UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

David Pakizer

Léčba ischemické cévní mozkové příhody metodami intervenční radiologie

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. MUDr. Martin Köcher, Ph.D.

Olomouc 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 30. dubna 2018

---

podpis

Děkuji prof. MUDr. Martinu Köcherovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, za pomoc, cenné rady a připomínky, trpělivost a věnovaný čas při zpracovávání této práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce:	bakalářská
Název práce:	Léčba ischemické cévní mozkové příhody metodami intervenční radiologie
Název práce v AJ:	Treatment of ischemic stroke by techniques of interventional radiology
Datum zadání:	2017-06-01
Datum odevzdání:	2018-04-30
Vysoká škola, fakulta, ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod
Autor práce:	David Pakizer
Vedoucí práce:	prof. MUDr. Martin Köcher, Ph.D.
Oponent práce:	doc. MUDr. Marie Černá, Ph.D.
Abstrakt v ČJ:	Práce se zabývá akutní ischemickou cévní mozkovou příhodou, především její endovaskulární léčbou na pracovišti intervenční radiologie. Popisuje incidenci, příčiny vzniku, příznaky a diagnostiku onemocnění, shrnuje cévní zásobení mozku a nejnovější klinické studie. V metodách léčby se zabývá trombolýzou, ale zaměřuje se hlavně na mechanickou trombektomií a také instrumentárium používané během tohoto intervenčního výkonu. V poslední části se zabývá úlohou radiologického asistenta během léčby CMP.
Abstrakt v AJ:	The thesis is focused on an acute ischemic stroke, especially on its endovascular therapy in the department of interventional radiology. It describes incidence, etiopathogenesis, symptoms and diagnosis of this disease

and summarizes cerebral circulation and the newest clinical trials. In methods of treatment it deals with thrombolysis, but mainly it's focused on mechanical thrombectomy and devices used during that endovascular performance. In the last part it deals with the role of radiological assistant during the stroke treatment.

Klíčová slova v ČJ: intervenční radiologie, akutní ischemická mozková příhoda, rekanalizace, trombolýza, mechanická trombektomie, trombektomické instrumentárium, klinické studie, radiologický asistent

Klíčová slova v AJ: interventional radiology, acute ischemic stroke, recanalization, thrombolysis, mechanical thrombectomy, thrombectomy devices, clinical trials, radiology assistant

Rozsah: 53 stran / 8 příloh

Obsah

1 Úvod 7
2 Akutní ischemická cévní mozková příhoda 9
2.1 Incidence ischemické mozkové příhody v České republice 9
2.2 Etiopatogeneze a klasifikace ischemické cévní mozkové příhody 10
2.3 Cévní zásobení mozku 11
2.3.1 Kolaterální cévní systém 12
2.4 Symptomy ischemické cévní mozkové příhody 12
2.5 Diagnostika iCMP zobrazovacími metodami a NIHSS 13
3 Přehled randomizovaných klinických studií 15
3.1 Pozitivní endovaskulární studie 15
4 Léčba ischemického iktu metodami intervenční radiologie 20
4.1 Managment léčby iCMP 20
4.2 Specifická léčba ischemické CMP 22
4.3 Mechanická trombektomie 23
4.3.1 Příprava pacienta k výkonu 24
4.3.2 Vybavení intervenčního sálu 25
4.3.3 Vlastní výkon 25
4.3.4 Možné komplikace během výkonu a po něm 26
5 Instrumentárium používané k endovaskulární trombektomii 28
5.1 Systém Penumbra (Penumbra Inc., Alameda, Kalifornie, USA) 29
5.2 Solitaire (Covidien/ev3/Medtronic, Irvine, Kalifornie, USA) 29
5.3 Trevo (Stryker, Kalamazoo, Michigan, USA) 30
5.4 ERIC (MicroVention Terumo, Tustin, Kalifornie, USA) 30
5.5 Aspirační katétry 31
5.6 Další systémy umožňující provedení mechanické trombektomie 32
5.7 Angio-Seal – Vascular Closure Device (Terumo, USA) 32
6 Úloha radiologického asistenta při intervenční léčbě iCMP 34
7 Závěr 36
Referenční seznam 37
Seznam zkratek 43
Seznam tabulek 45
Seznam příloh 46
Přílohy 47

1 Úvod

Cévní mozková příhoda (CMP, iktus) je ve světě i v České republice jednou z nejčastějších příčin úmrtí a trvalé invalidizace. Podle Světové zdravotnické organizace (World Health Organisation, WHO) postihuje CMP každoročně okolo 15 miliónů obyvatel, z nichž přibližně 5 miliónů zemře a dalších přibližně 5 miliónů je trvale postiženo (The top 10 causes of death, 2018). Nemoc nepředstavuje pouze medicínský problém, ale také sociální a ekonomický, což dokládá fakt, že pouze v USA je na léčbu CMP každoročně vydáváno přibližně 34 miliard dolarů (Školoudík, 2013, s. 17).

Intervenční radiologie je mladý medicínský obor vzniklý v polovině 50. let 20. století, který se vyvinul s rozvojem moderních metod diagnostické angiografie na základě myšlenek a dovedností lékařů provádějících angiografii (Krajina, 2005, s. 17). Obor, jehož hlavní výhodou je miniinvazivita prováděných výkonů, se od té doby neustále rozvíjí, stejně tak jako možnosti léčby ischemických mozkových příhod metodami intervenční radiologie. Skalpely byly vyměněny za katétry, počáteční pokusy s prvními trombolytiky nahradily různými studiemi podložené lepší endovaskulární metody léčby s neustále vyvíjeným endovaskulárním instrumentáriem.

Na základě těchto poznatků si lze položit následující otázky: Co je to ischemická cévní mozková příhoda? Jaké jsou možnosti endovaskulární léčby metodami intervenční radiologie? Jaké jsou základní studie potvrzující lepší výsledky mechanické endovaskulární léčby ischemické mozkové příhody? Jaké je nejpoužívanější instrumentárium? a Jakou roli hraje v průběhu léčby metodami intervenční radiologie radiologický asistent?

V souladu se stanovenými otázkami byly vytyčeny cíle této bakalářské práce:

1. Uvést základní informace o ischemické cévní mozkové příhodě
2. Shrnout nejnovější klinické studie
3. Popsat možnosti léčby metodami endovaskulární radiologie
4. Shrnout instrumentárium používané k endovaskulární léčbě
5. Popsat úlohu radiologického asistenta během léčby metodami intervenční radiologie

Aby mohlo být na zmíněné otázky v této přehledové bakalářské práci odpovězeno, byla při tvorbě bakalářské práce použita tato vstupní literatura:

1. FEIGIN, Valery L., c2007. *Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-428-7.

2. KALITA, Zbyněk, c2006. *Akutní cévní mozkové příhody: diagnostika, patofyziologie, management*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 80-859-1226-0.
3. KALINA, Miroslav, 2008. *Cévní mozková příhoda v medicínské praxi*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-107-9.
4. KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN, 2005. *Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková. ISBN 80-867-0308-8.
5. ŠKOLOUDÍK, David a Daniel ŠAŇÁK, c2013. *Rekanalizační terapie akutní ischemické cévní mozkové příhody*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-80-7345-360-2.

Po prostudování výše zmíněné literatury následovala rešeršní činnost. Vyhledávání probíhalo v databázích EBSCO, PubMed, Medvik, Medline, Google Scholar, internetový prohlížec Google a v katalozích knihovny Univerzity Palackého v Olomouci a knihovny Lékařské univerzity v Gdańsku. Vyhledávacím jazykem byla čeština, polština, němčina a angličtina. V rešeršní činnosti byla použita tato klíčová slova: ischemická cévní mozkové příhoda, CMP, endovaskulární léčba CMP, mechanická trombektomie, klinické studie CMP, mechanical thrombectomy devices.

Vzhledem k rychlému rozvoji endovaskulárních metod byl výběr zdrojů v rešerši omezen na období 2005-2018, z nichž je naprostá většina z období 2013-2018. Po prostudování abstraktů nebo názvů bylo v rešeršní činnosti vyhledáno přes sto publikací. K tvorbě této bakalářské práce jich bylo nakonec použito 67 (10 knih, 2 periodika, 41 odborných článků a 14 příspěvků z webových stránek).

Uvedené zdroje vyústily v přehledovou bakalářskou práci čítající pět hlavních kapitol.

2 Akutní ischemická cévní mozková příhoda

Akutní cévní mozková příhoda je podle WHO (definice z roku 1970, avšak stále používána) definována jako rychle se rozvíjející klinické příznaky ložiskové nebo globální poruchy mozkové funkce cévního původu (bez jiné zjevné příčiny), které trvají déle než 24 hodin nebo vedou ke smrti (Sacco, 2013, s. 2067). Poškození mozkové tkáně vzniká poruchou jeho prokrvení, což způsobí postižené části mozku nemožnost vykonávat svou funkci a dochází tak k rychlému odumírání mozkových buněk. Cévní mozkové příhoda může být:

- Hemoragická cévní mozková příhoda (hCMP). Dělí se na intracerebrální hemoragii vyskytující se v 15 % případů ze všech mozkových příhod, která je vyvolaná rupturou některé mozkové cévy, a subarachnoidální hemoragii vyvolanou výronem krve do subarachnoidálních prostor. Ta je nejméně častá, vyskytuje se pouze u 5 % pacientů postižených CMP. Způsobená je nejčastěji rupturou aneurysmatu na mozkové tepně, případně jinými cévními anomáliemi. Výlevem krve do mozku roste intracerebrální tlak, který může způsobit poškození mozkových buněk v okolí krve. Pokud se množství krve rychle zvyšuje, může dojít k bezvědomí nebo až ke smrti. Hemoragická CMP je vždy životu nebezpečná, mortalita je až 50 %.
- Ischemická cévní mozková příhoda (iCMP). Vyskytuje se v 80 % případů a vzniká snížením až uzavřením průtoku krve cévou v jehož důsledku dochází k omezení zásobování mozku krví a tím k ischemii. Mortalita na iCMP se pohybuje mezi 20–30 % (Cévní mozková příhoda - iktus, 2018).

Projevy cévní mozkové příhody mohou být tělesné, duševní nebo se příznaky projeví změnou chování nemocného. Pokud příznaky nebo jakákoliv jejich kombinace přetrvává 24 hodin a více nebo vede ke smrti, hovoříme o mozkovém iktu. Pokud všechny příznaky vymizí do 24 hodin, jedná se o přechodný záchvat ischemie mozkové tkáně – krátké průtokové selhání (KPS) neboli tranzitorní ischemickou ataku (TIA), která je hlavním rizikovým faktorem pro vznik ischemické mozkové příhody (Feigin, 2007, s. 39).

2.1 Incidence ischemické mozkové příhody v České republice

Česká republika patří mezi země s nejvyšší odhadovanou incidencí a mortalitou nejen v Evropě, ale i ve světě. Avšak jde jen o odhady, které nemusí být přesné a dostačující. V České republice jsou data o incidenci CMP značně limitována, incidence je odhadována z dat o hospitalizaci a úmrtnosti pacientů na CMP. Tyto metody neposkytují spolehlivý odhad skutečné

incidence, ale alespoň z nich získáme informativní data s odhadovanou incidencí i mortalitou (Kalita, 2006, s. 12).

Podle dat ÚZIS bylo v roce 2016 hospitalizováno v důsledku CMP (diagnózy I60-I69 podle MKN-10[1]) 49 649 obyvatel což je 469 nemocných na 100 000 obyvatel. Průměrný věk postižených byl 72,3 let, úmrtí bylo zaznamenáno 8795 (diagnózy I60-I69). CMP řadíme k nemocem oběhové soustavy, na které v ČR umírá suverénně nejvyšší počet obyvatel.

V důsledku ischemické cévní mozkové příhody (diagnóza I63 – Mozkový infarkt) bylo v roce 2016 podle údajů ÚZIS hospitalizováno 14 985 mužů a 14 995 žen, což je celkem 31 942 obyvatel. To je nejvyšší počet hospitalizací z důvodu jedné diagnózy, která vede ke smrti (na druhém místě se nachází ICHS s 25 858 hospitalizovanými obyvateli). Ač bylo hospitalizovaných žen o něco málo více než mužů, počet případů na 100 000 obyvatel je vyšší u mužů (288,6) než u žen (279,1). Úmrtnost na CMP v České republice roste rychleji než úmrtnost na ischemickou chorobu srdeční, která je nejčastější příčinou mortality, a oproti zemím Evropské unie je až dvojnásobně vyšší (za rok 2016 bylo v ČR zaznamenaných celkem 283,8 případů na 100 000 obyvatel). Průměrná ošetřovací doby byla 10,2 dní a průměrný věk postižených byl 73 let. Z 31 942 hospitalizovaných zemřelo v roce 2016 celkem 2 720 pacientů, což je 8,5 %. Nejvyšší počet úmrtí byl u pacientů mezi 85-89 lety (663) (Hospitalizovaní v nemocnicích ČR 2016, 2016; Zemřelí, 2016). Velkým problémem a důvodem takového počtu hospitalizací a úmrtí je také vysoké riziko recidivy, které je do 5 let po prodělaném iktu až 40 % (Školoudík, 2013, s. 17).

2.2 Etiopatogeneze a klasifikace ischemické cévní mozkové příhody

Nejčastější příčinami, které stojí za vznikem iCMP až u 80 % pacientů jsou kardioembolizace, ateroskleróza velkých tepen (makroangiopatie) a postižení penetrujících mozkových tepen (mikroangiopatie, lakunární infarkt). 5-10 % iktů má jinou příčinu (disekce krčních tepen, trombofilní stavy, vaskulitidy vyskytující se hlavně u mladých pacientů atd.) a u dalších 5-10 % pacientů žádnou příčinu neodhalíme – kryptogenní iCMP. Až 70 % všech pacientů s iCMP má alespoň minimální aterosklerotické postižení mozkových tepen (Školoudík, 2013, s. 18).

[1] Mezinárodní klasifikace nemocí (MKN) je klasifikace lidských poruch, onemocnění a zdravotních problémů podle WHO (kódy diagnóz). MKN-10 využívá kódů, které začínají písmenem latinské abecedy, které určují hlavní skupiny nemocí – kategorií, na druhé a třetí pozici je číselný kód určující konkrétní onemocnění – diagnózu. Na případné čtvrté pozici se nachází za tečkou další členění (MKN-10: Mezinárodní klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů: desátá revize. Tabelární část, 2017).

Stanovit etiologii iCMP je obtížné, a proto k těmto účelům vzniklo několik klasifikací. Nejpoužívanější z nich je klasifikace TOAST (trial of arg 10172 in acute stroke treatment). ABSCO (atherosclerosis, small vessel disease, cardiac source, other cause) a CCS (Causative Classification of Stroke) jsou novější klasifikace, které obsahují také diagnostický algoritmus. Dále se ikty dělí podle lokalizace ischemie na teritoriální (v oblasti mozkové tepny), lakunární (malé infarkty do 1,5 cm způsobené okluzí jedné hluboké perforující tepny) a border zone infarkty (BZI, infarkty na pomezí jednotlivých mozkových tepen).

V patogenezi se uplatňují dva základní mechanismy vedoucí k lokální ischemii mozku, která způsobí hypoxii, následnou nekrózu a apoptózu nervových buněk. Jsou jimi akutní okluze tepny a hemodynamická příčina hypoperfuze (Cerebrovaskulární manuál, 2018). Z nich je výrazně častější akutní uzávěr krční nebo mozkové tepny, který je zjištěn u více než 70 % pacientů (Školoudík, 2014, s. 125).

2.3 Cévní zásobení mozku

Správná funkce mozku je závislá na nepřetržitých dodávkách kyslíku a živin z cirkulující tepenné krve, které potřebuje přibližně až jeden litr za minutu (to je až 15 % celkové krve, kterou srdce přečerpává za klidových podmínek). Pokud mozek není takto intenzivně zásobován, začínají odumírat neurony, které jsou ze všech buněk organismu na nedostatek kyslíku v krvi nejcitlivější. Nevratné poškození (smrt neuronů) části mozku nastává už do 7-10 minut po přerušení tepenného zásobení mozku krví. Ischemický iktus toto přerušení či omezení dodávky krve způsobuje (Feigin, 2007, s. 33-34). Pro léčbu iCMP intravaskulárními metodami intervenční radiologie je proto důležité dobře znát cévní zásobení mozku.

Mozek je zásobován čtyřmi hlavními tepnami: pravou a levou vnitřní krkavicí (arteria carotis interna) zajišťující přední mozkovou arteriální cirkulaci a pravou a levou vertebrální tepnou (arteria vertebralis) zajišťující zadní mozkovou arteriální cirkulaci (vertebrobazilární systém). Svými větvemi jsou propojeny na bázi mozku do Willisova okruhu – circulus anteriosus cerebri (Willisi), který vyrovnává tlak a průtok v řečištích obou tepen.

Arteria carotis interna (ACI) dextra et sinistra jsou větvemi arteria carotis communis (ACC). Do lebky prochází v canalis caroticus. Za tureckým sedlem (sella turcica) v oblouku ACI odstupuje arteria ophthalmica. ACI zaniká větvením se na přední mozkovou tepnu (arteria cerebri anterior, ACA) a střední mozkovou tepnu (arteria cerebri media, ACM). ACA je rozdělena do úseků A1-A2, ACM je rozdělena do úseků M1-M5. ACA dextra et sinistra jsou navzájem propojeny pomocí arteria communicans anterior (nepárová). Přední cirkulace je

propojena se zadní cirkulací přes pravou a levou arteria communicans posterior, odstupující z ACI, která na obou stranách propojuje ACI s arteria cerebri posterior (ACP).

Arteria vertebralis (AV) dextra et sinistra jsou větvemi pravé a levé podklíčkové tepny (arteria subclavia dextra et sinistra). Po vstupu do lebky přes foramen occipitale magnum se spojí pravá AV s levou a vytvoří tak bazilární tepnu (arteria basilaris, AB), která se poté znovu rozdělí na pravou a levou zadní mozkovou tepnu (arteria cerebri posterior dextra et sinistra) (Čihák, 2011-2016, s. 306; Naňka, 2015, s. 169).

2.3.1 Kolaterální cévní systém

Stav kolaterální mozkové cirkulace na úrovni leptomeningeálních kolaterál významně ovlivňuje rozvoj mozkového infarktu. Kolaterály totiž propojují povodí všech jednotlivých hlavních mozkových tepen, díky čemuž představují možná „zadní vrátka“ pro udržení dostatečné perfuze v podmínkách, které nastanou při iCMP. Náhlý akutní uzávěr tepny nebo jen její částečný uzávěr způsobí změnu tlakových gradientů, což vede za příznivých anatomických poměrů k otevření kolaterál. Pokud jsou kolaterály dobře rozvinuté a funkční, mohou přechodně nahradit funkci uzavřené tepny. Díky tomu výrazně zlepší prognózu pacienta s akutním ischemickým iktem (Školoudík, 2013, s. 22-25).

Rozlišujeme primární a sekundární systém kolaterál. Primární anastomózy bezprostředně směřují tok krve do vzniklé ischemické oblasti. Existují již před iktem. Sekundární kolaterály jsou záložním systémem, mohou být vytvořeny v době iktu, ale jejich tvorba trvá určitý čas. Zde patří leptomeningeální anastomózy. Skrze tyto kolaterály dochází při akutní okluzi k retrográdnímu (zpětnému) plnění cév, které je způsobeno změnou tlaku cévami postižené a nepostižené oblasti. Nacházejí se mezi hlavními mozkovými tepnami zásobujícími dvě odlišná teritoria. Extrakraniální a intrakraniální systém kolaterál (mezi arteria carotis externa a interna – ACE a ACI) a systém kolaterál na úrovni Willisova okruhu se uplatňují hlavně při okluzích a stenózách tepen pod úrovní Willisova okruhu (tj. ACI nebo AV) (Cerebrovaskulární manuál, 2018).

2.4 Symptomy ischemické cévní mozkové příhody

Mozkové infarkty nastávají až ve dvou třetinách bez příznaků, ale zbylá jedna třetina je jimi doprovázená. Mezi ně patří náhlé částečné ochrnutí (hemiparéza) až úplná neschopnost samostatného aktivního pohybu – ochrnutí (plegie), pozorováno zejména jednostranně na tváři, horní a dolní končetině. Paralýza nebo znecitlivění tváře způsobí problémy s mluvením, častý je také pokles koutku úst na jedné straně. Častá je také ztráta vidění v jednom nebo obou očích,

ať už částečná (rozmazané, zčernalé vidění) nebo úplná. U horních a dolních končetin můžeme sledovat jednostrannou ztrátu svalové síly nebo náhlý vznik nemotornosti (neohrabanosti) pohybů až bezvládnost poloviny těla. Dochází k náhlému zhoršení zdravotního stavu jako je závrať, točení hlavy, polykací obtíže, ztráta rovnováhy, nejistota nebo nečekaný pád. Přítomná může být také náhlá silná bolest hlavy včetně nevysvětlitelné změny charakteru bolesti (Feigin, 2007, s. 41-42).

Nejen v Americe je pro rychlé rozeznání příznaků mozkového iktu používaná zkratka FAST (Face dropping, Arm weakness, Speech difficulty, Time to call 911). F – klesající jedna strana obličeje nebo znecitlivění, úsměv postiženého je nerovný nebo vyklenutý. A – slabost v pažích, jedna paže je slabá nebo znecitlivělá, při zvednutí obou rukou postižený jednu nezvedne nebo má přitom obtíže. S – problémy s výslovností, řeč je nezřetelná, postižený není schopen mluvit nebo má problém s porozuměním, nezopakuje správně jednoduchou větu. T – čas volat 911 (v ČR také 155, případně 112), pokud zpozorujeme některý z těchto příznaků i pokud příznaky vymizí (Stroke Symptoms & causes, c1998-2018).

2.5 Diagnostika iCMP zobrazovacími metodami a NIHSS

Podle příznaků je v nemocnici hned po příjezdu stanovena tíže neurologického postižení nejčastěji pomocí škály NIHSS (National Institute of Health Stroke Scale), která předchází jakékoliv terapii (Neumann, 2014, s. 2). Cílem standardizovaného neurologického vyšetření je stejné hodnocení pacientů různými vyšetřujícími, které poté slouží ke srovnání výsledků. Vyšetření je prováděno formou otázek a s tím spojených úkolů zadávaných postiženému, odpovědi a výsledky jsou vyplňovány do dokumentu NIHSS (Lyden, 2017, s. 513-519). V dokumentu je hodnocena: úroveň vědomí, slovní odpovědi, vyhovění výzvám, okulomotorika, zorné pole, faciální paresa (např. cenění zubů), motorika, ataxie končetin, senzitivita, řeč, dysartrii (poruchu řeči) a neglect syndrom (porucha orientace v prostoru). Každá z odpovědí má určitý počet bodů (nejčastěji 0-3 přičemž 0 je normální funkce a 3 je zcela zhoršena funkce), sečtením všech bodů je stanoveno celkové skóre (hodnoty 0-42). Čím vyšší skóre, tím více je pacient mozkovou mrtvicí postižen (Cerebrovaskulární manuál, 2018).

V diagnostice iCMP zobrazovacími metodami hraje hlavní roli zobrazování pomocí výpočetní tomografie (CT). Základním vyšetřením je nativní CT a CT-angiografie (CTA) s intravenózní aplikací kontrastní látky. Cílem je vyloučit jinou etiologii náhle vzniklého postižení (nativní CT) a detekovat místo okluze nebo stenózy mozkové tepny (CTA). CTA provádíme od oblouku aorty po vertex. Eventuální doplňkovou metodou je po šesti hodinách

od prvních příznaků iCMP perfuzní CT. Výhodou CT vyšetření je jeho dobrá dostupnost (dnes běžně v každé nemocnici), rychlost (kompletní třístupňový vyšetřovací protokol do pěti minut) a relativně nízká cena (Školoudík, 2013, s. 40-46; Ferda, 2007, s. 231-241).

Diagnostika magnetickou rezonancí (MR) na rozdíl od nativního CT vyšetření umožňuje zobrazit časnou fází ischemie v difuzně vážených obrazech (DWI, Diffusion Weighted Imaging). Součástí MRI (zobrazování magnetickou rezonancí) protokolu je kromě DWI ještě MR-angiografie (MRA) a perfuzní MR. Cílem vyšetření je zobrazení ischemického ložiska (DWI), vyloučení jiné etiologie náhle vzniklého neurologického poškození (T1, T2 vážené sekvence), detekce místa okluze mozkové tepny (MRA) a detekce perfuzního deficitu a jeho rozsahu (MR perfuze). Používáme MRI stroke protokol, obsahující minimálně axiální DWI, T2 vážené a FLAIR[2] sekvence a TOF[3] (time-of-flight) MRA extra- a intrakraniálních tepen, eventuálně MR perfuze. Při podezření na venózní trombózu je vyšetření doplněno o MR nebo CT venografii (Cerebrovaskulární manuál, 2018). Výhodou MRI oproti CT je dosažení výborného kontrastu v zobrazení měkkých tkání, nepoužití ionizujícího záření, dobré zobrazení zadní cirkulace, a hlavně detekce velmi časných akutních ischemických změn. Ty jsou pomocí MRI detekovatelné již po 10–15 minutách od vzniku ischemie což je ještě dříve, než se většina takto postižených stihne dostat do nemocničního zařízení (Hjort, 2005, s. 462-465). Nevýhodou je horší dostupnost, vyšší cena vyšetření, četnější kontraindikace (veškerý kovový materiál) a delší doba vyšetření (Školoudík, 2013, s. 40-46).

Managment péče o pacienty s iktem by měl být v rámci diagnostiky nastaven tak, že pacientovi s možnou indikací k trombolýze a/nebo k mechanické trombektomii bude provedeno zobrazení mozku do 20 minut po příjezdu do specializovaného cerebrovaskulárního centra (Powers, 2018, s. e58).

[2] FLAIR (Fluid Attenuated Invertion Recovery) sekvence potlačující signál tekutiny (vody, likvoru). Nápomocná při zobrazení patologických změn tkáně s vyšším obsahem tělní tekutiny – tekutiny jsou asignální nebo hyposignální, ale patologické změny zůstanou hypersignální. Umožní lépe popsat a rozlišit patologickou tkáň (Vomáčka, 2015, s. 52).
[3] TOF je technika zvýrazňující signál tekoucí krve, umožňující dobře rozlišit pohybující se krevní částice v krvi. Tím dojde k neinvazivnímu zobrazení cév bez nutnosti použít kontrastní látku (Vomáčka, 2015, s. 54-55).

3 Přehled randomizovaných klinických studií

Při léčbě ischemické cévní mozkové příhody byla dříve používaná hlavně intravenózní systémová trombolýza tkáňovým aktivátorem plasminogenu (IV-tPA) u níž je ale velkou nevýhodu kromě jiných také nízká účinnost u objemnějších trombů. 60-80 % pacientů s proximálním uzavřením cévy v přední cirkulaci mozku během devadesáti dní po nástupu mrtvice zemře nebo se u nich neobnoví funkční nezávislost i přes léčbu pomocí IV-tPA (Volný, 2016, s. 100-101) Proto byla hledána nová metoda, která mortalitu sníží. V roce 2008 byla poprvé provedena mechanická trombektomie s použitím stent retrieveru, která výrazně zvýšila rychlost reperfuze a problém nezpůsobovaly ani delší tromby. Tento způsob léčby se zdál jako nejlepší možný, sliboval lepší rekanalizaci uzavřené cévy i v případě klinicky těžce postižených pacientů, ale chyběly nezpochybnitelné důkazy o klinické efektivitě této léčby. Celkem pět základních na sobě nezávislých randomizovaných klinických studií publikovaných v roce 2015 (MR CLEAN, REVASCAT, ESCAPE, EXTEND-IA a SWIFT-PRIME) dokumentovalo bezpečnost a vysokou úspěšnost mechanické rekanalizace (Fiehler, 2015, s. 830-834). Potvrzovaly, že endovaskulární léčba výrazně snižuje mortalitu i morbiditu pacientů. Cílem výkonů ve studiích bylo dosažení reperfuze do jedné hodiny od zahájení výkonu (od vpichu do třísla). Ve studiích byla hodnocena také kvalita provedených výkonů (Volný, 2016, s. 100-110).

3.1 Pozitivní endovaskulární studie

Studie MR CLEAN byla dokončená jako první a jako jediná podle původního plánu (plánovaný počet pacientů). Po zveřejnění jejich výsledků byly ostatní čtyři studie předčasně ukončeny, protože se pokládalo jako neetické zařazovat do kontrolní skupiny neléčené mechanickou trombektomií další pacienty. Všechny studie byly jednoznačně pozitivní což znamená, že efekt léčby byl mnohem vyšší, než se očekávalo a k dosažení očekávaných výsledků nakonec stačilo do studií zahrnout méně pacientů, než bylo plánováno (Volný, 2016, s. 100-110).

Studie **MR CLEAN** (Multicentre Randomized Clinical trial of Endovascular treatment for Acute ischemic stroke in the Netherlands) byla třífázová multicentrická klinická randomizovaná studie provedena v šestnácti nizozemských centrech. Od prosince 2010 do března 2014 bylo randomizováno celkem 500 pacientů ve věkovém rozmezí 23-96 let (průměrný věk 65 let), z nichž 292 bylo mužů. U všech pacientů muselo dojít k zahájení intraarteriální léčby do šesti hodin po nástupu mrtvice (první příznaky), místo okluze bylo detekováno pomocí CTA, MRA a DSA (digitální subtrakční angiografie) (Volný, 2016, s. 102).

Pacienti obdrželi nejprve standardní léčbu (89 % IV-tPA průměrně po 1,5 hodině po nástupu příznaků) a poté byli přiděleni buď ke skupině s nebo bez dodatečné endovaskulární léčby (po 3,4 hodinách). Dodatečná léčba ve formě mechanické trombektomie byla provedena u pacientů, jejichž stav se po podání IV-tPA nezlepšil (po 4,3 hodinách) – celkem jich bylo 233 (46,6 %). Skutečná intraarteriální terapie (s nebo bez mechanické trombektomie) byla provedena u 196 z 233 pacientů v intervenční skupině (Berkhemer, 2015, s. 12-20). Pravděpodobnost dobrého klinicko-funkčního výsledku (mRS[4]: 0-2 po devadesáti dnech) byla 33 % s mechanickou trombektomií a 19 % bez ní. Míra rekanalizace byla 59 % (Fiehler, 2015, s. 831-832).

Ve studii **EXTEND-IA** (Extending the time to Thrombolysis in Emergency Neurological Deficits-Intra-Arterial) byli pacienti automaticky rozděleni do dvou skupin na základě výsledků CT perfuze. Skupině pacientů byl podán IV-tPA (nejčastěji šlo o lék Actylise nebo Activase), přesněji 0,9 mg na kilogram tělesné hmotnosti pacienta nejpozději do 4,5 hodiny od nástupu příznaků. Poté buď podstoupili mechanickou trombektomii (do šesti hodin) stent retrieverem Solitare FR (Flow Restoration) nebo jim byl nadále podáván lék Actylise (případně Activase). Společně se studií SWIFT PRIME je to jediná studie, u které byla systémová trombolýza podána všem pacientům (Volný, 2016, s. 116). Studie byla brzy zastavena kvůli účinnosti. Území mozkové tkáně zasažené ischemií, které bylo do 24 hodin reperfuzováno, bylo procentuálně vyšší u endovaskulárně-terapeutické skupiny než u skupiny léčené pouze IV-tPA (medián 100 % ku 37 %). Endovaskulární terapie zahájená průměrně po 210 minutách po nástupu mozkové mrtvice zvýšila počáteční neurologické zlepšení po 3 dnech (80 % vs. 37 %) a zlepšila klinicko-funkční výsledek po devadesáti dnech (Campbell, 2015, s. 1009-1018). Absolutní redukce rizika (ARR)[5] invalidity a mortality byla 31 % (Fiehler, 2015, s. 832).

Do studie **ESCAPE** (Endovascular treatment for Small Core and Anterior circulation Proximal occlusion with Emphasis in minimizing computed tomography to recanalization times) byli zahrnutí pacienti bez věkového omezení. 316 zúčastněných pacientů bylo rozděleno

[4] Modifikovaná Rankinova škála (modified Rankin Scale, mRS) se používá k měření stupně invalidity u pacientů po mozkové mrtvici. Škála má 6 stupňů:
0 – žádné příznaky
1 – žádné známky invalidity i přes lehké příznaky; schopen vykonávat všechny své obvyklé činnosti
2 – mírná invalidita; neschopen vykonávat všechny činnosti, ale schopen se o sebe postarat bez pomoci
3 – mírné postižení; potřebuje nějakou pomoct, ale je schopen chůze bez pomoci
4 – středně těžké postižení; neschopen chůze bez pomoci, neschopen vykonávat tělesné potřeby bez pomoci
5 – závažné postižení; inkontinentní, vyžadující stálou ošetřovatelskou péči a dohled
6 – smrt (Christensen, 2014).

[5] Absolutní redukce rizika (ARR) je měřítkem účinku léčby. Představuje rozdíl mezi počtem opětovného objevení příznaků nemoci (relapsů) v kontrolní skupině a počtem relapsů v léčené skupině (Göpfertová, 2015, s. 9).

do svou skupin – standardní péče (kontrolní skupina; 151 pacientů) nebo standardní péče plus endovaskulární léčba s využitím dostupných zařízení pro trombektomii (intervenční skupina; 165 pacientů). Ve studii bylo zvoleno terapeutické okno 12 hodin. Diagnostika ischemického iktu byla provedena pomocí CTA. Studie byla také zastavena z důvodu účinnosti. Z celkového počtu 316 pacientů jich 238 dostalo IV-tPA (120 v intervenční skupině a 118 v kontrolní skupině). V intervenční skupině byl průměrný čas od CTA k první reperfuzi 84 minut (Goyal, 2015, s. 1019-1030). Míra funkční nezávislosti (90 dní, mRS: 0-2) se při intervenci zvýšila (53 %, oproti 29,3 % v kontrolní skupině). ARR invalidity a mortality byla 24 % (Fiehler, 2015, s. 832).

Studie **SWIFT-PRIME** (Solitaire With the Intention For Thrombectomy as PRIMary Endovascular treatment) byla jedinou studií, která byla financována sponzorem (Covidien-Medtronic) a společně se studií EXTAND-IA jedinou studií, u které byla systémová trombolýza podána všem pacientům (Volný, 2016, s. 106). Pacienti ve věkové skupině 18-80 let byli léčeni po 4,5 hodinách od prvních příznaků pomocí IV-tPA a poté buď pokračovali ve stejné léčbě nebo podstoupili mechanickou trombektomii do 6 hodin pomocí stent retrieveru Solitare. Průměrný čas od CTA k punkci femorální arterie byl 57 minut, ARR invalidity a mortality byla 25 % a míra rekanalizace byla 88 %. I tato studie byla předčasně ukončena díky účinnosti a dobrým výsledkům z ostatních dříve publikovaných studií (Saver, 2015, s. 2285-2295).

Studie **REVASCAT** (Revascularization with SOLITAIRE FR device vs. best medical therapy in the treatment of acute stroke due to anterior circulation large vessel occlusion presenting within eight-hours of symptom onset) se od ostatních již zmíněných studií podstatně liší. Do osmi hodin po nástupu prvních symptomů byli léčeni výlučně pacienti se špatnou odpovědí na IV-tPA (73%), případně pacienti s jednou kontraindikací na IV-tPA (Fiehler, 2015, s. 832-833) Výsledky znovu prokázaly výrazně lepší výsledky při léčbě mechanickou trombektomií než ve skupině léčené lokální trombolýzou (mRS: 0-2 byla 44 % ku 28%). Studie byla předčasně ukončena z důvodu pozitivních výsledků hlášených z ostatních podobných studií. ARR invalidity a mortality byla 16 % (Jovin, 2015, s. 2296-2306).

Mezi další novější, ale již ne tak významné studie, patří **THRACE** (THRombectomie des Artères CErebrales) studie (mRS: 0-2, 54 % u pacientů s MT oproti 28 % pacientům pouze se systémovou trombolýzou; ARR: 12%) publikována v roce 2016 (Bracard, 2016, s. 1138-1147). Další publikovanou studií ve stejném roce je studie **THERAPY** (The Randomized, Concurrent Controlled Trial to Assess the Penumbra System's Safety and Effectiveness in the Treatment of Acute Stroke). Byla zastavena po 108 pacientech (z 692 plánovaných) z důvodu vyššího

přínosu mechanické trombektomie oproti samotné systémové trombolýze (Mocco, 2016, s. 2331-2338). Modifikované Rankinovy škály 0-2 bylo dosaženo po 90 dnech od nástupu příznaků ve 38 % případů léčby mechanickou trombektomií oproti 30 % případů pouze samostatné léčby pomocí IV-tPA. Absolutní redukce rizika invalidity a mortality byla 8 % (Fiehler, 2015, s. 833).

Zajímavé je zjištění publikované v jedné z nejnovějších studií z února roku 2018 – **DEFUSE 3.** Pomocí automatizovaného softwaru RAPID k analýze perfuze MRI nebo CT vědci vybrali od května 2016 do května 2017 celkem 182 pacientů u nichž se předpokládalo, že mají mozkovou tkáň resuscitovatelnou až 16 hodin po nástupu mozkové mrtvice. Pacienti byli randomizovaní stejně jako u předchozích studií do dvou skupin a znovu byla léčba mechanickou trombektomií (tentokrát ale po 6-16 hodinách po nástupu prvních příznaků) účinnější (45 % pacientů intervenční skupiny oproti 17 % pacientů v kontrolní skupině dosáhlo funkční nezávislosti) než pouhou systémovou trombolýzou i když bylo časové okno širší. Ve skupině s endovaskulární terapií byl medián od prvního příznaku do výchozího stavu 10 hodin a 29 minut a medián času od randomizace po arteriální punkci byl pouhých 28 minut (Albers, 2018, s. 708-718). DEFUSE 3 vychází z předchozích studií DEFUSE a také ze studie **DAWN** z roku 2017, která zkoumala možnosti léčby pacientů s iktem metodami intervenční radiologie po 6 až 24 hodinách po nástupu prvních příznaků. Také zde byly lepší výsledky po léčbě mechanickou trombektomií než pouze po systémové trombolýze (Nogueira, 2018, s. 11-21). Tyto studie nám ukazují, že i když by měl být ischemický iktus léčen co nejdříve, tak příjezd pacienta na iktovou jednotku po šesti hodinách a více po prvních příznacích iktu neznamená, že nemůže být úspěšně léčen mechanickou trombektomií. Pokročilé zobrazování mozkové perfuze by mohlo určit, kteří pacienti by mohli mít prospěch z reperfuze v rozšířeném časovém okně (Cerebrovaskulární manuál, 2018).

Všechny výše zmíněné studie mají společný stejný výsledek poukazující na to, že mechanická trombektomie ve spojení se systémovou trombolýzou přinesla o hodně lepší výsledky reperfuze a následného snížení závažnosti postižení po mrtvici včetně míry funkční nezávislosti, oproti samostatné systémové trombolýze.

Z hlediska bezpečnosti prováděného intervenčního výkonu bylo zjištěno, že mortalita pacientů s iCMP je po léčbě mechanickou trombektomií nižší (výjimkou jsou výsledky studií REVASCAT a DAWN) a také četnost symptomatického intrakraniálního krvácení po tomto druhu výkonu nebyla zvýšena.

Tabulka č. 1 – Shrnutí klinických studií a jejich výsledků

studie	Terapeutické okno (v hodinách, od začátku příznaků CMP)	mRS 0-2 po 90 dnech		Mortalita po 90 dnech		Reka-nali-zace po MT (TICI 2b/3[6])	Instrumentárium použité k trombektomii
		A[7]	B[8]	A	B		
MR CLEAN	≤ 6	19 %	33 %	18 %	19 %	59 %	Trevo PRO, Solitaire FR
EXTEND-IA	≤ 6	40 %	71 %	20 %	9 %	86 %	Solitaire FR
ESCAPE	≤ 12	29 %	53 %	19 %	10 %	72 %	Solitaire FR
SWIFT-PRIME	≤ 6	36 %	60 %	12 %	9 %	88 %	Solitaire FR, Solitaire 2
REVASCAT	≤ 8	28 %	44 %	16 %	18 %	66 %	Solitaire FR
THRACE	≤ 5	42 %	53 %	13 %	12 %	69 %	stent retrievery různých výrobců
THERAPY	≤ 8	30 %	38 %	24 %	12 %	70 %	aspirační katétry Penumbra 3D, Penumbra ACE
DEFUSE 3	6-16	17 %	45 %	26 %	14 %	76 %	stent retrievery různých výrobců
DAWN	6-24	13 %	49 %	18 %	19 %	84 %	Trevo

(Zdroj: tabulku podle dat uvedených v jednotlivých studiích zpracoval autor)

Proto neexistují žádné obavy o bezpečí pacienta během prováděné mechanické trombektomie (Hameed, 2017, s. 193-202). Výsledky také ukázaly, že v časovém okně do 6 hodin od výskytu prvních příznaků je zbytečné provádět selekci pacientů s mozkovým infarktem jinak než pomocí CT, případně CTA. Cílem je co nejrychlejší reperfuze (Volný, 2016, s. 106).

[6] TICI (Thrombolysis in Cerebral Infarction) je skóre, pomocí něhož se hodnotí úspěšnost reperfuze.
0 - žádná reperfuze
1 – pronikání kontrastní látky za místo okluze s minimální perfuzí daného cévního řečiště
2a – částečná reperfuze, průtok je v daném cévním řečišti obnoven ze 2/3
2b – kompletní reperfuze, plnění daného teritoria je však zpomalené
3 – kompletní reperfuze s normálním plněním daného teritoria (Volný, 2016, s. 105)

[7] A – kontrolní skupina (tito pacienti byli léčení pouze systémovou trombolýzou)

[8] B – intervenční skupina (po IV-tPA u pacientů v této skupině následovala mechanická trombektomie)

4 Léčba ischemického iktu metodami intervenční radiologie

Léčba ischemické cévní mozkové mrtvice v České republice je v současnosti upravena Věstníkem Ministerstva zdravotnictví ČR č. 8/2010, č. 10/2012 a č.11/2015, z něhož vyplývá, že všichni pacienti s podezřením na cévní mozkovou příhodu musí být neodkladně převezeni rychlou záchrannou službou do nejbližšího Centra vysoce specializované cerebrovaskulární péče (dříve Komplexní cerebrovaskulární centrum - KCC) nebo Centra vysoce specializované péče o pacienty s iktem (dříve Iktové centrum - IC) podle spádových oblastí daných Věstníkem Ministerstva zdravotnictví č. 11/2015 (Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2015, s. 52-56). V centrech je profesionálně zaškolený multidisciplinární zdravotnický tým, dostupný 24 hodin denně. Pacientům je poskytnuta neodkladná péče, časná diagnostika a specializovaná terapie (Školoudík, 2013, s. 37-38).

Identifikace stavu pacienta probíhá na základě hlavních klinických příznaků (viz FAST – kapitola 1.4) a vedlejších příznaků. Vedoucí výjezdové skupiny by měl vyplnit Iktovou kartu, do které uvádí: přesnou dobu začátků klinických příznaků, dobu nalezení postiženého svědky, telefonický kontakt na svědky vzniku CMP pro případné doplnění dalších informací, klinický obraz (stav vědomí, stav CMP atd.), další závažná onemocnění a trvalou medikaci spolu s jejím dávkováním. Kartu předá při dovezení pacienta do některého z center vysoce specializované péče (Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2012, s. 2-3).

Každý pacient, který je v rámci přednemocniční péče urychleně transportován do některého z Center a jehož klinické příznaky rychle se rozvíjející mozkové ischemie neustupují, je indikován k neodkladné endovaskulární léčbě systémovou trombolýzou, případně mechanickou rekanalizací pomocí trombektomie (Šaňák, 2016, s. 231).

4.1 Managment léčby iCMP

K léčbě iCMP by mělo dojít co nejdříve je to možné. V souvislosti s poškozením mozkové tkáně při iktu z důvodu ischemie se užívá hesla „time is brain“ (čas je mozek). Má to své opodstatnění. Díky pokrokům v zobrazování mozkové tkáně radiologickými metodami můžeme vypočítat, o jaké množství mozkové tkáně za časovou jednotku pacient z důvodu ischemie přijde. Pacient ztrácí každou minutu až 1,9 miliónů neuronů (z celkového průměrného počtu přes 22 miliard neuronů v mozku každého zdravého člověka). Ve srovnání s normálním odumíráním neuronů při stárnutí mozku je mozek vystavený ischemii starší 3,6 let každou hodinu bez léčby (reperfuze) (Saver, 2005, s. 263-266). Ze studie IMS (Interventional Managment of Stroke) III zase vyplývá, že se každých 30 minut snižuje šance na funkční

nezávislost pacienta o 10 % (Broderick, 2013, s. 893-903). Tato čísla jen zdůrazňují časovou naléhavost v péči o pacienty s CMP.

Proto je v nemocničních zařízeních důležité sledování indikátorů kvality péče o pacienty s iCMP, jejichž monitorace a evaluace je v souladu se současnými doporučeními American Stroke Association (ASA). Cílem je hlavně minimalizace časových ztrát. Měla by probíhat monitorace těchto časů:

- rychlost podání trombolýzy po příjezdu do nemocnice (door-to-needle time): cílový čas do 60 minut (Kruyt, 2013, s. 3249-3253)
- příjezd do nemocnice – vpich do třísla (door-to-puncture): cílový čas do 60 minut
- celkový čas (door-to-reperfusion): cílový čas do 90 minut
- vpich do třísla – první rozvinutí stentu (puncture-to-first pass): cílový čas do 60 min.
- vpich do třísla – dosažení reperfuze (puncture-to-reperfusion): cílový čas do 60 minut (studie ESCAPE: 30 minut, EXTEND-IA: 43 minut, REVASCAT: 59 minut; uvedené hodnoty jsou mediánem) (Volný, 2016, s. 106-108).

Zajímavou možností, jak získat drahocenný čas v boji s iCMP, je mobilní iktová jednotka. V Německu byly mezi lety 2011-2015 tyto mobilní jednotky testovány. Byly jimi speciální vozidla záchranné služby STEMO (STroke EMergency Mobile) vybavené CT přístrojem a laboratoří. STEMO slouží pro rychlou předhospitalizační trombolýzu u pacientů s ischemickou cévní mozkovou příhodou. Ve vozidle se nachází CT zařízení, laboratoř a veškeré potřebné vybavení. Posádka je speciálně proškoleným týmem specialistů v oblasti CMP (jeden neurolog, jeden zdravotnický záchranář a jeden radiologický asistent). Vozidlo je spojeno s Centrem pro výzkum mozkových příhod v berlínské fakultní nemocnici Charité. Prostřednictvím videokonference je možné spojení s týmem neurologů a prostřednictvím teleradiologie je umožněno zasílání pořízených CT snímků neuroradiologům pro rychlý popis (STEMO - Stroke Emergency Mobile, 2018). Největším přínosem je přívoz pacienta do iktového centra už po diagnostice a podání systémové trombolýzy, takže pokud je kvalifikován k mechanické trombektomii, nemusí již absolvovat žádná jiná předchozí vyšetření v nemocnici a je tím ušetřen drahocenný čas. Vyhotovená studie prokázala, že předhospitální aplikace trombolýzy nejen zkrátila délku léčby o 25 minut, ale také zvýšila podíl pacientů léčených trombolýzou o 50 %. Kromě toho bylo dodáno více pacientů do příslušného nemocničního zařízení. Další analýza nákladů a přínosů je zatím nejistá (Kunz, 2016, s. 1035-1043).

4.2 Specifická léčba ischemické CMP

Specifická farmakologická léčba spočívá v intravenózní trombolýze (IVT) tkáňovým aktivátorem plasminogenu (tPA). Jde o rozpuštění sraženiny speciálními trombolytickými léky. Jedná se o standardní léčbu, která by měla být podána v iktovém centru všem pacientů, u kterých přetrvávají příznaky akutní iCMP (Kalina, 2008, s. 79-85). Případná následná léčba trombektomií neznamená, že i přesto nebude podána nejprve specifická léčba. Ta ale nesmí zdržet samotnou mechanickou trombektomii. Není doporučeno čekat na případně klinické zlepšení perfuze (Šaňák, 2016, s. 231-232).

Pro její podání je stanoveno časové okno 4,5 hodiny od začátků příznaků, ve kterém má být trombolýza podána. Cílem organizačních opatření v nemocnicích je urychlení managmentu pacientů s mozkovou mrtvicí tak, aby byla trombolýza zahájena nejpozději jednu hodinu po příjezdu pacienta do nemocnice (door to needle time – DTN) (Kruyt, 2013, s. 3249-3253). U nekomplikovaného pacienta by měla být léčba zahájena už do 10-20 minut. Žádné z vyšetření by nemělo oddálit její zahájení (Cerebrovaskulární manuál, 2018). Když je léčba trombolýzou zahájena do 90 minut od rozvoje příznaků, tak podle studie ECASS (European Cooperative Acute Stroke Study) III je šance na vyléčení dvojnásobně vyšší v porovnání s léčbou po 180 minutách a později. Delší čas od vzniku iktu k zahájení léčby znamená narůstající riziko mortality a symptomatického nitrolebečního krvácení (Hacke, 2008, s. 1325-1327).

Pacient léčený trombolýzou musí být hospitalizován a monitorován na iktové jednotce po dobu minimálně 24 hodin (Školoudík, 2013, s. 113). Před podáním IVT musí být vhodnou zobrazovací technikou vyloučeno intrakraniální krvácení, pro indikaci stačí nativní CT (Powers, 2018, s. e58). Nejčastější kontraindikacemi jsou hypersenzitivita na alteplasu, prodělání CMP během posledních třech měsíců, nízký počet trombocytů a věk nižší než 18 a vyšší než 80 let. Pacienti s velmi těžkou iCMP by neměli být léčeni systémovou trombolýzou. Mají vyšší riziko nitrolebního krvácení a úmrtí (Detail léčivého přípravku ACTILYSE, 2010).

Nejpoužívanější lékem na trhu je Actilyse, obsahující léčivou látku alteplázu. Lahvička s 10 mg, 20 mg nebo 50 mg alteplázy je ředěna přiloženým roztokem pomocí převáděcí kanyly (ředění 1 mg/1 ml). Lék je podáván intravenózně (0,9 mg/kg, maximálně 90 mg), kdy je 10 % dávky podáno jako bolus (aplikace pomalu 2-5 minut injekcí), poté následuje hodinová infuze injektomatem (Cerebrovaskulární manuál, 2018). Studie a analýzy prokázaly, že účinek tkáňového aktivátoru plasminogenu u pacientů s iCMP závisí na čase prvního podání bolu i na čase zahájení infuze tPA. Brzkým podáním roste šance na dosažení rychlé rekanalizace a klesá

riziko mortality (Emberson, 2014, s. 1929-1935). Léčba musí být prováděna pod dohledem vyškoleného lékaře se zkušenostmi v neurovaskulární péči. Při léčbě Actilyse je u pacienta značně zvýšeno riziko intrakraniálního krvácení, proto je doporučena monitorace pacienta až 24 hodin po podání IVT. Krvácení vedoucí ke snížení hodnot hematokritu a hemoglobinu je nejčastějším vedlejším účinkem léku (Detail léčivého přípravku ACTILYSE, 2010).

Alternativou k tPA by mohla být tenectepláza, vykazující velmi podobné účinky jako altepláza při podání 0,4 mg/kg (Logallo, 2017, s. 781-788). Studie EXTEND-IA TNK při podání 0,25 mg/kg dokonce prokázala lepší výsledky než PA u pacientů s uzávěrem velké mozkové tepny s následnou MT (2,6x vyšší následná míra reperfuze ve prospěch tenecteplázy). Momentálně (4/2018) probíhá druhá část studie srovnávající podání tenecteplázy 0,25 mg/kg s dávkou 0,4 mg/kg (Campbell, 2017, s. 328-334).

Výhodou IVT je nízká cena, rychlé zahájení terapie a nenáročnost terapie na speciální vybavení. Nevýhodou je naopak relativně úzké terapeutické okno, nízká účinnost u delších trombů, riziko hemoragie a množství kontraindikací (Cerebrovaskulární manuál, 2018).

4.3 Mechanická trombektomie

K selhání trombolytické léčby dochází hlavně u pacientů s okluzí velké mozkové arterie, některým pacientů je zase IVT kontraindikována (Školoudík, 2014, s. 127). Z těchto důvodů se v posledních letech rozvinuly endovaskulární mechanické metody rekanalizace cév zahrnující ultrazvukovou trombotripsi, sonotrombolýzu, endovaskulární laser nebo ultrazvuk a různé typy extrakčních zařízení (retrievery), ok (las) a aspirátorů. Mechanické metody jasně předčí ty farmakologické (viz kapitola 2 – Přehled randomizovaných klinických studií). Pokud jsou navzájem kombinované, jde o tzv. kombinovanou léčbu (Školoudík, 2013, s. 39). Již v roce 2007 byla publikována metaanalýza celkem 53 klinických studií zahrnující 2066 pacientů. Zkoumaná byla míra rekanalizace podle intervence: spontánní bez podání jakékoliv léčby (24,1 %), intravenózní fibrinolytická (46,2 %), intraarteriální (IAT) fibrinolytická (63,2 %), kombinovaná IVT a IAT (67,5 %) a mechanická (83,6 %). Z metaanalýzy vyplývá, že nejlepší časná míra rekanalizace byla dosažena jednoznačně mechanickými metodami (Rha, 2007, s. 967-973).

Mechanickou trombektomií (MT) se rozumí invazivní zákrok prováděný na pracovišti intervenční radiologie pod zobrazovacím médiem, při kterém je pacientovi s iCMP trombus nebo embolus z uzavřené cévy intravaskulární cestou mechanicky odstraněn, čímž dojde k opětovnému zprůchodnění postižené cévy (Vomáčka, 2015, s. 130).

V České republice provádělo mechanickou trombektomii v roce 2016 celkem 15 specializovaných iktových center, ve kterých bylo provedeno celkem 1053 MT u akutního iktu (rozptyl 17-136 výkonů/centrum). Počet provedených výkonů neustále stoupá (v roce 2013: 510 výkonů – více než 50 % méně než v roce 2017). V ČR je léčeno MT téměř 5 % pacientů při incidenci 211 iCMP/100 000 obyvatel. V celosvětovém měřítku je to velmi dobrý výsledek. Je dán především dobře propracovaným systémem pro IVT, počet IVT v ČR vztažený na počet obyvatel je jeden nejvyšších na světě (Volný, 2017, s. 1-6).

Indikací k mechanickému odstranění trombu je diagnóza CMP s náhle vzniklým významným neurologickým deficitem, zobrazovacími metodami potvrzena okluze ACM (segmenty M1 a M2) a tandemová stenóza ACI + ACM (terapeutické okno 6 hodin), arteria basilaris (terapeutické okno až 24 hodin od vzniku prvních příznaků) a věk nad 18 let. Kontraindikací je intrakraniální krvácí (zjištěno na CT nebo MR) a průkaz jiného neurologického onemocnění mozku (Šaňák, 2016, s. 231-232).

Mezi výhody MT patří vysoký potenciál rekanalizace (až 90%), efektivita i při selhání IVT a možnost kombinace výkonu s IVT a IAT (Cerebrovaskulární manuál, 2018).

4.3.1 Příprava pacienta k výkonu

U pacientů indikovaných k mechanické trombektomii musí mít pacient po příjezdu na intervenční sál zajištěn žilní vstup a přísun kyslíku nejlépe maskou 2-6 l/min. Po celou dobu výkonu musí být monitorováno EKG, krevní tlak a saturace krve kyslíkem. Během výkonu je sledován také stav vědomí a NIHSS se záznamem do zdravotnické dokumentace pacienta. Žilním vstupem je podáván pomalou infuzí fyziologický roztok k zajištění hydratace pacienta (Vomáčka, 2015, s. 61).

Dle stavu nemocného a jeho spolupráce je výkon prováděn za anesteziologického dohledu, monitorované sedace nebo intubace v celkové anestezii. Podle různých klinických studií mají pacienti léčení v celkové anestezii horší neurologický výsledek než pacienti léčení pouze v analgosedaci. V nejnovější studii AnStroke (Anesthezia During Stroke) z roku 2017 a v metaanalýze (různých klinických studií zabývajících se analgosedací/celkovou anestezií pacientů během MT) z roku 2018 však při endovaskulární léčbě CMP nebyl zjištěn žádný významný rozdíl v neurologickém výsledku po 3 měsících ani v úmrtnosti, ať už byli pacienti v celkové anestezii nebo pouze v analgosedaci (Löwhagen Hendén, 2017, s. 1601-1607; Ilyas, 2018, s. e355-e367). Užívání celkové anestezii se však nedoporučuje zejména pro riziko rozvoje těžké hypotenze po podání anestetik. Proto zkušená centra preferují analgosedaci

opakovanými malými dávkami midazolamu, fentanylu nebo propofolu (eventuálně jejich kombinací) (Školoudík, 2013, s. 138). Celková anestezie je kromě hypotenze nevýhodná zejména v prodlevě zahájení terapie a nemožnosti monitorovat neurologický nález.

Antikoagulační léčba je nejčastěji zajištěna 2000 IU (international unit) neředěného heparinu podaného jako bolus (Cerebrovaskulární manuál, 2018).

4.3.2 Vybavení intervenčního sálu

Intervenční sál se nachází na pracovišti intervenční radiologie. Je to vyšetřovna s filtrací vzduchu a s přetlakovou klimatizací. Na pracovišti je z důvodu práce s ionizačním zářením vymezeno tzv. kontrované pásmo, sál je stíněn od okolních místností materiálem s vysokou hustotou, nejčastěji baryem a olovem (barytová omítka, olověné dveře atd.).

Základním vybavením na sále je angiografická linka skládající se z pohyblivého vyšetřovacího stolu s minimálně jedním C ramenem. Intervenční sál musí být dále vybaven tlakovou stříkačkou (pro aplikaci kontrastní látky), přístrojem pro monitoraci tlaku a EKG, pulzním oxymetrem, přívodem O_2, defibrilátorem a prostředky k resuscitaci, přístrojem pro anesteziology a monitory na prohlížení snímků. Přítomen by měl být také ultrazvukový přístroj. Nezbytným vybavením je přehledně uložené instrumentárium a medikamenty, uložené ve skříňkách.

Další nedílnou součástí je místnost sousedící se sálem, ve které se nachází ovladovna. Zde je umístěna hlavní ovládací konzole pro angiografický přístroj. Dále jsou v místnosti počítače s monitory napojené na PACS a NIS. Komunikace s pacientem nebo personálem přes zavřené dveře je zajištěna komunikačním zařízením intercom umístěným v ovladovně, stejně tak na sále.

Součástí intervenčního sálu jsou také místnosti s ním sousedící jako je strojovna (zde je umístěn generátor vysokého napětí), umývárna, přípravna a sklad materiálu (Vomáčka, 2015, s. 61-62).

4.3.3 Vlastní výkon

Vlastní léčba začíná punkcí nejčastěji femorální tepny (další možné přístupy přes arteria radialis, arteria brachialis a arteria axillaris) Seldingerovou metodou. Výkon je prováděn za sterilních podmínek v lokální anestezii. Přes lumen punkční jehly je do tepny zaveden kovový vodič, načež je jehla vytažena a přes vodič je dilatován punkční kanál zaváděcím pouzdrem s dilatátorem – sheath. Dilatátor je poté vytažen a v arterii zůstává pouze sheath (nejčastěji je

používán 6 F), poté je proveden proplach fyziologickým roztokem. Tím je zajištěn bezpečný přístup do cév (Vomáčka, 2015, s. 58).

U CMP se používá dlouhý sheath, který je zaveden až do postižené ACI nebo AV, poté je provedena diagnostická angiografie. Přes cévku je podána pomocí programovatelného tlakového injektoru, případně stříkačkou z ruky lékaře provádějícího výkon, kontrastní látka (vodné jodové KL jako Visipaque, Iomeron, Ultravist nebo Omnipacque), kterou je zobrazeno řečiště uzavřené cévy. Přes místo okluze je poté zaveden mikrovodič s mikrokatétrem. Celý systém katetrů a vodičů je proplachován přetlakovou infuzí fyziologického roztoku. Pro efektivní odstranění sraženiny se používá instrumentárium určené pro aspiraci, extrakci nebo fragmentaci trombu. Pomocí speciálního instrumentária je embolus různými způsoby z cévy mechanicky odstraněn, nejčastěji instrumentária založena na principu zachycení a vytažení embolu z cévy. Během výkonu je možno použít také mechanickou fragmentací způsobenou opakovanými průchody přes embolus pomocí mikrokatétru a mikrovodiče. Případně pokud je detekován uzávěr v periferních tepnách, je možné embolus odstranit aspirační embolektomií pomocí katétru (7-8 F) a aspirace 50 ml stříkačkou, kterou je vytvořen podtlak, díky kterému je embolus nasáván do aspiračního katétru. Po trombektomii musí být provedena kontrolní angiografie, zda bylo dosaženo rekanalizace (Vomáčka, 2015, s. 130-131).

V případě zbytkových okluzí v distálních úsecích cév a v periferii je třeba vždy zvážit přínos a riziko pokračujícího výkonu. Poté je instrumentárium postupně z pacienta vytaženo a musí dojít k uzavření otvoru ve femorální tepně. Otvor je uzavřen nejčastěji pomocí uzavíracího zařízení, které jej uzavírá zevnitř mechanicky. Pokud k rekanalizaci nedojde, výkon je ukončen po opakovaně neúspěšných extrakcích a při podezření na krvácení do mozku (Cerebrovaskulární manuál, 2018).

4.3.4 Možné komplikace během výkonu a po něm

Mezi technické komplikace během výkonu patří iatrogenní disekce tepny nebo perforace (komplikovaná z důvodu následného vzniku intracerebrálního krvácení), vznikající vzácně. Dojít může také k zalomení nebo poškození instrumentária.

Mezi klinické komplikace patří intracerebrální vazospasmy častější u mladších pacientů, intracerebrální krvácení, distální embolizace, reokluze rekanalizované tepny (zvážení vložení stentu), ischemie v dalším tepenném povodí a maligní edém mozku (podle českého registru až 19 % pacientů, u kterých byla dosažena pouze částečná rekanalizaci po šesti až osmi hodinách).

Místo kanylace je nutno sledovat z důvodu možného vzniku hematomu. Závažnou komplikací je krvácení z místa vpichu v oblasti stehna, případně do malé pánve. Tato komplikace je ale vzácná. MT je tak nejen vysoce účinnou léčbou, ale také vysoce bezpečnou léčbou (Školoudík, 2013, s. 138-141).

5 Instrumentárium používané k endovaskulární trombektomii

Instrumentárium je nezbytným nástrojem k provedení různých endovaskulárních výkonů. Intervenční radiolog ke každému výkonu používá různé typy vodičů, katétrů a dalšího speciálního instrumentária. Základní vlastností je především bezpečnost (nemělo by poškodit cévní stěnu, nesmí se zlomit nebo vlivem tlaku při podání kontrastní roztrhnout). Musí být dobře ovladatelné, lehce posuvné a musí zachovávat svůj tvar. Mezi hlavní vlastnosti patří antitrombogenita a dobrá viditelnost pod rentgenovým zářením. Ta je možná díky materiálu, ze kterého se instrumentárium vyrábí (obsahuje také nerozpustné soli prvků s vysokým atomovým číslem (baryum, olovo), které jsou viditelné v rentgenových obrazech).

Zaváděcí pouzdra (sheathy) zaváděná vždy s dilatátorem slouží k vytvoření dočasného vstupu do cévy, poté k výměně katétrů a vodičů. Sheathy jsou opatřeny hemostatickou chlopní, jejich součástí již po zavedení není dilatátor, který je vytažen. Šíře sheathu je měřena v jednotkách French (F) a odpovídá maximální velikosti katétru, který lze přes zaváděcí pouzdro zavést.

Vodiče („dráty“) se dělí na řiditelné (hydrofilní úprava umožňující manipulaci společně s katétrem do oblasti cílového zájmu) a na teflonové (sloužící pouze k zavedení katétru do velkých cév). Jejich délka dosahuje až třech metrů, jejich vnitřní průměr je 0,035 – 0,038 inch (0,89 – 0,97 mm). Vnitřní průměr mikrovodičů je 0,008 – 0,018 inch (0,2 – 0,46 mm).

Katétry (cévky) mají různý tvar podle jejich použití. Jejich délka je většinou standardizovaná – 60, 90 a 120 cm. Většina katétrů má ve své stěně nylonovou nebo kovovou síťku, čímž je zvýšená jejich pevnost při zachování stejného vnitřního i vnějšího průměru. Tyto katétry se nazývají opředané. Velikost katétrů se měří v jednotkách French (F; 1 F = 0,33 cm). Klasické (například diagnostické) katétry se pohybují v rozmezí 4-7 F. Pokud je zevní průměr pod 3 F, jedná se o mikrokatétry. Cévky musí mít atraumatické zakončení, nejčastěji bývá jejich hrot změkčen a můžou mít jeden koncový otvor nebo více postranních otvorů. Na druhém konci se nachází umělohmotný zakončení, které se dá připevnit ke spojovacím hadičkám.

Aspirace trombu, extrakce trombu a fragmentace trombu – tyto tři základní principy nebo jejich kombinace zahrnuje endovaskulární léčbu ischemického infarktu mozku mechanickou rekanalizací. Na těchto principech nebo na jejich kombinacích jsou také založena jednotlivá instrumentária. Podle mechanismu zprůchodnění postižené tepny rozlišujeme druhy instrumentária jako extraktory (k vytažení), aspirátory (k odsání), lasa, samoexpandibilní stenty a další.

5.1 Systém Penumbra (Penumbra Inc., Alameda, Kalifornie, USA)

Systém Penumbra byl schválen v roce 2008, pracuje na principu narušení a kontinuální aspirace trombu. Je složen ze dvou částí. Z reperfuzního mikrokatétru připojeného k aspirační pumpičce vytvářející sací tlak okolo 700 mmHg, navržené speciálně pro průchod intrakraniálními cévami a efektivní aspiraci trombu. Druhou část tvoří separátor, aspirační hadička a nádobka. Výhodou jsou různé velikosti systému (vnitřní průměr od 0,026″ do 0,054″), což umožňuje rekanalizovat uzavřenou cévu různého průměru také v distálních větvích hlavních mozkových tepen.

Systém je v podobě pouzdra zaváděn také přes sheath nejčastěji do femornální tepny. Pomocí mikrokatétru je systém po provedení diagnostické angiografie zaveden do místa okluze. Do uzávěru tepny je zaveden separátor, který opakovaně prochází trombem a tím jej fragmentuje. Reperfuzní katétr se používá spolu se separátorem a zdrojem odsávání k oddělení trombu a jeho odsání z uzavřené cévy. Separátor se posune a vytáhne přes reperfuzní katétr na proximální okraj uzávěru a je takto několikrát posunován, čímž trombus narušuje – odlamují se z něj menší částečky. Tím ulehčuje aspiraci a zabraňuje ucpání aspiračního katétru. Aspirační pumpa hadičkou připojená k aspiračnímu katétru je v této chvíli zapnuta a vyvíjí sání okolo -700 mmHg. Dochází k aspiraci fragmentovaného trombu (Przybylowski, 2014, s. 616; Školoudík, 2013, s. 122).

Pokud nedojde k rekanalizaci, k odstranění celého trombu, je použita druhá varianta přímé extrakce trombu. Z katétru je vytažena síť vyztužena kroužky pro přímé zachycení a odstranění trombu. Současně je centrálně umístěn balonkový vodící katétr. Balonek je nafouknut jako prevence před případnou sekundární embolizací, čímž je přerušen tok krve. Kroužková síť je nasazena na trombus, společně s ním je lehce vtažena do reperfuzního katétru, který je poté vysouván až k distálnímu konci balonkového katétru, do kterého je vtažen. Poté je balonek vypuštěn a po prokázaní reperfuze angiografií je systém z cévy vytažen (The Penumbra Pivotal Stroke Trial Investigators, 2009, s. 2761-2768).

5.2 Solitaire (Covidien/ev3/Medtronic, Irvine, Kalifornie, USA)

Samoexpandibilní stent retriever je zařízení zachycující trombus a stahující jej do vodícího katétru. Jedná se o odpoutatelný intrakraniální stent na mikrovodiči. Funguje na principu kombinace dvou mechanismů – rozmístění stent retrieveru ve sraženině, které okamžitě obnoví průtok krve, a síť stent retrieveru vložena do trombu slouží k zachycení a získání sraženiny (Pierot, 2015, s. 909-914).

Solitaire byl prvním zařízením, které získalo povolení od Úřadu pro kontrolu potravin a léčiv v USA (v roce 2012) na takovéto obnovení průtoku krve v cévách. Původně byl vyvinut pro překlenutí krčku aneurysmatu, je podélně rozříznutý. Stent retrieverů Solitaire je více druhů: AB, FR, 2 a Platinum. Vyrobeny jsou z nitinolu.

Stent retriever je zaváděn také za sterilních podmínek perkutánně obvykle skrze arterii femoralis. Do proximální části arteria carotis interna je zaveden vodící katétr (6 F pro arterii basilaris, 8 F pro arterii carotis interna) nebo dlouhé. Aby nedošlo ke vzniku perikatétrové trombózy, podává se pacientovi prostřednictvím vodícího katétru 2500 UI heparinu. Poté je provedena angiografie. Stent je zaváděn skrze klasický mikrokatétr (o vnitřním průměru 0,021″ nebo 0,027″) přes trombus. Po průchodu trombem je pozice stentu radiologicky ověřena a po zpětném stažení mikrokatétru je stent rozvinut a po angiografické kontrole správné pozice (po 3-5 min) se rozvinutý stent stáhne zpátky za neustálé aspirace z vodícího katétru (prevence před další embolizací) nejčastěji pomocí aspiračních stříkaček (50 ml). Proces lze opakovat až do té doby, kdy bude docíleno úplné rekanalizace. Je dostupný v různých rozměrech – průměr 4 nebo 6 mm, délka 20-40 mm.

Výhoda stent retrieveru je nejen v dobrém mechanickém odstranění trombu, ale také v možnosti vytvořit dočasný intrakraniální bypass k okamžitému obnovení průtoku krve přes místo okluze. Při nemožnosti vytažení trombu z cévy lze stent ponechat v místě okluze podobně jako jiné klasické vaskulární stenty používané ke stentování (Školoudík, 2013, s. 122-123).

5.3 Trevo (Stryker, Kalamazoo, Michigan, USA)

Trevo je instrumentáriem velmi podobným stentu, o rozměru 4 x 20 mm, schváleným FDA v roce 2012. Má měkký distální konec, výrobce uvádí, že je až o 48 % měkčí než stent Solitaire. Distální konec instrumentária je uzavřený (prevence proti perforaci). Systém Trevo je zaveden do uzavřené tepny mikrokatétrem o vnitřním průměru 0,021″, další postup včetně zavedení a extrakce je podobný technice rekanalizace stentu Solitaire. Na trhu jsou čtyři varianty instrumentária s velikostí průměru od 3 do 6 mm a s délkou od 20 do 30 mm (Trevo XP ProVue Retriever, 2018; Školoudík, 2013, s. 123).

5.4 ERIC (MicroVention Terumo, Tustin, Kalifornie, USA)

ERIC (Embolus Retriever with Interlinked Cages) je jedním z nejnovějších stent retrieverů. Instrumentárium ERIC je tvořeno třemi až pěti navzájem propojenými kulovitými nitinolovými klecemi o průměrech od 3 do 6 mm a dosahuje celkové délky 15-44 mm. Na průřezu tyto nitinolové koule vypadají jako květ s pěti okvětními lístky. Systém klecí umožňuje rychlé

zachycení, integraci a stažení trombu. Dále umožňuje zatahovat sraženinu koaxiálně a zabránit zachycené sraženině v jejím dělení a odtrhávaní se zejména na konci stentu během jeho zatahování do katétru. Konstrukce instrumentária vede k omezeným kontaktům se stěnou cévy, což může potencionálně snížit cévní trauma. Dobrou viditelnost polohy zařízení v rentgenových obrazech zajišťují tantalové markery. Zařízení ERIC je kompatibilní s mikrokatétrem o vnitřním průměru 0,017″, zatímco další dostupné stent retrievery vyžadují použití minimálně 0,021″ mikrokatétru. Další výhodou oproti klasickým stent retrieverům (Solitaire, Trevo) je bezprostřední zachycení a odebrání sraženiny, zatímco běžné stent retrievery vyžadují několik minut zpoždění pro integraci sraženiny před stažením (Raoult, 2017, s. 574-577).

Přístup do uzavřené cévy je znovu obvykle přes sheath zavedený do stehenní tepny. Balonkový katétr velikosti 8 F je umístěn do jedné z hlavních mozkových cév (podle toho, které céva je uzavřená) za kontinuálního proplachování systému fyziologickým roztokem. Mikrokatétr je zaveden přes sraženinu a poté je stent retriever vysunut z mikrokatétru. Následně dojde k nafouknutí balonku (prevence před sekundární embolizací) na balonkovém katétru a k jemnému vytažení mikrokatétru společně se stentem za kontinuální aspirace injekční stříkačkou. Poté je provedena kontrolní angiografie k potvrzení rekanalizace a reperfuze.

Podle nejnovějších studií jsou výsledky rekanalizace, míra úmrtnosti nebo neurologické zlepšení stavu pacientů po několika měsících srovnatelné s hlavními studiemi (MR CLEAN, REVASCAT, EXTEND-IA a SWIFT), ve kterých byla mechanická rekanalizace provedena nejčastěji stentem Solitaire. Hlavním nedostatkem studií je malý počet zahrnutých pacientů a chybějící přímě srovnání mezi systémem ERIC a dalšími stent retrievery nebo aspiračními zařízeními. Téměř třetina pacientů zahrnutých do studie byla po třech měsících nezávislá na cizí pomoci a samostatných bylo po stejném čase až 60 % pacientů (Kahles, 2016, s. 114-119).

5.5 Aspirační katétry

Rekanalizace aspiračním katétrem je využívaná převážně při uzávěrech extrakraniálních částí arterie carotis interna. Jedná se o relativně jednoduchou a rychlou metodu, kdy může být dosaženo rekanalizace uzavřené mozkové tepny bez nutnosti použití dalšího instrumentária vhodného pro trombektomii. Aspirační katétr (7 F nebo 8 F) je zaveden svým koncem až do těsného kontaktu s čelem trombu tak, aby nedocházelo k aspiraci volné krve. Poté je připojena minimálně jedna 50 ml aspirační stříkačka. Dochází k aspiraci stříkačkou, tím je vytvořen podtlak a aspirační katétr je i s trombem pomalu vytahován z cévy (Krajina, 2005, s. 390).

Pokud není dosaženo rekanalizace, je snaha o rekanalizaci opakována nebo je použito jiné instrumentárium pro trobektomii. Metoda aspirace trombu snižuje riziko embolických komplikací, protože trombus není nijak mechanicky narušen, a také snižuje čas rekanalizace oproti extrakčním instrumentáriím (Möhlenbruch, 2017, s. 1223-1227).

5.6 Další systémy umožňující provedení mechanické trombektomie

EmboTrap II (Neuravi, Irsko) je také podobný předchozímu systému ERIC konstrukcí vedoucí k omezeným kontaktům s cévní stěnou. Současně vytváří reperfuzní kanál přes střed trombu a zachycuje jej do svých ok. Při zavedení zařízení do trombu vznikne kanál zajišťující reperfuzi a zároveň dojde ke snížení tlaku na obou stranách místa okluze (zjednoduší trombektomii). EmboTramp má vnější průměr 5 mm a vyrábí se v délce 21 nebo 33 mm (Chartrain, 2017, s. E12-E19).

Catch Device (Balt Extrusion, Francie) je malý nitinolový drátěný košík (průměr 4 mm) sloužící k vytažení sraženiny do průměru 5 mm z cévy. Mikrokatétr použitý k výkonu může být pouze typ Vasco+21 s vnitřním průměrem 0,0236″, který musí být zaveden minimálně 2 cm za sraženinu. Poté se otevře košíček a celý systém je i se sraženinou stažen skrze zaváděcí katétr (velikost 6 F).

Phenox Clot Retriever (Phenox GmbH, Německo) se vzhledem podobá štětce, trombus je vytažen z cévy „vymetením“. Drát opatřený nylonovými štětinkami, jejichž délka se rozšiřuje směrem k distálnímu konci instrumentária, je dlouhý 22 mm a dostupný je ve třech šířkách k rekanalizaci cév s průměrem 1-3 mm. Po zavedení za trombus je Phenox ukryt v mikrokatétru, ze kterého je poté vysunut. Trombus se poté zachytí do nylonových štětinek a je vytažen do vodícího katétru za stálé aspirace. Nevýhodou je pouze jednorázové použití. Pokud extrakce selže, musí být použito nové zařízení.

CRC Phenox Clot Retriever CAGE (Phenox GmbH, Německo) je oproti předchozímu zařízení opatřen nitinolovými vlákny na proximálním konci kartáčku, díky kterým má retriever větší rozsah. Díky tomu je vhodnější pro starší, organizované sraženiny. Stejně jako u předchozího instrumentária je i toto určeno pouze na jedno použití (Školoudík, 2013, s. 124).

5.7 Angio-Seal – Vascular Closure Device (Terumo, USA)

Angio-Seal je nejčastěji používané uzavírací zařízení, které je určeno k uzavření obvykle femorální tepny po její punkci nejčastěji z důvodu intervenčního endovaskulárního výkonu. Výhodou zařízení je mechanické utěsnění cévy zevnitř i na povrchu. Angio-Seal se skládá

z třech bioabsorbovatelných složek: z kotvy (intravaskulární, umístěná proti vnitřní straně cévy), kolagenové zátky (extravaskulární, umístěna na povrchu cévy v místě vpichu ve tkáni) a stehu (spojuje kotvu s kolagenovou zátkou, aby vytvořily bezpečné těsnění). Fibrin pokrývá kotvu již po několika hodinách, všechny složky jsou absorbovány do 60-90 dní.

Systém Angio-Seal se skládá z Cévního uzavíracího zařízení, ze zaváděcího pouzdra, z lokátoru a z 70 cm dlouhého vodícího drátu s ohybem ve tvaru písmene „J“. Lokátor s pouzdrem je protažen přes vodič do arterie (odkapávacím otvorem v lokátoru protéká krev). Kontrola umístění by měla proběhnout ještě jednou (znovu zavést celý systém do arterie). Poté je vyjmut lokátor s vodičem, v arterii zůstává pouze pouzdro, do nějž je vloženo vlastní uzavírací zařízení Angio-Seal. Zacvaknutí vlastního uzavíracího zařízení do pouzdra znamená otevření kotvy na konci Angio-Sealu v cévním řečišti. Lehkým potažením uzavíracího zařízení až do zelené značky je dosáhnuto správného úhlu kotvy v řečišti a kotva je automaticky utěsněna. Poté dojde k jemnému vytažení pouzdra až do momentu, kdy se na stehu objeví černý marker (když se objeví, znamená to, že byla vytvořena kolagenová zátka). Poté dojde k odříznutí nadbytečného stehu. Pacient nesmí ohnout nohu nejméně 12 hodin po výkonu, místo punkce musí být sledováno (možnost vzniku hematomu, vzácně krvácení do stehna) (Angio-Seal™ - Vascular closure device, c1971-2018).

Mezi další perkutánní uzavírací zařízení s kolagenovou zátkou se řadí Vasoseal (Datascop), mezi zařízení s nitinolovým klipem StarClose SE (Abbott Vascular) a mezi šicí zařízení (vytvoří suturu cévy) patří Perclose a Prostar (Abbott Vascular) (Vomáčka, 2015, s. 63).

6 Úloha radiologického asistenta při intervenční léčbě iCMP

Radiologický asistent je nelékařský zdravotnický pracovník, který je součástí provozu nejen na oddělení intervenční radiologie. Jeho hlavní úlohou je práce se zdroji ionizačního záření, k čemuž musí mít požadované odborné znalosti a speciální přípravu.

Pacient postižený mozkovým infarktem se s radiologický asistentem setkává již v průběhu provedení diagnostického CT/MR vyšetření, při rentgenu srdce a plic před zahájením trombolytické terapie a při vlastním výkonu na pracovišti intervenční radiologie. Všechna vyšetření musí proběhnout co nejrychleji (s důrazem na správnost provedení, je nežádoucí jakékoliv vyšetření opakovat), protože „čas je mozek“ a s přibývajícím časem přibývá nenávratně zničené mozkové tkáně vlivem ischemie.

Na pracovišti intervenční radiologie je práce radiologického asistenta specifická. Asistent plní požadavky intervenčního radiologa provádějícího výkon, kterému by měl být co nejvíce nápomocný. Proto je pro radiologického asistenta důležité znát posloupnost jednotlivých úkonů lékaře provádějícího výkon i celý předpokládaný průběh výkonu. Pokud zná jednotlivé úkony a předvídá další kroky lékaře, je mu nejen nápomocný, ale také je tím zrychlen průběh vyšetření (lékař se může soustředit pouze na prováděný výkon, nemusí čekat na asistenci). Asistent se musí orientovat v radiologické anatomii a musí dokonale znát ovládání angiografického přístroje, aby na žádost lékaře dovedl správně provést jednotlivé projekce a zobrazit jednotlivé struktury. Musí znát také rizika komplikací a musí na ně umět rychle a včas reagovat.

Stroke team musí být dostupný 24 hodin denně, každý den v roce. Pokud funguje v pohotovostním režimu, sjíždějí se jednotliví členové týmu z domova. V tomto případě přijíždí nejčastěji jeden radiologický asistent, jedna zdravotní sestra a intervenční radiolog provádějící výkon. Radiologický asistent hned po příjezdu zapíná angiografický přístroj včetně počítačů v ovladovně. V systému PACS musí mít nahranou žádanku k provedení výkonu, poté jsou pacientovy osobní údaje zadány do počítače, který je součástí angiografického přístroje. Po přípravě přístroje a zanesení osobních údajů pacienta do systému ve spolupráci se zdravotní sestrou připravuje sterilní stolek a instrumentárium potřebné k výkonu.

Pokud lékař v daném centru neprovádí během výkonu angiografii z ruky pomocí injekční stříkačky naplněné kontrastní látkou, chystá radiologický asistent také vysokotlaký injektor. Do něj vkládá speciální stříkačku (objem 100 až 200 ml) ovládanou pístem, který z ní vytlačuje kontrastní látku. Pomocí pístu do stříkačky natáhne požadované množství zahřáté kontrastní

látky (nižší viskozita, která snižuje tlak potřebný pro aplikaci kontrastní látky, což snižuje bolestivost a nepříjemné pocity při podání látky pacientovi) a stříkačku poté odvzdušní.

Příjezd pacienta na pracoviště znamená pro tým zahájení urgentního výkonu. Radiologický asistent asistuje v uložení pacienta na angiografický stůl a pomáhá zdravotní sestře v práci okolo pacienta (elektrody EKG, pulzní oxymetr, tonometr atd.) a poté také se sterilním krytím. Dobré uložení pacienta je velmi důležité pro správné zobrazení různých projekcí, pro minimalizaci pohybových artefaktů a neztížení práce intervenčnímu radiologovi. Dodatečné upevnění končetin a hlavy pacienta je velmi přínosné, zvlášť v momentě trombektomie, kdy se pacient zpravidla pohybuje, čímž znesnadní práci lékaři. Případná náprava správného uložení pacienta výkon zdrží a souvisí také s vyšší radiační zátěží na sestru, asistenta i lékaře.

Úlohou radiologického asistenta při výkonu je také asistence v radiační ochraně. Každý pracovník stroke teamu se musí chránit před zbytečným ozářením. Pracovník musí mít olověnou zástěru (případně komplet sukni a vestu), ochranný límec na štítnou žlázu a případně olověné brýle. Před zářením je lékař chráněn také olověným stínicím sklem. Všichni pracovníci by se v průběhu expozice měli u zdroje záření zdržovat co nejkratší potřebnou dobu a měli by se chránit před ionizačním zářením časem (již zmíněná co nejkratší doba strávená na sále během expozice), vzdáleností (čím dále stojí pracovník od zdroje záření, tím nižší dávku získá) a již zmíněným stíněním. Všichni pracovníci by měli mít dozimetr, který měří získanou dávku.

V průběhu výkonu radiologický asistent podle zvyku na daném pracovišti ovládá angiografický přístroj nebo jej ovládá lékař samostatně. Pokud je během výkonu používán tlakový injektor, tak jej asistent připraví k aplikaci KL a přes ovládací panel umístěný v ovladovně nastaví parametry podání a ovládá jej. Dále v ovladovně v rámci postprocessingu upravuje snímky a dle pokynů výkon provádějícího lékaře s nimi dále nakládá (mění projekce, přesunuje snímky na další monitory na sále, zajistí navigaci pomocí road mappingu, zvětší nebo zmenší obraz atd.). Ve spolupráci se zdravotní sestrou také asistuje lékaři například podáváním jednotlivého instrumentária. Proto musí znát nejen jeho název, ale zejména jejich uložení na intervenčním sále.

Po ukončení vyšetření dokončí postprocessingovou úpravu a výsledná angiografická data a obrazy odešle do systému PACS, případně zálohuje na CD nebo DVD. Dále zapisuje podklady (například celkovou dávku, které byl pacient vystaven) do NIS (Vomáčka, 2015, s. 14, 62-65).

7 Závěr

Cílem přehledové bakalářské práce bylo uvést základní informace o ischemické cévní mozkové příhodě, shrnout nejnovější klinické studie, popsat možnosti léčby metodami endovaskulární radiologie, shrnout instrumentárium používané k endovaskulární léčbě a popsat úlohu radiologického asistenta během léčby metodami intervenční radiologie. Těchto pět cílů bylo splněno v pěti hlavních kapitolách práce, která také odpovídá na všechny otázky, položené v jejím úvodu.

V první hlavní kapitole byla popsána ischemická cévní mozková příhoda, její incidence v České republice, etiopatogeneze a klasifikace. Cévní mozkové příhoda a její endovaskulární léčba velmi úzce souvisí s mozkovými cévami, proto bylo v první kapitole stručně popsáno také cévní zásobení mozku a kolaterální cévní systém. Dále byly v kapitole popsány hlavní symptomy CMP a také diagnostika onemocnění spolu s NIHSS.

V následující kapitole byly shrnuto pět základních randomizovaných klinických studií a stručně byly popsány ještě další nejnovější studie, porovnávající úspěšnost léčby iktu pouze podáním intravenózní trombolýzy a její kombinací s mechanickou trombektomií.

Ve třetí hlavní kapitole byly popsány možnosti léčby ischemické cévní mozkové příhody metodami intervenční radiologie. V kapitole byl shrnut managment léčby, specifická léčba trombolytiky a mechanická trombektomie, u níž byl popsán průběh léčby. A to příprava pacienta k výkonu, vybavení intervenčního sálu, byl popsán vlastní výkon a shrnuty byly také hlavní komplikace, ke kterým může dojít během výkonu nebo po něm

Ve čtvrté hlavní kapitole bylo popsáno instrumentárium používané během léčby iktu endovaskulárními metodami. Popsány byly zaváděcí pouzdra, vodiče, katétry a poté nejpoužívanější instrumentárium k mechanickému zprůchodnění cévy: systém Penumbra, Solitaire, Trevo, ERIC, aspirační katétry a další již méně používané instrumentárium. Jako poslední z instrumentárií byl v kapitole popsán Angio-Seal.

V poslední z hlavních kapitol je shrnuta úloha radiologického asistenta během takového výkonu na pracovišti intervenční radiologie.

Léčba ischemických cévních mozkových příhod metodami intervenční se rychle a neustále rozvíjí. Její velkou výhodou je miniinvazivita prováděného výkonu a velmi dobré výsledky této léčby. Nově vyvíjené instrumentárium společně s již získanými zkušenostmi v endovaskulární léčbě posunuje její rychlost a efektivitu neustále dopředu.

Referenční seznam

ALBERS, Gregory, Michael MARKS, Stephanie KEMP et al., 2018. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *New England Journal of Medicine*. **378**(8), 708-718. DOI: 10.1056/NEJMoa1713973. ISSN 0028-4793. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1713973

Angio-Seal™ - Vascular closure device, c1971-2018. *Terumo Europe NV* [online]. Terumo Europe NV [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: http://www.terumo-europe.com/en-emea/interventional-cardiology/access-diagnostic-products/vascular-closure-devices/angio-seal%E2%84%A2-vascular-closure-device#characteristics

BERKHEMER, Olvert, Puck FRANSEN, Debbie BEUMER et al., 2015. A Randomized Trial of Intraarterial Treatment for Acute Ischemic Stroke. *New England Journal of Medicine*. **372**(1), 11-20. DOI: 10.1056/NEJMoa1411587. ISSN 0028-4793. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1411587

BRACARD, Serge, Xavier DUCROCQ, Jean MAS, Marc SOUDANT, Catherine OPPENHEIM, Thierry MOULIN a Francis GUILLEMIN, 2016. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial. *The Lancet Neurology*. **15**(11), 1138-1147. DOI: 10.1016/S1474-4422(16)30177-6. ISSN 14744422. Dostupné také z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474442216301776

BRODERICK, Joseph, Yuko PALESCH, Andrew DEMCHUK et al., 2013. Endovascular Therapy after Intravenous t-PA versus t-PA Alone for Stroke. *New England Journal of Medicine*. **368**(10), 893-903. DOI: 10.1056/NEJMoa1214300. ISSN 0028-4793. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1214300

CAMPBELL, Bruce, Peter MITCHELL, Timothy KLEINIG et al., 2015. Endovascular Therapy for Ischemic Stroke with Perfusion-Imaging Selection. *New England Journal of Medicine*. **372**(11), 1009-1018. DOI: 10.1056/NEJMoa1414792. ISSN 0028-4793. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1414792

CAMPBELL, Bruce, Peter MITCHELL, Leonid CHURILOV et al., 2017. Tenecteplase versus alteplase before endovascular thrombectomy (EXTEND-IA TNK): A multicenter, randomized, controlled study. *International Journal of Stroke*. **13**(3), 328-334. DOI: 10.1177/1747493017733935. ISSN 1747-4930.

Cerebrovaskulární manuál [online], 2018. [cit. 2018-03-31]. Dostupné z: http://www.cmp-manual.cz/

Cévní mozková příhoda - iktus, 2018. *IKTA.CZ* [online]. Brno: Institut biostatistiky a analýz Masarykovy univerzity [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://www.ikta.cz/index.php?pg=home--cevni-mozkova-prihoda-iktus

ČIHÁK, Radomír, 2011-2016. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5636-3.

Detail léčivého přípravku ACTILYSE, 2010. *SÚKL: Státní ústav pro kontrolu léčiv* [online]. Praha 10: SÚKL [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: http://www.sukl.cz/modules/medication/detail.php?code=0093649&tab=texts

EMBERSON, Jonathan, Kennedy LEES, Patrick LYDEN et al., 2014. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from randomised trials. *The Lancet*. **384**(9958), 1929-1935. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60584-5. ISSN 01406736. Dostupné také z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673614605845

FEIGIN, Valery, 2007. *Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu*. 1. české vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-428-7.

FERDA, Jiří, Jan KASTNER, Boris KREUZBERG, Milan NOVÁK a Vladimír ROHAN, 2007. ZOBRAZENÍ AKUTNÍ MOZKOVÉ ISCHÉMIE. *Česká radiologie*. **61**(32007), 231–241. ISSN 1210-7883.

FIEHLER, Jens a Christian GERLOFF, 2015. Mechanische Thrombektomie bei Schlaganfall. *Deutsches Ärzteblatt international*. **112**(49), 830-836. DOI: 10.3238/arztebl.2015.0830.

GÖPFERTOVÁ, Dana a Zdeněk ŠMERHOVSKÝ, 2015. *Výkladový slovník termínů v epidemiologii*. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví. ISBN 978-80-87023-31-0.

GOYAL, Mayank, Andrew DEMCHUK, Bijoy MENON et al., 2015. Randomized Assessment of Rapid Endovascular Treatment of Ischemic Stroke. *New England Journal of Medicine*. **372**(11), 1019-1030. DOI: 10.1056/NEJMoa1414905. ISSN 0028-4793. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1414905

GRALLA, J., M. BURKHARDT, G. SCHROTH, M. EL-KOUSSY, M. REINERT, K. NEDELTCHEV, J. SLOTBOOM a C. BREKENFELD, 2008. Occlusion Length Is a Crucial Determinant of Efficiency and Complication Rate in Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke. *American Journal of Neuroradiology*. **29**(2), 247-252. DOI: 10.3174/ajnr.A0790. ISSN 0195-6108. Dostupné také z: http://www.ajnr.org/cgi/doi/10.3174/ajnr.A0790

GRUNWALD, I.Q., A.K. WAKHLOO, S. WALTER et al., 2011. Endovascular Stroke Treatment Today. *American Journal of Neuroradiology*. **32**(2), 238-243. DOI: 10.3174/ajnr.A2346. ISSN 0195-6108. Dostupné také z: http://www.ajnr.org/lookup/doi/10.3174/ajnr.A2346

HACKE, Werner, Markku KASTE, Erich BLUHMKI et al., 2008. Thrombolysis with Alteplase 3 to 4.5 Hours after Acute Ischemic Stroke. *New England Journal of Medicine*. **359**(13), 1317-1329. DOI: 10.1056/NEJMoa0804656. ISSN 0028-4793. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa0804656

HAMEED, Aamir, Haroon ZAFAR, Darren MYLOTTE a Faisal SHARIF, 2017. Recent Trends in Clot Retrieval Devices: A Review. *Cardiology and Therapy*. **6**(2), 193-202. DOI: 10.1007/s40119-017-0098-2. ISSN 2193-8261. Dostupné také z: http://link.springer.com/10.1007/s40119-017-0098-2

HJORT, Niels, Søren CHRISTENSEN, Christine SøLLING et al., 2005. Ischemic injury detected by diffusion imaging 11 minutes after stroke. *Annals of Neurology*. **58**(3), 462-465.

DOI: 10.1002/ana.20595. ISSN 0364-5134. Dostupné také z: http://doi.wiley.com/10.1002/ana.20595

Hospitalizovaní v nemocnicích ČR 2016, 2016. *Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR* [online]. Praha: ÚZIS ČR [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: https://www.uzis.cz/publikace/hospitalizovani-v-nemocnicich-cr-2016

CHARTRAIN, Alexander, Ahmed AWAD, Justin MASCITELLI et al., 2017. Novel and emerging technologies for endovascular thrombectomy. *Neurosurgical Focus*. **42**(4), 12-19. DOI: 10.3171/2017.1.FOCUS16518. ISSN 1092-0684. Dostupné také z: http://thejns.org/doi/10.3171/2017.1.FOCUS16518

CHRISTENSEN, Buck, 2014. Modified Rankin Scale. *Medscape* [online]. [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: https://emedicine.medscape.com/article/2172455-overview

ILYAS, Adeel, Ching-Jen CHEN, Dale DING et al., 2018. Endovascular Mechanical Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke Under General Anesthesia Versus Conscious Sedation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurgery*. **112**, 355-367. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.01.049. ISSN 18788750. Dostupné také z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1878875018300895

JOVIN, Tudor, Angel CHAMORRO, Erik COBO et al., 2015. Thrombectomy within 8 Hours after Symptom Onset in Ischemic Stroke. *New England Journal of Medicine*. **372**(24), 2296-2306. DOI: 10.1056/NEJMoa1503780. ISSN 0028-4793. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1503780

KAHLES, T., C. GARCIA-ESPERON, S. ZELLER, M. HLAVICA, J. AñON, M. DIEPERS, K. NEDELTCHEV a L. REMONDA, 2016. Mechanical Thrombectomy Using the New ERIC Retrieval Device Is Feasible, Efficient, and Safe in Acute Ischemic Stroke: A Swiss Stroke Center Experience. *American Journal of Neuroradiology*. **37**(1), 114-119. DOI: 10.3174/ajnr.A4463. ISSN 0195-6108. Dostupné také z: http://www.ajnr.org/lookup/doi/10.3174/ajnr.A4463

KALINA, Miroslav, 2008. *Cévní mozková příhoda v medicínské praxi*. Vyd. 1. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-107-9.

KALITA, Zbyněk, 2006. *Akutní cévní mozkové příhody: diagnostika, patofyziologie, management*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 80-859-1226-0.

KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN, 2005. *Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie*. 1. vyd. Hradec Králové: Olga Čermáková. ISBN 80-867-0308-8.

KRUYT, N., P. NEDERKOORN, M. DENNIS et al., 2013. Door-to-Needle Time and the Proportion of Patients Receiving Intravenous Thrombolysis in Acute Ischemic Stroke: Uniform Interpretation and Reporting. *Stroke*. **44**(11), 3249-3253. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.001885. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/STROKEAHA.113.001885

KUNZ, Alexander, Martin EBINGER, Frederik GEISLER et al., 2016. Functional outcomes of pre-hospital thrombolysis in a mobile stroke treatment unit compared with conventional care: an observational registry study. *The Lancet Neurology*. **15**(10), 1035-1043. DOI:

10.1016/S1474-4422(16)30129-6. ISSN 14744422. Dostupné také z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474442216301296

LOGALLO, Nicola, Vojtech NOVOTNY, Jörg ASSMUS et al., 2017. Tenecteplase versus alteplase for management of acute ischaemic stroke (NOR-TEST): a phase 3, randomised, open-label, blinded endpoint trial. *The Lancet Neurology*. **16**(10), 781-788. DOI: 10.1016/S1474-4422(17)30253-3. ISSN 14744422.

LÖWHAGEN HENDÉN, Pia, Alexandros RENTZOS, Jan-Erik KARLSSON et al., 2017. General Anesthesia Versus Conscious Sedation for Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke. *Stroke*. **48**(6), 1601-1607. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.016554. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/lookup/doi/10.1161/STROKEAHA.117.016554

LYDEN, Patrick, 2017. Using the National Institutes of Health Stroke Scale. *Stroke*. **48**(2), 513-519. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.015434. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/lookup/doi/10.1161/STROKEAHA.116.015434

MKN-10: Mezinárodní klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů: desátá revize. Tabelární část, 2017. 10. revize. Praha: ÚZIS. ISBN 978-80-7472-168-7.

MOCCO, J, Osama ZAIDAT, Rüdiger VON KUMMER et al., 2016. Aspiration Thrombectomy After Intravenous Alteplase Versus Intravenous Alteplase Alone. *Stroke*. **47**(9), 2331-2338. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.013372. ISSN 0039-2499.

MÖHLENBRUCH, M A, C KABBASCH, A KOWOLL et al., 2017. Multicenter experience with the new SOFIA Plus catheter as a primary local aspiration catheter for acute stroke thrombectomy. *Journal of NeuroInterventional Surgery*. **9**(12), 1223-1227. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012812. ISSN 1759-8478. Dostupné také z: http://jnis.bmj.com/lookup/doi/10.1136/neurintsurg-2016-012812

NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ, 2015. *Přehled anatomie*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-206-0.

NEUMANN, Jiří, Aleš ŠKOLOUDÍK, David ŠKODA et al., 2014. *DOPORUČENÝ POSTUP PRO INTRAVENÓZNÍ TROMBOLÝZU V LÉČBĚ AKUTNÍHO MOZKOVÉHO INFARKTU – VERZE 2014* [online]. Cerebrovaskulární sekce České neurologické společnosti České lékařské společnosti J.E.P, 1-15 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: http://www.cmp.cz/public/e/4f/22/4655_20606_Doporuceny_postup_pro_IVT___definitivni_verze_unor_2014.pdf

NOGUEIRA, Raul, Ashutosh JADHAV, Diogo HAUSSEN et al., 2018. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *New England Journal of Medicine*. **378**(1), 11-21. DOI: 10.1056/NEJMoa1706442. ISSN 0028-4793.

Penumbra System®, 2018. In: *Penumbra* [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: http://www.penumbrainc.com/neuro-device/penumbra-system/

PIEROT, Laurent, Sébastien SOIZE, Azzedine BENAISSA a Ajay WAKHLOO, 2015. Techniques for Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke. *Stroke*. **46**(3), 909-914. DOI: 10.1161/STROKEAHA.114.007935. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/lookup/doi/10.1161/STROKEAHA.114.007935

POWERS, William, Alejandro RABINSTEIN, Teri ACKERSON et al., 2018. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. **49**(3), 46-110. DOI: 10.1161/STR.0000000000000158. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/lookup/doi/10.1161/STR.0000000000000158

PRZYBYLOWSKI, Colin, 2014. Evolution of endovascular mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke. *World Journal of Clinical Cases*. **2**(11), 614-622. DOI: 10.12998/wjcc.v2.i11.614. ISSN 2307-8960. Dostupné také z: http://www.wjgnet.com/2307-8960/full/v2/i11/614.htm

RAOULT, Hélène, Hocine REDJEM, Romain BOURCIER et al., 2017. Mechanical thrombectomy with the ERIC retrieval device: initial experience. *Journal of NeuroInterventional Surgery*. **9**(6), 574-577. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012379. ISSN 1759-8478. Dostupné také z: http://jnis.bmj.com/lookup/doi/10.1136/neurintsurg-2016-012379

RHA, J.-H. a J. SAVER, 2007. The Impact of Recanalization on Ischemic Stroke Outcome: A Meta-Analysis. *Stroke*. **38**(3), 967-973. DOI: 10.1161/01.STR.0000258112.14918.24. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.STR.0000258112.14918.24

SACCO, R., S. KASNER, J. BRODERICK et al., 2013. An Updated Definition of Stroke for the 21st Century: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. **44**(7), 2064-2089. DOI: 10.1161/STR.0b013e318296aeca. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/STR.0b013e318296aeca

SAVER, J., 2005. Time Is Brain--Quantified. *Stroke*. **37**(1), 263-266. DOI: 10.1161/01.STR.0000196957.55928.ab. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.STR.0000196957.55928.ab

SAVER, Jeffrey, Mayank GOYAL, Alain BONAFE et al., 2015. Stent-Retriever Thrombectomy after Intravenous t-PA vs. t-PA Alone in Stroke. *New England Journal of Medicine*. **372**(24), 2285-2295. DOI: 10.1056/NEJMoa1415061. ISSN 0028-4793. Dostupné také z: http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa1415061

Solitaire Revascularization Device, 2018. In: *Medtronic* [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: http://www.medtronic.com/us-en/healthcare-professionals/products/neurological/revascularization-stroke/solitaire.html

SOPHIA® Plus Aspiration Catheters, 2018. In: *MicroVention TERUMO* [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: https://www.microvention.com/emea/product/sofia-plus

STEMO - Stroke Emergency Mobile, 2018. *Center for Stroke Research Berlin* [online]. Německo [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: http://www.schlaganfallcentrum.de/en/research/selected-projects/stemo/

Stroke Symptoms & causes, c1998-2018. *Mayo Clinic* [online]. Rochester: Mayo Foundation for Medical Education and Research (MFMER) [cit. 2018-03-31]. Dostupné z: https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/stroke/symptoms-causes/syc-20350113

ŠAŇÁK, Daniel, Jiří NEUMANN, Aleš TOMEK et al., 2016. Guidelines for Recanalization Therapy of Acute Cerebral Infarction – Version 2016. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. **79112**(2), 231-234. DOI: 10.14735/amcsnn2016231. ISSN 12107859. Dostupné také z: http://www.csnn.eu/en/czech-slovak-neurology-article/guidelines-for-recanalization-therapy-of-acute-cerebral-infarction-version-2016-57788

ŠKOLOUDÍK, David, 2014. Rekanalizační léčba mozkové ischemie - jak dál?. *Neurologie pro praxi*. **15**(3), 125-130.

ŠKOLOUDÍK, David a Daniel ŠAŇÁK, 2013. *Rekanalizační terapie akutní ischemické cévní mozkové příhody*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-80-7345-360-2.

THE PENUMBRA PIVOTAL STROKE TRIAL INVESTIGATORS, , 2009. The Penumbra Pivotal Stroke Trial: Safety and Effectiveness of a New Generation of Mechanical Devices for Clot Removal in Intracranial Large Vessel Occlusive Disease. *Stroke*. **40**(8), 2761-2768. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.544957. ISSN 0039-2499. Dostupné také z: http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/STROKEAHA.108.544957

The top 10 causes of death, 2018. *World Health Organization* [online]. Geneva: World Health Organization [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/

Trevo XP ProVue Retriever, 2018. *Stryker* [online]. California, USA: Stryker Neurovascular [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: https://www.strykerneurovascular.com/products/ais/trevo-xp-provue-retriever

Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2012. **2012**(10).

Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2015. **2015**(11).

VOLNÝ, Ondřej, Michal BAR, Antonín KRAJINA et al., 2017. Systematická evaluace center provádějících mechanické trombektomie u akutního mozkového infarktu v České republice za rok 2016. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. **80113**(4), 1-6. DOI: 10.14735/amcsnn20171.

VOLNÝ, Ondřej, A. KRAJINA, Michal BAR et al., 2016. Výsledky intervenčních studií MR CLEAN, ESCAPE, SWIFT PRIME, EXTEND-IA, REVASCAT. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. **79112**(1), 100-110. DOI: 10.14735/amcsnn2016100. ISSN 12107859. Dostupné také z: http://www.csnn.eu/en/czech-slovak-neurology-article/vysledky-intervencnich-studii-mr-clean-escape-swift-prime-extend-ia-revascat-57248

VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

Zemřelí, 2016. *Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR* [online]. Praha: ÚZIS ČR [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: https://www.uzis.cz/katalog/zdravotnicka-statistika/zemreli

Seznam zkratek

AB	arteria bazilaris, bazilární tepna
ACA	arteria cerebri anterior, přední mozková tepna
ACC	arteria carotis communis, společná karotida
ACE	arteria carotis externa, vnější krkavice (karotida)
ACI	arteria carotis interna, vnitřní krkavice (karotida)
ACM	arteria cerebri media, střední mozková tepna
ACP	arteria cerebri posterior, zadní mozková tepna
ARR	absolutní redukce rizika
AV	arteria vertebralis, vertebrální tepna
BZI	border zone infarkty
CMP	cévní mozková příhoda, iktus
CT	Computed Tomography, výpočetní tomografie
CTA	výpočetní tomografie – angiografie
DSA	digitální subtrakční angiografie
DWI	Diffusion Weighted Imaging, difuzně vážené obrazy
EKG	elektrokardiografie
hCMP	hemoragická cévní mozková příhoda
IAT	intraarteriální trombolýza
iCMP	ischemická cévní mozková příhoda
IVT	intravenózní trombolýza
IV-tPA	intravenózní trombolýza tkáňovým aktivátorem plasminogenu
KL	kontrastní látka
KPS	krátké průtokové selhání

MR	magnetická rezonance
MRA	magnetická rezonance – angiografie
MRI	Magnetic Resonance Imaging, zobrazování magnetickou rezonancí
mRS	modified Rankin Scale, modifikovaná Rankinova škála
MT	mechanická trombektomie
NIHSS	The National Institute of Helath Stroke Scale
NIS	nemocniční informační systém
PACS	Picture Archiving and Communication System; obrazový, archivační a komunikační systém
TIA	tranzitorní ischemická ataka
tPA	tkáňový aktivátor plasminogenu
UI	International Unit, mezinárodní jednotka
ÚZIS	Ústav zdravotnických informací a statistiky
WHO	World Health Organization, Světová zdravotnická organizace

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Shrnutí klinických studií a jejich výsledků ……str. 19

Seznam příloh

Příloha č. 1: Okluze ACM před léčbou mechanickou rekanalizací.....str. 47

Příloha č. 2: Rekanalizovaná ACM po mechanické trombektomií.....str. 48

Příloha č. 3: Systém Penumbra.....str. 49

Příloha č. 4: Stent retriever Solitaire.....str. 50

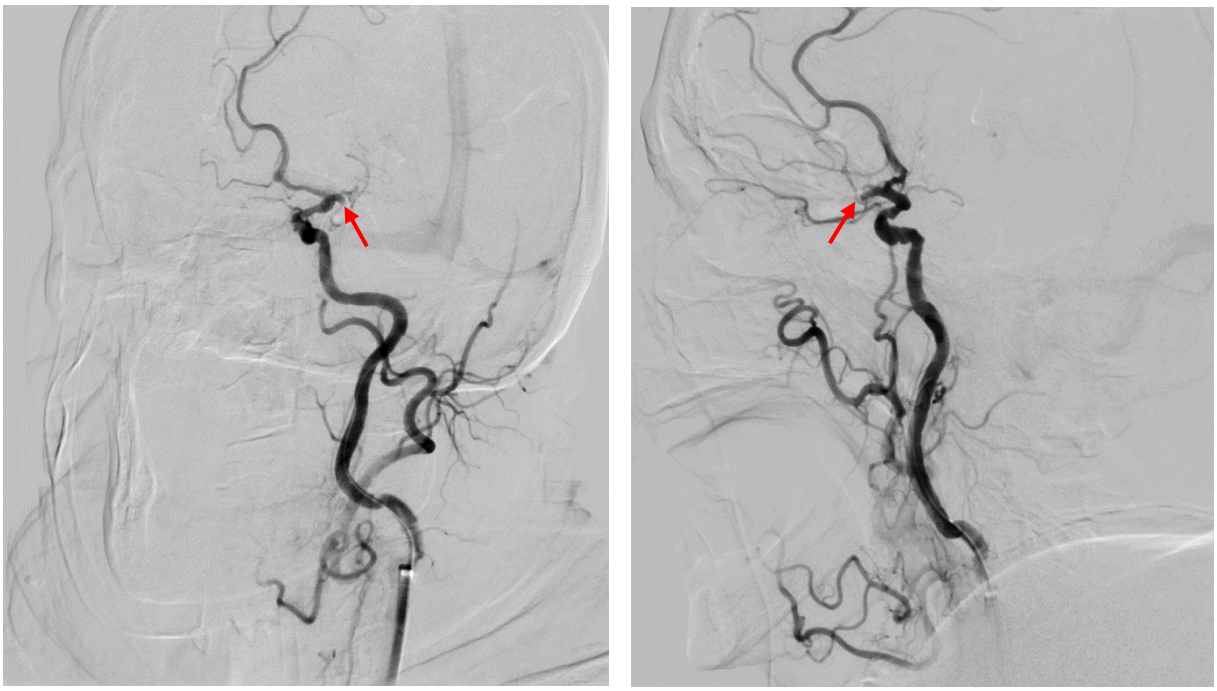
Příloha č. 5: Další instrumentárium používané k MT.....str. 51

Příloha č. 6: Uzavírací zařízení Angio-Seal.....str. 53

Přílohy

Příloha č. 1: Okluze ACM před mechanickou rekanalizací

Obrázek č. 1 a č. 2

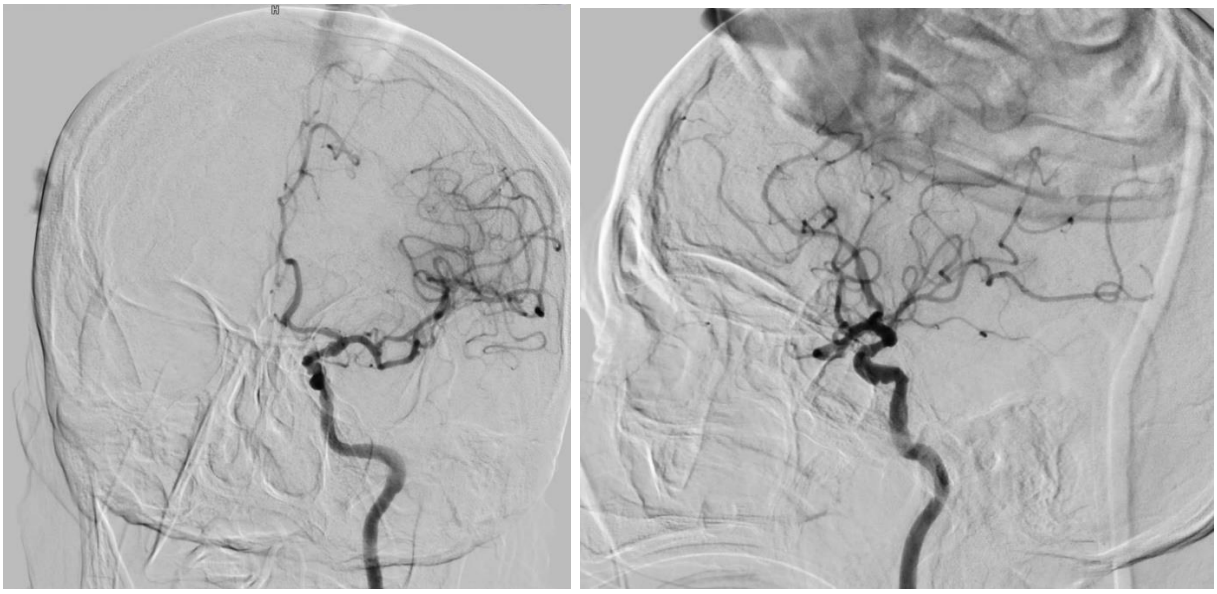


Okluze v úseku M1 levé ACM (místo okluze znázorňují šipky) zobrazená diagnostickou angiografií během výkonu mechanické trombektomie (před rekanalizací). Snímek vlevo je pořízen v předozadní projekci, snímek vpravo v bočné projekci.

(zdroj: University Clinical Centre Gdańsk)

Příloha č. 2: Rekanalizovaná ACM po mechanické trombektomii

Obrázek č. 3 a č. 4



Rekanalizovaná ACM po mechanické trombektomii. Vlevo v předozadní projekci, vpravo v bočné projekci.

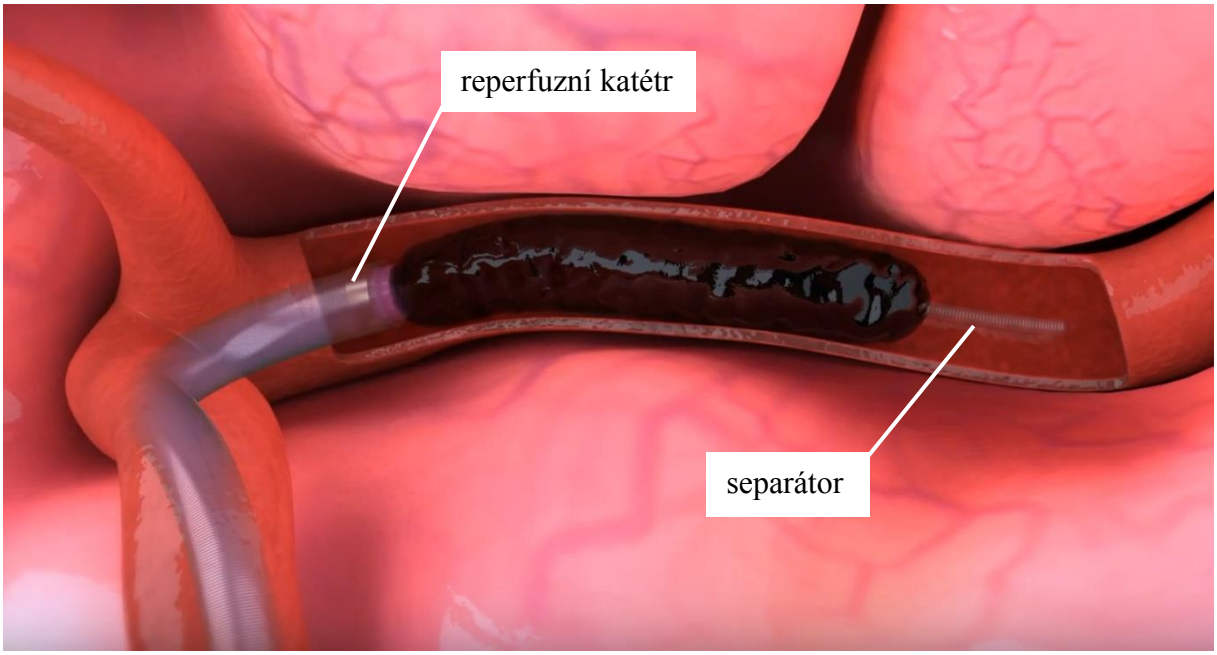
(zdroj: University Clinical Centre Gdańsk)

Příloha č. 3: Systém Penumbra

Obrázek č. 5 – Systém Penumbra

(Penumbra System®, 2018)

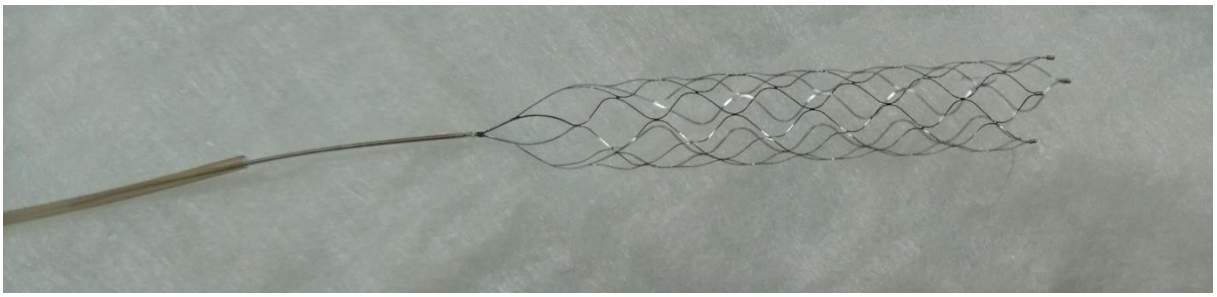
Obrázek č. 6 – Rekanalizace (narušení trombu a aspirace) systémem Penumbra

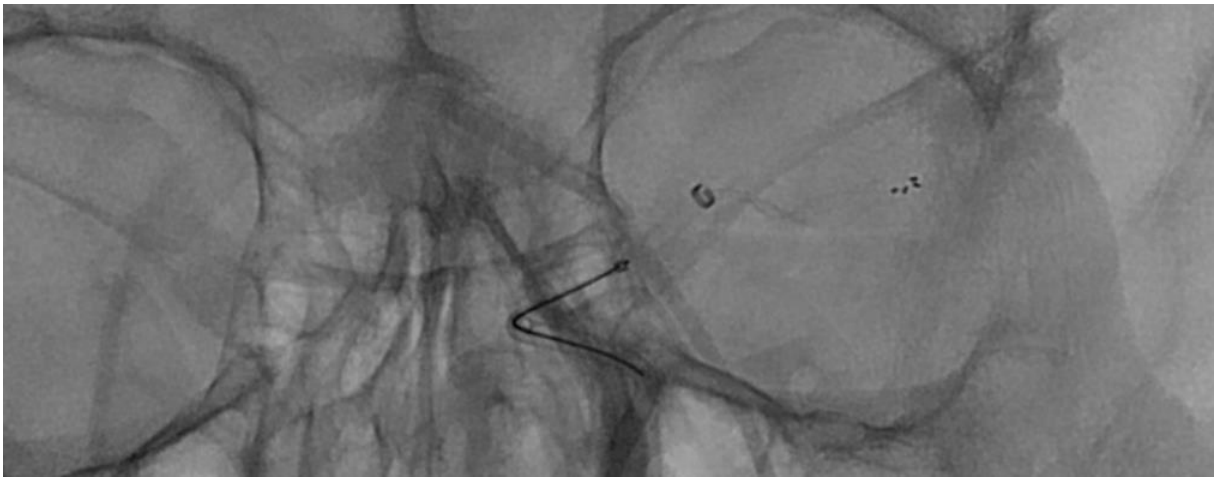


(Penumbra System®, 2018) – vlastní úprava

Příloha č. 4: Stent retriever Solitaire

Obrázek č. 7 a č. 8

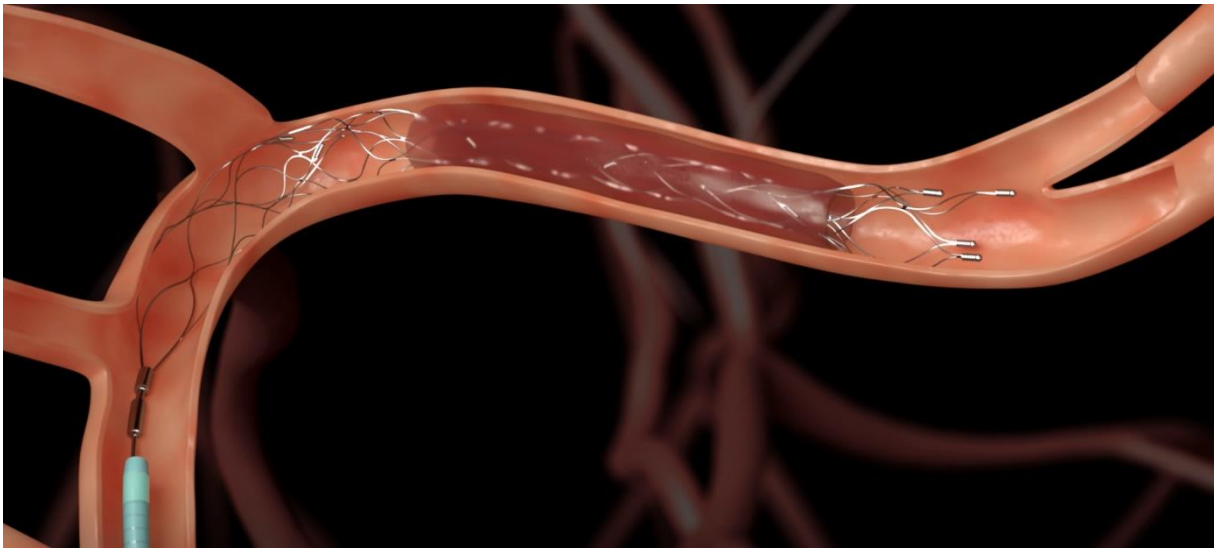




Na prvním snímku lze vidět stent retriever Solitaire 2, na druhém, rentgenovém snímku, jeho rozvinutí v místě okluze v ACM. Distální konec stent-retrieveru značí 4 markery umístěné na jeho konci.

(zdroj: University Clinical Centre Gdańsk)

Obrázek č. 9 – Rekanalizace stent retrieverem Solitaire



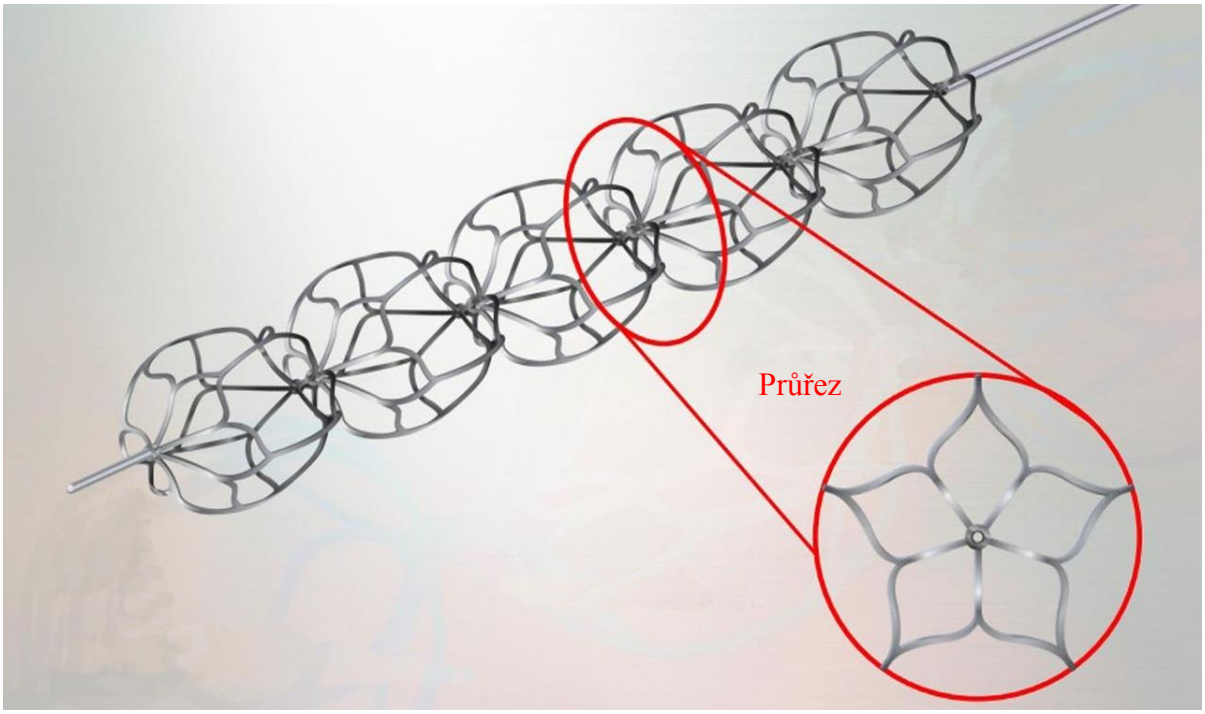
(Solitaire Revascularization Device, 2018)

Příloha č. 5 – Další instrumentárium používané k MT

Obrázek č. 10 – Trevo XP ProVue (3x20 mm)

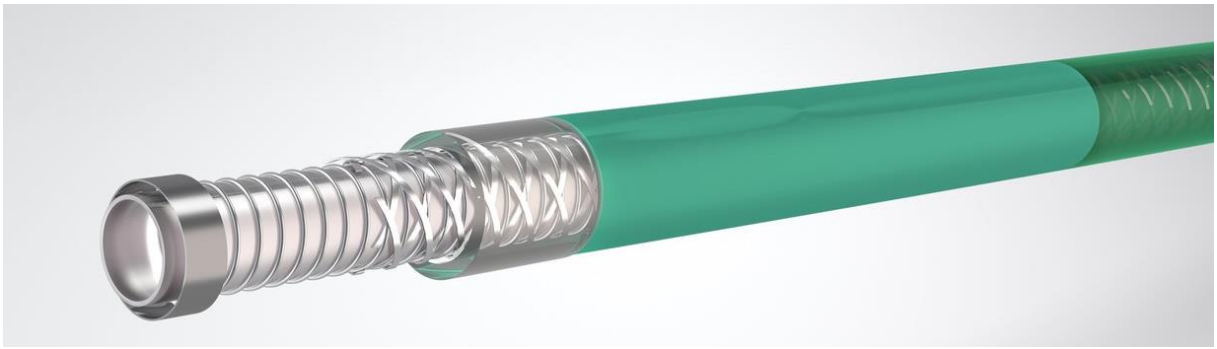
(Trevo XP ProVue Retriever, 2018)

Obrázek č. 11 – ERIC



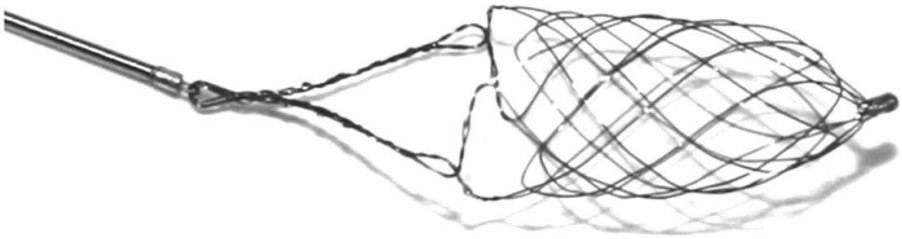
(Raoult, 2017, s. 575) – vlastní úprava

Obrázek č. 12 – aspirační katétr Sophia Plus



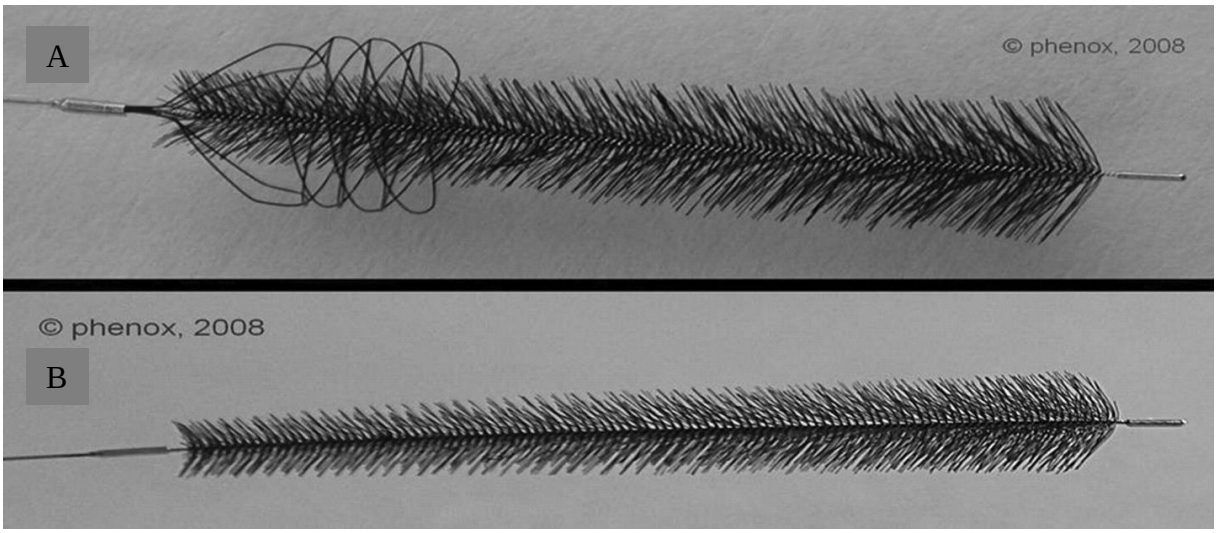
(SOPHIA® Plus Aspiration Catheters, 2018)

Obrázek č. 13 – Catch Device



(Gralla, 2008, s. 248) – vlastní úprava

Obrázek č. 14 – CRC Phenox Clot Retriever (A) a Phenox Clot Retriever (B)



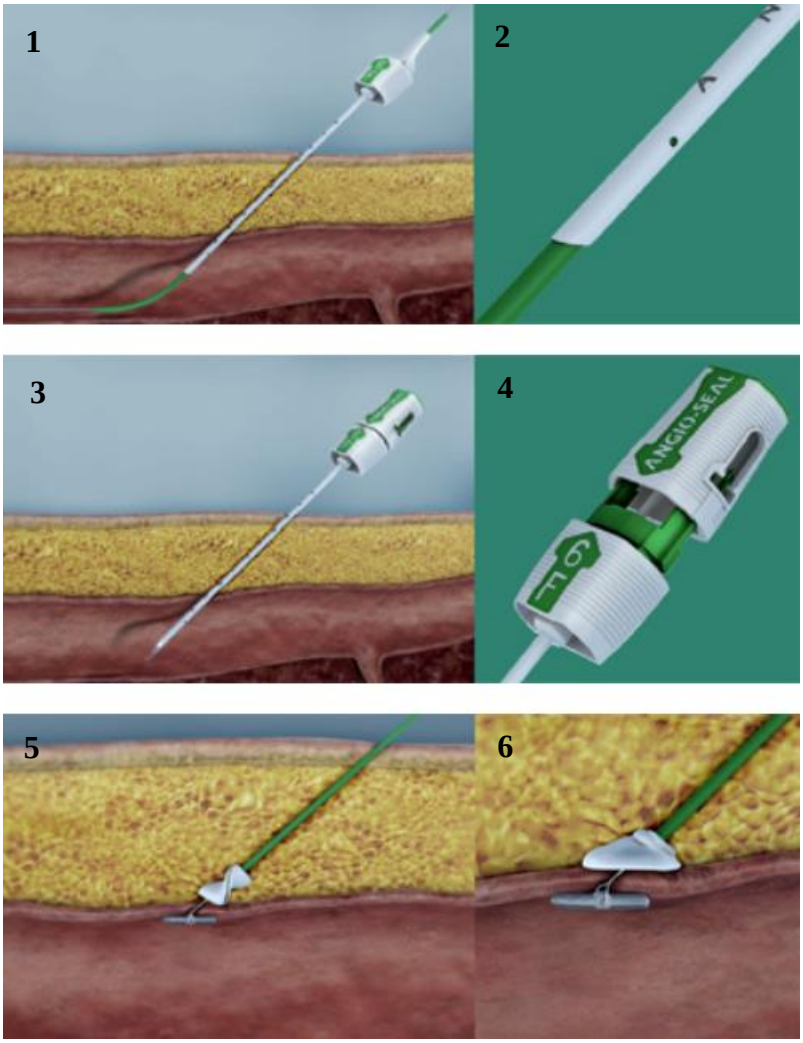
(Grunwald, 2011, s. 241) – vlastní úprava

Příloha č. 6 – Uzavírací zařízení Angio-Seal

Obrázek č. 15 – typy uzavíracích zařízení Angio-Seal

(Angio-Seal™ - Vascular closure device, c1971-2018)

Obrázek č. 16 – schéma použití zařízení v jednotlivých krocích



Lokátor s pouzdrem je zaveden přes vodič do tepny (1), na což upozorní krev vytékající z otvoru na lokátoru (2). Lokátor s vodičem je vyjmut, vloženo je uzavírací zařízení (3), zacvaknutí systému značí vysunutí kotvy na konci zařízení v tepně (4). Musí být dosaženo správného úhlu kotvy v řečišti (5) a při vytažení pouzdra se vytvoří zátka z kolagenu (6).

(Angio-Seal™ - Vascular closure device, c1971-2018) – vlastní úprava