

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Tereza Bryjová

**Možnosti léčby intrakraniálních aneurysmat metodami
intervenční radiologie**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Vojtěch Prášil

Olomouc 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 29. červencec 2022

.....

podpis

Poděkování

Děkuji panu MUDr. Prášilovi za velkou ochotu. Svoji rodině za trpělivost.

Anotace

Typ závěrečné práce: bakalářská práce

Téma práce: Možnosti léčby intrakraniálních aneurysmat metodami intervenční radiologie

Název práce: Možnosti léčby intrakraniálních aneurysmat metodami intervenční radiologie

Název práce v AJ: Possibilities of treatment of intracranial aneurysms by interventional methods of radiology

Datum zadání: 28.1. 2021

Datum odevzdání: 29.7.2022

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Tereza Bryjová

Vedoucí práce: MUDr. Vojtěch Prášil

Oponent práce: MUDr. Jiří Kozák

Abstrakt v ČJ: Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi léčby intrakraniálních aneurysmat metodami intervenční radiologie. Cílem je popsat techniky endovaskulární léčby v oblasti intrakraniálních aneurysmat.

Abstrakt v AJ: This bachelor's thesis deals with the possibilities of treatment of intracranial aneurysms by interventional methods of radiology. The aim is to describe endovascular treatment techniques in the field of intracranial aneurysms.

Klíčová slova v ČJ: intrakraniální aneuryzmata, endovaskulární léčba, subarachnoidální krvácení, coiling, embolizace

Klíčová slova v AJ: intracranial aneurysms, endovascular treatment, subarachnoidal bleeding, coiling, embolization

Rozsah: 36/0

Obsah

Úvod.....	7
1 Intrakraniální aneuryzmata.....	9
1.1 Rozdělení intrakraniálních aneuryzmat.....	9
1.2 Subarachnoidální krvácení.....	10
2 Diagnostika intrakraniálních aneuryzmat.....	14
3 Léčba intrakraniálních aneuryzmat intervenčními metodami...16	
3.1 Příprava pacienta a provedení.....	16
3.2 Léčba pomocí prostého coilingu.....	17
3.3 Úzavěr mateřské tepny.....	18
3.4 Léčba pomocí podpůrného balónku.....	19
3.5 Léčba s pomocí stentů.....	20
3.6 Léčba pomocí flow diverteru.....	23
3.7 Léčba tekutými embolizačními materiály.....	24
4 Komplikace spojené s léčbou.....	25
5 Úloha radiologického asistenta.....	27
Závěr.....	28
Referenční seznam.....	30
Seznam zkratk.....	35
Seznam tabulek.....	36

Úvod

Léčba intrakraniálních aneurysmat intervenčními metodami se výrazně vyvíjí od 90. let minulého století. Aneurysmat je mnoho druhů a bylo pro ně vymyšleno několik metod léčení. Ty se dělí na dvě hlavní. Léčba pomocí chirurgické operace, nebo metodami intervenční radiologie. Dříve se využívalo především chirurgického řešení, ale se zdokonalením endovaskulární léčby se tyto metody vyrovnaly. V dnešní praxi se jednoznačně upřednostňuje endovaskulární léčba intrakraniálních aneurysmat, především kvůli menší invazivitě a náročnosti pro nemocné osoby. Přesto se v některých případech přistupuje k chirurgické operaci aneurysmat. O výběru způsobu léčby rozhoduje multidisciplinární tým složený z intervenčního radiologa a neurochirurga. Po diagnostice je zhodnoceno, o který typ intrakraniálního aneurysmatu se jedná a jaký je klinický stav pacienta. Následně je vybrána nejvhodnější metoda léčby (Zhao et al., 2018, s. 17).

Nejzávažnější situace nastává při rupnutí aneurysmatu a následnému krvácení, které se nazývá subarachnoidální. Většina intrakraniálních aneurysmat je až do ruptury tzv. klinicky němá a osoby s aneurysmatem o něm vůbec netuší. To je velmi nebezpečné. Subarachnoidální krvácení má velmi vysoké riziko mortality a morbidit. Poměrně velké části osob postižených subarachnoidálním krvácením se ani nestihne dostat lékařského ošetření. Ošetření pacientů s rupturovanými intrakraniálními aneurysmaty je samozřejmostí. Naopak léčba nerupturovaných aneurysmat je stále velmi diskutovaná (Pierot et al., 2013, s. 2046).

Cílem mé bakalářské práce bylo dohledat informace o možnostech léčby intrakraniálních aneurysmat metodami intervenční radiologie a sumarizovat aktuální poznatky. Cíl práce byl specifikován v jednotlivých cílech:

Cíl 1: Předložit poznatky o intrakraniálních aneurysmatech

Cíl 2: Shrnout informace o aktuálních možnostech léčby intrakraniálních aneurysmat metodami intervenční radiologie

Cíl 3: Předložit poznatky o komplikacích spojených s léčbou intrakraniálních aneurysmat

Pro vytvoření bakalářské práce a stanovení dílčích cílů byla prostudována tato vstupní literatura:

1. HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4

2. KRAJINA, Antonín, HLAVA, Antonín, 1999. *Angiografie*, Hradec Králové. Nucleus. ISBN 80-901753-6-8
3. KALVACH, Pavel a kol., 2010. *Mozkové ischemie a hemoragie*, 3. přepracované vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2765-3
4. PROCHÁZKA, Václav, ČÍŽEK, Vladimír a kol., 2012. *Vaskulární diagnostika a intervenční výkony*, Praha: Maxford. ISBN 978-80-7345-284-1
5. KRAJINA, Antonín, PEREGRIN Jan H. a kol., 2005. *Intervenční radiologie : Miniinvazivní terapie*, Hradec Králové: Olga Čermáková. ISBN: 80-86703-08-8

Při psaní této bakalářské práce byla provedena řešeršní činnost. Ta zahrnovala využití několika databází. A to Google Scholar, Medvik, EBSCO, PubMed a ProQuest. Vyhledávání bylo provedeno v českém a anglickém jazyce.

Klíčová slova v českém jazyce byla: intrakraniální aneuryzmata, endovaskulární léčba, stent, flow diverter, subarachnoidální krvácení, embolizace, 3D digitální subtrakční angiografie, CT angiografie.

Klíčová slova v anglickém jazyce byla: intracranial aneurysms, endovascular treatment, stent-assisted, subarachnoidal bleeding, embolization, 3D digital subtraction angiography, CT angiography, coiling.

Zpracované elektronické články byly v anglickém jazyce, pouze 1 byl v českém jazyce.

1 Intrakraniální aneuryzmata

Intrakraniální aneuryzmata, také známá jako mozkové aneuryzmata, je místní rožšíření tepny. Aneuryzmata se vyskytují různě po těle, ale v mozku se objevují nejčastěji. Prevalence výskytu je 2-5% u dospělé populace (Krajina et al., 2005, s. 405). Další autoři uvádí výskyt 1-2% u celkové populace jako Procházka et al. (2012, s. 170) nebo Solomon et al. (2017, s. 257). Riziko vzniku je způsobeno více faktory. Zvýšený výskyt aneuryzmat je u arteriovenózní malformace, fibromuskulární displazie, vrozené vývojové anomálie tepen zásobujících Willisův okruh, onemocnění pojiva (Ehlersův-Danlosův syndrom a Marfanův syndrom), polycystóza ledvin, koarktace aorty, bakteriální endokarditida a intrakraniální trauma (Procházka et al., 2012, s. 171). Také rodinná anamnéza je důležitá, riziko vzniku intrakraniálních aneuryzmat roste s počtem výskytu aneuryzmat mezi příbuznými. Nejzávažnější situací je ruptura aneuryzmatu, při kterém dochází ke subarachnoidálnímu krvácení (SAK) (Solomon et al., s. 257).

1.1 Rozdělení intrakraniálních aneuryzmat

Aneuryzmata se rozdělují podle autorů Procházky a Čížka (2012, s. 170) do tří skupin dle velikosti, šíře krčku a klinického rozdělení:

Podle velikosti:

- vakovitá:
 - malá (baby) do 2 mm
 - malá 3-6 mm
 - střední do 10 mm
 - velká do 15 mm
 - gigantická
- fusiformní
- disekující

Podle šíře krčku aneuryzmatu:

- štíhlý
- široký nad 2/3 vaku
- bez patrného krčku – krček šíře vaku

Klinické rozdělení:

- nekrvácející asymptomatické

- nekrvácející symptomatické
- krvácející (SAK)

Vakovitá aneuryzmata se vyskytují ze všech nejčastěji. Jsou dobře ohraničená. Vznikají při oslabení stěny cévy. Malá aneuryzmata do 2 mm se obvykle objevují v krevních cévách do 0,3 mm a souvisejí s chronickou hypertenzí. Neléčená gigantická aneuryzmata mají velmi špatnou prognózu. Až 50% z nich hrozí ruptura s mortalitou 88-100% v následujících dvou letech. Samotná přítomnost gigantických aneuryzmat kvůli jejich velikosti může způsobit hypertenzi a neurologickou dysfunkci. Fusiformní aneuryzmata postihují celý obvod tepenné stěny. Jejich léčba je náročná. Disekující aneuryzmata vzniká drobným roztržením vnitřní stěny cévy většinou jako komplikace endovaskulární intervence (Zhao et al., 2018, s. 17-18).

Na přítomnost nekrvácejícího asymptomatického aneuryzmatu se ve většině případů přijde náhodným nálezem při vyšetření pomocí výpočetní tomografie (CT) nebo magnetickou rezonancí (MR). Tato vyšetření jsou zpravidla indikována kvůli diagnostice jiných onemocnění. Léčba takových aneuryzmat intervenčními metodami, nebo chirurgicky nastává až po celkovém zhodnocení pacienta a okolností, které zvyšují riziko krvácení jako je velikost aneuryzmatu nad 7 mm, kouření, hypertenze, ženské pohlaví, vyšší věk, zvětšování aneuryzmatu v čase, SAK z aneuryzmatu u příbuzných, přítomnost jiného krvácejícího aneuryzmatu, tvar aneuryzmatu (přítomnost druhého vaku) a také užší krček (poměr vak-krček větší než 1,6) (Krajina, Peregrin, 2005, s. 408-409). Indikace k léčbě nerupturovaných intrakraniálních aneuryzmat je stále velmi diskutována (Pierot, Wakhloo, 2013, s. 2046).

Nekrvácející symptomatické aneuryzmata většinou utlačují okolní struktury jako jsou například parézy hlavových nervů III., IV., V. a VI.. To následně vede ke vzniku oftalmoplégie, dysestézie a bolesti v okolí hlavového nervu V.. Gigantické aneuryzmata mohou vést k intrakraniální hypertenzi (Krajina, Peregrin, 2005, s. 407-408).

Posledním typem aneuryzmatu dle klinického rozdělení je krvácející, při kterém dochází k subarachnoidálnímu krvácení (SAK) (Procházka et al., 2012, s. 170).

1.2 Subarachnoidální krvácení

Subarachnoidální krvácení, neboli SAK je typ nitrolebního krvácení, které se šíří v leptomeningeálním prostoru mezi arachnoideou (pavučnice) a pia mater (omozečnice) (Kalvach et al., 2010, s. 160). Kolem 80% případů SAK je výsledek ruptury intrakraniálních aneuryzmat. Krvácení nastává většinou v oblasti fundu, kde je stěna aneuryzmatu nejslabší.

K ruptuře dochází 1-2% ročně. Incidence se po celém světě značně liší. Zatímco v Číně jsou to 2 osoby na 100 tisíc s aneuryzmatickým SAK, například ve Finsku je to 22,5 případů na 100 tisíc. Na ten stejný počet připadá v Spojených Státech Amerických 14,5 pacientů (Solomon et al., 2017, s. 257-258). Podle Kleinloog et al. (2017, s. 431) je to pouze 9 osob na 100 tisíc. To indikuje, že většina nerupturovaných aneuryzmat nikdy nezačne krváčet. Prvotním cílem léčby je prevence ruptury. V momentě, kdy dojde k ruptuře aneuryzmatu a ke subarachnoidálními krvácení, nastává životu ohrožující situace. Krev se tlačí do subarachnoidálním prostoru a následně se zvýší intrakraniální tlak, vytvoří se destičkové tromby a fibrinové vlákna. Existuje riziko opakujícího se SAK. V prvních 24 hodinách je pravděpodobnost 4,1%, v následujících 2 týdnech dochází k opětovnému krvácení u 26,5% osob (Krajina, Peregrin, 2005, s. 406-407). Úmrtnost v důsledku SAK je vysoká. Podle studií dochází ve 25-50% k mortalitě při prvotním krvácení i opakujícímu se SAK. Toto jsou ale pouze statistiky, ve kterých se postiženým osobám dostane lékařské odborné pomoci (Solomon et al., 2017, s. 258). Zhruba 10-15% lidí zemře v důsledku SAK ještě dříve než se dostanou do nemocnice. Na nemocničním lůžku pak umírá 12-40% pacientů během prvních 2 dnů. Úmrtí kvůli SAK se rozděluje přibližně na třetiny. Třetina osob umírá během dvou dnů, další třetina pak během následujícího měsíce, a poslední třetina později. Ať už z důvodů dalších komplikací nebo opětovnému krvácení (Kalvach et al., 2010, s. 163).

Charakteristickým příznakem SAK je bolest hlavy, která nastupuje náhle a s maximální intenzitou. Bolesti hlavy v důsledku SAK představují pouze 1% případů, které jsou detekované na urgentních příjmech. Někdy může být špatně diagnostikováno a zaměněno za migrény a jiné onemocnění. To je velmi nebezpečné. Správná a včasná diagnóza u SAK je důležitá pro záchranu života. Dalšími symptomy mohou být nevolnost, zvracení, fotofobie, ztuhlost krku, fokální neurologické deficity a krátká ztráta vědomí (Solomon et al., 2017, s. 258-260). Určení místa bolesti hlavy může být důležité pro následnou diagnostiku. Ve většině případů místo bolesti odpovídá krvácení stranově. Přestože ke krvácení může dojít v důsledku zvýšeného psychického stresu, nebo zvýšené fyzické aktivity, běžně intrakraniální aneuryzma praskne při normálních denních činnostech. V Adamsově studii, která zahrnovala 286 subjektů byly okolnosti při vzniku SAK takto rozvrženy: fyzická aktivita – 27%, okolnosti nezjištěny – 26%, aktivity bez úsilí – 25%, spánek – 13%, alkoholismus dlouhodobě – 7%, alkohol bezprostředně – 4%, koitus – 3%, defekace – 2% (Kalvach et al., 2010, s. 163).

Příčiny SAK z intrakraniálních aneuryzmat, které zvyšují riziko ruptury, není mnoho. Predikce jsou slabé, přesto se těmito faktory, které zvyšují pravděpodobnost SAK, některé studie zabývají. Zvýšené riziko ruptury aneuryzmatu se objevuje u černé rasy, Hispánského

etnika a další jsou faktory jako hypertenze, kouření, alkoholismus, užívání drog, a také intrakraniální aneuryzmata větší než 7 mm (Solomon et al., 2017, s. 257). Podle další studie, která vycházela ze skóre PHASES, hrozí větší riziko u určitého umístění aneuryzmatu, u japonského i finského původu, u lidí starších 70 let a u ženského pohlaví. V tomto případě byla zkoumáno 8382 pacientů s 10272 aneuryzmaty (Brinjikji et al., 2016, s. 619). V analýze od Rachel Kleinloog et al. (2017, s. 431-440) se zabývali 144 rizikovými faktory ze 102 studií. Prokázali, že jedním potenciálním faktorem je nepravidelný tvar intrakraniálního aneuryzmatu, u dalších zdůraznili nutnost více větších studií, aby tyto rizikové faktory byly vyvráceny, nebo potvrzeny.

Klinický stav pacientů se SAK se stanovuje podle klasifikačních systémů. Nejčastěji užívané jsou podle R. M. Hesse a W. E. Hunta (H-H grading) a klasifikace od the World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS). Viz. tab. č. 1 a č. 2. WFNS pracuje na základě Glasgow Coma Scale (GSC), které představuje stabilní a spolehlivou traumatologickou stupnici. Po ruptuře aneuryzmatu dochází k mozkové dysfunkci. Oba tyto klasifikační systémy determinují stupně závažnosti encefalopatie (Solomon et al., 2017, s. 260).

Tabulka č. 1 Klinická klasifikace závažnosti SAK dle Hunta a Hesse

Stupeň	Klinický nález	Mortalita (%)
I.	Asymptomatický nebo minimální bolest hlavy, lehké meningeální dráždění	11
II.	Mírná až významná bolest hlavy, meningeální dráždění, absence neurologického deficitu kromě parézy hlavových nervů	26
III.	Lehká porucha vědomí, zmatenost, mírný lokální neurologický deficit	37
IV.	Stupor, hemiparéza	71
V.	Kóma, decerebrační rigidita	100

(Krajina, Peregrin, 2005, s. 407)

Tabulka č. 2 Klinická klasifikace závažnosti SAK dle World Federation of Neurological Societies

	Glasgow kóma skóre	Zřejmý neurologický deficit	H-H stupnice
0	-	-	0
1	15	není	I. a II.
2	13-14	není	III. (II.)
3	13-14	je	III.
4	7-12	je nebo není	IV. (III.)
5	3-6	je nebo není	V.

(Kalvach et al., 2010, s. 168)

Pro diagnostiku SAK je zásadní CT vyšetření hlavy. V prvních 3 dnech, od počátku příznaků SAK, spolehlivost CT vyšetření dosahuje až 100%. Následně postupně klesá až na 50% v období 5.-7. dne od začátku SAK. Pokud je výsledek CT vyšetření hlavy negativní, ale pacient má symptomy a podezření na subarachnoidálního krvácení přetrvává, je nutné, aby byly nařízeny další testy. Další možností k detekování krvácení je lumbální punkce. Běžně je indikována CT angiografie k nalezení zdroje krvácení a navazuje na nativní CT vyšetření hlavy. Standartně se také využívá digitální subtrakční angiografie (DSA), která zároveň pomáhá při plánování léčby (Solomon et al., 2017, s. 160). Ve 15-22% případů je nalezení zdroje SAK neúspěšné při využití DSA (Kalvach et al., 2010, s. 337). Na základě výsledků z provedených vyšetření se tým lékařů (intervenční radiolog a neurochirurg) rozhodne pro nejlepší možný způsob léčby dle morfologie a umístění aneuryzmatu (Kozák et al., 2012, s. 130).

2 Diagnostika intrakraniálních aneurysmat

Většina nerupturovaných intrakraniálních aneurysmat je klinicky němá. Na jejich přítomnost se přijde pomocí diagnostických metod, které byly indikovány z jiných důvodů.

Při podezření na subarachnoidální krvácení je ihned nařizeno nativní CT společně s CT angiografií (Krajina et al., 2012, s. 553).

Vyšetření pomocí výpočetní tomografie dokáže zobrazit větší typy intrakraniálních aneurysmat od 1cm a výše. Malá aneurysmata jsou špatně detekovatelná. CT vyšetření je poměrně spolehlivá metoda pro diagnostiku subarachnoidálního krvácení. Nejvyšší pravděpodobnost zachycení SAK a tím i zobrazení aneurysmatu je první den od počátku SAK. Pozitivní nález je až v 92%. Čím později je prováděno CT vyšetření od ruptury aneurysmatu a následného krvácení, tím se pravděpodobnost úspěšného zachycení zmenšuje. Také slabé krvácení nemusí být vždy detekovatelné. Kontrastní látka se při tomto vyšetření podává v případech nemožnosti provést angiografii u pacienta (Kalvach et al., s. 202-203).

Při zvolení CT angiografie jsou mozkové tepny naplněny kontrastní látkou a následně zobrazeny pomocí CT. Podání přibližně 50-60 ml kontrastní látky musí být dobře načasováno, aby došlo k co nejlepšímu zobrazení. Klíčové pro zobrazení je MIP (Maximum Intensity Projection) projekce, nebo VRT technika (Volume Rendering Techniques). VRT technika je vhodná pro zobrazení aneurysmatu ve 3D projekci, ale je méně citlivější než projekce MIP. Rekonstrukce pomocí MIP je podobné klasické angiografii a je více citlivé pro záchyt malých aneurysmat (Kalvach et al., 2010, s. 205, Krajina et al., 2012, s. 553).

Digitální subtrakční angiografie je zobrazovací technika, při které dochází k digitalizaci skiaskopického obrazu a subtrakci obrazů před užitím kontrastní látky a po ní. Je zlatým standartem při diagnostice SAK. V dnešní praxi se využívá spíše jako doplnění jiných zobrazovacích metod (CTA, MRA) a v návaznosti na endovaskulární léčbu intrakraniálních aneurysmat. Při negativním výsledku na podezření SAK u CTA, může být indikováno DSA. Využití DSA zvyšuje ve větší míře radiační zátěž, a proto dnes bývá první volbou CTA popřípadě MRA (Kalvach et al., 2010, s. 336, Krajina et al., 2012, s. 553).

3D digitální subtrakční angiografie je moderní zobrazovací postup, který umožňuje lepší charakterizaci intrakraniálního aneurysmatu. Tato technologie vyžaduje provedení méně projekcí, a tím dochází ke snížení radiačního záření a není nutné velké množství kontrastní látky jako při DSA. Studie, do které bylo zařazeno 32 pacientů s vakovitým aneurysmatem, prokázala, že využití 3D digitální subtrakční angiografie je výhodné pro lepší naplánování

následného výkonu. Dobře zobrazuje aneuryzma i přilehlé anatomické struktury (Garcia et al, 2020, s. 5283-5288).

Užitečným pomocníkem pro diagnostiku intrakraniálních aneuryzmat je také magnetická rezonance (MR) a MRA. Je výhodná pro klidové aneuryzma a tato metoda má nulovou radiační zátěž. Což ji zvyhodňuje před DSA a oproti CTA. Není potřeba podání kontrastní látky. Značnou nevýhodou jsou její specifické kontraindikace. Nemocná osoba nesmí mít v sobě žádné kovové a elektromagnetické materiály. Jako například kardiostimulátor, nebo kochleární implantát, stenty, cévní svorky a podobně. Tyto materiály by mohly způsobit artefakty na výsledném zobrazení. Pro detekci krvácení je ideální FLAIR sekvence, T2 gradientní echo a SWI (Susceptibility Weighted Images) (Krajina et al., 2012, s. 553, Vomáčka et al., 2012, s. 47-56).

4D digitální subtrakční angiografie je jedna z nejmodernějších metod zobrazení intrakraniálních aneuryzmat. Tato metoda poskytuje vyšší časové a prostorové zobrazení, než je schopny metody MRA nebo CTA. 4D DSA umožňuje dobré zobrazení struktur cév a dynamiku proudění toku krve u různých neurovaskulárních onemocnění. Podle studie tato metoda vykazuje sovělé výsledky v zobrazování intrakraniálních aneuryzmat a také může být nápomcna v hodnocení výsledků léčby pomocí flow diverteru (Kato et al., 2020)

3 Léčba intrakraniálních aneurysmat intervenčními metodami

Po diagnostikování přítomnosti intrakraniálního aneurysmatu se multidisciplinární tým rozhodne, který typ léčby je pro daného pacienta nejideálnější. V některých případech je rozhodnuto vyčkat a aneurysma pouze sledovat, popřípadě až později přistoupit k léčbě na základě postupných změn IA. Tato situace nastává často u nejmenších typů výdutí. Pokud je nejlepší pro pacienta zahájení léčby, lékaři se rozhodují mezi dvěmi metodami. Jednou z nich je chirurgická operace. Druhou je použití endovaskulární léčby. Jejím cílem vyřazení IA z cévního řečiště a tím tak předejít jeho prasknutí a následnému krvácení. Endovaskulární výkony se dělí na dva typy. Prvním je rekonstrukční metoda, při které se zachovává mateřská tepna. Druhým je dekonstrukční metoda, při které dochází k uzávěru aneurysmatu spolu s mateřskou tepnou, nebo obrácení toku v tepně. Tento typ výkonu je méně častý. Mateřská tepna může být uzavřena pouze v případě dostatečného kolaterálního oběhu pomocí cév Willisova okruhu. Cílem této metody je zmenšení aneurysmatu, které nelze léčit jiným způsobem. Je nutné provést sérii testů před tímto výkonem, uzavření tepny může vést k výrazné morbiditě.

S první endovaskulární embolizací pomocí odpoutatelného balónku přišli Fedor A. Serbinenko a jeho žák Viktor Scheglov v 60. a 70. letech minulého století v bývalém Sovětském svazu. Léčbu pomocí elektrolyticky odpoutatelných spirál vymyslel G. Guglielmi v roce 1991, tato léčba byla schválena v roce 1995 americkou FDA (Food and Drug Administration) (Krajina et al., 2012, s. 552-553, Kalvach et al., 2010, s. 335).

3.1 Příprava pacienta a provedení

Zdravotnický personál musí pacientovi řádně vysvětlit následující výkon, upozornit ho na veškerá rizika spojená s tímto výkonem. Pokud je to možné, tak i nabídnout a probrat alternativní léčbu. Pacient pak musí podepsat informovaný souhlas, když se rozhodne zákrok podstoupit. V případě odmítnutí léčby je nutné, aby nemocná osoba podepsala negativní reverz a potvrdila tím, že si uvědomuje veškerá rizika vycházející z odmítnutí léčebné péče. U plánovaných výkonů se pacient dostaví na specializované pracoviště nalačno, ale hydratovaný. Tyto lékařské zákroky se provádí v celkové anestezii za přítomnosti anesteziologa. Je důležité znát alergologické záznamy pacienta. Ten je po celou dobu výkonu monitorován. (Kozák et al., 2012, s. 61).

Po uvedení pacienta do celkové anestezie, lékař pomocí Seldingerovy metody zajistí přístup přes femorální tepnu. Pacientovi je podáván heparin (5000 j). Při této metodě se zavede

nejčastěji vodící katetr 5-6F (French-F je jednotka označující velikost katetru, 1F odpovídá 0,33mm, délka katetrů je 60,90 nebo 120cm) do arteria carotis interna. Vodící katetr 5F se většinou používá při vyšetření aneuryzmatu pomocí digitální subtrakční angiografie, katetr 6F se už využívá při samotné léčebné metodě. Následně se do vaku aneuryzmatu zavádí mikrokatétr s mikrovodičem pomoci vodícího katetru. Prostory mezi vodícím katétre, mikrokatétre a mikrovodičem jsou proplachovány fyziologickým roztokem s heparinem. Poté se mikrovodič vytáhne. Následující postup závisí na zvolené metodě léčby, která je preferována podle druhu aneuryzmatu a dalších parametrech nemocné osoby.

Pacient je následně po zákroku převezen na lůžkové oddělení, kde je po odpovídající dobu monitorován. Po výkonu je nutné, aby pacient absolvoval domluvené kontroly, popřípadě další zákrok na základě úspěšnost (Kozák et al., 2012, s. 62 a 131, Krajina, Peregrin, 2006, s. 410-411).

3.2 Léčba pomocí prostého coilingu

Tzv. coiling znamenal revoluci v 90. letech minulého století v léčbě intrakraniálních aneuryzmat intervenčními metodami. Z počátku se tato metoda uplatňovala pouze u aneryzmat, která byla považována za příliš riziková pro neurochirurgickou operaci, později se začaly podmínky měnit a tato metoda se rozšířila i na další druhy IA (Renowden et al., 2008, s. 179). Při tomto typu léčby se za stálé skiaskopické kontroly pomocí mikrokatétru do vaku aneuryzmatu zavedou coils, neboli spirály, které vyplní výduť tak, že se vytvoří krevní sraženina a vyloučí aneuryzma z krevního oběhu. Tím dojde k zastavení krvácení, popřípadě se předejde ruptuře IA. Jedná se o rekostrukční metodu. Tato léčba je vhodná pro aneuryzmata se štíhlým krčkem. Jiné typy aneuryzmat jako například fusiformní, gigantická, nebo se širokým krčkem nebylo jednoduché touto metodou léčit, proto se pro tyto druhy postupně vyvinuly další možnosti léčby pomocí stentu, balonku, nebo flow-divertru (Pierot et al., 2013, s. 2046-2047, Zhao et al., 2018, s. 21)

Spirály jsou vybírány podle velikosti, tvaru a tuhosti. Měkké spirály se používají pro malá aneuryzmata, nebo pro krvácející, tuhé spirály jsou pak preferovány pro velké aneuryzmata. Pokud dojde k zavedení spirály, která je nestabilní, je možné její vytažení a nahrazení za jiný typ. Jako první bývá často používána spirála typu 3D, která je pravidelně kulovitá. První zaváděná spirála by měla mít stejnou velikost jakou má výduť, popřípadě může být o 1 mm menší. U 2D spirály je první otočka menší, aby se snížilo riziko zpětného vycestování do mateřské tepny. Jako první se začaly používat elektrolyticky odpoutatelné

platinové spirály, které uvedl G. Guglielmi et al., postupem času se vyvíjely další jako bioaktivní, které představují platinové spirály pokryté různými materiály. Ty zvyšují vrůstání fibrózní tkáně uvnitř vaku aneuryzmatu. Dobré výsledky představují i spirály pokryté hydrogelem, ten zvětšuje svůj objem a zlepšuje tím výplň vaku aneuryzmatu. Spirály je možno odpoutat více způsoby: pomocí elektrolýzy, tepelným přetavením propylenového vlákna, hydraulicky, nebo mechanickým způsobem odšroubování rotací nosného vodiče (Krajina, Peregrin, 2005, s. 411-413, Krajina et al., 2012, s. 553). McDougall et al. provedli studii, ve které srovnali účinnost bioaktivních spirál se čistě platinovými spirály. Celkový počet sledovaných subjektů byl 626, kteří byly ve věku 18-80 let. 81% (509) z nich mělo aneuryzma se širokým krčkem. 87% (544) pacientů mělo aneuryzma lokalizované na arteria communicans anterior. V experimentu The MAPS (Matrix a Platinum Science) se porovnávali bioaktivní spirály Matrix2, kdy se jedná o platinovou spirálu potaženou PGA (polyglykolovou kyselinou) s platinovými spirály GDC¹ (Guglielmi detachable coil). Subjekty se sledovaly po 455 dní a z výsledku vyplývá, že Matrix2 nemá menší účinnost, než čistě platinové spirály. Nicméně autoři poznamenali, že je nutné pokračovat ve studii dalších 5 let, aby se zjistilo ještě více poznatků o účincích různých druhů spirál, a tím se zdokonalila samotná léčba a snížila se tak morbidita i mortalita (McDougall et al., 2014, s. 935-941).

3.3 Uzávěr mateřské tepny

Jedná se o dekonstrukční metodu, při které se uzavře mateřská tepna společně s aneuryzmatem. Uzavření mateřské tepny se provádí buď pomocí odpoutatelného balónku, nebo coilů, které jsou umístěny nad a pod vyústěním krčku aneuryzmatu, další coily jsou pak aplikovány i do vaku aneuryzmatu. Aby mohlo dojít k uzavření mateřské tepny, musí být okolní cévy dostatečně zásobeny v rámci kolaterálního oběhu. V takovém případě se provádí test pomocí balónkového katétru, který dočasně uzavře mateřskou tepnu. Po aplikaci balónkového katétru je tepna uzavřena na 15-30 minut. Test zastevení toku tepny se provádí pod angiografickou kontrolou a pacientovi je podáván heparin (5000j). Pacient je celou dobu při vědomí a monitorován. Sledují se neurologické funkce, především stav vědomí, ale také bolesti hlavy. Při objevení neurologických problémů se pacientovi našije extraintrakraniální bypass. Poté se test pomocí balónkového katétru znovu opakuje. V případě úspěšného výsledku testu se přechází k trvalému uzavření mateřské tepny. Uzavření se poté musí zkontrolovat přibližně za 1-2 měsíce (Krajina, Peregrin, 2005, s. 415-416, Krajina et al., 2012, s. 553-554).

¹ GDC – Guglielmiho odpoutatelné spirály

3.4 Léčba pomocí podpůrného balónku

Léčba pomocí podpůrného balónku, neboli Ballon-Assisted Coiling (BAC) je remodelační technika. Ta byla poprvé popsána v roce 1997 Moretem et al., kdy se původně používala pouze pro aneuryzmata se širokým krčkem. Dnes má tato metoda širší využití s vícero možností techniky (Zhao et al, 2018, s. 21). Léčba začíná podobně jako u prosté embolizace pomocí coilu. Do aneuryzmatu je zaveden mikrokatétr, následně je pomocí dalšího mikrokatéru zaveden do mateřské tepny neodpoutatelný speciální měkký balónek a je umístěn ke krčku aneuryzmatu. Poté se balónek naplní tak, aby vyplnil celý prostor a zabránil tak unikání spirál zpět do tepny. Spirály jsou zaváděny do vaku, kde díky balónku zaujímají stabilní pozici. Ta se kontroluje tím, že po každé zavedené spirále se neodpoutatelný naplněný balónek vyprázdní. Maximální možná doba naplnění balónku by měla být 4 minuty (Zhao et al., 2018, s. 21, Krajina, Peregrin, 2005, s. 415). Tato metoda je vhodná u aneuryzmat se širokým krčkem, kdy je nutné použití většího množství spirál. Pro tuto techniku jsou využívány měkké spirály. Při obtížnějších situacích se je možné aplikovat i 2 balónky. Dále byly vyvinuty balónky s kulatým tvarem, hyperpoddajné, nebo balónky s dvojitým lumem. Neodpoutatelný balónek je pak na konci výkonu vyprázdněn a odstraněn z pacienta (Pierot et al., 2013, s. 2047). V praxi se využívají například balónky Hyperflow, nebo Hyperglide (Procházka et al., 2012, s. 172). Endovaskulární léčba pomocí balónku se také velmi často používá v případech aneuryzmat s nepříznivým poměrem vak-krček. BAC ve srovnání s prostým coilingem má o trochu horší statistiky. Podle studie ATENA² (Analysis of Treatment by Endovascular approach of Non-ruptured aneurysms) je u použití metody BAC větší riziko ruptury aneuryzmatu během zákroku než u prostého coilingu. ATENA uvádí, že riziko ruptury intrakraniálního aneuryzmatu během prostého coilingu je 2,2%, zatímco za použití podpůrného balónku je to 3,2%. To je také spojeno s vyšším rizikem následné morbidity a mortality. Další analýza prováděná CLARITY (Clinical and Anatomical Results in the Treatment of Ruptured Intracranial Aneurysms) uvádí výsledky léčby pomocí balónku a coilingu u rupturovaných aneuryzmat. Riziko tromboembolických komplikací je vyšší u BAC, a to 12,7%. Zatímco u prostého coilingu se tromboembolické potíže objevují v 11,3% případů. CLARITY³ také zmiňuje výsledky těchto dvou metod v souvislosti s mortalitou a morbiditou. Rozdíl v případě mortality je minimální. U BAC odpovídá 1,3% u rupturovaných aneuryzmat a u prostého coilingu je to pouze 1,2%.

² ATENA – Analýza léčby nerupturovaných aneuryzmat endovaskulárním přístupem

³ CLARITY – Klinické a anatomické výsledky v léčbě intrakraniálních aneuryzmat

Morbidita je také vyšší za použití podpůrného balónku v poměru 3,9% ku 2,5% (Zhao et al., 2018, s. 21).

3.5 Léčba s pomocí stentů

V roce 1997 přišli Higashida et al. jako první s možností léčby intrakraniálních aneuryzmat za pomoci stentů. Stent-Assisted Coiling (SAC) je remodelační technika, ke které se přistupuje v případě, kdy je nemožné, nebo příliš rizikové použití prostého coilingu, nebo samostatného podpůrného balónku (Pierot et al., 2013, s. 2048). Vzhledem k množství rozličných aneuryzmat, jak velikostně, tak tvarově, se SAC stal vhodnou volbou léčby pro složitější aneuryzma, jako jsou fusiformní nebo gigantická. U aneuryzmat s bifurkací nebo se širokým krčkem je SAC mnohem efektivnější a bezpečnější volbou než prostý coiling (Granja et al., 2019, s. 683). Z počátku se tato metoda používala pouze u nerupturovaných aneuryzmat, ale se zdokonalením techniky a vývojem různých druhů stentů, se její potenciál rozšířil i na IA s rupturou. Cílem této metody je zavést spirály do vaku aneuryzmatu a pomocí stentu zabránit vyklenutí spirál do mateřské tepny a tím vyloučit aneuryzma z krevního odběhu. Hlavním rozdílem mezi touto metodou a použitím balónku je, že SAC zahrnuje trvalé umístění stentu do cévy. Tyto dvě možnosti se dají v určitých případech kombinovat (Pierot et al., 2013, s. 2048). Kvůli implantaci stentu do mateřské tepny hrozí riziko intraluminální trombózy. Proto se vyžaduje, aby při této metodě pacient podstoupil účinnou předoperační i pooperační antiagregační léčbu. Ta záleží na tom, jestli se jedná o akutní výkon, nebo naplánovaný. Pokud je výkon plánovaný dopředu, pacient začíná svou antiagregační léčbu 3 dny předem. Nařízená medikace je 75g clopidogrelu denně a 100g acetylsalicylové kyseliny denně, minimálně 6 týdnů po zavedení stentu. Antiagregační léčba se mění v průběhu let. Každé specializované pracoviště se řídí podle svých místních předpisů, a proto se antiagregační léčba může v mnoha místech lišit (Krajina, Peregrin, 2005, s. 415). Endovaskulární léčba pomocí stentů zahrnuje několik druhů technik, které se aplikují v závislosti na druhu aneuryzmatu, dalších parametrech léčené osoby a preferencích specializovaného pracoviště. Jednou ze základních technik je **prostý SAC**. Výkon začíná podobně jako u předchozích metod. Nejdříve je provedena Seldingerova metoda a tím je zajištěn přístup přes femorální tepnu až do vaku aneuryzmatu. Poté je aplikován stent do tepny k ústí aneuryzmatu. Stent musí být umístěn tak, aby krček aneuryzmatu byl přibližně uprostřed stentu. Následně je mikrokátétr zaveden do vaku aneuryzmatu skrz průzory stentu. Proto se také této technice někdy přezdívá mesh (síťovaná). Lékař pak pomocí mikrokatétrů začne zavádět spirály dovnitř aneuryzmatu. Poté se mikrokátétr vytáhne a stent zůstává na svém

místě. Tento způsob léčby je velmi náročný na navigační schopnosti lékaře a vyžaduje hodně praxe, aby byl mikrokatétr ve správné pozici po celou dobu výkonu. Další možností je tzv. **stent jail** technika. Ta se využívá především u větších aneuryzmat. V případě zvolení této metody, je, narozdíl od předchozího způsobu, nejdříve zaveden mikrokatétr do vaku aneuryzmatu. Stent je aplikován až později k ústí IA tak, že mikrokatétr neprochází průzory stentu, ale přiléhá těsně vedle něj a je přitlačen na stěnu tepny. Mikrokatétr je tak „uvězněn“ stentem. Tento způsob pomáhá k jednodušší manipulaci s mikrokatétre a zabraňuje vyklouzávání spirál zpět do tepny. Následně jsou aplikovány spirály do vaku aneuryzmatu a mikrokatétr je vytažen. Tato metoda patří k nejvyužívanějším z endovaskulární léčby pomocí stentů (Zhao et al., 2018, s. 22, Krajina, Peregrin, 2005, s. 415). Další technika, která patří ke složitějším, je **Y-stenting**. Používá se především pro aneuryzmat se širokým krčkem a bifurkační aneuryzmata. Bifurkace je rozdělení, v tomto případě tepny. Intrakraniální aneuryzmata, která jsou lokalizovaná v těsné blízkosti bifurkace, jsou velmi špatně léčitelná jinými metodami. A proto byl vyvinut Y-stenting. Většinou jsou tyto aneuryzmata umístěna na arteria basilaris. Při této technice je nejdříve umístěn 1, nebo více mikrokatétrů. Poté jsou aplikovány 2 stenty do místa, kde ústí aneuryzma a dochází k rozdělení tepen. Následuje klasické umístění spirál, jako u předchozích metod. Po stabilizaci spirál je mikrokatétr vytažen a výkon ukončen. Jedná se prozatím o nejlepší způsob léčení bifurkačních aneuryzmat. V tomto případě není možné použití pouze jednoho stentu, protože by nedošlo k těsnému ucpání vyústění aneuryzmatu a spirály by tak nedokázaly držet stabilní pozici a dostávaly se z vaku zpátky do tepny (Zhao et al., 2018, s. 22). Tento styl léčby je možné kombinovat i s podpurným balónkem. Do studie, která se zabírala sledováním endovaskulární léčby za asistence stentů, konkrétně technikou Y-stenting, bylo zahrnuto 327 pacientů se 343 aneuryzmaty, kteří byli léčeni v letech 2000-2017. Studie pozorovala i četnost komplikací spojené s touto technikou. Ve 4,9% případech se objevily trombembolické komplikace. Nahlášeno bylo také 1,4% případů trombózy stentu. Nicméně úspěšnost této metody byla 91%, což z techniky Y-stenting dělá efektivní a účinnou léčbu pro bifurkační intrakraniální aneuryzmata s nízkou mortalitou a morbiditou (Granja et al., 2019, s. 683-689). Další možnou technikou zahrnující aplikaci stentů je **stent jack**. Při použití této možnosti se nejdříve aplikuje mikrokatétr se stentovým zaváděcím systémem. Lékař stent rozvine uvnitř tepny teprve, až po zavedení první spirály do vaku aneuryzmatu. Kvůli pozdějšímu použití stentu, spirála vytvoří větší smyčku. Ta umožní lepší stabilitu spirály ve vaku aneuryzmatu. Pro bifurkační aneuryzmata, nebo IA se širokým krčkem se také hodí technika **waffle-cone**. V tomto případě má stent rozšířený konec a je kuželovitého tvaru. Stent je aplikován až do baze aneuryzmatu. Poté jsou spirály umístěny do vaku přes tento druh stentu.

Konec stentu musí být širší než samotný krček aneuryzmatu. Tato metoda se využívá, když není vhodné použití Y-stentingu (Zhao et al., 2018, s. 23).

Hosogai et al. se ve své studii zaměřili na endovaskulární léčbu, pomocí asistence stentem, prasklých disekujících aneuryzmat. Ty vyžadují rychlé rozhodnutí pro léčbu, ať už chirurgickou, nebo endovaskulární z důvodu vysokého rizika dalšího krvácení. Do studie zahrnuli 11 pacientů. 9 z nich prošlo přímo léčbou s pomocí stentu. Zbývajícím dvou byl nejdříve proveden prostý coiling a asistenci stentem podstoupili až později. Subarachnoidální krvácení z disekujícího aneuryzmatu není příliš časté. V celkových číslech představuje asi 2-7% ze všech SAK. Pacienti prošli touto endovaskulární léčbou v letech 2013-2017. 1 hodinu před zákrokem byla pacientům nařazena medikace 300mg clopidogrelu a 200mg aspirinu. Pro léčbu rupturovaného intrakraniálního aneuryzmatu byla zvolena technika jail a semi-jail. Výsledkem bylo, že po absolvování výkonu, u 5 pacientů byla nutná další léčba. U dvou z nich došlo k opakovanému krvácení. Podle autorů musí být zahrnuto do budoucí studie více případů s rupturovanými disekujícími intrakraniálními aneuryzmaty, aby mohlo dojít ke zlepšení léčby a pochopení technických problémů s touto metodou (Hosogai et al., 2018, s. 728-733).

V praxi se používá několik typů stentů pro intrakraniální řečiště. Jedním z nich je balónexpandibilní, kterým lze jeho průzory zavést mikrokatétr do vaku aneuryzmatu. Tento stent je tužší a magnetický. Dalším typem je samoexpandibilní, například Neuroform, který byl publikován v roce 2002 (Krajina, Peregrin, 2005 s. 415). Během let bylo vyvinuto a zdokonaleno více druhů stentů. Například jedním z nejnovějších, který byl podroben studii je mikrostant Accero. Jedná se o pletený stent. Splétané stenty jsou flexibilní a dobře se přizpůsobují vaskulární anatomii. V této studii byl stent Accero zaveden mikrokatétre úspěšně ve 34 případech v letech 2015-2018. U 9 aneuryzmat byla použita technika Y-stenting. Pouze u dvou osob se objevily komplikace během procedury. Jeden pacient s bifurkačním aneuryzmatem měl mnohočetné embolie s hemiparézou. U tohoto případu se stent úplně neotevřel. U druhého pacienta se během výkonu vytvořil trombus. Žádné další případy větších komplikací se stentem nebyly registrovány. Nový pletený stent Accero je účinný a bezpečný. Jeho výsledky odpovídají efektivnosti dalších moderních stentů (Beuing et al., 2020).

V některých případech je u pacientů nutné po endovaskulární léčbě za použití balónku zavést stent z důvodu stabilizace spirál. Tato situace může nastat u intrakraniálních aneuryzmat se širokým krčkem. Přesto tohle nebývá standardním výkonem. Většinou se k této metodě přistupuje po vyklenutí spirály po provedení BAC. V analýze od Gonzáleze et al. se zaměřili na zjištění komplikací a výhod této kombinace dvou technik. U 80 osob s 87 aneuryzmaty, autoři studie sledovali výsledky stentování po BAC. Všechna tato intrakraniální aneuryzmata

měla široký krček a při výkonu BAC byly použity, jak čistě platinové spirály, tak spirály pokryté hydrogelem. Podle zveřejněných výsledků tato kombinace dvou technik byla úspěšná ve 92% případů. U 6 pacientů byla nutná rekanalizace. Počet komplikací byl nebyl vysoký, ale srovnatelný potížemi při provádění samotného SAC a BAC. Podle autorů analýzy je provedení stentování po BAC bezpečné a efektivní (González et al., 2018 s. 1223-1230). Srovnání účinnosti léčby a míry komplikací mezi SAC a BAC se věnuje několik studií. Dle Consoli et al., kteří zkoumali endovaskulární léčbu prováděnou u nerupturovaných vakovitých intrakraniálních aneuryzmat, je pravděpodobnost komplikací spojených s léčbou u obou dvou metod podobná. Ale SAC vykazuje lepší výsledky kompletní okluze (86,8%) než BAC (78%). Po 6 měsících od provedení výkonu byl rozdíl úspěšnosti ještě větší pro SAC (92,1%) versus BAC (77,6%). Coiling za asistence stentu ukazuje vyšší stabilitu než BAC, obzvláště v dlouhodobějším měřítku (Consoli et al., 2014, s. 52-57). Velmi podobně to popisuje i analýza od Wang et al., kdy tvrdí, že rozdíl mezi SAC a BAC ihned po výkonu je minimální. Ale v dlouhodobějším horizontu vyhrává SAC a to může mít za následek menší nutnost kontrol u pacientů (Wang et al., 2016, s. 160-166)

3.6 Léčba pomocí flow diverteru

Flow diverter je moderní druh stentu, který se často využívá pro fusiformní aneuryzmata, gigantické, nebo také se širokým krčkem. Podobně jako u předchozích metod je nejdříve zaveden vodící katétr 6-7F za využití přístupu femorální tepny. Poté je zaveden přes mikrovodič mikrokatétr a mikrovodič je odstraněn. Následně je skrz mikrokatétr zaveden a rozvinut flow diverter tak, že zaizoluje aneuryzma od tepny. Správné umístění flow diverteru je náročné a vyžaduje zručnost s velkým množstvím praxe. Flow diverterů je vícero typů. Například krytý stent the Willis Covered Stent (od MicroPort Medical Company, Šanghai, Čína), nebo pletené síťované stenty jako the Silk Flow Diverter (od Balt Extrusion, Montmorency, Francie) a the Pipeline Embolization Device (PED od ev3, Irvine, Kalifornie) (Zhao, 2018, s. 23). PED byl schválen v roce 2011 a od té doby je nejužívanějším flow diverterem. PED je samoexpandibilní pletený síťovaný stent obsahující platinu, wolfram, kobalt, chrom a nikl. Po rozhodnutí léčby s pomocí flow diverteru je nutné, aby pacient podstoupil antiagregační léčbu podle daného pracoviště. Z tohoto důvodu se PED ve většině případech používá pro léčbu nerupturovaných intrakraniálních aneuryzmat, ale někdy i pro prasklá aneuryzmata, pokud se PED ukáže jako nejlepší metoda (Patel et al., 2017, s. 1-10). Ve studii z roku 2013 bylo léčeno pomocí flow diverteru 1451 pacientů. Úspěšné provedení zákroku bez následků se povedlo u

76%, morbidita se týkala 5% a mortalitu postihlo 4% pacientů (Shin et al., 2020, s. 138). Fusiformní aneuryzmata nejsou příliš častá. Jejich výskyt je kolem 3-13% ze všech IA. Kvůli jejich chybějícímu zřetelnému krčku není jejich léčba jednoduchá. Jsou spojeny s vyšší mortalitou a větším rizikem opakujícího se krvácení. PED je skvělým řešením pro léčbu rupturovaných i nerupturovaných fusiformních aneuryzma, u kterých bylo vyloučena možnost léčby pomocí clippingu, nebo coilingu. Do jedné ze studií, ve které sledovali léčbu fusiformních aneuryzmat pomocí zavedení PED, bylo zahrnuto 29 pacientů se 30 aneuryzmaty. U 76% se projevila léčba flow diverterem jako účinná. Neurologické komplikace se objevily u 26,7% osob. Mortalita byla 3,4% a morbidita 6,7%. Aplikování flow diverteru při léčbě fusiformních aneuryzmat je efektivní metodou, přesto úspěšnost je nižší než u vakovitých aneuryzmat vzhledem k povaze fusiformních IA (Griffin et al., 2020). V analýze, která srovnává použití flow diverteru s léčbou pomocí coilů, bylo zahrnuto 9 studií se 863 nemocnými osobami. Coiling je nejrozšířenější endovaskulární metodou s vysokou mírou úspěšnosti, přesto u některých aneuryzmat, například gigantických se objevuje značné množství recidivy. V analýze oba druhy metod vykazovaly stejné míry komplikací, mortality a morbidity. Naopak u flow diverteru byla oproti coilingovému léčení větší míra kompletní okluze. Flow diverter se tak v dnešní praxi stává u složitěji léčitelných aneuryzmat preferovanou metodou (Zhou et al., 2015, s. 640-644). Flow divertery se neustále vyvíjí. Jedním z posledních, který spadá do nejnovější generace flow diverterů je Derivo Embolisation Device. Ten byl navržen tak, aby snížil tření mezi dráty a také riziko tromboembolických komplikací. Ve studii prokázal dobré výsledky a jeho případné běžné zapojení do endovaskulární léčby na specializovaných pracovištích, se ukáže časem (Daglioglu et al., s. 30-34).

3.7 Léčba tekutými embolizačními materiály

Onyx je tekutý embolizační materiál složený z ethylenvinylalkoholu, kopolymeru a dimethylsulfoxidu s tantalovým práškem. Při výkonu je naplněn remodelační balónek, který utěsňuje prostor v blízkosti krčku aneuryzmatu, zatímco je Onyx aplikován do vaku aneuryzmatu. Onyx se pak uvnitř vaku přemění na houbovitou tuhou hmotu. Nyní se tato metoda používá především pro intrakraniální arteriovenózní malformace (Zhao et al., 2018, s. 24)

4 Komplikace spojené s léčbou intrakraniálních aneuryzmat

I když jsou současné léčebné metody intrakraniálních aneuryzmat pomocí intervenční radiologie považovány za bezpečné a efektivní, přesto je s výkony spojeno několik možných komplikací (Ahn et al., 2017, s. 162)

Hydrocefalus je zvýšené hromadění mozkomíšního moku v dutinách mozku. Jedná se o jednu z hlavních komplikací po subarachnoidálním krvácení. Dělí se na akutní a chronický. Akutní hydrocefalus se objevuje do prvního týdne od začátku SAK. Chronický hydrocefalus přichází nejdříve až po 1 měsíci. Až ve 45% případů se z akutního hydrocefalu stane chronický. V polovině případů akutní sám vymizí. Pravděpodobnost vyvinutí chronického hydrocefalu je po coilingu cca 19,2% (Zhao et al., 2018, s. 23, Kalvach et al., 2010, s. 401)

Komplikace spojené se zavedením spirál jsou způsobeny především jejich samovolným pohybem. Nejčastěji migrace spirál nastává při provádění samotného výkonu. V některých případech tato komplikace může způsobit infarkt, nebo ucpání tepny. Pravděpodobnost nechtěného pohybu spirál je 2,3% (Zhao et al., 2018, s. 23)

Komplikace spojené se zavedením stentů vznikají především kvůli nesprávnému posunutí stentu, poraněním cév, nebo tromembolických potíží. U nich je pravděpodobnost vzniku 10%. Z tohoto důvodu musí pacient podstupující léčbu pomocí stentu zároveň projít antiagregační léčbou před zákrokem i po něm. Pravděpodobnost morbidity u použití stentu je 5%. Zatímco mortalita je u 3% nemocných osob (Ahn et al. 2017, s. 163, Zhao et al., 2018, s. 23).

Opožděná ruptura aneuryzmatu hrozí u provedení endovaskulární léčby za pomoci flow diverteru. Prasknutí aneuryzmatu přímo při výkonu je hemoragickou komplikací. Rupturu může způsobit neopatrná manipulace s vodičem, spirálou nebo mikrokatétrem (Procházka et al., 2012, s. 173, Zhao et al., 2018, s. 23).

Vazospasmus je křečovitě zúžení tepny. Tato komplikace se objevuje po subarachnoidálním krvácení. Také může nastat po hrubším zacházení s endovaskulárními materiály uvnitř tepny. Objevuje se častěji u chirurgické léčby intrakraniálních aneuryzmat, než u coilingu (Zhao et al., 2018, s. 23).

Dalšími komplikacemi může být hematoma v místě, které potřebujeme pro tepenný přístup, nebo disekce tepny (Procházka et al., 2012, s. 173). Pravděpodobnost ischemické příhody po uzávěru mateřské tepny je až 2%, i přesto že pacienti předtím zvládli v pořádku test dočasného uzavření mateřské tepny za pomoci balónku (Krajina, Peregrin, 2005, s. 418).

Do studie, která se zabývala komplikacemi spojenými s endovaskulárním léčbou vakovitých intrakraniálních aneurysmat, bylo zahrnuto 436 případů. Komplikace se objevily u 14%. Ruptura aneurysmatu během provádění výkonu nastala u 8% pacientů. Tromboembolické komplikace se objevují běžně během coilingu u 8-28% případů, avšak v této studii tyto komplikace nastaly jen v 5%. U 0,9% pacientů přišlo opětovné krvácení v méně než 24 hodinách. Embolizace coilů je poměrně hodně rozšířená metoda léčení intrakraniálních aneurysmat. Přesto komplikace nejsou zanetbatelné, převážně u rupturovaných aneurysmat se SAK (Ahn et al., 2017, s. 162- 170).

5 Úloha radiologického asistenta

Při intervenčních výkonech má radiologický asistent důležitou roli ve zdravotnickém týmu. Musí mít přehled o anatomii člověka, o prováděných výkonech a jejich způsobech provedení, aby mohl patřičně reagovat při vyskytnutí komplikací a nečekaných situací. Radiologický asistent musí dobře znát používaný materiál, tak aby mohl asistovat lékaři v případě potřeby. Samozřejmostí je přesné nastavování parametrů a ovládání přístrojů, jako je C-rameno. Důležitý je také empatický přístup k pacientům a skvělá spolupráce se zdravotními sestrami a lékaři. Radiologický asistent je zodpovědný i za úpravy výsledných obrazu a dat v rámci postprocessingu, které následně posílá do systému PACS (Kozák et al., 2012, s. 63-64).

Závěr

Možnosti léčby intrakraniálních aneuryzmat metodami intervenční radiologie zahrnuje několik technik, které jsou neustále vyvíjeny a zdokonalovány. V první část této bakalářské práce je popsán přehled různých druhů aneuryzmat. Intrakraniální aneuryzmata mohou mít různé tvary i velikosti. To je důležitý aspekt při rozhodování o následném způsobu ošetření aneuryzmatu. Výskyt intrakraniálních aneuryzmat se uvádí kolem 2-3,2%, kdy ženy trpí tímto onemocněním 2 krát častěji než muži. Velká část postižených osob vůbec netuší, že mají v mozku aneuryzma. Některá aneuryzmata jsou asymptomatická a nezpůsobují žádné potíže až do jejich možné ruptury. To se netýká gigantických aneuryzmat, které mohou utlačovat okolní struktury a mohou způsobovat migrózní bolesti hlavy a nevolnosti, popřípadě další neurologické problémy. Největší problém u intrakraniálních aneuryzmat je riziko jejich ruptury a následné subarachnoidální krvácení. SAK je život ohrožující stav pacienta. Záleží pak na rozsahu postižení a velikosti krvácení. SAK má vysokou mortalitu i morbiditu. Kolem 10-15% osob se SAK se ani nedostane lékařského ošetření a velmi rychle umírají. I přes rychlý zásah zdravotnického personálu, ale nemá pacient vyhráno. Další část osob umírá kvůli SAK během prvních 24 hodin a pak i následujících 30 dní i přes adekvátní ošetření. Největší riziko mortality a morbidity je u gigantických aneuryzmat. Každoročně praskne kolem 1% všech intrakraniálních aneuryzmat. Ve druhé části této bakalářské práce je popsána základní diagnostika aneuryzmat. Jako první je vždy nařízeno nativní CT s následnou CT angiografií při podezření na SAK. Jako zlatým standartem je označována digitální subtrakční angiografie pro její senzitivitu vyšetření. Ale v dnešní praxi spíše slouží jako přídavná vyšetřovací metoda po negetavní CT angiografii při SAK. A je součástí následného provedení endovaskulární léčby aneuryzmat. MR a MR angiografie představují neinvazivní diagnostickou metodu, ale mají své limitace. S vývojem techniky přístrojů se začalo využívat i 3D DSA a objevilo se už i 4D DSA. Ve třetí a nejdůležitější části bakalářské práce jsou popisovány dnešní léčebné metody intrakraniálních aneuryzmat pomocí intervenční radiologie. Ty se rozdělují na rekonstrukční a dekonstrukční. Nejčastěji je využívána metoda prostého coilingu, kvůli své efektivnosti a jednoduššímu provedení oproti ostatním technikám. Tuto metodu lze využít pouze k ošetření vhodných aneuryzmat. Vzhledem k rozmanitosti a komplikovanosti některých druhů IA byly vyvinuty další techniky a pomůcky k jejich ošetření. Například speciální balónek, který pomáhá u výkonů s aneuryzmaty se širokým krčkem, kdy po svém naplnění dobře utěsňuje ústí aneuryzmatu v průběhu coilingu. Další pomůckou je stent, který je používán ve větším množství různých technik. Stent, narozdíl od balónku, zůstává na svém místě a díky tomu je nutné, aby

ošetřovaná osoba podstoupila antiagregační léčbu. Moderním stentem je flow diverter, jehož použití se velmi rozšiřuje. Klasický stent slouží ke stabilizaci spirál, zatímco flow diverter sám přemostí aneuryzma a vyřadí jej z kolaterálního oběhu. Další možností je uzavření mateřské tepny oběhu. Další možností léčby aneuryzmatu je trvalé uzavření mateřské tepny, ale tato metoda vyžaduje nejdříve test dočasného uzavření pomocí balónku. Jedná se o dekonstrukční metodu. Rozhodování pro konkrétní techniku je závislé na druhu aneuryzmatu, klinickém stavu pacienta a také na preferencích a zkušenostech jednotlivých specializačních pracovišť. Ve čtvrté části této bakalářské práce jsou popsány základní komplikace, které se mohou vyskytnout během, nebo i následně po endovaskulární léčbě. Některým z nich lze předcházet správnou přípravou pacienta, zvolením vhodném léčby a důsledné opatrnosti citlivým a zkušeným přístupem ošetřujícího personálu. V poslední části bakalářské práce je stručně shrnuta práce radiologického asistenta během intervenčních výkonů. Důležitá je dobrá proškolenost, znalost výkonů a materiál. A také úzká spolupráce s dalšími členy zdravotnického týmu podílejícího se na léčbě intrakraniálních aneuryzmat. Tato bakalářská práce je stručným přehledem možností léčby IA metodami intervenční radiologie.

Referenční seznam

AHN, Jae-Min, Jae-Sang OH, Seok-Mann YOON, Jae-Hyun SHIM, Hyuk-Jin OH a Hack-Gun BAE. Procedure-related Complications during Endovascular Treatment of Intracranial Saccular Aneurysms. *Journal of Cerebrovascular and Endovascular Neurosurgery* [online]. 2017, **19**(3) [cit. 2022-07-30]. ISSN 2234-8565. Dostupné z: doi:10.7461/jcen.2017.19.3.162

BEUING, Oliver, Anja LENZ, Aneta DONITZA, Mathias BECKER, Steffen SEROWY a Martin SKALEJ. Stent-assisted coiling of broad-necked intracranial aneurysms with a new braided microstent (Accero): procedural results and long-term follow-up. *Scientific Reports* [online]. 2020, **10**(1) [cit. 2022-07-30]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-019-57102-6

BRINJIKJI, W., Y.-Q. ZHU, G. LANZINO, H.J. CLOFT, M.H. MURAD, Z. WANG a D.F. KALLMES. Risk Factors for Growth of Intracranial Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Neuroradiology* [online]. 2016, **37**(4), 615-620 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0195-6108. Dostupné z: doi:10.3174/ajnr.A4575

CONSOLI, Arturo, Chiara VIGNOLI, Leonardo RENIERI, Andrea ROSI, Ivano CHIAROTTI, Sergio NAPPINI, Nicola LIMBUCCI a Salvatore MANGIAFICO. Assisted coiling of saccular wide-necked unruptured intracranial aneurysms: stent versus balloon. *Journal of NeuroInterventional Surgery* [online]. 2015, **8**(1), 52-57 [cit. 2022-07-30]. ISSN 1759-8478. Dostupné z: doi:10.1136/neurintsurg-2014-011466

DAGLIOGLU, Ergun, Ilkay AKMANGIT, Vedat ACIK, Fatih ALAGOZ, Bige SAYIN, Ozhan Merzuk UCKUN, Ahmet Deniz BELEN a Anil ARAT. The experience of derivoŽ embolisation device in intracranial aneurysms. *Turkish Neurosurgery* [online]. 2019 [cit. 2022-07-30]. ISSN 1019-5149. Dostupné z: doi:10.5137/1019-5149.JTN.25776-19.2

ELLIS, Jason A., Erez NOSSEK, Annick KRONENBURG, David J. LANGER a Rafael A. ORTIZ. Intracranial Aneurysm: Diagnostic Monitoring, Current Interventional Practices, and Advances. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine* [online]. 2018, **20**(12) [cit. 2022-07-30]. ISSN 1092-8464. Dostupné z: doi:10.1007/s11936-018-0695-y

VELASCO GONZÁLEZ, Aglaé, P. STRACKE, H. NORDMEYER, et al. Low rates of recanalization for wide-necked aneurysms treated with stenting after balloon-assisted coiling: combination of techniques delivers stable and improved results during follow-

up. *Neuroradiology* [online]. 2018, **60**(11), 1223-1230 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0028-3940. Dostupné z: doi:10.1007/s00234-018-2088-z

FERRIGNO, Ana S., Enrique CARO-OSORIO, Hector R. MARTINEZ, Lourdes MARTINEZ-ORDAZ a Jose A. FIGUEROA-SANCHEZ. Coiling as a Rescue Strategy for Flow Diverter Prolapse into a Giant Intracranial Aneurysm. *World Neurosurgery* [online]. 2020, **133**, 392-397 [cit. 2022-07-30]. ISSN 18788750. Dostupné z: doi:10.1016/j.wneu.2019.08.141

GARCÍA, Nelson Oswaldo Lobelo, et al. Usefulness of 3D Digital Subtraction Angiography in the Endovascular Approach of Cerebral Aneurysms.

GRANJA, Manuel F, Gustavo M CORTEZ, Pedro AGUILAR-SALINAS, et al. Stent-assisted coiling of cerebral aneurysms using the Y-stenting technique: a systematic review and meta-analysis. *Journal of NeuroInterventional Surgery* [online]. 2019, **11**(7), 683-689 [cit. 2022-07-30]. ISSN 1759-8478. Dostupné z: doi:10.1136/neurintsurg-2018-014517

GRIFFIN, Andrew, Emily LERNER, Adam ZUCHOWSKI, Ali ZOMORODI, L. Fernando GONZALEZ a Erik F. HAUCK. Flow diversion of fusiform intracranial aneurysms. *Neurosurgical Review* [online]. 2021, **44**(3), 1471-1478 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0344-5607. Dostupné z: doi:10.1007/s10143-020-01332-0

GUDELJ, Maxime, Pierre-Julien BRUYÈRE, Malek TEBACHE, Laurent COLLIGNON a Boris LUBICZ. Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms: Initial Experience in a Low-Volume Center. *Journal of the Belgian Society of Radiology* [online]. 2020, **104**(1) [cit. 2022-07-30]. ISSN 2514-8281. Dostupné z: doi:10.5334/jbsr.1918

HOSOGAI, Masahiro, Toshinori MATSUSHIGE, Koji SHIMONAGA, Tomohiro KAWASUMI, Kaoru KURISU a Shigeyuki SAKAMOTO. Stent-Assisted Coil Embolization for Ruptured Intracranial Dissecting Aneurysms Involving Essential Vessels. *World Neurosurgery* [online]. 2018, **119**, e728-e733 [cit. 2022-07-30]. ISSN 18788750. Dostupné z: doi:10.1016/j.wneu.2018.07.254

HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4

KALVACH, Pavel a kol., 2010. *Mozkové ischemie a hemoragie*, 3. přepracované vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2765-3

KATO, Naoki, Ichiro YUKI, Shunsuke HATAOKA, et al. 4D Digital Subtraction Angiography for the Temporal Flow Visualization of Intracranial Aneurysms and Vascular Malformations. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [online]. 2020, **29**(12) [cit. 2022-07-30]. ISSN 10523057. Dostupné z: doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105327

KLEINLOOG, Rachel, Nikki DE MUL, Bon H VERWEIJ, Jan Andries POST, Gabriel J E RINKEL a Ynte M RUIGROK. Risk Factors for Intracranial Aneurysm Rupture: A Systematic Review. *Neurosurgery* [online]. 2018, **82**(4), 431-440 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0148-396X. Dostupné z: doi:10.1093/neuros/nyx238

KRAJINA, Antonín, HLAVA, Antonín, 1999. *Angiografie*, Hradec Králové. Nucleus. ISBN 80-901753-6-8

KRAJINA, Antonín, PEREGRIN Jan H. a kol., 2005. *Intervenční radiologie : Miniinvazivní terapie*, Hradec Králové: Olga Čermáková. ISBN: 80-86703-08-8

KRAJINA, Antonín, Miroslav LOJÍK, Tomáš ČESÁK, et al. Endovaskulární léčba intrakraniálních aneurysmat – metodika, indikace, komplikace. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2012, **75**(5), 552-560. ISSN 1210-7859. Dostupné také z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2012-5-2/endovaskularni-lecba-intrakraniálních-aneurysmat-metodika-indikace-komplikace-38691>

KIM, Joon Hyuk, Chang Hwa CHOI, Jae Il LEE, Tae Hong LEE a Jun Kyeong KO. Endovascular treatment of ruptured tiny aneurysms. *Journal of Cerebrovascular and Endovascular Neurosurgery* [online]. 2019, **21**(2) [cit. 2022-07-30]. ISSN 2234-8565. Dostupné z: doi:10.7461/jcen.2019.21.2.67

LU, Jun, Jia-chun LIU, Li-jun WANG, Peng QI a Da-ming WANG. Tiny intracranial aneurysms: Endovascular treatment by coil embolisation or sole stent deployment. *European Journal of Radiology* [online]. 2012, **81**(6), 1276-1281 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0720048X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejrad.2011.03.005

PATEL, Purvee D., Nohra CHALOUHI, Elias ATALLAH, Stavropoula TJOUMAKARIS, David HASAN, Hekmat ZARZOUR, Robert ROSENWASSER a Pascal JABBOUR. Off-label uses of the Pipeline embolization device: a review of the literature. *Neurosurgical Focus* [online]. 2017, **42**(6) [cit. 2022-07-30]. ISSN 1092-0684. Dostupné z: doi:10.3171/2017.3.FOCUS1742

PIEROT, Laurent a Ajay K. WAKHLOO. Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms. *Stroke* [online]. 2013, **44**(7), 2046-2054 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0039-2499. Dostupné z: doi:10.1161/STROKEAHA.113.000733

PHAN, Kevin, Ya R. HUO, Fangzhi JIA, Steven PHAN, Prashanth J. RAO, Ralph J. MOBBS a Alex M. MORTIMER. Meta-analysis of stent-assisted coiling versus coiling-only for the treatment of intracranial aneurysms. *Journal of Clinical Neuroscience* [online]. 2016, **31**, 15-22 [cit. 2022-07-30]. ISSN 09675868. Dostupné z: doi:10.1016/j.jocn.2016.01.035

PROCHÁZKA, Václav, ČÍŽEK, Vladimír a kol., 2012. *Vaskulární diagnostika a intervenční výkony*, Praha: Maxford. ISBN 978-80-7345-284-1

SHIN, Dong-Seong, Christopher P. CARROLL, Mohammed ELGHAREEB, Brian L. HOH a Bum-Tae KIM. The Evolution of Flow-Diverting Stents for Cerebral Aneurysms; Historical Review, Modern Application, Complications, and Future Direction. *Journal of Korean Neurosurgical Society* [online]. 2020, **63**(2), 137-152 [cit. 2022-07-30]. ISSN 2005-3711. Dostupné z: doi:10.3340/jkns.2020.0034

SOLOMON, Caren G., Michael T. LAWTON a G. Edward VATES. Subarachnoid Hemorrhage. *New England Journal of Medicine* [online]. 2017, **377**(3), 257-266 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJMc1605827

RENOWDEN, S.A., V. BENEŠ, M. BRADLEY a A.J. MOLYNEUX. Detachable coil embolisation of ruptured intracranial aneurysms: A single center study, a decade experience. *Clinical Neurology and Neurosurgery* [online]. 2009, **111**(2), 179-188 [cit. 2022-07-30]. ISSN 03038467. Dostupné z: doi:10.1016/j.clineuro.2008.09.026

VELASCO GONZÁLEZ, Aglaé, P. STRACKE, H. NORDMEYER, et al. Low rates of recanalization for wide-necked aneurysms treated with stenting after balloon-assisted coiling: combination of techniques delivers stable and improved results during follow-up. *Neuroradiology* [online]. 2018, **60**(11), 1223-1230 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0028-3940. Dostupné z: doi:10.1007/s00234-018-2088-z

VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.

WANG, Fei, Xun CHEN, Yong WANG, Peng BAI, Huan-zhi WANG, Tao SUN a Hua-lin YU. Stent-assisted coiling and balloon-assisted coiling in the management of intracranial aneurysms: A systematic review & meta-analysis. *Journal of the Neurological*

Sciences [online]. 2016, **364**, 160-166 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0022510X. Dostupné z: doi:10.1016/j.jns.2016.03.041

ZHAO, Junjie, Hao LIN, Richard SUMMERS, Mingmin YANG, Brian G. COUSINS a Janice TSUI. Current Treatment Strategies for Intracranial Aneurysms: An Overview. *Angiology* [online]. 2018, **69**(1), 17-30 [cit. 2022-07-30]. ISSN 0003-3197. Dostupné z: doi:10.1177/0003319717700503

ZHOU, Geng, Yue-Qi ZHU, Ming SU, Kai-Di GAO a Ming-Hua LI. Flow-Diverting Devices versus Coil Embolization for Intracranial Aneurysms: A Systematic Literature Review and Meta-analysis. *World Neurosurgery* [online]. 2016, **88**, 640-645 [cit. 2022-07-30]. ISSN 18788750. Dostupné z: doi:10.1016/j.wneu.2015.11.007

Seznam zkratek

ATENA	Analysis of Treatment by Endovascular approach of Non-rupted aneurysms
BAC	balloon-assisted coiling
CLARITY	Clinical and Anatomical Results in the Treatment of Ruptured Intracranial Aneurysms
CT	výpočetní tomografie
CTA	angiografie pomocí výpočetní tomografie
DSA	digitální subtrakční angiografie
IA	intrakraniální aneuryzma
F	French (jednotka velikosti katétru)
GDC	Guglielmi detachable coils
GSC	Glasgow Coma Scale
MIP	Maximum Intensity Projection
MR	magnetická rezonance
MRA	angiografie pomocí magnetické rezonance
PACS	Picture Archiving and Communication System
PED	pipeline embolization device
SAC	stent-assisted coiling
SAK	subarachnoidální krvácení
VRT	Volume Rendering Techniques
WFNS	World Federation of Neurosurgical Societies

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Klinická klasifikace závažnosti SAK dle Hunta a Hess.....	12
Tabulka č. 2 Klinická klasifikace závažnosti SAK dle World Federation of Neurological Societies.....	13