

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Michaela Štorková

**Možnosti endovaskulární léčby při postižení tepen
femoropopliteální oblasti**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Jiří Kozák

Olomouc 2020

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

Olomouc 15. června 2020

Podpis autora

Chtěla bych poděkovat panu MUDr. Jiřímu Kozákovi za odborné vedení práce. Také děkuji rodině a svému blízkému okolí za podporu a zázemí, díky kterému jsem mohla práci dokončit.

Anotace

Typ závěrečné práce:	Bakalářská práce
Téma práce:	Možnosti vaskulárních intervencí při léčbě postižení dolních končetin
Název práce:	Možnosti endovaskulární léčby při postižení tepen femoropopliteální oblasti
Název práce v AJ:	Possibilities of endovascular treatment in peripheral artery disease of femoropopliteal arteries
Datum zadání:	2020-11-22
Datum odevzdání:	2020-15-06
Vysoká škola, fak., ústav:	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod

Autor práce:	Štorková Michaela
Vedoucí práce:	MUDr. Jiří Kozák
Oponent práce:	MUDr. Vojtěch Prášil

Abstrakt v ČJ: Bakalářská práce je teoretická – přehledová. Zabývá se endovaskulární léčbou femoropopliteálních tepen postižených aterosklerózou, akutní a chronickou končetinovou ischemií. V kapitolách jsou postupně popsány indikace, kontraindikace, technické provedení, možné komplikace a výsledky klinických studií metod perkutánní transluminární angioplastiky, stentování, lokální trombolýzy, perkutánní aspirační trombektomie a subintimální rekanalizace.

Abstrakt v AJ: The bachelor thesis is theoretical – summarizing. This thesis deals with endovascular treatment of femoropopliteal arteries affected by atherosclerosis, acute and chronic lower limb ischaemia. In chapters there are gradually described indications, contraindications, technical implementation, possible complications and results of the clinical studies of methods percutaneous transluminal angioplasty, stenting, local thrombolysis, percutaneous aspiration thrombectomy and subintimal recanalization.

Klíčová slova v ČJ: ateroskleróza, ICHDK, endovaskulární léčba, perkutánní transluminální angioplastika, PTA, balónková angioplastika, stenty, léčivem potažené balónky, léčivem potažené stenty, trombolýza, PAT, perkutánní aspirační trombektomie, subintimální rekanalizace, aterektomie, kryoplastika, cutting balloon angioplastika

Klíčová slova v AJ: atherosclerosis, peripheral arterial disease, endovascular treatment, percutaneous transluminal angioplasty, PTA, balloon angioplasty, bare metal stent, drug-coated balloons, drug-eluting stents, PAT, percutaneous aspiration thrombectomy, subintimal recanalization, atherectomy, cryoplasty, cutting balloon angioplasty

Rozsah: 61/8

Obsah

Úvod.....	8
1 Anatomie, patofyziologie a vyšetřovací metody	10
1.1 Anatomie femoro-popliteální oblasti	10
1.2 Histologická stavba tepen	11
1.3 Ateroskleróza, ischemická choroba dolních končetin a stavy vedoucí k vaskulárním intervencím	12
1.4 Vyšetření a zobrazovací metody	15
1.5 TASC klasifikace tepenných lézí femoropopliteální oblasti	16
2 Endovaskulární intervence.....	18
2.1 Příprava pacienta před cévním intervenčním výkonem.....	18
2.2 Intervenční sál.....	20
2.3 Seldingerova technika	21
2.4 Úloha radiologického asistenta na intervenčním pracovišti	21
3 Perkutánní transluminální angioplastika (PTA).....	23
3.1 Technika provedení PTA.....	23
3.2 Komplikace PTA.....	25
3.3 PTA léky potaženými balonky	26
3.4 Výsledky léčby PTA.....	27
3.5 Výsledky léčby PTA pomocí DCB	27
4 PTA s implantací stentu	29
4.1 Technické provedení implantace stentu	30
4.2 Implantace potažených a farmaka uvolňujících stentů	33
4.3 Komplikace při implantaci stentu	33
4.4 Výsledky implantace BMS	35
4.5 Výsledky implantace DES	36
5 Subintimální rekanalizace	37
5.1 Technika SIR.....	37
5.2 Komplikace SIR.....	37
5.3 Výsledky léčby SIR.....	37
6 Lokální trombolýza.....	39
6.1 Trombolytika používané při trombolýze.....	40
6.2 Technika provedení trombolýzy	41
6.3 Komplikace trombolýzy	42

6.4	Výsledky trombolýzy.....	42
7	PAT – Perkutánní aspirační trombektomie	43
7.1	Technické provedení PAT	43
7.2	Komplikace PAT.....	43
7.3	Výsledky PAT.....	43
8	Další možnosti endovaskulární intervenční léčby	44
8.1	Aterektomie	44
8.2	Kryoplastika.....	45
8.3	„Cutting-balloon“ angioplastika.....	45
	Závěr	46
	Seznam použitých zdrojů	48
	Seznam zkratk.....	56
	Seznam příloh	57
	Přílohy.....	58

Úvod

Intervenční radiologie byla vyvinuta z moderních metod diagnostické angiografie. Počátky moderní intervenční radiologie jsou v 50. letech ve Švédsku, kdy se perkutánní katetrizace v roce 1953 zavedla pomocí Seldingerovy techniky a začal vývoj radiokontrastních katétrů. Švédsko se díky tomuto objevu v 50. a 60. letech minulého století stalo kolébkou intervenční radiologie a lékaři celého světa se od švédských radiologů jezdili učit. Českoslovenští radiologové vzhledem k politické situaci však museli spoléhat jen na dostupnou literaturu. (Krajina, 2005, s. 27)

Vaskulární intervence jsou miniinvazivní léčebné postupy prováděné na samotném cévním systému nebo jeho nápomocí. Intervenční výkony cévního řečiště v dolních končetinách se dělí na rekanalizační a rekonstrukční výkony. V této práci se budu věnovat perkutánní transluminární angioplastice (zkratka PTA), stentování, subintimální rekanalizaci, trombolýze a perkutánní aspirační trombektomii. Tyto výkony patří mezi rekanalizační. (Heřman, 2005, s. 277)

Cíle této bakalářské práce:

1. Cíl: Shrnutí poznatků o ateroskleróze, ischemické chorobě dolních končetin a příčinách těchto onemocnění.
2. Cíl: Zesumarizovat obecné informace o endovaskulárních intervencích.
3. Cíl: Popsat roli radiologického asistenta na pracovišti intervenční radiologie.
4. Cíl: Popsat vybrané endovaskulární intervence a jejich úspěšnost.

K sepsání této bakalářské práce byla prostudována následující literatura:

- VOMÁČKA, Jaroslav. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4508-3.
- KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN. Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. ISBN 80-86703-08-8.
- KRAJÍČEK, Milan, 2007. Chirurgická a intervenční léčba cévních onemocnění. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-0607-8.

Pro psaní této bakalářské práce jsem po prostudování výše zmíněných knižních publikací použila elektronické informační zdroje, články českých i zahraničních recenzovaných časopisů a výsledky randomizovaných studií. Bylo použito 27 článků

dohledaných na elektronických zdrojích MEDLINE, MEDVIK, EBSCOhost, dále časopisů z knihovny Fakulty zdravotnických věd a Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Pro tvorbu práce jsem také použila 11 knižních titulů, které byly primárními zdroji přehledových článků.

1 Anatomie, patofyziologie a vyšetřovací metody

1.1 Anatomie femoro-popliteální oblasti

Arteria femoralis, stehenní tepna, je pokračováním arteria iliaca externa, vnější pánevní tepny, po průchodu pod ligamentum inguinale v lacuna vasorum. Prochází mezi musculus iliopsoas a musculus pectineus do canalis adductorius. Průběh stehenní tepny se dělí na 3 úseky. První, v trigonum femorale a fossa iliopectinea, druhý úsek, kdy se arteria femoralis dostává pod musculus sartorius a třetí úsek v canalis adductorius, který končí vyústěním tepny v hiatus adductorius, odkud stehenní tepna pokračuje jako zákolenní tepna, a. poplitea. Ve svém průběhu vydává následující větve, zásobující svaly stehna: Arteria epigastrica superficialis, arteria circumflexa ilium superficialis. Větve arteriae pudendae externae, odstupující pod předchozími, zásobují zevní pohlavní orgány. Mezi musculus adductor longus a musculus adductor magnus odstupuje z arteria femoralis arteria profunda femoris, ze které odstupují větve: Arteria circumflexa medialis pro kyčelní kloub a adduktory a flexory stehna, arteria circumflexa femoris lateralis, zásobující m. quadriceps femoris a arteriae perforantes, které zásobují zadní stranu stehna – adduktory a flexory. Poslední větví stehenní tepny je arteria genus descendens, zásobující přední svaly stehna a kolenní kloub. (Čihák, 2004, s. 119-123)

V intervenční angiologii se používají často topografické názvy femorální tepny. Topograficky se arteria femoralis rozděluje na pars proximalis označovanou jako arteria femoralis communis a pars distalis, označovanou jako arteria femoralis superficialis (superficial femoral artery, SFA). Tyto dvě části rozděluje odstup arteria profunda femoris, hluboké stehenní tepny. (Roztočil, 2017, s. 29)

Arteria poplitea je pokračováním arteria femoralis po průchodu hiatus adductorius. Dostává se do zákolenní jámy, fossa poplitea, a probíhá mediálně uložena od vena poplitea a nervus tibialis hluboko při kloubním pouzdru. Proti uskřinutí v krajní flexi kolene je chráněná zvláštní úpravou cévní stěny, kdy v tunica media je redukována svalovina a nahrazena elastickými membránami, a dále je stěna tepny spojena pruhy vaziva s vena poplitea a spolu tvoří vasa poplitea, zákolenní cévní svazek, zabudovaný spolu s nervus tibialis do tukového vaziva zákolenní jámy. Zákolenní tepna zásobuje svaly v zákolenní jámě a jejím okolí a kolenní kloub.

Articulatio genus, kloub kolenní, je zásobován z větví rete articulare genus a rete patellae.

Arteria poplitea končí distálně od musculus popliteus rozdělením na větve arteria tibialis anterior, přední holenní tepnu, a arteria tibialis posterior, zadní holenní tepnu. Arteria tibialis posterior, přímé pokračování kmene arteria poplitea, vydává krátce po rozdělení větev arteria fibularis, lýtkovou tepnu. (Čihák, 2004, s. 123-137)

Tepny arteria tibialis anterior, arteria tibialis posterior a arteria fibularis jsou hlavními odtokovými tepnami bérce. (Roztočil, 2017, s. 32-33)

1.2 Histologická stavba tepen

Většina cév, kromě některých terminálních úseků, se skládá ze tří vrstev. Vrstva nejbližší krvi se nazývá tunica intima, střední vrstva – tunica media a povrchová vrstva – tunica adventicia, neboli externa. Podle převážné stavby ve střední vrstvě rozlišujeme tepny elastického a svalového typu. Tepny dolních končetin se řadí mezi tepny svalového typu.

Vnitřní vrstvu, tunicu intimu, tvoří endotel a tenká vrstva subendotelového vaziva. Endotel se skládá z jedné řady plochých buněk, tvořící výstelku cévy a představující bariéru mezi intravaskulárním a extravaskulárním prostorem. Vnitřní a střední vrstvu odděluje výrazná elastická membrána, membrána elastica interna. Střední vrstvu, tunicu medii, tvoří do kruhu uspořádané vrstvy svalových buněk. Buňky jsou uloženy cirkulárně a podélně, podle kalibru arterie ve 4 až 40 vrstvách. Vrstvy tunica media a tunica adventicia odděluje membrána elastica externa, tvořena elastickými vlákny. Tunica adventicia, vnější vrstva je tvořena fibroelastickými vlákny s vazivem, jejichž průběh je převážně longitudinální. (Lichnovský, 2009, s.10; Lüllmann-Rauch, 2012, s.212-216)

1.3 Ateroskleróza, ischemická choroba dolních končetin a stavy vedoucí k vaskulárním intervencím

Ateroskleróza

Ateroskleróza je chronické onemocnění tepen projevující se hromaděním lipidů, krevních elementů a fibrózní tkáně v tunica intima cév, kdy se projeví i změnami stavby v tunica media. (Fialová, 1995, s.92-98) Dochází k zúžení a nepravidelnosti kontur lumina cév, ke změnám rychlosti toků a může dojít až k úplnému uzavření tepny, na které tělo reaguje vytvořením kolaterálního oběhu. (Heřman, 2014, s.264)

Začíná v tepenné stěně, ve které se usazují lipidové částice kolující v krevním oběhu v nadbytku a obsahující alipoprotein B – obzvláště LDL částice. Tyto elementy v cévní stěně jsou následně pozměňovány a napadány, například kyslíkovými radikály a tím pádem se stávají pro náš organismus cizorodým materiálem. Na cizorodý materiál v těle reaguje imunitní systém a spouští reakci, kdy jsou LDL částice fagocytovány monocyty, které se aktivují na makrofágy a ty se dále přemění na postupně umírající pěnové buňky. Tento děj se projevuje nejprve funkčními poruchami v tunica intima cévní stěny a následně vzniká postupně se šířící aterosklerotický plát který zužuje lumen tepny. (Roztočil, 2017, s.113-114)

Obvykle se aterosklerotický plát vyvíjí dvěma způsoby. Prvním způsobem je jeho destabilizace a následný vznik trombu. Tento problém může cévu uzavřít a způsobit tím poškození tkáně, kterou ona tepna zásobuje, což má fatální klinické následky. Druhým způsobem vývoje plátu je jeho tzv. spontánní zajizvení, zvápenatění. Plát se tedy stabilizuje a postupně uzavírá tepnu. Tento proces je méně dramatický, jelikož při postupnosti uzavírání se mohou uplatnit kompenzační mechanismy jako dilatace tepny, vývoj kolaterálního řečiště nebo perocnidioning, což je neúplně objasněný jev metabolických změn na celulární a subcelulární úrovni. (Roztočil, 2017, s. 114)

Nestabilní pláty jsou hlavní příčinou infarktů myokardu, cévních mozkových příhod, kritické ischemie dolních končetin a v důsledku mohou člověka trvale invalidizovat. Proto je nutné tyto pláty včas detekovat a to i zobrazením pomocí neinvazivních zobrazovacích metod jako je ultrazvuk, CT či magnetická rezonance. (Roztočil, 2017, s.114)

Existují dva aspekty vzniku a progresu aterosklerotických změn. Prvním aspektem je působení krevní plazmy přes endotelovou výstelku na cévní stěnu nadbytkem aterogenních lipoproteinových částic, glukózy, zánětlivých faktorů a aktivovaných monocytů. Druhým aspektem jsou obranné mechanismy samotné cévní stěny, kdy se jimi může porušit endotel i například vasa vasorum, drobné malé cévy vyživující stěnu velkých tepen. Hostilitou plazmy jsou narušovány a původně funkční přizpůsobení mohou plát destabilizovat a přispějí tak k vzniku infarktu, cévní mozkové příhody či ischemie. (Roztočil, 2017, s.114)

Je všeobecně známo, že sklony k ateroskleróze jako k ostatním kardiovaskulárním onemocněním mají více muži, než ženy. Dalšími neovlivnitelnými rizikovými faktory jsou věk, genetické predispozice a etnický původ. Faktory, které lze ovlivnit jsou kouření, vysoký krevní tlak, vysoký krevní LDL cholesterol či nízký HDL cholesterol a diabetes mellitus, převážně 2. typu. Obecně lze říci, že nezdravý životní styl zvyšuje riziko kardiovaskulárních chorob a tedy i aterosklerózy. (Roztočil, 2017, s.115)

Ischemická choroba dolních končetin

ICHDK patří mezi časté onemocnění, kdy nejčastější příčinou je přibližně v 90 % právě výše zmíněná ateroskleróza. (Chochola, 2004, s.11)

U ischemické choroby dolních končetin byl dokázán silnější vztah k rizikovým faktorům kouření a k diabetes mellitus s inzulínovou léčbou, než u koronárních a mozkových tepen jako je např. dysbetalipoproteinemie, která se projevuje hromaděním renamntních lipoproteinů. Tepny dolních končetin jsou také náchylnější k poruchám hromadění lipidů. (Roztočil, 2017, s.113)

V mnoha případech je ICHDK považována přímo za aterotrombotický syndrom, kdy při něm dochází k zhoršujícímu se zužování tepen dolních končetin. Rizikové faktory ischemické choroby dolních končetin se shodují s rizikovými faktory aterosklerózy a kardiovaskulárních chorob obecně. (Musil, 2007, s.170)

Lumen tepny se progresivně zužuje, či uzavírá aterosklerotickými pláty, nebo v případě aterotrombotického syndromu – nasedajícími destičkovými tromby. Méně častou příčinou bývají zánětlivé procesy cévní stěny či embolie. (Musil, 2007, s.170)

Nejčastějšími symptomy jsou námahové bolesti, intermitentní klaudikace, méně časté jsou klidové bolesti dolních končetin, u pacientů s kritickou ischemickou chorobou dolních končetin může dojít k vředovatění končetiny až k vytvoření nekrotické tkáně, gangrény. (Musil, 2007, s.170; Kumar, 2005, s.805)

Prvním příznakem u předtím bezpříznakových pacientů bývají právě intermitentní klaudikace. Při námaze, obvykle při chůzi, se pacient trpí nesnesitelnými křečemi, které po zastavení obvykle vymizí. Křečovitě bolesti jsou tak velké, že se nemocný není schopen znovu rozejít. Často jsou symptomy horší při chůzi do kopce. V klidu se tyto křeče nedostavují. Obvykle postihují obě končetiny, v jedné ale bývá obvykle bolest intenzivnější. Bolesti v klidu jsou popisovány jako vážné nepřestávající bolesti v noze, které pacientovi znemožňují spát. K částečné úlevě dochází chlazením končetiny. (Kumar, 2005, s.805-806; Musil, 2007, s.170)

Klidové bolesti jsou popisovány jako vážné nepřestávající bolesti v noze, které pacientovi znemožňují spánek. K částečné úlevě dochází zchlazením končetiny. (Kumar a Clark, 2005, s.805)

Ischemická choroba dolní končetiny může být chronická, nebo akutní.

Akutní kritická končetinová ischemie je urgentní stav vyvolaný náhlým uzávěrem lumen tepny trombózou, embolií, či jinou mechanickou příčinou. (Musil, 2007, s.170)

Při léčbě tohoto onemocnění je cílem snížit kardiovaskulární morbiditu a mortalitu agresivním zásahem do rizikových faktorů. Základní pilíř neinvazivní léčby je podávání antiagregačních léků jako jsou aspirin či clopidogrel, léků s vazodilatačním účinkem a statinů. Další možností konzervativní léčby jsou rehabilitační postupy, kterými lze klaudikace oddálit až o 150 %. Pokud tyto konzervativní postupy ztrácí svou efektivnost, popřípadě dochází k významné progresi onemocnění, při vhodném anatomickém umístění postižení přichází v úvahu indikace právě intervenční léčby, či chirurgického výkonu. Při chronických komplikacích se nejčastěji z intervenčních metod volí PTA či stentování, u akutní končetinové ischemie lze použít trombolýzu, perkutánní aspirační trombektomii či mechanickou trombektomii. (Musil, 2007, s.170)

Trombóza

Trombóza je intravitální srážení krve v cévách. Patří mezi místní poruchy krevního oběhu. Trombus může být obturační, který zcela uzavírá lumen cévy, nebo nástěnný trombus, který lumen cévy pouze zužuje. (Mačák, 2002, s.60) Odrhne-li se trombus z cévní stěny, vytvoří se tzv. embolus, vmetek. (Mačák, 2012, s.80-81)

1.4 Vyšetření a zobrazovací metody

Poměr tlaků kotník/paže (ABI index)

Ankle brachial index, poměr tlaku kotník/paže je jedním z neinvazivních vyšetření aterosklerózy. Tepny horních končetin bývají aterosklerózou nejméně poškozovány, proto se tento index stal jednoduše kvantifikovatelným ukazatelem pro aterosklerotické změny dolních končetin. Při tomto vyšetření se stanovuje poměr mezi systolickými poměry tlaků na kotníku a paži. Pokles tohoto indexu je ve většině případů již známkou obliterujících aterosklerotických změn, může tedy předpovědět jisté riziko již u pacientů zcela bez příznaků. (Roztočil, 2017, s. 114-125)

Měří se pomocí Dopplerovského přístroje a běžného tonometru s manžetou. Nejvyšší systolický tlak arteriae tibialis posterior a arteriae dorsalis pedis je vydělen vyšším systolickým tlakem obou paží. Vypočítává se na každém kotníku zvlášť, kdy riziková hodnota ABI je menší než 0,9. Pokud se jedná o určení rizika časného postižení stěny, hodnota ABI naopak nad 1,3 – 1,4 může být významným ukazatelem budoucí hrozby kardiovaskulárních příhod, zejména tak u pacientů s diabetes mellitus nebo renálním onemocněním, popřípadě i kombinací obou onemocnění. (Roztočil, 2017, s. 125-126)

Zobrazovací metody

Co se týče zobrazovacích metod, tak rychlé a neinvazivní vyšetření tepenného řečiště zajišťuje právě použití dopplerovské ultrasonografie. Nejlépe však tepenné řečiště zobrazí diagnostická arteriografie. Dnes se uplatňuje především MRA (angiografie magnetickou rezonancí) a CTA (angiografie pomocí výpočetní tomografie). CT angiografie může na rozdíl od MR angiografie stanovit přesně významnost stenózy. V oblasti bércevého řečiště má ale výraznou limitaci, kterou jsou kalcifikace. Digitální substrakční angiografie je následně součástí perkutánních intervenčních výkonů. (Heřman, 2014, s.264)

Zobrazování pomocí CTA je také důležitým prvkem sledování stavu pacienta již po výkonu. Pacienti jsou v pravidelných intervalech sledováni a je pozorován jejich stav, možné komplikace i selhání léčby, které je možno podchytit v ranném stádiu a vyřešit je. (Heřman, 2014, s. 265)

1.5 TASC klasifikace tepenných lézí femoropopliteální oblasti

Pro zjednodušení klasifikace použití PTA, implantace stentů a dalších intervencních metod byla vytvořena klasifikace na které se shodly americké a evropské společnosti. (Peregrin, 2005, s. 92) TransAtlantic Intersociety Consensus, neboli TASC, klasifikuje čtyři typy postižení tepenných lézí podle jejich vhodnosti k léčbě endovaskulárními intervencemi.

TASC typ A

Léze je jednotlivým zúžením menším nebo rovno 10 cm na délku nebo jednotlivý uzávěr kratší 5 cm. Endovaskulární léčba je metodou volby pro postižení typu A.

TASC typ B

Léze jsou mnohočetné zúžení či uzávěry, každá je menší nebo rovna 5 cm, jednotlivá léze menší nebo rovna 15 cm, kdy se nejedná o oblast zákolenní tepny u kloubu. Dále jedno nebo více četné léze nejedná-li se o kontinuální tibiální cévy pro zlepšení přítoku pro distální bypass. Dalšími lézemi typu B jsou těžce kalcifikované okluze větší nebo rovné délce 5 cm nebo jednotlivá stenóza popliteální tepny. V těchto případech je endovaskulární léčba preferována.

TASC typ C

Léze jsou vícečetnými stenózami či uzávěry dohromady menšími než 15 cm s nebo bez velkých kalcifikací nebo vracejícími se stenózami či uzávěry., které je zapotřebí již po dvou endovaskulárních intervenčních výkonech. I když je chirurgická operace preferovaným typem léčby je zapotřebí zvážit pacientovy komorbidity, neboli přítomnosti jednoho či více poruch či chorob současně s primárním defektem. Konečné rozhodnutí provede operatér, který na základě svých zkušeností s lézemi typu B a C doporučí buď léčbu endovaskulární, nebo chirurgickou.

TASC typ D

Léze jsou klasifikovány jako chronické totální uzávěry povrchové femorální tepny, větší než 20 cm včetně tepny zákolenní, nebo chronické úplné uzávěry zákolenní tepny. Pro tento typ lézí je možností léčby chirurgická operace. (Peregrin, 2005, s.92; Pastromas, 2014)

2 Endovaskulární intervence

2.1 Příprava pacienta před cévním intervenčním výkonem

Informovaný souhlas

K provedení výkonu je nutný informovaný souhlas a spolupráce nemocného popřípadě jeho zákonného zástupce. Tento souhlas, sloužící na jednu stranu pro informování a rozhodování nemocného o možnostech léčby, na stranu druhou pro lékaře provádějícího výkon k jeho obraně, pokud vznikne stížnost na špatnou informovanost o léčbě, získává právě lékař. (Krajina, 2005, s. 27) Stává se tedy nezbytností jak legální, tak etickou. (Krajíček, 2007, s.55)

Pacient má být srozumitelně poučen o onemocnění a jeho prognóze, dalších možnostech léčby včetně jejich výhod, nevýhod a možných komplikací. Nutné je také přesné vysvětlení průběhu výkonu a obeznámení s možnými komplikacemi a riziky trvalých následků. Dále vykonávající lékař pacientovi sdělí své jméno a zodpoví dotazy. (Krajina, 2005, s. 27)

Informovaný souhlas se podepisuje pacientem, lékařem a je doporučeno podepsání svědkem. Zaznamenává se do dekurzu, nebo na samostatný formulář a musí být o něm zmíněno i v závěrečné zprávě o výkonu. (Krajina, 2005, s. 28)

Negativní reverz

Při odmítnutí doporučené léčby pacientem musí lékař vyžádat písemný negativní reverz, který se zakládá do zdravotnické dokumentace. Nemocnému jsou dále popsány možné důsledky jeho rozhodnutí. (Krajina, 2005, s. 28)

Příprava nemocného

Příprava nemocného před endovaskulárním výkonem se zaměřuje především na prevenci komplikací. Jedná se o snížení rizika trombotických komplikací a komplikací systémových jako jsou renální selhání či alergické reakce. Další nutností přípravy je získání informovaného souhlasu, či negativního reverzu. (Karetová, 2017, s. 101)

Preventivním opatřením pro vnik trombózy jak v místě intervenčního přístupu, tak v místě vlastní intervence se zajišťuje antitrombotickou medikací. Tato medikace je pacientovi podána před výkonem a při výkonu aplikací UFH v dávce 5000 jednotek

intraarteriálně či intravenózně zavaděčem umístěným v místě přístupu do tepny. Na některých pracovištích se preferují dávky přizpůsobené hmotnosti pacienta a to 100 jednotek heparinu na 1 kg hmotnosti. K antikoagulační léčbě se se přidává ještě protideštičková léčba kyselinou acetylsalicylovou. Pokud se jedná o výkon PTA s léčivem potaženým balónkem, či implantaci metalického stentu, přidává se ke kyselině acetylsalicylové některý z protideštičkových ADP inhibitorů a to v největší míře klopidogrel 75 mg denně. (Karetová, 2017, s. 101)

K prevenci možné alergické reakce je nutné odebrat podrobnou anamnézu pacienta, zda již na vyšetření pomocí kontrastní látky byl a zda se dostavila alergická reakce. Při této alergické anamnéze se podávají kortikosteroidy, např. prednison, a to 24 hodin před operací v šesti hodinových rozestupech. Pokud má pacient v anamnéze již diagnózu anafylaktického šoku po podání kontrastní jodové látky, provádí se intervenční výkon pomocí aplikace oxidu uhličitého. Preventivním opatření rizika zhoršení ledvinných funkcí je dostatečná hydratace pacienta před výkonem a po něm. (Karetová, 2017, s. 101-102)

Pacient se dostaví den předem, nebo v den plánovaného výkonu operace na oddělení intervenční radiologie. Nutné je, aby byl 3 - 4 hodiny před výkonem lačný, musí mít zkontrolovány laboratorní výsledky a také mít možnost si prohlédnout zobrazovací vyšetření. U urgentních pacientů se doporučuje příprava obdobná, včetně laboratorních vyšetření a lačnění. Sestra před výkonem zkontroluje hemokolační hodnoty – krevní obraz, hladinu trombocytů, ledvinné funkce. (Krajina, 2005, s. 28-29; Krajíček, 2007, s. 66)

Před výkonem není nutnost vysazovat léky, kromě těch antikoagulačních. Je však nutnost snížit dávku peletanu, léku na ředění krve, aby bylo INR nižší než 1,5. Běžně se pro uklidnění pacienta podává Dithiaden, nebo jiné léky pro uvonění stresu a napětí. U pacientů s alergiemi je nutné podat večer a v den výkonu ráno alergickou premedikaci, nejčastěji prednison v dávkách večer 40 mg a 6 – 9 hodin před podáním kontrastní látky 20 mg. (Krajíček, 2007, s. 66)

2.2 Intervenční sál

Hlavní součástí intervenčního sálu je angiografický přístroj, buď specializovaný, víceúčelový s C ramenem, nebo nezávislé C rameno s původním použitím pro operační sály. Specializovaný víceúčelový angiografický přístroj s předpokládaným minimálním provozem 1000 sezení za 1 rok je součástí oddělení pracovišť s vícesměnným nepřetržitým provozem. Jeho specifikacemi jsou 40 cm zesilovač či polochý panel pro periferní intervence a neurointervence nebo 30 cm zesilovač pro koronární angiografie a intervence. Víceúčelový přístroj s C ramenem obvykle najdeme v menších nemocnicích pracujících na jeden provoz. Technické a finanční požadavky na údržbu a proškolení personálu nejsou tak velké, jako při specializovaném angiografickém přístroji. Nezávislé C rameno lze použít pouze v případě, že je vybaveno 40 cm zesilovačem a to pro implantaci stentgraftu na chirurgických operačních sálech.

Angiografický stůl, na kterém leží pacient při výkonu má obvykle nosnost do 150 až 170 kg. Deska stolu je horizontálně pohyblivá, celý stůl se dá posouvat nahoru i dolů dle potřeb lékaře.

V neposlední řadě na intervenčním sále nesmí chybět tlaková stříkačka a sterilní stolek s náčiním. (Krajina, 2005, s. 70)

Intervenční sál jako i jiné sály podléhá přísným normám na kvalitu vzduchu, kterou zajišťuje obvykle přetlaková klimatizace s filtrací vzduchu. Intervenční tým prochází na sál filtrem, ve kterém se převleče do operačního úboru a omyvatelné obuvi. Součástí operačního úboru je i zástěra, plášť nebo dvoudílný komplet s nákrčníkem na štítnou žlázu, vyrobené z olovnaté gumy s ekvivalentem 0,25 – 0,5 mm olova. Jako další složky radiační ochrany personálu a pacienta se používá ochrana stíněním, ochrana vzdáleností a ochrana pomocí vzájemného postavení rentgenky a zesilovače, kdy při postavení rentgenky pod stolem a zesilovače či polochého panelu nad stolem a v boční projekci na straně personálu, je riziko záření 1,5 krát menší.

Radiologický asistent provádí důležitou funkci snižování radiační zátěže. Pro její snížení je nutné provádět skiaskopii pouze v nezbytnou dobu a používat především pulzní, nikoli kontinuální. Kontinuální skiaskopii je možno využívat jen na dobu nezbytně nutnou. Dále musí RA důsledně clonit, a dodržovat co nejkratší

vzdálenost zesilovače od objektu. Při digitální substrakční angiografii (DSA) provádět krátké scény s nejnižší možnou frekvencí snímků a u cévních výkonů používat zpoždění. (Krajina, 2005, 70-74)

2.3 Seldingerova technika

Endovaskulární výkon bývá zpravidla prováděn v lokální anestezii v aseptických podmínkách. Instrumentárium má dvě funkce, a to zajištění bezpečného přístupu do cévního řečiště a dosažení efektivní endovaskulární léčby. Přístup do cévního řečiště se provádí pomocí různě tlustých jehel pomocí Seldingerovy metody.

Seldingerova metoda je způsob zavádění jehly do cévy pomocí zaváděcího pouzdra, tzv. sheathu. Dalším používaným instrumentárium jsou diagnostické angiografické katétry, diagnostické a říditelné intervenční vodiče, dilatační balonkové katetry a stenty. (Karetová, 2017, s. 102)

2.4 Úloha radiologického asistenta na intervenčním pracovišti

Radiologický asistent (dále RA) má na intervenčním pracovišti odpovědnou a důležitou funkci. Je platným členem intervenčního týmu, který tvoří radiolog (lékař), RA a všeobecná sestra. U složitějších výkonů bývá přítomen anesteziolog, anesteziologická sestra, pomocní sanitáři a další pracovníci dle povahy a obtížnosti výkonu. Činnosti RA se odvíjí dle jednotlivých pracovišť. Všeobecně ale RA musí znát předpokládaný průběh výkonů i s jejich možnými riziky a komplikacemi, aby byl schopen včas a adekvátně reagovat. Dále musí znát posloupnost úkonů lékaře a reagovat včas na požadavky lékaře provádějícího výkon, musí se orientovat v rentgenové anatomii a znát používaný materiál. Hlavní úlohou RA je ovládnutí angiografického přístroje s injektorem, práce s C ramenem a postprocessing skiagrafického a skioskopického obrazu. V následujících odstavcích budou popsány funkce v časovém sledu.

RA bývá na některých pracovištích osobou, která s pacientem vyplňuje informovaný souhlas. Je tedy nutné, aby uměl pacienta dostatečně edukovat pacienta o druhu výkonu, co výkon obnáší, jaká spolupráce se od pacienta očekává a jaký bude předpokládaný postup léčby po výkonu. I proto je důležitá vstřícnost, empatie a porozumění pro pacienty.

Dalším krokem je příprava intervenčního sálu před výkonem. RA spolupracuje při této činnosti se zdravotní sestrou a připravuje sterilní stůl s požadovaným materiálem dle typu výkonu, asistuje lékaři při dezinfekci operačního pole, připravují infuzní sety a chystá tlakový injektor. Dalším krokem je zápis pacientových dat do angiografického přístroje a nastavení vhodných parametrů přístroje.

Dle zvyků a možností pracoviště RA zůstává v ovladovně, nebo asistuje lékaři přímo na intervenčním sále. V průběhu intervence radiologický asistent ovládá C rameno, nastavuje parametry skiaskopie, clony, frekvence snímků a na požadavek lékaře pohybuje s polohovacím stolem. Hlavním úkolem je kontrola a snižování dávky ionizujícího záření, které působí jak na pacienta, tak na vyšetřující personál a dohlížení na dodržování zásad radiační ochrany. Dále kontroluje množství kontrastní látky. Dalšími možnými úlohami RA je ovládání monitorů na kterých se pro potřeby lékaře promítají snímky či skiaskopické sekvence a ovládání tlakové stříkačky, pokud je pro daný výkon potřebná.

Po skončení výkonu RA pomáhá sestře s přípravou pacienta k převozu ze sálu. Pokud pracuje přímo na intervenčním sále, přesouvá se následovně do ovladovny a spolu s lékařem nahrává snímky z výkonu do PACSu. V neposlední řadě je důležité zaznamenat výkon do dokumentace sálu a vykázat jej v nemocničním informačním systému a pro pojišťovnu.

Ke všem těmto činnostem má RA způsobilost. Záleží však na zvycích a možnostech pracoviště, jak asistenta vytíží a jak úkony rozloží mezi celý intervenční tým. (Vomáčka, 2015, s. 24-25, s.58-66; Krajina 2005, s. 73-74)

3 Perkutánní transluminální angioplastika (PTA)

PTA je rekanalizační metoda vaskulárních intervencí, kdy se za pomoci speciálního balónkového katetru léčí stenózy a uzávěry cév. Princip metody je v mechanické dilataci poškozeného stenotického, nebo uzavřeného úseku pomocí zmíněného balónku. Při indikaci k PTA je třeba zvážit, jestli efekt převažuje riziko výkonu. Zpravidla se k balónkové dilataci končetinových tepen indikují pacienti s intermitentními klaudikacemi, klidovými bolestmi končetiny, nehojícími se vředy a gangrénou. Dalšími indikacemi jsou výkony, které mají za cíl zlepšit vtokovou část tepny před plánovaným chirurgickým by-passem a stenózou anastomóz by-passů. (Heřman, 2014, s. 278)

Mezi absolutní kontraindikace PTA patří nestabilní stav pacienta a stenóza, která je hemodynamicky nevýznamná. Mezi relativní kontraindikace patří nadměrná délka okluze, nebo stenózy. (Heřman, 2014, s. 278)

Při přípravě pacienta k vyšetření je nutné, aby měl hodnoty INR, APTT a počet trombocytů v normě. Dále pacient přichází k výkonu lačný, avšak dobře hydratovaný. Alergiky je nutno před výkonem premedikovat kortikoidy. Všem pacientům se den před výkonem nasadí antiagregační léčba, zpravidla se podává Anopyrin dávkou 100 mg/den a 30 minut před výkonem se podává 20 mg Nefedipinu. (Heřman, 2014, s. 278)

3.1 Technika provedení PTA

Výkon se zahajuje punkcí cévního řečiště. Nejčastější vstupní arterií je arteria femoralis. Podle lokalizace zúžení či uzávěry se punkce provádí antegrádně (po proudu toku krve) nebo retrográdně (proti proudu toku krve). (Heřman, 2014, s.278) Přístup k okluzi se volí přes postiženou končetinu, tzv. Ipsilaterální. Tento přístup umožňuje především u úplných uzavření lepší manipulaci s instrumentáři. Nejčastěji používané vodiče jsou s rotační kontrolou nebo hydrofilní vodiče nutné pro lepší manipulaci. (Peregrin, 2005, s. 144)

Eventulární je i přístup přes kolaterální končetinu, avšak s dopadem na zhoršenou manipulaci v distální povrchové stehenní tepně nebo popliteální tepně, hlavně při indikaci k rekanalizaci delšího úseku. Tento způsob léčby je nejčastěji

indikován při postižení proximálního úseku povrchové stehenní tepny. Další výhodou kolaterálního přístupu je, že ubývá nutnost komprese stehenní tepny, a tím pádem i odstranění rizika komprese indukované trombózy. (Peregrin, 2005, s.144)

Během výkonu mají pacienti zředěnou krev, ještě před samotnou dilatací tepny a manipulací instrumentáři v poškozené oblasti se aplikuje 100 jednotek heparinu na 1 kg hmotnosti postiženého. Následuje přesné zobrazení poškozené tepny pomocí metody DSA a poté se přechází k výkonu. (Heřman, 2014, s. 278)

Začíná se průnikem vodiče stenózou či uzávěrem, aby se vodič dostal do nepoškozeného úseku tepny. Pokud je průnik obtížný, mohou se použít vodiče se speciální rotační kontrolou nebo vodiče s hydrofilním povrchem, popřípadě využít kombinaci vodiče s preformovaným katetrem. (Peregrin, 2005, s. 91)

Poté se po vodiči zavádí dilatační balónkový katetr. Po jeho úspěšném zavedení do distálního úseku pod postižením se pomocí kontrastní látky balónek nafoukne a v rozvinutém stavu se v místě zúžení nechá 1-2 minuty. Je velice důležité zvolit správnou velikost katetru, jelikož tato volba minimalizuje riziko časných restenóz. Balónek by měl mít průměr přibližně od 10 % větší, než je průměr zdravé tepny. Jeho délka by měla odpovídat délce postižení a co nejméně přesahovat do proximální a distální zdravé části nad defektem. Na závěr intervence se provede opět nástřik kontrastní látkou a zhodnotí se stav tepny po dilataci. (Peregrin, 2005, s. 91, 145; Heřman, 2014, s.278)

Léčba po výkonu závisí na rozsahu stenotického úseku. Při kratších lézích jsou pacienti heparinizováni po dobu 2 dnů. Podává se 5000 jednotek heparinu subkutánně třikrát denně. Při dilataci delšího úseku, popřípadě po úplné rekanalizaci, je nutnost z důvodu nebezpečí reokluze podávat heparin kontinuálně pomocí pumpy v terapeutické dávce 1000 jednotek za hodinu. Dále jsou pacienti minimálně půl roku po výkonu zajištěni antiagregací. (Heřman, 2014, s. 278)

3.2 Komplikace PTA

Zřídka se při PTA vyskytují komplikace. Ty se dělí na celkové, komplikace v místě vpichu a komplikace v místě angioplastiky. Celkové komplikace jsou spojeny s podáním kontrastní látky a projevují se jako toxolalergická reakce nebo ledvinným selháním. (Heřman, 2014, s. 278-279)

Nejčastější komplikací u 2-4 % pacientů je vytvoření hematomu v místě vpichu. Dále se v místě vpichu může vytvořit pseudoaneuryzma nebo atriovenózní píštěl. (Heřman, 2014, s. 278) Rizikovější je antegrádní punkce než retrográdní punkce. Krvácení nadále zhoršují obezita pacienta, hypertenze a také nutnost léčby proti srážení krve po výkonu. (Peregrin, 2005, s.147)

V místě angioplastiky může dojít k rozštěpení tepenné stěny, k akutnímu uzávěru tepny nebo spasmu. K ruptuře tepny téměř nedochází. Až v 5 % případů nastává pod místem PTA k periferní embolizaci, ale jen malá část z embolizací je klinicky významná. (Heřman, 2014, s. 278-279)

Vážnou komplikací, ne však tak častou, se považuje selhání metody a vznik tromboemolického uzávěru v místě dilatované tepny. Dále může dojít k embolizaci periferní, nejčastěji v oblasti distálně od rozšiřovaného úseku. Tento problém může končetinu ohrozit, proto se řeší akutní endovaskulární léčbou, a to aspirací trombembolu, nebo trombembolýzou, či chirurgicky – trombektomií, nebo přemostující operací.

Za nevýznamnou komplikaci ve většině případů bez klinických následků, bývá považována perforace tepny při pokusu o rekanalizaci. (Peregrin, 2005, s.147)

Lze říct, že PTA je kontrované poranění cévní stěny, ve které se nastartuje řada autoreparativních procesů, a to má za následek možný vznik restenózy. (Peregrin, 2005, s. 91)

Endoteliální buňky mají za fyziologických podmínek komplexní schopnost inhibovat trombózu. Po angioplastice tuto komplexní schopnost ztrácejí a může tedy dojít k akutnímu uzávěru dilatované tepny. (Peregrin, 2005, s. 91)

Další možnou po výkonu je myointimální hyperplázie. Tento neobjasněný, a ne zcela popsáný jev způsobí to, že se k místu poranění se začnou stěhovat buňky hladkých svalových buněk. Hladké svalové buňky se hojně zmnožují a uvolňují z extracelulární matrix, to má za následek jejich migraci z tunica media do tunica intima cévní stěny. V intimě pokračuje množování svalových buněk a přitom se masivně produkuje extracelulární hmota. Migrace a proliferace hladkých svalových buněk začíná přibližně den po angioplastice a dosahuje maxima za dní několik. K jejímu snížení dochází přibližně po týdnu. Ukládáním extracelulární hmoty má za následek zvětšování objemu intimální hyperplázie a trvá několik měsíců. Zatím stále není objasněno, proč k tomuto jevu dochází a proč u některých pacientů dojde k uzávěru nebo zúžení průsvitu tepny. (Peregrin, 2005, s. 91)

3.3 PTA léky potaženými balonky

Přes počáteční povzbudivé zkušenosti s použitím léčivem potažených stentů (viz. další kapitola) při femoropopliteální ischemické chorobě, byly spojovány s problémy jako zlomení stentu, bylo za potřebí dlouhé antiagregační terapie a stenty se často ucpávaly. Zejména při okluzi stentu bývají následné endovaskulární možnosti velmi omezené. (Lammer 2011, s. 394-401) Léčivem potažené balonky, dále DCB (z anglického drug-coated balloons), se objevily jako alternativa pro předcházení restenózy. Tato léčba tedy není limitující komplikacemi jako je právě zlomení či okluze stentu.

Koncept DCB technologie je založen na kombinaci konvenční angioplastiky a lokálního podávání léčiva, jako inhibitoru neointimálních dějů. DCB jsou propracované endovaskulární balónkové katetry vyvinuté pro akutní uvolňování paclitaxelu při bezprostředním kontraktu se stěnou cévy za vhodného pomocného prostředku, tj. nosiče léčiva (kontrast, močovina a sorbitol), který umožňuje přenos lipofobie molekuly paclitaxelu do endoteliálních buněk. (Krokidis, 2013, 281-291)

Paclitaxel je přírodní cytotoxická látka s antiproliferativním a antimiotickým účinkem, původně se používající pro chemoterapii. Stabilizuje mikrotubuly včetně během buněčné mitózy, čímž se zastaví buněčné dělení a vede k buněčné smrti. (Katsanos, 2012, s.263-272)

3.4 Výsledky léčby PTA

Úspěšnost léčby PTA nezávisí nejen na délce a charakteru léze, zda se jednalo o okluzi či stenózu, na stavu výtokového traktu po angioplastice, ale i na přidružených chorobách, jako je např. diabetes mellitus a hypertenze, které mohou průběh léčby negativně ovlivnit. Dalším s negativních faktorů ovlivňujících léčbu je kouření.

Generálně mají delší léze horší výsledky než kratší léze, lze však těžko určit hranici mezi delší a kratší lézí. Obecně léze dlouhá okolo 10 cm bude mít horší výsledky než léze dlouhá 2 cm. (Peregrin, 2005, s.146)

V Japonsku byla provedena retrospektivní studie pro zjištění úspěšnosti endovaskulární léčby pomocí vysokotlakého balonku. Subjektem bylo 55 pacientů s 59 krátkými lézemi v oblasti arterie femoralis. Primárním zjištěním této studie tedy bylo, že perkutánní zásah dilatací femorální tepny vysokotlakým balónkem je spojen s vysokou mírou úspěšnosti, tedy 98,3 % a nízkou mírou komplikací. Všichni pacienti podstoupili právě vysokotlakou PTA. Ve dvou případech bylo nutné implantovat stent pro velkou dilataci balonkem, použily se samoexpandibilní stenty. Klinicky řízená míra revaskularizace cílové léze po 2, 3 a 4 letech činila 11,3 %, 22,1 % a 25,8 %. (Nakao, 2019)

3.5 Výsledky léčby PTA pomocí DCB

Klinická studie THUNDER trial byla prvním pokusem v EU, kdy se porovnávaly výsledky pacientů s femoropopliteální lézí (stenózou či okluzí) léčených pomocí PTA s nepotaženými balonky a PTA s balonky potaženými paclitaxelem, nebo paclitaxelem v kontrastním médiu. Celkem studie zahrnovala 154 pacientů. Délky lézí se pohybovaly okolo 6,5 cm. Angiografické vyšetření po 6 měsících ukázalo výrazně nižší míru restenózy u pacientů léčených pomocí balonků potažených lékem v porovnání s kontrolní skupinou léčenou obyčejnými balonky. Míra restenózy první skupiny byla 17 % a druhé skupiny 44 %. (Tepe, 2008, s. 689-699; Tepe, 2015, 102-108)

Studie FemPac (Femoral Paclitaxel) byla provedena na 87 pacientech s okluzí či stenózou ve femorální tepně v poměru 1:1 náhodně rozdělených k léčbě DCB a PTA pomocí nepotažených balonků. Léze byly dlouhé okolo 6 cm. V této studii se opět prokázala nižší restenóza po 6 měsících u skupiny léčené lékem potaženými balonky

a to 19 %. Kontrolní skupina prokazovala na angiografickém vyšetření restenózu v 47 %. (Werk, 2008, s.1358-1365)

Tyto studie však mají své limity: Ukazují pouze výsledky po 6 měsících a vzorky počtu pacientů jsou relativně malé a léze patří mezi ty kratší.

Další studie, ILLUMENATE First-in-Human study zahrnovala 50 pacientů, kteří trpěli lézemi délky až 15 cm. Nový balóněk, představený v roce 2013 na vědeckém kongresu EuroPCR, používající mechanismus rychlého uvolňování léčiva z balonku k infuzi paclitaxelu. Celkem 58 lézí bylo ošetřeno pomocí balonkového katetru Stellarex. Výstupním hodnocením po 6 měsících bylo jak angiografické vyšetření, tak hodnocení pomocí duplexního ultrazvuku, kdy byl zjištěn poměr systolické rychlosti větší než 2,5. Po roce byla vyhodnocena primární průchodnost 87 %. Výskyt nežádoucích účinků s nutností revaskularizace bylo po 6 měsících 4 % a po 12 měsících 10 %. (Gable, 2011, s.683-700)

4 PTA s implantací stentu

Stentem se rozumí tubulární výstuž implantovaná do orgánu, cévy, jehož úkolem je udržet průsvit a průchodnost dříve stenotické, nebo uzavřené.

Indikací k vložení stentu do cévy je předchozí nepříliš obstojný výsledek předchozí perkutánní transluminární angioplastiky způsobený okluzivní, popřípadě potenciálně okluzivní disekcí, reziduální stenózou nebo reziduálním tlakovým gradientem, akutní trombózou a restenózou. Ve femoropopliteální oblasti jsou indikace k implantaci stentu užší. Stenty se nejčastěji používají při stenózách pánevních tepen, renálních tepen a věnčitých tepen. Implantace stentu bez předchozí PTA, tedy primární, se využívá při dlouhých stenózách a uzávěrech v oblastech pánve, věnčitých a renálních tepen a u aterosklerotických stenóz arteriae carotis internaе. (Heřman, 2014, s. 280)

Kontraindikací léčby stentem jsou hyperkologulační stavy, mezi relativní kontraindikace patří například extrémní vinutí cévního řečiště, které by mohlo způsobit technické potíže při zavádění stentu. (Heřman, 2014, s. 282)

Stenty jsou vyrobeny z kovových materiálů a dělí se na elastické a termoplastické stenty neboli samoexpandibilní, a plastické, tzv. balonexpandibilní. (Heřman, 2014, s. 282) Obvykle jsou vyrobeny z chirurgické oceli, nitinolu, tantalu, platiny a různých, ale méně obvyklých slitin. Při implantaci stentu je důležité zvolit jeho správné charakteristiky. Těmi jsou: flexibilita, zkrácení při implantaci, radiální síla, kruhová pevnost, hladkost povrchu, tloušťka a tvar elementů, poměr mezi plochou volné cévní stěny a stěny pokryté kovem, rezistence ke korozi a jiné. Tyto charakteristiky ovlivňují biokompatibilitu stentu a v neposlední řadě i jeho dlouhodobou průchodnost.

Nejčastějšími udávanými charakteristikami stentu jsou radiální síla a kruhová neboli obručová pevnost. Radiální síla značí schopnost stentu přilnout k cévní stěně a schopnost přemoci kompresivní sílu zúžené léze. Tato síla závisí na tvaru a konstrukci stentu a na typu a množství kovu a velikosti stentu. Kruhová (obručová) pevnost, neboli hoop strenght je schopnost stentu vzdorovat zevnímu tlaku. (Peregrin, 2005, s. 93)

4.1 Technické provedení implantace stentu

Balonexpandibilní stenty

Balonexpandibilní stenty (BMS) se zavádějí v komprimovaném stavu na balonkovém katétru. V místě poškození se kontrolovaně pomocí balónku rozvinou a implantují do cévní stěny. (Heřman, 2014, s. 282)

Většina balonexpandibilních stentů se vyrábí laserovými řezy z trubičky z chirurgické oceli. Novým trendem mezi stentováním jsou stenty tvořené z jednotlivých prstencových segmentů spojených kovovými můstky, které umožňují větší flexibilitu. Další ale méně používanými, jsou stenty utkány z Vistaflexu, který je slitinou z 90 % platiny a 10 % iridia. Jsou to jediné balonexpandibilní stenty, které se stále používají a nejsou z chirurgické oceli. (Peregrin, 2005, s. 93)

První stent vyrobený laserem z ocelové trubičky byl Palmaz stent. Tento stent je tvořen z kosočtvercových buněk, které se při rozvinutí balónku roztahují dle jeho šíře. Problém u prvních stentů byl ten, že docházelo při jejich roztahování k velkému zkracování délky stentu. Tomuto problému se nyní předchází tím, že jsou vyráběny stenty s jednotlivými buňkami tvarově deformovanými tak, že se v nerozvinutém stavu do sebe skládají a tímto se při rozvinutí stent tolik nezkrátí. Tímto způsobem je vyroben např. Palmaz Genesis Stent, Intrastent, Jo-Stent. (Peregrin, 2005, s. 93)

Další možnost konstrukce stentu je spojení několika laserem řezaných prstenců, často o nestejně velkých buňkách, spojených kovovými můstky. Mezi tento typ se řadí Omnilink a Express stent. Výhodou této konstrukce je mimo minimální zkrácení také zvýšená flexibilita stentu. (Peregrin, 2005, s. 94)

Při implantaci stentu je lepší použít balonek o 10 % nebo o 1 mm širší, než je fyziologický průměr dilatované tepny. Tento postup umožní lepší vtlačení segmentů stentu do stěny cévy a tím se sníží riziko následné trombogeneze a přispěje se rychlejší reendotelizaci léčeného místa. (Peregrin, 2005, s. 94)

Stenty dilatující se balónkem jsou nejvhodnější pro léze makroskopicky rozeznatelné a krátké, v nepříliš vinutých částech tepny. U starších stentů docházelo při implantaci do ohybu cévy k deformaci stěny na hraně stentu, nyní u novějších stentů se toto riziko deformace vzhledem k zvýšené flexibilitě částečně eliminovalo. (Peregrin, 2005, s. 94)

Balonexpandibilní stenty se vyrábí buď již předem nasazeny na balonku příslušné velikosti, nebo ve variantě samotného stentu, který se před výkonem manuálně nasadí. Výhoda samotného stentu nasazujícího se na balonek těsně před angioplastikou je ta, že jej lze nasadit na balonky různých průměrů, avšak se nesmí použít balonek s kluzkým (hydrofilním) povrchem. Nevýhodou tohoto stentu je také horší fixace k balonku. Stent nasazený na balonek výrobcem má obvykle menší profil a je naopak lépe fixován k balonku. (Peregrin, 2005, s. 94)

Samoexpandibilní stenty

Samoexpandibilní stent se zavádí do stenotické, či okluzivní části tepny ve svém komprimovaném stavu buď umístěn do katétru, nebo ke katetru fixován. Jakmile je z katétru uvolněn, roztáhne se do předem určeného rozměru. Jsou vyrobeny z chirurgické oceli nebo slitiny niklu a titanu – nitinolu. (Heřman, 2014, s. 282)

Přední vlastnost těchto stentů je jejich vysoká elasticita. Po uvolnění z fixace se stent roztáhne na svůj nominální průměr, který bývá o něco větší, než je průměr zdravé tepny, aby díky expanzní síle stent dobře přilehl ke stěně cévy a vytvářel na ni tlak. Průměr cévy po implantaci stentu je tedy kombinace radiální síly a kruhové pevnosti s tlakem elastického recoilu. Expanzní síla závisí na druhu použitého materiálu a na konstrukci stentu. (Peregrin, 2005, s. 94)

Samoexpandibilní stenty se vyrábějí převážně z nitinolu. Jedinou výjimkou je Wallstent, který se vyrábí ze superslitiny z oceli, niklu, kobaltu a chromu. V praxi vypadá jako pletená síťka. Wallstent se vyrábí ve více variantách lišících se tloušťkou vláken a úhlem zkřížení vláken. Expanzní síla stentu závisí na úhlu vláken. Čím větší je úhel zkřížení, tím větší je jeho expanzní síla, avšak také větší zkrácení po implantaci, pokud je užit při plastice tepny s přibližně stejným průměrem. Když se implantuje do tepny s menším průměrem, radiální síla se zmenší a stent zůstává natažen. Výhodou současných typů Wallstentu je, že se při částečném uvolnění dá reponovat zpět do katétru a změnit jeho pozici. Oproti nitinolovým stentům má Wallstent menší expanzní sílu a o něco víc se při implantaci zkracuje. (Peregrin, 2005, s. 94)

Nitinolové stenty se vyrábí z trubičky laserovými řezy. Nitinol se skládá z 50 % niklu a 50 % titanu. Přednostmi této slitiny je její „superelasticitata“ a hlavně teplotní tvarový paměť. Obě tyto vlastnosti umožňují stentu expanzi do cévy po uvolnění na velikost cévy a díky teplotní paměti se stent rozevře i po vložení do prostředí s tělesnou teplotou. Nevýhodou oproti balonexpandibilním stentům je u nitinolových samoexpandibilních stentů jejich menší kruhová pevnost. Výhodou je však jejich elasticita, kdy se po zevní deformaci mají tendenci vracet do původního tvaru a velikosti. Nitinolové stenty se z implantačního katétru uvolňují stažením pouzdra neboli sheathu. Pro lepší kontrast pod rengenem se nitinolové stenty, které jsou málo rentgen-kontrastní, označují na krajích platinovými značkami, které naopak rentgen-kontrastní jsou. Usnadní se tak jejich umístování, které by bylo bez značek notně obtížnější. Podle výrobce se od sebe stenty liší tloušťkou vláken a tvarem buněk a velikostí implantačního katétru. Mezi laserem řezané nitinolové stenty patří např. Smarts stent, Luminexx, Absolute, AVE Bridge SE, Sinus, Selfx, Protegé, Symphony, Zilver. (Peregrin, 2005, s. 94)

Pro oblasti s ohybem cévy se používá stent Intracoil. Má odlišnou konstrukci než řezané nitinolové stenty a to tím, že je vyroben z jednoho vlákna a tvoří spirálu. Jeho tvar umožní vysokou flexibilitu a implantaci do oblastí s ohybem nebo zakřivením cévy. Má však jednu velkou nevýhodu, že se při implantaci hodně a hlavně ne zcela předvídatelně zkracuje. (Peregrin, 2005, s. 94-95)

Další možnou konstrukční možností samoexpandibilního stentu je Expander stent. Je upletený z nitinolového drátu a vyznačuje se velkou flexibilitou a expanzní silou. Jeho nevýhodou je opět velké zkracování. (Peregrin, 2005, s.95)

Samoexpandibilní stenty se využívají u delších lézí ve vinutějších tepnách. Stenty se neroztáhnou ihned po implantaci, ale do několika hodin až dnů, proto se rutinně ještě po zavedení dilatují balonkovým katétrem pro lepší remodelaci cévy a také pro rychlejší vtisknutí do intimy a tím i zrychlení zhojení dilatovaného úseku. (Peregrin, 2005, s.95)

Léčba po výkonu je obdobná jako po PTA. Pacienti jsou heparinizováni a je nutná dlouhodobá léčba antiagregací. (Heřman, 2014, s. 282)

4.2 Implantace potažených a farmaka uvolňujících stentů

Při vývoji stentů se objevila snaha minimalizovat jejich negativa. Jedná se tak o úpravu povrchů stentů, aby co nejméně dráždily cévní stěnu a tím se i snížilo riziko restenózy. Vznikly tak stenty uvolňující léčivo, DES, z anglického Drug-Eluting stents. Tyto stenty jsou z nitilonu, samorozpínací a konstruovány tak, aby konstatně uvolňovaly léčivo, které je na bázi polymeru nebo nepolymeru zaváděno do konstrukce stentu. Většina těchto upravených stentů byla určena především pro implantaci do věnčitých tepen srdce, některé však byly použity i v periferních tepnách. Pro snížení korozivity se stenty potahovaly chromem, zlatem, titanem, platinou karbonem a silikon-karbidem. V periferních tepnách jsou používány stenty potažené karbonem. (Peregrin, 2005, s.95; Siablis, 2005, s. 685 - 695)

Prvním typem stentu uvolňující farmakum byl heparinem potažený JO-stent. Heparin je postupně v průběhu týdnů uvolňován a snižuje tak riziko lokální trombózy stentu. (Peregrin, 2005, s.95)

Dalším typem stentů uvolňující farmakum jsou stenty potažené látkami, které tlumí proliferaci hladkých svalových buněk. Tímto procesem se snižuje, nadto i zastavuje hyperplázie intimy a tím výskyt restenózy. Povrch stentu je potažen polymerem, na který je účinná látka vázána. Tento polymer je nosičem, ze kterého se látka po dobu několika týdnů uvolňuje. Používá se zatím výhradně pro stentování věnčitých tepen, v periferních tepnách je jeho použití omezené. (Krajíček, 2007, s.70) Pouze jeden, sirolimus uvolňující SMART stent, měl první dostupná data v periférii.

Proliferaci tlumící lék sirolimus (rapamycin) je naturální makrolitický lipofilní lakton s cytostatickými, imunosupresivními a antibiotickými vlastnostmi, který zastavuje buněčný cyklus a inhibuje tak průběh proliferace buněk. V důsledku toho se kombinují výhody mechanické nitilonové podpory cévy s antiproliferačním účinkem a snižují tím riziko restenózy. (Siablis, 2005, s. 685 - 695)

4.3 Komplikace při implantaci stentu

Komplikace mohou nastat obdobně jako u PTA v místě vpichu a v místě rekanalizace. Stent se může také nepřesně umístit, může dojít k okluzi stentu trombózou, nebo k pohybu stentu. Dále může dojít k intimální hyperplázii, která způsobí stenózu ve stentu, anebo pozdní trombóze stentu. (Heřman, 2014, s.282)

Časné komplikace

Časné komplikace se dostávají při špatném zvolení techniky nebo s volbou stentu.

Ke špatnému umístění stentu dochází dvěma způsoby. Prvním chybou je, že katetrizující umístí stent nesprávně, druhou chybou nastává, když se přesně neodhadne délka po zkrácení stentu. Občas se stává, že stent nasazený na balónek sklouzne, děje se tak častěji u stentů nasazovaných ručně. Řešením umístění stentu mimo uzávěr či zúžení je implantace nového stentu do místa stenózy. Při tomto postupu platí pravidlo neimplantovat přes sebe stenty z různých kovů, kvůli zamezení vzniku obdoby elektrického článku, který by mohl způsobit korozi či trombózu.

Další časnou komplikací je ztráta stentu v průběhu katetrizace. Během zavádění může dojít ke sklouznutí z balonku. Při této komplikaci se lékař snaží udržet stent na vodiči a potom jej lze stáhnout pomocí kličky do místa, kde ho je možno bezpečně implantovat, např. i do zdravé tepny. Pokud se jedná o stent samoexpandibilní, opět je snaha udržet jej na vodiči, následně zachytit kličkou vodiče a odstranit sheathem větších rozměrů. Při periferní embolizaci stentu záleží na místě, kde se stent embolizoval. Pokud je toto místo, kam stent embolizoval, rizikové, je snaha jej uchopit do kličky, košíčku nebo klíštěk a stáhnout jej alespoň k místu punkce, odkud jej lze chirurgicky odstranit. (Peregrin, 2005, s.96-97)

Další komplikací u výkonu je ruptura balonku, na kterém je nasazený stent. Pokud se balonek jakýmkoliv způsobem vyfoukne (praskne, častěji unikne), stent není dostatečně rozevřen a ukotven a hrozí riziko ztráty stentu do oběhu. Tato komplikace se řeší vstříknutím kontrastní látky vysokotlakou angiografickou stříkačkou, obvykle 3 – 6 ml kontrastu rychlostí 4 – 6 ml / s. Tímto se balonek rychle nafoukne a i přes zvětšení trhliny dilatuje stent natolik, že se v lézi zafixuje a je možno prasklý balonkový katetr odstranit. Stent se následně dodilatuje dalším balonkem, aby jeho upevnění do stěny bylo dokonalé. (Peregrin, 2005, s. 97)

Velmi vzácnou časnou komplikací je perforace tepny příliš velkým stentem. Tato situace je vážná pouze u tepen, které nejsou kryty okolními tkáněmi. U dolních končetin se jedná o tepnu pánevní, v těle například tepna renální. Pokud dojde k perforaci těchto tepen, situace je velmi vážná, protože je pacient ohrožen krvácením a to si vyžaduje urgentní léčbu. Ve femoropopliteální oblasti však perforace není život

ohrožujícím stavem, protože se perforace utlačí ostatními tkáněmi. Jedná se o porvchovou femorální tepnu, či tepny bérkové. (Peregrin, 2005, s. 97)

Pozdní komplikace

Mezi pozdní komplikace se řadí instent restenóza a reokluze, ruptura či zlomení stentu a trvalá deformace stentu.

Instent restenóza s reokluzí nastává při intimální hyperplazii uvnitř nebo na hraně stentu. Dalším důvodem restenozy může být i přirozená progresse ateromatózního onemocnění cévy. Pokud dojde k úplnému uzávěru, příčinu většinou nelze zjistit. U léčby této pozdní komplikace závisí na čase, kdy se dostaví. Pokud jde o časnou reokluzi, je možnost pokusit se rozbít uzávěr trombolýzou, pokud však jde o restenózu pozdní, řeší se redilatací balonkem nebo reimplantací stentu. U úplných uzávěrů se lékař může pokusit proniknout uzávěrem a reimplantovat stent. (Peregrin, 2005, s. 97)

K ruptuře a zlomení stentu dochází obvykle v místech ohybu a námahy tepny. Nejčastějším místem této komplikace u dolních končetin je arteria poplitea. Pokud praskne několik vláken stentu, neznamená to nutně uzavření cévy. Při větším rozrušení těla stentu mechanickými vlivy může dojít k reokluzi nebo restenóze cévy. (Peregrin, 2005, s. 97)

K trvalé deformaci stentu jsou náchylnější balonexpandibilní stenty. Pokud se tlakem zvenčí překročí kruhová pevnost stentu, nastává trvalá deformace kterou následuje stenóza tepny. K řešení se nabízí deformovaný stent a uzávěr odstranit pomocí PTA a následně implantovat samoexpandibilní stent. Tento stent je ale znovu implantován do místa, kde se může deformovat, proto se nabízí spíše řešení pomocí chirurgické intervence. (Peregrin, 2005, s. 97)

4.4 Výsledky implantace BMS

Obdobně jako u PTA úspěšnost závisí na délce a charakteru léze. Všeobecně mají delší léze horší výsledky nežli kratší léze. Dále také závisí na životním stylu pacienta. (Peregrin, 2005, s. 146)

4.5 Výsledky implantace DES

SMART CONTROL, randomizovaná studie porovnávala účinnost sirolimového povlaku v SMART CONTROL stentu s účinností stentu SMART CONTROL BMS, tedy bez léčiva, ve femoropopliteální oblasti. Množství léku použitého ve stentu zůstalo stejné jako u koronární oblasti, tedy 1,2 mg sirolimu na stent. Studie se prováděla ve dvou fázích a to se sledováním výsledků po 6 měsících a každá měla mírně odlišné koncové body. Bohužel ani jeden pokus nedosáhl významného snížení restenózy. I po 4 letech sledování žádný rozdíl mezi skupinami s implantovaným BMS a DES nebyl zaznamenán výrazný rozdíl. (Duda, 2002, s. 1505-1509; Duda, 2003, s. 291-301)

Zilver PTX study, jedna z největších randomizovaných studií zabývajících se endovaskulární léčbou symptomatického postižení femoropopliteálních periferních tepen, kdy se studie zúčastnilo 479 pacientů. Tato studie prokázala biologický účinek antiproliferačního činidla aplikovaného na platformu stentu bez polymerního pokrytí ve femorální tepně. Byl použit Zilver PTX nitinol stent, který byl potažen na povrchu 3 $\mu\text{g}/\text{mm}^2$ paclitaxelu, který byl nanesen přímo na kovový povrch bez použití polymeru, pojiva nebo pomocné látky.

Výsledky se projevily na dvouletém přežití bez události a to 86,6 % oproti 77,9 % a na míře primární průchodnosti, kdy stent s paclitaxelem dosáhl 74,8 % oproti 26,5 % ve srovnání s kontrolní skupinou. Tehdy provizorní DES tedy prokázal vynikající dvouletou primární průchodnost 83,4 %, ve srovnání s kontrolní skupinou léčenou pomocí obyčejného BMS s 64,1 %. Dalším srovnávacím faktorem je trvalý klinický přínos, který byl opět s DES lepší, a to 83,9 % oproti 68,4 %. Cílem studie bylo dosáhnout dvouleté přežití bez události po revaskularizaci na 86,6%, kterou studie splnila. Kritikou této studie však bylo, že byly zahrnuty relativně krátké léze, které mají všeobecně lepší hojivost. (Dake, 2011, s. 613-614; Dake, 2013, s. 2417-2427)

5 Subintimální rekanalizace

Metoda SIR se vyvinula z prosté PTA, která neměla dobré výsledky u dlouhých aterosklerotických lézí TASC kategorie C a D. Bývá tedy užívána u dlouhých uzávěrů nebo difuzních aterosklerotických změn, kde by prostá angioplastika selhala. Princip metody spočívá ve vytvoření neolumina v subintimálním prostoru. (Krajíček, 2007, s.79)

5.1 Technika SIR

Pomocí kličky na konci vodiče se otevře nový průchod přímo ve stěně tepny, vodič se dále posouvá stěnou periferně podél léze až k jejímu konci, kdy v místě předpokládaného reentry pod distálním koncem uzávěru opět prorazí intimu cévy a klička se opět dostává do pravého lumen cévy. Pokud je však stěna cévy postižena buď aterosklerotickým, nebo jiným degenerativním procesem, může být problémem opětovný průnik a samovolný vznik reentry. V tomto případě se používají tzv. reentry katetry, které jsou na svém konci vybaveny jehlou. (Klepanec, 2011, s. 100; Krajíček, 2007, s. 78-79)

5.2 Komplikace SIR

Mimo běžné komplikace jiných endovaskulárních metod v 1 – 16 % případů může perforovat tepna či ztratit výtokový trakt. (Krajíček, 2007, s. 81)

5.3 Výsledky léčby SIR

Primární technická úspěšnost se pohybuje v rozmezí 74 – 88 %, primární průchodnost za 6 měsíců se pohybuje mezi 47 – 77 %, za 12 měsíců mezi 22 – 71 %. (Krajíček, 2007, s. 81)

Mezi lednem 2009 a prosincem 2010 byla provedena francouzská studie na 66 pacientech průměrného věku 79 let, s 66 lézemi TASC klasifikace typu C a D, tedy s dlouhými lézemi. 32 pacientů mělo diabetes mellitus a 27 se léčilo s chronickou renální nedostatečností. Průměrná délka okluze se pohybovala okolo 13,5 cm. Míra technického úspěchu intervence byla 85 %, míra peroperačních komplikací 4,5 %. Po 12 měsících byla míra primární průchodnosti 56 % a míra sekundární průchodnosti 70 %. Míra záchrany končetiny byla 92 %.

Technika subintimální rekanalizace je proveditelná i u pacientů s horší prognózou a pro svou minimální invazivnost je ideálním řešením pro pacienty s kontraindikací k chirurgické léčbě. Tato technika má sice špatnou míru primární průchodnosti, ale spojuje se s vysokou mírou záchrany končetiny, která je u lézí typu C a D nejdůležitějším faktorem. (Mousnier, 2013)

6 Lokální trombolýza

V lidském těle je za normálních podmínek rovnovážný vztah mezi kolagulací a fibrinolýzou, udržovaný enzymy, aktivátory a inhibitory. Pokud se tato rovnováha vychýlí na stranu kolagulace, může dojít v periferních tepnách k trombóze a uzávěru cévy. (Krajíček, 2007, s. 71)

K uzávěru periferních tepen dochází buď obliterací trombem, který obvykle vzniká na podkladě aterosklerózy, která zužuje lumen tepny, nebo embolem. Pokud tepenná ischemie trvá déle, ohrožuje pacienta nejen ztrátou končetiny, ale i na životě samém. (Krajíček, 2007, s. 72)

Lokální trombolýza zaujímá spolu s dalšími endovaskulárními metodami standartní místo. Jejím cílem je obnovení antegrádního toku a předcházení eventuelních komplikací, které jsou spojené se vznikem koagula. (Krajíček, 2007, s. 72)

Trombolýza zrychluje fibrinolytické vlastnosti krve a koncentruje fibrinolytický potenciál přímo do krevní sraženiny. (Krajíček, 2007, s. 72) Lokální trombolýzou se tedy rozumí aplikace fibrinolytika, léčiva rozpouštějícího trombu, přímo do krevního koagula. Léčivo tak zrychlí fibrinolytické procesy a sraženinu rozpustí. (Heřman, 2014, s. 282)

Fibrinolýza je enzymaticky řízeným procesem, kdy hlavním enzymem je plazmin vznikající štěpením jednořetězcového plazminogenu. Plazminogen se spouští endogenními, exogenními a terapeutickými aktivátory. (Krajíček, 2007, s. 72)

Lokální trombolýze vždy musí předcházet dokonale provedená angiografie. K výkonu indikuje kolektiv lékařů – angiolog, cévní chirurg a intervenční radiolog. Před výkonem je potřeba zvážit a vyloučit absolutní indikace a přihlídnout ke kontraindikacím relativním. (Krajíček, 2007, s. 72)

Indikacemi jsou čerstvé uzávěry jak tepenné, tak žilní, trombotické uzávěry A-V spojek, cévních by-passů a trombotické komplikace endovaskulárních výkonů. (Heřman, 2014, s. 282)

Absolutními kontraindikacemi jsou krvácivé stavy z neznámé příčiny, akutní gastroduodenální vřed. Dále lokální trombolýzu nesmí podstoupit pacient do 2 týdnů od operace, 4 týdnů od porodu či potratu a do 2 měsíců od cévní mozkové příhody.

Dalšími absolutními kontraindikacemi je těžká ischemie končetiny s poruchou citlivosti a pohyblivosti, sepse, zhoubné novotvary a má-li pacient v anamnéze nitrooční krvácení. (Heřman, 2014, s. 282)

Relativními kontraindikacemi jsou věk nad 75 let, stav po předchozí katetrizaci, fibrilaci, má-li pacient v anamnéze vředovou chorobu a fibrilace síní s trombem v srdci apod. (Heřman, 2014, s. 282)

Periferní intraarteriální trombolýza se doporučuje vykonat maximálně do jednoho roku od vzniku uzávěru dolních končetin, u femoropopliteální oblasti je tomu dokonce jen 6 měsíců a u bérceových tepen jen 1 měsíc. Jinak je tomu však u akcelerovaných technik trombolýzy, kdy na stáří uzávěru tolik nezáleží. (Roček, 2005, s. 99)

6.1 Trombolytika používané při trombolýze

Volba trombolytika je velmi podstatná z hlediska času potřebného k lýze, velikosti dávky, celové ceny léčby, účinnosti a v neposlední řadě z hlediska počtu komplikací. (Roček, 2005, s. 100)

Trombolytika rozdělujeme do dvou skupin. První skupinou jsou agens tkáňových kultur a druhou jsou technologicky rekombinantní agens. Do skupiny agens tkáňových kultur se zařazují tyto trombolytika: Streptokináza (SK), anistreptáza (APSAC) a urokináza (UK). Do druhé skupiny se zařazují rekombinantní t-PA (Altepláza, rt-PA), která je v České republice nejběžněji dostupná, dále Retepláza, stafylokináza, TNK-tPA, lanotepláza (n-PA), pro-UK, r-UK. (Roček, 2005, s. 100)

V České republice jsou z první skupiny obvykle dostupné – streptokináza a ze skupiny druhé – rt-PA. SK se však nedoporučuje při použití lokální aplikací katetrem ani při akcelerovaných metodách, kvůli prodloužené době infuze, nižší počáteční efektivitě a problémy s vyšším počtem krvácení jak malých, tak velkých. Proto se nejčastěji v České republice používá k lokální trombolýze rt-PA. (Krajíček, 2007, s. 73)

Rekombinantní t-PA je biotechnologicky připraveným glykoproteinem, který přímo aktivuje plazminogen na plazmin. Vyznačuje se vysokou afinitou k fibrinu. Rt-PA se aktivuje vazbou na fibrin, poté indukuje přeměnu plazminogenu na plazmin a

tím rozpouští fibrinovou sraženinu. Výhodou tohoto trombolytika je malý systémový vliv na srážlivost krve, dále se vyplavuje velice rychle z krve a nemá žádné klinicky významné antigenní vlastnosti. Po 4 - 5 minutách po ukončení podávání klesne plazmatická hladina na polovinu výchozí hodnoty. (Roček, 2005, s. 100)

6.2 Technika provedení trombolýzy

Technika provedení se liší dle typu postupu lokální trombolýzy. Zásadní rozdíl v postupech tkví v rozdílném dávkování a stupněm mechanické podpory průniku trombolytika do sraženiny. (Heřman, 2014, s. 282)

Technika lokální kontinuální trombolýzy

Katétr s postranními otvory se zavede do trombu a trombolytika se podávají kontinuálně pomocí infuzní pumpy. (Heřman, 2014, s. 282) Je nutné přesné umístění do uzávěru, protože pokud je katétr umístěn mimo trombus, unikají tak trombolytické agens přes kolaterály a dochází k možnému systémovému účinku. Toto přímé podání do sraženiny zvyšuje kontaktní plochu působení a účinnost aplikace. (Krajíček, 2007, s. 73) V intervalech 4-12 hodin se provádí angiografické kontroly, během kterých se podle nálezu katétr posunuje dále do zatím nerozpuštěné části sraženiny. (Heřman, 2014, s. 282)

Technika lokální akcelerované trombolýzy

Tato technika byla vyvinuta pro zkrácení doby léčby, protože prolongovaná léčba má za následek jak zvýšení morbidity, tak ceny výkonu. Techniky zrychlující čas výkonu zahrnují použití koaxiálního systému s rozdělením dávky lytika, podání počátečního bolusu trombolytika přímo do sraženiny, pulzní sprejovou trombolýzu, nebo jejich kombinaci. Těmito technikami tak dochází k nasycení celého trombu lytikem. Optimální dávka látky rozpouštějící trombus nebyla stanovena. Neplatí, že vyšší dávka znamená vyšší klinickou úspěšnost. Hlavním faktorem při volbě postupu je prospěch a bezpečnost pacienta. (Krajíček, 2007, s. 73)

Kombinací mechanické a farmakologické trombolýzy je technika lokální akcelerované trombolýzy tzv. pulzní sprejová farmokomechanická trombolýza neboli PST. Malé množství koncentrovaného trombolytika je při této metodě aplikováno proudem krátkodobými vysokotlakými pulzy dovnitř velkého objemu trombu. Kombinuje se tak mechanické rozbíjení spolu s farmakologickým rozpouštěním

sraženiny. Používá se opět katetr s bočními otvory. Tato metoda se využívá pouze v případech, kdy se vodič a katetr dostanou průnikem skrz nebo alespoň ke konci sraženiny. (Heřman, 2014, s. 282; Krajíček, 2007, s. 73-74)

Techniky lokální trombolýzy se provádí do stadia, kdy další podávání trombololytika již nevede ke zlepšení angiografického obrazu. Po úspěšné trombolýze obvykle následuje perkutánní transluminární angioplastika nebo stentování, pokud tepna zůstává mírně stenotickou. (Heřman, 2014, s. 282; Krajíček, 2007, s. 74)

6.3 Komplikace trombolýzy

Komplikacemi trombolýzy jsou hemoragie v místě vpichu, intrakraniální nebo nitrooční, embolizace v periférii rozpuštěného trombu, trombóza periferní embolizace rozpuštěného trombu, trombóza v okolí katetru a alergická reakce na trombololytikum. (Heřman, 2014, s. 282)

6.4 Výsledky trombolýzy

Studie byla provedena na 28 po sobě jdoucích pacientech s 30 lézemi v popliteální a infrapopliteální oblasti. Všichni tito pacienti trpěli akutní formou končetinové ischemie. Studie probíhala mezi březnem 2012 a prosincem 2017. Technického úspěchu bylo dosaženo u 25 ošetřených končetin, tzn. 83,33 %. Zlepšení klinického stavu u 93,33 % končetin. Primární průchodnost byla 76,67 % a záchrana končetiny u skupiny byla 90 %, po 6 měsících byla primární průchodnost 60 % záchrana končetiny 76,67 %.

V závěru lze říci, že trombektomie je bezpečný a účinný způsob pro revaskularizaci akutního arteriálního trombembolismu menších cév. Limitací této studie byl malý počet vzorků. (Lian, 2020, s. 141-148)

7 PAT – Perkutánní aspirační trombektomie

Jde o metodu intervenčního výkonu, kdy se pomocí speciálního tenkostěnného katétru pouze s koncovým otvorem provádí přímé odsátí sraženiny. Tato technika se používá výhradně u čerstvých trombů, či embolů. (Krajíček, 2007, s. 74) Pro časovou náročnost, manuální zručnost a nutnost improvizace během procedury, i přes velký efekt léčby tato metoda nenašla širšího uplatnění. Měla by však možností indikace u pacientů s dostatečnou ledvinnou funkcí, kteří mají klinicky kompenzováno stádium akutní ischemie a hmatatelným tříselným pulzem. (Chochola, 2004, s. 544-545; Staiger, 2014, 236)

7.1 Technické provedení PAT

Skrze pouzdro s odnímatelnou hemostatickou chlopní se do tepny s trombembolem zavede katetr, na jehož proximální konec se nasadí 20 – 50 ml stříkačka. Po zavedení katétru k trombu se pomocí stříkačky vytvoří podtlak a tím se trombembolus aspiruje a po sejmutí chlopně skrze pouzdro vytáhne. U větších trombů se používají katetry s košíčkem při kombinaci defragmentace či infiltrace trombolitikem. (Chochola, 2004, s. 544).

7.2 Komplikace PAT

Komplikací výkonu je nebezpečí vykrvácení při opakované aspiraci a nutnosti použít větší instrumentárium. (Chochola, 2004, s. 544-545).

7.3 Výsledky PAT

Německá klinická studie prověřující úspěšnost PAT byla provedena na 24 pacientech s kritickou končetinovou ischemií s výkonem v období od ledna do prosince 2008. Kompletní revaskularizace pouze pomocí PAT bylo dosaženo u 19 pacientů, tedy 79 %. 3 pacienti po PAT podstoupili ještě balonkovou angioplastiku pro dostatečné rozšíření lumen tepny, tedy 12 %. 2 pacienti, 8 %, podstoupili kvůli velikosti trombu infiltraci trombolitiky a následně byl trombus aspirován. U 5 pacientů, 21 %, technika PAT selhala a přešlo se k léčbě transpopleální trombektomií. Kumulativní průchodnost po 19 měsících sledování byla 71 %, asistovaná primární průchodnost 79 % a míra sekundární průchodnosti 96 %. K časným komplikacím došlo u 3 pacientů,

12 %, kdy se jednalo o 2 hematomy třísla, krvácení a jednoho kompartment syndromu. Tyto komplikace vyžadovaly chirurgickou operaci. (Staiger, 2014, s.232-236)

8 Další možnosti endovaskulární intervenční léčby

8.1 Aterektomie

Aterektomií se rozumí endovaskulární odstranění aterosklerotického plátu z cévní stěny. Její teoretickou výhodou oproti metodám prosté angioplastiky a stentování je přímé endovaskulární odstranění léze, nebo její části. Snižuje se tak riziko barotraumatu a dokonce i potencionální riziko vzniku restenózy. Její velkou nevýhodou je však vysoká cena.

Existuje více metod aterektomie, jako přímá, laserová, rotační a orbitální.

Přímá aterektomie

Přímá aterektomie se provádí pomocí systému SilverHawk. Systém obsahuje rotační karbidové čepelky, které přímo odstraňují aterosklerotický plát, který se současně sbírá a následně z katetru odstraní.

Přímá aterektomie vede k dobrým výsledkům jak z krátkodobého, tak dlouhodobého hlediska jak v léčbě femoropopliteálních, tak v léčbě infrapopliteálních lézí. (Klepanec, 2011, s.100; Sixt, 2010, s.229-236; Zeller, 2004, s.1391-1397)

Laserová aterektomie

Laserová aterektomie, neboli laserem excitovaná angioplastika (ELA – excimer laser assisted angioplasty) odstraňuje aterosklerotický plát laserem pomocí tzv. fotoablace při minimálním tepelním poškození okolní tkáně. Využívá se při rekanalizaci dlouhých steonotických úseků a okluzí, po jejich odstranění je však ve většině případů potřebná následná balónková angioplastika. (Klepanec, 2011, s.100; Laird, 2006, s.1-11)

Rotační aterektomie

Při této metodě se používá například katetr Jetstream G2 nebo Pathway. V průběhu řezání aterosklerotického plátu tyto katetry v distální části proplachují a v proximální části aspiruje pláty, tak se odstraní uvolněný aterosklerotický plát. (Klepanec, 2011, s. 100)

Orbitální aterektomie

Aterektomický systém Diamondback 360° používá diamantovou korunku, která cirkuluje v 360 stupních a odstraňuje aterosklerotický plát. (Klepanec, 2011, s. 100; Heuser, 2008, s.279-280)

8.2 Kryoplastika

Tato metoda je kombinací angioplastiky a působení chladu na cévní stěnu. Nižší teplota vede k snížení výskytu disekce, elastického recoilu i následné potřeby léčby stentem. Systém se skládá ze speciálního balonkového katetru, který je připojený ke zdroji oxidu dusného. Oxid dusný se používá k nafouknutí balonku a jeho následnému zmrazení.

Kryoplastika vede k dobrým střednědobým i dlouhodobým výsledkům u pacientů s těžkými formami kritické končetinové ischemie. Její nevýhodou je však vysoká cena. (Klepanec, 2011, s. 100; Das, 2009, s.19-30)

8.3 „Cutting-balloon“ angioplastika

CBA katetr je specifický tím, že má na vnější straně balonku vložené čepelky, tzv. aterotomy, které při expanzi balonku nařežou povrch plátu, čímž přeruší fibrotické změny ve stenóze. Dále také dochází k zmenšení výskytu traumatického poškození cévy v porovnání s PTA. Existuje i méně agresivní metoda, tzv. scoring-balloon angioplastika, kdy je na PTA katetr navinutý a fixovaný drát. (Klepanec, 2011, s.100-101; Garvin, 2007, s.724-730)

Závěr

V prvních kapitolách bakalářské práce jsem se věnovala poznatkům o ateroskleróze, ischemické chorobě dolních končetin a onemocněních, které následně vedou k intervenční léčbě. Tímto byl splněn první stanovený cíl. Dále jsem se v úvodu věnovala i vyšetřením, které indikují nutnou léčbu.

Další kapitola práce byla věnována obecným informacím o endovaskulárních intervencích důležitých pro profesi radiologického asistenta. Byla popsána příprava pacienta před výkonem, kdy je nutné podepsat informovaný souhlas či negativní revers a příprava před samotným výkonem zaměřená na prevenci komplikací. Dále jsem popsala intervenční sál, Seldingerovu metodu a v neposlední řadě úlohu a úkony radiologického asistenta na intervenčním pracovišti, kde se stává nedílnou součástí intervenčního týmu. Tímto jsem splnila třetí cíl práce.

Posledním a nejrozsáhlejším cílem práce bylo popsat vybrané endovaskulární intervence, kdy jsem ve 5 kapitolách postupně popsala jednotlivé výkony a jejich výsledky v klinických studiích. V poslední kapitole jsem se okrajově věnovala novějším, dražším metodám.

Volba endovaskulárního výkonu záleží na typu a délce léze. Pokud se jedná o chronické onemocnění dolních končetin, obvykle se angiologové přiklání k PTA či implantaci stentu. Prostá PTA vyšla z těchto metod jako nejméně efektivní, ale pro svou nízkonákladovost, širokou dostupnost a velkou úspěšnost u méně závažných lézí má v intervenční radiologii stále své místo. Stenty by měly být implantovány až sekundárně, při selhání metody prosté angioplastiky a primárně u lézí závažnějších. Nejlepší výsledky u těchto metod mají lékem potažené balonky a stenty, které vykazují nižší počet restenóz, jsou však více nákladné. Při delších lézích akutního i chronického typu je nejlepším možným řešením subintimální rekanalizace.

Při akutních ischemických lézích, jako je například uzavření cévy trombem či embolem, se používají metody trombolýzy či trombektomie. Tyto metody pracují na principu odstranění trombu. Trombolýza pomocí lytika vmetek rozpustí, její nevýhody jsou možné periferní embolizace. Trombektomie trombus mechanicky odsaje z cévy. Nevýhodou této metody je její technická náročnost, kterou však vyváží nenáročnost finanční. U těchto metod je na zvážení operujícího a jeho možnostech, kterou léčbu pacient podstoupí.

Všechny tyto metody se mohou v praxi kombinovat. Pokud zůstává tepna i po trombolýze mírně stenotickou, provádí se PTA, častým řešením při uzávěru stentu či tepny embolem bývá PAT.

V poslední kapitole jsem popsala novější možnosti endovaskulárních intervencí, které se snaží minimalizovat nežádoucí účinky klasických intervencí. V případě aterektomie se minimalizuje riziko barotraumatů a restenózy, u kryoplastiky se sníží riziko disekce, elastického recoilu a také riziko následné potřebné léčby stentem, cutting-balloon angioplastika přerušuje fibrotické změny ve stěně, tudíž také sníží riziko restenózy.

Seznam použitých zdrojů

[1]

PASTROMAS, Georgios, Konstantinos KATSANOS, Miltiadis KROKIDIS, Dimitrios KARNABATIDIS a Stavros SPILIOPOULOS, 2014. Emerging Stent and Balloon Technologies in the Femoropopliteal Arteries. *The Scientific World Journal* [online]. **2014** [cit. 2020-02-29]. DOI: 10.1155/2014/695402. ISSN 23566140.

[2]

MUSIL, Dalibor, 2007. Ischemická choroba dolních končetin. *Interní medicína pro praxi*. Solen, **9**(4), 170-174. ISSN 1212-7299.

[3]

KROKIDIS, Miltiadis, Stavros SPILIOPOULOS, Konstantinos KATSANOS a Tarun SABHARWAL, 2013. Peripheral Applications of Drug-Coated Balloons: Past, Present and Future. *CardioVascular and Interventional Radiology* [online]. **36**(2), 281-291 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1007/s00270-012-0467-0. ISSN 01741551.

[4]

KATSANOS, Konstantinos, Dimitris KARNABATIDIS, Panagiotis KITROU, Stavros SPILIOPOULOS, Nikolaos CHRISTEAS a Dimitris SIABLIS, 2012. Paclitaxel-Coated Balloon Angioplasty vs. Plain Balloon Dilation for the Treatment of Failing Dialysis Access: 6-Month Interim Results From a Prospective Randomized Controlled Trial. *JOURNAL OF ENDOVASCULAR THERAPY* [online]. **19**(2), 263-272 [cit. 2020-05-27]. ISSN 15266028.

[5]

NAKAO, M., J. YAMAGUCHI, H. OTSUKI, H. ARASHI a N. HAGIWARA, 2019. Clinical outcomes of high-pressure balloon angioplasty for common femoral artery disease in contemporary practice. *Cardiovascular Intervention And Therapeutics* [online]. **34**(4), 340-344 [cit. 2020-03-02]. DOI: 10.1007/s12928-018-0557-2. ISSN 18684297.

[6]

TEPE, Gunnar, Stephan HELLER, Claus D. CLAUSSEN, et al., 2008. Local delivery of paclitaxel to inhibit restenosis during angioplasty of the leg. *New England Journal of Medicine* [online]. **358**(7), 689 - 699 [cit. 2020-05-27]. DOI: 10.1056/NEJMoa0706356. ISSN 15334406.

[7]

TEPE, Gunnar, Beatrix SCHNORR, Thomas ALBRECHT, Klaus BRECHTEL, Claus D. CLAUSSEN, Bruno SCHELLER, Ulrich SPECK a Thomas ZELLER, 2015. Angioplasty of Femoral-Popliteal Arteries With Drug-Coated Balloons: 5-Year Follow-Up of the THUNDER Trial. *JACC: Cardiovascular Interventions* [online]. **8**(1), 102-108 [cit. 2020-05-27]. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.07.023. ISSN 19368798.

[8]

WERK, Michael, Soenke LANGNER, Bianka REINKENSMEIER, et al., 2008. Inhibition of restenosis in femoropopliteal arteries - Paclitaxel-coated versus uncoated balloon: Femoral paclitaxel randomized pilot trial. *CIRCULATION* [online]. **118**(13), 1358-1365 [cit. 2020-05-27]. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.735985. ISSN 00097322.

[9]

GABLE, D.R., 2011. Role of total endoluminal superficial femoral artery bypass. *Journal of Cardiovascular Surgery* [online]. **52**(5), 683 - 700 [cit. 2020-05-27]. ISSN 00219509.

[10]

SIABLIS, D., P. KRANIOTIS, D. KARNABATIDIS, K. KATSANOS, J. TSOLAKIS a G.C. KAGADIS, 2005. Sirolimus-eluting versus bare stents for bailout after suboptimal infrapopliteal angioplasty for critical limb ischemia: 6-Month angiographic results from a nonrandomized prospective single-center study. *Journal of Endovascular Therapy* [online]. **12**(6), 685 - 695 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1583/05-1620MR.1. ISSN 15266028.

[11]

DUDA, S.H., B. PUSICH, G. RICHTER, et al., 2002. Sirolimus-eluting stents for the treatment of obstructive superficial femoral artery disease: Six-month

- results. *Circulation* [online]. **106**(12), 1505 - 1509 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1161/01.CIR.0000029746.10018.36. ISSN 00097322.
- [12]
DUDA, Stephan H., Tudor C. POERNER, Benjamin WIESINGER, John H. RUNDBACK, Gunnar TEPE, Jakub WISKIRCHEN a Karl K. HAASE, 2003. Drug-eluting Stents: Potential Applications for Peripheral Arterial Occlusive Disease. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* [online]. **14**(3), 291-301 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1097/01.RVI.0000058423.01661.57. ISSN 10510443.
- [13]
DAKE, Michael D., Gary M. ANSEL, Michael R. JAFF, et al., 2013. Sustained Safety and Effectiveness of Paclitaxel-Eluting Stents for Femoropopliteal Lesions: 2-Year Follow-Up From the Zilver PTX Randomized and Single-Arm Clinical Studies. *Journal of the American College of Cardiology* [online]. **61**(24), 2417-2427 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.03.034. ISSN 07351097.
- [14]
DAKE, Michael D., Dierk SCHEINERT, Gunnar TEPE, et al., 2011. Nitinol Stents With Polymer-Free Paclitaxel Coating for Lesions in the Superficial Femoral and Popliteal Arteries Above the Knee: Twelve-Month Safety and Effectiveness Results From the Zilver PTX Single-Arm Clinical Study. *Journal of Endovascular Therapy* [online]. **18**(5), 613-614 [cit. 2020-03-10]. ISSN 15266028.
- [15]
CHOCHOLA, Miroslav, Petr VAŘEJKA a Samuel HELLER, 2004. *Interní medicína: Možnosti intervenční léčby onemocnění tepen dolních končetin* [online]. 6. [cit. 2020-05-28]. ISSN 1803-5256. Dostupné z: internimedica.cz
- [16]
FIALOVÁ, L., 1995. New findings on the pathogenesis of atherosclerosis. *Ceskoslovenská fyziologie / Ústřední ústav biologický* [online]. **44**(2), 92 - 101 [cit. 2020-03-04]. ISSN 12106313.
- [17]
LIAN, W.S., X.X. HU, X.J. ZHANG, X.Y. XIE, M.Q. LI a S.K. DAS, 2020. Efficacy of intra-

arterial catheter-directed thrombolysis for popliteal and infrapopliteal acute limb ischemia. *Journal of Vascular Surgery* [online]. **71**(1), 141 - 148 [cit. 2020-05-29]. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.03.081. ISSN 10976809.

[18]

STAIGER, W.I., P. HETTRICH, M. UHLMANN, W. KERSJES a J. GAHLEN, 2014. Wertigkeit der perkutanen Aspirationsthibektomie (PAT) bei der Behandlung der akuten Extremitätenischämie. *Gefässchirurgie* [online]. **19**(3), 232-236 [cit. 2020-05-04]. DOI: 10.1007/s00772-014-1318-x. ISSN 09487034.

[19]

KLEPANEC, Andrej, Ivan VULEV, Tibor BALÁSZ, Rastislav BAŽÍK a Juraj MIKULÁŠ, 2011. Možnosti endovaskulárnej liečby u pacientov s kritickou končatinovou ischémiou. *Vaskulárna medicína. Solen*, **3**(3). ISSN 1338-0206.

[20]

SIXT, S., A. RASTAN, U. BESCHORNER, et al., 2010. Acute and long-term outcome of silverhawk assisted atherectomy for femoro-popliteal lesions according the TASC II classification: A single-center experience. *Vasa - Journal of Vascular Diseases* [online]. **39**(3), 229 - 236 [cit. 2020-06-14]. DOI: 10.1024/0301-1526/a000034. ISSN 03011526.

[21]

ZELLER, Thomas, Aljoscha RASTAN, Uwe SCHWARZWÄLDER, et al., 2004. Midterm Results after Atherectomy-assisted Angioplasty of Below-Knee Arteries with Use of the Silverhawk Device. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* [online]. **15**(12), 1391-1397 [cit. 2020-06-14]. DOI: 10.1097/01.RVI.0000138060.05915.9D. ISSN 10510443.

[22]

LAIRD, J.R., T. ZELLER, B.H. GRAY, D. SCHEINERT, G. BIAMINO, M. VRANIC a C. REISER, 2006. Limb salvage following laser-assisted angioplasty for critical limb ischemia: Results of the LACI multicenter trial. *Journal of Endovascular Therapy* [online]. **13**(1), 1 - 11 [cit. 2020-06-14]. DOI: 10.1583/05-1674.1. ISSN 15266028.

[23]

HEUSER, Richard R., 2008. Treatment of lower extremity vascular disease: the Diamondback 360^o™ Orbital Atherectomy System. *Expert Review of Medical Devices* [online]. **5**(3), 279-280 [cit. 2020-05-14]. DOI: 10.1586/17434440.5.3.279. ISSN 17434440.

[24]

DAS, T.S., T. MCNAMARA, B. GRAY, G.J. SEDILLO, B.R. TURLEY, K. KOLLMAYER, M. ROGOFF a J.E. ARUNY, 2009. Primary cryoplasty therapy provides durable support for limb salvage in critical limb ischemia patients with infrapopliteal lesions: 12-month follow-up results from the BTK Chill Trial. *Journal of endovascular therapy: an official journal of the International Society of Endovascular Specialists* [online]. **16**(2 Suppl 2), 19 - 30 [cit. 2020-05-14]. DOI: 10.1583/08-2652.1. ISSN 15266028.

[25]

GARVIN, Robert a Thomas REIFSNYDER, 2007. Cutting balloon angioplasty of autogenous infrainguinal bypasses: Short-term safety and efficacy. *Journal of Vascular Surgery* [online]. **46**(4), 724-730 [cit. 2020-06-10]. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.05.056. ISSN 07415214.

[26]

MOUSNIER, Aurélien, Elixène JEAN-BAPTISTE, Nirvana SADAGHIANLOO, Serge DECLEMY, Sophie BRIZZI a Réda HASSEN-KHODJA, 2013. Subintimal Recanalization of Femoropopliteal Occlusive Lesions in Patients With Critical Ischemia: 66 Cases. *Annals of Vascular Surgery* [online]. **27**(4), 467-473 [cit. 2020-05-14]. DOI: 10.1016/j.avsg.2012.03.017. ISSN 08905096. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0890509612004773>

[27]

LAMMER, Johannes, Marc BOSIERS, Thomas ZELLER, et al., 2011. First clinical trial of nitinol self-expanding everolimus-eluting stent implantation for peripheral arterial occlusive disease. *Journal of Vascular Surgery* [online]. **54**(2), 394-401 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.01.047. ISSN 07415214.

[28]

ČIHÁK, Radomír, DRUGA, Rastislav a Miloš GRIM, ed., 2004. *Anatomie. 2., upr. a dopl. vyd.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1132-4.

[29]

ROZTOČIL, Karel a Jan PIŤHA, 2017. *Nemoci končetinových cév.* Praha: Mladá fronta. Aeskulap. ISBN 978-80-204-4371-7.

[30]

LICHNOVSKÝ, Václav a Jiří MALÍNSKÝ, 2009. *Přehled histologie člověka v obrazech. 2., nezměn. vyd.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2277-0.

[31]

LÜLLMANN-RAUCH, Renate, 2012. *Histologie. 3.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3729-4.

[32]

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

[33]

KUMAR, Parveen J. a Michael L. CLARK, ed., 2005. *Clinical medicine.* 6th ed. Edinburgh: Elsevier Saunders, xviii, 1508 s. ISBN 0702027642.

[34]

MAČÁK, Jiří, Jana MAČÁKOVÁ a Jana DVOŘÁČKOVÁ, 2012. *Patologie. 2., dopl. vyd.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3530-6.

[35]

KRAJÍČEK, Milan, Jan H. PEREGRIN, Miroslav ROČEK a Pavel ŠEBESTA, 2007. *Chirurgická a intervenční léčba cévních onemocnění.* Praha: Grada, 436 s. ISBN 978-80-247-0607-8.

[36]

KARETOVÁ, Debora a Miroslav CHOCHOLA, 2017. *Vaskulární medicína.* Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-80-7345-536-1.

[37]

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

[38]

PEREGRIN, Jan H., 2005. Stenty v periferních tepnách. In: KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN, ed. *Intervenční radiologie: Miniinvazivní terapie.* Hradec Králové: Olga Čermáková, s. 93-98. ISBN 80-86703-08-8.

- [39] PEREGRIN, Jan H., 2005. Perkutánní transluminální angioplastika periferních tepen. In: KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN. *Intervenční radiologie: Miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková, s. 91-92. ISBN 80-86703-08-8.
- [40] PEREGRIN, Jan H., 2005. Perkutánní transluminární angioplastika a implantace stentu do femoropopliteálních tepen. In: KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN, ed. *Intervenční radiologie: Miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková, s. 144-147. ISBN 80-86703-08-8.
- [41] KRAJINA, Antonín, 2005. Příprava nemocného před výkonem. In: KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN, ed. *Intervenční radiologie: Miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková, s. 27-30. ISBN 80-86703-08-8.
- [42] ROČEK, Miroslav, 2005. Periferní trombolýza. In: KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN, ed. *Intervenční radiologie: Miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková, s. 99-104. ISBN 80-86703-08-8.
- [43] KRAJINA, Antonín, Čestmír DAVID a Jan H. PEREGRIN, 2005. Vybavení intervenčního sálu. In: KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN, ed. *Intervenční radiologie: Miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková, s. 70-75. ISBN 80-86703-08-8.
- [44] Stent. In: *Intervenční radiologie* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: <http://www.nemocnicekladno.cz/images/oddeleni/rdg/perkuatana-angioplastika.jpg>
- [45] Zúžené místo a dilatace balónkem. In: *Lucie Sukupová: Něco málo o zobrazování a dávkách v radiodiagnostice, ale i mimo ni, aneb co by Vás mohlo zajímat... Přejít k obsahu webu* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/page/15/>
- [46] Subintimal angioplasty. In: *Circulation: Cardiovascular Interventions* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/cms/asset/97dade45-b85e-49e5-a862-a830170292eb/hcv0011203770001.jpg>
- [47] Stentys Self-expanding Coronary Bare-Metal Stent System for Unusual Vessels. In: *Medgadget* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: <https://www.medgadget.com/img/00012312.jpg>
- [48] Self expanding stent. In: *JNKS: Journal of Korean neurosurgical society* [online]. [cit.

2020-06-15]. Dostupné z: <https://www.jkns.or.kr/upload/thumbnails/jkns-59-379-g001.jpg>

[49]

Optimal tPA dose/duration using US guided catheter directed thrombolysis for intermediate risk PE. In: *EMRounds* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: <https://i2.wp.com/emrounds.org/wp-content/uploads/2019/05/cdt.jpg?w=778&ssl=1>

[50]

Atherectomy procedure. In: *Cross country cardiology* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: <https://www.crosscountycardiology.com/hs-fs/hubfs/Atherectomy-procedure.jpg?width=1968&name=Atherectomy-procedure.jpg>

[51]

Figure 2: Cooling The Balloon. In: *Cath Lab Digest* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: <https://www.cathlabdigest.com/sites/cathlabdigest.com/files/photos/minarsch3.jpg>

[52]

AngioSculpt PTCA. In: *Biotronik* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: http://biotronik.cdn.mediamid.com/cdn_bio_pic/bio27711/35547/bio27711_1.png

[53]

Flextome™ Cutting Balloon™ Dilatation Device. In: *Boston Scientific* [online]. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z: https://www.bostonscientific.com/content/dam/bostonscientific/Interventional%20Cardiology/portfolio-group/Plaque-Modification/Flextome_beauty_940x940.image.460.0.png

Seznam zkratek

a. – arteria

ABI – Ankle brachial index, kotníko pažní index

APTT – activated partial thromboplastin time, aktivovaný částečný tromboplastinový čas

BMS – bare metal stent

CT – computed tomography, výpočetní tomografie

CTA – computed tomography angiography, angiografie výpočetní tomografií

DCB – drug coated-balloons, lékem potažené balonky

DES – drug eluting stents, lék uvolňující stenty

DSA – digitální substrakční angiografie

HDL – high density lipoproteins, vysokodenzní lipoproteiny

INR – international normalized ratio, Quickův test

LDL – low density lipoproteins, nízkodenzní lipoproteiny

m. – musculus

MR – magnetic resonance, magnetická rezonance

MRA – magnetic resonance angiography, angiografie pomocí magnetické rezonance

PACS – picture archiving and communicating system

PAT – perkutánní aspirační trombektomie

PST – pulsní sprejová trombektomie

PTA – perkutánní transluminální angioplastika

RA – radiologický asistent

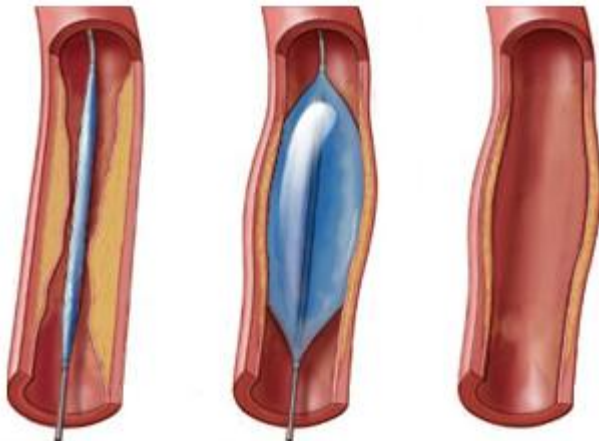
UFH – unfractionated heparin, nefrakcionovaný heparin

Seznam příloh

Příloha	Popis přílohy	Strana
Příloha 1	Perkutánní transluminální angioplastika	58
Příloha 2	PTA s implantací stentu	58
Příloha 3	Subintimální rekanalizace	59
Příloha 4	Lokální trombolýza	59
Příloha 5	Perkutánní aspirační trombektomie	59
Příloha 6	Aterektomie	60
Příloha 7	Kryoplastika	60
Příloha 8	„Cutting-balloon“ angioplastika	61

Přílohy

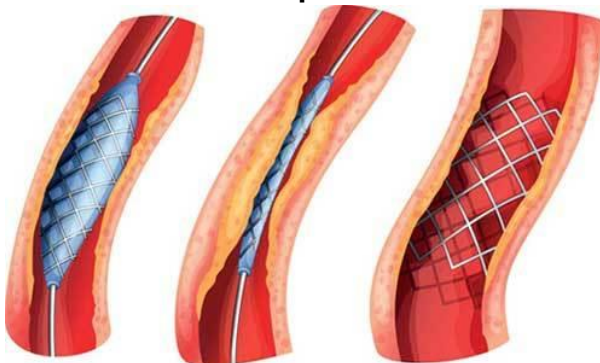
Příloha 1: Perkutánní transluminální angioplastika



Obr. 1. Balonkový dilatační kateřtr

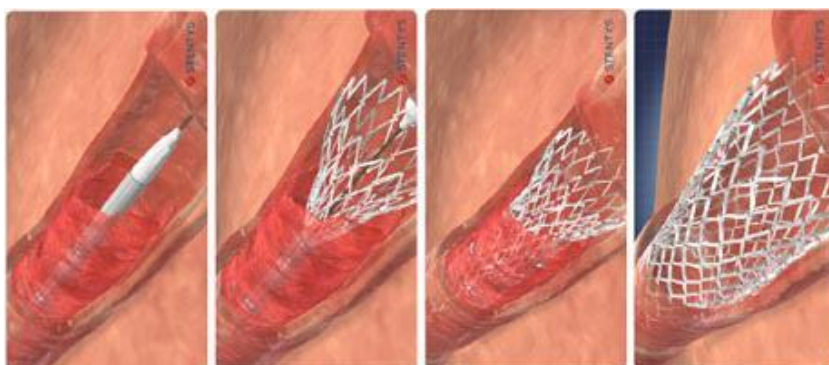
Zdroj: <http://www.sukupova.cz/page/15/>

Příloha 2: PTA s implantací stentu



Obr. 2.1. Balonexpandibilní stent

Zdroj: <http://www.nemocnicekladno.cz/oddeleni/komplement/rdg/intervencni-radiologie>

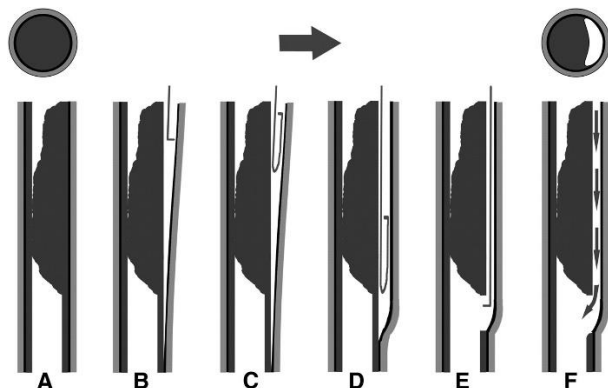


Obr. 2.2. Samoexpandibilní stent

Zdroj:

https://www.medgadget.com/2010/03/stentys_selfexpanding_coronary_baremetal_stent_system_for_unusual_vessels.html

Příloha 3: Subintimální rekanalizace



Obr. 3. Technika subintimální rekanalizace

Zdroj: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.967026>

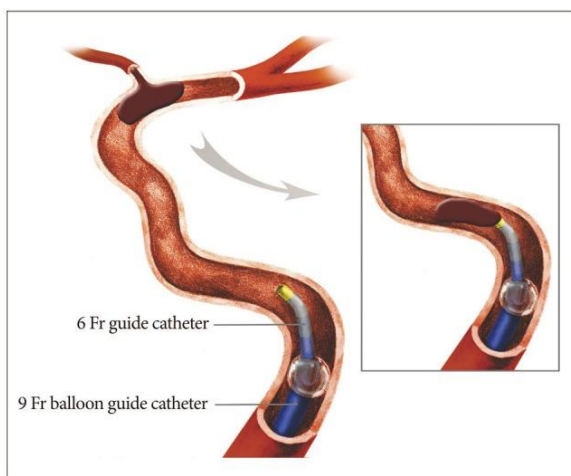
Příloha 4: Lokální trombolýza



Obr. 4. Katetr s postranními otvory pro lokální trombolýzu

Zdroj: <https://emrounds.org/optimal-tpa-dose-duration-using-us-guided-catheter-directed-thrombolysis-for-intermediate-risk-pe/>

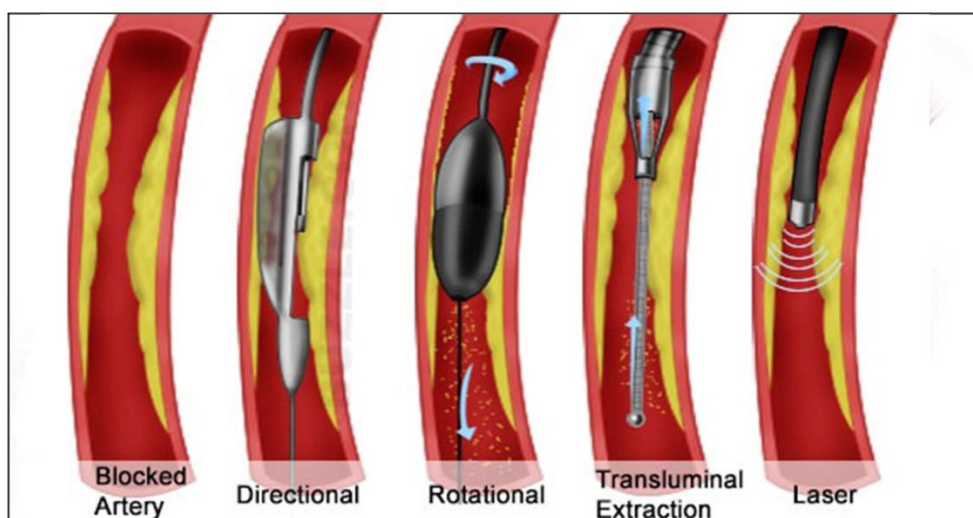
Příloha 5: Perkutánní aspirační trombektomie



Obr. 5. Technika perkutánní aspirační trombektomie

Zdroj: <https://www.jkns.or.kr/journal/figure.php?xn=jkns-59-379.xml&id=>

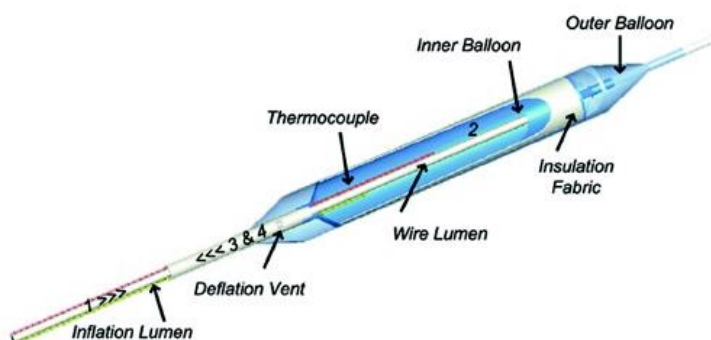
Příloha 6: Aterektomie



Obr. 6. Srovnání metod aterektomie

Zdroj: <https://www.crosscountycardiology.com/atherectomy>

Příloha 7: Kryoplastika



1. Liquid refrigerant (nitrous oxide) exits a high-pressure storage cylinder and travels through the lumen of the catheter to the balloon.
2. Upon entering the balloon, the liquid changes its state to gas, expanding the balloon. This process of evaporation results in a significant reduction in temperature.
3. Throughout the cycle, internal balloon pressure is regulated via an exit lumen and relief valve allowing for continuous flow of refrigerant and subsequent cooling.
4. At the completion of the cycle, the gas is evacuated and the balloon deflated.

Obr. 7. Balonkový katetr používající se ke kryoplastice

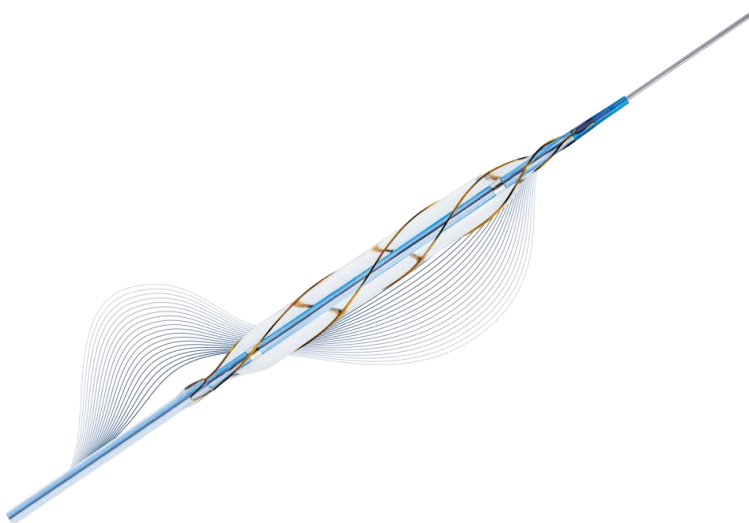
Zdroj: <https://www.cathlabdigest.com/articles/Catheter-Based-Cryoplasty-Coronary-and-Peripheral-Vascular-Disease>

Příloha 8: „Cutting-balloon“ angioplastika



Obr. 8.1. „Cutting-balloon“

Zdroj: <https://www.bostonscientific.com/en-EU/products/plaque-modification/flextome-cutting-balloon-dilatation-device.html#>



Obr. 8.2. „Scoring-balloon“

Zdroj: <https://www.biotronik.com/en-de/products/coronary/angiosculpt-ptca>