

Univerzita Pardubice

Fakulta zdravotnických studií

**Endovaskulární revaskularizační výkony u chronické končetinové  
ischemie z pohledu radiologického asistenta**

Urbanová Kristýna

Bakalářská práce

2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kristýna Urbanová**  
Osobní číslo: **Z12142**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Radiologický asistent**  
Název tématu: **Endovaskulární revaskularizační výkony u chronické končetinové ischemie z pohledu radiologického asistenta**  
Zadávací katedra: **Katedra informatiky, managementu a radiologie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 35 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. KRAJINA, A., PEREGRIN, J. **Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie.** 1. vyd. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. ISBN 8086703088
2. PROCHÁZKA, V., ČÍŽEK, V. **Vaskulární diagnostika a intervenční výkony.** Praha: Maxdorf, 2012. ISBN 9788073452841
3. KARETOVÁ, D., ROZTOČIL, K., VOJTÍŠKOVÁ, J. **Ischemická choroba dolních končetin: doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře 2011.** 1. vyd. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře, 2011. ISBN 9788086998435
4. KARETOVÁ, D., STANĚK, F. **Angiologie pro praxi: [postgraduální učebnice].** 2. vyd. Praha: Maxdorf, 2007. ISBN 9788073450014
5. ČIHÁK, R. **Anatomie 3.** 2. vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-1132-X

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Vendelín Chovanec, Ph.D.


Katedra informatiky, managementu a radiologie

Datum zadání bakalářské práce: 1. října 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 7. května 2015

  
prof. MUDr. Arnošt Pellant, DrSc.  
děkan

L.S.

  
Ing. Jana Holá, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 11. března 2015

**Prohlašuji:**

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 25.4. 2015

Urbanová Kristýna

**Poděkování:**

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce MUDr. Vendelínu Chovanci, Ph. D. za odborné rady, připomínky a vedení v průběhu zpracování práce. Také bych chtěla poděkovat personálu na angio-intervenčním oddělení, kteří mi poskytli potřebné zkušenosti a rady z praxe i odpovědi na mé dotazy.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá možnostmi endovaskulární revaskularizace u chronické ischemické choroby dolních končetin.

V teoretické části shrnuje problematiku chronické končetinové ischemie z hlediska její etiologie, dělení, diagnostiky a léčby se zaměřením na intervenční radiologii a její metody využitelné při léčbě tohoto onemocnění.

V praktické části jsou zpracovány příklady chronické končetinové ischemie, které byly indikovány k endovaskulárnímu řešení a úloha radiologického asistenta při těchto intervenčních výkonech.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

chronická ischemická choroba dolních končetin, endovaskulární revaskularizace, PTA, stent, radiologický asistent

## **TITLE**

Endovascular revascularizations for chronic limb ischemia from the perspective of radiology assistant

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis is dealt with the possibilities of endovascular revascularization for chronic peripheral arterial disease.

The theoretical part is based on theoretically acquired knowledge about chronic limb ischemia - its etiology, classification, diagnosis, treatment focused on methods of interventional radiology.

The practical part presents examples of chronic limb ischemia, which was possible to treat with the endovascular methods and the role of radiology assistant during these intervention procedures.

## **KEY WORDS**

chronic limb ischemia, endovascular revascularization, PTA, stenting, radiology assistant

## Obsah

ÚVOD .....	12
1 CÍL PRÁCE.....	13
2 TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE.....	14
2.1 Fyziologie a stavba cévního systému .....	14
2.1.1 Arteriae - tepny.....	14
2.1.2 Vasa capillaria – vlasečnice, kapiláry .....	16
2.1.3 Venae - žíly .....	16
2.2 Anatomie cévního systému DK .....	17
2.2.1 Tepny zásobující dolní končetiny.....	17
2.2.2 Žíly dolních končetin.....	17
2.3 Patologie tepenného systému DK .....	19
2.3.1 Ateroskleróza.....	19
2.4 Ischemická choroba dolních končetin (ICHDK).....	23
2.4.1 Akutní ischemická choroba dolních končetin .....	23
2.4.2 Chronická ischemická choroba dolních končetin.....	26
2.5 Diagnostika ICHDK.....	33
2.5.1 Anamnéza.....	33
2.5.2 Fyzikální vyšetření .....	34
2.5.3 Měření kotníkových tlaků dopplerovským ultrazvukem.....	35
2.5.4 Zobrazovací metody .....	36
2.6 Léčba ICHDK .....	41
2.6.1 Konzervativní metody léčby ICHDK.....	41
2.6.2 Chirurgická léčba ICHDK.....	43
2.6.3 Endovaskulární revaskularizace ICHDK .....	43
2.7 Intervenční radiologie .....	44
2.7.1 Historie .....	44

2.7.2	Katetrizace Seldingerovou metodou .....	46
2.7.3	Instrumentárium pro angiografii a intervenční výkony.....	47
2.7.4	Kontrastní látky v intervenční radiologii.....	49
2.7.5	Přístrojové vybavení angio-intervenčního sálu .....	50
2.7.6	Příprava pacienta před intervenčním výkonem u ICHDK .....	52
2.7.7	Průběh výkonu.....	53
2.7.8	Metody endovaskulární revaskularizace u ICHDK.....	54
2.7.9	Opatření po intervenčním výkonu.....	56
2.7.10	Komplikace po výkonu a jejich léčba .....	57
2.8	Radiační ochrana v intervenční radiologii .....	60
2.8.1	Ochrana pacienta před zářením .....	61
2.8.2	Ochrana personálu před zářením.....	62
2.9	Úloha radiologického asistenta při intervenčních výkonech .....	63
3	Praktická část práce .....	65
3.1	Pacient č. 1 .....	65
3.2	Pacient č. 2 .....	72
3.3	Pacient č. 3 .....	79
4	Diskuze .....	89
5	Závěr.....	90
6	Citovaná literatura .....	91
7	Seznam příloh.....	93
8	Přílohy .....	94



## Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1: Funkční klasifikace ICHDK podle Fontainea .....	28
Tabulka 2: Rutherfordova klasifikace ICHDK.....	29
Tabulka 3: Akutní komplikace způsobené kontrastní látkou.....	59
Obrázek 1: Kalcifikovaný uzávěr distální části a. femoralis superf. vlevo .....	66
Obrázek 2: Stenózy proximální části a. poplitea vlevo .....	66
Obrázek 3: Obliterace a. tibialis anterior a a. peronea vlevo .....	67
Obrázek 4: Dominantní a. tibialis posterior vlevo.....	67
Obrázek 5: Neúspěšný pokus o proniknutí katétreem skrz kalcifikovaný uzávěr.....	68
Obrázek 6: Zavedení Outbacku pro subintimální rekanalizaci.....	69
Obrázek 7: Nafouknutý 5 mm balónek v subintimálním prostoru a. femor. superf. ....	69
Obrázek 8: Vytvoření nového kanálu po PTA v subintimálním prostoru .....	70
Obrázek 9: Zprůchodnění a. femor. superf. vlevo po zavedení stentu .....	70
Obrázek 10: Zrychlení průtoku a. tibialis posterior vlevo .....	71
Obrázek 11: Významné stenózy a. iliaca communis et externa vpravo .....	73
Obrázek 12: Obliterace a. iliaca com. et externa vlevo zobr. v pravé šikmé projekci.....	73
Obrázek 13: Stenóza a. femor. com. a obliterace a. femor. super. oboustranně.....	74
Obrázek 14: Restenóza a. poplitea vlevo.....	74
Obrázek 15: Obliterace a. tibialis post. vpravo a zpomalení toku v bérčovách tepnách vlevo	75
Obrázek 16: Dilatace stentu zavedeného do a. iliaca externa vlevo .....	76
Obrázek 17: Obnovení průtoku a. iliaca externa vlevo .....	76
Obrázek 18: Angioplastika stentu do a. iliaca communis vlevo.....	77
Obrázek 19: Obnovení průtoku pánevních tepen vlevo po implantaci stentů a jejich dodilataci balónkem.....	77
Obrázek 20: Dilatace stentu zavedeného do a. iliaca communis vpravo.....	78
Obrázek 21: Obnovení průtoku pánevních tepen vpravo po implantaci stentu .....	78
Obrázek 22: Průchodné a. femor. com., a. profunda femoris, uzavřená a. femor. super. vlevo .....	81
Obrázek 23: Obliterace a. poplitea vlevo, tibiofibulárního trunku .....	81
Obrázek 24: Průchodná a. tibialis ant. a a. peronea, uzavřená a. tibialis post. ....	82
Obrázek 25: Uzavřená distální a. poplitea vlevo .....	82
Obrázek 26: PTA a. femor. super. vlevo .....	84
Obrázek 27: A. femor. super. vlevo po PTA .....	85

Obrázek 28: Implantace stentu do a. femor. super. vlevo.....	85
Obrázek 29: Zprůchodnění femorálního řečiště vlevo po implantaci stentu .....	86
Obrázek 30: Uzavřený tibio-fibulární truncus vlevo .....	86
Obrázek 31: Implantace stentu do distální části a. poplitea vlevo.....	87
Obrázek 32: Umístění vodiče do a. peronea vlevo .....	87
Obrázek 33: Průchodná a. tibialis ant. a a. peronea vlevo .....	88
Obrázek 34: Průchodný plantární oblouk vlevo .....	88

## Seznam zkratek a značek

a.	arteria
AKI	akutní končetinová ischemie
APTT	aktivovaný parciální tromboplastinový čas
ASA	kyselina acetylsalicylová
A-V	arteriovenózní
BMI	body mass index
CLI	critical limb ischemia (kritická končetinová ischemie)
CMP	centrální mozková příhoda
CRP	C reaktivní protein
CT	computed tomography (výpočetní tomografie)
CTA	CT angiografie
CŽK	centrální žilní katétr
DLP	dyslipoproteinémie
DK	dolní končetina/-y
DM	diabetes mellitus
DSA	digitální subtrakční angiografie
GIT	gastrointestinální trakt
HLP	hyperlipoproteinémie
ICHDK	ischemická choroba dolních končetin
ICHS	ischemická choroba srdeční
IZ	ionizující záření
JKL	jodová kontrastní látka
KL	kontrastní látka
KVO	kardiovaskulární onemocnění
MRA	MR angiografie
PTA	perkutánní transluminální angioplastika
r.	ramus
RA	radiologický asistent
RF	rizikový faktor
RTG	rentgenový
TF	tkáňový faktor
US	ultrasonografie
v.	vena

## ÚVOD

V této bakalářské práci jsou tématem endovaskulární revaskularizační výkony u chronické končetinové ischemie z pohledu radiologického asistenta. Radiologický asistent je schopen uplatnit své znalosti a dovednosti na pracovištích s radiologickými zobrazovacími či ozařovacími metodami.

Na endovaskulární revaskularizační výkony je specializováno pracoviště intervenční radiologie a angiografie, které umožňuje vyšetření i miniinvazivní léčbu cévního řečiště. Invazivní diagnostickou angiografií lze nahradit neinvazivní ultrasonografií, počítačovou tomografií či magnetickou rezonancí. Avšak v revaskularizační léčbě se stále více uplatňují intervence endovaskulární.

V práci se zabývám chronickou končetinovou ischemií, její léčbou pomocí endovaskulárních revaskularizačních metod a úlohou radiologického asistenta při těchto intervencích. Práce se skládá ze dvou částí - teoretické a praktické. V teoretické části je popsána anatomie a fyziologie cévního systému dolních končetin, chronická ischemická choroba DK, možnosti diagnostiky i léčby, endovaskulární metody užívané u ICHDK a radiační ochrana v intervenční radiologii. V praktické části jsou rozebrány kazuistiky tří pacientů s chronickou končetinovou ischemií léčených rozdílnými endovaskulárními metodami a úloha radiologického asistenta během těchto výkonů.

Tato práce přibližuje problematiku chronické končetinové ischemie a roli radiologického asistenta při intervenčních výkonech u tohoto onemocnění.

# 1 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je popsat problematiku chronické končetinové ischemie a úlohu radiologického asistenta při intervenčních výkonech.

Radiologický asistent musí disponovat dobrými teoretickými znalostmi o jednotlivých výkonech a jejich průběhu. Další nezbytnou dovedností je pohotovost a rychlé rozhodování, které jsou potřebné při spolupráci s lékařem, provádějícím výkon. Samozřejmostí by mělo být dobré ovládnutí angiografického kompletu a znalost možností úpravy obrazu, následného ukládání a odesílání dat do systému. Neméně důležité jsou i vědomosti v oblasti případných komplikací a nežádoucích účinků vzniklých u pacienta po podání KL. S tím souvisí i nutnost ovládnutí první pomoci.

V teoretické části popisují anatomii a fyziologii cévního systému dolních končetin, patologický vznik aterosklerózy, chronickou končetinovou ischemii a možnosti diagnostiky a léčby tohoto onemocnění s podrobnějším popisem endovaskulárních revaskularizačních výkonů. Vybrané endovaskulární výkony jsou více rozebrány v praktické části, spolu s popisem náplně práce radiologického asistenta. Cílem je uplatnění teoreticky nastudovaných znalostí v praxi, získání vlastních zkušeností a jejich případné vzájemné porovnání.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE

### 2.1 Fyziologie a stavba cévního systému

Cévní systém společně se srdcem vytváří krevní oběh, který zajišťuje cirkulaci krve a tím rychlý transport kyslíku, živin a odpadních produktů.

Struktura cévního systému je ve svých jednotlivých úsecích plně přizpůsobena funkčním nárokům, jež jsou na něj kladeny. Rozděluje se na:

- tepenný - tvořen tepnami (arteriae), větvícími se na tenčí arterioly (arteriolae)
- kapilární - vlásečnice (vasa capillaria)
- žilní - navazuje na vlásečnice venulami (venulae) a sbíhající se v žíly (venae)

V oběhu lidského organismu koluje kolem 5 l krve. Pro zatížení jednotlivých typů cév je uzpůsobena jejich tloušťka a složení jednotlivých vrstev, z nichž se cévy skládají. Průtok krve jednotlivými cévami je ovlivněn jejich průsvitem, jež je řízen tonusem stěny. (Čihák, 2004, s. 71 - 78).

#### 2.1.1 Arteriae - tepny

Tepny zajišťují rychlý transport krve do periferie. Do tepen proudí krev rytmicky v pulsových nárazech po vypuzení ze srdce. Během systoly se tlak krve pohybuje kolem 19 kPa (140 - 150 mm Hg) v aortě, 16 kPa (120 mm Hg) v a. brachialis a směrem do periferie dále klesá, což způsobuje větší plocha součtu průřezů po rozvětvení cévy.

Stěna tepny se skládá ze tří vrstev (viz. Příloha A):

- tunica intima
- tunica media
- tunica adventitia (externa)

**Tunica intima** je tvořena jednou vrstvou plochých endothelových buněk, jež je podložena elastickými a kolagenními vlákny. Ta tvoří rozhraní s medií, jež se nazývá membrana elastica interna. Hlavní úlohou endotelu je zabránění srážení krve.

**Tunica media** se skládá z cirkulárně nebo spirálovitě vinutých hladkých svalových buněk. Kolem nich se nacházejí elastická a kolagenní vlákna. Na základě převahy buď elastických či svalových vláken rozlišujeme dva typy tepen.

**Tepny elastického typu**, jež obsahují více vláken elastických, disponující značnou pružností. Zajišťují nepřerušovaný transport krve do periferie a napomáhání rovnoměrnějšímu proudění krve. Patří sem velké tepny, např. aorta, a. iliacae.

**Tepny svalového (muskulárního) typu** zásobují převážně jednotlivé orgány, jako např. aa. coronaris, aa. renalis. Díky regulačnímu aparátu ve svalovině mění tyto tepny dobře průsvit stěny, a tak regulují přítok krve do dané oblasti. Tím se značně podílejí na velikosti periferního odporu.

Poměr elastické a svalové složky je vyvážen u tepen středního charakteru.

**Tunica adventitia** tvoří samotný povrch cévy fibrilárním vazivem s kolagenními a elastickými vlákny. Od svalové vrstvy mediae je adventitia oddělena elastickou vrstvou membrana elastica externa.

Z důvodu tloušťky velkých tepen (aorta 2 mm, arteriae 1 mm) je nutné i samostatné cévní zásobení stěny, a to systémem **vasa vasorum**. Jde o slabé tepenné odstupy z této cévy nebo z její větve, doprovázené slabými žilami. Vasa vasorum prostupují adventicií až do vrchní vrstvy mediae. Intima a část mediae jsou vyživovány difúzí z krve mateřské tepny.

**Inervace** je zajištěna autonomními nervy.

Některé orgány mají tepenné zásobení doplněno o tzv. **interarteriální anastomózy**. Jde o příčné či šikmé propojení sousedních tepen jednoho nebo i dvou sousedních orgánů. Pokud je toto uspořádání správně vytvořeno, dovoluje limitovaný průtok krve z jedné tepny do druhé.

Další možnost náhradního krevního zásobení představuje **kolaterální oběh**. Pokud z hlavních tepen odstupují bočné větve se shodným průběhem, nazýváme je krevními kolaterálami. Samotný oběh vzniká jejich spojením s odstupy distálního úseku mateřské tepny (Naňka et. al 2009, s. 85 - 87).

### **2.1.1.1 Arteriolae - arterioly**

Jsou s průsvitem 50 µm nejslabšími arteriemi těla. Jejich stěna se skládá pouze z endotelu, membrana elastica interna, tenké vrstvy cirkulárně probíhajících buněk hladké svaloviny a na povrchu chránící vrstvy fibroelastických vláken. Arterioly jsou hlavním regulátorem průtoku krve danou oblastí, volně přecházejí v prekapiláry a jsou tak konečnou částí arterií, jež volně pokračují v systému vasa capillaria (Čihák 2004, s. 73).

### 2.1.2 Vasa capillaria – vlásečnice, kapiláry

Kapiláry tvoří vrstva polygonálních plochých endotelových buněk zevně doplněná laminou basalis. Stěna kapilár má tloušťku 1  $\mu\text{m}$  a průsvit se mění v závislosti na orgánech, které zásobují či přímým vlivem některých hormonů (Naňka et al. 2009, s. 87).

Průtok krve kapilární sítí je částečně regulován kontrakcí či dilatací spirálně uspořádaných buněk hladké svaloviny, tzv. prekapilárních sfinkterů. Ty se nacházejí na přechodu mezi terminální arteriolou a kapilárou. Rychlost proudu v kapilárách je vzhledem k jejich průsvitu velmi malá (0,4 mm/s).

Kapilární sítě přecházejí v postkapiláry (prevenuly), jejichž stavba je podobná s prekapilárami. Na úrovni kapilární sítě probíhá veškerá látková výměna mezi krví a tkáněmi (Čihák 2004, s. 73 - 74).

### 2.1.3 Venae - žíly

Žíly pojmu díky značné roztažnosti velký objem krve, a tak mohou sloužit jako rezervoár. Stěny žil se skládají ze stejných vrstev jako arteriae, avšak mají rozdílný podíl tloušťky mediae a adventitiae (viz. Příloha A).

#### 2.1.3.1 Venulae - venuly

Jsou vlastně nejtenčími žilami, které se skládají ze všech tří vrstev. Tunica intima je tvořena vrstvou endotelu a tenkou vazivovou subendothelovou vrstvou. Membrana elastica interna není vytvořena. Venuly se dále sbíhají do žil (Čihák 2004, s. 74).

#### 2.1.3.2 Žíly

Tlak uvnitř žilního řečiště klesá směrem k srdci. Z tohoto důvodu závisí pohyb krve v žilním řečišti především na pohybech těla jako je dýchání a aktivita svalstva, které mu napomáhají. Díky velkému objemu a pomalému průtoku krve v žilním systému je možné v případě nutnosti dodat objem krve do oběhu právě z rezervoárů žilního řečiště.

Podle polohy dělíme žíly na **povrchové**, které probíhají podkožním vazivem a **žíly hluboké**, jež probíhají většinou podél tepen a nervů. U tepen středního kalibru dokonce nacházíme dvě žíly, které jsou místy napříč propojeny. Spojky mezi povrchovými a hlubokými žilami, tzv. perforátory, vedou skrz povrchové fascie.

Jednotlivé vrstvy stěny žil jsou tenčí než u tepen a liší se jejich poměrové zastoupení. **Tunica intima** obsahuje membranu elasticu internu až u žil středního a velkého kalibru. **Tunica media** obsahuje oproti tepenné stěně méně svalových buněk a je tenčí.



Charakteristické jsou pro žíly **valvulae venosae** (žilní chlopně). Jde o výběžky intimy, které jsou kryty endotelem a vyztužené vazivem. Jejich funkcí je zajištění proudění krve pouze směrem k srdci. Fyziologicky se stěna při náplni krví nad chlopněmi roztáhne. Při patologických stavech se vytvoří uzlovitá rozšíření tzv. varixy. Nejčastější výskyt chlopní je na končetinových žilách.

Stejně jako tepny i žíly přecházejí z vaziva **tunicae adventitia** do vaziva okolní tkáně, které zajišťuje jejich pohyblivost vůči okolí. Spolu s tepnou bývají žíly na končetinách uzavřeny ve společném vazivovém vaku. Toto vazivové pouzdro poutá tepnu k přilehlým žilám natolik, že tepová vlna procházející arterií stlačí přiléhající místo žíly, odkud je tak krev vytlačena a propuštěna chlopněmi (Čihák 2004, s. 74 - 78).

## **2.2 Anatomie cévního systému DK**

### **2.2.1 Tepny zásobující dolní končetiny**

Cévní systém dolních končetin řadíme mezi periferní tepny. Začíná bifurkací břišní aorty v úrovni 4. lumbálního obratle. Zde se aorta rozděluje na pravou a levou společnou pánevní tepnu (a. iliaca communis dextra et sinistra). Společná ilická tepna se rozděluje na zevní (a. iliaca externa) a vnitřní (a. iliaca interna).

Arteria iliaca interna sestupuje do malé pánve a zásobuje tak všechny orgány malé pánve, adduktory stehna, pánevní dno, část zevních pohlavních orgánů a přispívá k dostatečnému krevnímu zásobení páteřního kanálu. Arteria iliaca externa zásobuje svými větvemi část postranních a předních svalů břišní stěny a část stěny velké pánve (Čihák 2004, s. 116 - 127).

Od tříselného vazy pokračuje jako společná stehenní tepna (a. femoralis communis).

Ta se větví na povrchovou stehenní tepnu (a. femoralis superficialis), která po překřížení stehenní kosti pokračuje jako a. poplitea, a na hlubokou stehenní tepnu (a. profunda femoris), jež je silnou tepnou pro stehenní svaly.

Cévní zásobení bérce zajišťují tři hlavní tepny: a. tibialis posterior, a. tibialis anterior a a. peronea (fibularis). A. tibialis anterior pokračuje jako a. dorsalis pedis, jejíž větve zásobují oba kotníky. A. tibialis posterior přechází v a. plantaris pedis (viz. Příloha B) (Karetová et al. 2007, s. 15).

### **2.2.2 Žíly dolních končetin**

Venuly se sbíhají do větších žil a ty se spojují až do sběrných žil v. cava superior et inferior, vedoucích do pravé srdeční předsíně. Velké žíly dolních končetin většinou

doprovázejí stejnojmenné tepny. Žilní systém končetin dělíme na hluboký a povrchový. Všechny žíly dolních končetin se sbíhají do v. femoralis, která poté v lacuna vasorum pokračuje jako v. iliaca externa. V. iliaca interna je tvořena ze žil pánevní oblasti, které vytvářejí žilní plexy. V. iliaca communis na obou stranách jsou tvořeny soutokem v. iliaca interna et externa v oblasti křížokyčelních kloubů (Čihák 2004, s. 151).

#### **2.2.2.1 Povrchové žíly dolní končetiny (vv. superficiales membri inferioris)**

Síť povrchových žil začíná na hřbetu nohy a plantě. Podkožní síť chodidla rete venosum plantare se spojuje s rete venosum dorsale pedis. Spojením rete venosum dorsale pedis s rete venosum plantare se utvářejí vv. marginalis medialis et lateralis, které poté přecházejí v odtokové žíly v. saphena magna na tibiální straně a v. saphena parva na straně fibulární. Vena saphena magna poté ústí do v. femoralis a vena saphena parva do v. poplitea (Čihák 2004, s. 155 - 156).

#### **2.2.2.2 Hluboké žíly dolní končetiny (vv. profundae membri inferioris)**

Jsou provázecími žilami stejnojmenných tepen. Pro bérce jsou typické dvě žíly, které jsou uloženy v okolí jedné tepny (žíla je zdvojená).

Stejně jako povrchová žilní síť začíná hluboký žilní systém vv. digitales plantares. Žíly planty se slučují do vv. tibiales posteriores, které provázejí a. tibialis posterior.

Hluboké žíly hřbetu nohy se na tibiální straně spojují ve vv. tibiales anteriores a na straně fibuly ve vv. fibulares.

Spojením těchto žil vzniká v zákolenní jámě v. poplitea, která provází dorsálně a laterálně a. poplitea. V hiatus tendineus volně přechází ve v. femoralis. Ta provází stejnojmennou tepnu po mediální straně. V lacuna vasorum poté pokračuje jako v. iliaca externa, do které vtékají v. saphena magna a hluboké žíly podél v. femoralis (Čihák 2004, s. 156).

#### **2.2.2.3 Spojky povrchových a hlubokých žil**

Tyto spojky se vyskytují především na distální části bérce, kde dochází k propojení v. saphena magna et parva s hlubokým žilním systémem. Jedná se o transfasciální spojky, někdy zvané jako perforátory. Krevní proud může být v těchto spojkách dirigován z povrchového do hlubokého žilního systému, kterým odtéká zhruba 80 % krve, jen pokud jsou přítomny chlopně (Čihák 2004, s. 157).

## 2.3 Patologie tepenného systému DK

Kardiovaskulární onemocnění (dále jen KVO) jsou na prvním místě příčinou úmrtnosti, jak ve vyspělých zemích, tak celosvětově. Hlavním důvodem stále narůstajícího výskytu těchto onemocnění je obezita a diabetes, které jsou označovány jako pandemie populace. Konkrétně v ČR umírá na KVO téměř polovina mužů a více jak polovina žen.

Primární příčinou je ve většině případů manifestace aterosklerózy. Ta se projevuje především jako ischemická choroba srdeční (IČS), centrální mozková příhoda (CMP) a ischemická choroba dolních končetin (IČHDK) (Češka et al. 2010, s. 60).

### 2.3.1 Ateroskleróza

Ateroskleróza je chronické systémové onemocnění postihující tepenný systém. Je charakterizováno hromaděním lipidů a fibrózní tkáně ve vnitřní vrstvě arterií se změnami i ve střední vrstvě. Postupnou progresí aterogenetického procesu tak vznikají pláty, které jsou utvářeny kašovitým jádrem (athere - kaše), které kryje vazivový obal (sclerosis - tvrdý) (viz. Příloha C).

Vývoj plátu může probíhat desítky let zcela bez pacientova omezení, což je možné díky tepenné remodelaci, tedy schopnosti cévy zvětšit vnější elastickou vrstvu a viskozitě stěny tepen, která je dimenzována na několikanásobné zvýšení průtoku krve. Klidový průtok je tedy možné zajistit i při menším průsvitu cévy. Proto se patologické stavy cév projeví až při dosažení 50% zúžení dané tepny.

Díky dlouhodobému vývoji tohoto onemocnění je tepenný systém schopen vytvořit kolaterály, které částečně nahradí cévní zásobení dané oblasti. To je však možné pouze do určité míry. Při zvýšené zátěži a spotřebě kyslíku v určitém stádiu není již kolaterální oběh dostatečný. Proto dochází k ischemii daného orgánu či tkáně, která se již manifestuje jako ischemie oblasti distálně od postiženého úseku tepny.

Nejčastějším projevem je tedy náhlá ischemie orgánu, který je zásobován postiženou tepnou. Při postižení koronárních tepen nastává ischemická choroba srdeční, která často končí náhlým úmrtím. Ischemické cévní mozkové příhody bývají zapříčiněny postižením vnitřních karotických tepen a tepen Willisova okruhu. Ischemická choroba dolních končetin manifestující se intermitentními klaudikacemi je odpovědí na embolizaci aterosklerotických hmot do periferie nebo na lokální poškození tepny aterosklerotickým procesem. Dalším možným projevem je aneurysma hrudní či břišní aorty, ischemie ledvin nebo vzácně jiných viscerálních orgánů (Roztočil 2014, s. 41).

### 2.3.1.1 Aterogeneze

Aterogenetické děje jsou zapříčiněny stimulací reparačních pochodů ve stěně arteriae prozánětlivými cytokiny, dysfunkcí endotelu a nadměrou cholesterolu. Vlastní aterogenní proces zasahuje prvotně subendoteliální prostor a intimu.

Vznik aterogeneze je započnut endoteliální dysfunkcí, která nastává při působení několika rizikových faktorů. Mezi tyto faktory patří: přítomnost aterogenních lipoproteinů (vysoká hladina LDL či nízká hladina HDL), arteriální hypertenze, inhalace tabákového kouře, diabetes mellitus 2. typu. Endoteliální dysfunkce souvisí i se snížením nabídky oxidu dusnatého, prostacyklinu a endoteliálního hyperpolarizujícího faktoru. Tyto faktory vedou ke zvýšené vazokonstrikci, adhezivitě, aktivaci trombocytů, zvýšené propustnosti endotelu pro lipoproteiny i leukocyty (monocyty, T lymfocyty).

Při vyšší hladině LDL cholesterolu se tento aterogenní lipoprotein váže na nebuněčnou matrix v subendoteliálním prostoru, kde díky působení kyslíkových radikálů a glukózy dochází k jeho modifikaci. Zásadní je zejména jeho oxidace či glykosylace. Pokud jsou takto modifikované lipoproteiny fagocytovány, snižují schopnost makrofágu vrátit se zpět do oběhu.

Důležitým je v procesu aterogeneze také vstup leukocytů do subendotheliálního prostoru. Tento aktivní děj je zprostředkován aktivovanou endothelií, uvolňující vazoadhezivní molekuly. Tyto molekuly pak umožňují samotný průnik buněčných elementů. Kontakt leukocytu s endotelem poté umožní uvolněné selektiny, které zároveň aktivují specifické integrinové receptory na povrchu leukocytu. Tyto receptory se poté naváží na adhezivní molekuly, především k vascular cell adhesion molecule-1 (VCAM-1) a díky této vazbě se na endothelii naváže leukocyt, odkud poté může migrovat do subendotheliálního prostoru. Monocyt je krátce žijící, avšak působením specifických cytokinů se mění na dlouho žijící makrofág. Jeho funkcí je odstranění nadbytečných molekul a buněčných zbytků z tkáně. Zde akumulovaný LDL-cholesterol je fagocytován specifickými LDL receptory na povrchu makrofágu. Ve chvíli, kdy je makrofág naplněn, dojde k potlačení LDL specifických receptorů a makrofág vycestuje zpět do cirkulace. Poté je vychytán v retikuloendotheliálních buňkách. Tento proces je fyziologický. Pokud je ovšem LDL modifikován oxidací či glykosylací, při hyperglykémii, je tento cholesterol akumulován pouze nescificky pomocí tzv. scavengerových receptorů. Tyto receptory nelze ovlivnit zpětnou vazbou a tudíž není makrofág naplněný LDL-cholesterolem schopen vycestovat do cirkulace. Zůstává tedy v subendoteliálním prostoru a stává se pěnovou buňkou, která je později základem pro vlastní aterosklerotický plát (Karetová et al. 2007, s. 18 - 20).

### 2.3.1.2 Aterosklerotické léze

Ateroskleróza je systémové onemocnění postihující tepny středního a většího kalibru. Tvorba aterosklerotické léze je typická především pro odstupy tepen. U tepen elastického typu dochází k poškození intimy, u tepen muskulárního typu bývá postižena mediae.

Z patologickoanatomického hlediska rozlišujeme tři základní typy aterosklerotických lézí:

- časné léze - tukové proužky
- fibrózní a ateromové pláty
- komplikované léze

**Tukové proužky (fatty streaks)** je běžně přítomnou formou aterosklerózy. Vyskytuje se především v intimě velkých cév a lze je prokázat již v dětském věku. Tyto léze výrazně neovlivňují průtok krve, jelikož neprominují do lumina arteriae. Základním elementem jsou v těchto lézích pěnové buňky. Tukové léze nejsou trvalým poškozením stěny cévy, může však dojít k jejich regresii.

**Fibrózní pláty (ateromy)** jsou větší ostře ohraničená ložiska až chrupavčité konzistence. Tyto léze už prominují do lumen, ztlušťují cévní stěnu a tím zapříčiňují její částečnou nebo úplnou obstrukci. Jejich hlavní složkou jsou opět proliferující buňky hladkých svalů a makrofágů přeměňujících se v pěnovou buňku a lymfocyty. Tento obsah je obalen kolagenní matrix a volnými depozity tuků. V hlubších částech léze může dojít k nekrotickým změnám, poté mohou tyto části kalcifikovat a obsahovat i cholesterolové krystaly.

**Komplikované léze** jsou vlastně degenerativně změněné fibrózní pláty. Tyto léze jsou masivně kalcifikovány a po ulceraci či ruptuře jsou místem adherence trombocytů, agregace a trombózy. V důsledku trombózy následně dochází k náhlému uzávěru tepny.

Podrobnější klasifikaci lézí umožňuje rozdělení podle American Heart Association. Ta rozděluje léze do 6 typů, přičemž typy I až III jsou považovány za prekurzorové a léze typu IV až VI jsou lézemi již vyvinutými.

Z hlediska klinické praxe je kromě složení a charakteru plátu důležitá i jeho stabilita.

**Stabilní plát** obsahuje málo lipidů a dispozičně není rizikem k ruptuře a následné trombóze, obturující cévní lumen.

**Nestabilní plát** naopak obsahuje velké množství lipidů a k jeho ruptuře dochází nejčastěji při okraji v místě raménka. Tím se stává příčinou trombózy, která se projevuje jako akutní cévní příhoda.

Ke změně nestabilního plátu na stabilní stačí "pouze" intenzivní hypolipidemická léčba v délce několika týdnů, maximálně měsíců (Češka et al. 2010, s. 61 - 64).

### 2.3.1.3 Rizikové faktory aterosklerózy

Od poloviny 19. století je na aterogenezi pohlíženo jako na proces podmíněný mnoha rizikovými faktory a jeho příčiny jsou tedy multifaktoriální.

Některé z těchto faktorů nelze příznivě ovlivnit, a proto jsou označovány jako **neovlivnitelné RF**. Mezi ně patří především věk, mužské pohlaví a pozitivní rodinná anamnéza.

Se vzrůstajícím **věkem** roste i pravděpodobnost manifestace aterosklerózy, což je dáno jejím dlouhodobým průběhem. Jako rizikový věk je udáván nad 45 let u muže a nad 55 let u ženy.

**Mužské pohlaví** je jednoznačně prokázaným rizikovým faktorem aterosklerózy. Důvodem je absence estrogenů, která zvyšuje riziko i u žen po menopauze bez substituční léčby. Podstatou je protektivní efekt estrogenů, který zajišťuje vyšší hladinou HDL-cholesterolu. Hormonální substituční léčbu (HRT) však nelze využít jako prevenci KVO, jelikož její efekt neodpovídá přirozeně se vyskytujícímu estrogenu.

Dalším neovlivnitelným rizikovým faktorem je pro pacienta **pozitivní rodinná či osobní anamnéza**. Z hlediska předčasné aterosklerózy je pozitivní rodinná anamnéza považována: v případě infarktu myokardu nebo náhlé smrti u otce či prvostupňového mužského příbuzného ve věku nižším než 55 let; u matky a prvostupňové příbuzné ženského pohlaví do 65 let věku. Jako osobní pozitivní anamnézu označujeme výskyt aterosklerotických změn kdekoli v cévním řečišti. Ten je poté významným rizikem pro rozvoj dalšího aterosklerotického či aterotrombotického postižení v daném úseku cévy i v dalších lokalizacích cévního řečiště (Češka et al. 2010, s. 65 - 66).

Mezi nejvýznamnější **ovlivnitelné rizikové faktory** patří: hyperlipoproteinémie či dyslipoproteinémie, závislost na tabáku, arteriální hypertenze, diabetes mellitus 2. typu, obezita centrálního typu a metabolický syndrom. Lehce ovlivnitelným, avšak často se vyskytujícím RF je nedostatek fyzické aktivity.

**Hyperlipoproteinémie (HLP)/ dyslipoproteinémie (DLP)** je rizikovým faktorem díky zvýšené hladině celkového a LDL-cholesterolu nebo snížením hladiny HDL-cholesterolu. **Kouření** je velmi významným RF morbidity a mortality na KVO. Motivací pro pacienta by měla být skutečnost, že již po několika měsících absence kouření se výrazně snižuje riziko náhlé kardiovaskulární příhody.

**Arteriální hypertenze** nad 140/90 mmHg je podle WHO považována za významný RF především pro KVO. Při farmakologicky nekompensované hypertenzi dochází k přetěžování cévního systému, který se tak stává především v rizikových místech náchylný pro vznik aterosenních změn.

**Diabetes mellitus 2. typu**, jež je specifikován inzulínovou rezistencí a porušenou glukózovou tolerancí, bývá častou příčinou předčasné aterosklerózy. Většinou se u pacientů s DM kombinuje porucha metabolismu tuků, obezita, hypertenze a hyperinzulinémie.

**Obezita centrálního typu** může být prvotním faktorem pro manifestaci dalších RF. Při BMI nad 25 se výrazně snižuje očekávaná délka života. Pro KVO však představuje největší riziko distribuce tuku v abdominální oblasti.

**Metabolický syndrom** je kombinací hyperlipoproteinémie, inzulínorezistence, hypertenze a obezity centrálního typu. (Češka et al. 2010, s. 66 - 67).

## **2.4 Ischemická choroba dolních končetin (ICHDK)**

Ischemická choroba dolních končetin je onemocnění, kdy v důsledku postižení tepen dochází k nedostatečnému prokrvení a následné ischemii svalstva i kůže dolních končetin. Toto onemocnění snižuje kvalitu pacientova života bolestí postižené končetiny, rizikem vzniku tkáňových defektů a případně i ztrátou končetiny.

Formu onemocnění rozdělujeme na akutní a chronickou (Češka et al. 2010, s. 179).

### **2.4.1 Akutní ischemická choroba dolních končetin**

#### **2.4.1.1 Definice**

Akutní končetinovou ischemii (AKI) definujeme jako náhle vzniklou ischemii v jejímž důsledku mohou vzniknout ireverzibilní změny v distální části od tepenného uzávěru, pokud není příčina postižení včas odstraněna. Tyto změny mohou dle rozsahu a délky trvání vést až ke ztrátě končetiny či ohrožení pacientova života (Češka et al. 2010, s. 183).

#### **2.4.1.2 Epidemiologie a prognóza**

Dosud zpracované studie nemohou přesně zhodnotit výskyt AKI. Dle dostupných dat se incidence odhaduje na 140 nových případů na 1 milion obyvatel za rok. Za posledních 20 let došlo k výraznému poklesu mortality i počtu amputací v důsledku zlepšení léčebných modalit. Přesto u 10 - 30 % nemocných postižených AKI dochází do 30 dnů ke ztrátě končetiny navzdory zaléčení. Také mortalita těchto pacientů zůstává poměrně vysoká.

Vzhledem k závažnosti onemocnění dochází u 15 - 20 % postižených AKI k úmrtí, a to většinou v důsledku kardiopulmonálních komplikací (Češka et al. 2010, s. 183).

#### **2.4.1.3 Etiologie a patogeneze**

Důvodem vzniku AKI je v poměru 4:1 embolický nebo trombotický uzávěr.

Zdrojem **embolie** bývá v 80 - 90 % případů patologicky postižené levé srdce (fibrilací síně, vadou chlopně, endokarditidou, aneurysmatem levého srdce či akutním infarktem myokardu). Klinický obraz je charakterizován náhle vzniklou bolestí v postižené končetině. Vzácněji může být zdrojem embolu aterosklerotický plát, aneurysma aorty, iatrogenní periferní embolizace při angiografii nebo žilní trombóza (Češka et al. 2010, s. 183). Nejčastějším místem zachycení embolu je větvení cév a místa zúžená např. přítomností aterosklerotického plátu. Anatomicky bývá nejčastěji postižen úsek bifurkace aorty, větvení a. femoralis communis, a. iliaca communis a a. poplitea (Roztočil 2014, s. 15).

**Akutní trombóza** vzniká nejčastěji na podkladě již existujících aterosklerotických lézí, které mohou zapříčinit stázu krevního toku. Trombus v takovém případě nasedá na aterosklerotický plát a dojde k akutnímu uzávěru tepny. Trombus také postihuje tepny v místě bypassu či stentu, které byly zavedeny v rámci dřívější revaskularizace. Dalším důvodem může být trombotizace aneuryzmatu, trauma či punkce tepny. Avšak i u normálních tepen bez aterosklerotických změn může dojít k uzavření trombem, a to v důsledku hyperkoagulace. Klinický obraz se na rozdíl od embolického uzávěru vyznačuje náhlým zhoršením stávající ischemické choroby dolních končetin (Karetová et al. 2007, s. 78 - 79).

Akutní okluze tepny může být také komplikací po provedeném cévním diagnostikém či intervenčním zákroku. Uzávěry chirurgicky provedených periferních rekonstrukcí (bypass) jsou často zaviněny technickou chybou a akutní okluze vzniká do 1 měsíce po zákroku (Češka et al. 2010, s. 184).

#### **2.4.1.4 Klinický obraz**

U tří čtvrtin pacientů je hlavním příznakem bolest postižené končetiny, typicky distálně od místa uzávěru tepny. Ve většině případů je pacient schopen přesně uvést, kdy bolest vznikla.

U všech pacientů postižených AKI je zjištěna nepřítomnost periferní pulzace distálně od tepenného uzávěru. Několikahodinová ischémie se projeví jako parestezie a anestezie, v pozdějších stádiích i svalovou obrnou (zejména v oblasti motoriky prstů). Při nevyhledání včasné lékařské péče dochází k vyčerpání organismu pacienta, který tak upadá do šoku v důsledku oběhového selhání.



Příznaky akutního uzávěru končetiny podle Karetové označujeme jako 6P podle anglického názvosloví těchto příznaků (Karetová et al. 2007, s. 80):

- *"Pain - bolest*
- *Paleness - bledost kůže*
- *Pulselessness - vymizení pulzací*
- *Paresthasias - parestezie*
- *Paralysis - svalová obrna*
- *Prostration - celkové vyčerpání organismu"*

#### **2.4.1.5 Diagnostika AKI**

U pacienta s potencionální AKI je důležité odebrat anamnézu a provést fyzikální vyšetření postižené končetiny. Nejprve se končetina vyšetří pohledem, poté je nutné pohmatem změřit pulzy. Pokud nejsou hmatné, lze k detekci tepu využít Dopplerovský ultrazvuk. Pokud je ischemie dlouhodobá, může být i na dopplerovském ultrazvuku tepenný signál nedetekovatelný. Při těžké ischemii končetiny, kdy již není šance na její záchranu, nelze detekovat ani tepenný ani žilní signál (Roztočil 2014, s. 15-16).

Duplexní ultrasonografie, díky níž je lékař schopen určit lokalizaci akutního uzávěru, též umožní zobrazení vnitřního lumen postižené tepny. Trombotický uzávěr se vyznačuje přítomností sklerotických plátů, popř. exulcerací plátu. Embolický uzávěr je naopak typický hladkým povrchem lumen (Karetová et al. 2007, s. 81).

Dle nálezu je poté pacient indikován buď k CT angiografii, které umožní podrobnější zobrazení nebo k DSA. Pokud pacient podstupuje angiografické vyšetření pomocí DSA, předpokládá se také možnost bezprostředního navázání terapeutického intervenčního výkonu (Roztočil 2014, s. 16).

#### **2.4.1.6 Léčba AKI**

Léčba pacienta s AKI by měla být zahájena v co nejkratším časovém intervalu od prvotních příznaků, jelikož jde o stav ohrožující vitalitu končetiny a u dlouhotrvající ischemie i pacientův život.

Prvním léčebným postupem je hospitalizace pacienta pokud možno ve specializovaném angiologickém centru.

Hlavní metodou léčby byla donedávna tromboembolektomie podle Fogartyho. Jde o chirurgické řešení pomocí ateriotoromie. Chirurg zavede za místu uzávěru tepny Fogartyho balónkový katétr. Jeho zpětným tahem je tromboembolický uzávěr extrahován ven

z tepny. Ateriotomie však vyžaduje celkovou nebo lokální anestezii pacienta a je značně invazivní.

Dnes je čím dál více pacientů indikováno k endovaskulární revaskularizaci - lokální trombolýze nebo perkutánní aspirační tromboembolektomii. Po odstranění akutního uzávěru je možné cévu zúženou reziduálním aterosklerotickým plátem, na který nasedl uzávěr způsobující AKI, zprůchodnit díky PTA (Karetová et al. 2007, s. 85).

## **2.4.2 Chronická ischemická choroba dolních končetin**

### **2.4.2.1 Definice**

Chronickou končetinovou ischemií označujeme recidivující ischemické postižení dolních končetin, vznikající na podkladě špatného prokrvení v distální části od místa uzávěru postižené tepny (Roztočil 2014, s. 99).

### **2.4.2.2 Epidemiologie a prognóza**

V civilizovaných zemích se výskyt ICHDK odhaduje na 4 - 5 %, avšak výrazně stoupá s věkem populace. Prevalence onemocnění v populaci do 55 let je cca 3 %, avšak v populaci nad 65 let činí až 9 %. Asymptomaticky se toto onemocnění vyskytuje přibližně u 3 - 10 % populace, přičemž u jedinců starších 70 let je tento odhad již na 15 - 20 %. Ve stádiu intermitentních klaudikací se uvádí výskyt od 3 % u jedinců do 50 let a u jedinců starších 60 let až do 6 % (Češka, a další, 2010, s. 179). Poměr v postižení mužů a žen je přibližně 3:1, který se však s přibývajícím věkem vyrovnává. Prevalence u jedinců s diabetes mellitus 2. typu je 10krát vyšší a průběh onemocnění je akcelerovaný s tendencí k postižení periferních tepen bérce a nohy.

Prognóza u pacienta je výrazně ovlivněna výskytem dalších aterosklerotických změn v cévním řečišti. Až u 50 % nemocných s ICHDK se potvrdí koronární ateroskleróza. Asymptomaticky se u 15 - 50 % nemocných vyskytuje také cerebrovaskulární onemocnění, především v podobě aterosklerotického postižení karotid.

Dalším prognosticky významným faktorem je u konkrétního pacienta klinické stadium nemoci. Nejhorším stádiem jsou již vytvořené trofické defekty. Statisticky 20 - 50 % pacientů s těžkou formou ICHDK zemře do 5 let od stanovení diagnózy. Tato úmrtnost je ze 40 - 60 % případů způsobena akutním infarktem myokardu, z 10 - 20 % cévní mozkovou příhodou, z 10 % rupturou aneurysmatu aorty. Ve zbylých případech je mortalita způsobena nekardiovaskulární příčinou (Karetová et al. 2007, s. 35).

### 2.4.2.3 Etiologie a patogeneze

V 90-95 % případů je příčinou vzniku ICHDK obliterující ateroskleróza tepen dolních končetin. Nejčastějším typem je stenoticko-okluzivní postižení. Odlišným postižením tepen je dilatační arteriopathie, která se vykytuje u méně než 5 % nemocných s ICHDK. Takto postižené tepny jsou difuzně elastické a až aneurysmaticky dilatované. Aneurysmatické části tepny bývají vyplněny trombotickým materiálem, který se poté stává nebezpečným z hlediska embolizace a periferních uzávěrů.

Hlavními rizikovými faktory ICHDK jsou tedy především rizikové faktory aterosklerózy, přičemž nejvíce se zde platňuje kouření, diabetes mellitus 2. typu a zvýšená koncentrace HDL-cholesterolu (Češka et al. 2010, s. 179 - 180).

### 2.4.2.4 Klinický obraz

Klinický obraz nemoci se liší u chronické a kritické formy ICHDK. Rozsah příznaků závisí na rozsahu změn a postižení dané etáže tepenného řečiště, rozvinutí kolaterálního oběhu a také na subjektivní prahu vnímání bolesti pacientem (Češka et al. 2010, s. 180).

Přibližně 20 - 50 % nemocných s ICHDK je asymptomatických. Avšak i u těchto pacientů je výrazně zvýšena morbidita a mortalita v důsledku tohoto onemocnění, ačkoli je bezpříznakové.

Ve většině případů se onemocnění projeví typickou symptomatologií v podobě svíravé až křečovitě svalové bolesti, která nastává při fyzické námaze (typicky při chůzi) a odeznívá do několika minut po zastavení. Tuto bolest označujeme jako klaudikační a vzdálenost, kterou je pacient schopen ujít do manifestace bolesti, nazýváme klaudikačním intervalem.

Bolest je způsobena zatížením svalu, kde dochází k nepoměru v potřebě a dodání kyslíku do tkáně. Tyto příznaky se typicky projeví o etáž níž od lokalizace postižené tepny. Jako "vysoké klaudikace" označujeme manifestaci bolesti v oblasti kyčle, hýždí a popř. stehna v důsledku postižení břišní aorty a pánevních tepen. Lýtkové klaudikace naznačují lézi v oblasti femoro-popliteální. Klaudikace distálního lýtko či planty bývají zapříčiněny postižením tepen bérce (Karetová et al. 2011).

Pokročilá ischemie se projeví atrofii kůže, vymizením ochlupení, trofickými změnami na nehtech, onychomykózou či interdigitální mykózou. Nemocný si také stěžuje na strnulost končetiny a pocit chladu.

Největším nebezpečím pro nemocného s ICHDK jsou nehojící se drobné defekty či oděrky, způsobené nevhodnou obuví, hygienou či poraněním při pedikúře. Na jejich podkladě mohou vzniknout hluboké nehojící se defekty v akrální oblasti, kde je ischemie nejhlubší.

Ty potom mohou vést až k vysoké amputaci, která výrazně sníží kvalitu pacientova života (Češka et al. 2010, s. 180).

K ucelenému klinickému obrazu se v Evropě používá klasifikace podle Fontaina (z r. 1954), v zámoří potom klasifikace podle Rutherforda. Fontainova klasifikace rozděluje ICHDK na 4 stádia, jak je uvedeno v Tabulce 1.

**Tabulka 1: Funkční klasifikace ICHDK podle Fontainea** (Roztočil 2014, s. 100)

<b>I. stádium - asymptomatické</b>
- subjektivně žádné potíže - při podrobném vyšetření odchylky od normy (např. šelesty nad velkými tepnami)
<b>II. stádium - klaudikační</b>
- typické bolesti v končetinách při námaze, ustupující po zastavení
<b>II.a</b> - klaudikační vzdálenost delší než 200 m <b>II.b</b> - klaudikační vzdálenost kratší než 200 m <b>II.c</b> - klaudikační vzdálenost kratší než 50 m
<b>III. stádium - klidové bolesti</b>
- bolest v klidu, hlavně v noci v horizontále, ustupující po svěšení končetiny
<b>III.a</b> - kotníkový tlak větší než 50 mm Hg, palcový tlak větší než 30 mm Hg <b>III.b</b> - kotníkový tlak nižší než 50 mm Hg a palcový tlak nižší než 30 mm Hg
<b>IV. stádium - trofických defektů</b>
<b>IV.a</b> - stádium ohraničené nekrózy <b>IV.b</b> - stádium šířící se nekrózy nebo gangrény

Třetí a čtvrté stádium označujeme jako tzv. kritickou ischemii dolních končetin. Tento pojem je uváděn od r. 1989 a podle Evropského konsenzuálního dokumentu zahrnuje: klidovou ischemickou bolest dolní končetiny trvající déle než 2 týdny nebo kotníkový tlak nižší než 50 mm Hg nebo palcový tlak nižší než 30 mm Hg se vznikem trofického defektu (Karetová et al. 2007, s. 36).

Novější klasifikace podle Rutherforda z r. 1991 rozděluje ICHDK do 6 kategorií (viz. Tabulka 2). Přičemž kritické končetinové ischemii odpovídají kategorie 4 až 6.

**Tabulka 2: Rutherfordova klasifikace ICHDK** (Karetová et al. 2007, s. 36)

Stupeň	Kategorie	
<b>0</b>	0	asymptomatický pacient
<b>I</b>	1	"mild claudication"
	2	"moderate claudication"
	3	"severe claudication"
<b>II</b>	4	klidová ischemická bolest
	5	trofické defekty na noze ("minor tissue loss")
<b>III</b>	6	defekty se rozšiřují proximálně ("major tissue loss")

Klaudikace zůstávají většinou stabilní a rychle se nezhoršují, avšak riziko kardiovaskulární mortality u pacienta s klaudikacemi je 2,5krát vyšší než u zdravého jedince. Zhruba čtvrtina pacientů s ICHDK a klaudikačními bolestmi se v průběhu sledování zhoršuje. V pětiletém horizontu je poté nuceno 1 - 5 % nemocných s klaudikacemi podstoupit amputaci postižené končetiny. U pacientů s diabetem se prognóza zhoršuje (Karetová et al. 2011, s. 36).

#### **2.4.2.5 Nejčastější lokalizace postižení tepen při ICHDK**

Obliterující ateroskleróza se obecně vyskytuje nejčastěji na odstupech tepen a jejich větví. Z hlediska dolních končetin se setkáváme především s postižením infrarenální aorty, pánevních tepen, tepen stehenních, podkolenní tepny a tepen nohy. Postižení může být izolované, které se většinou nevyskytuje u aorty a tepen nohy, nebo víceetážové. Poměr ve výskytu izolovaných a víceetážových lézí je obvykle 1:1.

Uzávěry břišní aorty se vyskytují zhruba u 3 % pacientů s ICHDK a obvykle v kombinaci s obliteracemi či stenózami pánevních tepen. Léze většinou dosahuje pod a. mesenterica inferior, méně často pod odstup renálních tepen. Klinicky se toto postižení manifestuje jako Lericheův syndrom, charakteristický stehenními, hýžd'ovými klaudikacemi a impotencí.

Uzávěry pánevních tepen se vyskytuje až u 10 % pacientů s ICHDK. Tyto většinou izolované léze postihují především mladé kuřáky.

U 20 % pacientů jsou diagnostikovány uzavěry femoropopliteální. Nejvíce bývá postižena a. femoralis superficialis v Hunterově kanálu, kde je tepna křížena šlachou m. adductor magnus. K ucpání této tepny často dochází až k odstupu a. profunda femoris. Takovéto postižení tepen DK převažuje u starších pacientů, kteří mají kombinaci více rizikových faktorů.

U mladších pacientů bývá častější postižení bérceových tepen, které tvoří asi 18 % případů, přičemž více postihuje diabetiky, hypertoniky a pacienty s izolovanou hypertriacylglycerolemií.

Kombinované typy uzávěrů pánevní a femoropopliteální okluze postihují 15 % nemocných, u 26 % nemocných jsou diagnostikovány femoropopliteální a bérceové uzávěry, kombinace pánevního a bérceového uzávěru se vyskytuje pouze ve 3 %. Kombinace obliterativních změn ve všech třech etážích zaznamenáváme pouze v 5 % případů (Karetová et al. 2007, s. 37-38).

#### **2.4.2.6 Chronická kritická končetinová ischemie**

Chronická kritická ischemie dolních končetin (critical limb ischemia, CLI) je označení pro syndrom chronického obliterujícího postižení končetinových tepen se závažnou ischemií. Projevuje se klidovými klaudikacemi nebo kožními defekty - ulcerací či gangrénou v důsledku ischemie svalových i kožních tkání končetiny. Podle výše uvedené klasifikace jsou CLI postižení pacienti ve stádiu III a IV podle Fontainea a pacienti v kategorii 4 - 6 podle Rutherfordovy klasifikace. U pacienta označujeme postižení končetiny kritickou končetinovou ischemií pokud splňuje alespoň jedno z daných kritérií:

- má klidové ischemické bolesti trvající déle než 2 týdny, které vyžadují analgetickou léčbu; mají kotníkový systolický tlak nižší než 50 mm Hg a/nebo tlak na palci nižší než 30 mm Hg
- u pacienta nacházíme ulcerující defekt či gangréna v akrální oblasti nebo na prstech; pacient má kotníkový tlak nižší než 50 mm Hg a/nebo tlak na palci nižší než 30 mm Hg, popř. je transkutánní tenze kyslíku v postižené oblasti nižší než 10 mm Hg (Češka et al. 2010, s. 186)

##### **2.4.2.6.1 Epidemiologie a prognóza**

Až do stadia kritické končetinové ischemie se dostává 1 - 3 % pacientů s chronickou ischemickou chorobou dolních končetin. Za rok je diagnostikováno přibližně 500 až 1000 nových případů CLI na 1 milion obyvatel (Roztočil 2014, s. 111).

Nemocní s CLI mají vysoké riziko vzniku fatálních kardiovaskulárních komplikací či ztráty postižené končetiny. Přibližně 25 % pacientů umírá do roka po stanovení diagnózy CLI a 25 % nemocných musí podstoupit vysokou amputaci.

#### **2.4.2.6.2 Etiologie a patogeneze**

Kritická končetinová ischemie nastupuje v případě nedostatečného pokrytí nutritivních požadavků tkáně díky rozsáhlému arteriálnímu postižení. Ve velké většině případů je původcem tohoto stavu multietážové obstruktivní postižení arteriae. U diabetiků má zásadní vliv na rozvoj CLI neuropatie. Pokles srdečního výdeje může mít také hemodynamický dopad na arteriální postižení (Češka et al. 2010, s. 186).

#### **2.4.2.6.3 Klinický obraz**

Kromě přítomnosti defektu či gangrény je typickým projevem CLI klidová ischemická bolest na distální části postižené končetiny. Zhoršení bolesti nastává při elevaci končetiny a především v noci, kdy pacient tolik nevyužívá úlevovou polohu svěšením končetiny. Proto jsou pacienti s CLI často nuceni během noci vstát, projít se či zaujmout polohu vsedě. Při častém svěšování končetiny může sekundárně vzniknout otok, který však nepatří mezi příznaky CLI. Dalším faktorem zhoršujícím obtíže nemocného je chlad.

U pacientů s neuropatií, především diabetiků, mohou defekty vzniknout jako první příznak jinak asymptomatické ICHDK a ischemická bolest se dostaví až po jejich manifestaci (Roztočil 2014, s. 111).

Gangréna se většinou vyskytuje na prstech, popř. na patě, pokročilá gangréna může zasahovat i distální část nohy. Příčinou vzniku gangrény jsou i nepatrná lokální poškození způsobená např. lokálním útlakem nevhodnou obuví. Pokud není gangrenózní tkáň infiltrovaná infekcí, postupně atrofuje a může dojít až k její samovolné amputaci.

Defekty a gangréna však mohou podléhat i další etiologii jako např. neuropatii, žilní insuficienci či kombinaci více faktorů, čemuž je nutno věnovat pozornost při diferenciální diagnostice defektů. Defekty vzniklé v rámci diabetu postihují tzv. predilekční místa zvýšeného útlaku, např. na plantě. Žilní defekty se vyskytují především nad kotníkem. Jak bylo zmíněno výše, pro ischemické defekty je typická akrální lokalizace (Češka et al. 2010, s. 187).

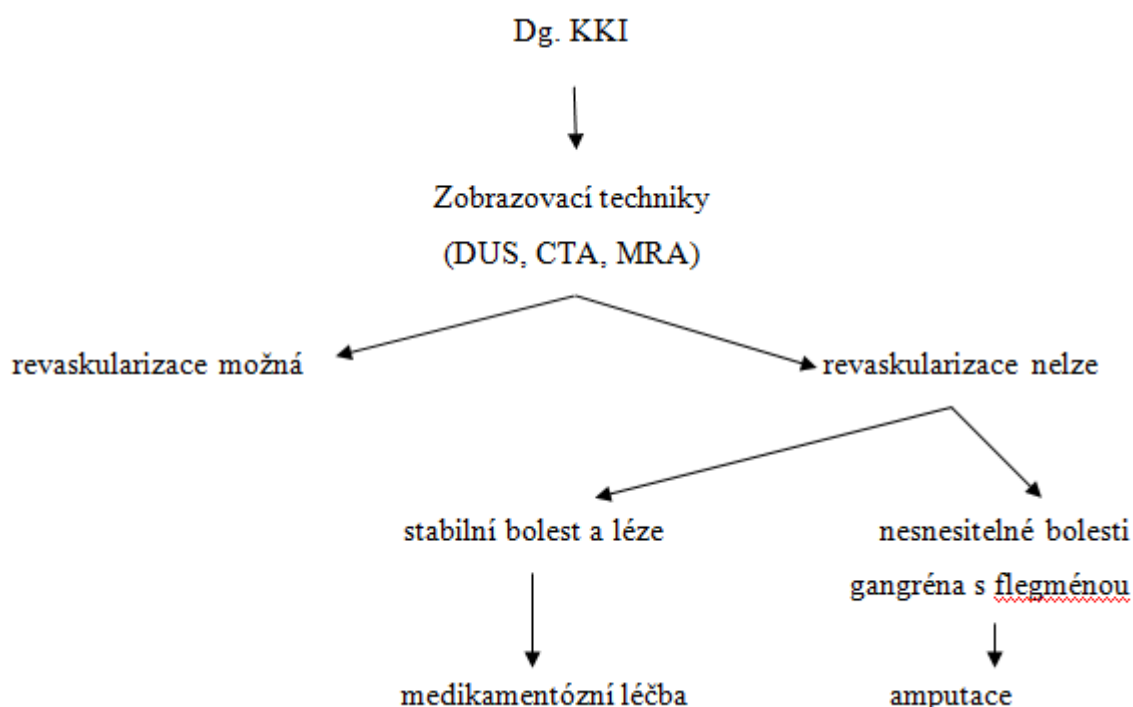
#### **2.4.2.6.4 Diagnostika CLI**

Kritická končetinová ischemie je diagnostikována především na základě klinických obtíží nemocného a průkazu závažného poškození prokrvení končetiny. Diagnostické metody jsou totožné s metodami užívanými u chronické končetinové ischemie (2.5 Diagnostika ICHDK).

Pacient s podezřením na CLI bývá indikován k CTA nebo DSA. CTA bývá prováděno především v případě, kdy předpokládáme možnost chirurgické léčby. DSA se provádí v souvislosti s možným navazujícím intervenčním zákrokem (Roztočil 2014, s. 112).

#### 2.4.2.6.5 Terapie CLI

Cílem terapie u CLI je odstranění ischemické bolesti, vyléčení defektu a především předejít ztrátě končetiny. Dosáhneme tak zlepšení kvality pacientova života a výrazně ovlivníme jeho morbiditu a mortalitu. Včasnou revaskularizací je možné zachránit končetinu u 50 - 60 % nemocných. Algoritmus možných léčebných postupů znázorňuje následující schéma (Roztočil 2014, s. 113).



Lokální léčba defektů vždy provází revaskularizační léčbu. Odlehčení lokálního postižení umožňuje speciálně upravená obuv a neadhezivní obvazy. Nekrotickou tkáň je nutné odstranit, stejně jako nadměrně fibrotizující části. Celkově léčíme infekci a snažíme se o převedení suchého hojení na vlhké. Lokální antibiotickou léčbu zahajujeme po potvrzení přítomnosti koků a anaerobů stěrem z defektu (Češka et al. 2010, s. 188).

Revaskularizace je prováděna buď chirurgicky nebo endovaskulárně podle charakteru postižení tepny. Zásadní význam ve volbě techniky revaskularizace má celkový stav pacienta,



aktuální stav postižené končetiny, rizikovost výkonu pro konkrétního pacienta a předpokládaná úspěšnost výkonu. Hlavním cílem revaskularizace je především zvýšit přítok do končetiny. Např. u víceetážového postižení je často nutné využít hybridní výkon, jak revaskularizaci endovaskulární tak i chirurgickou (Roztočil 2014, s. 112).

## 2.5 Diagnostika ICHDK

Při diagnostice onemocnění cévního systému odebereme nejprve pacientovu anamnézu, po které následuje klinické vyšetření: fyzikální vyšetření a vyšetření pomocí zobrazovacích metod (měření kotníkových tlaků dopplerovským detektorem, zobrazení cév pomocí CT - angiografie nebo MR - angiografie, diagnostické zobrazení pomocí katetrizační angiografie s možností okamžitého terapeutického výkonu).

### 2.5.1 Anamnéza

Jako pozitivní **rodinnou anamnézu** označujeme výskyt chorob zapříčiněných aterosklerotickými změnami cévního řečiště: ICHDK, ischemická choroba srdeční (ICHS), cévní mozková příhoda či přítomnost diabetu mellitu 2. typu v rodině.

U pacienta bez diagnostikované ICHDK zjišťujeme přítomnost rizikových faktorů aterosklerózy, které se liší v rámci pohlaví. U mužů se nejčastěji vyskytuje rizikový faktor kouření (až v 97 % případů). Dalšími jsou hyperlipoproteinémie (u 37 % mužů), hypertenze (u 20 %) a diabetes mellitus (u 12 %). U žen je pořadí četnosti rizikových faktorů jiné: hypertenze (u 77 % žen), kouření (u 53 %), hyperlipoproteinémie (u 45 %) a diabetes mellitus (u 17 %). Dalším důležitým faktorem v diagnostice nově vzniklé ICHDK mohou být přidružená onemocnění jako např. různé formy ICHS, prodělaná CMP nebo komplikace diabetu mellitu (Karetová et al. 2007, s. 38).

U pacienta s již prokázanou ICHDK se zaměřujeme především na zjištění bolesti: klaudikační bolesti i klidové ischemické bolesti při pokročilých stádiích (především u CLI). Lokalizace pacientovy bolesti je zásadní pro určení největší pravděpodobnosti etáže postižené tepny.

V diferenciální diagnostice je nutné odlišit **tepenné klaudikace** od jiných možných příčin, způsobujících bolesti dolních končetin. Je možné je zaměnit se spinálními tzv. pseudoklaudikacemi nebo s klaudikacemi venózními.

Spinální klaudikace vznikají na podkladě vertebrogenního algického syndromu v oblasti lumbosakrální páteře. Rozdílem u spinálních klaudikací je především proměnlivost

klaudikačního intervalu. Bolesti končetiny nevznikají při každém pohybu, odeznívají po delší době a pacient musí často k úlevě změnit polohu (posadit se).

Venózní klaudikace jsou zapříčiněny rozsáhlou flebotrombózou v ileo-femorální etáži. Bolesti se objevují především po delší chůzi v oblasti lýtky i stehna, zapříčiněné městnáním krve v žilním systému dolních končetin. Pacient vyhledává úlevovou polohu vleže s elevací postižené končetiny.

Další součástí anamnézy je zjištění přítomnosti trofických defektů. Pokud se u pacienta defekt vyskytuje, ptáme se dobu objevení defektu a jeho tendenci k hojení. Stranově asymptomatický pocit chladu v akrální oblasti může být také jednou ze známek postižení končetiny v cévní oblasti (Karetová et al. 2007, s. 41).

## **2.5.2 Fyzikální vyšetření**

### **2.5.2.1 Aspexe**

U dolních končetin se zaměřujeme na barevné změny kůže popř. jejich ohraničení. Končetiny vždy srovnáváme. Výrazná bledost se vyskytuje především u pokročilých stádií ICHDK, u velmi vážných stádií se stagnační hypoxie projevuje cyanózou. Všimáme si také ochlupení, které může mizet a kvality nehtů, které při pokročilejší ICHDK přestanou růst a lámou se. Ve IV. stadiu se vyskytují trofické defekty v podobě nekrózy. (Karetová et al. 2007, s. 42).

### **2.5.2.2 Palpace tepu**

Palpaci tepu provádíme vždy na obou končetinách zároveň k posouzení jejich souměrnosti. A. femoralis je možné hmatat v třísle, a. poplitea v podkolenní jamce, a. tibialis posterior za vnitřním kotníkem, a. tibialis anterior na tibiální straně mezi kotníky nebo na jejím pokračování v oblasti 2. metatarsu jako a. dorsalis pedis. U pacientů s postiženými oběma tibiálními tepnami lze palpat a. fibularis před vnějším kotníkem.

Oslabení pulzace svědčí pro stenózu, vymizení pulzu pro obliteraci v etáži nad místem palpance (Karetová et al. 2007, s. 42).

Kromě palpance tepu je vhodné vyšetřit pohmatem obě končetiny, díky němuž lze orientačně zaznamenat rozdíly v teplotě a objevit patologické útvary.

Pohmatem lze z patologických útvarů zaznamenat především vyklenutí výdutě či pseudovýdutě. Nejčastěji se vyskytuje v oblasti a. femoralis communis a a. poplitea (Krajíček et al. 2007, s. 38).

### **2.5.2.3 Auskultace**

Auskultaci provádíme fonendoskopem v klidu nebo po námaze.

Distální část aorty je možné slyšet ve střední čáře nad pupkem, renální tepny v mezogastriu, pánevní tepny v oblasti spojnice pupku a ligamentum inguinale. U a. femoralis superficialis provádíme auskultaci v celém jejím průběhu na vnitřní straně stehna. A. poplitea je dobře hmatná i slyšitelná v podkolenní jamce.

Šelest svědčí pro stenózu auskultované tepny. Nelze však na tomto základě určit hemodynamickou významnost tohoto zúžení (Karetová et al. 2007, s. 42).

### **2.5.3 Měření kotníkových tlaků dopplerovským ultrazvukem**

Dopplerovský ultrazvuk umožňuje měření rychlosti krevního toku a určení jeho orientace vzhledem k ultrazvukové sondě. Principem je tzv. Dopplerův jev - vysláním ultrazvukových vln směrem k pohybujícím se erytrocytům lze určit jejich rychlost, a to pomocí rozdílu mezi vysílanou a přijímanou frekvencí ultrazvukových vln, která závisí na rychlosti pohybu erytrocytů.

Dopplerovský ultrazvuk se využívá především k měření kotníkových tzv. periferních tlaků na a. tibialis anterior (popř. na a. dorsalis pedis) a na a. tibialis posterior. V některých případech ho lze také využít pro měření prstových tlaků, především na palci.

Manžeta tonometru se umístí nad kotník a dopplerovský detektor přiložíme na místo palpace pulzu. Manžetu tonometru je nutné nafouknout nad normální hodnotu systolického tlaku. Při pomalém vypouštění manžety lze detekovat signál, který nám určuje hodnotu systolického tlaku (Karetová et al. 2007, s. 45).

#### **2.5.3.1 Index kotník - paže (ABI - Ankle-brachial index)**

Index kotník - paže se stanoví na základě hodnot systolických tlaků a. brachialis, a. dorsalis pedis a a. tibialis posterior na obou končetinách (horních i dolních). Kompresivní manžetu přikládáme na jednotlivé končetiny a tlak detekujeme pomocí tužkové sondy dopplerovského ultrazvuku (viz. Příloha D). Tlaky naměřené na a. brachialis obou končetin se zprůměrují. Na dolních končetinách změříme zvlášť tlak na a. dorsalis pedis a a. tibialis posterior. Oba tlaky porovnáme a tlak o vyšší hodnotě poté porovnááme se zprůměrovaným tlakem horních končetin. Tím nám vzniká hodnota indexu kotník - paže.

Normální hodnota indexu by měla být v rozmezí 0,9 až 1,2. Pokud naměříme hodnotu mezi 0,5 a 0,9 poukazuje index na přítomnost významné stenózy. Tyto hodnoty odpovídají stupni ischémie a klaudikacím, které provázejí tento rozsah postižení. Kritická končetinová

ischemie s klidovými ischemickými bolestmi dosahuje hodnot 0,3 a méně (Krajina et al. 1999, s. 452).

Hodnoty indexu nelze spolehlivě hodnotit u sklerotických tepen s mediokalcinózou (prstencovité ukládání vápníku do mediae). Ta způsobí rigiditu cévy, která znemožňuje komprimovatelnost manžetou. Výsledné tlaky jsou pak neúměrně vysoké - hodnoty indexu nad 1,2 nebo hodnoty, které neodpovídají klinickému stavu (Karetová et al. 2007, s. 47).

### **2.5.3.2 Měření prstových tlaků**

Toto měření má využití právě při postižení tepny mediokalcinózou, které se vyskytuje u pacientů s diabetes mellitus, dnou, chronickým ledvinovým selháním či hyperparathyreózou. K měření je potřeba speciální prstová manžeta. Princip vyšetření je stejný jako u dopplerovského měření tlaků, pouze se zde využívá pletysmografie. Ta se liší využitím světelných paprsků. Normální hodnota indexu prstový tlak / tlak na paži je v rozmezí 0,8 až 0,9 (Karetová et al. 2007, s. 48).

## **2.5.4 Zobrazovací metody**

### **2.5.4.1 Duplexní ultrasonografie**

Duplexní ultrasonografie zahrnuje vyšetření pomocí dvourozměrného zobrazení spojeného s dopplerovským modem (viz. Příloha E). Klasicky se užívalo pulzního dopplerovského způsobu (PW), který je u moderních přístrojů doplněn o dvourozměrné barevné mapování (CFM - color flow mapping).

Pro vyšetření cévního systému dolních končetin používáme frekvence v rozmezí 5 až 10 MHz. Nejčastěji využívaným typem sond jsou lineární, pouze při vyšetřování ilických tepen v abdominální oblasti volíme sondy konvexní o frekvenci 2,5 až 7 MHz.

Dvourozměrné zobrazení je dobře využitelné pro zachycení změn cévní stěny. Lze hodnotit zesílení komplexu intimy a mediae, přítomnost a morfologii aterosklerotických plátů nebo dilatační formy aterosklerózy - aneurysmatu.

Pulzní způsob umožňuje detekovat orientaci a rychlost toku v definované oblasti. Při využití barevného dopplerovského mapování je zobrazena orientace, rychlost toku a barevným kódováním také směr toku vzhledem k sondě. Klasické barevné kódování zobrazuje červenou barvou tok směrem k sondě, modře od sondy. Světlejší odstíny odpovídají rychlejšímu proudění. Lze také přidat tzv. doplňkovou barvu, která se zobrazí v případě náhlé změny rychlosti a směru průtoku krve. Toho využíváme především k detekci turbulentního proudění, které je typické v oblasti za stenózou (Karetová et al. 2007, s. 301 - 306).

Při vyšetření leží pacient na zádech s končetinami v mírné flexi a abdukci. U podkolenních a lýtkových cév se pacient položí na bok nebo na břicho.

Kromě obliterace tepny či přítomnosti aneurysmatu, lze toto vyšetření využít pro kontrolu stavu po cévní rekonstrukci, prokázání syndromu tepenného útlaku (nejčastěji tumorózního charakteru), cévních anomálií či A-V zkratů (Procházka et al. 2012, s. 91).

#### **2.5.4.2 CT angiografie (CTA)**

CT vyšetření cévního systému označujeme jako CTA (viz. Příloha F). Jde o neinvazivní vyšetření pomocí helikální soustavy detektor - rentgenka a intravenózního podání kontrastní látky.

Dnešní CT přístroj (tzv. **multidetektorové CT**) obsahuje několik řad detektorů, dnes již běžně 32 nebo 64 řad, u vyspělejších přístrojů i 128 řad detektorů. Díky nim je možné během jedné rotace rentgenky nasnímat několik datových stop. To umožňuje získání řezů o tloušťce menší než 1 mm, zkrácení doby akvizice a zvýšení kvality i rozsahu vyšetření (Krajíček et al. 2007, s. 42).

Jako **kontrastní látka** se užívá neionická jodová KL s koncentrací jodu 350 - 400 mg/ml. Objem podané KL se pohybuje v rozmezí 60 až 150 ml na vyšetření. Toto množství je pacientovy podáno injekční pumpou do zavedené kanyly nebo CŽK rychlostí 4 ml/s.

Doba, za kterou se KL dostane do námi zvolené oblasti zájmu označujeme jako cirkulační čas. Pro optimální zobrazení cév s dostatečnou náplní KL lze využít metody bolus-timingu nebo bolus-trackingu.

**Bolus-timing** je založen na stanovení cirkulačního času na základě podání malého jednorázového bolusu KL. Po podání tohoto bolusu se provede nízkodávkové skenování v jednom místě oblasti zájmu. Zde zjišťujeme časový vývoj denzity na jejímž základě poté určíme nastavení času pro akvizici CTA. Tato metoda však není zcela přesná, jelikož po podání většího objemu KL může docházet ke změně cirkulačních parametrů. Nevýhodou je také zvýšení množství KL podávané pacientovi.

**Bolus-tracking** umožňuje sledování vývoje denzity při aplikaci bolusu během vlastního vyšetření. Do námi zvolené cévy umístíme vzorkovací objem a zvolíme si prahovou hodnotu denzity (většinou je hodnota této denzity o 100 HU vyšší oproti okolní denzitě). Samotné skenování zvolené oblasti začíná až po dosažení této prahové hodnoty denzity v určené cévě (Procházka et al. 2012, s. 93-96).

**CTA u dolních končetin** provádí hlavně při podezření na postižení ilických a femorálních tepen, kde není možné použít klasickou angiografii. Má pouze diagnostický význam, který však může být rozhodující v následném určení terapeutického postupu. Na CTA vyšetřujeme přítomnost stenóz, uzávěrů, aneurysmat, A-V zkratů v oblasti třísel po intervenčních výkonech, A-V malformací. Provádíme také hodnocení průchodnosti bypassů (Procházka et al. 2012, s. 44).

Kontraindikací tohoto vyšetření je známá alergie pacienta na jód nebo alergická reakce na KL při předchozím vyšetření. Relativními kontraindikacemi jsou také hypertyreóza, jaterní a ledvinová insuficience a těhotenství.

Výhodou tohoto vyšetření je jeho rychlost, možnost ambulantního provedení a možnost využití postprocessingové úpravy dat.

Mezi nejčastěji užívané **3D rekonstrukce** patří Volume rendering technique (VRT), které vytvářejí prostorový, barevný, stínovaný model reálné struktury vyšetřované cévy. U těchto modelů však může dojít k sumaci sklerotických míst cévy s kostěnými strukturami

**2D rekonstrukce** lze provést pomocí Multiplanar reconstruction (MPR) nebo Maximum intensity projection (MIP). MPR využívá primárních axiálních řezů k zrekonstruování dalších rovin, které umožňují podrobněji posoudit stěnu cévy a její okolí. MIP je projekcí s maximální bodovou intenzitou, díky níž lze zvýraznit kontrastní náplň a zároveň potlačit pozadí (Procházka et al. 2012, s. 42).

#### **2.5.4.3 MR angiografie (MRA)**

MRA je neinvazivní vyšetřovací metodou, která nezatíží pacienta žádnou radiační dávkou a v případě podání paramagnetické KL není pacient tolik ohrožen poškozením ledvin. Umožňuje tak vyšetřit pacienty s chronickou renální insuficiencí nebo s alergií na jód. S výhodou se využívá například pro naplánování intervenčního nebo chirurgického výkonu. Nevýhodou je však vyšší cena vyšetření, s čímž souvisí i nižší dostupnost. MRA je také náročnější z hlediska spolupráce pacienta. Absolutně kontraindikováni k MR vyšetření jsou pacienti s kardiostimulátorem nebo s MR inkompatibilními implantáty (Tucker de Sanctis 2001).

Ve srovnání s CTA má výsledný obraz na MR mírně horší geometrické rozlišení, ale je přesnější při zobrazování kalcifikovaných stenóz (Krajíček et al. 2007, s. 45).

MRA se dělí na nekontrastní a kontrastní metody. Mezi nekontrastní metody řadíme Time of Flight (TOF), Phase Contrast (PC) a Arterial Spin Labeling (ASL). Jako kontrastní

vyšetřovací metoda se používá Contrast-Enhanced MRA (DE MRA) (Procházka et al. 2012, s. 83).

**Nativní MRA** zobrazí cévní řečiště bez podání jakékoli kontrastní látky díky odlišnosti spinů pohybujících se vodíkových jader (v krevním toku) a spinů ve stacionárních tkáních. Toto vyšetření je vhodné zejména pro oblasti s jednosměrným, relativně kontinuálním tokem krve. Proto je dnes nejčastější indikací k nativní MRA vyšetření intrakraniálních cév.

**Kontrastní MRA** provádíme pomocí aplikace paramagnetické KL do periferní žíly. Paramagnetická KL není tak nefrotoxická jako jodová KL, která může u těchto pacientů způsobit vážné poškození funkce ledvin – nefrogenní systémová fibróza. Geometrická rozlišovací schopnost okolo 1 mm však neumožňuje spolehlivou kvantifikaci stenotického postižení cév menšího kalibru, především bércevého řečiště. Velmi kvalitní je však zobrazení víceetážových uzávěrů přívodných tepen dolních končetin. Poskytuje přesné a komplexní zobrazení, které poté umožní určit optimální intervenční přístup, zkrátí dobu intervenčního výkonu (čímž sníží radiační dávku pacienta i množství podané KL) a podá komplexní zobrazení postiženého cévním úseku pro případné chirurgické rekonstrukce (Krajíček et al. 2007, s. 44 - 47).

#### 2.5.4.4 Angiografické zobrazovací systémy

Principem angiografie je zobrazení tepenného systému pomocí kontrastní látky aplikované intravaskulárně pomocí katétru, který byl zaveden Seldingerovou metodou.

Konvenční angiografie je dnes již nahrazena digitální subtrakční angiografií, která je u modernějších přístrojů již doplněna o 3D angiografii. Jde o nákladné vyšetření, které vyžaduje krátkodobou hospitalizaci pacienta. Tato metoda je nejen invazivní z hlediska provedení výkonu, ale také riziková díky podání kontrastní látky, která může u pacienta vyvolat nežádoucí reakce. Na druhou stranu jde o vyšetření, na které lze plynule navázat endovaskulárním terapeutickým řešením patologického nálezu. Lze tak výrazně zkrátit dobu léčby (Krajina et al. 2005, s. 52).

**Konvenční angiografie** spočívala v zaznamenání obrazu na klasický RTG film. Tato metoda se dnes již nepoužívá kvůli její náročnosti na přesné načasování a vysoké radiační dávce. Principem této metody bylo přesné načasování RTG přístroje, aplikátoru kontrastní látky a měniče filmů. Mezi jednotlivými expozicemi byl již ozářený film mechanicky transportován do sběrné kazety. Na každém filmu byla zachycena určitá fáze náplně cévy

kontrastní látkou. Díky takto náročnému principu často docházelo k malé výtěžnosti vyšetření při velkém radiačním zatížení pacienta i personálu (Procházka et al. 2012, s. 99).

**Digitální subtrakční angiografie (DSA)** s maticí 1024 x 1024 bodů je dnes standardním vyšetřením periferních tepen. K tomuto vyšetření jsou indikováni pacienti s postižením cév s předpokládanou možností endovaskulárního terapeutického řešení, na základě předchozích vyšetření. Díky subtrakci skeletu a měkkých tkání lze při DSA použít katétry velikosti 4 - 5 F (1,2 - 1,5 mm) a menší množství zředěné kontrastní látky (Krajíček et al. 2007, s. 49).

DSA využívá rentgenky umístěné v C-ramenu, kdy paprsek RTG záření projde přes kolimační systém, poté prochází skrz pacienta a je zachycen detektorem obrazu na tzv. flat panel.

Principem obrazu DSA je nejprve provedení nativního snímku bez aplikace KL ve vyšetřované oblasti. Ten je po digitálním zpracování používán jako maska pro všechny další obrazy s KL. Každý snímek je poté odečten od této masky a zůstane tak obraz s kontrastní náplní cévy bez anatomického pozadí, které je substrahováno.

Během vyšetření může lékař využít i tzv. **road mappingu** - pro zlepšení orientace se pomocí malého množství KL zobrazí vyšetřovaná tepna (nástřík cévy).

Díky využití C-ramene lze získat zobrazení jedné oblasti z několika úhlů - rotační DSA. Po digitálním zpracování je pak možné přehrát celou sekvenci obrazů v reálném čase.

Zpracování dat DSA umožňuje vlastní přístroj s programem pro základní úpravu obrazů a jejich archivaci. Po úpravě jsou data archivována a transportována do vnitřní nemocniční sítě PACS (picture archiving and communicating system) (Procházka et al. 2012, s. 99 - 101).

Technologie **3D angiografie** je dokonalejší, jelikož nedochází ke ztrátám v obrazové informaci díky kratšímu zobrazovacímu řetězci. Poté co RTG svazek projde pacientem je detekován na digitálním flat panelu. Tam je RTG svazek nejprve převeden na viditelné světlo a poté na elektrický impuls, který je následně digitalizován. Nedochází tedy k tak velkým ztrátám obrazové informace, díky čemuž je obraz kvalitnější. Díky kvalitním výchozím snímkům a možnosti rotace C-ramena v rozsahu 200 ° lze získat 3D zobrazení vyšetřované cévy.

3D angiografii provádíme v několika krocích. Nejprve se provede pomalý simulovaný kyv ramene bez aplikace KL. Dochází tak ke kontrole kolizních ploch a osy kyvu. Teprve poté je možné zahájit snímkování při podávání KL. Získaná data se odešlou na pracovní stanici, kde jsou upraveny do podoby 3D rekonstrukce. Množství a rychlost podání aplikované KL závisí zcela na rozhodnutí lékaře. Pokud se KL podává pomocí injekční pumpy, lze využít



přednastavených parametrů, které vycházejí z průměru zobrazované cévy a předpokládané rychlosti proudění krve v ní (Procházka et al. 2012, s. 101 - 102).

## **2.6 Léčba ICHDK**

Včasná detekce a léčba vaskulárních onemocnění výrazně ovlivňuje pacientovu celkovou morbiditu a mortalitu.

Prvním léčebným postupem u pacientů s ICHDK ve stádiu klaudikačních bolestí by měl být svalový trénink. Již po několika týdnech lze dosáhnout zlepšení stavu v podobě prodloužení klaudikačního intervalu, které lze srovnávat s výsledky po chirurgické či intervenční léčbě. To však neplatí pro pacienty s krátkým klaudikačním intervalem (u CLI nebo vážné akutní ischemie DK).

Další léčebnou metodou je chirurgická nebo endovaskulární intervence. Indikace k těmto metodám se řídí nejen typem tepenného postižení, hlediskem účinnosti výkonu, ale také celkovým stavem pacienta a dle jeho preference.

*"Dlouhodobý účinek reperfúzní léčby se zhoršuje s délkou příčných tepenných lézí, s počtem postižených segmentů a tepen, při přítomnosti tkáňových defektů a infekce, při špatné spolupráci nemocného, nedostatečném ovlivnění rizikových faktorů a progresi základního onemocnění"* (Bulvas et al. 2010).

### **2.6.1 Konzervativní metody léčby ICHDK**

Základem konzervativní léčby je sekundární prevence rozvoje aterosklerotického postižení cévního systému pomocí farmakologické léčby v kombinaci s rehabilitací. Ateroskleróza je příčinou ischemie končetin ve většině případů, a proto je nutné zabránit její progresi. Druh a intenzita medikace se odvíjí od rozsahu postižení. Avšak u všech nemocných je indikována léčba protideštičková, antihypertenzní a hypolipidemická (Karetová et al. 2007, s. 49).

#### **2.6.1.1 Obecné principy léčby ICHDK**

V I. stadiu onemocnění, které je ještě asymptomatické, se léčba zaměřuje především na ovlivnění rizikových faktorů aterosklerózy.

Základem je vyloučení kouření. Hyperlipoproteinemie je u pacientů s již manifestovanou ICHDK agresivně léčena pomocí statinů. U izolované hypertriacylglycerolemie jsou podávány pouze fibráty.

Kromě medikamentózní léčby je nutné dodržovat dietní opatření s omezeným energetickým příjmem. Je nutné zvýšit přísun vlákniny a vitamínů v přírodní formě.

Arteriální hypertenze u pacientů s ICHDK bývá léčena stejně jako u hypertoniků. Jak bylo zmíněno výše další rutinně podávanou léčbou je **antiagregační terapie**. Díky ní lze bránit adhezi a agregaci trombocytů v místě poškozeného endotelu, aktivaci koagulačního systému a následné depozici fibrinu. Všechny dostupné typy zvyšují riziko krvácení, proto je nutné jejich vysazení 7 - 10 dní před plánovaným chirurgickým výkonem. Podávání antiagregancí u pacientů s ICHDK však výrazně snižuje incidenci ostatních KVO a tím i mortalitu.

Nejpoužívanější je **acetylsalicylová kyselina (ASA)**, která neovlivňuje adhezi trombocytů, ale inhibuje jejich agregaci. Brání tvorbě TXA<sub>2</sub> (tvořeného trombocytů), který působí vazokonstrikčně a proagregačně. Doručuje se denní dávka 100 - 200 mg. Nevýhodou je nefunkčnost trombocytů po celou dobu jejich života, která zvyšuje riziko krvácení.

**Tiklopidin** je thienopyridinový derivát, který působí antiadhezivně, brání agregaci destiček a ovlivňuje flexibilitu erytrocytů, čímž zlepšuje reologické vlastnosti krve. Doporučená dávka je 250 mg 2x denně. Efekt nastupuje 3 - 5 dní po podání a doznívá ještě týden po ukončení. Má vyšší výskyt nežádoucích účinků: průjem, kožní exantém, poruchy hemopoézy. Proto je podáván pouze dočasně, a to u nemocných po implantaci stentu a v kombinaci s ASA.

**Clopidogrel** je thienopyridinovým derivátem, který dnes již nahradil tiklopidin, jelikož je bezpečnější. Podává se u pacientů s akutním koronárním syndromem, po implantaci stentů (v kombinaci s ASA) a v případě, že je pacient alergický nebo rezistentní na ASA.

**Indobufen** je antiagregans reverzibilně inhibující cyklooxygenázu. Indikuje se pouze krátkodobě 200 - 400 mg ve dvou denních aplikacích. Podává se pacientům, kteří čekají na kardio/angiochirurgický zákrok.

**Vazoaktivní léky** kombinují vazodilatační mechanismus a hemoreologicky příznivé vlivy. Léky s pouze vazodilatačním účinkem jsou rizikové z hlediska "*steal fenoménu - odklon krevního toku do neischemických oblastí*" (Karetová, a další, 2007, s. 55), čímž dojde k prohloubení stávající ischemie.

Obecně volíme intenzivní farmakoterapii v případě diagnostikované či hrozící CLI. Kromě medikamentózní léčby je v této fázi zásadní také **ošetřování kožních defektů**, vzniklých na podkladě ischemie. Doporučení pro léčbu gangrény nejsou jednotná. Někdy jsou defekty pouze dezinfikovány a udržovány v suchu, někdy se přikládají speciální obvazy (u infekce Actisorb, Inadine; hydrokoloidní obvazy u suchých lézí). Obecně není vhodné

přikládat antibiotika či masti. Antibiotická léčba celková je indikována u vlhké gangrény (Karetová et al. 2007, 49 - 58).

### 2.6.2 Chirurgická léčba ICHDK

Chirurgická léčba je indikována pacientům ve stadiu s krátkým klaudikačním intervalem, s nálezem nevhodným pro endovaskulární intervenci nebo po neúspěšném endovaskulárním řešení. Nejčastěji podstupují angiochirurgickou léčbu pacienti s ohroženou končetinou - s klidovými bolestmi, nehojící se ulcerací či gangrénou s progresí k amputaci.

Pokud to umožní typ a rozsah postižení, snaží se cévní chirurgie o **spojení různých cévních úseků**. Spojení tepenných stěn musí zajistit těsné nalehnutí vnitřních vrstev, které musí být pevné, ale ne zaškrcené. Dnes se jako šicí materiál používá zejména polypropylenové monofilové vlákno. Rozlišujeme také několik typů spojení: end-to-end (koncem ke konci), end-to-side (koncem ke straně) a side-to-side (stranou ke straně) (Krajíček et al. 2007, s. 55 - 60).

U ICHDK se nejčastěji využívá metody přemostění uzávěru (bypass) (viz. Příloha G). **Bypass** se podle lokalizace postižení našívá nad začátek uzávěru (proximální anastomóza) a pod jeho konec (distální anastomóza). Tato metoda je indikována především při postižení a. femoralis superficialis dlouhým uzávěrem nebo aorto-femorální bypass při postižení pánevních tepen. Nejvhodnějším materiálem bypassu je autologní venózní štěp. Pokud však není možné žílu použít v důsledku její varikozity, používají se bypassy z plastu - Teflon, Dacron.

Tzv. **in situ bypass** je zvláštní formou využívající paralelně ležící v. saphena magna. Ta se zresekuje z proximální a distální části, odstraní se venózní chlopně a postranní větve. Poté se spojí s proximálním a distálním úsekem a. femoralis.

**Endarterektomie** je metoda přímého odstranění intimy s aterosklerotickými hmotami a vzácně se využívá i u ICHDK. Nový vnitřní povrch je poté tvořen medií, která se reendotelizuje. Její využití je pouze u krátkých segmentárních stenóz a obliterací - v oblasti a. iliaca externa nebo a. femoralis communis. Po 5 letech je zjišťována průchodnost u 85 - 90 % případů, po 10 letech u 70 - 75 % (Karetová et al. 2007, s. 67 - 68).

### 2.6.3 Endovaskulární revaskularizace ICHDK

Pokud se při diagnostické angiografii prokáže patologické postižení řešitelné endovaskulárně, lze navázat endovaskulární revaskularizací. Terapeutický výkon však může být také plánovaný po již diagnostikovaném nálezu.

Intervenční radiologie umožňuje provádět diagnostické i terapeutické výkony přímo v cévním řečišti (endovaskulárně) pomocí punktované cévy a nástřiku KL pod skiaskopickou kontrolou.

Revaskularizace bez nutnosti operace je výhodnou modalitou nejen pro pacienty kontraindikované k chirurgickému řešení. Tuto možnost léčby lze využít i v nižších stádiích onemocnění, kdy ještě není končetina akutně ohrožena, avšak lze předejít další progresi léze nebo alespoň částečně obnovit krevní průtok u subakutní ICHDK.

Endovaskulární revaskularizace je intervenčním zákrokem, který může ihned navazovat na diagnostickou angiografii pomocí DSA. Její provedení je možné díky Seldingerově technice katetrizace, která bude popsána v samostatné kapitole. Po zobrazení tepenného řečiště pomocí pozitivní KL, lze diagnostikovat rozsah a typ obliterujícího postižení cévy. V návaznosti na zjištěnou diagnózu může lékař rozhodnout o dalším endovaskulárním postupu. Nejčastěji je využívána metoda PTA a implantace stentu (viz. Příloha I) (Bulvas et al. 2010).

U nemocných s ICHDK je endovaskulární léčba využívána především k dilataci zúženého místa cévy nebo rekanalizaci neprůchodného úseku v místě uzávěru cévy (Procházka et al. 2012, s. 14). Metody dilatace i rekanalizace budou podrobně rozebrány v samostatné kapitole (2.7.8 Endovaskulární revaskularizace u ICHDK).

## **2.7 Intervenční radiologie**

### **2.7.1 Historie**

Intervenční radiologie je speciální částí radiologie, která umožňuje miniinvazivně provádět terapeutické výkony v cévním řečišti pod rentgenovou kontrolou. Své kořeny má v diagnostické angiografii. Její vznik a pozdější rozvoj závisel především na zdokonalování technických dovedností angiografistů, rozvoji vysokorozlišovacích zobrazovacích zařízení, vývoji nových intervenčních nástrojů i vhodných kontrastních látek.

Jelikož i v této oblasti je základem rentgenové záření, začíná historie objevem paprsků X německým fyzikem W. C. Röntgenem v roce 1895. Prudký rozvoj ve využívání rentgenového záření dal základ pro narůstající zájem o využití paprsků v mnoha oblastech medicíny. První zobrazení tepenného systému předloktí provedli záhy vídeňští lékaři E. Haschek a O. Lindenthal. Jednalo se však o vyšetření provedené na mrtvole, a tak angiografie musela na svůj vzestup ještě pár let počkat.

První kontrastní látka, konkrétně olejová KL, byla podána člověku v roce 1923 při vyšetření stehenní tepny před amputací. Velkým přínosem se stala v roce 1929 translumbální aortografie uskutečněná portugalským profesorem dos Santosem.

Průlomem v angiografii je bezpochyby metoda perkutánního zavedení angiografického katétru S. I. Seldingerem v roce 1953, která se po svém objeviteli i jmenuje.

V 50. a 60. letech se Švédsko stává centrem angiografie. Radiologové z celého světa se zde učí novým technikám a posléze se ve svých zemích stávají pionýry moderní angiografie. Následoval rychlý rozvoj jak v oblasti instrumentária, tak v angiografických postupech.

Zrození samotné intervenční angiografie datujeme od roku 1963, kdy lékař z Portlandu, Charls Dotter prezentoval na Československém radiologickém kongresu referát "*Cardiac catheterization and angiographic techniques of the future*". První intervenční výkon, perkutánní dilataci těsného zúžení na povrchové femorální tepně, provedl Dotter v lednu následujícího roku.

V Evropě vychází první detailní článek o perkutánní transluminální angioplastice v roce 1968 v německém překladu v časopise *Förschritte Röntgenstrahlen*. Díky němu dochází k popularizaci PTA. Samotný termín interveční radiologie vytvořil A. Margulis v úvodním článku v časopise *American Journal of Roentgenology* v březnu 1967. Začaly se objevovat ojedinělé články o léčbě novými radiologickými technikami a invazivních diagnostických výkonech. Margulis si byl jako gastrointestinální rentgenolog a učitel vědom nové specializace tohoto směru. Proto zdůrazňoval nezbytnost speciálního tréninku technických dovedností a klinických znalostí intervenčních radiologů a také nutnost těsné spolupráce s chirurgy a internisty.

Dotterova myšlenka o nahrazení skalpelů katétry se tedy stala inspirací pro mnoho angiografistů, kteří společně dali vzniknout novým intervenčním metodám a nástrojům. Jako první perkutánně uzavřel perzistující Botallovu dučej W. Portsman. Průkopníkem v kardioangiografii se stal K. Amplatz, jež vyvinul množství intervenčních nástrojů, jako např. vodiče, katétry, zařízení pro vytahování cizích těles či pro uzavírání defektů síňového septa. Okluzivní spirály, filtr do dolní duté žíly a další nástroje jsou vynálezy génia C. Gianturca. Vývoj nových nástrojů a zařízení by samozřejmě nebyl možný bez značné podpory průmyslu, zvláště od W. Cooka a Cook Inc. a J. Abeleho a MediTech (Krajina et al. 2005, s. 17 - 20).

## 2.7.2 Katetrizace Seldingerovou metodou

Katetrizace cévního řečiště se v intervenční angiografii nejčastěji provádí přes a. femoralis communis, lze však také využít přístup z a. axillaris, a. brachialis, a. cubitalis nebo a. radialis. Punkce jehly se provádí na základě pohmatové lokalizace tepny nebo navigace pomocí US. Lze použít vpich retrográdní nebo prográdní.

**Retrográdní vpich** se provádí směrem k srdci (proti směru tepenného toku). Využívá se především v případě, že nelze punktovat tepnu postižené končetiny, proto se volí katetrizace do druhé femorální tepny a výkon se provádí přes bifurkaci. Další indikací je vyšetření popř. ravaskularizace ilických tepen, renálních tepen, abdominální aorty nebo intrakraniálních cév. Samotnou punkci provádíme jehlou směřující souběžně s předpokládaným průběhem cévy, zavádíme ji pod úhlem 45° směrem do hloubky tak, aby byl vpich umístěn do střední třetiny hlavice femuru (na kůži punktujeme při dolním okraji hlavice).

Punkci je nutné provést ne příliš kraniálně, jelikož hrozí krvácení do dutiny břišní nebo retroperitonea. Po příliš kaudální punkci je po skončení výkonu a vytažení katétru hůře stavitelné krvácení a častěji dochází ke vzniku pseudoaneurysmat.

**Prográdní punkce** se provádí stejně, avšak v opačném směru, tedy kaudálně a na kůži je vpich ve střední třetině femuru.

Před samotnou katetrizací je nutné zkontrolovat pulzace na a. dorsalis pedis a a. tibialis posterior. Po vyhmatání tepu nebo navigaci US je nutné provést dezinfekci a zarouškování pacienta. Zvolené místo vpichu infiltrujeme anestetikem (10 ml 1 nebo 2 % trimecainu - Mesocain, Zentiva, SR) a počkáme cca 2 minuty. Před punkcí jehlou je dobré ve zvoleném místě provést malý řez skalpelem (3mm dlouhý, 3 mm hluboký), a to z důvodu případného krvácení z místa punkce (usnadní vytékání krve a nedochází k hromadění v podkoží) (Krajina et al. 1999, s. 44 - 49).

Přes **punkční jehlu** zavedeme pod skiaskopickou kontrolou do a. femoralis superficialis **vodič**. Zavedení by mělo být provedeno hladce, ne proti tlaku. V tom případě vodič vytáhneme a přesvědčíme se podle pulzace toku, zda je punkční jehla zavedena v luminu cévy. Pokud je vodič správně umístěn, lze jehlu vytáhnout (viz. Příloha J).

Po vodiči zavedeme do cévy **sheath** (pouzdro), vyjmeme vodič i vnitřní část sheathu (dilatátor). Sheath je vybaven chlopní, která zabraňuje vytékání krve. Přes sheath je možné zavádět další instrumentárium jak diagnostické, tak i intervenční, aplikovat KL, proplachy, příp. léky (Procházka et al. 2012, s. 124).

### 2.7.3 Instrumentárium pro angiografii a intervenční výkony

Výkony prováděné na intervenčním sále musí probíhat za přísných aseptických podmínek, a proto i instrumentárium je sterilní. Před výkonem sestra připraví základní instrumentárium na sterilní stůl a během výkonu asistuje lékaři.

- **Jehla** - používáme punkční jehlu s krátkým břitem 18 Gauge (1,2 mm)
- **Sheath** (zavaděč) - skládá se ze dvou částí: vnějšího pouzdra - vlastní sheath s postranním ramenem (za účelem proplachu sheathu nebo podání KL); a vnitřního dilatátoru - ke konci zúžený, což zaručuje šetrné proniknutí do cévy

Průměr sheathu se udává ve French (1F = 0,33 mm) a je důležitý pro zavedení katétru, jejichž tloušťka nesmí překročit tuto hodnotu (Procházka et al. 2012, s. 26).

- **Vodič** - jemná kovová spirála vyztužená rovným jádrem; průměr je udáván v palcích (inch = 2,5 cm) a délka v centimetrech

Vodič se zavádí přes sheath a po něm pak diagnostický katétr.

Konec vodiče může být rovný, zahnutý, ve tvaru písmene J a může mít upravený povrch - teflonový, heparinizovaný, hydrofilní, atd. Velmi flexibilní je vodič bez kovového konce (Bentsonův).

Pro přehlednou angiografii DK se nejčastěji užívá teflonový J-vodič 0,035.

- **Katétr** (cévka) - může být vyroben z více druhů materiálů (polyethylen, polyvinyl, teflon, polyamid, polyuretan, kombinované nebo z nových materiálů);

Je charakterizován několika rozměry: zevní průměr ve F, vnitřní průměr v inch pro vodiče a délka v centimetrech (Procházka et al. 2012, s. 27).

Všechny katétry musí obecně splňovat tyto požadavky: bezpečnost (nesmí se nalomit, přelomit nebo roztrhnout); neporaňovat cévu; ovladatelnost (posunovatelnost, řiditelnost, prostupnost, stabilita polohy); stabilita tvaru; antitrombogenita (zevního i vnitřního povrchu); sterilita (vhodné balení s časovou zárukou); viditelnost (RTG kontrastní) a přiměřená cena (Krajina et al. 1999, s. 63).

- **Mikrokatétry a mikrovodiče** - se používají především v mozkovém řečišti a zavádějí se přes vodící katétr až do místa výkonu; mikrokatétry mají velikost 2 - 3 F a mikrovodiče 0,010 - 0,014 palce

- **Balónkový katétr** - jde o speciální katétr se zavedeným balónkem v koncové části používaný k PTA

U balónkových katétru se uvádí celková délka (délka shaftu), délka balónku a průměr naplněného balónku.

Podle průchodu po vodiči dělíme balónky na (Procházka et al. 2012, s. 31):

- *"balónky OTW (over the wire = po vodiči) - navlékají se na vodič v celé délce, na konci mají dva otvory (lumina) - jeden pro konec vodiče, druhý pro nafouknutí balónku*
- *balónky monorail - konec vodiče vystoupí bočním otvorem balónku již po cca 20 cm, na konci shaftu je tedy pouze jeden otvor k nafouknutí balónku"*

Podle schopnosti se roztahovat (tzv. compliance) (Procházka et al. 2012, s. 31):

- *"non-compliantní - průměr balónku je stejný bez ohledu na výšku tlaku (na balónku je udán maximální tlak)*
- *compliantní - průměr balónku se zvětšuje s rostoucím tlakem (podle předem známých hodnot)"*

Lze také využít balónky potažené léčivem - tzv. **DEB** (drug eluting ballon).

- **Manometr** - je tlaková stříkačka, která se užívá k naplnění (insuflaci) balónkového katétru; běžně se užívá tlak 5 - 20 atmosfér
- **Stent** - je síťovaná drátěná výztuha užívaná např. u rigidních stenóz, kdy je PTA neúčinná; musí být hladký, atraumatický, flexibilní a zachovávat svůj průměr

U stentů je uváděna šířka roztažení v milimetrech a délka v centimetrech. Nejčastěji užívanými materiály jsou nitinol (slitina niklu a titanu), ocel a kobalt.

**DES** (drug eluting stent) jsou stenty potažené farmaky.

Stenty dělíme podle způsobu rozpínání:

- **balon-expandibilní** - stent je umístěn na balónkovém katétru a při dilataci balónku dochází k jeho roztažení
- **samo-expandibilní** - stent je potažen pouzdem při jehož stažení dochází k uvolnění stentu
- **Stentgraft** - je stent pokrytý nepropustným materiálem z polytetrafluorethylenu (PTFE) nebo Goretexu, který je indikován především u pseudoaneurysmat, aneurysmat, ruptury tepny a popř. k překrytí nástěnných trombů, pokud distálně embolizují.
- **Speciální zařízení k mechanické trombektomii** - hydraulické nebo rotační zařízení
- **Šicí zařízení** - lze jím uzavřít místo katetrizace cévy a snížit dobu nutného klidového režimu na 4 hodiny (užíváno především u pacientů s vysokým rizikem krvácení) (Procházka et al. 2012, s. 26 - 32).



## 2.7.4 Kontrastní látky v intervenční radiologii

Kontrastní látka je obecně exogenní látka podaná za účelem zvýšení (pozitivní KL - jodová nebo gadoliniová) nebo snížení (negativní KL - oxid uhličitý) kontrastu výsledného obrazu. Při zobrazování cév se nejvíce používá jodová kontrastní látka aplikovaná parenterálně (Procházka et al. 2012, s. 34).

### 2.7.4.1 Typy jodových kontrastních látek

Základem všech jodových KL je benzenové jádro se třemi atomy jódu. Liší se koncentrací jódu (150 - 370 mg na 1 ml), viskozitou při tělesné teplotě a osmolaritou.

KL s vysokou osmolaritou (**iontové**) po rozpuštění ve vodě disociují na ionty. Ty mohou být pro organismus toxické a vyvolat alergickou reakci. Už se nepoužívají.

KL s nízkou osmolaritou (**neiontové** nebo se stejnou osmolaritou jako má krevní plasma) jsou elektricky neutrální a počet částic je shodný s počtem molekul. Obsahují hydrofilní skupinu ( $\text{OH}^-$  hydroxyl), díky níž jsou rozpustné ve vodě (Procházka et al. 2012 s. 35).

### 2.7.4.2 Požadavky na ideální JKL (Procházka et al. 2012, s. 36):

- *"vysoký obsah jodu*
- *dokonalá rozpustnost ve vodě*
- *tepelná a chemická stabilita v roztoku*
- *biologická inaktivita*
- *nízká viskozita a osmolarita*
- *vylučování ledvinami, nízká toxicita"*

### 2.7.4.3 Nežádoucí účinky JKL

**Chemotoxicita** se zvyšuje s podaným množstvím a koncentrací KL. Projevuje se nauzeou, zvracením a inhibicí srážení krve.

**Osmotoxicita** je způsobena vysokou osmolaritou KL, která vyvolává pocit tepla až bolesti při aplikaci.

**Neurotoxicita** nastává především při porušení hematoencefalické bariéry. Proto se při angiografii mozku a míchy doporučuje aplikace nízkoosmolární KL.

**Nefrotoxicita** hrozí při podání vyšších dávek iontové KL, při opakovaném vyšetření s krátkým časovým odstupem nebo u pacientů se sníženou funkcí ledvin. Dochází ke snížení glomerulární filtrace a tubulárních funkcí.

**Kardiotoxicita** spočívá ve snížení srdeční kontraktility, systolického tlaku a zvýšení tlaku v levé komoře na konci diastoly. Dochází tak k arytmiím - síňovým i komorovým extrasystolám nebo fibrilacím. Kardiotoxicita se projevuje hlavně u iontových KL, méně často u nízkoosmolárních iontových a neiontových KL, při vstřiku do koronárních tepen nebo levé komory.

**Pseudoalergická (indiosynkratická) reakce** nastává po uvolnění histaminu. Příčina jeho produkce není přesně známa a nezávisí na dávce podané KL. Je však prokázáno, že neiontové a nízkoosmolární KL nevyvolávají tuto reakci tak často (Krajina et al. 1999, s. 73 - 74).

#### **2.7.4.4 Alternativní kontrastní látka - oxid uhličitý**

Se využívá jako KL u pacientů s poškozenými funkcemi ledvin nebo vysokým rizikem nežádoucí reakce na JKL. Je povoleno pouze užití CO<sub>2</sub> pro medicínální účely. Jde o lacinou KL, která je přirozeně vylučována dýchacími cestami a rozpustná v krvi 20x rychleji než JKL. Lze ji však použít jen v oblasti pod bránicí, je známa její neurotoxicita.

Oxid uhličitý se využívá pro zobrazení břišní aorty, transplantovaných ledvin, portální žíly, krvácení do dolního GIT a tepen dolních končetin. Bývá také využíván v kombinaci s JKL za účelem snížení jejího podaného množství. Kvalita zobrazených cév není tak vysoká jako u JKL, avšak nemá nežádoucí toxické či alergoidní účinky.

Hlavní nevýhodou CO<sub>2</sub> je jeho obtížná aplikace. Oxid uhličitý je neviditelný a stlačitelný, proto nelze jednoznačně rozpoznat kontaminaci vzduchem. Vstřík je realizován ručně nebo speciálním injektorem. Při ruční aplikaci je nutné použít sety, které zajistí těsnost spojovacích hadiček a nedovolí přímé spojení vysokotlakého zásobníku CO<sub>2</sub> s katétrem (Krajina et al. 2005, s. 66).

#### **2.7.5 Přístrojové vybavení angio-intervenčního sálu**

Intervenční sál musí být asepticky zajištěn stejně jako chirurgické operační sály. Proto je vybaven přetlakovou klimatizací s filtrací vzduchu, baktericidními zářivkami a personál nosí pouze operační prádlo i obuv. Před každým výkonem je provedena důkladná dezinfekce veškerého vybavení a ploch sálu baktericidními a virocidními prostředky, které se musí nechat po určitou dobu působit. Také pacient musí být převlečen a na sál přivezen na vozíku nebo posteli, které jsou určeny pouze pro intervenční sály (Krajina et al. 2005, s. 70).

**Angiografický komplet** je dnes na většině pracovišť tvořen skiaskopickým přístrojem se detektorem obrazu a digitalizačním zařízením (viz. Příloha K), které nahradily velkoformátovou angiografii. Díky digitálnímu zpracování obrazu je možné okamžité

zobrazení aktuálního obrazu, rychlejší centrace, kontinuální sledování průběhu plnění cév, postprocessingové úpravy obrazu a jejich odeslání do nemocničního systému. Lze využít DSA, čímž výrazně snížíme množství podané KL a radiační zátěž pacienta i personálu.

**Skiaskopický přístroj** je konstruován jako C rameno - rentgenka a detektor obrazu jsou umístěny proti sobě, spojené pohyblivým ramenem; které je upevněno na stropní konstrukci nebo v podlaze. Tím je umožněn pohyb přístroje okolo pacienta ležícího na angiografickém stole.

Komplet musí být také vybaven programem úspory záření a měřením plošné dávky DAP (dose area product).

**Angiografický stůl** umožňuje omezený horizontální a laterální posun desky. Některé typy dovolují také výklon do strany díky excentricky uloženému čepu, který je využitelný především při angiografickém vyšetření ruky. Náklon stolu hlavou pacienta dolů nebo nahoru usnadní punkci jugulární žíly a využívá se při podání oxidu uhličitého.

**Flat panel** je moderním detektorem RTG záření, který umožňuje přímou digitalizaci obrazu. Je tvořen velkým počtem elementů (pixelů), které jsou sestaveny do obrazové matice se stranou čtverce 1 024 jednotek na ose x a y. Síla elektrického signálu z každého pixelu je úměrná intenzitě záření, které na něj dopadá. Výsledkem je tedy přímý digitální obraz.

**LCD monitor** je dnes již běžnou součástí sálu. Bývá zavěšen na stropním rameni, které dovoluje jeho přemístění a natočení dle požadavků. Umožňuje lékaři sledování aktuálního skiaskopického obrazu i promítnutí předchozích snímků.

**Tlaková injekční pumpa** musí být kompatibilní s angiografickým kompletem. Hlavní programovací panel je umístěn v ovladovně, ale základní ovládání je možné i na samotné pumpě. V ovladovně je také umístěna konzole a akcesorní spouštění angiografie, ovládací pult C ramena, clon i stolu. Při dobré komunikaci tedy může přístrojovou techniku během výkonu dle pokynů lékaře ovládat radiologický asistent z chráněné ovladovny (Krajina et al. 1999, s. 97 - 99).

Kromě angiografického kompletu je sál vybaven monitorem vitálních funkcí - napojeným na manžetu pro přímou monitoraci tlaku, elektrokardiograf a pulzním oximetrem; odsávačkou, defibrilátorem a pomůckami pro resuscitaci. Výhodou je také vybavení ultrasonografickým a anesteziologickým přístrojem.

Každý sál musí zaručit ochranu personálu i pacienta před zářením. Proto jsou součástí angiografického kompletu také olověná gumová zástěna zavěšená na stole před rentgenkou a olověný štít, který je ukotven na pohyblivé závěsné rameno.

Instrumentárium i léky by měly být uloženy tak, aby byla zajištěna jejich sterilita a dostupnost (Krajina et al. 2005, s. 70).

## **2.7.6 Příprava pacienta před intervenčním výkonem u ICHDK**

### **2.7.6.1 Objednání intervenčního výkonu**

Většinou se pacient objednává telefonicky osobně nebo prostřednictvím indikujícího lékaře či sestry. Před zapsáním pacienta na výkon je nutné zjistit tyto údaje (Procházka et al. 2012, s. 114):

- osobní údaje pacienta - nového pacienta zadáme do systému, již ošetřovaného pacienta najdeme v databázi (i s nálezem z předchozího výkonu)
- alergickou anamnézu
- užívanou medikaci
- k jakému výkonu je pacient indikován
- požádat o dodání kompletní dokumentace i s žádankou
- informovat o nutnosti hydratace, lačnění a příp. premedikace

### **2.7.6.2 Edukace a "technická" příprava pacienta**

V rámci bezpečnostního procesu je nutná nejprve aktivní identifikace pacienta.

Edukaci pacienta provede lékař. Kromě srozumitelného vysvětlení výkonu pacientovi také popíše obsah informovaného souhlasu a dá mu prostor pro dotazy. Před samotným výkonem mu může tyto informace zopakovat také sestra nebo radiologický asistent, kteří také mohou zodpovědět případné další pacientovy dotazy.

V rámci samotné přípravy je zahrnuto (Procházka et al. 2012, s. 114 - 115):

- vyholení třísel - pokud je pacient schopen, provede sám; jinak mu pomůže personál
- EKG vyšetření - provádí se standardně při přijetí
- provedení laboratorních testů - jako minimum se provádí INR (poměr koagulačního času vyšetřovaného vzorku a koagulačního času kontrolní plasmy) APTT a vyšetření hladiny kreatininu, KO - trombocyty
- lačnění - pacient by neměl jíst 5 - 6 hodin před výkonem, den před výkonem je nutná dostatečná hydratace a nepije až 4 hodiny před výkonem
- nekouřit
- užívaná medikace - v den výkonu pacient užije ranní léky; diabetický pacient se řídí pokyny ošetřujícího lékaře, který medikaci upraví

### **2.7.6.3 Alergická anamnéza**

Zjišťuje ji indikující lékař, personál při objednání výkonu, lékař při přípravě pacienta i sestra těsně před výkonem. Dotazuje se především na alergie na (Procházka et al. 2012, s. 115):

- jod - především na dříve použitou JKL (alergie na Jodisol nebo jodovou koupel většinou nemá vliv)
- léky - antiagregancia, heparin, analgetika a lokální anestetika
- náplasti či obvazový materiál
- kovy - ocel, nikl, titan
- polyvalentní alergie

### **2.7.6.4 Medikace před výkonem**

U pacientů s prokázanou alergií na JKL nebo polyvalentní alergií je nutné zvážit přítomnost anesteziologa a provádíme speciální přípravu (ordinuje ošetřující lékař) (Procházka et al. 2012, s. 116):

- Prednison 20 mg - 3 dávky po 6 hodinách
- Dithiaden - 2 tablety p.o. nebo i.v. 1 mg před výkonem
- Hydrocortison 100 - 200 mg - i.v. před výkonem

### **2.7.7 Průběh výkonu**

Při přijetí pacienta na intervenční sál provedeme opakovanou aktivní identifikaci pacienta. Je také nutné zkontrolovat stranu, která má být vyšetřována (popř. intervenována), dokumentaci včetně informovaného souhlasu pacienta a znovu se dotázat na alergie.

Podle požadavku lékaře, zda bude proveden vpich prográdní či retrográdní, sestra uloží pacienta na angiografický stůl, kde je zakryt rouškou a napojen na monitor vitálních funkcí.

Radiologický asistent zadá údaje o pacientovi a typu vyšetření do ovládací konzole a podle vyšetřované oblasti připraví injekční pumpu s KL (viz. Příloha L).

Lékař provádějící výkon se pacientovi představí, zopakuje předpokládaný průběh vyšetření a zkontroluje pulzace na končetinách.

Poté může sestra připravit sterilní stolek. Jakmile je stolek kompletní, již je sál sterilní a nelze vejít bez operačního úboru. Asistující sestra, již ve sterilním plášti s rouškou, čepicí a rukavicemi, provede dezinfekci třísel pacienta a jeho sterilní zarouškování. Je také nutné sterilně překrýt zesilovač C ramene a ochranný štít.

Během výkonu lékař, díky pouze lokální anestezii třísla, komunikuje s pacientem. Asistující sestra (instrumentářka) podává lékaři nástroje, proplachuje katétry, otírá vodiče. Také sleduje pacientovy vitální funkce i bolest. Radiologický asistent ovládá C rameno, injekční pumpu i angiografický stůl ze stíněné ovladovny. Instruuje pacienta v závislosti na skiaskopickém režimu, kdy se nemá hýbat a dýchat. Obíhající sestra zajišťuje podání instrumentária ze skříní pomocí peel efektu (rozloupnutí), při němž nesmí dojít k znesterilnění. Zapisuje průběh výkonu a zaznamenává použitý materiál.

Po skončení výkonu sdělí lékař výsledek pacientovi. Ten je na lůžku převezen na dospávací pokoj, kde je ústně i písemně předán obíhající sestrou. Radiologický asistent upraví snímky pořízené během výkonu a odešle do systému PACS k popisu. Lékař sepíše průběh výkonu a doporučená opatření po něm.

Intervenční sál je dekontaminován, aby byl připraven pro další výkon (Procházka et al. 2012, s. 15 - 18, 132).

## **2.7.8 Metody endovaskulární revaskularizace u ICHDK**

### **2.7.8.1 Perkutánní transluminální angioplastika (PTA)**

PTA se provádí zavedením a nafouknutím balónkového katétru., Snahou je dilatovat medii a částečně i adventicii, aby bylo dosaženo zprůchodnění průměru, jaký má zdravá céva, přičemž zároveň dochází k rozšíření zevního průměru. Remodelace plátu není příliš úspěšná u excentrických a kalcifikovaných lézí. Lepší dlouhodobý efekt z hlediska průchodnosti má PTA u tepen s větším průměrem (Tucker de Sanctis 2001).

Technika výkonu spočívá v zavedení vodiče Seldingerovou metodou za postižené místo, až do zdravé části cévy, po němž se zavede balónkový katétr. Velikost použitého katétru závisí na velikosti plátu, měl by být o něco delší a jeho průměr by neměl přesahovat průměr lumina zdravé tepny o více než o 10 %. Po rozepnutí balónku v místě zúžení se několik minut čeká k dosažení efektivní dilatace.

Poraněním intimy dochází k autoreparativním procesům, inhibici funkce endotelu, čímž může dojít k akutnímu trombotickému uzávěru. Dlouhodobá efektivita PTA bývá nejčastěji porušena myointimální hyperplázií. Dochází k migraci hladkých svalových buněk z mediae do postižené intimy a jejich proliferaci. Prozatím se nepodařilo zjistit, proč v některých případech tento proces zapříčiní vznik restenózy a jindy je zcela subklinický.

Pokud je pacient indikován k PTA, podává se mu 24 hodin před výkonem a 3 až 6 měsíců po něm ASA. Během výkonu dostává pacient 3 000 - 5 000 j. heparinu; pokud je

postižní komplexní nebo je PTA použita u infrapopliteálních tepen, podává se ještě 500 - 1 000 j./hodinu po výkonu.

Typy lézí, které je vhodné léčit touto metodou jsou určeny kritérii klasifikace TASC: TransAtlantic Inter Society Consensus (viz. Příloha H).

U léze typu A může být endovaskulární terapie metodou volby.

Léze typu B je běžnou indikací k PTA, avšak nelze určit, zda je její efektivita vyšší než u terapie chirurgické.

Léze typu C je vhodná pro řešení chirurgické, avšak opět nelze zhodnotit její výsledek oproti endovaskulárnímu řešení jako výrazně lepší.

Léze typu D je indikována k chirurgickému řešení.

Způsob terapie u lézí typu B a C závisí na celkovém zdravotním stavu pacienta a na zvyklostech daného pracoviště (Krajina et al. 2005, s. 91 - 92).

### **2.7.8.2 Implantace stentu**

Stenty se u ICHDK primárně využívají především v oblasti ilických tepen, sekundárně potom v případě, že selhala PTA např. při disekci stěny, velké reziduální stenóze nebo opakované reokluze po PTA. Podle způsobu rozvinutí se rozdělují na balón-expandibilní (plastické) a samo-expandibilní (elastické). Stent je charakterizován těmito vlastnostmi: flexibilitou, radiální silou (schopnost přilnout ke stěně cévy navzdory kompresi lézí), kruhová "obručová" pevnost (schopnost vzdorovat zevní kompresi), hladkost povrchu, zkrácení při implantaci atd.

**Balón-expandibilní stenty** bývají z chirurgické oceli, jsou tvořeny jedním kusem nebo spojením prstencových segmentů kovovými můstky, čímž získávají větší flexibilitu. Jediný užívaný plastický stent se skládá ze slitiny platiny (90 %) a iridia (10 %) - Vistaflex. Jejich výhodou je větší radiální síla, kruhová pevnost a lepší odolnost vůči elastickému stažení tepny (elastický recoil).

Implantaci s efektivním vtlačáním segmentů do stěny zajistí balónek s průměrem o 10 % větším než je průměr zdravé cévy. Indikací k implantaci tohoto typu stentu je krátká léze v relativně rovném úseku cévy. Nedoporučuje se používat při postižení v místě ohybu, jelikož hrozí deformace stěny cévy na hraně stentu nebo jeho zalomení.

**Samo-expandibilní stenty** jsou fixovány v implantačním katétru pouzdem. Nejčastěji se používají stenty z nitinolu (slitina niklu a titanu 1:1), který zaručuje velkou elasticitu a teplotní tvarovou paměť. Okraje stentu bývají označeny platinovými značkami, jelikož je nitinol relativně málo rentgen - kontrastní. Stenty se od sebe liší tloušťkou vláken,

tvarem buněk, na kterém závisí expanzní síla a zkracování stentu, a velikostí implantačního katétru.

Intracoil je speciální stent s vysokou flexibilitou, která dovoluje jeho implantaci i do oblastí ohybu cévy. Nevýhodou je velké zkrácení při implantaci.

Tyto stenty jsou vhodné u delších lézí ve vinutých částech cévy. K podpoře remodelace zúženého úseku a vnoření stentu do stěny cévy se po jeho zavedení ještě dilatuje pomocí balónkového katétru.

**Stenty potažené farmakem nebo farmaka uvolňující stenty** zmírňují iritaci intimy a snižují tak riziko vzniku restenózy. Nejčastěji se používají stenty uvolňující heparin nebo látky tlumící proliferaci hladkých svalových buněk. Ke snížení korozivity se stenty potahují karbonem, silikon - karbidem, titanem, platinou apod. Nejvíce se užívají při koronárních intervencích.

**Periferní stentgrafty** jsou potaženy e-PTFE, což je materiál užívaný na cévní protézy. Indikací k implantaci stentgraftu je krvácení při ruptuře tepny, exkluze aneurysmatu nebo stentování a. femoralis superficialis (Krajíček et al. 2007, s. 68 - 70).

### **2.7.8.3 Subintimální rekanalizace (SIR)**

Cílená extraluminální rekanalizace vznikla na základě neúspěšnosti PTA především u skleroticky postižených tepen, dlouhých uzávěrů a uzávěrů kategorie C a D podle TASC.

Technika výkonu spočívá ve vytvoření "neolumina" v subintimálním prostoru, který je méně vitální částí stěny tepny (náchylná k disekci). Tento prostor se stává novým lumen ve stěně cévy, přičemž aterosklerózou postižená intima zůstává in situ. Neolumen je otevřeno pomocí vodiče s rigidní kličkou na konci. Ta prochází v subintimálním prostoru spirálovitě kolem tepny. Tím se vytvoří kanál až do místa za uzávěrem cévy. Pokud je stěna cévy pod uzávěrem bez poškození, projde vodič zpět do pravého lumen spontánně.

Úspěšnost výkonu je ověřena aplikací KL pod uzávěrem. Pokud se podařilo projít katétreem zpět do pravého lumen, provede se dilatace disekce tepny pomocí PTA (balónkem o průměru 5 - 6 mm).

Komplikací tohoto řešení může být perforace tepny nebo ztráta výtokové části. Jejich výskyt se uvádí v rozmezí 1 - 16 % (Krajíček et al. 2007, s. 79 - 81).

### **2.7.9 Opatření po intervenčním výkonu**

Po skončení intervenčního výkonu je nutné především dbát o místo vpichu. Uzavření zajistí manuální nebo mechanická komprese, popř. perkutánní uzavření pomocí kolagenní zátky.



**Manuální komprese** místa vpichu je standardní metodou. Provádí se 15 - 20 minut, u pacientů se zvýšeným rizikem krvácení se komprimuje ještě dalším 5 minut jako prevence vzniku hematomu. Pacient pak musí dodržovat klid na lůžku po dobu 6 až 8 hodin, pacient s antikoagulační léčbou déle (12 - 24 hodin).

**Mechanická komprese** šetří čas ošetřujícího personálu. Využívají se kompresní ramena nebo speciální pásy, které obepnou tělo pacienta. Pod pás je vložen balónek nafouknutý na požadovaný tlak, který se upravuje podle kontroly místa vpichu a prokrvení končetiny. Tato metoda však nezkracuje dobu imobilizace pacienta.

**Perkutánní uzavření kolagenovou zátkou** je výhodné především u rizikových pacientů s hypertenzí, diabetem, steroidní, antikoagulační nebo antiagregační léčbou. Používá se Vaso-Seal (zátko zevně od arteriální stěny) nebo Angio-Seal (intraluminální polysacharidová patka a zevní zátko - sendvičový systém). Indikací je především průměr vpichu větší než 7 F, nemožnost dodržet klidový režim a progradní vpich. Výhodou je především zkrácení doby imobilizace pacienta na 4 hodiny.

Při přesunu pacienta na lůžku je nutné nechat katetrizovanou končetinu napnutou, aby nedošlo ke krvácení z místa vpichu. Po propuštění by pacient neměl cca 2 týdny dělat dřepy, výskoky nebo zvedat těžká břemena. Pokud se objeví hematom, měl by neprodleně vyhledat lékaře (Krajina et al. 2005, 76 - 77).

### **2.7.10 Komplikace po výkonu a jejich léčba**

Komplikace dělíme podle způsobu vzniku na komplikace v místě punkce; způsobené podáním KL a specifické komplikace u jednotlivých výkonů.

#### **2.7.10.1 Lokální komplikace v místě vpichu**

**Hematom** v místě punkované cévy je považován za komplikaci pokud je krevní výron do podkoží s hmatnou rezistencí větší než 5 cm. Hematom léčíme pomocí lokálních heparinových mastí a ledových obkladů, které urychlí jeho resorpci a regeneraci traumaticky postižené tkáně. V případě, že se hematom objeví po vytažení vodiče popř. katétru, zakreslíme jeho rozsah na kůži fixem a prodloužíme kompresi místa vpichu. Jestliže krvácení neustává, volíme možnost podání protaminsulfátu, kterým se vyváže heparin a pacienta umístíme na JIP. Pokud se u pacienta vyskytnou sílící bolesti břicha a zad, je nutné zvážit možnost šíření hematomu do retroperitonea. Rozsah postižení lze určit pomocí nativního CT vyšetření. Pokud nejsou tyto obtíže řešitelné jinou metodou, volí se chirurgická sutura a evakuace hematomu. (Krajina et al. 2005, s. 78).

**Pseudoaneurysma** vzniká nejčastěji po nízké punkci a. femoralis superficialis a nedostatečné kompresi. Jde o iatrogeně vzniklou nepravou výduť, která je nepravidelně plněna skrz krček punktované tepny. Projeví se rozsáhlým hematodem a pulzující bolestí. Prvotním léčebným postupem by měla být snaha cíleně komprimovat krček pod US sodnou. Jde však o časově náročné, pro pacienta bolestivé řešení, jehož efektivita je značně snížena u nemocných s antikoagulační medikací. Proto lze využít aplikaci trombinu pod US kontrolou tenkou jehlou přímo do vzniklého vaku, chirurgické řešení resekci nebo endovaskulární řešení (Krajíček et al. 2007, s. 91 - 92).

**Disekce tepny** není častou komplikací. Vyskytuje se především u pacientů, jejichž tepny jsou výrazně ateroskleroticky změněny a sheath nebo katétr pronikne pod sklerotickým plátem subintimálně. Lze ji rozpoznat již během výkonu, jelikož v místě disekce dochází ke stagnaci KL. Později se může projevit bolestí a ischemií končetiny. Léčbou je zavedení sheathu intraluminálně a zpevnění cévy v místě disekce stentem.

**Perforace tepny** se vyskytuje vzácně u kalcifikovaných cév nebo postradiačních stenóz řešených pomocí PTA. V některých případech může vzniknout poraněním drobné cévy vodičem, který odbočil z hlavní cévy. Perforace je patrná jako KL mimo cévu, později se manifestuje bolestí a hematodem. Jelikož je perforace patrná v průběhu výkonu, řeší se zavedením stentgraftu popř. později chirurgickým ošetřením (Procházka et al. 2012, s. 138).

**Arteriovenózní píštěl** vzniká po chybné punkci zešikma, nejčastěji po kanylaci tepny i žíly z jednoho třísla. Patologická komunikace mezi arterií a vénou se u menších zkratů neprojevuje, u větších je znatelný šelest v třísle s pulzující rezistencí. Může se vyskytnout i žilní hypertenze, projevující se otokem a trofickými defekty, nebo steal fenomén (klaudikace) a v extrémním případě i hyperkinetická cirkulace, která vede k objemovému přetížení srdce. Pokud je zkrat nevýznamný, řeší se konzervativně. U problémových A-V píštělí je výhodné chirurgické řešení (Krajina et al. 2005, s. 81).

**Infekce v místě vpichu** se projeví zduřením, zarudnutím, bolestivostí a popř. systémovými příznaky infekce. Vzniká při porušení aseptivních podmínek během výkonu. Léčí se lokálními antibiotiky a u abscesu chirurgicky.

**Trombotický uzávěr v místě punkce** se vyskytuje vzácně. Trombus může vzniknout na podkladě nadměrné komprese jak v tepně, tak i v žíle. Perikatetrální trombóza nebo trombóza kolem sheathu je zapříčiněna nedostatečnou heparinizací, delším ponecháním instrumentária v tepně nebo pokud je sheath ve stenóze. Řeší se jako akutní trombóza (Procházka et al. 2012, s. 140).

### 2.7.10.2 Celkové komplikace způsobené KL

Podle časnosti projevu dělíme komplikace na akutní a zpožděné.

Akutní komplikace jsou uvedeny v Tabulce 3.

**Tabulka 3: Akutní komplikace způsobené kontrastní látkou** (Procházka et al. 2012, s. 141)

Akutní komplikace	Příznaky	Okamžité řešení	Další léčba
Urtika (kopřivka)	zarudnutí, svědění	uklidnit pacienta, znovu zjistit alergickou anamnézu, sledovat další vývoj	Dithiaden 1 mg i.v.
Laryngospasmus	inspirační dušnost, chrapot	kyslík volat i ARO!!	intubace, Adrenalin 0,1 mg
Bronchospasmus	expirační dušnost (jako u astmatu)	kyslík, připravit léky	Berotec, Ventolin spr. Hydrocortison 200 mg Syntophyllin 240 mg
Vagová reakce (vazovagální)	hypotenze, bradykardie	kyslík, infuze FR, elevace DK	Atropin 1 mg
Anafylaktická reakce	hypotenze, tachykardie	infuze FR	Hydrocortison 200 mg Dithiaden 1 mg
Hypertenze			NTGL sl. Captopril 25 mg sl. příp. Ebrantil 25 mg i.v.
Stenokardie		kyslík, NTGL sl., EKG	Fentanyl
Křeče			Seduxen 5 mg i.v.
Srdeční zástava		volat ARO!! zahájit resuscitaci	KPCR

Zpožděné komplikace nastupují déle jak hodinu po podání KL.

**Urtika** je nejčastější a nastupuje v intervalu od 3 hodin do 2 dnů po podání. Léčba bývá symptomatická a příznaky se většinou do týdne ztrácí.

**Dekompenzace hypertyreózy nebo tyreotoxikóza** vznikají u pacientů se zvýšenou funkcí štítné žlázy několik týdnů po podání JKL. Proto se těchto pacientů doporučuje podání tyreostatik 2 - 3 dny před výkonem a pokračovat v podávání ještě 2 - 3 týdny.

**Laktátová acidóza** se projevuje u pacientů s diabetem léčeným metforminem. Zhoršením renálních funkcí přestane být metformin vylučován a hromadí se v organismu. Laktátová acidóza se projeví nauzeou, nechutenstvím, spavostí, bolestmi v hypogastriu,

zvracením, průjmy a letargií. Pacient tedy musí metformin vysadit 48 hodin před výkonem a dodržovat hydrataci (Procházka et al. 2012, s. 142).

**Kontrastní nefropatie** vzniká jako akutní zhoršení renálních funkcí po podání KL, zvýšením hladiny kreatininu o 25 % a více nebo o 44  $\mu\text{mol/l}$  za 48 hodin oproti předchozím hodnotám (před podáním KL). Rizikovými jsou především pacienti s renální insuficiencí, diabetickou nefropatií, dehydratovaní a staří lidé (nad 70 let věku), s hypotenzí, hypercholesterolemií, medikací s nefrotoxickými účinky a po předchozím podáním KL. Prevencí je zjištění hodnoty kreatininu před výkonem (Krajina et al. 2005, s. 62).

### 2.7.10.3 Specifické komplikace u nejběžnějších výkonů

U **diagnostické angiografie** se může projevit alergoidní reakce na KL, poškození ledvinných funkcí (kontrastní nefropatie), lokální komplikace v místě vpichu (disekce, perforace) nebo periferní embolizace.

Periferní embolizace se vyskytuje velmi zřídka. Během výkonu je možné pokusit se o odsátí nebo trombolýzu embolu, pokud se dostane do důležité tepny nebo indikovat pacienta k chirurgické embolektomii. Pokud však dojde k periferní embolizaci cholesterolových krystalků po dilataci plátu, nelze ji prokázat ani bezprostředně po výkonu. Během dnů až týdnů dochází k mikroembolizaci DK a vzniku tzv. blue toe syndromu s těžkou ischemií (Krajíček et al. 2007, s. 90).

**Komplikace po PTA** zahrnují kromě výše uvedené disekce, perforace a distální embolizace také akutní trombotický uzávěr, spasmus nebo rupturu tepny. Spasmus lze odlišit od okluze tepny podáním vazodilatačních látek. Ruptura tepny je vzácnou komplikací, která může vzniknout po dilataci kalcifikovaných lézí.

**Komplikace při zavádění stentu** jsou spojeny především s jeho umístěním. Může dojít k deformaci nebo odpoutání stentu mimo léčenou lézi. Další komplikací je trombóza v místě stentu. Řešením je další intervenční výkon, popř. chirurgický (Procházka et al. 2012, s. 143).

## 2.8 Radiační ochrana v intervenční radiologii

Současná legislativa nestanovuje žádné limity lékařského ozáření, pouze upravuje důvod vystavení pacienta IZ. Indikace k vyšetření pomocí IZ musí mít očekávaný přínos větší než jsou možná rizika tohoto vyšetření. Využívá se také princip ALARA ("*as low as reasonably achievable*"), který stanovuje, že použitá dávka IZ musí být tak nízká, jak jen je rozumně dosažitelné. To znamená nastavit expozici tak, abychom získali požadovanou

informaci v dostatečné kvalitě a zároveň zatížili pacienta co nejméně. Cílem radiační ochrany je úplné vyloučení deterministických účinků a snížení účinků stochastických na rozumně dosažitelnou mez (Pejchal et al. 2013, s. 43 - 49).

### **2.8.1 Ochrana pacienta před zářením**

Navzdory modernímu přístrojovému vybavení, specializaci personálu a důslednému dodržování zásad radiační ochrany je intervenční radiologie oblastí medicíny, kde pacient obdrží největší individuální dávku (ne z hlediska populace). Proto je důležité co nejvíce ovlivnit faktory, kterými lze dávku pacienta snížit.

Prvotním faktorem by měla být indikace odůvodnitelná prospěchem pacienta, za níž zodpovídá indikující lékař i aplikující odborník dle vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb. Pacient, který byl řádně poučen a je tedy schopen spolupracovat, znamená nižší radiační dávku.

Dávku lze výrazně ovlivnit používáním moderních přístrojů a technologií - pulzní skiaskopie, automatická filtrace primárního svazku, digitální zoom atd.

Nezbytné jsou také odpovídající erudice personálu, kterou stanovuje legislativa, dovednosti a zkušenosti přibývající s počtem prováděných výkonů a spolupráce celého týmu.

Spektrum prováděných výkonů na daném pracovišti ovlivňuje také jejich kvalitu. Složitější a ne tak časté výkony by měly být prováděny na specializovaných pracovištích, aby nedocházelo ke zvyšování radiační zátěže pacienta z důvodu nezkušenosti personálu.

Dostupnost, kvalita a sortiment potřebného instrumentária také přispívá ke snížení dávky.

Vždy je nutné dodržovat legislativu - zákon č. 18/1997 Sb. O mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření v platném znění a s ním související normy a předpisy (vyhlášky SÚJB č. 307/2002, 146/1997, 214/1997). K tomu se doporučuje dodržovat standardní vyšetřovací postupy.

Průběh i délka výkonu, a tedy i celková obdržená dávka, jsou výrazně ovlivněny celkovým stavem pacienta (Krajina et al. 2005, s. 73).

Zásady snížení radiační zátěže, které jsou součástí standardních postupů zahrnují:

- skiaskopický režim používat pouze po nezbytně nutnou dobu (dávka je přímo úměrná délce skiaskopie)
- používat pulzní režim; kontinuální skiaskopii pouze na nezbytný čas a na požádání vyšetřujícího lékaře
- důsledné clonění svazku
- dodržovat co nejkratší vzdálenost zesilovače od pacienta

- u DSA používat krátké scény, zpoždění při podání KL pumpou a co nejnižší frekvenci snímků
- stínit radiosenzitivní orgány (ŠŽ, gonády)
- využívat navigace pomocí US

### 2.8.2 Ochrana personálu před zářením

Zdravotnický personál na oddělení intervenční radiologie má největší pravděpodobnost překročení roční efektivní dávky 6 mSv. Proto jsou pracovníci zařazeni do skupiny radiačních pracovníků kategorie A. Jsou tedy povinni nosit osobní dozimetry, které se odesílají k pravidelnému vyhodnocení obdržené dávky. Pracovníci jsou také každoročně proškolení z radiační ochrany.

Největší podíl na dávce, kterou personál obdrží, má sekundární záření, které vzniká po rozptýlení primárního svazku v pacientovi. Velikost dávky se exponenciálně snižuje s velikostí pole a je zvýšená u obézních pacientů. Základními principy ochrany tedy jsou vzdálenost, čas a stínění.

Intenzita záření ubývá se čtvercem vzdálenosti. Proto by měla být rentgenka umístěna vždy pod stolem, čímž je intenzita sekundárního záření 2x snížena, a při laterálních projekcích stojí vyšetřující personál na straně detektoru. Pracovníci by se také neměli zdržovat na sále během skiaskopického režimu, pokud to není nezbytně nutné nebo alespoň zvětšit svou vzdálenost od rentgenky (Procházka et al. 2012, s. 108 - 109).

Dále je personál povinen používat závěs z olovnaté gumy, který je součástí angiografického stolu a stíní prostor od okraje stolu k podlaze. Ochranný štít na stropním závěsu musí být pohyblivý, nastavitelný a pokryt sterilní rouškou. Lékař by ho měl využívat během skiaskopie v prostoru mezi sebou a C ramenem.

Pracovníci kategorie A jsou povinni absolvovat preventivní prohlídku u závodního lékaře jednou ročně.

Pracovníci na intervenčním sále během výkonu mají mít ochranný oděv, který se skládá z:

- ochranné zástěry - má ekvivalent 0,5 mm olova, sníží dávku záření na 3 % původní intenzity
- ochranný límec - chrání radiosenzitivní ŠŽ
- ochranné brýle z olovnatého skla - mají stíněné i postranice, snižují dávku o 70 % a slouží jako prevence radiační katarakty

- rukavice z olovnaté gumy - mají ekvivalent 0,38 mm olova, avšak nejsou příliš využívány z důvodu těžkopádnosti

Je nutno dodržovat zásadu, že se ruce do primárního svazku nevkládají. Také se doporučuje využívat k aplikaci KL injekční pumpu a z ruky vstříkovat co nejméně (Krajina et al. 1999, s. 95 - 96).

## **2.9 Úloha radiologického asistenta při intervenčních výkonech**

Radiologický asistent je stejně jako lékaři, sestry či sanitáři součástí týmu angio-intervenčního oddělení a musí splňovat určitá kritéria.

Prvním z nich je dosažení tzv. odborné způsobilosti pro výkon povolání Radiologický asistent, které je definováno zákonem č. 96/2004 Sb. (viz. Příloha M). Dále je nutné, aby znal rozsah činností, které může provádět samostatně, pod dohledem či u kterých může asistovat. Ty ukládá vyhláška č. 55/2011 Sb. (viz Příloha N).

Mezi nezbytné znalosti RA patří také průběh jednotlivých výkonů, posloupnost činností u daného výkonu, dobrá znalost rentgenové anatomie a používaného instrumentária. RA by měl disponovat dobrými komunikačními schopnostmi, pohotovostí a racionálním uvažováním i ve vypjaté situaci. Také by měl být v průběhu výkonu empatický a trpělivý při komunikaci s pacientem. Kromě ovládnutí angiografického kompletu musí RA také zvládat úpravu angiografického obrazu v průběhu vyšetření a následně po jeho skončení, před odesláním snímků do systému.

Před zahájením výkonu zkontroluje RA technický stav angiografického kompletu, neporušenost zařízení, funkčnost výstražných signálů a všech ovládacích prvků na sále i v ovladovně. Připraví zařízení k provozu a naplní vysokotlakou stříkačku kontrastní látkou, přičemž dbá, aby nikde nezůstaly vzduchové bublinky.

Při přijetí pacienta na intervenční sál ověří jeho totožnost a zkontroluje Informovaný souhlas. Stručně pacienta seznámí s plánovaným výkonem. Poté vybere daného pacienta z elektronického worklistu v nemocničním systému a nastaví požadovaný vyšetřovací protokol dle zobrazované oblasti.

Během diagnostické angiografie dolních končetin ovládá C rameno. Provádí projekce v zadopřední a šikmé rovině a zároveň ovládá rychlost průtoku a objem podávané KL během jednotlivých angiogramů. To vše na základě instrukcí lékaře, provádějího výkon. Dle požadavku upravuje jednotlivé sekvence snímků a odesílá je na monitor na sále.

V průběhu intervenčního výkonu RA využívá pulzní skiaskopický režim, kontinuální režim používá pouze při požadavku lékaře a po nezbytně nutnou dobu. Umístěním zesilovače obrazu co nejbližší k zobrazované oblasti, důsledným cloněním a aplikací záření v co nejkratším čase může RA zásadně snížit radiační zátěž pacienta i personálu. Důležité je také správné nastavení projekce snímání obrazu a nastavení zpoždění snímání při podání KL vysokotlakým injektorem. Součástí jeho práce je i zaznamenání spotřebovaného materiálu a množství podané KL.

Po skončení výkonu je hlavním úkolem RA zpracování obrazové dokumentace, archivace dat a odeslání do systému, ze kterého budou angiogramy přístupné lékaři, který poté na jejich základě popíše průběh výkonu (Procházka et al. 2012, s. 17).



### **3 PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE**

V praktické části práce jsou rozebrány endovaskulární intervenční výkony u tří pacientů s ICHDK z pohledu radiologického asistenta.

V prvním případě jde o subintimální rekanalizaci s následným zavedením stentu do povrchové stehenní tepny. U druhého pacienta byla provedena implantace stentů do pánevních tepen obou dolních končetin a jejich dodilatování pomocí balónku. Třetí pacient je zvláštním případem z důvodu nutnosti opakovaného provedení intervenčního výkonu při postižení pánevních tepen obou končetin a postižení tepen levé dolní končetiny. Během prvního výkonu byla provedena rekanalizace pánevních tepen pomocí stentů, druhý výkon zajistil obnovení průtoku povrchové stehenní tepny a zprůchodnění tepen bérce.

#### **3.1 Pacient č. 1**

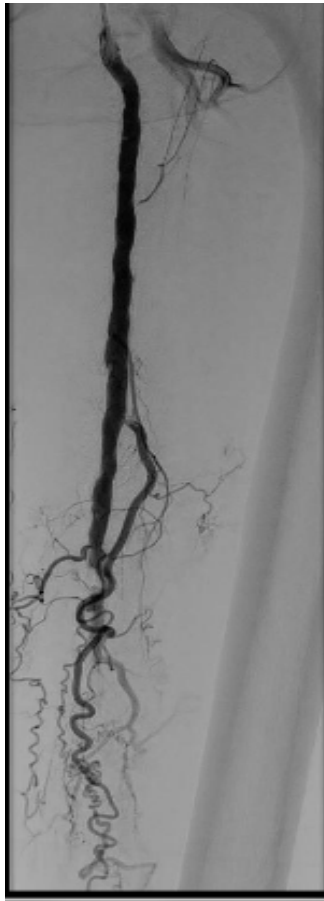
Pacientka, 83 let, byla indikována k angiografii levé dolní končetiny. Nemocná je stav po vysoké amputaci pravé dolní končetiny a nyní má chronický defekt levé paty. Ultrazvukové vyšetření odhalilo postižení a. femoralis superficialis a bércevého řečiště.

Pacientka byla lékařem seznámena s navrhovaným výkonem a jeho možnými komplikacemi, dostala prostor pro dotazy, podaným informacím porozuměla. Pacientka souhlasila s plánovaným postupem a podepsala Informovaný souhlas.

Pacientka je uložena na angiografický stůl a napojena na monitor vitálních funkcí. Asistující sestra provede přípravu třísla pro výkon - oholení a dezinfekci.

Radiologický asistent zkontroluje správné uložení pacientky v závislosti na plánované retrográdní či prográdní punkci. Ověří si totožnost pacientky, poučí ji o podání KL, možném pocitu tepla po její aplikaci a nutnosti nehýbat se. Poté RA správně umístí RTG kontrastní pravítko a levou končetinu znehybní upevněním k angiografickému stolu.

Poté může být pacientka sterilně zarouškována. Na sál přichází lékař v operačním úboru, který zkontroluje pulzaci v levém třísle a pod US kontrolou provede punkci femorální tepny. Nejprve byla provedena diagnostická angiografie, která u pacientky prokázala kalcifikovaný uzávěr a. femoralis superficialis a mnohačetné kolaterály (Obrázek 1). Stenózy proximální části a. poplitea sinistra (Obrázek 2) ovlivňují průtok krve do periferie (Obrázek 3 a 4).



**Obrázek 1: Kalcifikovaný uzávěr distální části a. femoralis superf. vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



**Obrázek 2: Stenózy proximální části a. poplitea vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



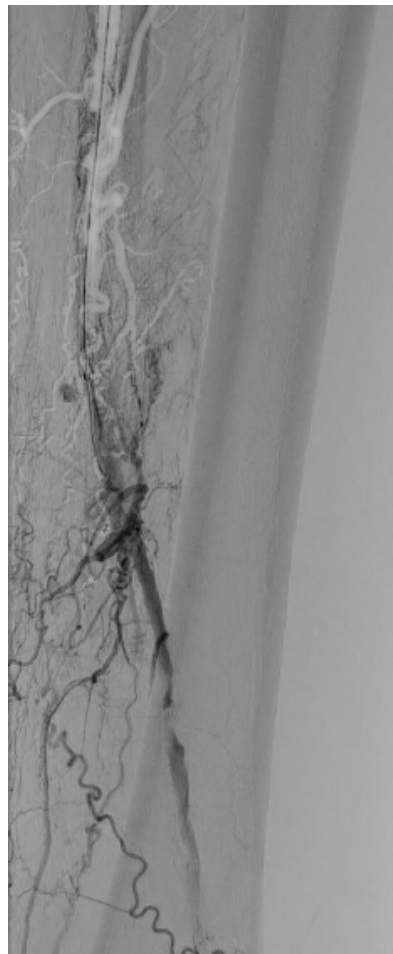
**Obrázek 3: Obliterace a. tibialis anterior a a. peronea vlevo**  
(autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 4: Dominantní a. tibialis posterior vlevo**  
(autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)

RA provede zobrazení cév v jednotlivých úsecích v zadopřední a popř. bočné projekci dle instrukcí lékaře, nastavuje množství a rychlost podání KL. V průběhu intervenčního výkonu poté RA instruuje pacientku, aby se nehýbala pokud ucítí teplo způsobené podáním KL.

Při zahájení terapeutického výkonu byl zaveden sheath, po něm vodič, kterým se nepodařilo proniknout skrz uzávěr (Obrázek 5). Proto bylo použito rekanalizační zařízení Outback LTD (Cordis, New Jersey, USA) pro subintimální rekanalizaci (Obrázek 6), po němž se zavedl vodič Stabilizer (Cordis Corporation, Miami, Florida), který umožnil umístění 4 mm balónku Sterling (Boston Scientific, Plymouth, USA) k předdilataci místa uzávěru. Céva byla předdilátována z důvodu rizika perforace, následně lze použít 5 mm balónek (Obrázek 7). Vzhledem ke kalcifikaci uzávěru nebyla dilatace pomocí PTA dostatečnou metodou k obnovení průtoku (Obrázek 8), proto bylo rozhodnuto o zavedení stentu S.M.A.R.T. Flex (Cordis, New Jersey, USA) o průměru 6 mm a délce 200 mm (Obrázek 9).



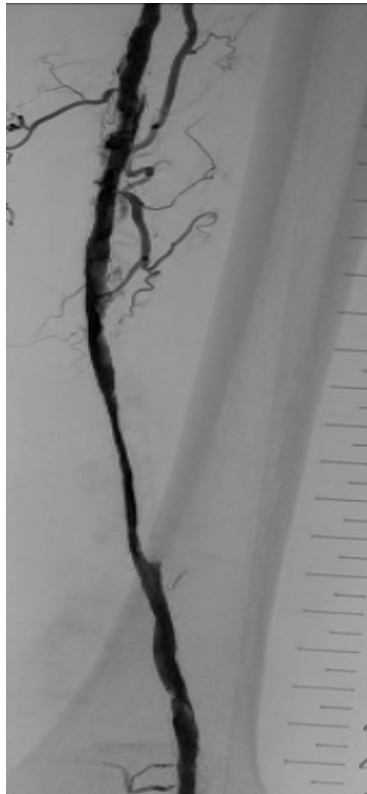
**Obrázek 3: Neúspěšný pokus o proniknutí katétrem skrz kalcifikovaný uzávěr (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



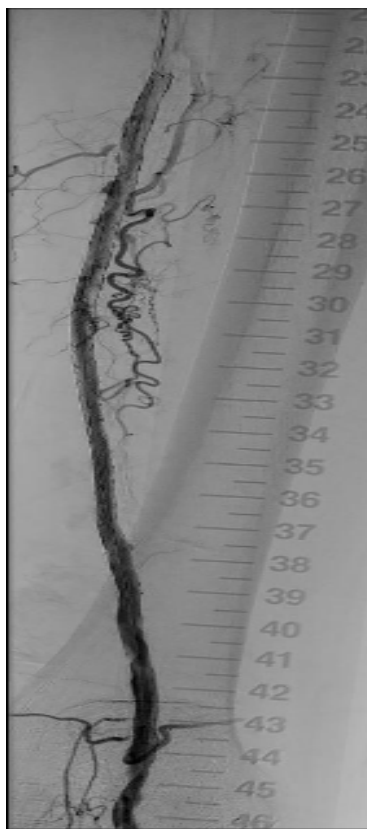
**Obrázek 4:** Zavedení Outbacku pro subintimální rekanalizaci  
(autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



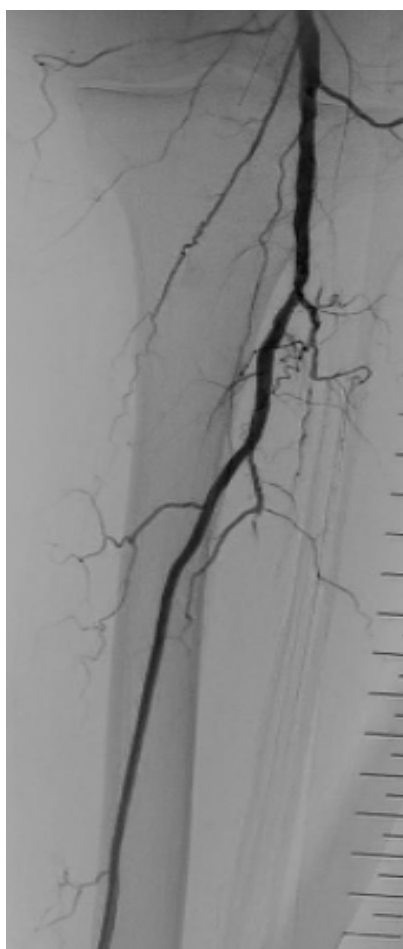
**Obrázek 5:** Nafouknutý 5 mm balónek v subintimálním prostoru a. femor. superf. (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 6:** Vytvoření nového kanálu po PTA v subintimálním prostoru (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 7:** Zprůchodnění a. femor. superf. vlevo po zavedení stentu (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 8: Zrychlení průtoku a. tibialis posterior vlevo**

(autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)

Ke kontrole průtoku povrchovou femorální tepnou byla znovu provedena diagnostická angiografie celé končetiny. Ta ukázala zprůchodnění a. femoralis superficialis s dobrým průtokem, zrychlení průtoku v a. tibialis posterior (Obrázek 10), obliteraci a. tibialis anterior a a. peronea. Obě plantární tepny se plní přes dominantní a. tibialis posterior a zajišťují tak prokrvení nohy.

Výkon trval 1 a 3/4 hodiny, pacientce bylo podáno 4 tis. jednotek heparinu, 0,5 g Kardegic (sanofi-aventis, s.r.o., Praha, ČR), bylo provedeno 25 angiogramů s aplikací 100 ml KL Visipaque 320 mg (GE Healthcare AS, Oslo, Norsko). Pacientka obdržela dávku 16 337 mGy/m<sup>2</sup>. Místo punkce bylo uzavřeno pomocí 6F AngioSeal (St Jude Medical, Zaventem, Belgie) a zajištěno tlakovým obvazem.

Výkon proběhl bez komplikací. Pacientce byl indikován klid na lůžku s nataženou levou končetinou do druhého dne a doporučena pravidelná kontrola levého třísla, krevního tlaku a pulzu 4x po 15 minutách, 4x po 30 minutách a 4x po hodině. Tlakový obvaz lze sejmout po 6 hodinách po výkonu, dále je podáván nízkomolekulární heparin po dobu 2 dnů a ASA 100 mg dlouhodobě.

## 3.2 Pacient č. 2

K plánovanému intervenčnímu výkonu přichází 91-letá pacientka s ICHDK na podkladě obliterující aterosklerózy ve IV stadiu dle Fontaina, popř. III/5 dle Rutherforda pro levou dolní končetinu. Pacientka udává oboustranné klaudikační bolesti lýtek dlouhodobě, které se před měsícem výrazně zhoršily. Udává noční bolestivost levé dolní končetiny, na které se objevily drobné trofické defekty. Při klinickém vyšetření pacientka ujde 140 m do vzniku bolesti ve stehně levé dolní končetiny. Pulzace lze hmatat pouze na pravé stehenní tepně.

Pacientka s plánovaným výkonem souhlasila a podepsala Informovaný souhlas. Poté byla uložena na angiografický stůl, napojena na monitor vitálních funkcí, bylo jí ošetřeno místo vpichu a následně byla sterilně zarouškována.

Lékař rozhodl pro retrográdní přístup přes pravé třísllo, po zavedení pigtail katétru byla provedena diagnostická angiografie obou končetin včetně vyšetření pánevního řečiště v předozadní i šikmé projekci (Obrázek 12).

RA nastaví vysokotlakou stříkačku pro jednotlivé úseky obou dolních končetin:

- pro zadopřední zobrazení cév pánve - objem 25 ml KL, průtokem 20 ml/s se zpožděním 0,2 s
- pro šikmou projekci pánevních cév se zoomem (zvětšením) - objem 18 ml, průtokem 9 ml/s
- pro zadopřední zobrazení cév femoro-popliteální oblasti obou končetin - objem 18 ml, průtokem 9 ml/s
- pro zadopřední projekci bérceových tepen obou končetin - objem 25 ml, průtokem 10 ml/s
- pro zobrazení cév planty obou končetin se zoomem - objem 25 ml, průtokem 9 ml/s

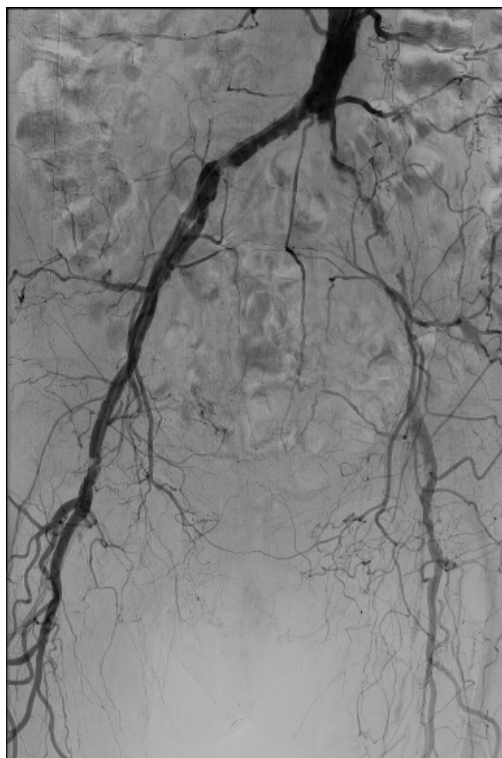
Během angiografie pánevních tepen instruoval RA pacientku, aby se před podáním KL nadechla, vydechla a nedýchala. V průběhu celého vyšetření by se neměla pacientka hýbat z důvodu rizika vzniku pohybových artefaktů.

RA upravil obrazové sekvence a přeposlal angiogramy na obrazovku na intervenční sál dle potřeby lékaře.

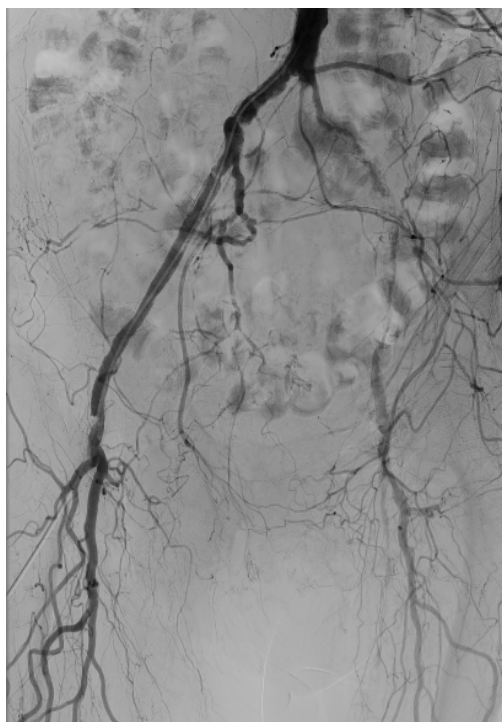
Diagnostická angiografie prokázala na pravé dolní končetině: 50 - 70 % stenózy a. iliaca communis a a. iliaca externa (Obrázek 11), 60 % stenózu a. femoralis communis, obliterace a. femoralis superficialis (Obrázek 13), a. tibialis posterior (Obrázek 15), 50 % restenózu a. poplitea; na levé dolní končetině: obliterace a. iliaca communis a a. iliaca



externa (Obrázek 12), 50 % stenózu a. femoralis communis, obliterace a. femoralis superficialis (Obrázek 13) a restenóza a. poplitea do 50 % (Obrázek 14).



**Obrázek 9: Významné stenózy a. iliaca communis et externa vpravo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



**Obrázek 10: Obliterace a. iliaca com. et externa vlevo zobr. v pravé šikmé projekci (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



**Obrázek 11: Stenóza a. femor. com. a obliterace a. femor. super. oboustranně (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



**Obrázek 12: Restenóza a. poplitea vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



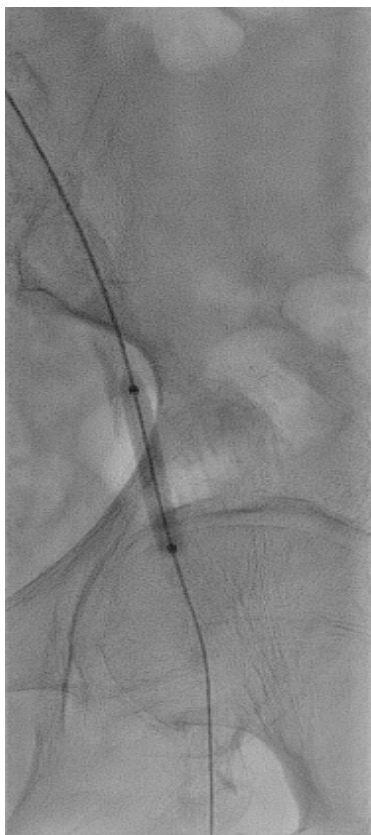
**Obrázek 13: Obliterace a. tibialis post. vpravo a zpomalení toku v bérceových tepnách vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**

Nejprve byla provedena rekanalizace cév vlevo, a to zavedením 6F Balkinova sheathu (William Cook Europe, Bjaeverskov, Dánsko), po němž byl veden vodič Terumo (TerumoEurope, Leuven, Belgie) skrz uzávěry pánevních tepen. Pomocí PTA 5 mm balónkem byla dilatována pánevní tepna vlevo, po níž byl implantován stent Epic (Boston Scientific, Plymouth, USA) 7x120 mm do a. iliaca externa (Obrázek 16) a stent Astron (Biotronik, Bülach, Švýcarsko) 8x60 mm do a. iliaca communis (Obrázek 18). Na pravé straně byl zaveden stent Protege EverFlex (ev3, Plymouth, USA) 8x120 mm (Obrázek 20). Přičemž pro dosažení optimální rekanalizace byly stenty dodilatovány pomocí balónku o průměru 7 mm.

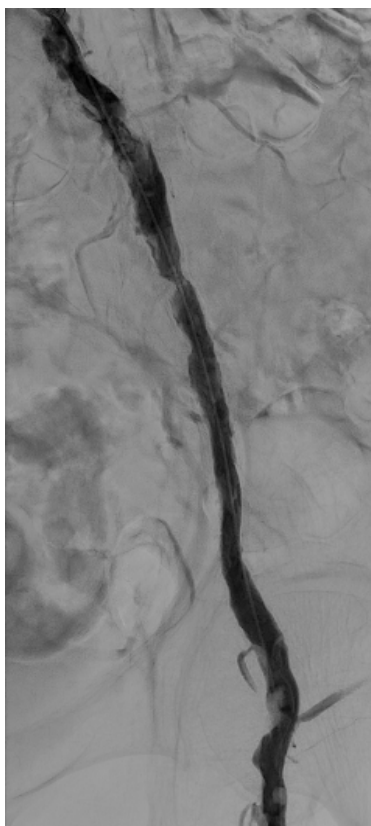
Pro kontrolu byla provedena diagnostická angiografie aplikací KL nejprve do pánevních tepen vlevo. Ta potvrdila obnovení průtoku v a. iliaca communis (Obrázek 19) et externa (Obrázek 17), který výrazně zlepšil a urychlil tok krve do periferie levé dolní končetiny. Na pravé straně bylo dosaženo dilatace a. iliaca externa (Obrázek 21) a zrychlení průtoku do periferie pravé končetiny.

Výkon trval dvě hodiny a patnáct minut, přičemž bylo pořízeno 20 angiogramů s podáním 130 ml KL Visipaque 320 mg (GE Healthcare AS, Oslo, Norsko). Pacientce bylo

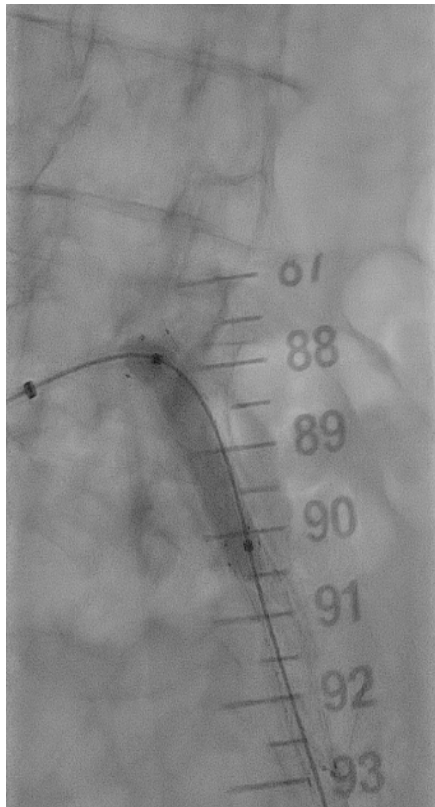
podáno 4 tisíce jednotek heparinu. Místo punkce bylo zajištěno zařízením AngioSeal (St Jude Medical, Zaventem, Belgie) a přiložením tlakového obvazu.



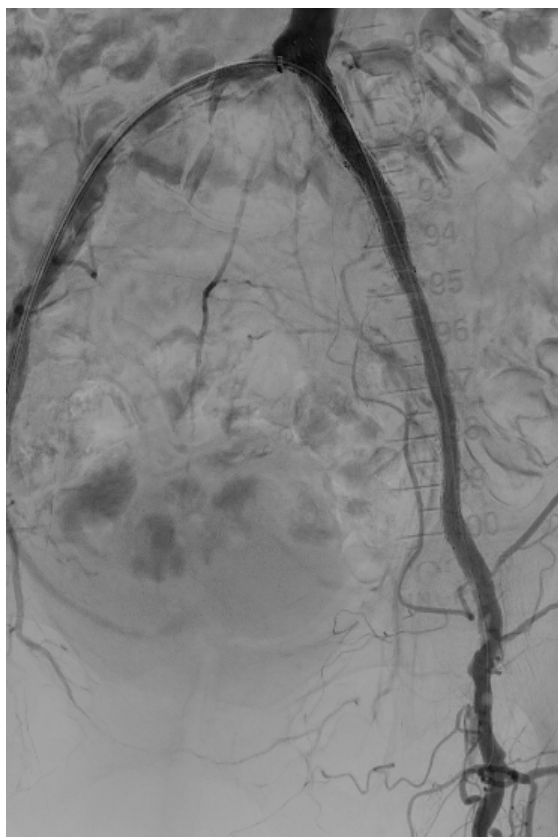
**Obrázek 14:** Dilatace stentu zavedeného do a. iliaca externa vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 15:** Obnovení průtoku a. iliaca externa vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 16:** Angioplastika stentu do a. iliaca communis vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 17:** Obnovení průtoku pánevních tepen vlevo po implantaci stentů a jejich dodilatací balónkem (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 18:** Dilatace stentu zavedeného do a. iliaca communis vpravo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 19:** Obnovení průtoku pánevních tepen vpravo po implantaci stentu (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)

Stav pacientky po výkonu byl dobrý, bez hypotenze či dušnosti, avšak v třísle byl patrný rostoucí hematoma. Jeho velikost byla označena fixem na kůži a vznik komplikace zaznamenán do dokumentace. Byl doporučen klid na lůžku s nataženou pravou dolní končetinou po dobu 24 hodin, pravidelná kontrola místa punkce a tlakových pulzů 4x po 15 minutách, 4x po 30 minutách a 4x po hodině od výkonu.

Z důvodu hematoma nebyla kromě nízkomolekulárního heparinu zahájena další antiagregační terapie. Po dvou dnech hematoma ustupuje. U pacientky přetrvávala hypertenze, proto byla navýšena medikace. Pacientka byla propuštěna v dobrém celkovém stavu s kompenzovanou hypertenzí, dobře hmatnými pulzy na končetinách a bez obtíží.

### **3.3 Pacient č. 3**

K plánované endovaskulární revaskularizaci levé dolní končetiny přichází 59-ti letý polymorbidní nechodící pacient, kuřák s revmatoidní artritidou, fibrilací síní, ICHS, mitrální insuficiencí, osteoporózou skeletu a po extrakci TEP pravé kyčle pro infekci.

Pacient byl přijat pro subakutní uzávěr levé dolní končetiny, projevující se postupnou progresí bolestí paty po dobu 10 dnů se vznikem drobného defektu, bledostí a chladností postižené končetiny. Vstupní laboratorní vyšetření odhalilo mírnou leukocytózu s elevací CRP. Pacientovi bylo provedeno US vyšetření, které ukázalo uzávěr povrchové femorální tepny. Proto bylo indikováno endovaskulární řešení.

Druhý den byl pacient přijat na angio-intervenčním oddělení, lékař ho poučil o plánovaném výkonu a pacient poté podepsal Informovaný souhlas.

Nejprve byla provedena pánevní angiografie po zavedení katétru pigtail přes pravé třísko. Ta prokázala sklerotizaci tepen - 75 % stenózu a. iliaca externa vpravo a 80 % stenózu a. iliaca externa vlevo. Následně se zavedl 6F Balkinův sheath (William Cook Europe, Bjaeverskov, Dánsko), po němž byla provedena PTA 6 mm balónkem. Do a. iliaca communis a a. iliaca externa vpravo byl implantován stent E-Luminexx 9x80 mm (Bard, Angiomed, Karlsruhe, Německo). Vlevo byla a. iliaca externa rekanalizována stentem 8x60 mm Epic (Boston Scientific, Plymouth, USA).

Pro kontrolu se provedla angiografie na levé dolní končetině, která zobrazila a. femoralis communis a a. profunda femoris bez významných stenóz, uzavření a. femoralis superficialis s proximálním pahýlem 1 cm (Obrázek 22), femoro-popliteální přechod plnicí se přes kolaterály, uzávěr 3 cm v distální části a. poplitea (Obrázek 23), uzavřený tibio-fibulární

truncus (Obrázek 25) a a. tibialis posterior, zatímco a. peronea a a. tibialis anterior byly průchodné (Obrázek 24).

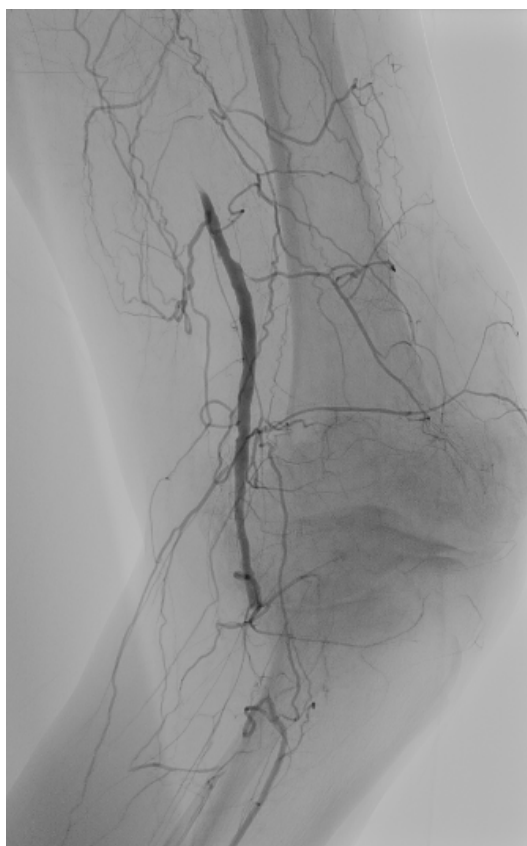
Poté byl sheath stažen do a. iliaca externa vpravo a provedena selektivní kontrolní angiografie pravé dolní končetiny. Zde byla zobrazena průchodná a. femoralis communis, a. profunda femoris, sklerotická a. femoralis superficialis s těsnou stenózou na odstupu a uzávěrem v distální části, průchodná a. poplitea a pomalu se plnící tři bérčové tepny.

Výkon proběhl bez komplikací, byl doporučen klid s nataženou pravou dolní končetinou po dobu 24 hodin. Vzhledem k nálezům na levé končetině bylo doporučeno cévní chirurgické konzilium v případě, že se stav nezlepší. Pro vyšší CRP se zahájila antibiotická léčba kombinací Amoksiklavu (Lek Pharmaceuticals d.d., Ljubljana, Slovinsko) a Ciploxu (Cipla UK Ltd., Weybridge, Surrey, Velká Británie). Po šestidenní hospitalizaci pacient nevykazoval výrazné známky zlepšení, proto byl tento případ prezentován na cévním chirurgickém semináři. Při něm byl navržen buď kombinovaný výkon - femoropopliteální bypass vlevo s následnou endovaskulární revaskularizací distální části a. poplitea, tibio-fibulárního truncu nebo pokus o endovaskulární proniknutí uzávěrem a. femoralis superficialis, její event. vystentování a rekanalizace výše zmíněných tepen. Vzhledem ke stavu pacienta, pohyboval se na invalidním vozíku, chůze o berlích pouze na toaletu. případnou amputační léčbu striktně odmítl, bylo indikováno endovaskulární řešení.

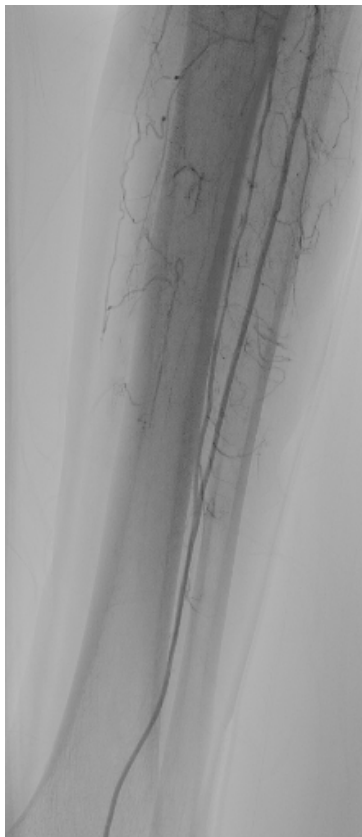




**Obrázek 22:** Průchodné a. femor. com., a. profunda femoris, uzavřená a. femor. super. vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 20:** Obliterace a. poplitea vlevo, tibiofibulárního trunku (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 21:** Průchodná a. tibialis ant. a a. peronea, uzavřená a. tibialis post. (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 22:** Uzavřená distální a. poplitea vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)

Z toho důvodu pacient podstoupil po týdnu hospitalizace druhý intervenční výkon. Opět byl seznámen s plánovaným výkonem, podepsal Informovaný souhlas, RA a sestra zajistili správnou polohu a ošetření místa punkce.

Levé třísko bylo punktováno pod US kontrolou mikropunkčním setem, zaveden DAV katétr (William Cook Europe, Bjaeverskov, Dánsko), který umožnil selektivní zobrazení cév levé dolní končetiny. Poté se zavedl 23 cm dlouhý sheath 6F, přes něj vodič Terumo (TerumoEurope, Leuven, Belgie) 180 cm k subintimálnímu průniku dlouhým uzávěrem a. femoralis superficialis do a. poplitea. Uzávěr byl nejprve předdilatován pomocí balónku 4x120 mm (Obrázek 26, 27), poté mohly být zavedeny stenty S.M.A.R.T. Flex (Cordis, New Jersey, USA) 6x200 mm a Epic (Boston Scientific, Plymouth, USA) 7x118 mm (Obrázek 28), jejichž dodilatování zajistil stejný balónek.

Dále se zavedl vodič V 18 Control (Boston Scientific, Plymouth, USA), který pronikl distálním uzávěrem a. poplitea až do a. tibialis anterior. Po něm se použil balónek 3,5x100 mm před implantací stentu Astron (Biotronik, Bülach, Švýcarsko) 5x40 mm (Obrázek 31), který byl také dodilatován balónkem.

Poté se vodič V 18 Control umístil do a. peronea (Obrázek 32), přičemž pronikl skrz uzávěr tibio-fibulárního trunku (Obrázek 30). Rekanalizace proběhla pomocí PTA balónku 2x100 mm.

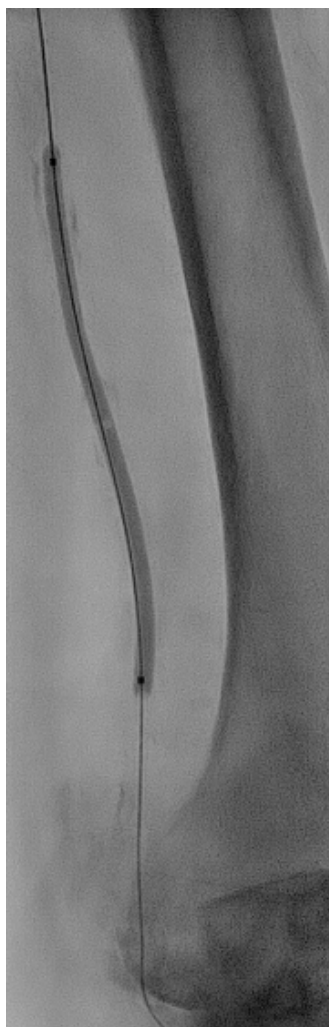
V průběhu výkonu, který trval 2 hodiny, bylo pacientovi podáno 185 ml KL Visipaque 320 mg (GE Healthcare AS, Oslo, Norsko), 5 tisíc jednotek heparinu a bylo provedeno 29 angiogramů. V průběhu výkonu se žádné komplikace nevyskytly, po skončení byl patrný malý hematom v třísle v místě vpichu, který byl označen fixem a zaznamenán do dokumentace.

Výsledek výkonu po provedení kontrolní angiografie levé dolní končetiny:

- uzávěr a. femoralis superficialis od odstupů po femoro-popliteální přechod, který se plní přes kolaterály, zprůchodněna subintimální rekanalizací a zavedením dvou stentů s dobrým výsledkem (Obrázek 29)
- v distální části uzavřená a. poplitea rekanalizována implantací stentu s dobrým výsledkem
- a. tibialis anterior průchodná do periferie (Obrázek 33)
- a. dorsalis pedis se plní (průchodná)
- plantární tepny a oblouk průchodné (Obrázek 34)
- tibio-fibulární truncus rekanalizován s dobrým výsledkem
- a. peronea průchodná (Obrázek 33)

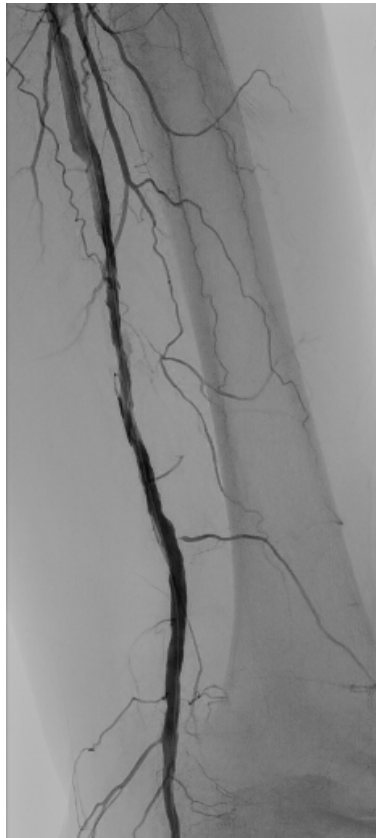
- a. tibialis posterior zůstává uzavřena v celém rozsahu

Doporučen klid na lůžku s nataženou levou dolní končetinou po dobu 24 hodin, pravidelná kontrola třísla, tlaku a pulzů v intervalech 4x po 15 minutách, 4x po 30 minutách, 4x po hodině. Tlakový obvaz lze sejmout po 18 hodinách od výkonu. Podávání nízkomolekulární heparin v subterapeutické dávce po dobu 3 dnů, Clopidogrel (Actavis Group PTC ehf., Hafnarfjörður, Island) 75 mg/ den po dobu 2 měsíců a ASA 100 mg dlouhodobě a pravidelné převazy defektu na patě levé dolní končetiny. Pacient byl 3 dny po výkonu v dobrém celkovém stavu přeložen na cévní chirurgické odd. za účelem dokončení ATB terapie.

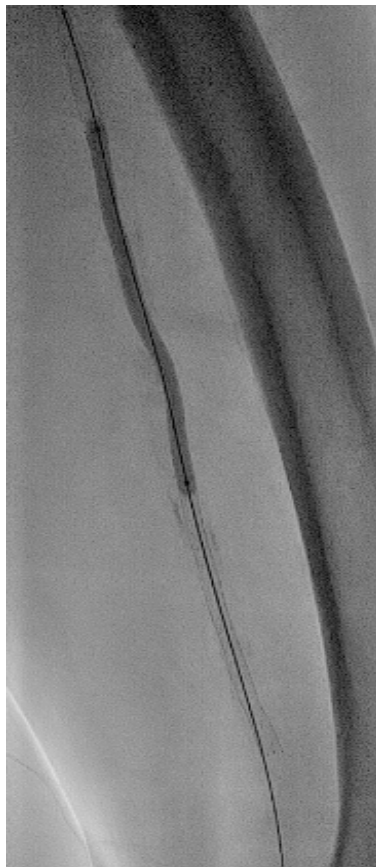


**Obrázek 23: PTA a. femor. super. vlevo**

(autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



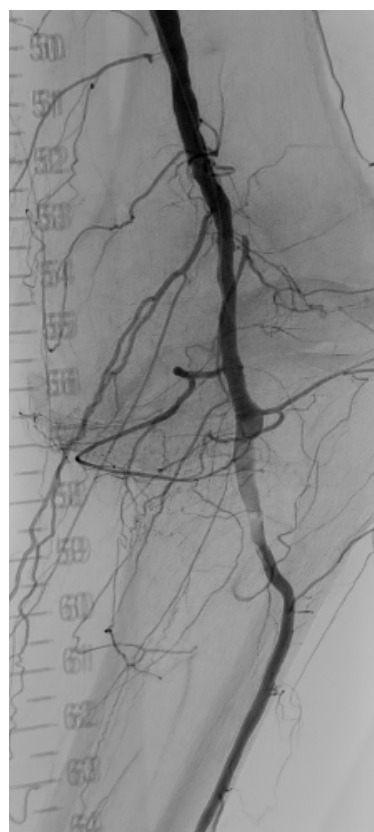
**Obrázek 24: A. femor. super. vlevo po PTA**  
(autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



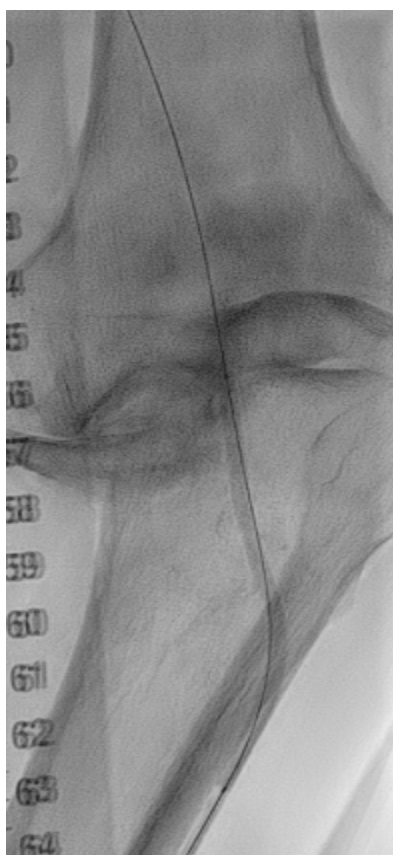
**Obrázek 25: Implantace stentu do a. femor. super. vlevo**  
(autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 26:** Zprůchodnění femorálního řečiště vlevo po implantaci stentu (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



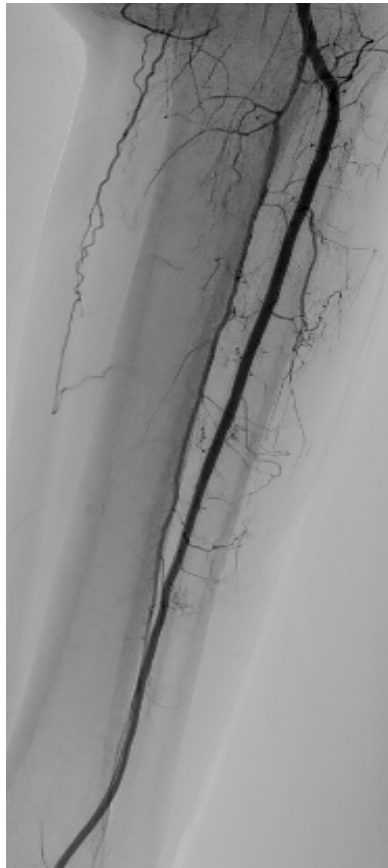
**Obrázek 27:** Uzavřený tibio-fibulární truncus vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 28: Implantace stentu do distální části a. poplitea vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



**Obrázek 29: Umístění vodiče do a. peronea vlevo (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)**



**Obrázek 30: Průchodná a. tibialis ant. a a. peronea vlevo** (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



**Obrázek 31: Průchodný plantární oblouk vlevo** (autor - MUDr. Chovanec, Ph. D.)



## 4 DISKUZE

Chronická ischemická choroba dolních končetin je spojena s generalizovaným aterosklerotickým postižením cévního systému. Přesto bývá toto onemocnění ve srovnání s ischemickou chorobou srdeční nebo centrální mozkovou příhodou často podceňováno.

Ačkoli vzhledem k chronickému rázu toto onemocnění neohrožuje pacienta bezprostředně na životě, pokud nepřejde do fáze kritické končetinové ischemie, výrazně ovlivňuje jeho morbiditu a kvalitu života.

Proto je nezbytná včasná diagnostika, na jejímž základě je zvoleno adekvátní terapeutické řešení. Chirurgické řešení, nejčastěji v podobě bypassu, je variantou levnější, dlouhodobě efektivní, ale více rizikovou. Endovaskulární výkony jsou spojeny s menší invazivitou a srovnatelnou efektivitou, avšak zatěžují pacienta zářením a jejich nákladnost je vyšší.

V teoretické části práce jsou shrnuty základní informace nutné k pochopení problematiky endovaskulárních revaskularizací u chronické končetinové ischemie. Praktická část shrnuje vybrané metody endovaskulárního řešení v konkrétních případech. Porovnáním teoreticky popsaných endovaskulárních výkonů a výkonů užitých v praxi nebyl zjištěn rozdíl v provádění těchto postupů.

Postup diagnostické angiografie dolních končetin se shoduje s popisovaným postupem uvedeným v odborné literatuře.

Postupy při terapeutických výkonech jsou prováděny v souladu se standardy odborné literatury, avšak metody revaskularizace bývají v praxi často kombinovány. U všech tří popsaných případů byla rekanalizace provedena pomocí několika rekanalizačních metod.

Endovaskulární metody jsou stále více využívány díky zlepšení technického vybavení, vývoji instrumentária i možností kombinovat více metod. Tím je umožněna např. rekanalizace multisegmentového postižení cév dolních končetin pomocí PTA a implantace stentu nebo revaskularizace jinou metodou i po selhání metody předcházející během jednoho výkonu.

Radiologický asistent zásadně ovlivňuje množství podané kontrastní látky a dávky záření nejen pro pacienta, ale i pro další personál. Předpokladem je správné zobrazení v požadované projekci, aplikace adekvátního množství KL se zpožděním odpovídajícím zobrazovanému segmentu, důsledné clonění a následné upravení výsledného obrazu.

## 5 ZÁVĚR

Radiologický asistent je nepostradatelným členem intervenčního týmu, na jehož zručnosti závisí nejen plynulost a bezchybnost prováděného výkonu, ale také množství radiační zátěže, které bude vystaven pacient i personál.

Proto musí mít RA odpovídající vzdělání, a to nejen v oblasti ovládnutí angiografického kompletu, znalosti používaných projekcí a úpravy obrazu. Důležitá je také znalost anatomického uspořádání zobrazované oblasti, instrumentária užívaného pro diagnostické a terapeutické výkony i posloupnost jednotlivých výkonů. RA by měl disponovat zručností, předvídativostí a rychlým rozhodováním. Nezbytná je také komunikace a spolupráce s ostatním personálem na intervenčním sále.

Obor intervenční radiologie se rychle vyvíjí a rozšiřuje se spektrum prováděných výkonů v tomto oboru. Z tohoto důvodu si RA musí neustále doplňovat své znalosti a dovednosti, aby byl schopen správně ovládat komplet při využívání nových postupů nebo lépe upravovat výsledný obraz.

## 6 CITOVANÁ LITERATURA

1. BULVAS, Miroslav, Zuzana SOMMEROVÁ, Tomáš INDRUCH a Filip ROHÁČ. Intervenční léčba ischemie dolních končetin. *Postgraduální medicína* [online]. 2010 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z:  
<http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/intervencni-lecbaischemich-dolnich-koncetin-448923>
2. ČEŠKA, Richard; DÍTĚ, Petr; ŠTULC, Tomáš; TESAŘ, Vladimír. *Interna*. Praha: TRITON, 2010. Sv. I. ISBN 978-80-7387-629-6.
3. ČIHÁK, Radomír. 2004. *Anatomie 3*. 2. upr. a dopl. Praha : Grada, 2004. ISBN 80-247-1132-X.
4. KARETOVÁ, Debora a STANĚK, František. *Angiologie pro praxi*. 2. aktual. a rozš. vyd. Praha: Maxdorf, 2007. ISBN 9788073450014.
5. KARETOVÁ, Debora; ROZTOČIL, Karel; HERBER, Otto. *Ischemická choroba dolních končetin - Doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře 2011*. Praha : Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2011. ISBN 978-80-86998-43-5.
6. KRAJÍČEK, Milan; PEREGRIN, Jan H.; ROČEK, Miloslav; ŠEBESTA, Pavel. *Chirurgická a intervenční léčba cévních onemocnění*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. ISBN 978-80-247-0607-8.
7. KRAJINA, Antonín a HLAVA, Antonín. *Angiografie*. 1. vyd. Hradec Králové: NUCLEUS, 1999. ISBN 80-901753-6-8.
8. KRAJINA, Antonín; PEREGRIN, Jan H. a kol. *Intervenční radiologie - miniinvazivní terapie*. 1. vyd. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. ISBN 80-86703-08-8.
9. NAŇKA, Ondřej a ELIŠKOVÁ, Miloslava. *Přehled anatomie*. 2. dopl. a přepr. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0.
10. PEJCHAL, Jaroslav; ŠINKOROVÁ, Zuzana; TICHÝ, Aleš; VÁVROVÁ, Jiřina a ZÁRYBNICKÁ, Lenka. *Biofyzika pro záchranáře*. 1. vyd., 2.sv. Hradec Králové: Univerzita obrany, 2013. ISBN 978-80-7231-354-9.
11. PROCHÁZKA, Václav; ČÍŽEK, Vladimír a kol. 2012. *Vaskulární diagnostika a intervenční výkony*. Praha: Maxdorf s.r.o., 2012. ISBN 978-80-7345-284-1.
12. ROZTOČIL, Karel (ed.). 2014. *Angiologie*. 1. Praha: Stanislav Juhaňák - TRITON, 2014. ISBN 978-80-7387-716-3.

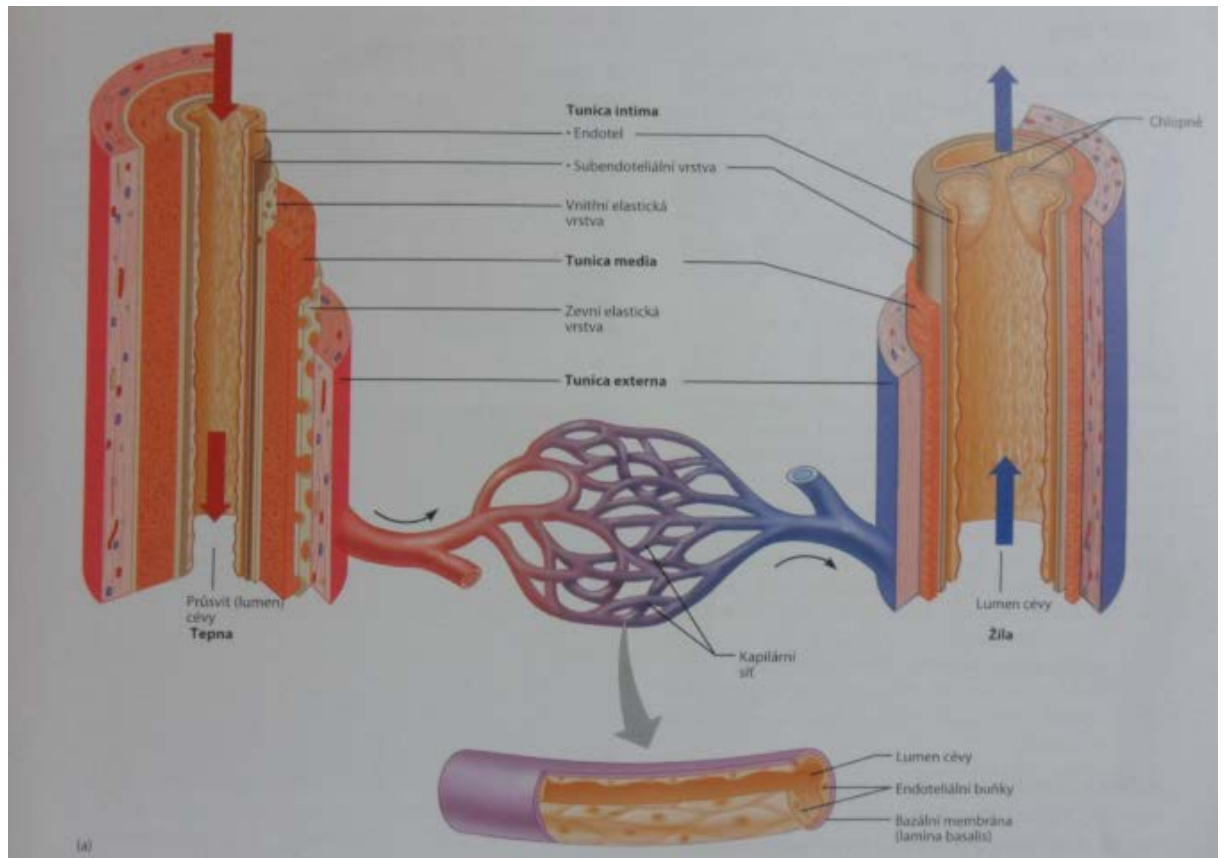
13. TUCKER DE SANCTIS, Julia. *Percutaneous Interventions For Lower Extremity Peripheral Vascular Disease*, American Family Physician [online]. The Medical Center at Princeton, Princeton, New Jersey, 2001. [cit. 2015-01-27].  
Dostupné z: <http://www.aafp.org/afp/2001/1215/p1965.html>.
14. Vyhláška č. 55/2011 Sb.: Vyhláška o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. In: *Předpis č. 55/2011 Sb.* 2011.  
Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55#cast2>
15. Zákon č. 96/2004: O podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o nelékařských zdravotnických povoláních). In: *Předpis č. 96/2004.* 2004.  
Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-96#cast1>

## 7 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Stavba tepen, žil a kapilár .....	94
Příloha B: Tepny dolní končetiny .....	95
Příloha C: Porovnání lumen zdravé cévy a lumen cévy s aterosklerotickým procesem .....	96
Příloha D: Měření indexu kotník - paže (ABI) .....	97
Příloha E: Zobrazení cév DK pomocí duplexní ultrasonografie.....	98
Příloha F: CT angiografie tepen DK.....	99
Příloha G: Chirurgické řešení uzávěru cévy pomocí bypassu .....	99
Příloha H: TASC klasifikace aterosklerotických lézí na DK .....	101
Příloha I: Revaskularizace u ICHDK pomocí PTA nebo implantací balón-expandibilního stentu .....	102
Příloha J: Seldingerova metoda katetrizace .....	102
Příloha K: Angiografický komplet na intervenčním sále .....	104
Příloha L: RA připravující vysokotlakou injekční stříkačku s KL .....	105
Příloha M: Odborná způsobilost radiologického asistenta .....	106
Příloha N: Činnosti radiologického asistenta s odbornou způsobilostí .....	107

## 8 PŘÍLOHY

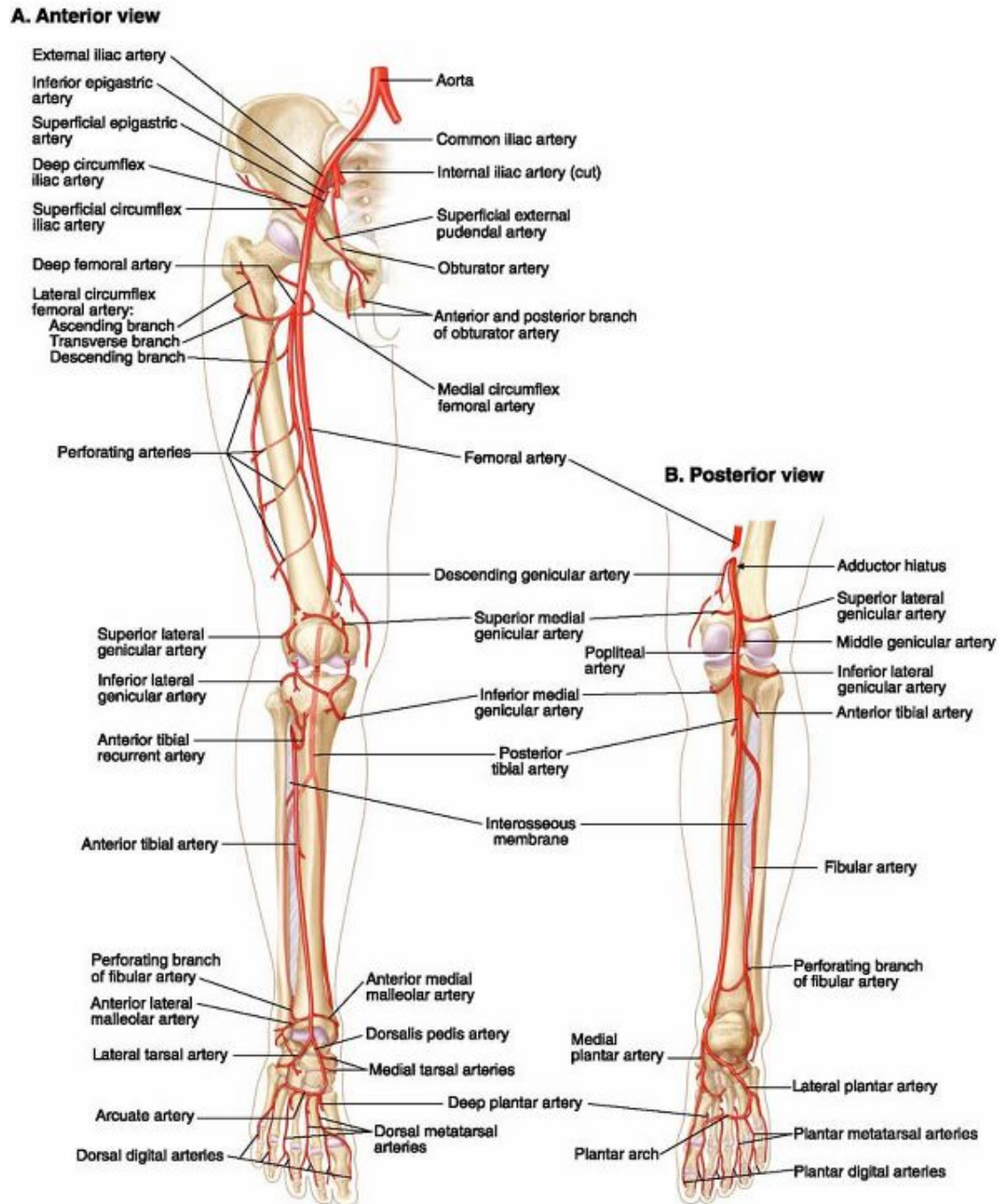
### Příloha A: Stavba tepen, žil a kapilár



#### Zdroj:

MARIEB, Elaine N. *Anatomie lidského těla*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005, ISBN 80-251-0066-9, s. 545 Obr. 19.1

## Příloha B: Tepny dolní končetiny



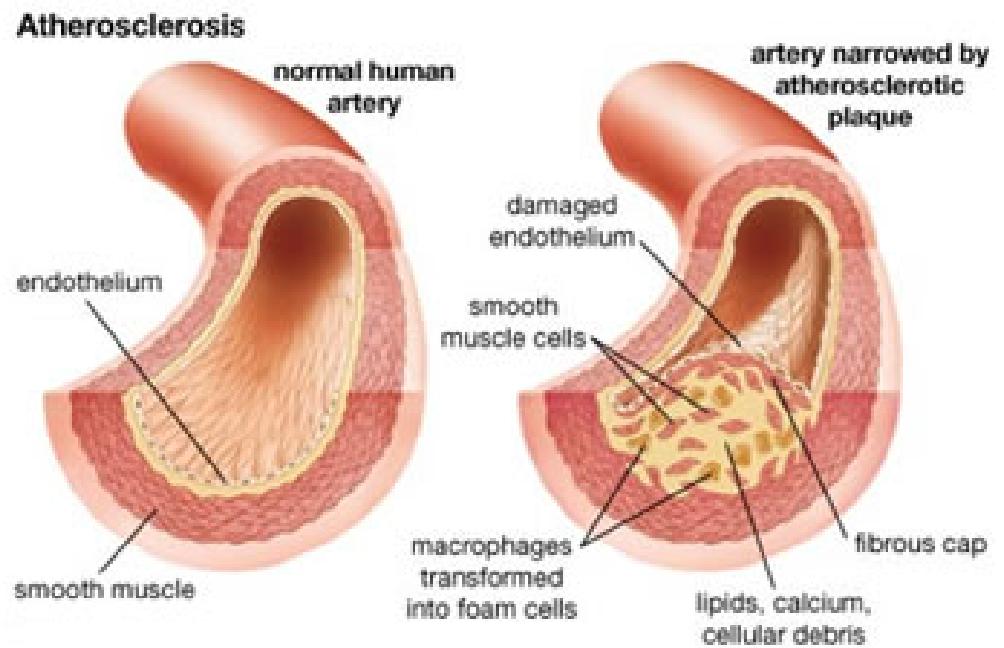
### Zdroj:

Atlas of Anatomy, 1st Edition. *Chapter 3 - The Lower Limb* [online]. Lippincott Williams & Wilkins, 2009 [cit. 2015-04-11].

Dostupné z:

[http://web.uni-plovdiv.bg/stu1104541018/docs/res/anatomy\\_atlas\\_-\\_Patrick\\_W.\\_Tank/3%20-%20The%20Lower%20Limb.htm](http://web.uni-plovdiv.bg/stu1104541018/docs/res/anatomy_atlas_-_Patrick_W._Tank/3%20-%20The%20Lower%20Limb.htm)

## Příloha C: Porovnání lumen zdravé cévy a lumen cévy s aterosklerotickým procesem



### Zdroj:

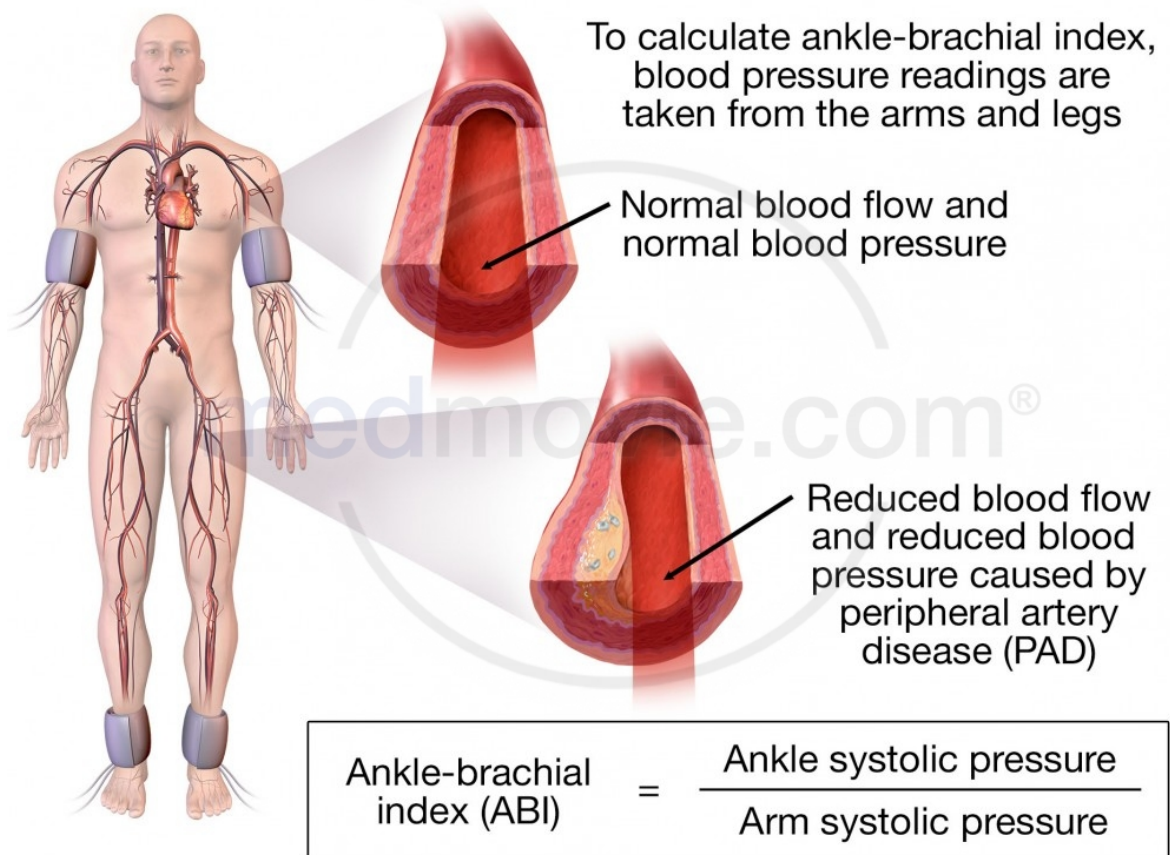
KON, Neal D.; LAVENDER, Sidney W.; CORDELL, A. Robert; CHEN, Mingyi a SAWAMURA, Tatsuya. Contouring of long vascular fabric grafts.

*Journal of Vascular Surgery* [online]. 1990 [cit. 2015-03-27].

Dostupné z: <http://www.northernsydneyvascular.com.au/PeripheralVascularDisease.html>



## Příloha D: Měření indexu kotník - paže (ABI)



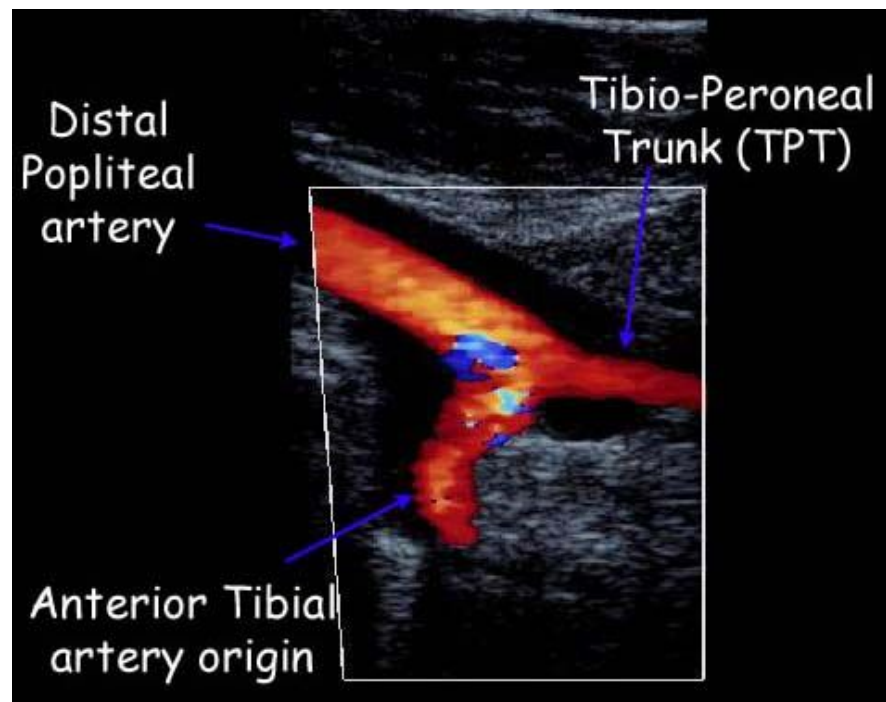
© medmovie.com

### Zdroj:

Medmovie. *Ankle-Brachial Index* [online]. [cit. 2015-02-27].

Dostupné z: [http://medmovie.com/topic/cvml\\_0233i/ankle-brachial-index/](http://medmovie.com/topic/cvml_0233i/ankle-brachial-index/)

**Příloha E: Zobrazení cév DK pomocí duplexní ultrasonografie**



**Zdroj:**

- Ultrasoundpaedia. *Ultrasound of the leg arteries - normal* [online]. [cit. 2015-02-12]. Dostupné z: <http://www.ultrasoundpaedia.com/normal-leg-arteries/>
- Science Photo Library. *Doppler ultrasound examination of a leg* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.sciencephoto.com/media/271239/view>

## Příloha F: CT angiografie tepen DK



A - okluze od a. iliaca communis po distální část femorální tepny na LDK

B - obnovení průtoku po endovaskulární intervenci

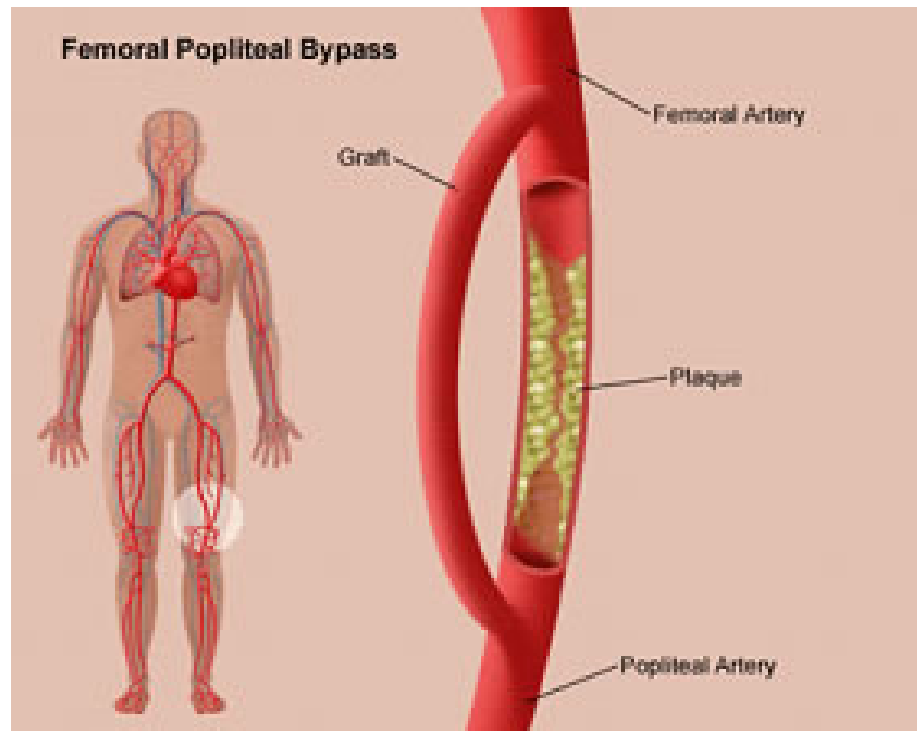
### Zdroj:

Corean Circulation Journal. *A Dual (Brachial and Contralateral Femoral) Approach for Subintimal Angioplasty of Long Ilio-Femoral Occlusive Disease Including the Iliac Ostium*

[online]. 2010 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z:

<http://synapse.koreamed.org/DOIX.php?id=10.4070/kcj.2010.40.2.90&vmode=PUBREADER#!po=5.55556>

## Příloha G: Chirurgické řešení uzávěru cévy pomocí bypassu



### Zdroj:

KON, Neal D.; LAVENDER, Sidney W.; CORDELL, A. Robert; CHEN, Mingyi a SAWAMURA, Tatsuya. Contouring of long vascular fabric grafts.

*Journal of Vascular Surgery* [online]. 1990 [cit. 2015-03-27].

Dostupné z: <http://www.northernsydneyvascular.com.au/PeripheralVascularDisease.html>

## **Příloha H: TASC klasifikace aterosklerotických lézí na DK**

### **Typ A**

- jedna stenóza délky  $\leq 10\text{cm}$
- jeden uzávěr délky  $\leq 5\text{cm}$
- **Terapie:** endovaskulární

### **Typ B**

- vícečetné stenózy či uzávěry délky  $\leq 5\text{cm}$
- jedna stenóza či uzávěr délky  $\leq 15\text{cm}$ , který nepostihuje a. poplitea pod úrovní kloubní štěrbiny
- jedna či více lézí a současně uzávěr tibiálních tepen (absence výtokového řečiště pro bypass)
- těžce kalcifikovaný uzávěr délky  $\leq 5\text{cm}$
- jedna stenóza a. poplitea
- **Terapie:** endovaskulární

### **Typ C**

- vícečetné stenózy či uzávěry v délce  $> 15\text{cm}$  bez ohledu na množství kalcifikací
- rekurentní stenózy a uzávěry vyžadující další léčbu po dvou endovaskulárních intervencích
- **Terapie:** chirurgická (je-li pacient únosný k operaci, jinak endovaskulární)

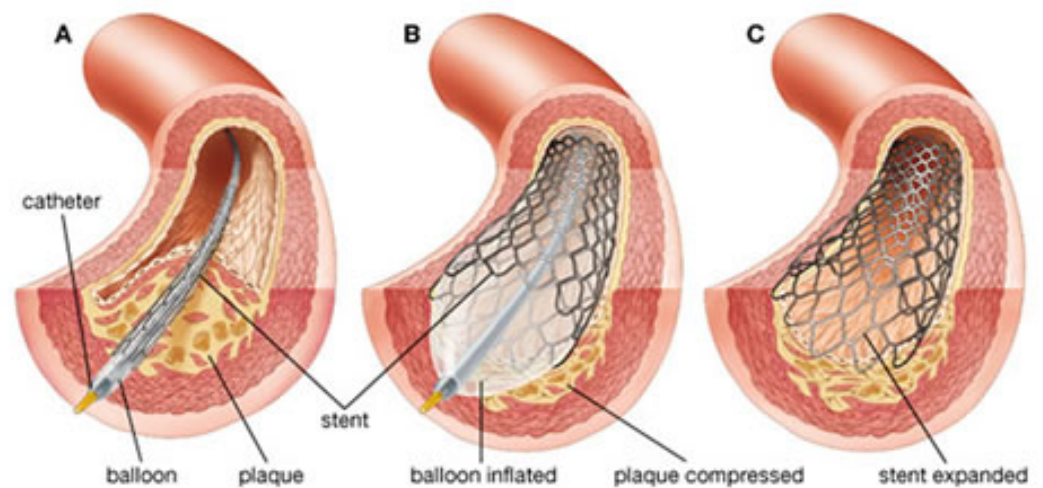
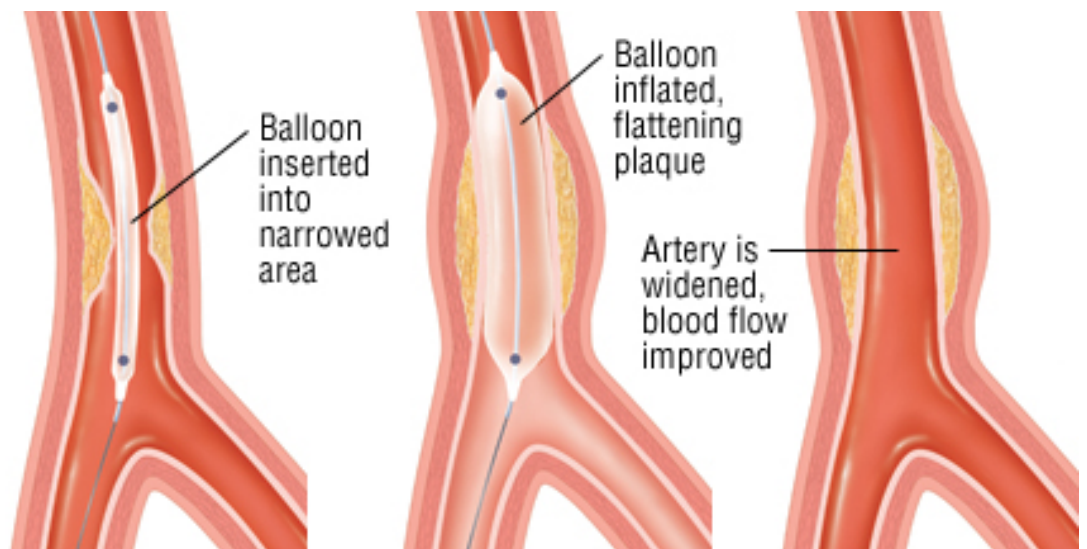
### **Typ D**

- chronický uzávěr a. femoralis communis nebo superficialis ( $> 20\text{cm}$ , postihující i a. poplitea)
- chronický uzávěr a. poplitea a proximální části bérceových tepen (trifurkace)
- **Terapie:** chirurgická

### **Zdroj:**

Lékařské klasifikace • Online kalkulačky • Skóre • Tabulky • MKN. *TASC II - klasifikace tepenného postižení u ICHDK* [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://www.mudr.org/web/tasc-ii-klasifikace-tepenneho-postizeni-u-ichdk>

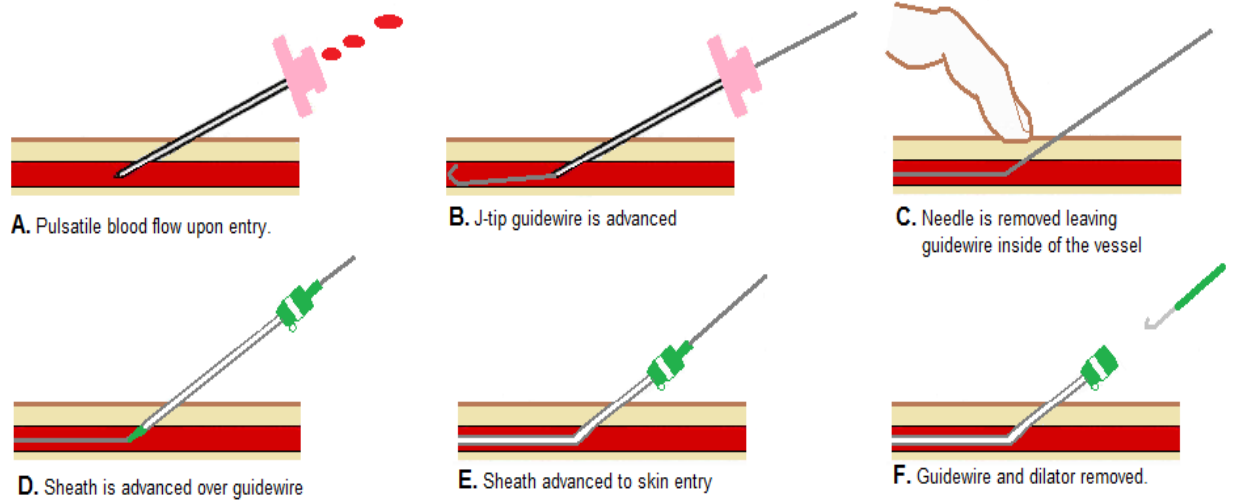
## Příloha I: Revaskularizace u ICHDK pomocí PTA nebo implantací balón-expandibilního stentu



### Zdroj:

- Pixshark. *Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty* [online]. [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: [http://pixshark.com/percutaneous-transluminal-coronary-angioplasty-\(ptca\).htm](http://pixshark.com/percutaneous-transluminal-coronary-angioplasty-(ptca).htm)
- KON, Neal D.; LAVENDER, Sidney W.; CORDELL, A. Robert; CHEN, Mingyi a SAWAMURA, Tatsuya. Contouring of long vascular fabric grafts. *Journal of Vascular Surgery* [online]. 1990 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.northernsydneyvascular.com.au/PeripheralVascularDisease.html>

## Příloha J: Seldingerova metoda katetrizace



### Zdroj:

- SCHARBACH, D. Cardiac Cath Pro. *Vascular Access* [online]. 2011 [cit. 2015-04-1]. Dostupné z: <http://cardiaccathpro.com/VascularAccess.html>
- foto - autor

**Příloha K: Angiografický komplet na intervenčním sále**



**Zdroj:** foto - autor



**Příloha L: RA připravující vysokotlakou injekční stříkačku s KL**



**Zdroj:** foto - autor

## **Příloha M: Odborná způsobilost radiologického asistenta**

Zákon č. 96/2004 Sb., § 8 Odborná způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta:

"**1)** Odborná způsobilost k výkonu povolání radiologického asistenta se získává absolvováním

**a)** akreditovaného zdravotnického bakalářského studijního oboru pro přípravu radiologických asistentů,

**b)** tříletého studia v oboru diplomovaný radiologický asistent na vyšších zdravotnických školách, pokud bylo studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 2004/2005, nebo

**c)** střední zdravotnické školy v oboru radiologický laborant, pokud bylo studium prvního ročníku zahájeno nejpozději ve školním roce 1996/1997.

**2)** Radiologický asistent, který získal odbornou způsobilost podle odstavce 1 písm. c), může vykonávat své povolání bez odborného dohledu až po 3 letech výkonu povolání radiologického asistenta a získání specializované způsobilosti. Do té doby musí vykonávat své povolání pouze pod odborným dohledem.

**3)** Za výkon povolání radiologického asistenta se považuje zejména provádění radiologických zobrazovacích i kvantitativních postupů, léčebné aplikace ionizujícího záření a specifické ošetrovatelské péče poskytované v souvislosti s radiologickými výkony. Radiologický asistent provádí činnosti související s radiační ochranou podle zvláštního právního předpisu<sup>8)</sup> a ve spolupráci s lékařem se podílí na diagnostické a léčebné péči. Činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany může radiologický asistent vykonávat, pokud splňuje požadavky stanovené zvláštním právním předpisem<sup>8)</sup>." (zákon č. 96/2004 Sb., § 8)

## **Příloha N: Činnosti radiologického asistenta s odbornou způsobilostí**

Vyhláška č. 55/2011 Sb., část druhá - činnosti zdravotnických pracovníků po získání odborné způsobilosti, § 7 Radiologický asistent:

*"1) Radiologický asistent vykonává činnosti podle § 3 odst. 1 a dále bez odborného dohledu a bez indikace může*

*a) provádět a vyhodnocovat zkoušky provozní stálosti zdrojů ionizujícího záření a souvisejících přístrojů ve všech typech zdravotnických radiologických pracovišť,*

*b) zajišťovat, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany, a v rozsahu své odborné způsobilosti vykonávat činnosti při zajišťování optimalizace<sup>14)</sup> radiační ochrany, včetně zabezpečování jakosti,*

*c) vykonávat činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, pokud splní požadavky jiného právního předpisu<sup>15)</sup>,*

*d) provádět specifickou ošetrovatelskou péči poskytovanou v souvislosti s radiologickými výkony,*

*e) přejímat, kontrolovat a ukládat léčivé přípravky<sup>10)</sup>, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dostatečnou zásobu,*

*f) přejímat, kontrolovat a ukládat zdravotnické prostředky<sup>11)</sup> a prádlo, manipulovat s nimi a zajišťovat jejich dezinfekci a sterilizaci a jejich dostatečnou zásobu.*

*2) Radiologický asistent může provádět jako aplikující odborník v obecně odůvodněných případech stanovených standardy bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře jednotlivé lékařské ozáření, a to*

*a) skiagrafické zobrazovací postupy včetně screeningových,*

*b) peroperační skiaskopii,*

*c) kostní denzitometrii; a nese za ně klinickou odpovědnost.*

*3) Radiologický asistent může provádět bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře a na základě indikace lékaře, který je aplikujícím odborníkem, praktickou část jednotlivého lékařského ozáření, především jeho konkrétní provedení. Přitom může*

*a) provádět radiologické zobrazovací postupy používané při lékařském ozáření,*

*b) asistovat a instrumentovat při postupech intervenční radiologie,*

*c) provádět léčebné ozařovací techniky,*

*d) provádět nukleárně medicínské zobrazovací i nezobrazovací postupy, a za tuto část přebírá klinickou odpovědnost.*

*4) Radiologický asistent bez odborného dohledu na základě indikace lékaře může*

*a) provádět léčebné a zobrazovací výkony, které využívají jiné fyzikální principy než ionizující záření,*

*b) aplikovat léčivé přípravky<sup>10)</sup> nutné k provedení výkonů podle písmene a) nebo podle odstavce 2 trávícím traktem, dýchacími cestami, formou podkožních, kožních a nitrosvalových injekcí.*

*5) Radiologický asistent může aplikovat pod odborným dohledem lékaře intravenózní léčiva nutná k realizaci postupů podle odstavce 2 nebo odstavce 3 písm. a).*

*6) Radiologický asistent může vykonávat pod odborným dohledem radiologického fyzika se specializovanou způsobilostí v radioterapii dílčí činnosti při plánování radioterapie." (zákon č. 55/2011 Sb., § 7)*