

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD  
Ústav radiologických metod

Petr Šupa

**Poruchy cévního zásobení trávicí trubice  
zobrazení a možnosti endovaskulární léčby**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Vojtěch Prášil

Olomouc 2021

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

Olomouc 26. dubna 2021

-----

Podpis autora

Děkuji vedoucímu práce panu MUDr. Vojtěchu Prášilovi za odborné vedení při zpracování bakalářské práce a za připomínky při její tvorbě.

## ANOTACE

<b>Typ závěrečné práce:</b>	Bakalářská práce
<b>Téma práce:</b>	Poruchy cévního zásobení trávicí trubice – zobrazení a možnosti endovaskulární léčby
<b>Název práce:</b>	Poruchy cévního zásobení trávicí trubice – zobrazení a možnosti endovaskulární léčby
<b>Název práce v AJ:</b>	Vascular supply disorders of the digestive tract – imaging and possibilities of endovascular treatment
<b>Datum zadání:</b>	2020-11-30
<b>Datum odevzdání:</b>	2021-04-30
<b>Vysoká škola, fakulta, ústav:</b>	Univerzita Palackého v Olomouci Fakulta zdravotnických věd Ústav radiologických metod
<b>Autor práce:</b>	Šupa Petr
<b>Vedoucí práce:</b>	MUDr. Vojtěch Prášil
<b>Oponent práce:</b>	MUDr. Jiří Kozák
<b>Abstrakt v ČJ:</b>	Bakalářská práce se zabývá poruchami cév v souvislosti s vyživováním trávicí trubice. Cílem práce je shrnout poznatky o zobrazovacích metodách a endovaskulární léčbě.
<b>Abstrakt v AJ:</b>	The bachelor's thesis describes vascular disorders in connection with the nutrition of the digestive tract. The goal of this work is to summarize the knowledge about imaging methods and endovascular treatment.
<b>Klíčová slova v ČJ:</b>	cévní poruchy, cévní nemoci, trávicí trubice, střevní ischémie, gastrointestinální krvácení, endoskopické vyšetření, výpočetní tomografie, digitální subtrakční angiografie, magnetická rezonance, endovaskulární léčba
<b>Klíčová slova v AJ:</b>	vascular disorders, vascular diseases, digestive tract, intestinal ischemia, gastrointestinal bleeding, endoscopic examination, computed tomography, digital subtraction angiography, magnetic resonance, endovascular treatment
<b>Rozsah:</b>	44/0

# OBSAH

Úvod .....	6
Popis rešeršní činnosti.....	8
1. Anatomický popis.....	9
1.1. Krevní cévy .....	9
1.2. Stavba stěny trávicí trubice .....	10
1.3. Cévní zásobení trávicí trubice .....	10
2. Patologie a patofyziologie .....	16
2.1. Cévní onemocnění a poruchy .....	16
2.2. Střevní ischemie.....	19
2.3. Krvácení do gastrointestinálního traktu .....	21
3. Zobrazovací metody .....	25
3.1. Endoskopické vyšetření .....	25
3.2. Angiografie .....	26
3.2.1. Digitální subtrakční angiografie.....	27
3.2.2. CT angiografie .....	28
3.2.3. MR angiografie .....	32
4. Endovaskulární léčba.....	37
Závěr.....	40
Referenční seznam.....	41
Seznam zkratk .....	43

## Úvod

Trávicí trubice slouží ke zpracování živin a jejich vstřebání, kdy se během trávení potrava rozmělní a chemicky rozloží. Chemicky rozložené látky se dostávají do krve pomocí cév a buněk těla, kde jsou využity jako energie nebo stavební složka buněk. Hlavními úseky a orgány trávicí soustavy je dutina ústní, hltan, jícen, žaludek, tenké střevo s dvanáctníkem, lačníkem, kyčelníkem a tlusté střevo se slepým střevem, tračníkem a konečníkem.

Poruchy cévního zásobení trávicí trubice se projevují převážně jako krvácení do gastrointestinálního traktu (GIT) a střevní ischémií. Rovněž zde zahrnujeme onemocnění mezenterálních tepen a břišní aorty, jakožto zdroj viscerálních arterií. Některé cévní onemocnění úzce souvisí se sliznicí stěny trávicí trubice a její patologií.

Bakalářská práce udává anatomický přehled cévního uspořádání trávicí trubice s konkrétními cévními patologiemi. Dále se zabývá užitečnými zobrazujícími metodami pro dané cévní poruchy a následnou léčbou v angiointervenční radiologii.

Otázky bakalářské práce:

1. Jaké jsou poruchy cévního zásobení trávicí trubice?
2. Které zobrazovací metodiky u pacientů postižených cévního zásobování do gastrointestinálního traktu můžeme uplatnit?
3. Jaké máme terapeutické možnosti u cévních poruch v intervenční radiologii?

Hlavní cíle bakalářské práce:

1. Představit cévní poruchy a nemoci trávicí trubice.
2. Předložit zobrazovací techniky, které se v diagnostice cévního zásobení gastrointestinálního traktu využívají, a to radiologické i neradiologické.
3. Představit u cévních poruch endovaskulární léčbu v intervenční radiologii.

Jako vstupní literatura byly použity tyto zdroje:

1. KRAJINA, Antonín et al. Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. ISBN 80-86703-08-8.

2. HEŘMAN, Miroslav et al. Základy radiologie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.
3. KRAJÍČEK et al. Chirurgická a intervenční léčba cévních onemocnění. Praha: Grada Publishing, a.s.,2007. ISBN 978-80-247-0607-8.
4. VOMÁČKA, Jaroslav et al. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Druhé doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. Odborná publikace. ISBN 978-80-244-4508-3.
5. GRIM Miloš, NAŇKA Ondřej, HELEKAL Ivan. Atlas anatomie člověka II., Hlava a krk, vnitřní orgány, neuroanatomie. Praha: Grada Publishing, a. s., 2017. ISBN 978-80-247-4156-7.

## **Popis rešeršní činnosti**

Rešeršní činnost textu byla provedena v českém jazyce s latinskými výrazy. Použitá odborná literatura byla vyhledána na základě zkušeností a dotazů k vedoucímu práce. Výhodou bylo propůjčení některých publikací přímo z knihovny fakulty zdravotnických věd a lékařské fakulty v Olomouci. Další propůjčení bylo získané díky online-knihovnám Kramerius, BOOKPORT a digitální knihovně Moravské zemské knihovny. Rešeršní činnost byla provedena pomocí vyhledávačů Medvik, PubMed (Medline) a Proquest.



# 1. Anatomický popis

## 1.1. Krevní cévy

Mezi krevní cévy řadíme tepny (arterie), žíly (vény) a vlásečnice (kapiláry).

**Tepny** vedou okysličenou krev ze srdce do tkání. Jejich menší verze jsou tepénky s jednou až dvěma vrstvami buněk, které nazýváme arterioly. Tepny dále rozlišujeme podle kalibru a histologických rysů na velké (elastického typu), střední (muskulárního typu) a malé (probíhající uvnitř tkání a orgánů). Základní struktura tepen je tvořena třemi vrstvami tunica intima (endotelie + subendotelové pojivo), tunica media a tunica adventicia.

Velké, elastické tepny jsou aorty a její větve (a. anonyma, a. carotis communis, a. subclavia) a kmen a hlavní větve plicnice. Střední, muskulární tepny jsou tvořeny všemi třemi vrstvami stěny (mediae je tvořena vrstvou cirkulárně a spirálovitě uspořádaných hladkých svalových buněk). Malé tepny mají rozlišení vrstev nepatrné, ztrácejí nejprve zevní elastickou lamelu, posléze i vnitřní. (Povýšil et al., 2007, s.1)

**Žíly** vedou převážně odkysličenou (využitou) krev spolu s produkty metabolismu zpět do srdce. Klíčová je také jejich role v homeostáze a termoregulaci. Začínají od vlásečnic drobnými venulami, které se postupně spojují ve větší kmene provázející stejnojmenné tepny. (Krajíček et al., 2007, s.369)

Vény se liší od tepen širším průsvitem a tenčími stěnami. Jednotlivé vrstvy stěn nejsou dobře rozlišitelné. V žilách končetin jsou vytvořeny chlopně, které zabraňují zpětnému toku krve (působení gravitace).

**Vlásečnice** jsou jemné cévy propojující tepny a žíly. Zajišťují výměnu tekutin, iontů a metabolitů mezi krví a buněčným prostředím (intersticiem). Stěna vlásečnice má povahu semipermeabilní membrány, téměř nepropustné pro bílkoviny a krvinky. (Povýšil et al., 2007, s.1)

## 1.2. Stavba stěny trávicí trubice

Stěna trávicí trubice se skládá ze čtyř základních vrstev, a to z nejnvnitřnější vrstvy, vnitřního podslizničního vaziva, svalové vrstvy a krycí vrstva trávicí trubice.

Tunica mucosa je nejnvnitřnější vrstva trávicí trubice. Nazýváme ji jako sliznice, která je tvořená na povrchu epitelem (lamina epithelialis). Epitel lamina epithelialis je v dutině ústní, hltanu, části jícnu a terminální části konečníku vrstevnatý dlaždicový, v ostatních částech pak jednovrstevný cylindrický s četnými žlázkami. Pod epitelem je slizniční vazivo (lamina propria mucosae).

Tela submucosa neboli řidší podslizniční vazivo obsahuje síť krevních a mízních cév. Mimo to se zde objevuje i autonomní nervová pleteň (plexus submucosus).

Tunica muscularis je třetí svalovou vrstvou trávicí trubice, která je tvořena příčně pruhovanou svalovinou. Nachází se od začátku trávicí trubice až přibližně do dvou třetin jícnu. Příčně pruhovaná svalovina trávicí trubice je inervována míšními a hlavovými nervy a je ovládána vůlí. Zbývající oddíly mají svalovinu hladkou, orientovanou jak cirkulárně, tak longitudinálně. Hladkou svalovinu inervuje autonomní systém. Mezi cirkulární a podélnou vrstvou svaloviny se nachází další autonomní pleteň (plexus myentericus). Cirkulární svalovina je na některých místech zesílena a tvoří svěrače.

Poslední vrstva obaluje povrch trávicí trubice, buď jako vazivová adventicia (hltan, jícen), nebo serózní pobřišnice (peritoneum), která kryje části trubice v břišní dutině. (Lukáš et al., 2007, s. 33)

## 1.3. Cévní zásobení trávicí trubice

Cévní zásobení trávicí trubice je rozmanité, ale její největší část zaujímá břišní aorta a její nepárové viscerální větve (viz dále). Směrem z levé komory srdce navazuje velká céva, jako vzestupná aorta (aorta ascendens), poté oblouk aorty (arcus aortae), který pokračuje jako sestupná aorta (aorta descendens).

Aorta descendens sahá od levého boku třetího hrudního obratle Th3 (kde končí arcus aortae) až po bifurkaci aorty ve dvě aa. iliaca communes. Sestupná aorta vede hrudní a břišní dutinou, a proto se rozlišuje na hrudní část aorty

(aorta thoracica) a břišní část aorty (aorta abdominalis). Rozraním obou sestupných úseků je bránice hiatus aorticus. (Čihák, 2016, s. 119)

Aorta abdominalis se rozpíná od hiatus aorticus ve výši obratle Th12 po obratel L4, kde je bifurcatio aortae (vidlicovité rozdělení). Celá břišní aorta se nachází za nástěnným peritoneem (retroperitoneálně). Vpravo od aorty souběžně s ní probíhá v. cava inferior. Nepárové viscerální větve břišní aorty zásobují nepárové orgány peritoneální dutiny. Jedná se o větve truncus coeliacus, a. mesenterica superior a a. mesenterica inferior. (Čihák, 2016, s. 121)

Truncus coeliacus je krátký kmen (1–2 cm dlouhý), odstupující z ventrálního obvodu aorty těsně pod bránicí, ve výši ploténky mezi obratli Th12 a L1. Zásobuje všechny nepárové orgány a jejich části uložené v pars supramesocolica peritoneální dutiny. Větví se ve tři hlavní větve a. gastrica sinistra, a. hepatica communes a a. splenica. (Čihák, 2016, s. 123)

A. mesenterica superior odstupuje 1–2 cm kaudálně pod truncus coeliacus za hlavou pankreatu (slinivky břišní). Zásobuje inframesokolické části duodena (dvanáctníku), pankreatu a celé tenké střevo. Žene krev také do Intestinum crassum (tlustého střeva) od intestinum caecum (slepého střeva) až do blízkosti flexura coli sinistra.

A. mesenterica inferior vystupuje z aorty kaudálněji, v úrovni horní části obratle L3 a za nástěnným peritoneem jde šikmo doleva a dolů. Zásobuje tlusté střevo od flexura coli sinistra až po horní část rekta. (Čihák, 2016, s. 125)

### **Dutina ústní**

Cavitas oris (dutina ústní) je zásobena větvemi a. carotis externa. Zuby horní a dolní čelisti, zubní lůžka, dásně a žvýkácí svaly jsou zásobeny a. maxillaris. Tvrdé a měkké patro obdobně a. maxillaris, z menší části též a. facialis, která zásobuje mimo to rty a tvář. Sliznici tváře zásobuje a. buccalis také z a. maxillaris. A. lingualis zásobuje jazyk.

Krev je odváděna z dutiny ústní stejnojmennými žílami, i když ne všechny žíly hlavy mají shodný průběh s tepnami. Cestou v. jugularis interna se krev z oblasti dutiny ústní dostává do v. brachiocephalica a dále do v. cava superior. (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 29)

## Hltan

Pharynx (hltan) zásobuje tepna a. pharyngea ascendens, která je přímou větví z a. carotis externa, dále a. palatina ascendens z a. facialis, a. palatina descendens a a. canalis pterygoidei z a. maxillaris. Další přímé větve z a. carotis externa jsou a. lingualis a a. thyroidea superior, které se také podílí na zásobení svými drobnými větvemi. (Čihák, 2013, s.74)

Žíly hltanu formují mohutný plexus pharyngeus, který odvádí krev do v. facialis a do v. jugularis interna. Tento plexus kraniálně anastomozuje s plexus pterygoideus a má podslizniční a povrchovou složku. (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 32)

## Jícen

Cévní zásobení jícnu má dva typy tepenného uspořádání (podle Seicherta a Šramhausera, 1963). První typ je s větším počtem přívodných cév s chudým větvením, které se zabořují do svaloviny bez nápadnějších anastomos. Druhý typ je s malým počtem přívodných cév, které se spojují na stěně jícnu v dlouhý kmen (anastomózu), z něhož teprve odstupují drobné větévky do stěny jícnu. (Čihák, 2013, s. 80; Krška, Zavoral et al., 2007, s. 36)

Oesophagus (jícen) je zásobován tepnami postupně shora dolů z a. thyroidea inferior, truncus thyrocervicalis, aa. intercostales posteriores, které se větví z a. subclavia. A. subclavia vystupuje vpravo z truncus brachiocephalicus a vlevo přímo z arcus aortae. Z hrudní aorty dále zásobují jícen viscerální větve rr. bronchiales a rr. oesophagei. Břišní část jícnu zásobuje a. gastrica sinistra z truncus coeliacus. Také je možné zásobení z břišní aorty z a. phrenica inferior sinistra. (Čihák, 2013, s.80)

Žíly jícnu vytvářejí povrchové a submukózní (podslizniční) pleteně. Z krční části jícnu odtéká krev do v. thyroidea inferior i přímo do v. brachiocephalica dextra. Z hrudní části jícnu odtéká krev do v. azygos, v. hemiazygos a v. hemiazygos accessoria, jimi do v. cava superior. A z břišní části odtéká krev do v. azygos, v. gastrica sinistra a odtud do v. portae. Žilní pleteň spojující oblasti v. portae a v. cava superior jsou na přechodu hrudní a břišní části. Tyto pleteně jsou při portální hypertenzi funkčně důležitou portokavální anastomózou. Rozšířené submukózní žilní pleteně vytvářejí obraz tzv. jícnových varixů. (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 36)

## **Žaludek**

Gaster (žaludek) je zásoben z nepárového viscerálního kmene truncus coeliacus břišní aorty, který se větví na tři hlavní tepny a. gastrica sinistra, a. hepatica communes a a. splenica. Dva anastomotické tepenné oblouky lemují malou a velkou kurvaturu žaludku. Na malé kurvatuře do anastomosy vstupuje zleva a. gastrica sinistra a zprava a. gastrica dextra, která se větví z a. hepatica propria nebo a. hepatica communis. Na velké kurvatuře do anastomosy vstupuje zleva a. gastromentalis (gastroepiploica) sinistra z a. splenica, zprava a. gastromentalis (gastroepiploica) dextra z a. gastroduodenalis. Pod serosou na přední a zadní stěně kurvatury prorážejí svalovinu větve cév do podslizničního vaziva ve třech vrstvách a vytváří tak subserosní, svalovou a submukosní pleteň. V podslizničním vazivu je na přední a zadní stěně podél velké i malé kurvatury pás zesílené vaskularizace, široký asi 1–2 cm. K přední části pyloru může sestupovat drobnější větev a. pylorica z a. hepatica propria. Ze středního úseku a. splenica může v 58 % případech odstupovat a. gastrica posterior zezadu a shora k zadní stěně žaludku. K oblasti těla žaludku a fundu přicházejí zezadu a zleva aa. gastricae breves, jakož to větve konečného úseku a. splenica. Na zásobení žaludku se z větší či menší míry podílí i a. mesenterica superior, kde lze tohle zásobení prokázat až v 18 % případů. (Čihák, 2013, s. 94)

Žíly stejně jako tepny tvoří anastomotické pleteně na povrchu stěny žaludku, submukózy a subserózy. Žilní pleteně ve stěně žaludku se sbíhají jako v. gastrica dextra et sinistra na malé kurvatuře, v. gastromentalis (gastroepiploica) dextra et sinistra na velké kurvatuře, jako vv. gastricae breves od fundu a jako v. prepylorica od pyloru žaludku. Vény utvářejí obdobné anastomotické oblouky jako tepenné podél obou kurvatur žaludku a ústí do v. portae. Anastomózu na malé kurvatuře klinicky nazýváme jako v. coronaria ventriculi. Další jsou anastomózy mezi vv. gastricae breves a v. gastrica sinistra ve sliznici fundu žaludku, které se při portální hypertenzi rovněž varikózně rozšiřují. (Čihák, 2013, s. 96; Krška, Zavoral et al., 2007, s. 39)

## **Tenké střevo**

Nad úponem mesocolon transversum je vše zásobeno z větví truncus coeliacus a pod úponem je tenké střevo zásobeno z obou aa. mesentericae superior et inferior. Úpon mesocolon transversum probíhá přes duodenum a dostává cévy jak z truncus coeliacus, tak z a. mesenterica superior. Z truncus coeliacus cestou

a. hepatica communis a její větve a. gastroduodenalis přicházejí k duodenu shora a. pancreaticoduodenalis superior posterior k zadní ploše duodena a pankreatu. K přední ploše duodena a pankreatu přichází a. pancreaticoduodenalis superior anterior. K proximální polovině pars superior duodeni vede nekontaktní a. supraduodenalis a na drobnější větve shora na zadní stranu duodena a hlavy pankreatu vede aa. retroduodenales. Obě aa. pancreaticoduodenales pokračují rr. duodenales ke dvanáctníku a rr. pancreatici ke slinivce. Menší svazek větévek přichází z a. hepatica propria v lig. hepatoduodenale shora k pars superior duodeni. V místě pars horizontalis duodeni a. pancreaticoduodenalis inferior odstupuje z a. mesenterica superior a její větve anastomosují na přední i zadní straně s větvemi aa. pancreaticoduodenales superiores. V pars superior duodeni tepny mohou mít jednotlivé anastomosy s tepnami pylorické části žaludku, v oblasti přiléhající k pyloru. Tepny jejunu a ilea přicházejí z a. mesenterica superior a pokračují do mesenteria podél radix mesenterii směrem k ileocaekálnímu ústí. Pro jejunum zde odstupují aa. jejunales a pro ileum aa. ileales, celkem 12–16 větví. Konec ilea, ileocaekální ústí a začátek tlustého střeva jsou zásobeny a. ileocolica. Sousední tepny se spojují arkádami. (Čihák, 2013, s. 106-111)

Ze supramesokolické oblasti přicházejí žíly duodena do v. portae. Žíly z inframesokolické oblasti vedou krev do v. gastroomentalis dextra, která se vlévá do v. portae. Do v. portae se také vlévá v. mesenterica superior, do které vedou žíly jejunu a ilea. (Čihák, 2013, s. 106-111)

### **Tlusté střevo**

Intestinum crassum (tlusté střevo) je zásobeno z větví a. mesenterica superior, a. mesenterica inferior a a. iliaca interna. Z a. mesenterica superior vystupují na pravém boku tři větve pro colon, a to a. colica media pro část colon transversum, a. colica dextra pro colon ascendens a a. ileocolica pro caecum. Části colon descendens a colon transversum jsou vyživovány a. colica sinistra. Colon sigmoideum je zásobován aa. sigmoideae a rectum je a. rectalis superior. Z a. iliaca interna vycházejí párové tepny a. rectalis media et inferior, které zásobují dolní část rekta. (Čihák, 2013, s. 129-132)

A. colica media se rozdělí na rami dx. et sinister, které anastomosují s větvemi ostatních tepen pro střevo a vytvářejí propojenou arkádu celého colon arteria marginalis (Drummondi). A. colica media také vytváří s a. colica sinistra anastomózu

anastomosis magna (Halleri seu Riolani). Anastomózu tvoří i a. colica sinistra s aa. sigmoideae a a. sigmoidea s a. rectalis superior. Další spojky jsou i mezi a. rectalis superior, media a inferior. (Čihák, 2013, s. 131; Krška, Zavoral et al., 2007, s. 52)

Vény tlustého střeva za pankreatem, vstupují do v. portae a utváří soutok v. mesenterica superior, a také slezinové žíly včetně v. mesenterica inferior. Spojky vv. rectalis mediae – inferiores, odtékající do v. iliaca interna a odtud do v. cava inferior, a v. rectalis superior, která odtéká v. mesenterica inferior do v. portae. (Čihák, 2013, s. 132)

Portokavální anastomózu tvoří také žilní pleteň rektu. Portální řečiště s řečištěm v. cava inferior spojuje vv. rectalis mediae propojená s vv. rectalis superiores. Podobně jako u jícnu se při portální hypertenzi ve stěně rekta mohou utvářet městky a hrozí krvácení. (Čihák, 2013, s. 132; Krška, Zavoral et al., 2007, s. 55)

## 2. Patologie a patofyziologie

### 2.1. Cévní onemocnění a poruchy

#### Nemoci a poruchy tepen

Tepenné postižení se může obecně projevovat ve třech podobách zúžení, až uzávěrem ovlivňující krevní proud, výdutí ovlivňující kvalitu i odolnost cévní stěny, porušení cévní stěny úrazem či onemocněním jevící se disekcí, nebo přímo krvácením. (Krajíček et al., 2007, s. 25)

Ateroskleróza (kornatění) je onemocnění tepen charakterizované ložiskovou tvorbou vazivových plátů intimy obsahující v centru kašovitou hmotu bohatou na tukové látky. Vyvíjí se jako chronický zánět s nadměrným dělením buněk odpovědí intimy a medie tepen na různé podněty, především na modifikované LDL (low density lipoproteins). Poškození intimy probíhá čtyřmi změnami, a to vznikem ložisek poškození endotelu s jeho následnou poruchou funkce, zvýšeným průnikem lipoproteinů z plazmy do cévní stěny, buněčnou reakcí v místě poškození, na které se podílí endotelie, krevní monocyty s trombocyty a hladké svalové buňky z intimy a medie a proliferací hladkých svalových buněk se vznikem vazivových plátů. (Povýšil et al., 2007, s. 1-3)

Fibromuskulární dysplazie je vrozené geneticky podmíněné onemocnění cévních stěn vyvolávající zúžení cévy. Jde o rozšiřování cévní stěny jejím vazivovatěním. Zmenšením obvodu cévy fibromuskulární dysplazií trpí nejvíce lidé středního věku a ženské pohlaví. Účastní se jak na truncus coeliacus, tak na horní mezenterální tepně. Dysplazie může mít podle typu postižení cév různé formy, kterými jsou intimální fibroplazie, mediální fibroplazie, mediální hyperplazie, perimediální fibroplazie, mediální disekce a adventiciální fibroplazie. (Ferda, c2004, s. 262)

Tepny dále postihují degenerativní nemoci, jako mediokalcinóza (Mönckebergova nemoc), což je onemocnění muskulárních tepen způsobené kalcifikací medie (nejčastěji u dolních končetin). Dále arterioloskleróza, která vzniká při hypertenzi a diabetu onemocněním malých tepen a arteriol, kdy cévy jsou silnostěnné se zúženým průsvitem. Cystická medionekróza (Ertheimova choroba), která je způsobena hromaděním amorfní basofilní hlenovité hmoty v medii aorty, kde tvoří drobná ložiska. Disekce aorty (disekující aneurysma) se projevuje



intramurálním hematodem aorty, který vzniká defektem intimy do medie, kterou rozpolcuje. (Povýšil et al., 2007, s. 4)

Dalším onemocněním, které postihuje všechny druhy tepen (aortitis, arteriitis, arteriolitis) jsou záněty. Postižení cév zánětem lze rozdělit do čtyř skupin podle histologického charakteru na alergické vaskulitidy, polyarteriitis nodosa a příbuzné jednotky (Kawasakiho nemoc), granulomatózní – obrovskobuněčné záněty (Takayasuova nemoc) a zvláštní jednotky (Bürgerova nemoc). První tři skupiny mohou postihovat cévy GIT. (Koucký et al., 2019, s. 237-246; Povýšil et al., 2007, s. 5-7)

Stenóza (zúžení) ventrálních nepárových větví truncus coeliacus, a. mesenterica superior a arteria mesenterica inferior je funkčně významná až tehdy, kdy jsou postiženy dva ze tří hlavních kmenů, protože zbytek případů je řešen přístupem krve přirozeně bohatě vytvořenými kolaterálami. U horní mezenterické tepny mohou být přítomny stenózy, jak u proximální části hlavního kmene, tak i mnohočetné stenózy na sekundární i terciální úrovni větvení. K zajímavému typu stenózy truncus coeliacus dochází v případě jeho překlopení vzhůru, kdy při jeho odstupu vzniká vlasovité zúžení tlakem příčného ligamenta. (Ferda, c2004, s. 264)

Aneuryzma (výduť) je lokalizované vakovité rozšíření tepny. Vzniká zeslabením stěny z různých příčin tak, že neodolá intraluminálnímu krevnímu tlaku. Příčinou mohou být vrozené defekty struktury stěny tepny, nahodání chorobným procesem (tuberkulóza, zhoubný nádor, absces), úrazy, ale hlavně různé choroby samotných tepen (ateroskleróza a záněty). Aterosklerotické aneuryzma se vyskytuje v oblasti sklerotických změn dolní břišní aorty, která se častěji vyskytuje u mužů, zejména hypertoniků a kuřáků. (Povýšil et al., 2007, s. 8)

Dále se na tepnách mohou vyskytovat výdutě, které lze rozlišovat podle tvaru na člunkovité, cylindrické, vřetenovité, vakovité a hadovité. Nástěnná výduť je taková, jenž má postiženou pouze část tepenného obvodu. Mluvíme-li o výduti pravé, pak je stěna výdutě tvořena všemi vrstvami tepenné stěny. Jestliže je stěna výdutě tvořena jen některou vrstvou stěny (nejčastěji tunica adventicia, případně s částí tunica media) nebo pouze jizevnatou okolní tkání, označujeme ji jako výduť nepravou. (Firt, Hejkal, Vaněk, 1991, s. 19) Pravé výdutě bývají vzácně u viscerálních tepen, kdežto mnohočetný výskyt aneuryzmat v intraparenchymové části průběhu tepny může

znamena přítomnost systémového onemocnění polyarteriitis nodosa nebo fibromuskulární dysplazie. (Ferda, c2004, s. 262)

Aortální disekce vzniká proniknutím krevního proudu do stěny aorty a jeho šířením střední vrstvou stěny aorty (medií). Adventicia, jakožto vnější vrstva stěny, je tak separována od vnitřního listu intimy a tvoří vlající membránu (intimal flap). Vlající membránou se rozštěpuje lumen aorty na dvě průtočná lumina – pravá a nepravá. Pravý lumen je tvořen intimou, kdežto nepravý lumen z vnitřní strany intimou a z vnější strany adventicií. U postižení ascendentní aorty je pacient ohrožen rupturou a akutní dilatací aortální chlopně. Při zvyšování tlaku v nepravém lumenu může dojít ke štěrbinovitému uzavírání pravého lumina, kdy dochází k hypoperfúzi pod místem stlačení pravého lumina. Disekce se vzácně objevuje u viscerálních tepen, které způsobují oligurii nebo střevní ischemii. (Ferda, c2004, s. 212)

### **Nemoci a poruchy žil**

Žilní poruchy se projevují převážně jako uzávěry průsvitu a vznikají náhle nebo narůstají postupně, kdy je výsledkem vždy trombóza. Trombóza postupně uzavírajícího průsvitu je ve své konečné fázi náhlá, ale klinicky se nemusí výrazněji projevovat, protože předcházející proces vede k rozvoji kolaterálního oběhu, jehož možnosti v žilním systému jsou nevyčísitelné. Mezi onemocnění žil, které náhle vzniká a náhle se projevuje řadíme tedy pouze embolii. (Krajíček et al., 2007, s. 370)

Flebotrombóza vzniká hlavně při zpomalení krevního proudu a při hyperkoagulačních stavech. Tromby bývají červené a uzavírající (odlitkové). Toto onemocnění postihuje nejčastěji žíly dolních končetin, jakož to povrchové tromby v systému v. saphena, zejména při žilních městcích (křečové žíly). Tyto tromby působí místně jako edém, bolestivost, městnání, zarudnutí a zatvrdnutí žíly, nejsou však zdrojem embolie. Teprve až trombózy hlubokých žil dolních končetin jsou nebezpečné pro svou tendenci k uvolnění a vmetnutí do plic (plicní embolie). Tromboflebitida je pak přechod z hnisavého zánětu z okolí na stěnu žíly (phlebitis) s druhově vzniklou trombózou. (Povýšil et al., 2007, s. 11)

Varixy žil jsou výrazně rozšířené a prodloužené vinuté žíly. Dilatované cévy bývají nepravidelné s uzlovitými ložisky charakteru aneuryzmat. V místech vyklenutí je stěna žil silně ztenčená. Příčinou této choroby je chronické zvýšení intraluminálního tlaku krve a oslabení žilní stěny. Varixy se opět nejčastěji vyskytují u povrchových žil dolních končetin, konkrétněji na žilách bérců (varices cruris)

a stehem, kvůli vysokému hydrostatickému tlaku. U nemocných s jaterní cirhózou se v praxi často setkáváme s komplikacemi v podobě jícnových varixů, které vznikají jako jeden z projevů portální hypertenze při obstrukci jaterního řečiště a jako následek postupného vývoje kolaterál z povodí dutých žil. Varikózně rozšířené žilní řečiště se kumuluje zejména v dolní třetině jícnu a v hemoroidálním plexu. Častou komplikací je prasknutí jícnových varixů, kdy dochází k masivnímu krvácení do žaludku a hematemeze. Pacient s opakovaně prasklými jícnovými varixy většinou třetí takový incident už nepřežívá, pokud nezemře už při první takové události na vykrvácení z prasklých jícnových varixů. Velmi častým onemocněním v populaci jsou také varikózně rozšířené žíly v oblasti hemoroidálního plexu v submukóze anorektální oblasti, kterým se obecně říká "hemoroidy". Důvody jsou podobné jako u všech varikózně rozšířených cév, zde konkrétně lze vyzdvihnout opakované gravidity, kdy dochází k útlaku břišních cév a lokálnímu městnání. Příčinou bývají i chronické zácpy a výše zmiňovaná jaterní cirhóza s omezeným průtokem jaterního řečiště. Mezi komplikace pak patří krvácení čerstvou červenou krví z předmětných varixů a častá je i tvorba sraženin. Jde většinou o stavy pro pacienta určitým způsobem bolestivé nebo způsobující mu značné fyzické nepohodlí. (Povýšil et al., 2007, s. 11)

### **Nádory z krevních cév**

Mezi nádory z krevních cév patří benigní hemangiomy a maligní (hem)angiosarkomy. Zvláštní forma hemangiosarkomu je Kaposiho sarkom, který může postihovat také GIT, projevující se červenomodrými skvrnami nebo uzly o průměru několika centimetrů na kůži a v podkoží. Má agresivní průběh a vzniká přibližně u jedné třetiny nemocných s AIDS. (Povýšil et al., 2007, s. 12)

## **2.2. Střevní ischémie**

Ischémie vzniká snížením nebo úplným zastavením přítoku tepenné krve do tkáně. Tkáně poté trpí hypoxií až anoxií. Její nejvyšší stupeň způsobuje ischemickou nekrózu, která po překročení určité doby přechází k nevratným změnám a následnou gangrénou střevní stěny. Gangréna vlhká (humida) postihuje zažívací trakt nekrózou a hnilobnými bakteriemi produkující sirovodík. Ohrožuje život nemocného toxémií ze vstřebání rozpadových látek. (Dohnalová, 2016, s.4-5)

Nejcitlivější vrstvou střešní stěny je sliznice, na které se ischemie projeví nejdříve. Po přerušení přítoku krve se objevuje hyperperistaltika až tetanické křeče. Ischemická tolerance střeva se udává v průměru 120-180 minut, ale může se prodloužit na hodiny až dny díky vytvořenými kolaterálními oběhy a celkovými oběhovými poměry. Z hlediska funkčního je nejdůležitější a. mesenterica superior, která zásobuje nejdelší úsek trávicího ústrojí začínající duodenojejunálním přechodem a končící oblastí lineární flexury tlustého střeva. (Firt, Hejkal, Vaněk, 1991, s. 196; Krajina et al., 2005, s. 197)

### **Akutní viscerální ischemie**

Akutní viscerální ischemie vzniká náhlým uzávěrem a. mesenterica superior a může být způsobená embolií, trombem, kompresí cévy nebo srdečním selháním. Disekce aorty může také způsobit přerušení toku krve do a. mesenterica superior. Projevuje se náhlou prudkou bolestí břicha, objektivním nálezem, šokem nebo rozvojem paralytického ileu. Jedná se o urgentní a život ohrožující stav s mortalitou 60-70 %. (Krajina et al., 2005, s. 197; Lukáš et al., 2007, s. 118)

Mezi nejvímavější útrobní orgány patří tenké střevo, které propadá nekróze už po 3 hodinách od zastavení přísunu okysličené krve do tkáně, projevuje se edémem střeva s rozšířením stěny. Jakmile dojde k nekróze střeva, objevují se drobné bublinky plynu ve stěně střevní. Plyn lze pozorovat také v mezenterických žilách nebo v intrahepatálních větvích portální žíly. Je-li ischemie arteriální, postrádá střevní stěna sycení kontrastní látkou. Naopak u venózního infarktu je nasycení výrazné u střevní stěny mukózního typu. Neokluzní ischemie je způsobena hypoperfúzí při šokových stavech nebo při kardiálním selhání v kombinaci s kritickou stenózou nekompensovanou kolaterálním oběhem. (Ferda, c2004, s. 268)

### **Chronická střevní ischemie**

U chronické střevní ischemie dochází postupně k omezení krevního zásobení střeva, kdy se jedná o klinickou jednotku s ne zcela jasnou patofyziologií. Příčinou vzniku může být uzavírající se arterioskleróza, dysplazie, zánět tunica intima cévy, komprese a funkční stav. Z uvedených příčin se nejvíce objevuje ateroskleróza. (Firt, Hejkal, Vaněk, 1991, s. 202) Ateroskleroticky změněné mezenterické tepny proto nezaručí dostatečné krevní zásobení střeva v čase trávení a projevuje se bolestí v okolí pupku půl až hodinu po jídle. Nemocní se bojí najíst a omezují příjem

potravy. Zmírnění potíží přináší vazodilatační preparáty nebo u definitivního řešení angioplastika nebo by-passová operace. (Lukáš et al., 2007, s. 119)

### **2.3. Krvácení do gastrointestinálního traktu**

Patologický únik krve z cévního systému se nazývá krvácení neboli hemoragie. Podle rychlosti ztráty krve rozdělujeme krvácení na akutní nebo chronické, a dle charakteru postižené cévy na arteriální, venózní, kapilární nebo smíšené. Gastrointestinální krvácení je únik krve do lumen trávicí trubice a na základě množství krevních ztrát se dělí na zjevné a okultní. Dále bychom mohli rozlišovat další recidivující krevní ztráty, které mohou být jak akutní, tak okultní.

Krvácení do trávicího traktu rozdělujeme podle lokalizace, a to na krvácení do horní a dolní části gastrointestinálního traktu. Hranicí mezi těmito dvěma částmi je ligamentum Treitz (flexura duodenojejunalis). Obecně platí, že krvácení do horní části GIT se projevuje zvracením krve (hematemézou) a mazlavou, zapáchající černou stolicí (melénou). Většinou jde o akutní krvácení do horní části GIT, jakožto náhlou příhodu břišní, málo kdy jde o chronickou záležitost. Jejimi nejčastějšími příčinami jsou varixy jícnu a kardie, vředová gastroduodenální choroba a Malloryho-Weissův syndrom. Krvácení do dolní části GIT nebývá akutní a projevuje se jako defekace čerstvé krve (enteroragie). Zejména se jedná o vaskulární anomálie, divertikulární chorobu, polypy střeva nebo kolorektální karcinom. (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 278-79; Lukáš et al., 2007, s. 81-145; East, Hoch, 2015, s. 289-92)

#### **Varixy jícnu**

Jícnové varixy a kardie patří spolu s gastroduodenální vředovou chorobou k častým důvodům krvácení do zažívacího traktu. V diagnostice se kromě klasické endoskopie, CT, US a MR uplatní i skiaskopicko-skiagrafické vyšetření. Vhodným typem s ohledem na dostupnost i komplexnost je CT vyšetření. Pokud není k dispozici MDCT, je angiografie metodou druhé volby. Varixy v jícnové oblasti bývají uloženy povrchně pod jícnovou sliznicí. Jsou způsobeny zvýšením tlaku v povodí v. portae, kdy dochází k rozvoji spojek mezi HDV (oblast jícnu) a DDV (oblast konečníku). Jak už bylo psáno u poruch žil, na tomto procesu se podílí portokavální anastomózy, které nabývají na významu při portální hypertenzi. Spojky mezi v. coronaria ventriculi a vv. oesophagei přes věnu azygos s řečištěm HDV jsou zdrojem pro rozvoj jícnových varixů. Tyto spojky vznikají zejména u pacientů s jaterní

cirhózou, méně často při trombóze v. portae (rovněž u 24-32 % nemocných s jaterní cirhózou). Nebezpečné je zejména krvácení z těchto varixů, které je samo o sobě závažným a život bezprostředně ohrožujícím stavem. Mortalita u prvního krvácení dosahuje 15-20 %. Podle stupně postižení dosahuje recidiva v prvním roce po první incidenci 25-75 %. Vyvolávajícím faktorem pro krvácení z jícnových varixů je nejčastěji fyzická námaha, úporné zvracení nebo silný kašel, kdy v řadě případů jde o první manifestaci onemocnění. Léčba akutního krvácení z jícnových varixů je léčbou urgentní a podléhá zásadám léčby hemoragického šoku. (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 71, 140, 145, 146, 147, 280, 286, 303, 304)

### **Vředová gastroduodenální choroba**

Peptický vřed je charakteristickým defektem sliznice žaludku nebo duodena zasahující v četných případech až do submukózy, kdy způsobuje hlubší defekt, který je způsobený natrávením vlastní sliznice agresivním působením pepsinu a kyseliny solné. (Dohnalová, 2016 s. 102)

Vyskytuje se zpravidla u lidí s chronickou gastritidou. Vznik vředové choroby žaludku a duodena má bezpochyby úzkou souvislost s narušením přirozené bariéry, která brání podráždění a samonatravení slizniční výstelky žaludku nebo duodena. Výskyt bakterie *Helicobacter pylori* podporují narušení této bariéry a podporují vznik vředové choroby. Podobně mohou působit i některé léky např. steroidní i nesteroidní antiflogistika, kortikoidy, rovněž acylpyrin a alkaloid nikotin. Acylpyrin pravděpodobně způsobuje prolongovanou sekreci HCl. U nemocných s vředy v duodenu a prepylorické části žaludku je vždy přítomná HCl („bez kyseliny není vředu“), jedná se o nepoměr v produkci HCl a ochranných faktorů žaludeční sliznice. Žaludeční vředy působí nemocnému bolest po jídle, duodenální vředy na lačno cca 3 hodiny po jídle. (Dohnalová, 2016, s. 102)

Ke komplikacím žaludečních vředů patří krvácení při nahlodání větší cévy na spodině vředu, které se projeví hematemézou a melénou. Bez lékařské intervence může být krvácení ze žaludečních vředů fatální. Kromě krvácení ze vředů řadíme mezi krvácivé stavy tzv. petechie, intramukózní tečkovité léze o velikosti špendlíkové hlavičky až do cca 5 mm. Vznikají při říhání nebo zvracení a bývají označovány jako prekurzory žaludečních erozí. Petechie mizí spontánně a nevyžadují endoskopickou intervenci. (Krška, Zavoral et al., s. 97)

Žaludeční eroze, které patří k nejčastějším krvácivým stavům do horní části GIT, rovněž nebývají hemodynamicky závažné. Hojí se spontánně přibližně v průběhu týdne a nejedná se o prekurzory, adenokarcinom a ani žaludeční vřed. Vyskytují se v prostředí jak s vyšší, tak i nižší aciditou. Bývají obvykle vícečetné, ploché nebo varioliformní s centrální vkleslinou a zánětlivým červeným halo. Léčení těchto stavů se volí konzervativní, endoskopická intervence má tendenci tento stav zhoršit. (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 77, 90, 97, 104, 107, 108, 303)

### **Malloryho-Weissův syndrom**

V případě tohoto syndromu se jedná o 1-4 cm dlouhou podélnou trhlinu (či dvě trhliny) nacházející se na žaludeční sliznici v blízkosti ezofagokardiálního spojení, která vzniká v důsledku násilného nebo usilovného zvracení, přičemž u dvou třetin nemocných bývá přítomna hiátová kýla. Většina takto postižených jsou alkoholici. V několika případech byl tento syndrom indikován i u zhmoždění hrudníku. Malloryho-Weissův syndrom se projevuje hematemézou a melénou, nebo jen melénou, diagnostikován nejlépe endoskopickým vyšetřením. V 90 % případů je léčba zpočátku konzervativní, kdy dochází ke spontánnímu zastavení krvácení. Zbýlých 10 % případů vyžaduje chirurgickou intervenci při přetrvávajícím krvácení, revizi žaludku a kardie z dlouhé gastrotomie a naložení vstřebatelné sutury na trhlinu. Možná je také endoskopická elektrokoagulace. Pooperační recidivy bývají vzácné. (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 89)

### **Divertikulární choroba tlustého střeva**

Divertikly jsou výchlípky ve střevní stěně, které se tvoří především v sestupném tračníku a esovité kličce. (Dohnalová, 2016, s. 105). Můžeme je nalézt přibližně u 50% populace ve věku nad 60 let se západním, konzumním způsobem stravování s nízkým podílem vlákniny ve stravě.

Divertikly vznikají jako defekt při herniaci v muscularis tvorbou pseudodivertiklu. Vasa recta, která penetrují sliznici, jsou expandována v krčku pseudodivertiklu tím, jak se pseudodivertikl postupně zvětšuje. Dochází k fibromuskulárnímu ztluštění intimy a ztenčení medie těchto arteriol, které jsou následně jako locus minoris resistencie (místo nejmenšího odporu) vystaveny riziku traumatu a následného krvácení. Až 90 % divertiklů bývá uloženo v sigmatu, avšak krvácení nastává většinou z divertiklů v pravém tračníku. Incidence krvácení z dolní části GIT v populaci všech věkových skupin se udává 0,03 % a významně

stoupá s věkem, nejvíce v osmém decenniu, kdy za tyto stavy odpovídá nejvíce právě krvácení z divertiklů. Léčba krvácení divertikulárního původu se odvíjí podle klinického stavu pacienta. Základem je upravit hodnoty krevního obrazu a pacienta hemodynamicky stabilizovat včetně podání krevních převodů. Po chirurgické stránce vyžadují nemocní nejvyšší pozornost kvůli riziku časného i pozdního recidivujícího krvácení, rozvoji střevní ischemie či rozvoji nekrózy v postižené části střeva. Týká se to zejména pacientů, u nichž byla provedena embolizace pro krvácení divertikulárního původu (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 177, 185-186)

### **Kolorektální karcinom**

Nejčastějším nádorovým onemocněním zažívacího traktu je kolorektální karcinom, jehož incidence má vzestupnou tendenci. Vyspělé státy jsou na tom přibližně 10x hůře než méně vyspělé země. Příčiny vzniku jsou dvojí, a to zevní faktory a pak hereditární a familiární příčiny. Mezi zevní faktory patří např. vysoká konzumace živočišných tuků a červeného masa, sedavý způsob života, vyšší BMI, nedostatek některých stopových látek a vitamínů v potravě apod. Tyto zevní faktory postupně vedou ke zvýšené proliferaci buněk a vyššímu riziku vzniku karcinomu. Za hereditárními a familiárními příčinami KRCa stojí dědičnost a zvýšený výskyt KRCa u blízkých příbuzných. Makroskopicky rozlišujeme buď nádory polypózní nebo cirkulárně obliterující. Výskyt KRCa lze primárně omezit preventivními opatřeními v životě každého jednotlivce. V praxi to znamená omezení živočišných tuků ve stravě, snížení spotřeby červeného masa, zařazení více čerstvé zeleniny a ovoce do jídelníčku, zvýšení pohybové aktivity apod., zároveň se provádí aktivní screening a depistáž u občanů starších 50 let. Do preventivního programu řadíme testy na okultní krvácení ve stolici (TOKS), dále flexibilní sigmoideoskopii (FSS), kombinaci těchto dvou metod, či kolonoskopii a virtuální kolonografii. Česká republika zaujímá dlouhodobě první místo v celosvětových epidemiologických statistikách sledujících výskyt a mortalitu na KRCa. Kolorektální karcinom představuje jeden z nejzávažnějších zdravotních problémů vůbec. (Krška, Zavoral et al., 2007, s. 214-226)



## 3. Zobrazovací metody

### 3.1. Endoskopické vyšetření

Endoskopická vyšetření představují v dnešní době naprosto rutinní záležitost. Jedná se o neradiologickou zobrazovací metodu, při které je možné vyšetřit vnitřní prostory tělesných dutin a dutých orgánů. Vyšetření se provádí pomocí speciálních přístrojů, jako jsou rigidní a flexibilní endoskopy, které se zavádějí do dutin přirozenými otvory (ústy, přes rektum, močovou trubici) nebo jsou pro tento účel vytvořeny uměle (laparoskopie). Endoskopické vyšetření provádíme za účelem přímého sledování změn na sliznici dutých orgánů, cílené biopsie pod kontrolou zraku, diagnostiky krvácení a nádorových onemocnění, provedení léčebných zákroků, odstranění cizích těles nebo sondování různých vývodů za pomoci kontrastní látky. V endoskopii se také setkáváme s požadavkem zastavit krvácení, odstranit polyp, rozšířit ústí Vaterské papily apod. K vykonání těchto výkonů byly vyvinuty tzv. chirurgické soupravy pro endoskopii. Nejčastější je elektrický skalpel, pomocí kterého vysokofrekvenčním proudem (energií) působíme na tkáň. Volbou různé intenzity a modulace se volí druh řezacího, koagulačního nebo smíšeného proudu. (Dítě et al., 1996, s. 30; Kelnarová et al., 2009, s. 169)

Rigidní endoskopy (tubusové) jsou poměrně jednoduchá zařízení, která se skládají z několika částí, z nichž hlavní je optika. Optiku si můžeme představit jako kovový tubus složený z objektivu, sady čoček a okuláru. Rigidní endoskop je jen z části ohebný jinak tuhý přístroj. Komponenty jsou navzájem stmeleny a montovány do sebe, pokryté ochranným pláštěm. Mezi tubusem a pláštěm jsou skleněná vlákna, u objektivu kryta okénkem a na druhém konci vyústí pod okulárem. Skleněná vlákna slouží pro přenos světla pomocí světlo vodivého kabelu připojeného k optice. Tato rigidní vlastní optika se zasouvá do pracovního tubusu obsahující kanálek pro instrumentárium, odsávání nebo insuflací. Řadíme sem rektoskopy, artroskopy a ureteroskopy. (Dítě et al., 1996, s. 24; Kelnarová et al., 2009, s. 170)

Flexibilní endoskopy mají různou délku podle druhu vyšetřovaného orgánu a značnou ohebnost. Jsou konstruovány tak, aby umožňovaly vyšetření gastrointestinálního traktu bez rizika traumatizace a perforace. Fibroskop obsahuje soustavu čoček a vláknitou optiku (ohebná a tenká skleněná vlákna), kdy zdroj světla je umístěn mimo nemocného. Na horní část přístroje se umísťuje videokamera

k dokumentačním účelům. Uvnitř tohoto ohebného přístroje se nacházejí kanálky, kterými se zavádí instrumentárium (bioptické kleště). Obsahuje také pumpu, kterou se vhání vzduch, odsávací zařízení, zařízení na omytí optiky a techniku k určení směru a pohybu zavádějícího konce přístroje. Samotný tubus je konstruován z ocelové dvojité spirály, která je kryta ocelovou sítkou. Celek je nasycen kvalitním neoprénem s hladkým povrchem pro bezpečný průchod trávicí trubcí. Mezi fibroskopy patří ezofagoskop, bronchoskop, kolonoskop nebo gastroskop. (Dítě et al., 1996, s. 25-26; Kelnarová et al., 2009, s. 169)

Videoendoskopy jsou přístroje, které pro přenos obrazu nepoužívají vláknové optiky, ale speciálního snímacího elektronického prvku, tzv. CCD. To znamená, že ohebné optické sondy mají elektrický senzor v koncové části. Tento elektrický senzor přenáší signály obrazu v základních barvách do mikropočítače, kde dochází k utvoření definitivního obrazu a následném zobrazení na monitoru. Výhodou takového endoskopu je ta, že není tak citlivý na nešetrné zacházení, protože nemá zranitelnou vláknovou optiku, ale elektrický signál vede pouze tenkým kabelem. (Dítě et al., 1996, s. 28; Kelnarová et al., 2009, s. 170)

V praxi se podle vyšetřované oblasti trávicího traktu setkáváme s následujícími druhy endoskopií: ezofagoskopie, gastrokopie, gastroduodenoskopie, ezofagogastroduodenoskopie, endoskopická retrográdní cholangiopankreatografie (ERCP), enteroskopie, kolonoskopie, rektoskopie, anoskopie a intraoperační endoskopie. (Kelnarová et al., 2009, s. 171; Lukáš et al., 2007, s. 73-75)

## **3.2. Angiografie**

Termínem angiografie označujeme jak obecné zobrazení cév, tak zobrazení jedné oblasti složené z tepen, kapilár i žil (např. karotická angiografie), anebo pouze pro zobrazení tepen (např. angiografie dolních končetin). Pro zobrazení žil se používá termín flebografie. Při angiografii je intravaskulárně podávána kontrastní látka, která je následně zobrazena rentgenovými metodami. Angiografická vyšetření jsou prováděna na speciálních pracovištích intervenční radiologie. Pracoviště je složené z intervenčního sálu, který obsahuje angiografický komplet. Tento komplet se skládá z tlakového injektoru pro aplikaci kontrastní látky, který je synchronizovaný s angiografickým přístrojem, přístrojem pro monitorování tlaku a EKG, odsávačky,

defibrilátory, pulzní oxymetr, přívod plynů, prostředky pro resuscitaci s anesteziologickým přístrojem, prohlížečem rtg snímků (negatoskop) nebo u systému PACS monitory na prohlížení snímků. Angiografické sály obsahují taktéž skříňky pro uložení intervenčního instrumentária a léčiv, ochranné pomůcky proti ionizujícímu záření, a nakonec i ultrazvukový přístroj s možností dopplerovského záznamu. Pohyblivé C-rameno angiografického přístroje umožňuje provádět skioskopii i snímkování v různých projekcích pomocí rentgenky uložené naproti detektoru na konci C-ramen. Pacient leží na volně pohyblivém stole, který lze různě vycentrovat. Pro podání kontrastní látky slouží tlaková stříkačka, která umožňuje rychlou a přesnou dávkovací aplikaci koordinovanou se snímkováním. (Heřman et al., 2014, s. 16; Vomáčka et al., 2015, s. 61-2)

Zobrazení cév má buď neinvazivní zobrazovací metodu pomocí ultrazvuku, CT a MR angiografie nebo invazivní metodu, která je nutná při manipulaci v cévním řečišti. Invazivní angiografie se provádí pomocí rtg zařízení, kdy lékař po celou dobu výkonu sleduje rtg obraz, kde se v cévách pacienta v daném okamžiku nachází katetr (při katetrizaci) a pomocí něj také aplikuje kontrastní látku. Maximální množství jodové kontrastní látky se udává 4ml KL na 1 kg tělesné hmotnosti u pacientů s normální funkcí ledvin. Angiografií lze posoudit zásobení jednotlivých orgánů krví, zúžení dané cévy, různé cévní malformace, cévní zásobení nádorů a zdroje krvácení. Selektivní mezenterická angiografie má své pevné místo pro pozitivní diagnózu aktivního krvácení v objemu kolem 5 ml/min, což může v případech přerušovaného krvácení vést k falešně negativním výsledkům zejména v dolní části trávicí trubice. Ve srovnání s radionuklidovými metodami má angiografie výhodu v možnosti okamžité terapeutické intervence. (Heřman et al., 2014, s. 16-7; Krška, Zavoral et al., 2007, s. 174; Seidel et al., 2012, s. 221)

### **3.2.1. Digitální subtrakční angiografie**

Zobrazovací snímek při digitální angiografii bývá původním obrazem (nativním snímkem) překryt kontrastní náplní cév. Proto jsou angiografické přístroje vybaveny metodou DSA, která je založena na principu počítačové subtrakce. Odečtením původního snímku bez kontrastní látky náplně cév (tzv. masky) od všech snímků pořízených po aplikaci kontrastní látky získáváme rentgenový obraz cév vyplněných kontrastní látkou odstraněný od struktur (pozadí) zejména skeletu. Dané zobrazení

se nazývá taktéž metoda subtrakce a masky. (Heřman et al., 2014, s. 16; Vomáčka et al., 2015, s. 62)

Jendou z nevýhod DSA je ta, že při pohybu pacienta vznikají artefakty mezi načtením masky a snímkováním po aplikaci kontrastní látky. Tyto pohybové artefakty lze z části ovlivnit spoluprací pacienta (dýchání) nebo farmakologickou cestou (motilita střev). Sekundárně můžeme pohybové artefakty koordinovat přetvořením obrazu úpravou masky, pixelů a pozadím. DSA umožňuje promítnutí předchozí angiografie do skiaskopického obrazu pomocí tzv. shading nebo roat map zobrazení. Dále má možnost přímého záznamu skiaskopie po dobu 30-60 sekund s následným přehráním nebo srovnáním obrazu na další obrazovce vedle hlavního monitoru. Díky těmto metodám je tak zaručeno vynikající anatomické zobrazení cév, posléze orientace při navigaci a práci s katetry. (Vomáčka et al., 2015, s. 62)

### **3.2.2. CT angiografie**

Jak už bylo řečeno CT angiografie (CTA) je neinvazivní způsob zobrazení, kdy na rozdíl od katetrizační angiografie kontrastní látku podáváme intravenózně. Zobrazujeme anatomii a funkci kardiovaskulární soustavy pomocí výpočetní tomografie.

Výpočetní tomografie neboli computed tomography (CT), je založena na principu zeslabování svazku rentgenového záření při průchodu vyšetřovaným objektem. Vyšetření se skládá z většího množství sousedících vrstev a skenů o šířce 0,5 – 5 mm. Vycházející svazek záření z rentgenky je vycloněn do tvaru vějíře (třetí generace CT), jehož šířka určuje šířku zobrazované vrstvy. Záření po průchodu pacientem dopadá na kruhově umístěné detektory naproti rentgenky. Množství dopadajícího záření na detektorech je zaregistrováno a převedeno na elektrický signál, který je hned odeslán ke zpracování do počítače. Při zhotovení jedné vrstvy se soustava (rentgenka a detektor) otočí kolem pacienta o 360°, kdy doba rotace (expoziční čas) závisí na technických parametrech gantry CT přístroje, většinou se jedná o 0,3 až 2 sekundy. Během této rotace získáme řádově stovky dat každým detektorem. V současné době se používá více řad úzkých detektorů umístěných vedle sebe, díky kterým je během jedné rotace získán větší počet tenkých vrstev. CT přístroje s více řadami detektorů nazýváme MDCT (multi detector CT). CTA vychází ze spirálního CT, kdy během kontinuální expozice pacient pomalu projíždí otvorem

gantry a tím jsou získávána na sebe navazující data celé vyšetřované oblasti. Konvenční CT zhotovuje jednotlivé vrstvy postupně. U MDCT rychlost spirální techniky vyniká i se speciálním softwarem, který synchronuje sběr dat s EKG a může provést zobrazení srdce a CT koronagrafií. Digitální obrazy vrstev jsou tvořeny maticí bodů, obvykle v počtu 512 x 512 a více. Vypočítaná míra oslabení záření v jednotlivých místech vyšetřované vrstvy se označuje jako denzita, která se udává v Hounsfieldových jednotkách (HU – Hounsfield unit). Jelikož lidské oko rozpozná kolem 60 odstínů šedi, vybírá se z celé škály denzit jen určitá část (tzv. okénko). V odlišných oknech pak získáváme postupně informace o tkáních s různými denzitami. (Heřman et al., 2014, s. 21-24; Vomáčka et al., 2015, s. 42)

CTA má vysoký stupeň geometrického a prostorového rozlišení s nízkou mírou invazivity. Diagnostickým významem pro CTA je hlavně posouzení výběrové indikace, kdy CTA odpoví na specifické další otázky, jako jsou trojrozměrný pohled, funkční zobrazení vyšetřovaného orgánu a změny na orgánech zachycených při jediném vyšetření. Nevýhodou jsou opět fyziologické omezení v oblasti hrudníku a břicha způsobené apnoí. Dalším faktorem ovlivňující kvalitu zobrazení je vztah celkové doby akvizice dat a rychlost cirkulace. Vždy je nutné respektovat především prostorové umístění cévy v cévním řečišti a její funkční umístění v kardiovaskulárním systému. Vzdálenost od místa aplikace kontrastní látky k cílovému místu zobrazování cévy po trajektorii směrem cirkulace je tato poloha určující především z hlediska správného načasování aplikace kontrastní látky.

Objem aplikované kontrastní látky vytváří vlnu zvýšené denzity (bolus) šířící se cévní soustavou. Ideální je zvýšení denzity cévního lumina nad úroveň 250 HU. Nejčastěji se kontrastní látka aplikuje do žíly horní končetiny. Po aplikaci kontrastní látky centrálním žilním katétrem, se cirkulační čas kontrastní látky zkrátí až o 10–15 sekund. Naopak u zavedení kanyly do dolních končetin je nezbytné počítat s navýšením objemu kontrastní látky a prodloužením doby cirkulace na místo skenování. Kanyla musí mít průsvit a tlakovou odolnost odpovídající nárokům na požadovaný průtok kontrastní látky. Používá se flexibilní plastová kanyla šíře 18G a více. Tato kanyla může mít průtok do 5ml/s, ale i větší (vše záleží na typu a výrobci). Důležité je před aplikací kontrastní látky se přesvědčit o správném zavedení do žíly, kdy se prudce vstříkne do žíly 10 až 20 ml fyziologického roztoku. K dostatečnému udržení denzity v dané cévě se kontrastní objem aplikované látky

jednoduše vypočítá vynásobením průtoku a doby skenování. Při intravenózní aplikaci se venózní systém přeplňuje kontrastní látkou, proto lze část kontrastní látky nahradit fyziologickým roztokem na závěr požadovaného objemu, s kterým i zároveň propláchneme žilní systém. Součástí vybavení CTA jsou přetlakové injektory vybavené dvěma nástřikovými válci nebo přístrojem Ulrich CT Motion s doplňujícími nástřiky, které umožňují synchronizaci nástřiků kontrastní látky a proplachu. (Ferda, c2004, s. 3-8)

Cirkulační čas je doba, za kterou se do vyšetřované cévy dostane kontrastní látka z místa aplikace. Dobu můžeme udat na základě zkušeností a nastavení v systému, což je vhodné jen u CTA přístrojích s pomalou akvizicí. Přesné metody představují provedení testu aplikace bolusu kontrastní látky (bolus-timing) nebo automatické spuštění akvizice pomocí monitorování vývoje denzity ve vyšetřované oblasti (bolus-tracking). Důležité je také znát cirkulační fáze, abychom mohli lépe provést vyšetření dané žíly nebo tepny. Po intravenózní aplikaci kontrastní látky se nejprve naplňuje venózní systém mezi místem aplikace a srdcem (tzv. žilní předfáze), kdy mají tyto žíly největší denzitu díky koncentrované kontrastní látce. V pravé síni dochází k ředění kontrastní látky s nekontrastní krví, bolus dostává definitivní denzitu a dále se šíří arteriálním systémem (arteriální fáze). Po průchodu kapilární sítě orgánů a tkání (parenchymová fáze) se dostává bolus do žilního systému (žilní fáze). Žilní fáze obsahuje další druh fáze a tou je portální fáze v mezenteriálním povodí a v játrech. Je-li potřeba zachytit arteriální i venózní fázi v jednom nástřiku, používáme metodu dvou fází, kdy je nutné prodloužit dobu aplikace kontrastní látky nad dobu celkové akvizice, aby byla současně naplněna obě povodí. Užívá se u vyšetření abdominální oblasti nebo vyšetření plicnice a hrudní aorty. Únik kontrastní látky z cévního řečiště je nejvýraznější v mezenteriálních povodí a dolní polovině těla. (Ferda, c2004, s. 3-8)

Kontrastní látky pro CT angiografii a intervenční endovaskulární postupy se používají nefrotropní jodové látky, které se chemicky neustále vyvíjí. Nefrotropní kontrastní látky se vylučují ledvinami a za normálních okolností nemohou proniknout intracelulárně do buněk. Za patologických okolností pronikají do cév nádorů nebo přes poškozenou hematoencefalickou bariéru. Dnes se používají spíše kvalitnější neionizující kontrastní látky, které mají malé procento vedlejších reakcí a jsou všeobecně dostupné. Reakce nefrotropních KL nad 300ml mají nefrotoxický

účinek na ledviny a může dojít až k selhání funkce ledvin. Štítná žláza vycytává jod z KL, proto po aplikaci nemůže pacient až tři měsíce na radioakumulační test. Účinek na cévní systém způsobuje vazodilataci cév, proto při prvním nástřiku jsou někdy sledované spasmy, jakož to spíše mechanická reakce cévy. Dalšími reakcemi jsou poruchy srážlivosti krve a deformace krvinek. Alergoidní reakce na KL imunitního systému jsou obdobně jako u alergických reakcí závažné. Vyskytují se nejvíce u intravenózních podání, méně po intraarteriální aplikaci. Reakce se vyskytují ve většině případech hned v první minutě podání KL, pozdější reakce se mohou objevit do 30-60 minut, proto ambulantní pacienti musí počkat alespoň 30 minut po ukončení výkonu na radiologickém oddělení. Prevence u normálních nerizikových pacientů spočívá v dostatečné hydrataci, správné alergologické anamnéze a její kontrole dotazem nebo chorobopisem. Při aplikaci a po celou dobu vyšetření musí být zajištěna neustále periferní žíla a použití neionické KL bez premedikace je pro pacienty bez alergické anamnézy. U pacientů s alergickou anamnézou je nutná speciální premedikace v podobě podání Prednisonu tbl 40mg 12-18 hod, nebo podání Hydrocortisonu. (Vomáčka et al., 2015, s. 68-9)

U CT angiografie nesmíme opomenout patřičný postprocessing, který je pro traumatologa a cévního chirurga nezbytný. Úpravy v axiální rovině jsou minimální. Důležité je přizpůsobení okénka pro nastavení správného kontrastu a jasů náplně v cévě, kdy jsme schopni rozeznat od sebe kalcifikace, náplň a stěnu cévy. Planární rekonstrukce slouží pro správné plošné zobrazení, získání vhodného dálkového měření, zahrnující prosté multi-planární rekonstrukce (MPR) pro posouzení stěny cévy a rekonstrukce zakřivených ploch (curved planar reconstructions – CPR). Cévní struktury jsou různě a složitě umístěny v prostoru, proto významnou úlohu mají virtuální trojrozměrné (3D) rekonstrukce nebo až 4D pro zobrazení srdce. Pro prostorové zobrazení cév se používají tři typy zobrazovacích algoritmů: maximum intensity projection (MIP) pro zvýraznění kontrastní náplně při potlačení okolí, volume rendering technique (VRT) pro prostorové barevné vykreslování objemu a shaded surface display (SSD) pro povrchově vykreslený obraz. (Ferda, c2004, s. 22-32; Seidl et al., 2012, s. 219)

### **Vyšetření a nálezy**

Embolizace a akutní trombóza se projevuje jako hypodenzní defekt v náplni tepny. Pokud tepna není zcela uzavřena, embolus může být kontrastní látkou

obtékán. Jestliže jde o úplnou okluzi, dochází v jejím periferním povodí ke kolapsu cév. Venózní infarkt lze poznat jako dilatované jemné žilky bez diferencovatelných trombů nebo jako klasický trombus ve velkých mezenterických žilách hypodenzním defektem. Pro zobrazení okluzy tepny je nejvhodnější stínovaná barevná VRT metoda. (Ferda, c2004, s. 208)

Dysplazie viscerálních tepen je nejlepší zobrazit izotropním zobrazením (voxel 1 mm), kdy senzitivita CTA se pohybuje kolem 90 %, stejně jako u jiné stenózy viscerálních tepen. Je-li nastavena jen kolimace na 2,5 mm, pak je prostorové rozlišení horší a projevují se více pulzační artefakty. (Ferda, c2004, s. 262)

Krvácení do trávicího traktu zobrazené únikem kontrastní látky do lumina trávicí trubice je relativně vzácné, ale lze jej spatřit u nemocných s akutními vředy, po rozsáhlých kardiochirurgických výkonech v mimotělním oběhu a u komplikací spojených s výraznou centralizací krevního oběhu. Při naplněném střevě vodou většinou u ileózním stavu střeva, distálně pak nacházíme od místa krvácení zvýšenou denzitu obsahu s hodnotou kolem 70HU. Tyto hodnoty pak poukazují v porovnání s běžnou denzitou tenkého střeva na střevní obsah s výraznou příměsí krve. Nejprve hodnotíme axiální řezy nebo MPR, poté pro zobrazení vlastního jezírka vytékající kontrastní látky a abdominálních cév ve VRT, MIP rekonstrukci nebo MIP vrstvy. (Ferda, c2004, s. 272)

Nálezy mezenterického typu hypervaskularizace u dlouhodobě probíhajícího zánětu střev se objevují jako radiální soustava zmnožených cév kolem střeva a zvýšené tukové tkáně. Toto uspořádání cév vyvolává dojem obrazu mnohonožky. Pro zobrazení střeva jsou koronální rekonstrukce nejprůhlednější, poté obvykle cévní anatomie pomocí VRT a MIP rekonstrukce. (Ferda, c2004, s. 280)

### **3.2.3. MR angiografie**

Alternativu zobrazení cév představuje magnetické rezonance, při které na rozdíl od CT angiografie pacient nepodléhá ionizujícímu záření. Na nativním MR zobrazení je proudící krev asignální, proto se používají speciální sekvence, které registrují pohybující se útvary, v tomto případě tekoucí krev. Další technikou se využívá výraznou změnou intenzity signálu za přítomnosti kontrastní látky, u které je nutné použít rychlou akvizici dat ihned po intravenózní aplikaci bolu kontrastní látky.



Základem magnetické rezonance jsou změny magnetických momentů jader prvků s lichým protonovým číslem uloženým v silném statickém magnetickém poli po aplikaci radiofrekvenčních pulzů. Magnetický moment vzniká kolem jader s lichým protonovým číslem v důsledku rotace atomových jader kolem své osy, což znamená, že atomová jádra mají svůj určitý spin. Významný je atom vodíku, který obsahuje pouze jediný proton v jádře a je hojně rozšířen v těle pacienta. Dáme-li zkoumanou tkáň do silného zevního magnetického pole, dojde k uspořádání spinů protonů do dvou opačných směrů, z nichž jedno směrové uspořádání spinů převládá a výsledný magnetický moment z velkého množství protonů je v jednom směru. V tomto stavu magnetický moment protonu koná dva typy pohybu. Jednak rotuje kolem své osy (spin) a také rotuje po plášti pomyslného kužele, což označujeme jako precese atomu. Jakmile je aplikován radiofrekvenční pulz (elektromagnetického vlnění) o takové frekvenci, která je shodná s frekvencí precese atomu, dojde na principu rezonance k vychýlení magnetického momentu z původního směru o určitý úhel, a také k synchronizaci precese všech protonů. Po skončení pulzu dochází postupně k návratu do původního stavu a získáme tak relaxační čas. Čas nutný k návratu vychýleného magnetického momentu je označován jako relaxační čas  $T_1$  a čas rozsynchronizování precese je relaxační čas  $T_2$ . Tyto časy jsou závislé na složení hmoty v okolí zkoumaných protonů a jejich zobrazování se neměří přímo, nýbrž se porovnávají jejich rozdíly na jednotlivých sekvencích. Čas  $T_1$  svou magnetizací dosáhne 63 % původní hodnoty a čas  $T_2$  zbylých 37 % k dosažení původní hodnoty. Velikost magnetizace záleží nejen na velikosti rotujících molekul, ale i na chemickém složení tkání, proto struktury s velkým obsahem tekutiny mají dlouhý relaxační čas, naopak tukové tkáně obsahují velké makromolekuly a jejich relaxační časy jsou krátké. Diference relaxačních časů v normálních a patologických tkání nám určují základ MR zobrazení. (Heřman et al., 2014, s. 25-27; Vomáčka et al., 2015, s. 47-51)

Po patřičných sériích různých radiofrekvenčních pulzů získáváme signál elektromagnetického vlnění pomocí přijímacích cívek a jsme schopni změřit jeho velikost. Tato série radiofrekvenčních pulzů, nutná k získání měřitelného signálu, je označována jako sekvence. K vysílání a přijímání signálů se používají různé nebo stejné cívky. K získání nejkvalitnějších obrazů musí být cívky umístěny co nejbližší k vyšetřované oblasti, proto volíme různé cívky pro danou část těla. Rezonanční

frekvence protonů je závislá na intenzitě zevního magnetického pole, který můžeme nazývat také statickým magnetickým polem  $B_0$ . Jak už bylo napsáno, většina uspořádání spinů protonů jsou v jednom směru v paralelním postavení a menší část v antiparalelním postavení (opačném směru) otočena o  $180^\circ$ . Intenzita statického magnetického pole  $B_0$  se vyjadřuje v jednotce Tesla (T), kdy zatím nejpoužívanější přístroje mají intenzitu 1,5T, ale existují i silnější přístroje se silou intenzity 3T, nebo až experimentální o intenzitě 7T. Abychom byli schopni lokalizovat polohu jednotlivých protonů v trojrozměrném prostoru, potřebujeme k tomu přídatná gradientní pole, která jsou vložena do hlavního statického magnetického pole ve třech na sobě kolmých rovinách x, y, z. Gradientní cívky po zapnutí mohou částečně změnit sílu  $B_0$  tak, že v žádném místě trojrozměrného prostoru nebude stejná. Poté se díky gradientním cívkám určuje rovina řezu a šířka vrstvy. (Heřman et al., 2014, s. 25-27; Vomáčka et al., 2015, s. 47-51)

Kontrastní látky u MR mají chemický základ v chelátech obsahující gadolinium, které vytváří poměrně velké makromolekuly nepronikající do buněk, proto kolují v těle krví. Gadoliniové kontrastní látky obsahují chelátové komplexy s vysoce toxickým volným iontem gadolinia, který se může v lidském organismu uvolňovat. Gadolinium mění magnetické poměry v okolí a zkracuje oba relaxační poměry, kdy např. u T1 času se na skenu projeví hyperintenzitou. Je to jedna z nejsilnějších paramagnetických látek. Vedlejší reakce naproti jodovým KL bývají poměrně vzácné. Po aplikaci nízkomolekulárních gadoliniových chelátů se objevují nežádoucí účinky kolem 1–2 %. Anafylaktické reakce jsou až 6krát nižší než po aplikaci neionických RTG kontrastních látek. Jednou z velice vážných komplikací u KL obsahující gadolinium je nefrogenní systémová fibróza (NFS), která byla prokázána teprve nedávno a může se projevit fibrózou kůže, pojivových tkání, a také v některých případech způsobuje až smrt pacienta. NFS se vyskytovala pouze u pacientů s renálním selháním nebo před transplantací jater. (Seidl et al., 2012, s. 80-82; Vomáčka et al., 2015, s. 70)

Zobrazení pomocí MRA (MR angiografie) má ve srovnání s angiografií nižší rozlišovací schopnost, větší možnost vzniku artefaktů a ve většině případů nelze zobrazit selektivně jednotlivé tepny. Při speciálních typech sekvencí a zvyšování kvality obrazů s patřičnou rekonstrukcí jsou však tyto nedostatky MRA méně výrazné. MRA zobrazení se rozděluje na tři typy.

První vtoková skupina, nazývaná TOF (time of flight) metoda, je založena na fenoménu in flow, kdy do měřené vrstvy přitékají neexcitované spiny se zachovalou podélnou magnetizací. Signál přitékajících erytrocytů zesílíme gradientním echem s malým vychylovacím úhlem a krátkým TR časem (doba, po níž opakovaně aplikujeme jednotlivé excitační pulsy). Pro rychlé toky (arteriogram) využíváme 3D TOF metodu, a pro pomalé toky (venogram) 2D TOF metodu.

Druhá skupina využívá fázového kontrastu, nazývaná též jako PC (phase contrast), kdy zdrojem signálu je fáze makroskopického stavu magnetizace, který můžeme změnit (posunout) v pohybu. Změny fáze závisí na rychlosti spinů a gradientních polí. Používá se často při pomalejších tocích.

Třetí skupina je založena na intravenózní aplikaci kontrastní látky, nazývaná jako CE MRA (contrast enhanced MRA). Používá se tlaková stříkačka, kdy bolus KL je následován aplikací fyziologického roztoku, který slouží k protlačení veškeré kontrastní látky z hadiček do žíly a udržení standardní rychlosti proudění KL v prvních sekundách. Nejdůležitější je načasování začátku skenování při vstupu kontrastní látky do dané vyšetřovací oblasti. U starších přístrojů následuje ještě zkusmý nástřik 1ml kontrastu. Novější přístroje disponují MR skiaskopií, kdy sledujeme příchod čela KL do oblasti zájmu. Na výsledný obraz MR skiaskopie (Care bolus) pomocí angiografické sekvence má vliv fyziologie krevního toku. Tento vliv je založen na laminárním a turbulentním typu proudění v tepnách, kdy může docházet k odlišnostem v intenzitě a následným problémům v diagnostice (pseudostenózy, pseudotromby v okolí stěny apod.). (Seidl et al., 2012, s. 66; Vomáčka et al., 2015, s. 54-55)

MR angiografie má svou nevýhodu v nepokrytí celé anatomické oblasti, protože stejně jako u DSA se při MRA zobrazí jen průchodná část cévy, což jde jednoduše vyřešit nativními skeny, a tak hodnotit např. přítomnost trombu ve vaku aneurysmatu břišní aorty. Dále není MRA schopna dobře zobrazovat malé cévy, či obdobně přesně určit významnou stenózu tepny nebo její kalcifikace. U jednotlivých oblastí se kontrastní MRA liší pouze v načasování sběru dat po aplikaci KL, jejím množstvím a rozsahem skenované oblasti. Zobrazení probíhá nejdříve pořízením nativního vyšetření a poté je zvolená oblast vyšetřena po intravenózní aplikaci paramagnetické KL se stejnou sekvencí. Na konci daného

vyšetření se provádí automatická subtrakce těchto sekvencí, díky které získáme obrazový základ pro MIP nebo 3D rekonstrukci. (Heřman et al., 2014, s. 253)

## 4. Endovaskulární léčba

Z metod diagnostické angiografie se vyvinul moderní a dále se rozvíjející obor intervenční radiologie. Angiointervenční radiologie používá takové technologie, díky kterým můžeme provádět endovaskulární léčbu. Z hlediska kvality zobrazených nálezů lze digitální subtrakční angiografii považovat za zlatý standard z přístrojového vyšetření. Jak už bylo podáno výše (v kapitole 3.2. Angiografie), specializované pracoviště intervenční radiologie zahrnuje angiografický stůl, C rameno, zesilovač RTG obrazu, monitory a tlakovou stříkačku. Rentgenový obraz je převeden do digitální podoby maticí 1024 x 1024 jednotek ose x, y. Následný obraz je použit k miniinvazivním terapeutickým postupům vaskulární intervence.

Tyto postupy se uplatňují v léčbě postižení tepenného a žilního systému. Zobrazení tzv. přímou angiografií dochází k aplikaci kontrastní látky přímo do cévy, jehož povodí chceme zobrazit pomocí přímé perkutánní punkci. Kvůli řadě komplikacím, zejména nemožnosti dobrého kontrolování místa vpichu, bylo od přímé angiografie upuštěno a nyní se využívá už jen převážně pro flebografii končetinových žil. Dnes se punktuje pomocí Seldingerové metody, u které volíme přístup do cév nejčastěji přes a. femoralis, méně často pak přes a. radialis, a. brachialis nebo a. axillaris. Výkon probíhá za sterilních podmínek a při aplikaci lokálního anestetika. Do podkoží provedeme punkci tenkostěnnou jehlou (18 gauge) a snažíme se punktovat pouze přední stěnu tepny. Při správném vpichu začne z jehly pulzačně vystřikovat krev a následně do jehly zavedeme krátký vodič až do tepny. Poté po vodiči vytáhneme jehlu, kdy vodič je ponechán v luminu tepny. Po vodiči zasuneme do tepny katétr nebo zaváděcí pouzdro (sheath). Jakmile nepotřebujeme vodič, odstraníme ho a následně provedeme proplach katétru nebo zaváděcího pouzdra. Tato technika je nejšetnější metodou a zajišťuje bezpečný přístup do cévního řečiště pro vlastní diagnostický nebo terapeutický výkon. (Seidl et al., 2012, s. 223-225, Vomáčka et al., 2015, s. 58)

Endovaskulární léčba se uplatňuje u trombózy mezenterické žíly, léčby intestinální ischemie, benigních a maligních striktur jícnu, arteriálního krvácení do zažívacího traktu, aneurysmat viscerálních tepen, při traumatech aorty, a u postižení portální hypertenze. (Krajina et al., 2005, s. 557-623, Nekula et al., 2014, s. 195-217)

## Endovaskulární léčba uzávěrového postižení cév

Perkutánní transluminální angioplastika (PTA) je metoda léčby u níž dochází k roztažení cévy pomocí balonkového katétru. Tento katétr je zaveden do místa zúžení s balonkem ve složeném stavu po vodiči. Naplněním balonku dojde ke kontrolovanému poranění patologicky změněné cévní stěny neboli roztržení intimy a vnitřní části medie. Šířka balonku je maximálně o 10 % větší než předpokládaná šířka zdravé cévy a jeho délka by měla odpovídat délce léze. Důležitá je medikamentózní léčba pacienta jak během, tak po výkonu PTA. Roztržením cévní stěny dochází k nastartování autoreparativních procesů, které mohou vést k trombóze, či až k restenóze. Příčinou pozdního selhání PTA je myointimální hyperplazie, která je způsobená migrací buněk hladké svaloviny a proliferací intimy. Po výkonu by měli pacienti užívat Anopyrin po dobu šesti měsíců a déle. V současné době se používají balony potahované léčivem zvaným drug eluting (coating) balloon (DEB), které brzdí proliferaci hladkých svalových buněk a tím se omezuje hyperplazie intimy. Immunosupresivum (sirolimus), cytostatikum (paclitaxel), glukokortikoid (dexamethazon) jsou účinné látky, které se u potahovaných balonků také používají, avšak kvůli jejich vysoké ceně je jejich větší využití stále minimální. (Bachleda et al., 2011, s. 25; Vomáčka et al., 2015, s. 58-9)

Za účelem zajištění odolnosti zevní komprese stenotické léze pomocí kruhové pevnosti slouží endovaskulární výztuže nazývané stenty. Stenty podporují výsledek PTA a podle způsobu využití je dělíme na plastické (balon-expandibilní) a elastické (samo-expandibilní). Do krátkých stenóz v rovných úsecích cév se zavádí balon-expandibilní stenty, které jsou z chirurgické oceli a mají tak větší sílu a pevnost na úkor elasticity. V delších stenózách ve vinutých cévách se používají stenty druhého typu tzv. samo-expandibilní, které jsou vyrobeny z nitinolu, jež zajišťuje vysokou elasticitu. S cílem zmenšit dráždění cévní stěny a snížit riziko restenózy jsou povrchy stentů upraveny potahem většinou ze zlata, chromu, titanu či silikonu, ale také z uvolňujících farmak jako je heparin nebo imunosupresiva. Další stenty, které jsou potažené zevnitř nebo zevně nepropustným materiálem charakteru cévní protézy nazýváme stentgrafty. Stentgrafty slouží k zástavě krvácení perforovaných nebo rupturovaných cév, léčbě disekcí a výdutí velkých cév. Nejčastějším potahovacím materiálem u stentgraftů je polytetrafluorethylen (PTFE). (Bachleda et al., 2011, s.25-6; Vomáčka et al., 2015, s. 59)

K rozpuštění sraženiny se dnes používá lokální trombolýza katétre zavedeným do uzávěru (sraženiny). Pomocí tzv. pulzní sprejové farmakomechanické trombolýzy katetr s bočními otvory dodává patřičné krátkodobé vysokotlakové pulzy. K lokálnímu podání slouží vhodné trombolytikum jako rekombinantní t-PA (altepláza, retepláza), které se váže na fibrin a ve sraženině aktivuje a indukuje přeměnu plasminogenu na plasmin a tím rozpouští danou sraženinu. (Bachleda et al., 2011, s. 27)

### **Embolizace**

Pomocí intervenční embolizace můžeme léčebně uzavřít cévu nebo i více cév najednou. Cílem je léčit patologickou funkci orgánu a tkání nebo zastavit a předejít krvácení. Indikací k embolizacím jsou akutní hemostatické výkony při krvácení do gastrointestinálního traktu nebo bronchů, posttraumatických krvácení nebo krvácení maligních tumorů. K terapeutické embolizaci je dle chemických a fyzikálních vlastností používán různorodý materiál. Můžeme jej dělit na v těle resorbovaný materiál (želatinová pěna – Gelaspon, krevní sraženina) nebo na neresorbovatelný materiál jako jsou polyvinylalkoholové částice s velikostí 45–1500 mikrometrů, tisacryl polymerové částice – embosféry, tkáňové lepidlo n-butyl-kyanokrylát-enbukrylát, kovové spirály nebo mikrospirály (Tornádo, Nester) a sklerotizační látky (96% ethanol). (Bachleda et al., 2011, s. 36; Vomáčka et al., 2015, s. 60)

## Závěr

Bakalářská práce se zabývá problematikou cévních poruch a nemocí trávicí trubice. Je zde uvedeno cévní zásobení trávicí trubice, které je nezbytné znát při daném onemocnění. Stručně byly popsány nejčastější choroby trávicí trubice se vznikem krvácení do gastrointestinálního traktu a vaskulární ischemie. Následně jsou v práci popsány takové zobrazovací metody, u kterých je možné dobře rozpoznat danou poruchu a její nejlepší zobrazení prostřednictvím prostorových modelů cév apod.

Tato práce se snaží objasnit princip daných zobrazovacích metod a jejich využitelnost v dané problematice oblasti. Zdůrazněna je zde nepostradatelná funkce DSA při práci v cévním řečišti a při katetrizaci. Endovaskulární léčba při miniinvazivních intervenčních metodách představuje daleko šetrnější zásah do organismu pacienta oproti chirurgickému zákroku a může v dobrých případech zachránit i danou část trubice před úplnou resekcí. V závěru práce je sepsán základ endovaskulárních léčebných výkonů s použitím daných materiálů vhodných pro terapeutický proces v cévním lumen.

Vytyčené cíle a otázky stanovené v úvodu bakalářské práce se při zpracování daného téma povedly dosáhnout a zodpovědět. Vzhledem k tomu, že se jedná o značně široké téma, zabývá se jím tato práce spíše rámcově. Dalším možným rozšířením této bakalářské práce, by přicházelo v úvahu rozpracovat jednotlivé instituty více do hloubky. Dané téma lze rozšířit také o další chirurgické cévní výkony, kterými se tato práce vzhledem k rozsahu blíže nezabývá.



## Referenční seznam

- BACHLEDA, Petr. Cévní chirurgie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2958-8.
- ČIHÁK, Radomír. Anatomie 2. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4788-0.
- ČIHÁK, Radomír. Anatomie 3. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
- DÍTĚ, Petr. Základy digestivní endoskopie. Praha: Grada, 1996. ISBN 8071692379.
- DOHNALOVÁ, Dagmar. Repetitorium patologie pro praktická cvičení. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. ISBN 978-80-244-4002-6.
- EAST, B. a J. HOCH. [Acute bleeding into the GI tract--A surgical diagnosis?]. Rozhledy v chirurgii: mesicnik Ceskoslovenske chirurgicke spolecnosti [online]. 2015, 94(7), 289-92 [cit. 2021-03-30]. ISSN 00359351.
- FERDA, Jiří. CT angiografie. Praha: Galén, c2004. ISBN 80-7262-281-1.
- FIRT, Pavel, Jaroslav HEJNAL a Ivan VANĚK. Cévní chirurgie. Ilustroval Eva VRBOVÁ. Praha: Avicenum, 1991. ISBN 80-201-0047-4.
- GRIM Miloš, NAŇKA Ondřej, HELEKAL Ivan. Atlas anatomie člověka II., Hlava a krk, vnitřní orgány, neuroanatomie. Praha: Grada Publishing, a. s., 2017. ISBN 978-80-247-4156-7.
- HEŘMAN, Miroslav. Základy radiologie. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.
- KELNAROVÁ, Jarmila. Ošetřovatelství pro střední zdravotnické školy. Praha: Grada, 2009-. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3106-3.
- KOUCKÝ, V., J. BOUČEK, D. KALFEŘT a J. PLZÁK. Primární vaskulitidy v otorinolaryngologii: přehled literatury a kazuistické případy. Otorhinolaryngology [online]. 2019, 68(4), 237-246 [cit. 2021-04-09]. ISSN 12107867.
- KRAJINA, Antonín et al. Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie. 1. vyd. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. s. 835. ISBN 80-86703-08-8.

- KRAJÍČEK, Milan. Chirurgická a intervenční léčba cévních onemocnění. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-0607-8.
- KRŠKA, ZAVORAL ET AL., Zdeněk a Miroslav ZAVORAL. Krvácení do gastrointestinálního traktu. V Praze: Triton, 2007. ISBN 978-80-7254-994-8.
- LUKÁŠ, Karel a Aleš ŽÁK. Gastroenterologie a hepatologie: učebnice. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1787-6.
- NEKULA, Josef. Klinická radiologie: skriptum. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2014. ISBN 978-80-7464-564-8.
- POVÝŠIL, Ctibor a Ivo ŠTEINER. Speciální patologie. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, c2007. ISBN 978-80-7262-494-2.
- SEIDL, Zdeněk. Radiologie pro studium i praxi. Praha: Grada Publishing, 2012, 368 s. ISBN 978-80-247-4108-6.
- VOMÁČKA, Jaroslav, NEKULA, Josef, KOZÁK, Jiří. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Olomouc, 2015, 157 s. ISBN 978-80-244-4508-3.

## Seznam zkratek

a.	arteria
aa.	arteriae
r.	ramus
rr.	rami
v.	vena
vv	venae
CCD	charge coupled device
CT	computed tomography
CTA	CT angiografie
CPR	curved planar reconstructions
DDV	dolní dutá žíla
DEB	drug eluting balloon
DSA	digitální subtrakční angiografie
EKG	elektrokardiogram
GIT	gastrointestinální trakt
HDV	horní dutá žíla
KRCa	kolorektální karcinom
KL	kontrastní látka
LDL	low density lipoproteins
MDCT	multi-detector row computed tomography
MIP	maximum intensity projection
MPR	multi-planární rekonstrukce
MR	magnetická rezonance
MRA	MR angiografie
PACS	picture archiving and communication systém
PTA	perkutánní transluminální angioplastika
RTG	rentgen
SSD	shaded surface display
TK	tlak krve
TOF	time of flight
TOKS	test okultního krvácení do stolice

VRT      volume rendering technique