

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Magdaléna Švecová

Současné trendy v zobrazení cév se zaměřením na žíly

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Vojtěch Prášil

Olomouc 2019

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

Olomouc 15. dubna 2019

podpis

Děkuji MUDr. Vojtěchu Prášilovi za cenné rady a poskytnutí obrazové přílohy. Dále děkuji svým přátelům a rodině za psychickou podporu.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská

Téma práce: Současné trendy v zobrazení cév

Název práce: Současné trendy v zobrazení cév se zaměřením na žíly

Název práce v AJ: Current Trends in Vascular Image Focusing on Veins

Datum zadání: 2018-11-15

Datum odevzdání: 2018-04-12

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav radiologických metod

Autor práce: Švecová Magdaléna

Vedoucí práce: MUDr. Vojtěch Prášil

Oponent práce: MUDr. Jiří Kozák

Abstrakt v ČJ: Cílem této přehledové bakalářské práce s názvem „Současné trendy v zobrazení cév se zaměřením na žíly“ je sumarizovat aktuální informace o zobrazovacích metodách při vyšetření žil, popis principu těchto metod a patologické nálezy, které se vyskytují na snímcích. V úvodní kapitole je seznámení s oborem flebologie a přehled invazivních a neinvazivních zobrazovacích metod. Následující kapitoly se věnují jednotlivým zobrazovacím metodám při zobrazení žil.

Všechny potřebné informace jsem získala z odborné literatury a na základě rešerše odborných článků v českém i anglickém jazyce. Pro rešeršní činnost jsem použila tyto databáze: EBSCO, Web of Science, Medvik a Scopus

Abstrakt v AJ: The aim of this review bachelor thesis entitled "Current trends in vein imaging with focus on veins" is to summarize current information on imaging methods in vein examination, a description of the principles of these methods and pathological findings that appear in images. The introductory chapter introduces the field of phlebology and the overview of invasive and non-invasive imaging methods. The following chapters deal with individual imaging methods for vein imaging.

I have obtained all the necessary information from the literature and on the basis of a research of scientific articles in Czech and English. I used the following databases for search activities: EBSCO, Web of Science, Medvik and Scopus

Klíčová slova v ČJ: ultrazvuk, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, magnetická rezonanční angiografie, digitální subtrakční angiografie, flebografie, žilní systém, Seldingerova metoda, CT flebografie, MR venografie, intravaskulární ultrazvuk, onemocnění žil

Klíčová slova v AJ: ultrasound, computer tomography, magnetic resonance imaging, magnetic resonance angiography, digital subtraction angiography, venography, veins, Seldinger technique, CT flebography, MR venography, intravascular ultrasound, pathology of veins

Rozsah: 38 stran/ 4 přílohy

Obsah

Úvod.....	7
1 Anatomie.....	9
2 Onemocnění žilního systému.....	10
3 Invazivní zobrazovací metody.....	12
3.1 Digitální subtrakční angiografie	12
3.2 Flebografie.....	14
4 Neinvazivní zobrazovací metody.....	17
4.1. Ultrazvukové vyšetření.....	17
4.2 Výpočetní tomografie.....	20
4.3 Magnetická rezonance.....	22
5 Úloha radiologického asistenta.....	26
Závěr.....	28

Úvod

Flebologie neboli nauka o žilách je vědní medicínský obor, který se každým dnem více rozrůstá. Pro lékaře, kteří se touto oblastí zabývají, bývá často diagnostika a léčba obtížná. Onemocnění žilního systému může být totiž prakticky v celém těle. Přínosem jsou stále lepší zobrazovací metody, které dokáží dobře rozpoznat postižené místo. (Herman, 2011, s. 13)

Používané metody dělíme na invazivní a neinvazivní. Mezi neinvazivní zobrazovací metody patří ultrasonografie (US), výpočetní tomografie (CT) a magnetická rezonance (MR). Je to soubor metod, při kterých není žádný zásah do pacientova těla. Zatímco invazivní metodou je angiografie, kdy je zapotřebí punkce cévy. Angiografie je obecný pojem pro zobrazení cév. Pro zobrazení tepen se používá termín arteriografie a pro zobrazení žil flebografie.

V posledních letech neinvazivní metody zaznamenávají úspěch v oblasti kvality zobrazení. Stále se zdokonaluje jejich zobrazování a postupně začínají nahrazovat intervenční angiografické vyšetření. (Seidl, 2012, s. 219-220)

Na základě dohledaných poznatků, lze stanovit základní otázky: Jaká jsou nejčastější onemocnění žilního systému? Jaké zobrazovací metody se používají při vyšetření žil? Jaké jsou výhody a nevýhody jednotlivých zobrazovacích metod při vyšetřování žilního řečiště?

Cílem této přehledové bakalářské práce je popsat případy, při kterých se používají jednotlivé zobrazovací metody, jejich výhody, nevýhody a případná omezení.

K sepsání bakalářské práce byla použita tato vstupní literatura:

- HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.
- HERMAN, Jiří a Dalibor MUSIL, 2011. *Žilní onemocnění v klinické praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3335-7.
- KRAJINA, Antonín a Jan H. PEREGRIN, 2005. *Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie*. Hradec Králové: Olga Čermáková. ISBN 80-86703-08-8.
- SEIDL, Zdeněk, Andrea BURGETOVÁ a Eva HOFFMANNOVÁ, 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4108-6.
- VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

Informace pro napsání přehledové bakalářské práce byly získány na základě rešeršní činnosti v databázích EBSCO, Web of Science, Medvik, Scopus a zapůjčení odborné literatury v knihovnách LF, FZV UPOL a ve Vědecké knihovně Olomouc. Vyhledávacími jazyky pro tuto bakalářskou práci byly český a anglický jazyk.

Po prostudování celkových 21 článků byly čerpány informace pouze z 6 z nich. Zbylé články neposkytovaly potřebné informace.

Odborné články byly vyhledávány na podkladě těchto klíčových slov: ultrazvuk, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, magnetická angiografie, digitální substrakční angiografie, flebografie, žilní systém, Seldingerova metoda, CT flebografie, MR venografie, intravaskulární ultrazvuk, onemocnění žil

1 Anatomie

V lidském těle je cirkulace krve zajištěna tepnami a žilami, které jsou vzájemně propojeny pomocí krevních kapilár. Srdce má v tomto případě úlohu pumpy, která krev pohání. Přímo na žilní řečiště je napojen lymfatický systém uzlin a cév, který do žil přivádí lymfu.

Malé žilky se nazývají venuly a stejně jako u větších žil mají stejnou skladbu tří vrstev (tunica intima, media a adventitia). U větších žil má tunica media vazivovou a svalovou složku. Do venul přichází krev z kapilár a z postkapilárních venul. Odtud se krev sbírá do dvou sběrných žil – vena cava inferior a superior. (Naňka, 2015, s. 87) Tyto dva velké žilní kmeny nakonec ústí do pravé srdeční síně. (Naňka, 2015, s. 119) Na rozdíl od tepen má žilní systém chudou autonomní inervaci. Pomocí párových a nepárových chlopní, které má většina žil se usměrňuje tok krve směrem k srdci. Chlopně se nevyskytují v horní a dolní duté žíle, ve v. portae, v žilách páteře a většině žil mozku. Žíly často doprovázejí tepny a jsou uloženy ve vazivové tkáni, do které prostupují adventicie cév a vazivová vlákna. Díky této skutečnosti mají cévy ve tkáni pružnou fixaci. (Naňka, 2015, s. 87)

Horní dutá žíla (vena cava superior) vzniká soutokem v. brachiocephalica dextra et sinistra. Do obou venea brachiocephalicae se sbíhá krev z obou horních končetin, hlavy a krku. Obě tyto žíly vznikají z v. jugularis interna a v. subclavia, která je pokračováním silnější v. axillaris.

Dolní dutá žíla (vena cava inferior) se nachází v oblasti retroperitonea a vzniká soutokem v. iliaca communis dextra et sinistra. Vstupují do ní i párové renální žíly (v. renalis sinistra et dextra), z bránice (v. phrenica dextra et sinistra), čtyři párové žíly z bederní oblasti (vv. lumbales dextra et sinistra), žíly z varlete a ovaria (v. testicularis/ovarica dextra et sinistra) a tři silné žíly z jater (vv. hepaticae). Vena iliaca communis se dělí na v. iliaca externa a interna. Na dolní končetině se rozlišuje hluboký a povrchový žilní systém. Do hlubokého řadíme v. femoralis a v. poplitea, které vychází z v. iliaca externa. A mezi povrchové patří vena saphena magna na palcové straně a vena saphena parva na malíkové.

Vena porte je 8cm dlouhá a 2cm široká nepárová žíla, která sbírá krev z nepárových orgánů v břišní dutině a odvádí jí do jater. Ze žaludku, střev a žlučníku. (Naňka, 2015, s. 119-129)

2 Onemocnění žilního systému

V žilním systému se nachází přibližně 80% veškeré krve, nejvíce ve splachnické oblasti a v končetinách. Onemocněním žilního systému trpí zhruba 15% dospělé populace. Z malé části ovlivňují mortalitu příčinou vzniku plicní embolie. Podílejí se však na většině onemocnění kardiovaskulárního systému. (Klener, 2001, s. 332)

V praxi se nejčastěji lékař setkává s chronickým žilním onemocněním tzv. žilní insuficience a žilní trombózou. U žilního systému je vznik malformací a aneurysmat ojedinělý. Příznaky onemocnění se často začínají projevovat už během puberty nebo před 30. rokem života. Nejčastěji je to pocit těžkých nohou, bolestivost, otoky, křeče nebo trofické změny kůže, např. bércový vřed (ztráta kůže, která zasahuje hluboko a její léčba je časově náročná). Samozřejmě se vyskytují i případy, kdy pacient nemá žádné symptomy. Bolestivost je často popisována jako tlaková, křečovitá či pálivá. (Herman, 2011, s. 15) Obtíže se většinou projevují večer po celodenním namáhání. (Klener, 2001, s. 332) Rizikové oblasti jsou nejčastěji dolní končetiny. Z důvodů namáhání, dlouhého stání či sezení. Především u těhotných žen mohou vznikat žilní insuficience a trombózy v důsledku větší hmotnosti. V těhotenství se riziko vzniku trombembolie zvyšuje 4-5x a v šestinedělí 15x, ve srovnání s negavidními ženami. (Herman, 2011, s. 15)

Pacienta s typickými příznaky musíme vyšetřovat v leže i ve stoje. K upřesnění diagnózy a poruchy onemocnění se používají funkční testy. Nejčastěji se používá Perthesův a Trendelenburgův test. Perthesův test slouží k diagnostice poruchy žilně-svalové pumpy, při kterém nedochází k návratu krve z dolní končetiny. Během vyšetření pacient stojí a má na bérce nebo stehně přiložený turniket. Na hřbetu nohy a na dolní části bérce lékař pozoruje šířku žil a pohmatem žilní tlak. Poté pacient 20 vteřin šlape. Pokud je žilní systém na končetině v pořádku dochází k vypuzení krve z končetiny, šířka a tlak v žilách se zmenší. Pokud se nezmění, svědčí to o onemocnění žilně-svalové pumpy. Trendelenburgův test slouží k diagnostice insuficience chlopní a provádí se ve dvou variantách (Klener, 2001, s. 334)

Varixy

Varixy jsou povrchové onemocnění žilního systému, které se projevují jako vakovitě rozšířené a vinuté. Nejčastější výskyt je na dolních končetinách. Postihují 10-15% dospělé populace a u žen se vyskytují třikrát častěji než u mužů. (Klener, 2001, s. 337) U žen tvoří meandrovitě vinutých vakovitých rozšíření ve vena saphena magna nebo vena saphena parva (Ošťádal, 2003, s. 118) Nejdříve dojde k vakovitému rozšíření, při kterém se zvyšuje žilní tlak. Chlopně se od sebe začnou oddalovat a tím dochází k jejich insuficienci a poruše žilně-svalové

pumpy. Často postihuje jako první velké žilní kmeny příčinou vysokého nitrobřišního tlaku. Onemocnění se začne rozšiřovat distálním směrem a dochází k rozvoji chronické žilní insuficience. Hlavními příčinami vzniku a zhoršení varixů je dlouhé nehybné stání, těhotenství, náročná práce nebo zánět varixů. (Klener, 2001, s. 337)

Trombóza hlubokých žil

Trombóza hlubokých žil se vyskytuje zhruba jen u 2% dospělých a většinou postihuje dolní končetiny. V České republice je ročně diagnostikováno 20 000-50 000 pacientů s tímto onemocněním. U nemocných dochází ke vzniku žilní insuficience a především k plicní embolii. Ke vzniku žilní trombózy napomáhají rizikové faktory. Především stavy po složitých operacích, úrazech (zlomeniny, operace v oblasti břicha, náhrada kyčelního kloubu), obezita, maligní nádory nebo cévní mozková příhoda. Rizikovým faktorem je vysoký věk, těhotenství a užívání steroidní antikoncepce. Trombóza může vznikat i bez zjevných příčin na podkladě hyperkoagulačních stavů. Mohou se vyskytovat vrozeně z důvodu rezistence na aktivovaný protein C. Nebo získané z důvodu např. maligního onemocnění, chemoterapie, nefrotický syndrom atd. (Klener, 2001, s. 338-340)

Tromboflebitida, povrchní flebitida

Na rozdíl od trombózy hlubokých žil se toto onemocnění vyskytuje u povrchových žil a liší se příznaky i léčbou. Často postihuje varikózně změněné žíly, kde k vzniku onemocnění přispívá špatné proudění krve. Příčina vzniku není zcela známa. Tromboflebitida může vznikat po úderu, infekcích, kožních zánětech, dokonce i po bodnutí hmyzem. V některých případech se vyskytne jako první projev maligního onemocnění nebo vaskulitidy. V současnosti je nejčastější příčinou iatrogenní poškození.

Chronická žilní insuficience

Projevuje se otokem a trofickými kožními změnami po insuficienci povrchového žilního systému nebo trombóze hlubokých žil. U každého 10 nemocného pacienta se vyskytne bércový vřed. Onemocnění postihuje častěji ženy, u 2-3% a u mužů se vyskytuje u 1-2%. Po onemocnění trombózou hlubokých žil, zůstává v oblasti porucha odtoku krve a vznik žilní hypertenze. Díky tomu dochází k poruše chlopní v perforátorech a tok z hlubokých do povrchových žil se obrátí. Dochází k velkému žilnímu tlaku v povrchových žilách, do kterých se dostává velké množství krve ze svalových prostor. Dochází k otoku, pigmentovým změnám na kůži, rupturám malých kapilár a někdy i atrofii kůže. Onemocnění nejčastěji postihuje oblast bérce na vnitřní straně v distální části. I po malém poranění nebo kožnímu defektu může vznikat bércový vřed. (Klener, 2001, s. 348-350)

3 Invazivní zobrazovací metody

Při diagnóze onemocnění se lékaři snaží postupovat od neinvazivních metod k složitějším invazivním metodám. Invazivní zobrazovací metodou je angiografie, při které dochází k přímé punkci cévy. Při tomto způsobu vyšetření cév se používá jodová kontrastní látka (JKL). Pacientům se aplikuje 4ml KL na 1kg tělesné hmotnosti. Dříve se používala tzv. přímá angiografie, která se prováděla přímou punkcí cévy a aplikací KL. V současné době se tato metoda příliš nepoužívá. Důsledkem je vznik Seldingerovy metody v roce 1953, která má lepší hodnocení.

Seldingerova metoda

Pro zobrazení tepenného řečiště volíme místo punkce nejčastěji a. femoralis communis pod tříselným vazem. Lze punktovat i žilní systém, např. pro zajištění žilního vstupu nebo při aplikaci intravenózního portu. Před samotnou punkcí cévy se podá do podkoží lokální anestezie. Poté se punktuje samotná céva tenkostěnnou jehlou (18 gaude). Správné zavedení jehly poznáme podle toho, že začne pulzovat a vystříkovat krev. Do jehly se zavede krátký vodič, po kterém se jehla vyjme. Po vodiči se zavede zavaděč neboli sheath, který je zakončen chlopni a tak brání úniku krve. V sheathu jsou postranní otvory, které slouží k proplachování. Poté přes chlopeň do sheathu zavedeme delší vodič pomocí kterého, nasuneme katetr. (Seidl, 2012, s. 221-223) Po propláchnutí fyziologickým roztokem, je katetr připraven pro aplikaci KL. Po skončení výkonu je oblast vpichu manuálně kompromitována po dobu 10-15 min. Pacient má nařízený klid na lůžku 8-24hodin. (Heřman, 2014, s. 248)

Tato metoda se provádí pod UZ kontrolou, aby došlo ke správnému postupu. Může se provést i zrychlená Seldingerova metoda, která má lepší klinické výsledky a vyšší spokojenost pacientů. (Thaut, 2019, s. 24)

3.1 Digitální subtrakční angiografie

Subtrakční radiografie je speciální metoda, která funguje na principu odečtení dvou snímků ze stejné oblasti, které se liší přítomností nebo rozložením kontrastní látky (KL). Cílem této metody bylo zdůraznit určitou oblast, které byli na konvenčních RTG snímcích těžko rozpoznatelné. V začátcích této metody v 50-60. letech 20. st se používala filmová (fotografická) subtrakce. Při této metodě se RTG snímek, kde byla přítomna KL, překryl negativně přefotografovaným snímkem bez KL. Tzv. maskováním, kombinací dvou snímků vznikl obraz pouze struktur naplněných kontrastem. Dalším technologickým vývojem vznikla digitální subtrakční angiografie (DSA), která se v současnosti hojně používá. Tato metoda

se využívá především na zobrazení cévního řečiště. Nejdříve se provede nativní RTG snímek bez použití kontrastní látky (maska). Poté je aplikována KL a proveden další RTG snímek. Výsledné dva snímky se od sebe odečtou a zmizí struktury, které nebyly naplněné KL např. skelet. Výsledek tohoto odečtení je to, od čeho se snímky liší, což je v tomto případě naplněné cévní řečiště. (Seidl, 2012, s. 37-38) V dnešní době jsou moderní angiografické přístroje vybaveny touto technikou. Výhodou DSA je tzv. road map, neboli zobrazení předchozí angiografie do skiaskopického obrazu. (Vomáčka, 2015, s. 62)

Pomocí vysokého rozlišení kontrastů lze provést DSA arteriografii i po intravenózní aplikaci KL, tzv. intravenózní DSA. Daleko častěji se používá intraarteriální DSA, při které se KL aplikuje do tepny. (Nekula, 2005, s. 15)

Pacient musí být před tímto výkonem nalačno, nejméně 4 hodiny před by už neměl konzumovat žádné potraviny a pít jen malé množství čisté vody (100ml/h). Hydratován je především intravenózně. Je nutné mít k dispozici kortikoidy či prednison, pokud by došlo ke komplikacím nebo alergické reakci na jodovou kontrastní látku. Pokud lékař potvrdí alergickou reakci, je aplikován prednison 40mg per os 12-15h před aplikaci KL a znovu 20mg 6-9h před KL. Lze pacienta premedikovat i těsně před výkonem. Používají se kortikoidy a antihistaminika intravenózním podáním. (Heřman, 2014, s. 248)

Přesto, že DSA patří mezi invazivní metody, komplikace se objevují zřídka. Radikální snížení komplikací přišlo s rozvojem nových technologií, zdokonalení instrumentária používaného při výkonu a kontrastních látek. Incidence komplikací je 1,73% a přímo úměrně závisí na délce výkonu a věku pacienta. Nejčastější komplikace vznikají v oblasti vpichu. Může se objevit krvácení, arteriovenózní píštěl, trombóza punktované tepny nebo pseudoaneuryzma. Samozřejmě se vyskytují i komplikace spojené s KL, např. alergická reakce nebo renální selhání. Pomocí DSA se angiografické vyšetření provádí v určité oblasti nejčastěji před endovaskulárním výkonem. Většinou se přehledné arteriografie provádějí pouze v arteriální fázi. V kapilární (parenchymové) fázi a žilní fázi se provádějí arteriografie při selektivní arteriografii parenchymových orgánů a v splachnické oblasti. (Heřman, 2014, s. 249)

Kontrastní látky

Při DSA se v 80. letech 20. století začal používat oxid uhličitý (CO₂). Před zavedením DSA se používal k ozřejmění orgánů dutiny břišní a k zobrazování retroperitonea, jaterních žil a perikardiálního výpotku. CO₂ lze využít i k nepřímé portografii při TIPS (trasnjugulární intrahepatický portosystémový shunt), dále u splenoportografie použitím tenké jehly. Než byli vyvinuty automatické injektory, vstříkával se CO₂ ručně, což vedlo k vyšší pracovní a přítomnosti personálu během snímkování v blízkosti pacienta. To neslo pro

přítomné zbytečnou vysokou radiační zátěž než u aplikací klasických jodových kontrastních látek. Automatické injektory jsou konstruovány tak, aby nedošlo k úniku CO₂ nebo kontaminaci vzduchem mezi spojovacími hadičkami nebo propojením mezi vysokotlakými zásobníky a katetrem umístěným v cévě. Pomocí těchto injektorů je možné používat 20-60ml injekční stříkačky, které jsou pomocí tlaku a ventilu zajištěny, aby CO₂ naplňoval stříkačku spontánně, vytlačoval její píst a nedošlo tak ke kontaminaci vzduchem. U některých DSA přístrojů je přednastavený program pro CO₂, pokud ne, provádí se aspoň 3 snímky/s. Po provedení nástřiku CO₂ kohout uzavřeme a pomocí katetru proplachujeme cévu běžným fyziologickým roztokem. Další nástřik se provádí nejdříve za 2 minuty, kvůli dostatečnému vstřebání bublin. Mohou zůstat v ohybech cév a na dalším snímku vytvářet artefakty. U nemocných s chronickou obstrukční plicní chorobou mohou při nedostatečném odventilování CO₂ způsobovat hyperkapnii. Při použití této kontrastní látky se mohou objevit i další komplikace. Pokud dojde ke kontaminaci se vzduchem z místnosti díky nechtěné aspiraci nebo netěsnosti systému, může dojít k vzduchové embolii. Další komplikací je uzavření cév kolekcí CO₂. Tento jev může nastat u cév, které jsou kolénkovitě ohnuté směrem nahoru-popliteální tepna, plicnice, aneurysma břišní aorty. Prevencí těchto komplikací je tzv. vapor lock, což je oddálení času mezi jednotlivými nástřiky CO₂, změnit polohu pacienta a tím umožnit přesunutí kolekce po krevním toku. Při přetrvávání bubliny v plicnici déle jak 30s je podezření na kontaminaci se vzduchem. Při této KL se nesmí používat anestezie oxidem dusným. Oxid dusný má schopnost pronikat do CO₂, což vede k pomalému rozpouštění bublin a může dojít k ucpání cév. Další komplikací může být vstřík velkého množství CO₂, což se v současnosti zcela minimalizovalo díky používání automatických injektorů. (Krajina, 2005, s. 66-67)

3.2 Flebografie

Flebografie, rentgenová venografie nebo také digitální subtrakční flebografie. V současné době je to zlatý standart k diagnostice flebotrombozy. (Herman, 2011, s. 26)

Nepřímá flebografie je vždy součástí arteriografie parenchymových orgánů. Samotný žilní systém se zobrazuje v poslední angiografické fázi, tzv. žilní fázi. Před vyšetřením se pacientovi podají vasodilatační farmaka, např. divascol. Tato premedikace slouží k rychlejšímu žilnímu návratu a jeho lepší vizualizaci. Nepřímá arteriální flebografie se v současné době provádí jen pomocí DSA. (Nekula, 2005, s. 174)

Přímá flebografie je zobrazení samotného žilního systému. Při tomto vyšetření se zavádí kanyla nejčastěji do povrchové žíly na periférii vyšetřované končetiny. Pomocí kanyly

vstříkujeme KL přímo do žilního systému. Sledujeme a zároveň snímujeme náplň hlubokého a povrchového systému žil. Při flebografickém vyšetření se hodnotí průchodnost povrchového a hlubokého systému, známky kolaterál nebo trombózy. V současnosti byla flebografie z velké části nahrazená dopplerovskou ultrasonografií. (Seidl, 2012, s. 228)

Přímou aplikaci KL do žilního řečiště můžeme zobrazovat žíly v horních a dolních končetinách. Hluboký žilní systém dolních končetin lze zobrazit dvěma způsoby:

Ascendentní flebografie

Kontrastní látka se aplikuje do žíly na palci nebo do dorza na dolní končetině. V oblasti talokrurálního kloubu se končetina zaškrtní. Výsledkem je tok kontrastní látky z povrchových žil do hlubokých. Můžeme tak zhodnotit samotný hluboký žilní systém i přechod z povrchového přes perforátory (systém spojující hluboký a povrchový žilní systém). U horní končetiny dochází k vpravení kontrastní látky také v oblasti dorza do povrchových žil. Nejčastěji je indikována před aplikací arteriovenózní dialyzační spojky, která slouží ke zhodnocení žilního systému.

Descendentní flebografie

Do femorální žíly se aplikuje kontrastní látka a sleduje se její průběh. Funkčnost chlopní, městnání KL a žilní návrat. Pokud je zapotřebí zobrazit žilní řečiště dál od obvyklého místa punkce, provádí se katetrizace Seldingerovou metodou. Obvyklá místa punktování je v. femoralis, v. jugularis a v. mediana cubiti, přes které se vyšetřují horní dutá žíla, pánevní žíly a jejich přítoky. Seldingerova metoda se používá při intervenčních výkonech a při odběrech ze žilního systému. (Heřman, 2014, s. 268-269)

Portální řečiště

Při zobrazení portálního řečiště lze použít přímou a nepřímou splenoportografii. Při přímé splenoportografii se zobrazí portální řečiště, pomocí perkutánní aplikace KL do parenchymu sleziny. Lze také perkutánně katetrizovat a zobrazit tak portální řečiště rekanalizovanou umbikální žílou nebo transhepaticky. Transhepatická portografie se provádí během endovaskulárních výkonů, např. při zástavě krvácení, předoperační embolizace portální žíly nebo při aplikaci TIPS. (Heřman, 2014, s. 269) Klasicky se u ní používá JKL, ale pomalu jí nahrazuje oxid uhličitý (CO₂). Má rychlejší difuzi, menší toxicitu a lepší vizualizaci v extrahepatální oblasti (Maruyama, 2010, s. 1114) U přímé splenoportografie je možné změřit krevní tlak v portálním řečišti (Nekula, 2005, s. 176)

Při nepřímé splenoportografii dochází ke katetrizaci slezinné nebo horní mezenterické arterie. Před samotným výkonem se pacientovi podávají vazodilatační farmaka, která lépe zobrazí KL při žilním návratu a v tomto případě i náplň ve v. portae a slezinné nebo

mezenterické žíly. V současnosti se tyto dva výkony provádí výjimečně. Přímá splenoportografie byla převážně nahrazená US, MR a CT portografií. (Heřman, 2014, s. 269)

Flebografie je dobrá diagnostická metoda v případě flebotrombozy. Nevýhodami je především její invazivita, při které je potřebná kanylace žíly na bérce nebo noze. Vysoká cena, radiační zátěž a také rizika spojená s aplikací JKL (alergická reakce, vznik iritační tromboflebitidy nebo renální selhání). (Herman, 2011, s. 26)

Patologické nálezy

Normální flebografický snímek by měl anatomicky odpovídat standardům. Pokud jsou při tomto vyšetření poškozeny žilní chlopně, zobrazují se jako poloměsíčité defekty náplně s rozšířeným lumen. U žilního systému se nachází velká variační šíře oproti arteriím, a proto jsou vrozené vady daleko častější. Mohou se vyskytovat i získané, kterou jsou způsobené tlakem zvenčí, které se začnou projevovat jako obliterace nebo zúžení. Tyto projevy jsou často způsobeny perivazální fibrózou, trombózou lumen nebo prorůstáním tumoru. Trombus se při flebografii zobrazí jako částečný defekt v kontrastní náplni. KL ho může obtékat, nebo se zobrazí jako úplný výpadek KL v určitém úseku. Stejně jako u tepenného systému, se při obstrukcích začne plnit kolaterální oběh. Na flebografickém snímku se také může zobrazit dilatace, buď ohraničená ve formě varixů nebo difuzní. KL se také může vracet nebo plnit úseky, do kterých by se za normálních okolností nedostala např. plnění povrchového systému z hlubokého přes perforátory. Takovýto jev má za příčinu nedomykavost žilních chlopní (Nekula, 2005, s. 175)

4 Neinvazivní zobrazovací metody

Neinvazivní metody užívané pro zobrazování cév jsou US, CT angiografie (CTA) a angiografie magnetickou rezonancí (MRA). Neinvazivní se v tomto případě myslí, že není žádný zásah do pacientova těla, jako je tomu třeba při DSA. Prostý rentgenový snímek není příliš k užítku. V cévním řečišti nepřináší prakticky žádné informace. Mohou se na něm zobrazit kalcifikované tromby nebo flebolity, které se často lokalizují v oblasti žil malé pánve. Prosté snímky se v tomto případě využívají jen k detekci cizích těles. Často to jsou dislokováné centrální žilní katetry. (Heřman, 2014, s. 270)

4.1 Ultrasonografie

Ultrasonografie je založena na principu odrazů od tkání s různou akustickou impedancí. Má vlastnosti mechanického vlnění, jehož nositelem jsou částice prostředí. (Heřman, 2014, s. 17). Frekvence ultrazvuku se pohybuje na úrovni 20kHz, tudíž je pro nás neslyšitelná. V diagnostice se využívá hodnot 1 - 15MHz. (Vomáčka, 2015, s. 38) V hodnotách těchto frekvencí se nejlépe šíří v kapalinách, zatímco v kostech a plynech jsou odrazy výrazně ztlumené. Hranice mezi tekutým prostředím (zařazují se zde i měkké tkáně) a skeletem nebo plynem představuje tak velké rozhraní, že na něm dochází k odrazu skoro veškerého ultrazvukového vlnění. To je důvod proč prakticky vůbec nelze vyšetřit oblast za kostmi nebo plynem. (Nekula, 2005, s. 16) Pro ultrazvukové vlnění jsou charakteristické tři fyzikální zákony (odraz, rozptyl a absorpce). Pokud jde o vakuum, zde se ultrazvukové vlnění nešíří. Ultrazvuk využívá ke zdroji vlnění piezoelektrický krystal. Při stlačení látek s piezoelektrickými vlastnostmi (např. bariumtitanát, niobát olova) dochází ke vzniku elektrického potenciálu na povrchu těchto krystalů. Pokud je přiveden elektrický potenciál na povrch, krystal se deformuje. Pokud dojde k přerušení el. proudu, tak se krystal rozkmitá. (Vomáčka, 2015, s. 38).

Krystaly jsou uloženy v sondě, které mohou být nejrůzněji zkonstruovány. Nejčastější sondy jsou lineární, sektorové a konvexní. Při popisu ultrazvukových snímků se používají nejčastěji tyto tři termíny: Hyperechogenní (tkáň je na snímku výraznější, světlejší, má vyšší echogenitu), izoechogenní (tkáň se stejnou echogenitou), hypoechogenní (na snímku je tkáň tmavší, málo výrazná, znamená to, že má nižší echogenitu). (Heřman, 2014, s. 18)

První volbou při vyšetřování cév je neinvazivní ultrasonografické vyšetření. Spolu s 2D ultrazvukovým zobrazením se nejčastěji používá tzv. Doppler. (Cholt, 2013, s. 21). Ve většině případů dopplerovské vyšetření zcela nahradilo flebografii, u které se aplikuje do těla pacienta kontrastní látka (Heřman, 2014, s. 268)

Samotné 2D zobrazení (B-mod) dokáže podat dostatečnou morfologickou informaci o žilním systému a okolí. Na snímku se žíla zobrazuje jako anechogenní a na příčném řezu je oválná až kruhovitá. Při podélném řezu má tvar válce a její stěna je hyperechogenní. Žilní chlopně se zobrazují jako lehce echogenní pohybující se objekty. Rozdílem od tepen je u žil jejich stlačitelnost, která hraje důležitou roli při diagnostice žilní trombózy tzv. kompresní technikou. (Nekula, 2005, s. 173)

Dopplerovská ultrasonografie

Dopplerovská ultrasonografie je nástavbou od klasické a je používána především k diagnostice cévních patologií a prokrvení zobrazované oblasti. Název je odvozen od H. CH. Dopplera, který jej jako první popsal. Princip je popsán tak, že pokud se přibližuje zdroj zvuku o určité výšce tónu k pozorovateli, je frekvence přijímaného zvuku vyšší než výška jakou vysílá sám zdroj. To platí i naopak, pokud se zdroj oddaluje, vnímá pozorovatel tón o frekvence nižší. Podle Dopplerova principu se ultrazvukové vlnění odráží od pohybujícího se předmětu. Proto se používá v cévní diagnostice, dokáže detekovat částice v krvi (červené krvinky). Kvůli jejich malé velikosti oproti vlnové délce ultrazvukového vlnění vzniká na akustických rozhraních tzv. Rayleighův-Tyndallův rozptyl na rozdíl od klasického odrazu vlnění. Lze použít barevný dopplerovský záznam, kdy jsou na snímku viditelné barvy. Červená barva signalizuje tok směrem k sondě, může být zobrazen i žlutou barvou. A směrem od sondy je tok vyznačen modře nebo zeleně. Termínem dopplerovský frekvenční posun označujeme rozdíl mezi frekvencí přijímaného a vysílaného US vlnění. V současnosti se používají tři typy dopplerovského záznamu:

- Barevný dopplerovský záznam zobrazuje směr toku v cévách a jejich přibližný rozsah jejich rychlostí.
- Spektrální Doppler je grafický záznam v závislosti rychlosti krevního toku na čase, který umožňuje kvantifikaci průtokových informací v čase ve vyšetřované cévě.
- Akustický záznam je převod US frekvencí na frekvenční rozmezí mluvené řeči, které je dobře slyšitelné a pro vyšetřujícího dobrým vodítkem.

Duplexní sonografie je složená z B-modu a barevným mapováním toků v cévě. Pokud se přidá i akustický záznam, vzniká triplexní US. (Vomáčka, 2015, s. 39)

Vyšetřování žilního systému pomocí Dopplera poskytuje funkční informace o žilním řečišti, pro které je charakteristické kontinuální jednosměrný tok. V průběhu toku mohou nastat mírné změny způsobené respirací a v centrálních žilách navíc i činností srdce (Nekula, 2005, s. 173)

US vyšetření se často používá při výkonech jako průběžná kontrola nebo k případné detekci morfologických změn, žilního refluxu nebo uzávěru. (Krajina, 2005, s. 212) Oproti ostatním vyšetřovacím metodám, má vysokou detekci (97%) a specifitu (94%) pro zobrazení hluboké žilní trombózy v oblasti dolních končetin. (Swason, 2015, s. 207)

Intravaskulární ultrazvuk

Intravaskulární ultrazvuk neboli IVUS. Jedná se ultrasonografickou zobrazovací metodu, která je schopná zobrazit lumen i stěnu cévy, což může být v diagnostice a pro léčbu klíčové. IVUS dokáže získat informace o detekovaném aterosklerotickém plátu. Často se využívá v diagnostice onemocnění koronárních tepen, ale postupně dochází ke zlepšování při vyšetření žilního systému. (Vince, 2004, s. 119) Pomocí tohoto vyšetření lze zobrazit jizvy uvnitř žíly a určení správné polohy zavedeného stentu. (Clair, 2013, s. 133)

Kontrastní látky

Kontrastní látky se nejčastěji uplatňují v dopplerovské ultrasonografii a slouží k zesílení ultrazvukových odrazů ze srdečních dutin, tepen a i u drobných parenchymatozních orgánů. Pacientovi se aplikují intravenózně a využívá se plynových mikrobublin o velikosti 2-4 μ m. Výhodou je rychlé vymizení z těla pomocí dýcháním. V současnosti se používá přípravek SonoVue (Heřman, 2014, s. 35)

Patologické nálezy

Při US vyšetření je nejčastější detekce kompletní žilní trombózy. Jejím hlavním znakem je nestlačitelnost žíly, tudíž nelze vidět tok krve v luminu. Pokud je trombus v žíle hypoechogenní znamená to, že je čerstvý. Žíla v jeho přítomnosti je nápadně objemná. Pokud se echogenita trombu změní na hyperechogenní a průměr žíly se ztenčuje, jsou tyto vlastnosti charakteristické pro starší trombus. U trombu může dojít k částečné nebo úplné rekanalizaci, u více jak poloviny nemocných pacientů k tomu však nedojde a dochází k tzv. posttrombotickému syndromu. U tohoto syndromu dochází k částečnému nebo úplnému uzavření lumina žíly, nedomykavost chlopní a přítomností kolaterál. Při ultrazvukovém vyšetření můžeme nacházet i jiné patologie jako je např. parciální žilní trombóza. Ta se vyznačuje stlačitelností žíly, díky dopplerovskému vyšetření lze vidět tok jen v určité části lumina žíly. (Heřman, 2014, s. 270)

Nevýhodou oproti DSA je nedostupnost vyšetření všech částí cévního systému. US vyšetření je limitováno v oblasti pánve a při vyšetření hluboko položených cév. Tento výkon nelze provést u obézních pacientů nebo při meteorizmu. Vyšetření je závislé na zkušenostech a zručnosti lékaře (Heřman, 2014, s. 268)

4.2 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie (CT-computed tomography) využívá průchodu RTG záření v mnoha řezech vyšetřovanou vrstvou. Základní princip je založen na zeslabování RTG záření při průchodu vyšetřovaným objektem. Při této metodě spolu sousedí velké množství vrstev o velikosti 1-10mm. Svazek vycházející z rentgenky je vycloněn do tvaru vějíře. V detektorech se zpracovávají data a jsou převedena na el. signál, který se dále zpracuje v počítači. Rentgenka s detektorem jsou pevně spojeny a během zhotovení jedné vrstvy se otočí o 360°C. Existují CT 4. generace, které mají detektory uloženy stacionárně po celém obvodu. Doba oběhnutí systému rentgenka-detektor (expoziční čas) je 0,5-7s, u nových přístrojů 1-2s. Během rotace, každý detektor (800-1200 kusů) zhotoví stovky dat (720-1440 měření). Ze získaných dat počítač zpracovává obraz jednotlivých vrstev, které jsou poté v digitální podobě. Míra oslabení záření v určitých bodech vyšetřovaného objektů se nazývá denzita a udává se v Housfieldových jednotkách (HU). Každá hodnota odpovídá určitému prostředí, -1000 HU (vzduch), 0 HU (voda) a +1000 HU (kosti). Existují materiály s vyšší denzitou, než tato škála. (Nekula, 2005, s. 18-19) Při popisu mají struktury jinou denzitu, proto se používají termíny hypodenzní (nižší denzita, tmavší na snímku), izodenzní (stejná denzita), hyperdenzní (vyšší denzita, světlejší) (Heřman, 2014, s. 25). Denzity jsou na snímku vyjádřeny stupněm šedi, a jelikož lidské oko dokáže rozpoznat jen 16 odstínů, vybírá se určitý úsek tzv. okno. Díky nim získáváme informace o tkáních různých denzit. Při snímání CT se nejdříve zhotoví tzv. tomogram, při kterém se rentgenka ani detektor nepohybují. Stůl s pacientem zajíždí do gantry a tím začíná samotné vyšetření. (Nekula, 2005, s. 19) Může být provedeno pomocí konvenčního nebo spirálního CT. Liší se rychlostí akvizičního času a způsobem zpracovávání dat během rotace detektoru a rentgenky. Spirální CT má více výhod především v rychlosti a možnost užívání u např. neklidných pacientů. U těchto technik CT se může zrekonstruovat obraz cévního systému při intravenózní aplikaci KL (Heřman, 2014, s. 23-24) Také získáváme zobrazení vrstev výhradně v axiální (transverzální rovině) a velké množství sousedících i překrývajících se vrstev, ze kterých lze vytvořit rekonstrukce v jakékoliv rovině nebo 3D. (Nekula, 2005, s. 19-20)

Při CT vyšetření cévního systému je nezbytná intravenózní aplikace KL, která tak od sebe rozliší cévy a okolní tkáně. Výhodou u CT oproti invazivní DSA je možnost, prohlédnout si vyšetřovanou oblast v jakékoliv projekci. Tato výhoda se uplatňuje především u komplikovaných anatomických cévních nálezů. Vyšetřování cév pomocí CT patří mezi ambulantní zákroky a tím se snižuje i riziko komplikací. Především vyšetřování pomocí

MDCT, které má často 64 a více detektorů přináší rychlejší zpracování dat a tím se snižuje potřebné množství KL (50ml). Aplikace se provádí nejčastěji v oblasti kubitální žíly v množství 50-100ml rychlostí 3-5ml/s. Při vyšetřování cévního systému je důležitou součástí si správně načasovat vlastní vyšetření (sběr dat) a podání KL tzv. zpoždění nebo předstřík v závislosti na cirkulačním čase. Využívá se tzv. monitorování zvyšování denzity v závislosti na koncentraci kontrastní látky ve vyšetřovaném místě. Tato dynamika zvyšování denzity je závislá na rychlosti podání, místě vpichu, koncentraci KL a i ejekční frakci srdce. CTA se provádí s KL, ale lze udělat nejdříve nativní sken, nejčastěji u podezření na aneurysma v oblasti břišní aorty a její rupturu. Ze základních axiálních skenů a jejich pozdějších rekonstrukcí se hodnotí CTA. Tepenný systém může být občas vinutý a dochází tak ke zkreslení naměřených hodnot např. velikost průměru. Tuto problematiku řeší prostorová rekonstrukce. (Heřman, 2014, s. 251-252)

Přímo pro zobrazení žilního systému se CTA spolu s MRA používá v daleko menší míře než DSA nebo US. Využívá se především k vyšetření portálního řečiště, centrálních žil a onemocnění žilního systému CNS (Nekula, 2005, s. 174)

I přes menší využití oproti jiným metodám se v posledních 10 letech se stalo CT při vyšetření žil zlatým standardem, hlavně díky jeho rychlosti a dostupnosti. U CT flebografie je výhodou zobrazení patologických nálezů nebo detekce metastáz, které postihují kyčelní žíly. Lze provést kombinaci CT flebografie s CT plicní angiografií k detekci plicní embolie. Pomocí CT se provádí tzv. CT portografie, která zobrazí vlastní portální řečiště a přesně určí místo portosystémových kolaterál, průchodnost dolní duté žíly, jaterních a renálních žil. Při tomto vyšetření se do kubitální žíly aplikuje jodová KL. Používá se větším množstvím než u klasické CTA, 100-120ml a rychlostí 3,5-4ml/s. Nejdříve se zobrazí arteriální fáze, poté portální a popřípadě i hepatická fáze. Na snímku můžeme zhodnotit i játra, slezinu, případná detekce ascitu a další okolní orgány v dutině břišní. (Herman, 2011, s. 30-31)

Kontrastní látky

Před vyšetřením CTA a CT portografie se aplikuje jodová kontrastní látka (JKL). U CTA je množství menší, cca 50ml a u CT portografie 100-120ml. Nevýhodou této látky je možnost alergické reakce u pacienta. (Herman, 2011, s. 30) Proto se před použitím u pacienta odebírá alergologická anamnéza, včetně dotazu na předchozí podání KL. Alergická reakce se může projevit jako chemotoxická reakce (chemická reakce) a osmotoxická reakce (způsobená fyzikálními vlastnostmi). Samozřejmě obě tyto reakce jsou závislé na podané dávce JKL. Pokud bylo podané velké množství, tím větší bude odezva organismu. U hypersenzitivních jedinců mohou nastat i biologické reakce, které jsou nepředvídatelné, mohou se objevit

i po opakovaném podání JKL a nezáleží na podaném množství. Tyto reakce jsou označovány jako pseudoalergické/alergoidní a dostavují se do 20 minut od aplikace. U pacientů se mohou objevovat lehčí příznaky jako je nauzea, pocit horka, svědění anebo bronchospasmus, bolest břicha a hlavy, křeče, zástava srdce či dechu. (Krajina, 2005, s. 57-60)

CT flebografie má mnoho výhod, především k detekci hluboké žilní trombózy, díky její vysoké citlivosti (96%) a specifitě (95%). (Silickas, 2018, s. 188). Pokud ji srovnáme s ostatními zobrazovacími metodami má na rozdíl od DSA lepší prostorovou rozlišovací schopnost díky, které je možností prohlédnout si snímky v jakékoli projekci. Oproti MR je levnější, rychlejší a také dostupnější. (Herman, 2011, s. 30) Další výhodou je dobré zhodnocení patologických stavů dutých žil, jejich anatomické struktury a jejich vzácné tumory. Ukáže průchodnost stentů a stavů kaválních filtrů umístěné v dolní duté žíle. Můžeme také hodnotit i okolní tkáň a orgány. (Heřman, 2014, s. 271)

4.3 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance (MR) funguje na principu detekce změn magnetických momentů jader prvků, které mají liché protonové číslo a jsou uloženy v silném statickém magnetickém poli, kterými projde radiofrekvenční impulz. Atomová jádra s lichým protonovým číslem rotují kolem své osy (spin) vzniká magnetické pole (magnetický moment). V MR se používá atom vodíku (^1H) díky jednomu obsahujícímu protonu. Když do tohoto silného zevního magnetického pole vložíme tkáň, dojde k uspořádání spinů protonů do jednoho směru. V tomto momentu probíhají dva druhy rotací, spin a po plášti pomyslného kužele (precese). Aplikuje se radiofrekvenční pulz se stejnou frekvencí precese a dochází k principu rezonance, tudíž k vychýlení o určitý úhel magnetického momentu a k synchronizaci precese u všech protonů. Po ukončení radiofrekvenčního pulzu, se vše vrací do původního stavu – relaxační čas. Čas potřebný k návratu do původního stavu se označuje jako T1 relaxační čas. Synchronizace protonů a precese je relaxační čas T2. Signál, který se získává, je elektromagnetické vlnění, které se detekuje pomocí cívek. Množství radiofrekvenčních pulzů, které je potřebné k získání měřitelného signálu se označuje jako sekvence. K přijímání a vysílání signálu se používají buď stejné nebo odlišné cívky. Ty musí být co nejbližší k vyšetřované oblasti. Používají se různé techniky MR, nejčastější je zobrazování magnetickou rezonancí (MR) a angiografie magnetickou rezonancí (MRA). (Heřman, 2014, s. 25-26)

MRA je skupina technik, která umožňuje zobrazení cévního řečiště pomocí MR i bez použití KL. Většina těchto technik využívá speciální sekvence, které umí detekovat pohybující se útvary, v tomto případě tok krve. U určitých sekvencí není nutné podat KL, zbylý část využívá změnu intenzity signálu KL ve vyšší koncentraci. V určitých případech je toto vyšetření zcela neinvazivní, pokud se nepodá KL, a také MR nevyužívá ionizujícího záření. Tepny a žíly na MR jsou možné zobrazovat současně i samostatně. Z tepenného řečiště jsou vyšetřovány prakticky všechny oblasti, od tepen zásobující mozek, přes aortu až po dolní končetiny. Při zobrazení koronárních tepen začíná MRA zasahovat stejné kvality jako CT koronografie. Ze žilního systému se nejčastěji zobrazují mozkové splavy, portální oběh a velké systémové žíly. (Heřman, 2014, s. 29-30)

Nejčastější indikací k vyšetření pomocí MR je pánevní řečiště, kde je tato metoda nejsenzitivnější. Využívá se i k detekci přesného rozsahu žilního trombotického postižení. Pro tzv. nekontrastní MR venografii se používají metody TOF (time-of-flight) a PC(phase-contrast). Obě tyto metody jsou závislé na toku krve a jsou založeny na principu rozdílu mezi stacionární tkání a pohybující se krví (TOF na směr a PC na rychlosti). Metoda TOF se používá především k zobrazení žilních splavů a využívá přítoku nesaturovaných spinů krevních částic do saturované stacionární tkáně. Druhá metoda PC znázorňuje pohyb saturovaných spinů a jejich kvalita zobrazení je závislá na rychlosti toku. Stacionární tkáň nelze hodnotit při metodě PC, ale můžeme popsat tok krve a určit jeho směr. Není vhodná na zobrazení drobných žil a pomalých retrográdních toků. Nelze tak zhodnotit varixy, posttrombotické změny žil dolních končetin. Je vhodná pro zobrazení pánevních žil a dokáže odlišit subakutní trombózu od toku. Kontrastní MRA na zobrazení žil se nazývá kontrastní MR flebografie. Na zobrazení žil pánve a dolních končetin se provádí jen zřídka. Lze jí ale provést dvěma metodami. Během přímé venografie je aplikována zředěná gadoliniová KL do žíly na dorzu nohy s využitím komprese. Při kompresi nohy se KL dostává do hlubokého žilního systému a bez k zobrazení povrchových žil. Využívá se pro hodnocení varikózních a posttrombotických změn a povrchových žil před bypassem. Lze jí spojit s digitální subtrakční flebografií k dobré detekci patologických nálezů. Při nepřímé venografii se na rozdíl u přímé aplikuje nezředěná gadoliniová KL, intravenózně do kubitální žíly. Nejčastěji se provádí arteriální a žilní fáze, kdy je následně arteriální fáze subtrahována. Lze provést i zobrazení pouze žilní fáze. (Herman, 2011, s. 31) Při kontrastní technice MRA se používá termín CeMRA tzv. contrast enhanced. (Seidl, 2007, s. 302)

MR portální řečiště neboli MR portografie je vyšetření, které dobře zobrazuje portální systém a kolaterální oběh. Používá se intravenózní aplikace gadoliniové kontrastní látky a zobrazuje se v arteriální a portální fázi. Využívá se speciálních sekvencí, které zhodnotí směr

a rychlost v portální žíle. Stejně jako u CT, je u MR možnost zhodnocení i sousedních struktur v okolí portálního systému, např. játra, slezinu, průchodnost dolní duté žíly, ledvinné a jaterní žíly.

MR se často využívá k zobrazení mozkových splavů a detekce místní trombózy. (Herman, 2011, s. 31) Trombóza nebo tromboflebitida může vést k onemocnění žilních splavů a také k venóznímu infarktu. Příčinami tohoto onemocnění bývá často těhotenství, perorální antikoncepce, operační zákroky, nedostatečná hydratace nebo zánětlivá onemocnění CNS např. meningitida, sinusitida. Trombóza nejčastěji postihuje sinus sagitalis superior (SSS), může se objevit i v vena cerebri interna, v. Galeni, sinus transversus, sigmoideus a cavernosus. Klinické projevy jsou bolesti hlavy, nauzea, zvracení nebo epileptické záchvaty. Pomocí zobrazení MR T1 váženého obrazu se akutní stádium trombu zobrazí jako izosignální. Zvýšenou signalitu nabývá při zobrazení pomocí T2 váženého obrazu. Pokud je trombus ve stavu subakutním, zobrazí se v obou obrazech T1 a T2 se zvýšenou signalitou. V této fázi bývá trombus nejčastěji diagnostikován. Při použití sekvence FLAIR (sekvence pro potlačení signálu vody) je trombus hyperintenzní. V diagnostice může pomoci venózní fáze MRA, která zobrazí uzávěr žilních struktur a obvykle detekuje i kolaterální oběh. (Seidl, 2007, s. 115)

V současné době detekce trombu považováno za zlatý standard. CT flebografii má tuto schopnost také a navíc je levnější a dostupnější. Nevýhodou CT i MR v oblasti zobrazování žil je, že nedokáží dobře zhodnotit hemodynamické poměry. (Herman, 2011, s. 32)

Kontrastní látky

Kontrastní látky pro MR lze rozdělit podle magnetických vlastností, na paramagnetické a superparamagnetické. Magnetická vlastnost je dána nepárovým počtem elektronu. Takovým typickým příkladem paramagnetické látky je gadolinium (Gd), které má sedm nepárových elektronů. Používá se mangan trojmocné železo. Tyto látky mají schopnost zkracovat T1 relaxační čas. Mezi supravodivé látky patří oxidy železa, které naopak zkracují T2 relaxační čas. Dalším rozdělením je na látky tkáňově nespecifické a specifické nebo podle způsobu aplikace na nitrožilní, nitrokloubní a perorální. Pro zobrazení cévního systému se používají látky intravaskulární. V současné době se používá jediná látka. (Mechl, 2014, s. 15?) A tím jsou gadoliniové kontrastní látky (GdKL), které obsahují vzácnou zeminu gadolinium, která má vlastnost, že absorbuje rentgenové záření. Tyto KL jsou určeny pro zobrazování pomocí MR, ale četné studie a kazuistiky potvrzují, že se gadoliniové KL mohou použít v angiografii a jako KL při CT. V současné době tato informace není ale oficiálně schválena. U gadoliniových kontrastních látek je incidence na alergoidní reakce v poměru 1:105-505 a častěji se objevují u pacientů s alergií. Experimentální práce, ale dokazují, že pro stejnou kvalitu zobrazení jako

u JKL je zapotřebí příliš velké množství GdKL a tím jsou i více nefrotoxické. I malé podání GdKL může zhoršit a trvale poškodit ledvinné funkce. Z toho důvodu není doporučován pacientům s ledvinovým onemocněním. Nevýhodou gadolinia je nutnost podání velkého množství při angiografii a tím značně stoupá cena vyšetření. (Krajina, 2005, s. 65-66)

Při zobrazení pomocí MR jsou nejčastější zástupci: Dotarem, Gadovist, Multihance, Omniscan. Používají se z důvodu, že mění magnetické poměry ve svém okolí a tím zkrátí relaxační čas T1. Tkáně, které jsou touto KL naplněny, se na snímku jeví jako hypersignální. (Heřman, 2014, s. 36)

5 Úloha radiologického asistenta

Úlohou radiologického asistenta na většině pracovištích je příprava a poučení pacienta před vyšetřením. Před RTG vyšetřením je nutno pacienta seznámit s účinky ionizujícího záření a u pacientek se ujistit, zda nejsou gravidní. Pokud je vyšetření spojeno s intravenózní aplikací kontrastní látky, je nutné zjistit alergologickou anamnézu pacienta a případně jej premedikovat. U ultrasonografického vyšetření cévního systému platí zásada 3N (nejíst, nepít a nekouřit) nejméně 4-6 hodin před vyšetřením. Limituje se tak možnost vzniku plynů ve střevech a žaludku. U CT vyšetření cévního systému je nutná aplikace KL, proto se musí dodržovat několik zásadních pravidel. Zajištění dostatečné hydratace per os nebo i.v., 4 před začátkem vyšetření pacient pije pouze malé množství čiré tekutiny (100ml/h) a nepřijímá žádnou stravu. Při aplikaci jodové kontrastní látky je nutné zjistit, zda pacient nemá onemocnění ledvin nebo alergii. Pacientovi se musí zajistit cévní přístup pro kontrastní látku a případnou léčbu během komplikací. Před vyšetřením pomocí magnetické rezonance není žádná příprava nutná. I při intravenózní aplikaci kontrastní látky, pacient nemusí být lačný. Pokud trpí pacient klaustrofobií, je tu možnost mít u sebe doprovod nebo aplikace sedativ. Pacient musí být seznámen s kontraindikací kovových materiálů poblíž MR. Věci vyrobené z nekompatibilních kovů způsobují na snímcích artefakty a v horších případech zraní samotného pacienta. Pokud se jedná o kardiostimulátory, stenty, kloubní a jiné náhrady, které si pacient nemůže odložit, musí být z kompatibilního materiálu. V jiném případě není pacient vyšetřen. (Seidl, 2012, s. 75-76)

Mnoho zodpovědnosti s sebou nese radiologický asistent i na pracovišti intervenční radiologie. Je vyžadována speciální příprava a odborné znalosti. S neustálým rozvojem intervenčně-terapeutických metod musí být RA dobře seznámen s jednotlivými výkony a jejich postupy. Dále mít znalosti v rentgenové anatomii, používaném materiálu při výkonech a spolupracovat při výkonu s radiologem a plnit jeho požadavky. RA musí předvídat případné komplikace a musí být připraven je vyřešit. Samozřejmostí je u RA jeho dobré znalosti v technologii jako je ovládání angiografického přístroje včetně injektoru, postprocessingová úprava skiaskopického a skiagrafického snímku. RA má na starost kontrolu snižování a zvyšování dávky ionizujícího záření jak pro samotného pacienta, tak zbylý personál. Má zásadní vliv na množství podané KL. RA musí umět dobře pracovat a komunikovat s lidmi, ať už se spolupracovníky, tak s pacienty, protože je to právě RA, kdo edukuje pacienta o průběhu výkonu a možném riziku. Někdy zastává duševní podporu, protože je u pacienta od začátku až do konce výkonu. Může mu tak ulehčit nepříjemný výkon. Společně s erudovanými

zdravotními sestrami a lékaři tvoří intervenční tým. Se zdravotními sestrami má RA na starost nachystat stůl se sterilní rouškou a potřebné materiály k danému výkonu. Dále asistuje lékaři při dezinfekci operační oblasti, chystá tlakový injektor, připravuje infuzní sety a nastaví angiografický přístroj s daty pacienta a vhodnými parametry. Při samotném výkonu ovládá C-rameno a plní požadavky lékaře, který provádí výkon. Úprava rtg. obrazu (zvětšení, zmenšení), nastavení projekcí, prolínání obrazu atd. Po skončení výkonu dělá postprocessingové úpravy a následná data posílá do PACSu, nebo je zálohuje na DVD či CD. (Vomáčka, 2015, s. 63-64)

Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na současné trendy v zobrazování cév se zaměřením na žilní systém. Digitální subtrakční angiografie je jediná zobrazovací metoda, která je invazivní. Kvůli této nevýhodě a se v současnosti používá jen před terapeutickými výkony. První volbou při vyšetření žilního systému je ultrasonografická zobrazovací metoda, respektive Dopplerovská ultrasonografie. Tato metoda je zcela neinvazivní a není u ní nutná kontrastní látka. Nevýhodou je její limitace v oblasti pánve a hrudníku. Nelze s ní vyšetřit obézní pacienty nebo pacienty trpící meteorizmem. Běžně se používá při výkonech jako kontrolní zobrazovací metoda. Pro lepší diagnostiku a informovanost o stěně cév se používá intravaskulární ultrazvuk, který má schopnost zjistit informace o stěně cévy. Výhodou ultrazvuku zůstává její neinvazivnost a dostupnost. Mezi další zobrazovací metody v oblasti žil patří CT flebografie a MR venografie. CT flebografie je vzhledem k ostatním zmíněným metodám více invazivní. Díky ionizačnímu záření a vyšší dávce intravenózní aplikaci KL není vhodná na opakovaná vyšetření nebo u mladších pacientů. Má ale vysokou citlivost a specifitu pro detekci akutní hluboké žilní trombózy, a lepší rozlišovací schopnost oproti magnetické rezonance, ultrasonografii a digitální subtrakční angiografii. Poskytuje vynikající anatomické snímky a lze ji kombinovat s CT plicní angiografií. Ačkoli CT flebografie je oproti MR venografii levnější, rychlejší a také dostupnější, nevýhodou je příliš velká zátěž pacienta ionizujícím zářením. Zobrazování žil pomocí MR má také své výhody a nevýhody. Používá se především k zobrazení žilních splavů, velkých systémových žil a portálního oběhu. S pomocí speciálních sekvencí lze detekovat trombus a identifikovat jeho stáří. Výhodou oproti CT flebografii je nepřítomnost ionizujícího záření, a i možnost nepodání kontrastní látky. Nevýhodou je větší výskyt artefaktů a problém spojený s nekompatibilními implantáty, které mohou při špatné edukaci, pacienta ohrozit.

Věřím, že nově získané informace při psaní bakalářské práce pro mě budou přínosem v mém budoucím zaměstnání.

Referenční seznam

CLAIR, D, 2013. Pros and cons for intravascular ultrasound in stenting. *Phlebology* [online]. **28**(Suppl 1), 129-134 [cit. 2019-03-16]. DOI: 10.1177/0268355513477023. ISSN 17581125. Dostupné z: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=84dea679-0f9d-4b8b-8d3b-df25edbacef2%40sessionmgr120>

HERMAN, Jiří a Dalibor MUSIL, 2011. *Žilní onemocnění v klinické praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3335-7.

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

CHOLT, Milan, 2013. *Cévní sonografie: repetitorium ultrazvukové cévní diagnostiky a atlas nálezů na DVD*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3974-8.

KLENER, Pavel, Jaromír HRADEC a Jiří SPÁČIL, c2001. *Vnitřní lékařství*. Praha: Galén. Scripta. ISBN 80-7262-106-8.

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

MARUYAMA, Hitoshi, Hidehiro OKUGAWA a Hiroyuki ISHIBASHI a kol, 2010. Carbon dioxide-based portography: An alternative to conventional imaging with the use of iodinated contrast medium. *Journal of Gastroenterology* [online]. **25**(6), 1111-1116 [cit. 2019-03-21]. DOI: 10.1111/j.1440-1746.2010.06248.x. ISSN 08159319. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1440-1746.2010.06248.x>

MECHL, Marek, Jaroslav TINTĚRA a Jan ŽIŽKA, c2014. *Protokoly MR zobrazování*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-109-4.

MUSIL, Dalibor, 2016. *Ultrazvukové vyšetření žil dolních končetin*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5597-7.

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

NEKULA, Josef, Miroslav HEŘMAN a Jaroslav VOMÁČKA, 2005. *Radiologie*. 3. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-244-1011-7.

OŠŤÁDAL, Bohuslav a Martin VÍZEK, 2003. *Patologická fyziologie srdce a cév*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0597-X.

SEIDL, Zdeněk a Manuela VANĚČKOVÁ, 2007. *Magnetická rezonance hlavy, mozku a páteře*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1106-5.

SEIDL, Zdeněk, Andrea BURGETOVÁ a Eva HOFFMANNOVÁ, 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4108-6.

SILICKAS, Justinas, Stephen A. BLACK a Alkystis PHINIKARIDOU a kol, 2018. Use of Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging in Central Venous Disease. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*[online]. **14**(3), 188-195 [cit. 2019-03-16]. ISSN 19476094. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=ef6862b9-fc5d-4983-886d-d38d503cc196%40sessionmgr4008>

SWANSON, Eric, 2015. Doppler ultrasound imaging for detection of deep vein thrombosis in plastic surgery outpatients: a prospective controlled study. *Aesthetic Surgery Journal* [online]. **35**(2), 204-14 [cit. 2019-02-23]. DOI: 10.1093/asj/sju052. ISSN 1527330X. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=27&sid=7449354c-4bc6-46e1-8b5c-78e749f45e61%40sessionmgr4007>

THAUT, Lane, Wells WEYMOUTH a Branden HUNSAKER a kol, 2019. Evaluation of Central Venous Access with Accelerated Seldinger Technique Versus Modified Seldinger Technique. *Journal of Emergency Medicine* (0736-4679) [online]. **56**(1), 23-28 [cit. 2019-03-

19]. DOI: 10.1016/j.jemermed.2018.10.021. ISSN 07364679. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736467918310473>

VINCE, D. Geoffrey a Stephen C. DAVIES, 2004. Peripheral application of intravascular ultrasound virtual histology. *Seminars In Vascular Surgery* [online]. 17(2), 119-25 [cit. 2019-03-06]. ISSN 08957967. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895796704000237?via%3Dihub>

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

Seznam zkratek

US	ultrasonografie
CT	výpočetní tomografie
MR	magnetická rezonance
CTA	angiografie výpočetní tomografií
MRA	angiografie magnetickou rezonancí
DSA	digitální subtrakční angiografie
KL	kontrastní látka
RTG	rentgen
IVUS	intravaskulární ultrazvuk
i.v	intravenózní aplikace
JKL	jodová kontrastní látka
CTPA	plicní angiografie pomocí výpočetní tomografie
MRA	angiografie pomocí magnetické rezonance
TOF MRA	time of light pomocí magnetické rezonance
PC MRA	phase contrast pomocí magnetické rezonance
CeMRA	contrast enhanced – kontrastní angiografie pomocí magnetické rezonance
CNS	centrální nervová soustava
v.	véna – žíla
vv.	vény-žíly
¹ H	vodík
Kg	kilogram
MDCT	multidetektorová výpočetní tomografie

PACS	picture archiving and communication systém – obrazový, archivační a komunikační systém
per os	perorální aplikace
TIPS	transjugulární intrahepatální portosystémová spojka
např.	například
tzv.	takzvaný

Obrázková příloha

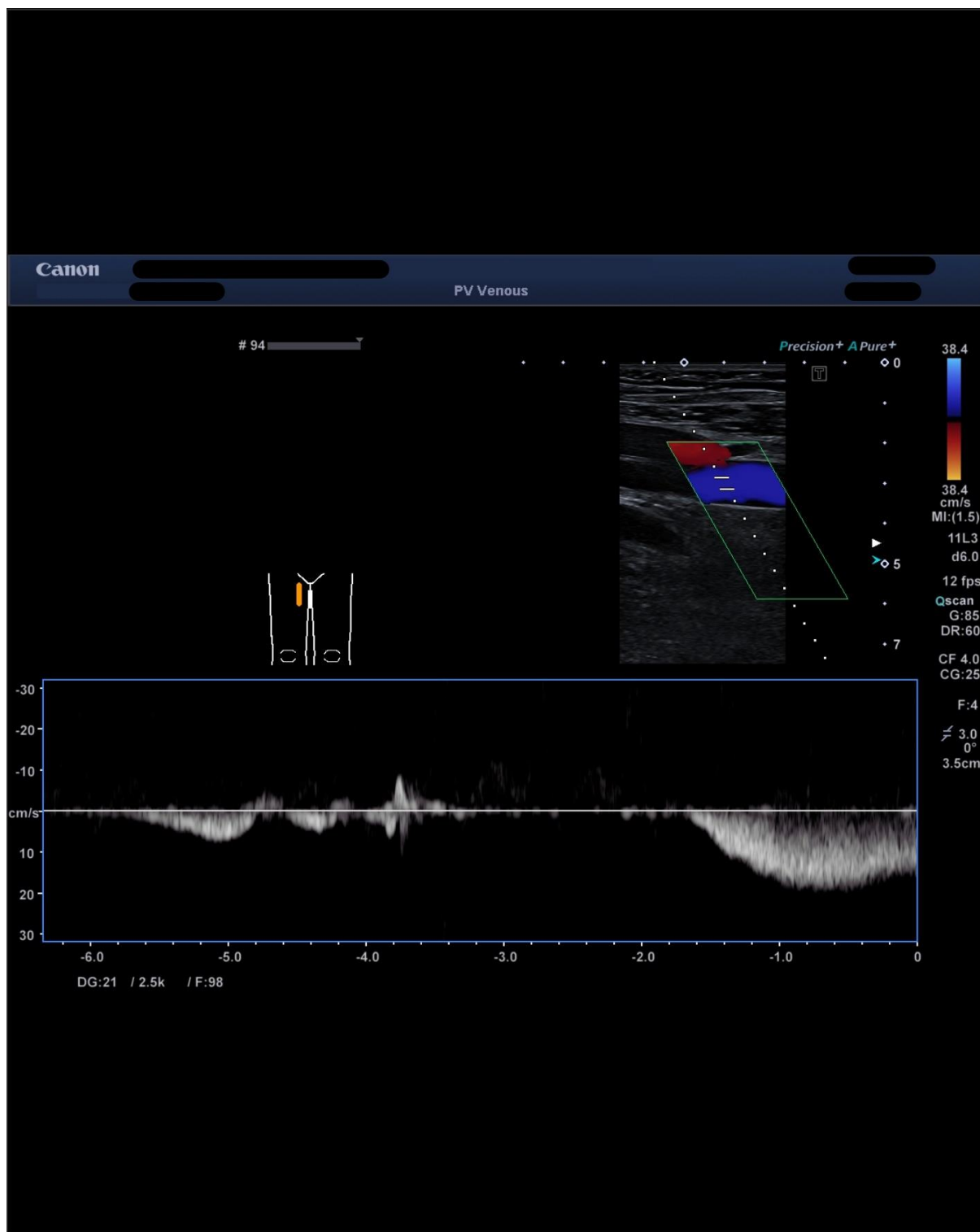
Obrázek č. 1 Dopplerovská ultrasonografie

Obrázek č. 2 Flebografie horní končetiny

Obrázek č. 3 Flebografie horní končetiny

Obrázek č. 4 MR venografie mozkových splavů

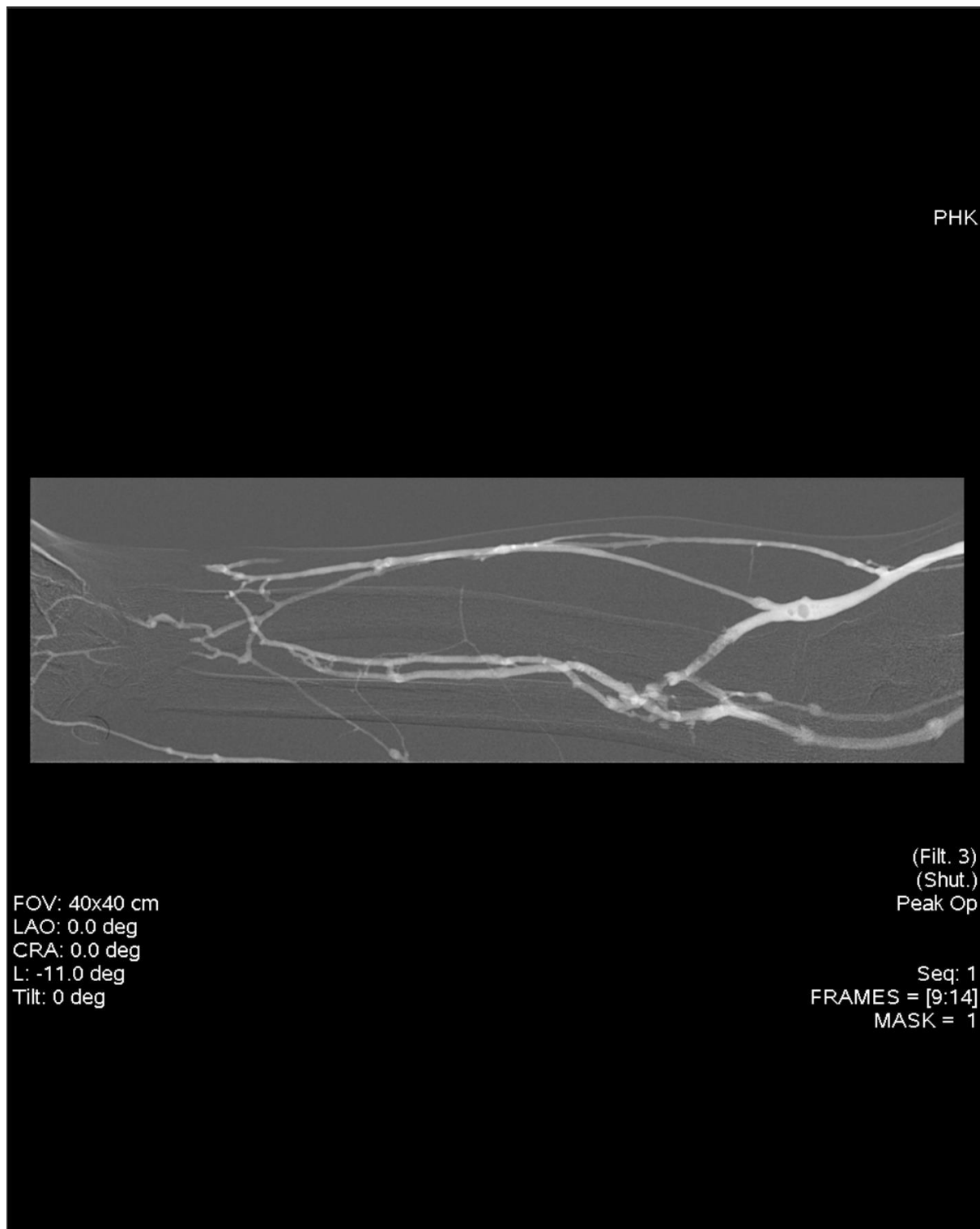
Obrázek č. 1



Dopplerovská ultrasonografie

Zdroj: Radiologická klinika FNOL

Obrázek č. 2



Flebografie horní končetiny

Zdroj: Radiologická klinika FNOL

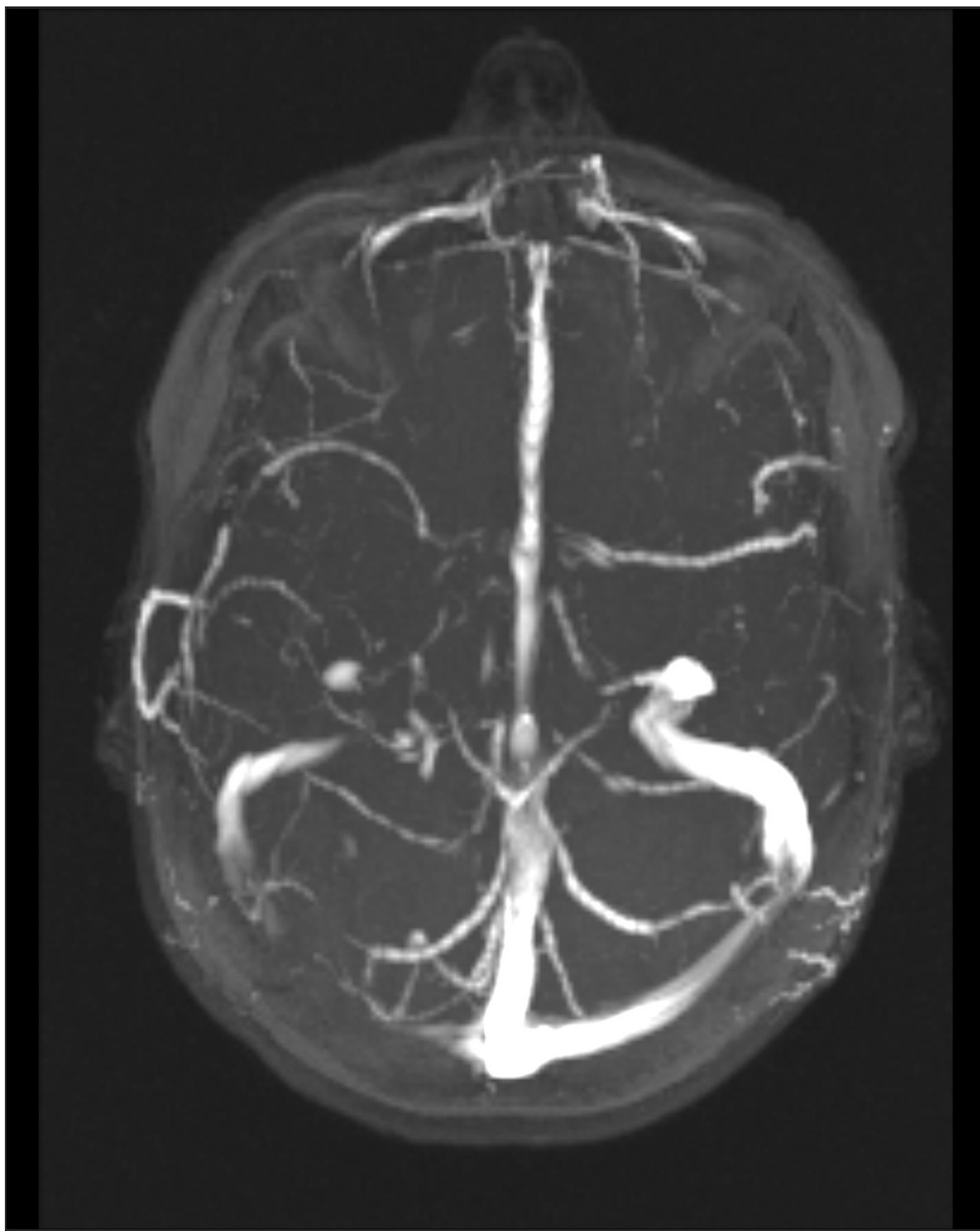
Obrázek č.3



Flebografie horní končetiny

Zdroj: Radiologická klinika FNOL

Obrázek č. 4



MR venografie žilních splavů

Zdroj: Radiologická klinika FNOL