

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav radiologických metod

Žaneta Kiovská

Kontrastní látky v diagnostickém zobrazování

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Lukáš Hrdina, Ph.D.

Olomouc 2015

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

Olomouc 11. května 2015

podpis

Chtěla bych poděkovat MUDr. Lukáši Hrdinovi, Ph.D. za odborné rady, čas a ochotu, kterou mi věnoval při zpracování práce.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: **Bakalářská práce**
Téma práce: **Kontrastní látky v diagnostickém zobrazování**
Název práce: **Kontrastní látky v diagnostickém zobrazování**
Název práce v AJ: **Contrast agents in diagnostic imaging**

Datum zadání: **2014-09-20**
Datum odevzdání: **2015-05-11**

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav radiologických metod

Autor práce: Kiovská Žaneta
Vedoucí práce: **MUDr. Lukáš Hrdina, Ph.D**
Oponent práce: **MUDr. Jiří Kozák**

Abstrakt v ČJ: Bakalářská práce zabývající se kontrastními látkami v diagnostickém zobrazování má za cíl předložit poznatky o dělení kontrastních látek, o způsobu aplikace těchto látek, výskytu možných nežádoucích reakcí a také to, jak se při těchto nežádoucích reakcích zachovat a včas tyto nežádoucí reakce léčit. Do práce je zahrnuta také problematika týkající se kontrastní nefropatie a nefrogenní systémové fibrózy.

Abstrakt v AJ: The Bachelor thesis dealing with contrasting agents in diagnostic imaging aims to present findings on the division of contrasting agents, on the form of administration of these substances and on the occurrence of possible adverse reactions. Moreover, how to deal with these adverse reactions and treat them in a timely manner. The thesis also includes issues related to the contrasting nephropathy and nephrogenic systemic fibrosis.

Klíčová slova v ČJ:

kontrastní látka, diagnostické zobrazování, nežádoucí reakce, kontraindikace, magnetická rezonance, výpočetní tomografie, uroselectan, magnevist, SonoVue, ultrazvuk, mamografie, nefropatie, nefrogenní fibróza

Klíčová slova v AJ:

contrast agent, diagnostic imaging, adverse reactions, contraindications, MRI, CT, uroselectan, magnevist, SonoVue, ultrasound, mammography, nephropathy, nephrogenic fibrosis

Rozsah:

49/6

OBSAH

ÚVOD	7
1 Kontrastní látky	9
1.1 Rozdělení kontrastních látek.....	10
1.1.1 Pozitivní kontrastní látky.....	10
1.1.2 Negativní kontrastní látky	11
1.1.3 Monokontrastní vyšetření	11
1.1.4 Dvojkontrastní vyšetření	12
2 Kontrastní látky pro RTG diagnostiku	13
2.1 Baryové kontrastní látky	13
2.2 Jodové kontrastní látky	14
2.3 Kontrastní látky pro výpočetní tomografii.....	15
2.3.1 Izodenzní kontrastní látky	16
2.3.2 Hypodenzní kontrastní látky	16
2.3.2 Hyperdenzní kontrastní látky.....	17
2.4 Kontrastní látky pro angiografii a mamografii	17
3 Kontrastní látky pro ultrasonografii	19
4 Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci	21
5 Zásady podání kontrastní látky	24
6 Kontrastní látky a jejich nežádoucí reakce	27
6.1 Non- renální nežádoucí reakce.....	28
6.2 Renální nežádoucí reakce	30
6.3 Léčba nežádoucích účinků.....	31
6.4 Premedikace.....	32
7 Kontrastní nefropatie a nefrogenní systémová fibróza	33
ZÁVĚR	35
REFERENČNÍ SEZNAM	37
SEZNAM ZKRATEK	41
SEZNAM TABULEK	42
SEZNAM PŘÍLOH	43
PŘÍLOHY	44

ÚVOD

Kontrastní látky jsou po objevení paprsků X, Wilhelmem Conradem Röntgenem, nedílnou součástí diagnostických procedur na všech lékařských diagnostických pracovištích nejen u nás, ale i všude jinde ve světě. I když se jejich historie datuje jen od 19. století, jejich vývoj pokročil za relativně krátkou dobu dopředu velice rychle a značně. Aplikace kontrastní látky bývá nejčastěji vstříkáváním do cévního proudu k rentgenovému zobrazení cév, k popisu toku krve, jeho zvláštnostem a činnosti srdce jako pumpy, dále je využíváme k zobrazení orgánů a anatomických struktur lidského těla. V současnosti roste nejen počet vyšetření u výpočetní tomografie, ale i na přístrojích magnetické rezonance, kde dochází právě k aplikaci těchto kontrastních látek. Přestože jsou kontrastní látky nezbytnou součástí vyšetřovacího procesu, je třeba dbát na jejich nežádoucí účinky a předcházet vzniku nežádoucích reakcí a být perfektně připraven tyto nežádoucí reakce léčit (Seidl et al., 2012, s. 76-78; Navrátil et al., 2008 s. 61-62).

V souvislosti s kontrastními látkami pro diagnostické zobrazování jsou formulovány tyto otázky, kterými se ve své přehledové bakalářské práci zabývám.

Základní otázky:

1. Jaké kontrastní látky se využívají k diagnostickému zobrazování?
2. Existují určitá rizika spojená s podáním kontrastní látky, popř. jak takovými rizikům předejít?
3. Jak se zachovat, v případě ohrožení života pacienta?

Odpovědi na shora uvedené otázky jsou cílem bakalářské práce.

Sumarizace poznatků o kontrastních látkách navazuje na tyto základní otázky. Cílem bakalářské práce je:

1. Předložení poznatků o dělení a vlastnostech kontrastní látek využívaných v diagnostickém zobrazování.
2. Předložení poznatků z problematiky zásad podání kontrastních látek dle metodického pokynu a jejich premedikaci
3. Předložení informací týkající se zásad pomoci při ohrožení života pacienta po aplikaci kontrastní látky.

K vypracování a analýze problematiky byla použita tato vstupní literatura:

NEKULA, Josef; HEŘMAN, Miroslav; VOMÁČKA, Jaroslav; KÖCHER, Martin. Radiologie. Olomouc : Univerzita Palackého, 2005. 205 s. ISBN 80-244-1011-7

SEIDL, Zdeněk, BURGETOVÁ, Andrea, Hoffmannová, Eva, a kol. Radiologie pro studium i praxi. 1. vydání Praha: Grada Publishing, 2012. 368 s. ISBN 978-80-247-4108-6

VOMÁČKA, Jaroslav; NEKULA, Josef; KOZÁK, Jiří. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Olomouc : Univerzita Palackého, 2012. 153 s. ISBN 978-80-244-3126-0

K vytvoření bakalářské práce byla použitá literatura vyhledána na základě rešerše odborné literatury. Bylo využito databází Medvik, PubMed, ProQuest. Z hlediska obsáhlosti využití kontrastních látek bylo vyhledáno velké množství článků, které však byly vyřazeny, jelikož se přímo nevztahovaly k problematice týkající se bakalářské práce. Mezi další zdroje odborné literatury patří Lékařské listy, Sestra, Zdravotnické noviny a Solen medical education.

Hlavním vyhledávacím jazykem byl zvolen český jazyk. Jako klíčová slova byla zvolena: **kontrastní látka, diagnostické zobrazování, nežádoucí reakce, kontraindikace, magnetická rezonance, výpočetní tomografie, uroselectan, magnevist, SonoVue, ultrazvuk, mamografie, nefropatie, nefrogenní fibróza.**

Druhým a doplňujícím jazykem byl zvolen anglický jazyk. Klíčová slova byla totožná s českými výrazy: **contrast agent, diagnostic imaging, adverse reactions, contraindications, MRI, CT, uroselectan, magnevist, SonoVue, ultrasound, mammography, nephropathy, nephrogenic fibrosis.**

1 Kontrastní látky

Kontrastní látky jsou látky, které slouží ke zlepšení kvality rentgenového obrazu. Napomáhají zobrazení anatomických struktur, orgánů a jejich funkcí v závislosti na absorpci rentgenova záření v těchto tkáních. Kvalita obrazu je závislá na míře ostrosti a kontrastu obrazu. Kontrast rozlišujeme jako kontrast celkový a kontrast detailu. Celkovým kontrastem je míněn rozdíl ve stupni šedi na celém obrazu mezi nejsvětlejším a nejtmaším místem. Kontrast detailu je pak rozdíl ve stupni šedi mezi dvěma sousedícími místy, který může být objektivní, tedy fyzikálně měřitelný, nebo subjektivní, který je fyziologický. Ostrost je schopnost optického aparátu rozlišit dva body na snímku. Díky zlepšení viditelnosti těchto struktur je lékař lépe schopen zhodnotit provedené vyšetření. (Chudáček, 1993, s. 28-29; Seidl et al., 2012, s. 76; Vomáčka, Nekula a Kozák, 2012, s. 67).

Historie kontrastních látek a jejich vývoj je úzce spjat s objevením rentgenového záření, tzn. paprsků X, Wilhelmem Conradem Röntgenem 8. listopadu 1895. Za tento významný objev získal Nobelovu cenu za fyziku a započal tak novou etapu diagnostického zobrazování. Jeho myšlenky byly nadále zdokonalovány a byly předlohou a základem pro vznik kontrastních látek. Jejich vývoj je spojován především se jmény Edward Haschek, Otto Lindenthal, E. D. Osborne, Joseph Berberich, Samson R. Hirsch, Barney Brooks a Egas Moniz. Všichni tito významní lidé, především lékaři, se stali objeviteli kontrastních látek a snažili se tak využít jejich jednotlivých vlastností a významně tak přispět k jejich začlenění do diagnostického procesu.

- Edward Haschek a Otto Lindenthal: publikace nástříku cév amputované ruky v roce 1896, byla použita pasta, která obsahovala soli vizmutu, olova a barya
- E. D. Osborne- jód, využívající k léčbě syfilis, se vychytával v odvodném systému ledvin. Tento jód se zobrazoval na rentgenových snímcích břicha
- Joseph Berberich a Samson R. Hirsch: v roce 1932 vynaložili síly k zobrazení větve plicnice pomocí bromidu stroncia. Bohužel bezúspěšně. Avšak na jejich práci navazoval Barney Brooks
- Barney Brooks- v roce 1923 zhotovil první angiogram s použitím jodidu sodného u femorální tepny
- Egas Moniz v roce 1927 pokus o zobrazení mozkových tepen pomocí jodidu sodného, navazoval na něj Reynaldo dos Santos, který se stejným způsobem pokoušel zobrazit tepny dolních končetin

Mezi další významná jména patří:

- G. Holzknecht a W. B. Cannon: použili baryovou suspenzi jako kontrastní látku v rentgenologii
- P. Krause: použil barium sulfát v rtg diagnostice gastrointestinálního traktu

Všechny tyto pokusy ať vydařené, či nevydařené, vedly k tomu, že došlo k obrovskému rozvoji kontrastních látek. Koncem 20. let 20. století Arthur Heinrich Binz a jeho spolupracovníci pracovali na kontrastních látkách na jodové bázi. Výsledkem jejich práce byl vznik jodové kontrastní látky pod záštitou firmy Schering v Berlíně. Tou nejznámější z nich byl Uroselektan (Krajina et al., 2005, s. 57); (<http://stary.lf2.cuni.cz>).

V souvislosti s těmito objevy se postupně na trhu začaly objevovat kontrastní látky nejen pro zobrazení pomocí rentgenova záření, ale kontrastní látky pro diagnostické zobrazování pomocí ultrasonografie a magnetické rezonance.

1.1 Rozdělení kontrastních látek

Kontrastní látky v radiologii můžeme dělit podle vícero kritérií. Podle původu, skupenství, způsobu aplikace, či absorpce záření. Látky podílející se na absorpci RTG záření dělíme na kontrastní látky pozitivní a negativní. Kontrastní látky můžeme rozdělit na kontrastní látky pro RTG zobrazování, kam řadíme kontrastní látky pro výpočetní tomografii, angiografii a mamografii. Dále kontrastní látky pro ultrasonografii a kontrastní látky pro magnetickou rezonanci (Seidl et al., 2012, s. 76; Nekula et al., 2005, s. 27).

1.1.1 Pozitivní kontrastní látky

Pozitivní kontrastní látky jsou látky, které zvyšují absorpci rentgenova záření v jednotlivých tkáních. Základním požadavkem pro pozitivní kontrastní látky je, že nesmí být toxické a nesmí budít pocity tepla, bolesti, či pocitů na zvracení. Pozitivní kontrastní látky mají vyvolávat reakce jen výjimečně, a to reakce z přecitlivělosti, kterým se snažíme předejít preventivními opatřeními (Chudáček, 1993, s. 132).

Tyto látky obecně dělíme na Baryové a Jodové (Nekula et al., 2005, s. 27). Působí diagnostickou jistotou díky vysokému kontrastu, který způsobují (Chudáček, 1993, s. 132). Z hlediska skupenství jsou pozitivní kontrastní látky buď roztoky, suspenze, oleje, či tablety (Chudáček, 1993, s. 133).

1.1.2 Negativní kontrastní látky

Vzduch, kyslík, oxid uhličitý, voda nebo roztoky cukerných alkoholů jako je Manitol, či Sorbitol, patří mezi negativní kontrastní látky. V dnešní době se využívají poměrně vzácně, výhradně při dvojkontrastním zobrazování trávicího traktu, které probíhá pomocí jak negativní kontrastní látky, tak pozitivní kontrastní látky. Úkolem negativní kontrastní látky je rozeptnutí prostoru, kde je aplikována. Nejčastěji se jedná o stěnu trávicího traktu. Pomocí negativní kontrastní látky jsme schopni rozeznat velmi jemné struktury trávicího traktu, určit jeho šíři a lépe tak rozpoznat patologické změny (Ferda, 2015, s. 28).

Výhodou těchto látek je, že na tento druh látek neexistuje vedlejší reakce, neboť jsou součástí našeho životního prostředí, další výhodou je jejich nízká nebo žádná pořizovací cena. Nevýhodou je, že jejich kontrast je velmi slabý (Chudáček, 1996, s. 132). Oxid uhličitý je jako kontrastní látka využíván především v angiografii. Využívá se při zobrazení pomocí digitální substrakční angiografie od 80. let 20. století (Válek et al., 1999 s. 17; Peregrin, 2007, s. 66-67).

1.1.3 Monokontrastní vyšetření

Monokontrastní vyšetření je vyšetřením, u kterého je využit vždy pouze jeden druh kontrastní látky. Za normálních podmínek rozdělujeme na vyšetření buď negativní, nebo pozitivní. Při klasickém monokontrastním vyšetření negativním využíváme kontrastu negativního, což je plyn, který bývá přítomný ve střevních kličkách. Při použití klasického monokontrastního vyšetření pozitivního využíváme kontrastní látky – pozitivní. U trávicího traktu vyšetřujeme monokontrastně žaludek či tlusté střevo. Můžeme říci, že v případě žaludku jde v dnešní době spíše o historické vyšetření, které se doplňuje dvojkontrastním vyšetřením. Avšak u malých dětí se žaludek vyšetřuje především monokontrastně. U vyšetření tlustého střeva se využívá negativní kontrastní látky, tedy vzduchu. Pacient se vyprázdní, dojde k osnímkování po vyprázdnění, poté naplníme střevo (přes rektální rourku do konečníku) vzduchem. Toto monokontrastní vyšetření střeva se dnes využívá především u malých dětí, u pacientů s invaginací, či u střevních obstrukcí (Válek et al., 1999, s.11-12).

1.1.4 Dvojkontrastní vyšetření

Dvojkontrastní vyšetření je vyšetřením, u kterého dojde ke kombinaci pozitivního a negativního kontrastu. Při vyšetření trávicí trubice je to pozitivní kontrast v podobě síranu barnatého a negativní kontrast v podobě plynu. Plyn vyšetřovanou oblast rozepne a síran barnatý vytvoří tenký povlak na stěně. Předpokladem kvalitního zobrazení orgánu je správná metodika při výkonu, vhodná kontrastní látka, správné naplnění orgánu negativní kontrastní látkou (Válek et al., 1999, s. 12; Chudáček, 1996, s. 134). Toto vyšetření je vyšetřením levným, které lze provést v každé nemocnici, ale pracné pro nemocniční personál. Příprava pacienta k tomuto vyšetření může trvat i několik hodin (Kazil a Kazilová, 2007, s. 101).

2 Kontrastní látky pro RTG diagnostiku

Kontrastní látky pro zobrazení pomocí RTG záření můžeme rozdělit podle základního kritéria na kontrastní látky baryové a jodové. Dalším dělením těchto látek získáme kontrastní látky pro skiaskopicko-skiagrafická vyšetření a výpočetní tomografii.

Zvláštním dělením se dostáváme ke kontrastním látkám pro angiografická a mamografická vyšetření. Tyto látky neslouží pouze pro RTG diagnostiku, slouží i pro vyšetření pomocí magnetické rezonance (Seidl, 2012, s. 76-77).

Tato odvětví kontrastních látek pro RTG diagnostiku se stala nedílnou součástí diagnostického zobrazování ať nádorových útvarů, orgánových změn, cévních uzávěrů či malformací lidských orgánů. Jejich vývoj úzce souvisí nejen s přístrojovými změnami, ale i se změnami na komfort pacienta při průběhu vyšetření. Vzhledem k tomu, že se kontrastní látky nevyužívají k léčbě, ale pro diagnostiku a sledování chorob a jejich stavů, je důležité, aby byly odpovídajícím způsobem upraveny. Jako u jiných léčivých přípravků musí být i u kontrastních látek pro diagnostické zobrazování převaha v přínosu daného vyšetření nad rizikem vyšetření (Seidl, 2012, s. 76-77; Chudáček, 1993, s. 132-133; Válek et al. , 1996, s. 12-17; Eliáš et al., 1998, s. 19-21).

2.1 Baryové kontrastní látky

Mezi základní složku baryových kontrastních látek řadíme síran barnatý. Jde o netoxickou sloučeninu, která je zároveň nerozpustná ve vodě. Základní vlastností baryových látek je přilnavost ke sliznici, denzita, viskozita a stabilita (Válek, 1998, s. 20- 21). Kromě nejdůležitější složky, síranu barnatého, obsahuje i řadu pomocných látek, mezi které patří stabilizátory sloužící ke zpomalení sedimentace baria a jeho vločkování, a také různé přísady zlepšující vlastnosti chuti a vůně (Seidl et al. 2012, s. 76-77; Nekula et al., 2005, s. 27). Mezi přípravky spadající do této skupiny patří dříve používané a nepříliš kvalitní Skiabaryum, které pro svoji nepraktičnost přípravy, vločkování a nesouvislou kontrastní náplň neslo určité riziko pro dokonalé zobrazování a tedy diagnostiku. Nyní se nejčastěji využívá zahraničních preparátů jako je Micropaque a Prontobarrio, které jsou kvalitnější. Existuje i hustá pasta v tubě pro vyšetření jícnu jako je Microtrast, nebo Prontobarrio esofago.

Baryové kontrastní látky slouží k vyšetření gastrointestinálního traktu. Jejich výhodou je nenáročná skladování a také to, že nemají žádné vedlejší reakce. Značnou nevýhodou je ale kontraindikace použití baryových látek při podezření na perforaci nebo uzávěr trávicí trubice

V případě, že by se baryová suspenze objevila mimo trávicí trakt, hrozí akutní zánět, či chronické adhezivní změny (Vomáčka et al, 2012, s. 67).

2.2 Jodové kontrastní látky

Jodové kontrastní látky patří mezi pozitivní kontrastní látky, které můžeme dále dělit na látky pevné, vodné a olejové. Obecně bývají jodové kontrastní látky nejčastěji používány např. při vyšetření pomocí výpočetní tomografie, či angiografických vyšetřeních.

Pevné jodové kontrastní látky se dříve využívaly pro zobrazení žlučníku. Mezi zástupce patří Jopagnost.

Mezi olejové kontrastní látky řadíme Lipiodol a Ultrafluid. Používají se pro zobrazení lymfatického systému, vývodů velkých slinných žláz. Slouží také pro značení embolizačního materiálu. Jejich nevýhodou je špatná vstřebatelnost v těle (Vomáčka et al., 2012 ,s. 65-67).

Vodné jodové kontrastní látky jsou největší a nejdůležitější skupinou. Jejich základem je benzenové jádro se třemi atomy jódu. Nejčastěji jsou používány parenterálně, avšak mohou být použity i enterálně. Rozdělujeme je na hepatotropní a nefrotropní látky, které jsou pojmenovány podle způsobu jejich vylučování. Hepatotropní kontrastní látky jsou vylučovány játry a žlučí, zatímco nefrotropní jsou vylučovány pomocí ledvin. Nefrotropní kontrastní látky mohou být podány pouze u pacientů se správnou funkcí ledvin. Mezi ideální parametry těchto kontrastních látek patří vysoký kontrast, žádné fyziologické poškození ledvin a rychlé vyloučení ledvinami. Při srovnání hepatotropních a nefrotropních látek je patrné, že nefrotropní látky jsou používány častěji, a to především pro jejich menší riziko nežádoucí reakce. Alergická reakce záleží na množství, koncentraci a teplotě podávané kontrastní látky. Každá látka je výrazně označena číslicí, např. 320, 350, 370, která označuje množství jódu a jeho koncentraci (mg jodu/ 1 ml kontrastní látky). Obecné parametry snášenlivosti kontrastní látky jsou dány hyperosmolalitou, chemotoxicitou a ionizací látky (Vomáčka et al., 2012, s. 67-68; Krajina et al., 2005, s. 57-67).

Osmolalita je počet osmoticky aktivních částic v kilogramu vody. Osmolalita krve v plazmě je 290 mmol/kg. Čím je osmolalita vyšší, tím je kontrastní látka náchylnější k pravděpodobnému vzniku alergických reakcí. Ionické jodové kontrastní látky mají hladinu osmolality mnohonásobně vyšší, což se stalo důvodem k jejich nepoužívání. Používají se proto neionické jodové kontrastní látky. Mají osmolalitu několikanásobně menší, jsou dostupné a mají malé riziko vzniku vedlejší reakce. V závislosti na osmolalitě můžeme kontrastní látky rozdělit na vysokosmolární, nízkoosmolární a izosmolární. Vysokoosmolární

látky mají osmolalitu 7 krát větší než je hladina osmolality u krve. Nízkoosmolární mají hladinu osmolality vyšší 2 krát než je hladina osmolality u krve, a izoosmolární látky mají osmolalitu stejnou jako je osmolalita krve (www.sukl.cz).

Chemotoxicita vyjadřuje chemické složení kontrastních látek. Čím je chemotoxicita vyšší, tím vyšší je riziko vzniku alergických reakcí nebo riziko vzniku poškození orgánu (Vomáčka et al, 2012, s. 68; Seidl et al., 2012, s. 76-78; Nekula a Chmelová, s. 35).

Ionizace souvisí se štěpením látky v organismu, což nepříznivě ovlivňuje reakce po podání kontrastní látky. Dle ionizace dělíme jodové kontrastní látky na ionické a neionické. Mezi ionické patří např. Telebrix a mezi neionické např. Omnipaque, Ultravist, Iomeron. Neionické kontrastní látky jsou nejkvalitnější, nejpoužívanější a mají relativně nízké riziko vzniku alergických reakcí. Nevýhodami těchto látek jsou vysoké pořizovací náklady (Krajina et al., 2005, s. 57).

2.3 Kontrastní látky pro výpočetní tomografii

Denzitní schopnost rozlišení normální a patologické tkáně je při nativním tomografickém vyšetření často nedostatečné. Proto je nutné jednotlivé denzitní rozdíly zvýraznit. K tomu nám slouží podání kontrastní látky ve výpočetní tomografii. Samotné podání těchto látek vede k lepší diagnostické výtěžnosti jednotlivých snímků.

V diagnostice pomocí výpočetní tomografie mají intravenózně podávané nefrotropní jodové kontrastní látky největší zastoupení. Intravenózní podání kontrastní látky je nezbytné pro zvýraznění kontrastu cév, parenchymových orgánů a patologických lézí. Indikací k intravenózní aplikaci kontrastních látek mohou být vyšetření CT angiografie- CTA mozku a karotid, CTA plicních tepen, atd.; polytraumata, záněty, nádorová onemocnění a s nimi spojen metastatický proces (Vomáčka, 2012, s.129-142).

Je však možné použít i jiné kontrastní látky. Například při virtuální třídimenzionální kolonoskopii vyšetřené pomocí výpočetní tomografie dochází k insuflaci negativního kontrastu, vzduchu (Eliáš et al., 1998 , s. 19) .

Perorální podání kontrastní látky je významnou součástí při vyšetření hrudníku nebo dutiny břišní. Dříve sloužily tyto látky k naplnění klíčků tenkého a tlustého střeva, což napomohlo odlišení jednotlivých orgánů, protože trávicí trubice při vyšetření výpočetní tomografií byla zdrojem artefaktů. S vývojem přístrojů výpočetní tomografie se trávicí trubice stala plnohodnotným orgánem bez rušivých elementů, a tak se tyto kontrastní látky využívají k tomu, aby jícnem, žaludkem, dvanáctníkem, tenké a tlusté střevo bylo řádně naplněno a došlo tak

k důkladnému rozepnutí těchto orgánů. Tato distenze orgánů nám umožňuje hodnotit jejich velikost, vztah k okolí ale umožňuje i posoudit charakter trávicí stěny.

Jedním z dalších způsobů, který se v diagnostice pomocí kontrastních látek pro výpočetní tomografii využívá je intratekální podání, což je podání kontrastní látky do páteřního kanálu. Indikací k tomuto výkonu je CT myelografie (Seidl a Obenberger, 2004, s.332).

Kontrastní látky využívané pro výpočetní tomografii dělíme na látky izodenzní (voda, metylcelulóza, HP-7000), látky hypodenzní (negativní), kam řadíme tukové kontrastní látky a vzduch, třetím dělením jsou látky hyperdenzní (pozitivní), kam patří jodové či baryové kontrastní látky (Eliáš et al., 1998, s. 20).

2.3.1 Izodenzní kontrastní látky

Izodenzní kontrastní látky jsou výhodné z toho hlediska, že můžeme pomocí nich vyšetřovat trávicí trubici jak u dětí, tak i u dospělých. Napomáhají k rozdílu denzit stěny trávicí trubice nebo okolních orgánů. Velikost rozdílů jednotlivých denzit je okolo 50 Hounsfieldových jednotek. Mezi další výhody těchto látek patří především to, že jsou tolerantní k nemocným pacientům, umožňují vyšetření trávicí trubice i při podezření na krvácení do dutiny břišní, či trávicí trubice, a v neposlední řadě je třeba říci, že pořizovací cena těchto látek je velmi nízká. Nevýhodou těchto látek je, že v některých případech nezpůsobují až tak výrazný rozdíl denzit, což umožňuje špatné rozlišení např. chorobného nahromadění tekutiny v dutině břišní (ascites) při naplněné trávicí trubici. Izodenzní látku jako je voda využíváme při zobrazování jícnu a žaludku. Metylcelulózu a HP – 7000 používáme při enteroklyze. Vodu nebo metylcelulózu při irrigografii (Eliáš et al., 1998, s. 20).

2.3.2 Hypodenzní kontrastní látky

Mezi hypodenzní kontrastní látky patří tukové kontrastní látky a vzduch. Tukové roztoky pro zobrazení trávicí trubice mají charakter husté suspenze. Tato suspenze má negativní denzitu, která činí až – 100 Hounsfieldových jednotek. Tato denzita možná zřetelně odlišit trávicí trubici a stabilizuje v celém rozsahu tenké i tlusté střevo.

Nevýhodou těchto látek je vysoká pořizovací cena a špatná dostupnost. Mezi další nevýhodou ze strany pacienta, spadající pod tukové kontrastní látky, patří špatná snášenlivost. Po aplikaci těchto látek se často objevují průjmy. Aplikace vzduchu se používá bez větších nežádoucích účinků např. při CT virtuální koloskopii (Eliáš et al., 1998, s.20).

2.3.2 Hyperdenzní kontrastní látky

Hyperdenzní kontrastní látky jsou při vyšetření pomocí výpočetní tomografie používány nejčastěji. Mezi látky obvykle používané patří jodové kontrastní látky rozpustné ve vodě. Z hlediska vývoje se v dnešní době využívá per orální aplikace Ultravistu, dříve se užíval Telebriix 300, nebo podobná látka Gastrografin (Eliáš et al.,1998, s. 20-21). Problémem a taky nevýhodou těchto látek je čas, a s ním spojená koncentrace a rozdíl denzit mezi obsahem a stěnou trávicí trubice a okolím. V závislosti na vzniku artefaktů hraje významnou roli rozdíl denzit mezi kontrastní látkou a vzduchem v trávicí trubice. Nevýhodou je, že při průchodu střevem dochází k zahušťování nebo zředění těchto látek. Zahušťování vlivem vstřebávání vody ve střevě, ke zředění dochází, pokud je ve střevě velké množství tekutiny. Ovlivnění kvality zobrazení záleží právě na koncentraci podávaných roztoků. Z hlediska špatné tolerance těchto látek ze strany pacienta se mohou objevovat průjmy či alergické reakce (Eliáš et al.,1998 ,s. 21).

Mezi výhodnější látky pro CT vyšetření patří Micropaque. Micropaque je baryová kontrastní látka, mezi její výhody patří to, že je vodou ředitelná, stabilní, umožní lepší povlak a slizniční detail trávicí trubice. Pravděpodobnost vzniku artefaktů výrazně nižší a nižší je i pořizovací cena (Eliáš et al.,1998 ,s.21; Watson a Nick, 2014, s. 48).

2.4 Kontrastní látky pro angiografii a mamografii

Kontrastní látky pro angiografii a mamografii můžeme zařadit mezi látky pro rtg zobrazování, tak pro zobrazování pomocí magnetické rezonance.

Angiografie označuje vyšetření cévního řečiště pomocí zobrazovací metody. K zobrazování cévního řečiště se využívá výpočetní tomografie (CTA), digitální substrakční angiografie nebo magnetické rezonance (MRA) (Krajíček et al., 2007,s. 41-47; Souček et al., 2005 ,s.161).

Při vyšetření CT angiografie dochází k nástřiku jednotlivých cév kontrastní látkou (Chudáček, 1993, s. 379), což umožní zobrazit stenózy či okluze spojené s trombózou nebo spazmem, umožní identifikaci aneurysmat, či arteriovenózních malformací. Dále slouží k lokalizaci cévní dislokace spojených s tumory a abscesy (Kolektiv autorů, 2009, s. 68). K tomuto zobrazení bývá nejčastěji využito jodových kontrastních látek ionických nebo neionických, kde nezbytným předpokladem dobrého výsledku tohoto vyšetření je dosažení

vysoké koncentrace kontrastní látky ve vyšetřované cévě (Krajíček et al., 2007, s. 42). Výhodou tohoto vyšetření je možnost vyšetřit pacienty s kovovými implantáty, což v některých případech pomocí angiografie magnetickou rezonancí neprovádíme. Angiografii pomocí magnetické rezonance můžeme zvolit u pacientů s moderními kovovými implantáty s dodržáním minimálně 6 týdnů od implantace (Krška et al., 2014, s. 42).

Značnou výhodou těchto vyšetření je, že CTA i MRA umožňují tří dimenzionální rekonstrukce (Krajíček et al., 2007, s. 54).

DSA neboli digitální substrakční angiografie je metodou klasické angiografie, během které dochází také k aplikaci jodových kontrastních látek pomocí katetrů přímo do lumen cévy. Je to metoda s nejdětalnějším zobrazením tepenného řečiště, při které se využívá metoda subtrakce skeletu a měkkých tkání. Mezi nevýhody DSA patří právě nutnost intraarteriálního podání kontrastní látky s možností komplikací v souvislosti s invazivitou tohoto provedení, např. v místě vpichu.

Angiografie pomocí magnetické rezonance bývá prováděna za pomoci aplikace paramagnetických kontrastních látek do periferní žíly. Jedná se o miniinvazivní metodu pro detekci patologických stavů aorty hrudní a břišní a jejich větví především pro případ stenóz, disekcí, okluzí a anomálií (Krajíček et al., 2007, s. 46-47). Mezi výhody tohoto vyšetření patří to, že MR angiografie dokáže dobře hodnotit cévní řečiště včetně bérceových tepen, umožňuje 3D rekonstrukce a kalficikace téměř neovlivňují kvalitu obrazu. Mezi nevýhody patří, že MR angiografie nelze provést u pacientů, kteří mají zastaralejší typ kovového implantátu, či elektronický implantát a kardiostimulátor (Krajíček et al., 2007, s. 54; Krška, 2014, s. 42).

Mamografie je zobrazovací vyšetření prsní žlázy pomocí RTG zobrazení (Seidl et al, 2012, s. 38). Kontrastní látky využívané v mamografii, tedy k detekci prsní žlázy mohou být látky jodové nebo paramagnetické.

Jodové kontrastní látky využíváme při duktografii. Při tomto vyšetření dochází k aplikaci malého množství kontrastní látky na vrchol bradavky za účelem zobrazení průběhu vývodu mléčné žlázy (Krška et al, 2011, s. 35).

Paramagnetické kontrastní látky jsou základem vyšetření mamografie pomocí magnetické rezonance. Indikacemi k tomuto vyšetření jsou recidivy karcinomů, zjištění účinků neoadjuvantní chemoterapie na tumor, hledání primárního nádoru prsu při nálezů metastáz v axiálních lymfatických uzlinách a negativních mamografických a ultrasonografických nálezích (Dražan a Měšťák, s. 27).

3 Kontrastní látky pro ultrasonografii

Počátek kontrastních látek pro ultrasonografii datujeme devadesátými lety dvacátého století, kdy nejstarší metodou bylo kontrastní harmonické zobrazení (Hrazdira, 2008, s. 9). Při vyšetření ultrazvukem za pomoci intravenózně aplikovaných kontrastních látek, které jinak nazýváme echokontrastní látky, dochází k zesílení ultrazvukových odrazů z cév, tepen, srdečních dutin, či parenchymatózních orgánů (Nekula, 2008, s. 29; Vomáčka et al, 2012, s.70). Echokontrastní látky se skládají z plynových mikrobublin o průměru 2-4 μm . Velikost mikrobublin je důležitým parametrem pro průchod plicními kapilárami, jelikož se tyto látky postupně eliminují z těla plícemi. Jejich účinek je jen krátkodobý, po dobu několika minut. Mikrobubliny se stávají v závislosti na fyzikálních vlastnostech a velikosti zdrojem rezonančního vlnění, čímž zvyšují počet odrazů. Odrazy jsou detekovány krystalem sondy ultrazvukového zařízení (Hrazdira, 2008, s. 9).

Existují tři generace echokontrastních látek. První generace těchto látek je charakteristická pro dřívější používání a zesílení dopplerovského signálu. Řadíme sem Levovist, který v již v České republice není registrován. V cévním řečišti vydrží jen několik sekund, protože celá podaná dávka byla zničena sonografickým signálem o vysoké intenzitě. Tato generace se proto stala nevýhodnou pro intervenční zákroky. Výhodou této generace byla možnost provádět tuto techniku na každém přístroji, který byl vybaven dopplerovským módem (Vomáčka et al, 2012, s.71; Špičák et al, 2008, s. 34).

Novější generací je druhá generace látek, které jsou stabilnější v cévním řečišti, kde vydrží déle, což vede k praktičnosti a pohodlnějšímu zobrazování. Do této generace spadá SonoVue, jehož poločas je až 6 hodin. K tomuto zobrazování je třeba pulzní techniky a speciálního zobrazovacího přístroje. Ve výsledku zobrazování dochází ke zvýraznění odstínu šedé barvy (Špičák et al, 2008, s. 34).

Do třetí generace řadíme kontrastní látku EchoGen. Jedná se o novou ultrazvukovou kontrastní látku, která získala evropské schválení pro srdeční indikaci, ale roku 2000 byla stažena firmou Sonus Pharmaceuticals z trhu (Baert a Sartor, 2005, s. 11).

Použití kontrastních látek v ultrasonografii je nákladnou záležitostí. Vyžaduje nejen přístroj umožňující tyto techniky (ultrasonografické vyšetření ve speciálním módu), ale i samotná pořizovací cena echokontrastní látky je vysoká. I když tato metoda nepatří mezi nejlevnější metody, jsou tyto výkony prováděny z důvodu lepší diagnostiky daného problému

a dále mohou nahradit intervenční metody, mezi které patří např. angiografie (Vomáčka et al, 2012, s. 70; Hrazdira, 2008, s. 9; Seidl et al., 2012, s. 80).

Tab. 1 Přehled kontrastních látek pro ultrasonografii

První generace	Druhá generace	Třetí generace
Lenovist	Optison	Echogen
Sonazoid	Sonazoid	-
EchoVist	SonoVue	-

Dostupné z: <http://www.wjgnet.com/1948-5190/pdf/v6/i4/121.pdf>

4 Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci

Uvedení magnetické rezonance do klinické praxe pro diagnostické zobrazování proběhlo počátkem osmdesátých let minulého století. V roce 1988 byla na trh představena první kontrastní látka pro MRI. Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci jsou speciálními látkami, které můžeme dělit podle více kritérií.

Dělíme je podle jejich magnetické vlastnosti na paramagnetické a superparamagnetické. Dále je můžeme dělit na látky tkáňově nespecifické (extracelulární) a tkáňově specifické (intracelulární). Extracelulární kontrastní látky jsou charakteristické šířením v cévním řečišti a tělních tekutinách. Jejich další vlastností je, že se nevychyťávají v žádných buňkách. Intracelulární kontrastní látky se naopak vychyťávají v buňkách a tedy i v určitém typu tkání. Mezi nejvýznamnější patří hepatobiliární kontrastní látky vychytávané přímo hepatocyty v jaterním parenchymu (Lipská, 2009, s. 97) (Mechl et al., 2014, s. 15; Nekula a Chmelová, 2009, s. 26). Následující dělicí systém rozděluje tyto látky na látky omezeny intravaskulárním prostorem (uvnitř cév), kam spadá Vasovist, nebo na látky extravaskulární, které prochází do prostoru extravaskulárního, tedy vně cévy (www.radiopaedia.org).

Při vyšetřování magnetickou rezonancí se používá hlavně látek na bázi gadolinia. Gadolinium je paramagnetickým prvkem, který zkracuje relaxační časy. Zkracuje především T1 relaxaci a tím zvyšuje intenzitu signálu v T1 zobrazení. To je důvodem, proč se podání kontrastní látky vyšetřuje vždy T1 váženým obrazem. Gadolinium je ale toxickým prvkem, z toho důvodu bývá navázán na cheláty (Gd- DTPA) (zdroj: www.medicinapropraxi.cz).

Nejrozšířenější skupinou kontrastních látek pro magnetickou rezonanci jsou látky extracelulární paramagnetické z toho důvodu, že jsou rozpustné ve vodě a mají široké indikační spektrum (Földi, 2014, s. 441).

Aplikace kontrastních látek pro magnetickou rezonanci je závislá stejně jako u jodových kontrastních látek na hmotnosti pacienta. Čím vyšší hmotnost pacient má, tím vyšší dávka kontrastní látky. Koncentrace kontrastních látek je uváděna v molech, kde odpovídající dávkou je 0,1 ml/kg váhy. Celkové množství podané látky tak v průměru představuje asi 7 ml. Podle způsobu aplikace je rozdělujeme na nitrožilně podávané, nitrokloubně podávané či perorálně podávané látky. U aplikace nitrožilní, bývá využíváno nečastěji automatického injektoru. Existuje i skupina látek intravaskulárních, která je dostupná jen v některých zemích a využívá se pro zobrazování cévního řečiště. Většina těchto látek má podobné vlastnosti jako jodové kontrastní látky využívané v radiologii, např. vylučování kontrastních látek

z organismu. Zajímavostí je, že paramagnetické kontrastní látky jsou zároveň také RTG kontrastní, a dají se tak využít při vyšetření pomocí digitální substrakční angiografie (Cihlář, 2007, s. 431- 437).

Extracelulární paramagnetické látky vylučují z 95% pomocí ledvin, ke kompletnímu vyloučení látky dojde zhruba do 24 hodin. Existují i určité odlišnosti, mezi ně patří relaxivita, což je rozdíl relaxačních rychlostí s a bez kontrastní látky vztažený na koncentraci (Mechl et al., 2014, s. 15).

Z hlediska vedlejších účinků jsou tyto látky ve srovnání s jodovými kontrastními látky absolutně bezpečné. Alergie na tyto látky je vzácná, ale může existovat. Tyto nežádoucí projevy jsou léčeny stejným způsobem jako nežádoucí látky po podání jodové kontrastní látky. Pozdní reakcí na podání těchto látek může být nefrogenní systémová fibróza.

Indikací k podání kontrastní látky jsou zejména pacienti s neurologickými problémy (choroby mozku, páteře, nebo páteřního kanálu), nebo pacienti podstupující kontrastní MR angiografii.

Zvláštní pozornost vyžadují těhotné ženy, aplikace kontrastní látky je absolutně kontraindikovaná. Kontrastní látku lze podat pouze z vitální indikace, což představuje ohrožení života matky. Mezi další skupinu zvláštní pozornosti patří kojící ženy. V případě podání látky kojící ženě, je nutné přerušit kojení po dobu 24 hodin od aplikace.

Tyto látky hojně využívané v magnetické rezonanci jsou ale poměrně drahou záležitostí, dochází proto k jejich neustálému vývoji, kde si společnosti, zabývající se těmito látkami, kladou za cíl vznik látky, která nebude pouze cirkulovat v krevním řečišti, ale bude i schopna proniknout do buněk jednotlivých orgánů (Mechl et al., 2014, s.15-16; Nekula a Chmelová, 2009, s. 26-27).

Tab.2 Přehled nejpoužívanějších kontrastních látek pro magnetickou rezonanci

Obchodní název	Chemický název	Typ chelátu	Koncentrace	Využití
Magnevist	<i>Gd – DTPA</i>	lineární	0,5 mmol/ml	nespecifická extracelulární
Omniscam	<i>gadodiamid</i>	lineární	0,5 mmol/ml	nespecifická extracelulární
Optimark	<i>gadoversetamid</i>	lineární	0,5 mmol/ml	nespecifická extracelulární
ProHance	<i>gadoteridol</i>	cyklický	0,5 mmol/ml	nespecifická extracelulární
Dotarem	<i>Gd – DOTA</i>	cyklický	0,5 mmol/ml	nespecifická extracelulární
Gadovist	<i>gadobutrol</i>	cyklický	1,0 mmol/ml	nespecifická extracelulární
MultiHance	<i>gadobenát dimeglumin</i>	lineární	0,5 mmol/ml	nespecifická extracelulární
Primovist	<i>kyselina gadoxetová</i>	lineární	0,25 mmol/l	hepatospecifická
Vasovist/Ablavar	<i>gadofosveset</i>	lineární	0,25 mmol/l	intravaskulární

Dostupné z: (Mechl et al., 2014, s. 16)

5 Zásady podání kontrastní látky

Kontrastní materiál se do těla vpravuje několika způsoby v závislosti na typu zvoleného vyšetření. Aplikace je prováděna buď cestou perorální (ústně spolknuto), per rectum (přes anální otvor), intratékální podání (do páteřního kanálu), nebo intravenózně/ intraarteriálně (injekčně podáváme do žíly nebo tepny); (www.medicinapropraxi.cz). Nejčastější je aplikace pomocí zavedené kanyly, která musí být i během vyšetření stále zavedena. Mezi základní vaskulární přístupy patří periferní žíly, femorální žíly (volíme pouze v případech, kdy není vhodná žíla na horní končetině) a arteriální přístup. Intravenózní aplikace je oproti intraarteriální aplikaci přijatelnější a méně riziková, protože při intraarteriální aplikaci dojde k detoxikaci těchto látek ve svalech, naopak při intravenózní aplikaci je rizikový kontakt kontrastní látky s plicní tkání. V plicní tkáni pak dochází k uvolnění histaminu, což může způsobovat alergologické reakce (Krajíček et al., 2007 s. 90). V intravenózní aplikaci je dnes ve velké míře využíváno tlakových injektorů. Tlakový injektor umožňuje rychlou aplikaci určitého objemu kontrastní látky během daného časového úseku. Například aplikace 25- 50 ml kontrastní látky v čase 1,5 – 3 s, tomu odpovídá rychlost 12 – 17 ml/s) (Štejfá et al, 2006, s. 177). Správnou funkci tlakového injektoru ovlivňuje správné zavedení kanyly a její odpovídající velikost. Každá velikost je označena barvou, 24 G žlutá kanyla, 22 G modrá kanyla, 20 G růžová kanyla, 18 G zelená kanyla. Fakultní nemocnice Olomouc využívá zelené flexily pro aplikaci kontrastní látky u vyšetření jako je koronarografie, perfuze mozku, CTA karotid a CTA renálních tepen. Růžové flexily slouží k CTA mozku a karotid, CTA plicních tepen (embolizace), CTA hrudní aorty nebo celé aorty, CTA břišní aorty, CTA tepen dolních končetin. Modrá flexila je pak využívána při polytraumatech a studiích .

Mezi další způsob aplikace kontrastní látky řadíme aplikaci kontrastní látky přímo vzniklými patologickými útvary, např. píštěl, kdy je provedena přímá sondáž píštěle s aplikací jodové kontrastní látky a následně za skioskopické kontroly je monitorován průběh píštěle (Horák et al, 2013, s. 57-58). Po provedeném vyšetření jsou tyto látky odváděny z těla pomocí moči nebo stolice.

Samotná aplikace kontrastní látky se provádí dle metodických pokynů vydaných českou radiologickou společností. Aplikace se provádí na pracovišti, které je vybaveno léčebnými preparáty pro případ výskytu nežádoucích reakcí. Aplikace je prováděna lékařem s odpovídajícím vzděláním a školením ve vztahu s nežádoucími reakcemi a kardiopulmonální resuscitací. Před samotnou aplikací kontrastní látky je třeba ověřit, zda pacient trpí alergií na kontrastní látku, pokud ano, zda došlo k premedikaci. Veškeré údaje by měly být součástí

žádanky k danému vyšetření. Pokud není alergologická anamnéza jasná, je potřeba kontaktovat oddělení, ze kterého k nám pacient přichází (zdroj: www.crs.cz).

Před aplikací jodové kontrastní látky zajistíme dostatečnou hydrataci pacienta. 4 hodiny před lékařským výkonem jsou tekutiny podávány pouze v malém množství, cca 100 ml/ hod., bez příjmu pevné stravy. Z hlediska možnosti vzniku kontrastní nefropatie sledujeme hladinu kreatininu v séru, odebíráme alergickou anamnézu a zajistíme periferní cévní přístup (zdroj: www.crs.cz).

Vysokoosmolární jodové kontrastní látky můžeme podávat u nerizikových skupin nemocných, u kterých není výskyt alergických reakcí, a zároveň mají normální funkci ledvin. V tomto případě není nutná premedikace.

Nízkoosmolární jodovou kontrastní látku podáváme u rizikových pacientů. Za rizikové pacienty považujeme:

- Děti do 15 let
- Dospělí starší 70 let
- Léčená alergie nebo astma bronchiale
- Léčená polyvalentní alergie nebo astma bronchiale, zde provádíme premedikaci kortikoidy
- Pacienti s předchozími reakcemi na podání jodové kontrastní látky
- Nesprávná funkce ledvin, kde hladina sérového kreatininu odpovídá hladině vyšší než 130 $\mu\text{mol/l}$
- Pacienti se srdečním selháváním
- Pooperační stavy
- Pacienti s akutní cévní mozkovou příhodou
- Pacienti s diabetem
- Osoby s transplantovanou ledvinou

(zdroj: www.crs.cz)

Maximální doporučená dávka jodové kontrastní látky se pohybuje okolo 300 ml, a to u pacientů s normální funkcí ledvin a postačující hydrataci. V případě aplikace kontrastní látky u pacientů se zhoršenou funkcí ledvin, odpovídá hladina 150 ml. Tuto dávku počítáme podle vzorce:

$$\text{Objem JKL (300mg I/ml) v ml} = \frac{5 \times \text{hmotnost (max 60 kg)}}{\text{hladina kreatininu } \mu \frac{\text{mol}}{\text{l}} / 88}$$

(zdroj: www.crs.cz)

Po aplikaci kontrastní látky je důležité setrvat na pracovišti radiodiagnostického oddělení ještě nejméně 30 minut z důvodu vzniku pozdní alergické reakce. V období po aplikaci musí být zajištěna dostatečná hydratace následujících 24 hodin (www.esur.org).

6 Kontrastní látky a jejich nežádoucí reakce

Využití kontrastních látek v rozdílných studiích v diagnostickém zobrazování je velmi bohaté. Ovšem podání kontrastní látky pacientovi sebou nese určitá rizika, i přes neustálý vývoj a zdokonalování těchto látek. Zdravotnický personál se snaží, aby aplikace těchto látek probíhala v souladu s metodickým pokynem intravaskulárního podání kontrastních látek. Zároveň se snaží, aby riziko poškození pacienta bylo minimální, a aby diagnostický výtěžek vyšetření odpovídal standardům (zdroj: www.crs.cz).

Zdravotnický personál odpovídající za podání kontrastní látky je lékař (radiolog) a radiologický asistent (laborant). Před samotným vyšetřením dojde k zjištění alergické anamnézy, poté se zkontroluje, zda byla provedena nezbytná premedikace a zda neexistuje kontraindikace k podání kontrastní látky. Radiologický asistent nese zodpovědnost za přípravu pacienta k vyšetření, přípravu kontrastní látky a ostatního zdravotnického materiálu, nezbytného pro aplikaci této látky.

Pokud se objeví reakce po podání kontrastní látkou, dělíme je na akutní a pozdní. Akutní reakce se projeví ihned nebo v prvních minutách po aplikaci kontrastní látky. V závislosti na jejich intenzitě vyžadují určitý druh lékařské péče. Pokud jde o závažné reakce, musí být ihned provedena léčebná intervence, pokud jde o poškození málo klinicky významné, postačí zvýšený dohled lékaře.

Pozdní reakce se obvykle projeví hodinu po aplikaci. Rozmezí těchto reakcí může být několik hodin až týden od aplikace. Cílem léčby pozdních reakcí bývá zmírnění jednotlivých příznaků.

Další dělení nežádoucích reakcí je dělení dle závažnosti postižení lidského organismu. Toto postižení se dělí do tří stádií, stejně jako u alergických reakcí, na lehký, střední a těžký stupeň (Vomáčka et al, 2012, s. 68), (www.esur.org).

Alergické reakce

Alergická reakce je jednou z nejčastějších reakcí po podání kontrastní látky. Vyskytují se nejčastěji po intravenózní aplikaci. Nástup reakce může být v prvních minutách po aplikaci, ale i později. Z tohoto důvodu ambulantní pacienti zůstávají po aplikaci kontrastní látky alespoň půl hodiny po aplikaci na radiologickém oddělení.

Alergické reakce rozdělujeme podle závažnosti na lehký, střední a těžký stupeň. Vzhledem k časové návaznosti rozdělujeme reakce na časné a pozdní. Pro lehký stupeň závažnosti je typická nevolnost, zhoršené dýchání, zčervenání, zvýšená sekrece hlenu v dýchacích cestách, reakce v místě vpichu. Střední stupeň je typický tachykardií, hypotenzí, bronchospazmem, laryngospazmem, závratěmi a třesavkou. Při těžkém stupni dochází k anafylaktickému šoku, zástavě oběhu a dechu. Nejběžnější reakcí je reakce lehkého stupně, aby tento stav nepřešel do stupně středního nebo těžkého, je třeba včas reagovat a léčit (www.esur.org).

Prevence nežádoucích reakcí

Prevence nežádoucích reakcí po aplikaci kontrastní látky se řídí Metodickým listem České radiologické společnosti. Před aplikací je nutno provést:

- Dostatečnou hydrataci
- Zjistit alergologickou anamnézu
- Zajištění periferní cévy při každé aplikaci

(Vomáčka et al., 2012, s. 68-69)

6.1 Non- renální nežádoucí reakce

Akutní non- renální nežádoucí reakce je reakcí, která se objeví do 1 hodiny po podání (aplikaci) kontrastní látky. Tuto reakci můžeme rozdělit na lehkou, středně závažnou a těžkou. Průvodními znaky lehké reakce bývá nevolnost, slabé zvracení, kopřivka a svědění. Ke středně závažné reakci patří prudké zvracení, výrazná kopřivka, bronchospasmus, otok tváře, otok hrtanu a vazovagální synkopa. Do těžkých nežádoucích reakcí pak patří hypotenzní šok, zástava dechu, srdeční zástava nebo záchvat křečí (www.esur.org).

Těmto okolnostem odpovídá vybavení vyšetřovny. Tyto vyšetřovny musí být vybaveny:

- **Kyslíkem**
- **Adrenalinem**
- **Antihistaminikem H1 – v injekční a i lékové formě**
- **Atropinem**
- **Dávkovacím inhalátorem β 2 agonistů**
- **Intravenózními tekutinami- fyziologický roztok nebo Ringerův roztok**

- **Antikonvulzivy (diazepam)**
- **Tonometrem**
- **Ambuvakem**

a) Akutní nežádoucí reakce na podání jodové kontrastní látky

Rizikové faktory vedoucí ke vzniku nežádoucí reakce u jodové kontrastní látky jsou předchozí závažné nebo akutní reakce na jodovou kontrastní látku, výskyt astmatu nebo alergií s medikací. Rizikovým faktorem může být i vysoká osmolalita ionické kontrastní látky. Snížení rizika můžeme docílit použitím neionické kontrastní látky, hlídání stavu pacienta a ponechání pacienta na radiologickém oddělení po dobu 30 minut od aplikace kontrastní látky. V blízkosti aplikace kontrastní látky je nutné mít vždy připraveny k dispozici léky a vybavení pro resuscitaci. Pacienti, u kterých existuje vyšší riziko nežádoucí reakce zvažujeme alternativu vyšetření nebo použití jiné jodové kontrastní látky, či premedikace. Premedikace bývá prováděna perorální aplikací prednisolonu 12 hodin a 2 hodiny před aplikací kontrastní látky (www.esur.org).

b) Akutní nežádoucí reakce na podání gadoliniové kontrastní látky

Riziko vzniku akutní nežádoucí reakce na gadoliniové kontrastní látky je výrazně nižší než při podání kontrastní látky jodové. Za rizikové faktory je považována předchozí alergická reakce na gadoliniovou kontrastní látku, astma a léčená alergie. Snížením rizika akutní nežádoucí reakce je ponechání pacienta na radiologickém oddělení po dobu 30 minut od aplikace a mít připraveny k dispozici léky a vybavení pro resuscitaci (www.esur.org).

c) Pozdní nežádoucí reakce

Definice pozdních nežádoucích reakcí je vznik reakce po uplynutí 1 hodiny až jednoho týdne po aplikaci kontrastní látky. Pozdní reakcí po podání jodové kontrastní látky bývá zpravidla nevolnost, zvracení, bolest muskuloskeletárního systému či horečka. Velké množství těchto reakcí však není způsobeno právě samotnou kontrastní látkou. Za skutečnou pozdní reakci je považována reakce na kůži. Tato reakce nebývá závažná a obvykle zmizí sama.

Pozdní nežádoucí reakcí gadoliniových látek může být nefrogenní systémová fibróza, která se zpravidla objevuje po 1 týdnu od aplikace. Může se však objevit i dříve (www.esur.org).

d) Velmi pozdní nežádoucí reakce

Za velmi pozdní nežádoucí reakce označujeme reakce, které vznikly po uplynutí více jak 1 týdne po aplikaci kontrastní látky. Mezi tyto reakce patří Thyreotoxikóza po aplikaci jódové kontrastní látky nebo již výše zmíněná nefrogenní systémová fibróza po aplikaci gadoliniové kontrastní látky (www.esur.org).

6.2 Renální nežádoucí reakce

V závislosti na složení kontrastní látky (nefrotoxicitu), dochází k narušení renálních funkcí. Narušení renálních funkcí se projeví zvýšenou hladinou sérového kreatininu o 25% nebo 44 $\mu\text{mol/l}$ v. K tomuto navýšení pak dochází v průběhu 3 dnů po intravaskulární aplikaci kontrastní látky (www.esur.org).

a) Renální nežádoucí reakce na jódové kontrastní látky

Za rizikové faktory nežádoucích renálních reakcí na jódové kontrastní látky považujeme nefropatie indukované kontrastní látkou, při kterých dochází ke zvýšení sérového kreatininu. Toto zvýšení nastává zejména při diabetické nefropatii. Za riziko považujeme také dehydrataci, dnu, vysoký věk i současnou aplikaci nefrotoxicích léčiv. Ze strany kontrastní látky je rizikem podání velkého objemu látky s vysokou osmolalitou. Mezi další riziko patří pacienti, kteří užívají metformin. Metformin je antidiabetikum používané k léčbě diabetu druhého stupně. Nezměněný metformin se vylučuje z těla ven pomocí moči. Jestliže dojde k ledvinnému selhání, dochází k hromadění metforminu. Nahromaděný metformin způsobuje laktátovou acidózu. Laktátová acidóza představuje nadbytek kyselin v organismu. Může jít o život ohrožující stav, avšak samotný metformin nezpůsobuje renální selhání. Při dodržení kontraindikací je výskyt tohoto onemocnění nepravděpodobný (www.esur.org).

b) Renální nežádoucí reakce na gadoliniové kontrastní látky

Riziko poškození ledvin (nefrotoxicity) u vyšetření pomocí magnetické rezonance je u gadoliniové kontrastní látky velmi nízké.

Existenci renálních a non-renálních nežádoucích reakcí doplňuje i řada jiných reakcí související pouze s lokálním postižením. Tyto reakce mohou být podmíněny technicky, ať už použitím automatického injektoru k dávkování látky, špatným žilním zajištěním, velké množství látky či použití vysokoosmolární kontrastní látky. Důležitou součástí je i správná komunikace s pacientem. Léčba těchto reakcí je prováděna lokálním ošetřením, nebo sledování pacienta (www.esur.org).

6.3 Léčba nežádoucích účinků

V případě vzniku nežádoucích reakcí po podání kontrastní látky je důležitá včasná reakce zdravotnického personálu na tyto stavy. Většina reakcí po podání kontrastních látek bývá mírného charakteru, u kterých stačí využít symptomatické léčby. Při výraznějších potížích musí následovat okamžité ukončení aplikace kontrastní látky, podání kyslíku, tekutin a případně adrenalinu. Závažné situace řeší specializovaný lékař se zkušenostmi v resuscitaci.

V případě úniku kontrastní látky mimo cévu je důležité zdvižení postižené končetiny a následné ledování až 60 minut od aplikace (www.esur.org).

Při vzniku generalizované nebo symptomatické kopřivky je nutné zajistit žílu a aplikovat 100 mg a více hydrokortizonu intravenózně. Následně je doporučeno sledování pacienta.

Angioedém, neboli otok na jednotlivých partiích lidského organismu, může být jedním z nežádoucích účinků kontrastní látky. V případě výskytu tohoto problému je nutné zajistit žílu a aplikovat 50-150 mg hydrokortizonu intravenózně, u hypovolemie aplikujeme adrenalin intravenózně a rychle doplňujeme tekutiny jako je fyziologický roztok, Hartmannův roztok nebo Ringerův roztok (www.esur.org).

Respirační symptomy řešíme pomocí kyslíkové masky. Při bronchospasmu inhaluje pacient bronchodilatancia. Zajistíme žilní vstup a aplikujeme hydrokortizon intravenózně. Při edému laryngu následuje okamžitá reakce ARO jednotek s nutností tracheální intubace.

Při kardiovaskulárních symptomech vždy potřeba zajistit periferní žílu, monitorovat krevní tlak a saturaci. Vždy je použit hydrokortizon intravenózně. Při hypotenzi a bradykardii je nutné zdvižení dolních končetin, podání kyslíkové masky a zajistit přísun tekutin. Při srdeční zástavě ihned zahájíme kardiopulmonální resuscitaci.

Při těžkých formách neurologických symptomů, jako je hyperventilace a tetanie aplikujeme diazepam (www.homolka.cz).

6.4 Premedikace

Premedikace, neboli konkrétní ochrana před nežádoucí reakcí, se využívá před samotnou aplikací kontrastní látky u rizikových pacientů. U těchto pacientů alergických na jód, nebo trpícími těžkými alergiemi se před vyšetřením podává prednisolon dle konzultace s lékařem z anesteziologicko-resuscitačního oddělení. Podávání prednisolonu probíhá v několika dávkách a to 40 mg 12 až 18 hodin před vyšetřením a 20 mg 6-9 hodin před vyšetřením. Pokud není možné pacienta řádně předem připravit, podáváme kortikoidy a antihistaminika intravenózně, například metylprednisolon 40 mg a 1 mg bisulepin. Pokud jde o pacienta se závažným typem alergie, je nutné premedikovat 24-48 hodin před samotným vyšetřením a to po konzultaci s lékařem anesteziologem, který bude přítomný při aplikaci jodové kontrastní látky (Cibula et al, 2009, s. 116).

7 Kontrastní nefropatie a nefrogenní systémová fibróza

Kontrastní nefropatie je poškození ledvin po podání kontrastní látky. Během tohoto poškození dochází ke zvýšení sérového kreatininu o 25 % během 48 hodin oproti hladině před podáním kontrastní látky. Hladina sérového kreatininu je na svém vrcholu až 4 den po provedeném vyšetření (Teplan et al,2010,s.209). Před samotným podáním kontrastní látky je třeba zhodnotit renální funkce, zajistit hydrataci pacienta a vysadit rizikovou medikaci. Pro prevenci může sloužit také snížené množství kontrastní látky, nebo použití nízkoosmolární, či izoosmolární kontrastní látky v malém objemu. Vznik této kontrastní nefropatie vede k prodloužení hospitalizace pacienta, ke zvýšení nákladnosti jeho léčby a především ke zvýšení mortality (<http://zdravi.e15.cz/>).

Postupem času dochází k nárůstu tohoto poškození ledvin především díky zvýšenému počtu prováděných diagnostických a intervenčních kontrastních radiologických vyšetření. Kontrastní nefropatie je v dnešní době třetí nejčastější příčinou akutního selhání ledvin.

U zdravého pacienta s plnou funkčností renálních funkcí je velmi malá pravděpodobnost vzniku kontrastní nefropatie.

Rizikové stavy vedoucí ke kontrastní nefropatii můžeme rozdělit na rizikové faktory ovlivnitelné a neovlivnitelné.

Neovlivnitelné

- Diabetes mellitus (diabetická nefropatie)
- Věk (především nad 70 let)
- Pohlaví
- Srdeční selhávání
- Transplantovaná ledvina

Ovlivnitelné

- Dehydratace
- Hypotenze
- Typ a množství kontrastní látky, předchozí podání kontrastní látky
- Podání nefrotoxických léků
- Hypertenze
- Kouření
- Hypercholesterolemie

Léčba kontrastní nefropatie neexistuje, proto je velice důležité dbát na preventivní opatření. V preventivním opatření vzniku kontrastní nefropatie hraje hlavní roli hydratace. Je nutné zvýšit příjem tekutin před samotným vyšetřením, během vyšetření a i po vyšetření.

Díky zvýšenému objemu dojde k naředění kontrastní látky a snížení tubulární hyperosmolality a osmotické diurézy. U nemocných s rizikovými faktory volíme nízkosmolární či izosmolární kontrastní látky, zastavíme užívání nefrotoxických farmak, alespoň 24 hodin před provedením vyšetření. Dále zvažujeme možnost jiného vyšetření, které nevyžaduje podání jodové kontrastní látky (Teplan et al, 2010, s. 210-211).

Nefrogenní systémová fibróza

Teprve od roku 1997 byla zjištěna určitá souvislost mezi gadoliniovými kontrastními látkami a nefrogenní systémovou fibrózou. Klinické projevy tohoto postižení se vyskytují od aplikace až do 3 měsíců po aplikaci, někdy i rok. Základním a prvním symptomem je bolest, svědění kůže, otoky a erytém především v dolních končetinách. Následně dochází ke změně struktury kůže a podkoží, či fibrotizující změny vnitřních orgánů jako je bránice, játra, plíce nebo srdce. Za konečné stádium tohoto onemocnění považujeme chorobné stažení svalů (kontraktury), kachexii, či úmrtí (www.medicinapropraxi.cz).

Mezi rizikové pacienty k tomuto onemocnění patří pacienti s vysokým stádiem chronického onemocnění ledvin. Pacienti s dialýzou, či pacienti se sníženými renálními funkcemi, nebo pacienti před nebo po transplantaci jater. Mezi další rizikovou skupinu pak patří děti mladší jednoho roku, u kterých ještě nebyla plně vyvinuta renální funkce.

Kontrastní látky s největším rizikem vzniku nefrogenní systémové fibrózy jsou Gasdodiamid (Omniscan), kyselina gadopentetová (Magnevist) a Gadoversetamid (Optimark). Tyto kontrastní látky jsou kontraindikovány u rizikových pacientů. Mezi látky se středním rizikem vzniku nefrogenní systémové fibrózy řadíme kyselinu gadobenovou (Multihance), Gadofosveset trojsodný (Vasovist) nebo kyselinu gadoxetovou (Primovist). Mezi látky s nejnižším rizikem vzniku nefrogenní systémové fibrózy patří Gadobutrol (Gadovist), kyselina gadoterová (Dotarem) nebo Gadoteridol (Prohance) (www.medicinapropraxi.cz)

Ačkoli je výčet látek podílejících se na nefrogenní systémové fibróze bohatý, nelze s jistotou určit, která látka bude u daného pacienta, pokud vůbec, iniciátorem tohoto onemocnění. U všech pacientů proto dochází k aplikaci co nejnižší možné dávky látky, která v těle ponechá co nejmenší množství gadolinia (www.esur.org; www.medicinapropraxi.cz; Viklický et al, 2008, s. 31-32).

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo seznámení široké veřejnosti s kontrastními látkami pro diagnostické zobrazování, s jejich dělením, aplikací, možnostmi vzniku nežádoucích reakcí, předcházení těmto nebezpečným stavům a s tím spojené léčebné úkony. V úvodu bakalářské práce byly formulovány tři základní cíle bakalářské práce, které byly splněny.

První kapitola této práce představuje seznámení s kontrastními látkami všeobecně. Zabývá se historií, jejich následným vývojem a rozdělením kontrastních látek podle vícero typu. Na samotné rozdělení kontrastních látek v první kapitole navazuje kapitola druhá.

V druhé kapitole je blíže specifikovaná oblast kontrastních látek pro rtg diagnostiku. Tato kapitola je rozdělná podkapitolami na kontrastní látky baryové, jodové, kontrastní látky pro výpočetní tomografii a také na kontrastní látky pro angiografii a mamografii.

Dalším tématem je kapitola o kontrastních látkách pro ultrasonografii, kde popisují jejich generace, vývoj a význam samotného použití.

Čtvrtá kapitola pojímá téma kontrastní látky pro magnetickou rezonanci, ve které je obsaženo jejich rozdělení, způsoby aplikace, možné nežádoucí účinky a také kontraindikace s tímto vyšetřením spojené.

V páté kapitole je popsán způsob jak správně kontrastní látky aplikovat, jak se před samotnou aplikací chovat a také to, jak se chovat po aplikaci. Je zde vymezena riziková skupina osob, u kterých musíme dbát velké opatrnosti před samotnou aplikací kontrastní látky.

Téma, které úzce spjaté s aplikací, je vysvětleno v kapitole šesté. Kapitola šestá se zabývá nežádoucími reakcemi na podání kontrastní látky. Součástí této kapitoly je přehled alergických reakcí, jejich dělení, rychlost nástupu a jejich léčba. Je zde vysvětleno, kdo samotnou aplikaci kontrastních látek provádí a kdo za přípravu kontrastních látek odpovídá.

V poslední kapitole je obsažena problematika týkající se kontrastní nefropatie a nefrogenní fibrózy související s podáním kontrastních látek. Jsou zde obeznámeny rizikové faktory vedoucí k tomuto onemocnění a také léčba tohoto poškození.

Kontrastní látky jsou obrovským a velice významným tématem pro diagnostiku všeobecně. Radiodiagnostika je jedním z nejmodernějších a nejrychleji se vyvíjejícím oborem. Má své pevné místo v medicíně. I když mohou existovat určitá rizika spojená s aplikací těchto látek, zatím vždy převažoval jejich diagnostický záměr, nad poškozením samotného pacienta. Právě ona modernizace uskutečnila, že alergických reakcí a nežádoucích účinků se vyskytuje daleko méně, než tomu bývalo v dřívějších dobách. Doufejme, že se

jednou podaří vytvořit taková kontrastní látka, která by byla šetrná k lidskému organismu do takové míry, že by veškeré komplikace spojené s aplikací absolutně vymizely.

REFERENČNÍ SEZNAM

BAERT, A.L., SARTOR, K. *Imaging of orbital and Visual Pathway Pathology*. Mainz:Springer, 2006, 472 s. ISBN: 3-540-27988-1

CIBULA, David, PETRUŽELKA, Luboš, a kol. *Onkogynekologie*. Praha:Grada, 2009, 614 s. ISBN: 978-80-247-2665-6

CIHLÁŘ, F., DERNER, M., ŘEHOŘEK, M., et al. *Digitální subtrakční angiografie s gadoliniovými kontrastními látkami a literální přehled*. [online] Ces. Radiol 2007. [cit.2015-01-31]. Dostupné z: <http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad0704_431.pdf>

Contrast media in ultrasonography: basic principles and clinical applications. 1st ed. New York, NY: Springer, 2005, p. cm. ISBN 3540407405

DRAŽAN, Luboš, MĚŠŤÁK, Jan. *Rekonstrukce prsu po mastektomii*. 1. Vyd. Praha: Grada, 2006, 166 s. ISBN: 80-247-1123-0

ELIÁŠ, Pavel, MÁCA, Petr, NEUWIRTH, Jiří, VÁLEK, Vlastimil. *Moderní diagnostické metody. II.díl Výpočetní tomografie*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1998, 84 s . ISBN 80-7013-294-9.

FERDA, Jiří, MÍRKA, Hynek, BAXA, Jan, MALÁN, Alexander. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén, 2015, 148 s. ISBN: 978-80-7492-164-3

Lymfologie. Překlad 7. vyd. Editor Mihály Földi, Etel Földi. Překlad Jan Sarlon. Praha: Grada, 2014, 720 s. ISBN 978-80-247-4300-4.

Hon Chi Yip, Anthony Yuen Bun Teoh, Charing Ching Ning Chong, James Yun Wong Lau. *Current status and future applications of contrast-enhanced endoscopic ultrasonography*. [online] World journal of gastrointestinal endoscopy 2014. [cit.2015-02-17].

HORÁK, Ladislav, SKŘIČKA, Tomáš, ŠLAUF, Petr, ÖRHALMI, Julius, a kol. *Praktická proktologie*. Praha: Grada, 2013, 218 s. ISBN: 978-80-247-8542-4

HRAZDIRA, Ivo. *Úvod do ultrasonografie : v otázkách a odpovědích pro studenty lékařské fakulty* [online]. 2008. [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <http://www.med.muni.cz/dokumenty/pdf/uvod_do_ultrasonografie1.pdf>

CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika*. Martin: Vydavatelství Osveta, 1993, 440 s. ISBN: 80-217-0571-X

KALVACH, Pavel, a kol. *Mozkové ischemie a hemoragie*. 3. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2011, 456 s. ISBN: 978- 80-247-2765-3

KAZIL, Petr, KAZILOVÁ, A. Markéta. *Divertikulární nemoc tračníku*. 1. vydání. Praha: Grada, 2007, 299 s. ISBN: 978-80-247-1916-0

Kolektiv autorů. *Sestra a urgentní stavy*. Praha: Grada publishing, 2008, 549 s. ISBN: 978-80-247-2548-2

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

KRAJINA, Antonín a Jan H PEREGRIN. *Intervenční radiologie: miniinvazivní terapie*. 1. vyd. Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005, 835 s. ISBN 80-86703-08-8.

KRŠKA, Zdeněk, HOSKOVEC, David, PETRUŽELKA, Luboš, a kol. *Chirurgická onkologie*. Praha: Grada, 2014, xxvi, 872 s. ISBN 978-80-247-4284-7.

LIPSKÁ, Ludmila a Vladimír VISOKAI. *Recidiva kolorektálního karcinomu: komplexní přístup z pohledu chirurga*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 431 s. ISBN 978-80-247-3026-4.

MECHL, Marek, TINTĚRA, Jaroslav, ŽIŽKA, Jan, et.al. *Protokoly MR zobrazování*. 1. vydání. Galén, 2014, 103 s. ISBN:978-80-7492-109-4

Metodický pokyn intravaskulárního podání jodových kontrastních látek. [online]. 1993. [cit.2015-03-25]. Dostupné z: <<http://www.crs.cz/cs/dokumenty/doporuceni-prehled/metodicky-list-intravaskularniho-podani-jodovych-kontrastnich-latek-jkl.html>>

Nano-sized MRI contrast agents with dendrimer cores [online]. 2005. [cit.2015-04-21]. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169409X05001973>>

NAVRÁTIL, Leoš. *Vnitřní lékařství: pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vydání. Praha: Grada, 2008, 424 s. ISBN 9788024723198.

NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vydání. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2005, 97 s. ISBN: 80-7368-057-2

NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Dotisk k 1. vydání. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2007, 68 s. ISBN: 978-80-7368-335-1

NEKULA, Josef. *Radiologie*. 3. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2005, 205 s. ISBN 80-244-1011-7.

PETEROVÁ, Věra. *CT základy vyšetření, indikace, kontraindikace, možnosti, praktické zkušenosti*. [online] Medicína pro praxi. 2010. [cit.2015-03-29] Dostupné z: <<http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/02/12.pdf>>

Příbalové informace: Iomeron, Iomeprol. [online]. 2013. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: www.sukl.cz/modules/procedures/doc.php%3Fid%3D130672311+%&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz

SEIDL, Zdeněk. *Radiologie pro studium i praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 368 s., iv s. obr. příl. ISBN 978-80-247-4108-6.

Směrnice ESUR pro používání kontrastních látek z měsíce srpen roku 2008. [online]. 2008. [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <<http://www.esur.org/guidelines/cz/>>

Směrnice ESUR pro používání kontrastních látek. [online]. 2008. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <<http://www.esur.org/guidelines/cz/>>

SOUČEK, Miroslav, ŠPINAR, Jindřich, SVAČINA, Petr. *Vnitřní lékařství pro stomatology*. Praha: Grada, 2005, 386 s. ISBN: 80-247-1367-5

Standard pro použití intravaskulárně aplikovaných kontrastních látek. [online]. 2008-2011 [cit. 2011-04-26]. Dostupné z: <http://www.homolka.cz/common/files/rdg_standardy_pouziti_intravaskularne_aplikovanych_kontrastnich_latek.pdf>

Století rentgenu. Akademický bulletin 2.LF UK [online]. 1995. [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: <<http://stary.lf2.cuni.cz/projekty/pelikan/peli0395/rtg1.htm>>

Systemová nefrogenní fibróza a kontrastní látky používané v magnetické rezonanci. [online]. 2007. [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2007/11/10.pdf>

ŠPIČÁK, Julius, a kolektiv. *Novinky v gastroenterologii a hepatologii*. 1.vydání. Praha: Grada, 2007,421 s. ISBN 13: 978-80-247-1783-8

ŠTEJFA, Miloš, a spolupracovníci. *Kardiologie*. 3. přepracované vydání. Praha: Grada Publishing, 2006, 776 s. ISBN: 978-80-247-1385-4

TEPLAN, Vladimír et al. *Akutní poškození a selhání ledvin*. Praha: Grada,2010, 428 s. ISBN: 978-802-4711-218.

VÁLEK, Vlastimil. *Moderní diagnostické metody*. 1. vyd. Brno: IDVPZ, 1996, 76 s., obr. příl. ISBN 8070132159.

VIKLICKÝ, Ondřej, JANOUŠEK, Libor, BALÁŽ, Peter, a kol. *Transplantace ledviny v klinické praxi*. Praha: Grada, 2008, 380 s . ISBN: 978-80-247-2455-3

VOMÁČKA, Jaroslav, Josef NEKULA a Jiří KOZÁK. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2012, 153 s. ISBN 978-80-244-3126-0.

WATSON, Nick a Stephen CHAPMAN. *Chapman and Nakielny's guide to radiological procedures*. 6th ed. /. Edinburgh: Saunders, 2014, 414 p. ISBN 9780702054792.

SEZNAM ZKRATEK

μm	mikrometr
3D	trojdimenzionální
ARO	Anesteziologicko- resuscitační oddělení
CT	Výpočetní tomografie (Computer tomography)
CTA	Angiografie pomocí výpočetní tomografie
DSA	Digitální substrakční angiografie
G	Velikost kanyly v Gauge
hod.	hodina
JKL	jodová kontrastní látka
kg	kilogram
KL	kontrastní látka
mg	miligram
ml	mililitr
ml/s	jednotka mililitr za sekundu
MRA	angiografie magnetickou rezonancí
MRI	magnetická rezonance
např.	například
s.	sekundy

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Přehled kontrastních látek pro ultrasonografii

Tabulka 2 Přehled nepoužívanějších kontrastních látek pro magnetickou rezonanci

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Duktografie
- Příloha 2 Vyšetření jícnu baryovou suspenzí
- Příloha 3 Tlakový injektor
- Příloha 4 Kontrastní látka pro magnetickou rezonanci- Magnevist
- Příloha 5 Nefrogenní systémová fibróza
- Příloha 6 Angiografie pánevních tepen

PŘÍLOHY



Příloha 1: Duktografie

Zdroj: http://eportal.chirurgie.upol.cz/portal_final/?page_id=2634



Příloha 2: Vyšetření jícnu baryovou suspenzí

Zdroj: <http://noe.upol.cz/ImageBankaDetail.aspx?ImageId=365>



Příloha 3: Tlakový injektor

Zdroj: <http://goodpro.en.made-in-china.com>



Příloha 4: Kontrastní látka pro magnetickou rezonanci- Magnevist

Zdroj: <http://www.webmd.com>



Příloha 5 : Nefrogenní systémová fibróza

Zdroj: [www. ikem.cz/vyzkum/files/vyuka/mr/kontrast_kontrastni_latky11pdf.pdf](http://www.ikem.cz/vyzkum/files/vyuka/mr/kontrast_kontrastni_latky11pdf.pdf)



Příloha 6: Angiografie pánevních tepen

Zdroj: <http://zdravi.e15.cz/clanek/sestra/vysetrovaci-metody-127423>