UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD
Ústav radiologických metod

Denisa Holasová

Využití kontrastních látek v současném diagnostickém zobrazování

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

Olomouc 2011

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně za použití veškeré uvedené literatury. Zároveň prohlašuji, že souhlasím s užitím práce ke studijním účelům.

V Olomouci dne 30. 4. 2011

---

podpis

Chtěla bych poděkovat doc. MUDr. Jaroslavu Vomáčkovi, Ph.D., MBA a Bc. Františkovi Odstrčilovi za trpělivost, ochotnou pomoc, čas, který mi věnovali a za odborné vedení při zpracování mé bakalářské práce.

Anotace

Název práce v ČJ:
Využití kontrastních látek v současném diagnostickém zobrazování

Název práce v AJ:
Utilization of the contrast media in current diagnostic imaging

Datum zadání: 2010-01-11

Datum odevzdání: 2011-05-13

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

Autor práce: Denisa Holasová

Vedoucí práce: Doc. MUDr. Jaroslav Vomáčka, Ph.D., MBA

Abstrakt v ČJ:

Bakalářská práce se zabývá tématem využití kontrastních látek v současném diagnostickém zobrazování. Ústřední otázkou této práce bylo zjištění poznatků, které byly dosud publikovány o využití kontrastních látek v diagnostických metodách. Práce zahrnuje problematiku nežádoucích reakcí po aplikaci kontrastních látek, rozdělení kontrastních látek do jednotlivých skupin a jejich využití. Cílem bakalářské práce bylo zejména předložit poznatky o využití kontrastních látek v diagnostických metodách, které byly dosud opublikovány; uvést, co bylo publikováno o nežádoucích reakcích po aplikaci kontrastních látek. Tato bakalářská práce byla vytvořena jako přehled dosud publikovaných poznatků o využití kontrastních látek v současném diagnostickém zobrazování od roku 2010 – 2011 v českém jazyce.

Abstrakt v AJ:

The bachelor thesis deals with the utilization of the contrast media in current diagnostic imaging. The central question of this study was to determine factors which have been published on the use of contrast agents in diagnostic methods. The work includes the issue of untoward reactions after application of contrast agents, the division of contrast agents into individual groups and their use. The aim of this thesis was mainly to present evidence on the use of contrast agents in diagnostic methods, which have been published; stating what has been published about untoward reactions after application of contrast agents. This work was created as a survey of published findings on the use of contrast agents in current diagnostic imaging from 2010 - 2011 in the Czech language.

Klíčová slova v ČJ:
jodová kontrastní látka, kontrastní látka, mikrobubliny, nefrotoxicita, síran barnatý, virtuální kolonoskopie

Klíčová slova v AJ:
iodine contrast agent, contrast agent, microbubble, nephrotoxicity, barium sulfate, virtual colonoscopy

Rozsah: 44 s., 7 s. příloh

OBSAH

ÚVOD 7
1 Příprava pacienta 9
2 Rozdělení kontrastních látek 11
2. 1 Pozitivní kontrastní látky 11
2. 1. 1 Baryové kontrastní látky 11
2. 1. 2 Jodové kontrastní látky 15
2. 2 Negativní kontrastní látky 17
2. 3 Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci 18
2. 4 Kontrastní látky pro výpočetní tomografii 19
2. 4. 1 Virtuální kolonoskopie 21
3 Vlastnosti kontrastních látek 22
4 Kontraindikace a nežádoucí účinky kontrastních látek 24
4. 1 Kontraindikace podání jodové kontrastní látky 24
4. 2 Kontraindikace baryových kontrastních látek 25
4. 3 Kontraindikace kontrastních látek pro vyšetření ultrazvukem 25
4. 4 Kontraindikace kontrastních látek pro vyšetření magnetickou rezonanci včetně paramagnetických kontrastních látek 25
4. 5 Nežádoucí reakce vodné jodové kontrastní látky 26
4. 5. 1 Léčba nežádoucích reakcí 29
4. 6 Nežádoucí reakce a rizika baryové kontrastní látky 31
4. 7 Nežádoucí reakce na kontrastní látky pro magnetickou rezonanci 31
5 Kontrastní nefropatie 32
5. 1 Patogeneze kontrastní nefropatie 33
5. 2 Rizikové faktory kontrastní nefropatie 34
6 Moderní trendy v ultrazvukových kontrastních látkách 36
6. 1 SonoVue 37
6. 2 Nová technologie 38
ZÁVĚR 39
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 40
SEZNAM ZKRATEK 43
SEZNAM TABULEK 44
SEZNAM PŘÍLOH 44

ÚVOD

Použití kontrastních látek v rentgenologii je datováno od roku 1896, tedy rok poté, co bylo objeveno rentgenové záření. Dvojice vídeňských lékařů Edward Haschek a Otto Lindenthal zavedli jod do diagnostiky, publikovali nástřik cév amputované ruky s použitím pasty obsahující směs olova, barya a vizmutu. (23)

Z téhož samého roku 1896 pochází první zmínka o využití síranu barnatého, který byl použit ke studiu peristaltiky, pak na něj bylo zapomenuto. O 10 let později jej zavedl do vyšetřování trávicí trubice farmaceut a student posledního ročníku medicíny Fritz Munk, jako Riederovo jídlo (směs barya s ovesnou kaší). Je používáno dodnes s úpravou chuti, změnou velikosti částeček a změnou denzity. Vývoj baryové suspenze šel neustále kupředu, zlepšovala se chuť suspenze, přilnavost ke stěně břišní a stabilita. (23, 24)

V roce 1921 němečtí lékaři Joseph Berberich a Samson Raphel Hirsch použili intravenózně aplikovaný bromid stroncia, ale původní záměr zobrazit větve plicnice se jim nepodařil. V roce 1923 byl zobrazen žlučník perorálně podaným halogenovaným fenolftaleinem. O dva roky později Joseph Berberich a Samson Raphel Hirsch zhotovili první rentgenologické znázornění tepen a žil na živém člověku pomocí kontrastní látky. První angiogram, pomocí kterého se zobrazil uzávěr femorální tepny, zhotovil v roce 1925 B.Brooks. Ve třicátých letech se od jodidu sodného značně ustoupilo pro jeho zjištěnou toxicitu. V roce 1950 dokázal Wallingford vytvořit netoxickou a dobře tolerovanou kontrastní látku, která vznikla připojením atomu jodu k aromatickému jádru aminohippurové kyseliny. V roce 1952 se Wallingfordovi podařilo syntetizovat sloučeninu 3 atomů jodu s benzenovým jádrem a vytvořil tak základ pro dnes používané jodové kontrastní látky. (23)

Počátek zrodu současných neionických jodových kontrastních látek (Omnipaque, Ultravist) se datuje rokem 1969. Byly nahrazeny iontové karboxylové radikály hydrofilními OH skupinami v derivátech trijodové benzoové kyseliny. Tímto se zajistila požadovaná osmolalita, která se přiblížila osmolalitě krve a rozpustnost neionických jodových kontrastních látek. Amipaque, který se užíval hlavně k myelografii a periferní angiografii, byl připravován těsně před použitím k podání.

Až zavedení trijodových neiontových kontrastních látek přineslo pokrok v podobě přípravků k okamžitému použití – iohexol (Omnipaque), iopromid (Ultravist), ioversol (Optiray), iopamidol (Usovue, Solutrast, Iopamiro) a iopentol (Imagopaque). Kontrastní látky mění fyzikální vlastnosti orgánů a tkání lidského těla, tím ovlivňují (zkvalitňují) výsledný kontrast rentgenového obrazu. (23)

1 PŘÍPRAVA PACIENTA

Kontrastní látky se smí podávat pouze na pracovišti, které je zabezpečeno léčebnými prostředky pro léčbu nežádoucích reakcí a pro kardiopulmonální resuscitaci. Aplikaci kontrastních látek provádí vždy lékař, který je vyškolen v léčbě nežádoucích reakcí a kardiopulmonální resuscitaci.

Důležitá je premedikace pacienta. U rizikových pacientů podáváme 12 – 18 hodin před aplikací kontrastní látky 40 mg Prednisonu v tabletách a 6 – 9 hodin před aplikací 20 mg Prednisonu tbl. Za premedikaci rizikového pacienta je zodpovědný indikující lékař. Pokud nastane akutní případ, kdy není možné pacienta předem dostatečně připravit, podáváme kortikoidy a antihistaminika intravenózně. U pacientů se závažnou alergií na jodovou kontrastní látku se doporučuje premedikace po dobu 24 – 48 hodin kdy je nutná spolupráce s anesteziologem, který je přítomný u aplikace jodové kontrastní látky. Těmto rizikovým pacientům aplikujeme nízkoosmolální jodovou kontrastní látku (2x vyšší osmolalita oproti krvi, zástupci Iomeron, Optiray, Ultravist). U nerizikových pacientů bez alergické anamnézy, s normální funkcí ledvin není nutné podávat Dithiaden. Tito pacienti v minulosti dostávali vysokoosmolální kontrastní látku, jejíž osmolalita byla 7x vyšší oproti krvi (Telebrix). Dnes se již tento typ kontrastních látek nepoužívá a téměř u všech pacientů se podávají nízkoosmolální kontrastní látky. (16)

Před aplikací jodové kontrastní látky je nutné zajistit dostatečnou hydrataci vyšetřované osoby buď perorálně, nebo intravenózně a to převážně u starých osob a v teplých letních měsících. 4 hodiny před výkonem pacient nepřijímá žádnou pevnou stravu a omezí perorální příjem pouze na čiré tekutiny. Pokud existuje určité podezření na poruchu renálních funkcí, je nutné, aby indikující lékař uvedl na žádanku aktuální hodnoty sérového kreatininu. Na žádance také nesmí chybět vyplněna alergická anamnéza, informace o podání jodové kontrastní látky v minulosti, váha a výška pacienta. Zajistíme periferní cévní přístup pro aplikaci kontrastní látky a kanylu ponecháváme pro případnou léčbu komplikací. Při intravenózní nebo intraarteriální aplikaci kontrastní látky do cévního řečiště je vhodné pacienta uložit do polohy vleže.

Používá se kanyla o velikosti 18 – 20 Gage (G), aby rychlost aplikace kontrastní látky byla v rozmezí 3 – 5 ml/s. Kanylu zavádíme do kubitální žily (nejčastěji), další možnost vaskulárního přístupu je centrální venózní katetr, který má 6G lumen a proto je nutné, aby se kontrastní látka aplikovala nízkými rychlostmi (1,5 – 2,5 ml/s). Přístup přes femorální žílu se používá jen v případě, pokud není k dispozici žíla na horní končetině. (16)

Po aplikaci kontrastní látky minimálně 30 minut observujeme pacienta z důvodu nástupu alergické reakce. Důležité je zajistit dostatečnou hydrataci po dobu 24 hodin po aplikaci kontrastní látky. Je nutná informovanost ambulantních pacientů o dostatečné hydrataci. (16)

K aplikaci kontrastní látky je potřebný tlakový injektor, který slouží k zajištění rychlosti aplikace s přesným načasováním, kterého je třeba pro vyšetření ve specifických fázích. Jedno pístové injektory umožňují aplikovat pouze kontrastní látku, zatímco dvou pístové umožňují aplikaci kontrastní látky i proplach fyziologickým roztokem, který ušetří 1/3 objemu kontrastní látky. (8)

2 ROZDĚLENÍ KONTRASTNÍCH LÁTEK

2.1 Pozitivní kontrastní látky

Pozitivní kontrastní látky absorbují záření X více, než tkáně lidského těla, které obsahují z velké většiny atomy o nízkých atomových číslech jako je vodík kyslík a uhlík. Díky vyšší absorpci rentgenových paprsků zvyšují denzitu tkání a orgánů proti okolí. Vyšetření s pozitivní kontrastní látkou nese v názvu předponu grafie (urografie, ventrikulografie…). Pozitivní kontrastní látky nesmí být toxické, neměly by vyvolávat nepříjemné pocity (pocit tepla, nauzea, bolest), pokud jsou aplikovány do cév, měly by být téměř isoosmotické s krví, aby co nejméně přitahovaly tkáňové tekutiny do cév. Mezi pozitivní kontrastní látky patří látky založené na baryu nebo jódu. (10, 23)

2.1.1 Baryové kontrastní látky

Baryové kontrastní látky slouží k rentgenovému vyšetření gastrointestinálního traktu, kdy se využívá suspenze síranu barnatého ($BaSO_4$) o různé koncentraci. Baryum, které má atomové číslo 137 má vysokou schopnost absorpce rtg záření a dosahuje vysoké kvality zobrazení střevního reliéfu. Síran barnatý musí být naprosto čistý, nesmí obsahovat žádné stopy chloridu barnatého. Síran barnatý obsahuje částice, které nejsou vstřebávány stěnou střevní, a proto není toxický a je prakticky nerozpustný ve vodě na rozdíl od chloridu barnatého, který může smrtelně intoxikovat, protože je ve vodě rozpustný a vstřebává se ze střeva do krevního oběhu. Suspenze síranu barnatého je dodávána ve formě prášku (před podáním se ředí vodou), pasty nebo suspenze, která obsahuje částice nepravidelných agregací krystalu velikosti 0,1 – 0,3 mm a je stabilizována additivy (sorbitol, agar, metylcelulóza). Additiva zlepšují stabilitu a viskozitu kontrastní látky. Do skupiny moderních baryových přípravků patří přípravek Micropaque HD (high denzity), který obsahuje 5 g barya sulfas ve 100 ml. Před použitím se přípravek ředí dle příbalového letáku.

Je indikován pacientům, u kterých je kontraindikováno užití vodných jodových kontrastních látek. (2, 28)

Bronchografie

Jedná se o rentgenové vyšetření průdušek pomocí kontrastní látky. Bronchoskop se zavede přes nos, horní cesty dýchací až do průdušek, kam vstřikujeme jodovou kontrastní látku přímo do příslušného bronchu při předchozím znecitlivění nosohltanu. Zobrazí se tracheobronchiální strom. Pacient přichází nalačno, jako premedikace se používá Atropin (tlumí sekreci hlenu). Pacient leží na opačném boku, než je vyšetřovaná strana. Po vyšetření nesmí pacient 2 hodiny nic jíst, pít. Indikací k vyšetření jsou různé anomálie bronchů, broncho – esofageální píštěle. Dříve se bronchografie uplatňovala zejména v diagnostice bronchiektázie, v současnosti je toto vyšetření plno nahrazeno výpočetní tomografií.

Vyšetření hltanu (polykací akt)

Při tomto vyšetření se hodnotí funkční a strukturální abnormality. Indikací k vyšetření je orofaryngeální dysfagie, dušnost a kašel při polykání, nádorová onemocnění. Několik hodin před vyšetřením je nutná lačnost. Provádíme monokontrastní nebo dvojkontrastní vyšetření, kdy podáváme perorálně kontrastní látku (baryová suspenze / vodná kontrastní látka). Průchod kontrastní látky sleduje lékař skiaskopicky na monitoru a zhotovuje snímky jednotlivé fáze polykacího aktu. Vyšetření se provádí vstoje.

Vyšetření jícnu, žaludku a duodena

Indikací k vyšetření jícnu jsou esofagitidy, divertikly a nádorová onemocnění, k vyšetření žaludku a duodena to jsou gastritidy, duodenitidy, vředové choroby, známky krvácení z horní části gastrointestinálního traktu a nádorová onemocnění. Pacient od půlnoci před vyšetřením nesmí jíst, pít, kouřit. K monokontrastnímu vyšetření podáváme perorálně baryovou suspenzi nebo vodnou kontrastní látku, zobrazuje se jícen v odlitkové a reliéfové náplni. K dvojkontrastnímu vyšetření aplikujeme baryovou suspenzi a granule CO_2 k dosažení dostatečné distenze

gastrointestinálního traktu. Během vyšetření pozorujeme motilitu jícnu při pití baryové suspenze a také ve dvojkontrastní náplni. Vyšetření se provádí vstoje a vleže, pacienta polohujeme a provádíme cílené snímky v různých projekcích. Během monokontrastního vyšetření žaludku a duodena se hodnotí morfologie a motilita v reliéfové a odlitkové náplni. Dvojkontrastní vyšetření žaludku a duodena se provádí s podáním granulí CO_2, k dostatečné žaludeční a duodenální hypotonii můžeme podat hypotonické agens a následně baryovou suspenzi. Pacienta polohujeme tak, aby bylo dosaženo adekvátního baryového povlaku na sliznici žaludku a duodena, zhotovujeme snímky v různých polohách pacienta a také v různých fázích plnění. (29)

Monokontrastní vyšetření – tenké střevo

Monokontrastní vyšetření – pasáž tenkým střevem je indikováno při střevní obstrukci k určení lokalizace překážky. Dochází k postupnému plnění vyšetřovaného oddílu gastrointestinálního traktu pomocí perorální baryové suspenze. Skiaskopicky i skiagraficky sledujeme pasáž kontrastní látkou a zhotovují se snímky.

Monokontrastní vyšetření – tlusté střevo

Monokontrastní vyšetření tlustého střeva slouží především k posouzení morfologických změn - zánětlivá a nádorová onemocnění, střevní obstrukce. Vyšetření se provádí pomocí rektálního nálevu. Monokontrastní vyšetření je prováděno nízce denzní baryovou suspenzí. Monokontrastní vyšetření v oblasti tenkého a tlustého střeva bylo nahrazeno efektivnější metodou – dvojím kontrastem. (24)

Vyšetření dvojím kontrastem přineslo zlepšení kvality zejména reliéfového obrazu. Při dvojkontrastním vyšetření se aplikuje jak pozitivní kontrast (suspenze síranu barnatého), který vytváří tenký povlak na stěně, tak i negativní kontrast plyn (vzduch, oxid uhličitý), který vyplní a rozepne lumen vyšetřované části zažívacího traktu. Případně můžeme podat i tekutiny jako je metylcelulóza, přičemž pacienta musíme během vyšetření polohovat. Polohování usnadňuje postupné plnění jednotlivých úseků zažívacího traktu.

Dvojkontrastní vyšetření tenkého střeva – enteroklýza

K tomuto vyšetření přichází pacienti při podezření na střevní neprůchodnost, ke zjištění funkčních, zánětlivých a nádorových onemocnění, při dlouhotrvajících bolestech břicha a průjmech. Před vyšetřením pacientovi podáváme lokální anestetika a antiemetika. Sondou, která je zavedena ústy nebo nosem přes jícen do žaludku až na začátek tenkého střeva, aplikujeme baryovou kontrastní látku, nejprve monokontrastní fáze vyšetření a následně se pokračuje dvojkontrastní fází, kdy aplikujeme metylcelulóza. Během vyšetření je nutné polohovat pacienta. Zhotovují se cílené snímky. Pacient 1-2 dny před vyšetřením vynechá nadýmavou a tučnou stravu, mléčné výrobky, kynuté pečivo. Od půlnoci před vyšetřením pacient nesmí jíst, pít a kouřit.

Dvojkontrastní vyšetření tlustého střeva – irrigografie

K dvojkontrastnímu vyšetření tlustého střeva přichází pacient s podezřením na zánětlivé a nádorové onemocnění, k průkazu divertikulózní choroby nebo při přítomnosti krve ve stolici. Pacientovi do konečníku zavedeme rektální rourku, pomocí které aplikujeme baryovou kontrastní látku, a následně je střevo roztáhnuto vzduchem. Pacient má 2 dny před vyšetřením jíst lehkou stravu. Den před vyšetřením od odpoledne popíjí Fortrans roztok k dokonalému vyprázdnění střeva. Pokud je potřeba večer před vyšetřením nebo ráno podáváme pacientovi nálev do konečníku (očistné klyzma). Od půlnoci pacient nesmí jíst, pít, kouřit. Během vyšetření je pacient polohován, lékař provádí cílené snímky v různých polohách tak, aby byly zobrazeny všechny oddíly tlustého střeva. (29)

Pouze vyšetření dvojím kontrastem dokáže odhalit polypy, drobné tumory, které mohou při běžném vyšetření baryovou suspenzí uniknout. Také je dvojí kontrast vhodný k upřesnění diagnostiky žaludečních vředů. (10, 24)

Fortrans

Fortrans je osmotické laxativum, které způsobí úplné vyprázdnění střevního obsahu. Je určený k perorálnímu užití pro dospělé a podává se při přípravě pacienta k endoskopickému nebo radiologickému vyšetření. Množství potřebné k vyprázdnění střevního obsahu je 1 litr roztoku na 15 – 20 kg hmotnosti. Je vhodné podat přípravek 4 hodiny před výkonem. Fortrans obsahuje léčivou látku Macrogolum 4000 a pomocné látky chlorid sodný, síran sodný, chlorid draselný. Přípravek je dobře snášen, nežádoucí reakce jsou ojediněle ve formě alergické kožní reakce, nucení na zvracení a velmi vzácně výskyt anafylaktického šoku. (30)

Kontrastní látky slouží k lepšímu zobrazení anatomických struktur a orgánů. Nejčastěji jsou aplikovány do cévního řečiště, nebo mohou být podávány přímo do tkáně. V současné době se používají pozitivní kontrastní látky s obsahem jodu aplikovány intravaskulárně. (16)

2.1.2 Jodové kontrastní látky

Jodové kontrastní látky obsahují jod, který absorbuje rentgenové paprsky a tudíž je zodpovědný za vznik rentgenového kontrastu. Jod je v molekule kontrastní látky pevně chemicky vázán, dobře se slučuje, a proto je možno jej snadno vestavět do různých sloučenin. (16)

Jodové kontrastní látky se rozdělují podle ionizačních účinků na ionické (hydrosolubilní) a neionické. Neionické kontrastní látky vznikly koncem 60. let. Jsou výrazně dražší, incidence nežádoucích reakcí je nízká (1 - 3%). Osmolalita těchto látek se blíží osmolalitě plazmy. Rozpustnost látek je dána přítomností OH skupin. Do této skupiny patří Iomeron, Omnipaque, Ultravist. Neionické kontrastní látky se mohou dále dělit na neionický monomer a neionický dimer. Neionický dimer má osmolalitu nižší (300 mosm/l), než neionický monomer (500 – 700 mosm/l).

Kontrastní látky ionické disociují ve vodě, mají vysoký osmotický tlak, který je 5 – 7x vyšší, než je osmolalita krve. Incidence nežádoucích reakcí je vyšší,

než u neionických kontrastních látek, pohybuje se okolo 5 - 12%. Ionické kontrastní látky se také dělí na ionický monomer a dimer. Ionický monomer má osmolalitu velmi vysokou 1500 – 2400 mosm/l, osmolalita ionického dimeru je 500 – 700 mosm/l. Dimery obsahují dvojnásobné množství atomu jodu ve srovnání s monomery, a proto mají dvojnásobnou absorpci rentgenového záření. (23, 25)

Jodové kontrastní látky se mohou dále dělit na látky ve vodě rozpustné (hydrosolubilní) vhodné k intravaskulárnímu podání, nerozpustné suspenze anebo jodované olejové látky, které jsou nevhodné k parenterálnímu podání. (23)

Kontrastní látky rozpustné ve vodě jsou v závislosti na chemickém řetězci nefrotropní nebo hepatotropní. Hepatotropní kontrastní látka je vychytávaná v játrech a vylučována žlučí (Jopagnost), který se používal k vyšetření žlučníku. V současné době není na českém trhu ani jeden zástupce této skupiny kontrastních látek. Nevýhodou bylo velké riziko vzniku nežádoucích reakcí. Nefrotropní kontrastní látky se vylučují glomerulární filtrací, poločas distribuce v tkáních stoupá od 20. minuty, téměř polovina kontrastní látky je vyloučena po 2 hodinách od podání. Kontrastní látka by měla být z těla vyloučena do 24 hodin. Tato skupina kontrastních látek se v dnešní době nejvíc používá a to především z důvodu angiografických výkonů, kontrastní výpočetní tomografie a urografie. Ideální nefrotropní kontrastní látka je taková, která má vysoký kontrast, nepoškozuje fyziologické funkce a rychle se vylučuje ledvinami. (10, 13, 17, 23)

Prodejní název	*Typ kontrastní látky*	*Osmolalita*
Visipaque	Neionický dimér	**290**
Isovist	Neionický dimér	**294**
Iomeron	Neionický dimér	**300**
Ultravist	Neionický monomér	**586**
Hexabrix	Ionický dimér	**600**
Iopamiro	Neionický monomér	**653**
Optiray	Neionický monomér	**661**
Omnipaque	Neionický monomér	**667**
Imagopaque	Neionický monomér	**683**
Telebrix	Ionický monomér	**1500**

Tab. 1 - Přehled jodových ve vodě rozpustných kontrastních látek (23)

2.2 Negativní kontrastní látky

Negativní kontrastní látky snižují absorpci ionizujícího záření tedy absorpce rentgenového záření je mnohem menší, než je absorpce ostatních tkání lidského těla s výjimkou plic. Negativní kontrastní látky se většinou kombinují s pozitivními kontrastními látkami k dosažení dvojkontrastního obrazu. Dnes se používají spíše v jiných oblastech, mezi které patří enterografie pomocí magnetické rezonance (MR) a výpočetní tomografie (CT). Negativní kontrastní látky se dělí na plynné a tekuté. Do skupiny plynných kontrastních látek patří především vzduch, kyslík a CO_2 , který produkuje plynný CO_2 a ten formuje kvalitní negativní kontrast. Výhodou oproti vzduchu je jeho snadná absorpce. Mezi tekuté negativní kontrastní látky patří voda a metylcelulóza, která je nevstřebatelná, má vyšší viskozitu a díky tomu je ideálním materiálem pro dvojkontrastní vyšetření tenkého střeva.

2.3 Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci

Magnetická rezonance je téměř nejcitlivější metodou pro posouzení morfologie a patologie měkkých tkání (mozek, mícha, svaly, šlachy, klouby, choroby srdce a cév, zobrazování orgánů dutiny břišní a malé pánve). Ve srovnání s CT má MR větší citlivost při zobrazování měkkých tkání, má výrazně lepší tkáňový kontrast, možnost zobrazení v libovolné rovině a obrovská výhoda magnetické rezonance je, že probíhá bez přítomnosti škodlivého ionizujícího záření. (17)

Kontrastní látky určené pro vyšetřování pomocí MR obsahují vzácnou zeminu gadolinium, tento prvek absorbuje rentgenové záření. Hlavním požadavkem u kontrastních látek pro magnetickou rezonanci je ovlivnění relaxivity tkání a tím i podstatné ovlivnění výsledného obrazu, zvýšit rozdíly v signálu různých tkání, které jsou za normálních podmínek isomagnetické, ovlivnit magnetické pole tkání lidského těla. Na magnetické rezonanci se nezobrazí samostatná kontrastní látka, ale zobrazí se tkáň, která má díky kontrastní látce změněné magnetické chování. (14)

KL pro MR se dělí dle charakteru magnetizace na diamagnetické, paramagnetické a supramagnetické.

Diamagnetické kontrastní látky taktéž nazývány proton denzitní kontrastní látky jelikož efektu kontrastu dosáhneme přidáním velkého množství tekutiny obvykle fyziologického roztoku. Přidání množství tekutiny má za následek zvýšení hustoty mobilních protonů, které ovlivňují proton denzitní kontrast a také částečně i T1 a T2 kontrast. Jsou obdobné rentgenovému vyšetření gastrointestinálního traktu baryovou kontrastní látkou a k tomuto účelu jsou také užívány. Diamagnetické kontrastní látky jsou levnější a dostupnější, než ostatní kontrastní látky pro MR, avšak kvalita nedosahuje kvality zobrazení získaného pomocí specielních paramagnetických a supramagnetických kontrastních látek. (1, 22)

Paramagnetické kontrastní látky jsou v podstatě ionty kovů s velkým magnetickým momentem. Účinnou složku paramagnetických kontrastních látek tvoří sloučeniny gadolinia. Gadolinium patří do skupiny lanthanoidů. Sloučeniny Gadolinia

obsahují 7 nepárových elektronů a relativně dlouhý elektron - spin relaxační čas, jsou schopny ovlivnit relaxační časy přilehlých protonů tzn. relaxivitu a tím i podstatně ovlivnit výsledný obraz. Kontrastní látky na bázi Gadolinia způsobují zkrácení relaxačních časů, více se projevuje v T1, méně v T2 kontrastu. Zkrácení T1 relaxačního času způsobí zvýšení signálu, zkrácení T2 relaxačního času vede ke snížení signálu. Osmolalita gadoliniových kontrastních látek je 3-7 vyšší než krevní plazmy. Paramagnetické kontrastní látky také rozdělujeme podle vazby na protein. Přípravek Magnevist, Omniscan Gadovist a Prohance nemají žádnou vazbu na protein, Multihance má slabou vazbu na protein, intravaskulární kontrastní látka Angiomark má silnou vazbu na protein. (1, 22)

Supramagnetické kontrastní látky jsou částice kysličníků železa, které mají vysokou lokální nehomogenitu magnetického pole a výrazný T2 efekt, zkrácení T2 relaxačních časů. Částice oxidů železa o velikosti 20 – 1000 nm jsou obvykle potaženy dextranem. Supramagnetické kontrastní látky jsou používány k vyšetření gastrointestinálního traktu. Hlavní efekt těchto kontrastních látek je ovlivnění T2 relaxačního času. Projevují se jako negativní kontrastní látky díky tomu, že snižují signálovou intenzitu. (1, 22)

2.4 Kontrastní látky pro výpočetní tomografii

Při nativním CT vyšetření je schopnost denzitního rozlišení normálních a patologických tkání často nedostatečná. Denzitní rozdíly je nutno zvýraznit pomocí vhodné kontrastní látky. Největší zastoupení v použití kontrastních látek mají intravenózně podané nefrotropní jodové kontrastní látky.

Kontrastní látky pro CT vyšetření se dělí na:

1. izodenzní (především voda, metylcelulóza)
2. hypodenzní – negativní (vzduch, kysličník uhličitý)
3. hyperdenzní – pozitivní (jodové, baryové). (6, 27)

Izodenzní kontrastní látky

Izodenzní kontrastní látky, které neobsahují bubliny oxidu uhličitého, se mohou použít při vyšetření trávicí trubice u dospělých i u dětí. Mohou se použít při podezření na krvácení do dutiny břišní nebo trávicí trubice, protože denzita vody nepřekryje denzitu krve což je výhoda těchto kontrastních látek. Intravenózní podání kontrastní látky zvyšuje rozdíl denzit (na rozdíl od pozitivních kontrastních látek, kdy se naopak snižuje). Výhodou izodenzních kontrastních látek je dobrá tolerance pro nemocné a nízká cena. Jejich nízká denzita je však v některých případech nevýhodou, protože se obtížně odlišují při takto naplněné trávicí trubice cystické formace, ascites atd. Navíc se voda v trávicí trubici vstřebává a naplnění kliček ilea a jejuna je slabé. Při vyšetření jícnu a žaludku nejčastěji používáme vodu. (6, 27)

Hypodenzní kontrastní látky

Negativní kontrastní látky (vzduch, kysličník uhličitý) se používají především pro vyšetření tlustého střeva, žaludku. Náplň trávicí trubice má negativní hustotu – 1000 HU. Hlavní výhoda hypodenzních kontrastních látek je zřetelné odlišení trávicí trubice a stabilita v celém rozsahu tenkého i tlustého střeva. Po podání hypodenzní kontrastní látky se u pacientů vyskytuje plynatost, mohou se objevit i průjmy. U pacientů s malabsorpčním syndromem nelze použít tento typ kontrastních látek. (6, 27)

Hyperdenzní kontrastní látky

Nejčastěji perorálně používané kontrastní látky při CT vyšetření jsou hyperdenzní – pozitivní. Běžně užívané jsou ve vodě rozpustné jodové kontrastní látky např. Telebrix 300, který se ředí s vodou (10ml Telebrixu 300 v 1litru vody). Telebrix gastro je speciální ochucená kontrastní látka k perorálnímu použití.

Nevýhoda jodových kontrastních látek je změna jejich koncentrace v závislosti na časovém odstupu od vypití kontrastní látky, rozdíl denzit mezi obsahem a stěnou trávicí trubice, nízká koncentrace podávaných roztoků a jejich vysoká cena. Po podání

se mohou vyskytnout průjmy a je zde riziko alergické reakce na jod. Výhodou je jejich snadná příprava, dají se snadno a přesně ředit, vysoká stabilita a vcelku dobrá tolerance nemocných. Během vyšetření nemocný frakcionovaně popíjí určité množství kontrastní látky (při vyšetření jícnu, žaludku, pankreatu) nebo kontrastní látku můžeme podat sondou (tzv. CT enteroklýza). Pokud vyšetřujeme tlusté střevo, kontrastní látku podáváme per rectum tzv. CT virtuální kolonoskopie. (6, 27)

2.4.1 Virtuální kolonoskopie

Virtuální kolonoskopie je moderní nebolestivé a neinvazivní vyšetření tlustého střeva pomocí multidetektorového CT přístroje, kdy se využívá elektromagnetické záření. Díky speciálnímu programu se vytváří trojrozměrný obraz tlustého střeva. Příprava pacienta je obdobná jako u klasického kolonoskopického vyšetření. Pacient před vyšetřením musí být řádně vyprázdněn, den před vyšetřením pacientovi podáváme laxativum (Fortrans, který působí projímavě). Lačnost a zajištění žilního přístupu k aplikaci kontrastní látky jsou nedílnou součástí přípravy pacienta. Těsně před vyšetřením podáváme pacientovi 1 ml Buskopanu intravenózně z důvodu navození hypotonie. Do tlustého střeva insuflujeme přes konečník přibližně 2500 ml vzduchu do pocitu tlaku pacienta. Poté se provede topogram pro zaměření vyšetřované oblasti a CT vyšetření. Vyšetření se provádí v poloze na zádech a na břiše. Získané data po vyšetření se zpracovávají pomocí softwaru. Ze získaných dat je možné hodnotit všechny orgány dutiny břišní. Tato metoda se může použít místo klasické endoskopické kolonoskopie, nebo při neúspěchu vyšetření pacienta z důvodu zúžení střeva. Výhodou virtuální kolonoskopie je menší invazivita a nevyžadující sedace oproti klasické kolonoskopii, zobrazení celého úseku tlustého střeva, bezpečnost, bezbolestnost, rychlost a pohodlnost výkonu. Nevýhodou je nespolehlivost při odhalování malých polypů (méně než 5 mm), nemožnost odebrání vzorku podezřelé tkáně k histologickému vyšetření a nelze provést drobný zákrok. (31)

3 VLASTNOSTI KONTRASTNÍCH LÁTEK

Solubilita (rozpustnost) ovlivňující maximálně možnou koncentraci kontrastní látky. V dnešní době jsou v klinické praxi užívány kontrastní látky, jejichž koncentrace se pohybuje od 170 do 400 mg / ml. Tento číselný údaj 400 mg / ml udává nejvyšší možnou koncentraci, při které nedochází k poruše hematoencefalické bariéry.

Osmolalita neboli počet částic rozpuštěných v jednom litru roztoku. Dle osmolality se kontrastní látky dělí na nízkoosmolární (600 – 1000 mosm / kg), izoosmolární (280 – 290 mosm / kg) a hyperosmolární, které mají 5-7 vyšší osmolalitu, než je osmolalita krve (1500 – 2000 mosm / kg). Osmolalita krve je 300 mosm / kg H_20. Pokud srovnáme osmolalitu kontrastních látek s osmolalitou krve, je několikrát vyšší a s tím je i spojeno vyšší riziko nežádoucích reakcí.

Viskozita (vazkost) je vlastnost kontrastních látek, která představuje vnitřní tření tekutin a je závislá na koncentraci a teplotě. Čím je vyšší koncentrace a zároveň nižší teplota kontrastní látky, tím se zvyšuje viskozita látky. Viskozitu je možné snížit tím, že kontrastní látky před aplikací ředíme vodou a ohříváme je na tělesnou teplotu. Při teplotě 37 °C se udává zhruba poloviční viskozita oproti teplotě 20°C. V praxi se viskozita projevuje přítomností odporu při vstřikování kontrastní látky do katetru, nebo se může viskozita projevit pomalejším průtokem aplikované kontrastní látky cévami.

Stabilita kontrastních látek je zajištěna pomocí podpůrných látek. Ty mají nevýhodu, že mohou u pacienta vyvolat alergii. Stabilita bývá garantována výrobcem většinou 3 – 5 let.

Kontrastní látky by měly být uchovány při pokojové teplotě 15 – 25 °C. Při nižších pokojových teplotách mohou začít krystalizovat. Je nutné chránit kontrastní látky před světlem, aby byla zajištěna stabilita fyzikálních a chemických vlastností kontrastních látek. Kontrastní látky jsou zejména citlivé na ultrafialovou složku

s vlnovou délkou delší než 450 nm. Kontrastní látky bychom neměly vystavovat rentgenovým paprskům. Před každou aplikací je důležité, abychom vždy zkontrolovali exspiraci.

Mezi další vlastnosti kontrastních látek patří jejich biokompatibilita. Kontrastní látky interagují s buněčnými systémy i s krevními bílkovinami a proto mají negativní účinky na určité orgány lidského těla - srdce, krev, plíce, ledviny a cévy. Účinek jodových kontrastních látek působí také na leukocyty, lymfocyty, buňky cévního endotelu a neurony, způsobuje produkci vazoaktivních látek, které jsou zodpovědné za rozvoj alergické reakce. Pokud je poškozen cévní endotel hyperosmolárními kontrastními látkami, je přítomna zvýšená tendence ke shlukování trombocytů při styku s cizorodými povrchy. Tento proces vede k tvorbě trombů na katetrizačním instrumentáriu, a proto je důležité, aby byly katetry v průběhu katetrizace proplachovány heparinizovaným fyziologickým roztokem. Plíce a srdce představují první orgány, které jsou s jodovou kontrastní látkou při intravenózní a intraarteriální aplikaci v kontaktu. Vlivem kontrastní látky dochází v plících k aktivaci mastocytů. Mastocyty produkují histamin a další vazoaktivní látky. Z tohoto důvodu dochází k uvolnění těchto látek intenzivněji po intravenózní aplikaci než po intraarteriální aplikaci. Jako následek se může vyskytnout nauzea, zvracení a vznik uratiky.

Poslední vlastností kontrastních látek je jejich farmakokinetika. Jodové kontrastní látky mají výbornou distribuci v extracelulárním prostoru, naopak v intracelulárním prostoru je jejich distribuce minimální. Nejčastěji jsou jodové kontrastní látky vylučovány ledvinami, zbytek asi 2% jodových kontrastních látek jsou vylučovány žlučovými cestami. Poločas kontrastní látky v plazmě je závislý na glomerulární filtraci, polovina aplikované látky se vyloučí za 1,5 – 2 hodiny. Kontrastní látka se většinou vyloučí do 24 hodin. Za normálních podmínek kontrastní látka neproniká hematoencefalickou bariérou. Pokud je porušena, může se kontrastní látka dostat do mozkového parenchymu. Jodové kontrastní látky obsahují malé množství chemicky navázaného jodu, a proto u pacientů s hyperfunkcí štítné žlázy může dojít k tyreotoxikóze, která se řadí do relativní kontraindikace k podání kontrastních látek. Funkci zdravé štítné žlázy jodové kontrastní látky však nepoškozují. (23)

4 KONTRAINDIKACE A NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY KONTRASTNÍCH LÁTEK

4.1 Kontraindikace podání jodové kontrastní látky

- Závažná alergická reakce na předchozí podání jodové kontrastní látky
- Polyvalentní alergie
- Astma bronchiale
- Těžké funkční poruchy ledvin a jater (kreatinin nad 200 μmol/l)
- Tyreotoxikóza (Před podáním jodové kontrastní látky je nutné, aby pacient užíval tyreostatika 3 dny před a 2 týdny po podání kontrastní látky). Jodová kontrastní látka se nesmí podávat 2 měsíce před léčbou a před izotopovým vyšetřením štítné žlázy, je nutné zvážit možnost aplikace jiné kontrastní látky např. vzduch, gadolinium nebo jiného neinvazivního vyšetření jako je ultrazvuk, magnetická rezonance
- Těhotenství (pokud byla aplikována jodová kontrastní látka v době těhotenství, musí být novorozenci vyšetřena funkce štítné žlázy). V případě kdy je nutné podat kontrastní látku v době laktace, je doporučeno, aby se kojení přerušilo na 24 hodin.
- Mnohočetný myeolom
- Pacienti s Feochromocytomem produkující katecholaminy

Vždy je nutné zvážit možnost jiného vyšetření, případně zvolit jinou alternativní kontrastní látku (CO_2). (16)

4.2 Kontraindikace baryových kontrastních látek

- Podezření na perforaci trávicí trubice na místě je použít jodovou kontrastní látku
- Těhotenství
- U pacientů, kdy hrozí nebezpečí úniku kontrastu do mediastina nebo do plic je doporučená nízkoosmolární nebo izoosmolární kontrastní látka, totéž platí u novorozenců a kojenců do 8. týdne
- Závažné reakce na předchozí podání baryových produktů, doporučeno použít jodovou ve vodě rozpustnou kontrastní látku
- Rozsáhlá kolitida – je vhodné vyhnout se baryovým produktům, hrozí otrava vodou, zácpa, nebezpečí ruptury křehké stěny (23)

4.3 Kontraindikace kontrastních látek pro vyšetření ultrazvukem

- Absolutní kontraindikací je vzácné metabolické onemocnění galaktosémie
- Relativní kontraindikací je těžké kardiovaskulární onemocnění a plícní hypertenze

4.4 Kontraindikace kontrastních látek pro vyšetření magnetickou rezonancí včetně paramagnetických kontrastních látek

Absolutní kontraindikace:

- Známá přecitlivělost na účinnou látku nebo ostatní složky přípravku
- Kardiostimulátor
- Implantovaný defibrilátor (ICD) hrozí vážné poškození jeho funkce, případně závažná až život ohrožující porucha srdečního rytmu
- Kochleární implantát (náhrada vnitřního ucha)

- Renální insuficience
- Těhotenství
- Kojení
- Neurostimulátory
- Feromagnetické svorky po operaci mozkových cév
- Implantovaný kovový materiál (před méně než 6 týdny)
- Cizí feromagnetické těleso v oku (po úrazech) kdy může dojít působením silného elektromagnetického pole k závažnému poškození zraku

Relativní kontraindikace:

- Kovové cévní svorky z nemagnetických materiálů
- Kovový materiál v těle v blízkosti vyšetřované oblasti
- Přítomnost ostatních kovových předmětů implantovaných v těle (např. osteosyntézy, umělé klouby nebo úlomky kovu po úraze), novější umělé klouby nebo zpevňující materiál jsou vyráběny z nemagnetických kovů (např. titan) proto je možné v určitém odstupu od operace vyšetřit pacienty
- Chlopenní náhrady
- Naslouchadla
- Klaustrofobie (strach z uzavřeného prostoru)
- Kovové špony a střepiny
- Tetování, piercing
- Rovnátka
- Permanentní make-up
- Gravidita (první trimestr) (19)

4.5 Nežádoucí reakce vodné jodové kontrastní látky

I v dnešní době, ač se používají velmi dobře tolerované kontrastní látky, se vyskytuje řada nežádoucích reakcí, kterým je nutno předcházet a pokud vzniknou, je důležité je efektivně léčit. Nežádoucí reakce vznikají na základě chemické (chemotoxicita) a fyzikální reakce (osmotoxicita). Chemické reakce jsou spojovány

s účinkem kontrastní látky na buněčné membráně nebo na proteiny v extracelulárním prostoru. Fyzikální reakce vznikají z důvodu přítomností hydroxylových skupin. Chemické i fyzikální reakce jsou závislé na množství a složení kontrastní látky. (5)

Výskyt toxoalergické reakce není omezen jen na jodové kontrastní látky. Nežádoucí projevy se mohou objevit i po podání gadolinia (NSF – nefrogenní systémová fibróza). (23)

Nežádoucí reakce se rozdělují podle rychlosti nástupu na akutní a pozdní. Mezi akutní nežádoucí reakce patří alergická reakce, pseudoalergická, anafylaktická, pseudoanafylaktická reakce a anafylaktický šok. Akutní nežádoucí reakce vzniká do 20 minut po aplikaci jodové kontrastní látky. Liší se intenzitou příznaků a jejich subjektivním vnímáním. Na rozdíl od pozdních reakcí, které se objevují za více jak 1 hodinu po aplikaci jodové kontrastní látky nejčastěji v rozmezí 3 – 48 hodin po aplikaci. Pravděpodobně jsou pozdní reakce zprostředkovány T-lymfocyty a vyskytují se velmi vzácně. (5)

Reakce antigenu s protilátkou po předchozí expozici alergenem se nazývá alergická reakce. Pseudoalergická reakce je reakce, která vzniká bez předchozí expozice organismu alergenem, k aktivaci imunitních procesů dochází na základě jiných mechanismů. Pseudoalergických reakcí je většina ve srovnání s alergickými. Jak alergické tak pseudoalergické reakce mají podobné projevy a léčba je naprosto stejná. Projevují se zarudnutím v místě vpichu kdy zarudnutí se během vstřikování kontrastní látky šíří podél žíly, zarudnutí v obličeji, bledost, cyanóza, bolest hlavy nebo břicha, zvracení, průjem, generalizovaná urtika, vazodilatace s tachykardií a hypotenzí, která je způsobená zvýšenou propustností kapilár, dochází k úniku tekutin, které jsou bohaté na bílkoviny, tvorba edémů v obličeji, v oblasti hrtanu vzniká bronchospasmus, objevuje se rýma, nauzea, křeče v břiše, průjem, plícní edém, kóma, poruchy koagulace, pocit úzkosti a dušení.

Anafylaktická a pseudoanafylaktická reakce jsou těžší formou alergické a pseudoalergické reakce. Anafylaktická reakce (anafylaxe) je akutní alergická reakce vznikající na podkladě imunopatologické reakce I. typu, která je způsobena

protilátkami IgE. Vzniká jako odpověď organismu na antigenní podnět, který nemocného senzibilizoval.

V případě kdy nastane anafylaktická nebo alergická reakce, dojde k interakci jodové kontrastní látky s buněčnými membránami a k uvolnění vazoaktivních látek jako je histamin (mastocyty), serotonin (trombocyty), leukotrieny (mastocyty, leukocyty), prostaglandiny (endotel). Potravinové alergeny, lékové, alergenové extrakty a latex jsou nejčastější příčinou anafylaktické reakce. Také fyzická zátěž může být spouštěcím mechanismem.

O anafylaktoidní reakci mluvíme tehdy, pokud podstatou obtíží není imunologická reakce zprostředkovaná protilátkami IgE, nýbrž jiným typem protilátek např. IgG nebo se vůbec nejedná o imunitní mechanismus. Příčiny anafylaktoidní reakce mohou být léky, sluneční záření, chlad, nesteroidní protizánětlivé léky, transfúze krve, radiokontrastní látky, opiáty. Anafylaktoidní reakce má typický klinický obraz, rozlišujeme místní a celkové projevy. Mezi místní projevy anafylaxe patří:

- Projevy na kůži – erytém, edém, exantém, pruritus, urtikárie
- Dýchací systém – dušnost, chrapot, rýma, kašel, astmatický záchvat
- Zažívací trakt – bolest břicha, nauzea, průjem, zvracení
- Oběhový systém – bledost, hypotenze, tachykardie, arytmie, nitkovitý puls, studený pot
- Urogenitální systém – spasmus dělohy, močového měchýře, renální kolika
- Nervový systém – strach, neklid, nervozita, bolesti hlavy, porucha vědomí

Celkové projevy anafylaxe jsou vystupňované místní projevy a kombinace těchto projevů. Dochází k rozvoji šokového stavu (bezvědomí, povolení svěračů, křeče) a také k selhání respiračního a kardiovaskulárního systému. (3, 4, 5, 23)

Akutní reakce na cizorodou látku, se kterou se dotyčný již v minulosti setkal, se nazývá anafylaktický šok. Anafylaktický šok je nejtěžší, život ohrožující formou anafylaktické reakce. Tato reakce se projevuje stejnými příznaky jako anafylaktická

reakce, navíc při anafylaktickém šoku dochází k oběhovému a respiračnímu selhání, k bezvědomí až k srdeční zástavě. Takto vzniklý šokový stav se rozvíjí na základě relativní ztráty objemu intravaskulární i extravaskulární tekutiny. Tento stav vede ke snížení minutového výdeje, snížení centrálního žilního a arteriálního tlaku. (3, 4, 5, 23)

Pokud nastane vedlejší reakce po podání kontrastní látky, je nutné zastavit další podání kontrastní látky, kanylu v žíle ponecháme k následné léčbě komplikací, zajistíme volné dýchací cesty (intubace), monitorujeme vitální funkce pacienta a přivoláme pomoc anesteziologa. (23)

4.5.1 Léčba nežádoucích reakcí

Léčba nežádoucích reakcí je závislá na stupni závažnosti. V mnoha případech se jedná o urgentní, potenciálně život ohrožující stav. Předlékařská pomoc (i laická) spočívá ve snaze udržení vitálních funkcí. Nemocného, který je v šoku, je nutné uložit do Trendelenburgovy polohy se záklonem hlavy, uvolnit dýchací cesty, zamezit dalšímu vstřebávání alergenu a v případě nutnosti zahájit kardiopulmonální resuscitaci. Musíme zajistit trvalý vstup do oběhu (kanylace periferní žíly). V případě, kdy pronikne vyvolávající příčina do organismu vpichem (bodnutí hmyzu) je nutné místo vpichu zchladit a zaškrtit končetinu nad místem průniku z důvodu zpomalení rychlosti vstřebávání alergenu.

Lékařská první pomoc spočívá v aplikaci farmak, kyslíku a zajištění krevního oběhu. V případě, kdy je léčba neúspěšná, je nutné provést rychlý transport nemocného na jednotku intenzivní péče (JIP) nebo na oddělení ARO v doprovodu lékaře. Pacient by měl být 24 hodin hospitalizován za účelem observace i v případě, kdy je úspěšně zvládnutý urgentní šokový stav. Může nastat riziko pozdní reakce z přecitlivělosti.

Lékem první volby je adrenalin (Adrenalin léčiva inj.). Ten podáváme i tehdy, pokud symptomy šokové reakce se nejeví jako život ohrožující. Pokud vyvolávající příčina pronikne do organismu vpichem, je doporučeno adrenalin aplikovat i do okolí

místa, kudy pronikl alergen do organismu. Dávka u dospělého je od 220 do 500 μg, která se aplikuje subkutánně nebo intramuskulárně. Tuto dávku je možné opakovat každých 10 – 15 minut. Maximální jednotlivá dávka je 1000 ug (1 ml). Dětem se podává dávka 100 μg (tj. 0,1 ml) na 10 kg váhy avšak do maximální výše 500 μg (0,5 ml). Vzhledem k rychlejší resorpci je účinnější intramuskulární podání.

Pokud nastane situace, kdy pacient nereaguje na několik subkutánních nebo intramuskulárních podání, je vhodné podat naředěný Adrenalin v koncentraci 1: 100 000 (0,5 ml Adrenalinu / 500 ml fyziologického roztoku) intravenózně ve formě infúze. Pacient, který je léčený adrenalinem intravenózně, musí být monitorován. Adrenalin působí antialergicky, bronchodilatačně, zlepšuje kontraktilitu myokardu a zvyšuje tonus periferních cév.

V případě, zda se objeví známky selhávání oběhu, je při současném kontrolování krevního tlaku nutná rychlá aplikace Dithiadenu v injekční formě. Kortikosteroidy je možné aplikovat, ale jejich účinek ve smyslu ovlivnění akutní fáze anafylaktické reakce je omezený, významu nabývá až při léčbě pozdní fáze reakce. Vzhledem ke skutečnosti, že se nikdy neví, jak se bude stav vyvíjet, je doporučeno podat kortikosteroidy ihned parenterálně, lépe však intravenózně. Podává se Solumedrol, Dexona nebo Hydrocortison. Pokud se objeví známky bronchospasmu můžeme aplikovat v inhalační formě beta 2 mimetikum (Ventolin aerosol 4 vdechy, Berotec aerosol 2 vdechy). Inhalace kyslíku je nutná v případě, zda jsou přítomny klinické známky dušnosti nebo hypoxie. Při selhávání vitálních funkcí je nutné zahájit kardiopulmonální resuscitaci a transport pacienta na JIP.

Abychom zamezili vzniku alergické reakce je nutná premedikace u rizikových pacientů, dohled lékařů anesteziologicko – resuscitační kliniky, sdělení veškeré pacientovi alergické anamnézy lékařům. U rizikových pacientů se musí zvážit indikace k vyšetření. (3, 4, 5, 23)

Výskyt lehkých a středně těžkých nežádoucích reakcí je 10 % případů. K závažnému případu dochází v 1 případě z 1000 až 14 000 vyšetření. Tyto údaje jsou

o použití iontových kontrastních látek. Novější, neiontové kontrastní látky mají zcela lepší výsledky (11).

4.6 Nežádoucí reakce a rizika baryové kontrastní látky

Po podání suspenze síranu barnatého se mohou vyskytnout nežádoucí reakce, mezi které patří nauzea, průjem nebo obstipace. Při perorálním podání baryové kontrastní látky je častou komplikací její aspirace do dýchacích cest. Aspirace baryové suspenze může být dvojího typu. Masivní - život ohrožující aspirace, při které je nutné pacientovi podávat antibiotika a provést bronchoskopickou evakuaci. Druhý typ aspirace není ohrožující a je méně závažný než aspirace potravy. Jestliže u perforace jícnu, žaludku nebo střeva dojde k průniku baryové suspenze, vzniká granulomatózní zánět a tvorba adhezí. Pokud máme podezření na perforaci gastrointestinálního traktu, je indikováno pouze užití vodné jodové kontrastní látky. U pacientů s rozsáhlými záněty tlustého střeva může nastat ruptura střevní stěny popřípadě intoxikace vstřebanou vodou po podání baryové suspenze. Tato komplikace je velice vzácná. (23)

4.7 Nežádoucí reakce na kontrastní látky pro magnetickou rezonanci

Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci jsou bezpečné, dobře tolerované. Nežádoucí reakce se vyskytují jen ojediněle ve formě pocitu tepla a bolesti hlavy, objevující se u 1-2 % pacientů. Výskyt nežádoucích reakcí je podstatně menší než u jodových kontrastních látek. Problémem kontrastních látek pro magnetickou rezonanci je stále vyšší cena orgánově specifických kontrastních látek, ale také dostupnost magnetické rezonance. (1, 22, 23)

5 KONTRASTNÍ NEFROPATIE

V dnešní době narůstá počet pacientů, kteří jsou vyšetřováni různými radiologickými metodami s podáním kontrastních látek. Patří zde především CT a MR - angiografie. Hlavním důvodem je rostoucí průměrný věk vyšetřovaných a s tím spojena komorbidita léčených pacientů. Kontrastní látky jsou nenahraditelné z důvodu zobrazení cévního systému a diagnostické přesnosti. Velkou nevýhodou je fakt, že jsou toxické pro ledviny. (21)

Kontrastní nefropatie je multioborový problém týkající se kardiologie, intervenční radiologie, CT diagnostiky, klinické nefrologie, patofyziologie a farmakologie. Představuje závažnou komplikaci jenž je spojena s aplikací kontrastních látek. Dojde ke zhoršení krátkodobé i dlouhodobé prognózy nemocného, prodloužení pobytu ve zdravotnickém zařízení a zvýšení nákladů. Kontrastní nefropatie je definována jako rozvoj akutní renální insuficience nebo také zhoršení již dříve snížené funkce ledvin do 24 – 72 hodin po aplikaci kontrastních látek, kdy dochází k vzestupu hladiny kreatininu o 30 % původní hodnoty nebo vzestup kreatininu o více jak 44 μmol/l. U pacientů s kontrastní nefropatií v 60 % procentech dojde k významnému vzestupu kreatininu do 24 hodin, v 90% dojde k vzestupu do 72 hodin po podání kontrastní látky. Pokles kreatininu na výchozí úroveň bývá zpravidla mezi 7 – 10 dnem. (12)

Vznik renální nefropatie je považováno za iatrogenní poškození, jelikož při dodržování určitých zásad lze kontrastní nefropatii ve většině případu předejít. (12, 23)

5.1 Patogeneze kontrastní nefropatie

Po podání kontrastní látky dojde k poruše renální hemodynamiky, která vede k ischemii zevní oblasti dřeně ledviny. Aplikace kontrastní látky vede v první fázi ke krátké renální vazodilataci, která se odehrává především na úrovni kůry ledvin a také má za následek zvýšenou produkci endogenních vazoaktivních peptidů (endotelinu a adenosinu), které se podílejí na intrarenální vazokonstrikci. Renální vazodilatace způsobená aplikací kontrastní látky vede k poklesu perfůze a dochází k ischemizaci ve dřeni ledviny. Po vazodilataci následuje intrarenální vazokonstrikce, která ve zvýšené míře vede ke vzniku volných kyslíkových radikálů a způsobuje do značné míry přímý toxický efekt kontrastní látky.

Morfologický obraz u kontrastní nefropatie není zcela specifický. Dochází k tubulárním lézím ischemické etiologie, k poškození iniciálního úseku proximálního kanálku a tlusté části vzestupného úseku Henleovy kličky. Může dojít až k nekróze a odlupování tubulárních buněk, které je spojeno s obturací kanálků, k tomu dochází pouze v nejzávažnějších případech.

Pokud aplikujeme vysokoosmolární kontrastní látku, dochází k poklesu renálního krevního průtoku častěji a má delší trvání, než po aplikaci nízkoosmolárních, neionických kontrastních látek, u kterých je nižší produkce adenosinu, reparace funkce ledvin je rychlejší a představují menší riziko kontrastní nefropatie. Kontrastní látka s vysokou osmolaritou vede k dehydrataci a k rigiditě erytrocytů. U pacientů s normální úrovní glomerulární filtrací není frekvence výskytu a závažnost kontrastní nefropatie závislá na druhu kontrastní látky (nízko,vysokoosmolární). Vyšší výskyt a závažnost kontrastní nefropatie je zaznamenán pouze u nemocných, kteří mají sníženou funkci ledvin, zejména u diabetické nefropatie. (12, 21, 23)

5.2 Rizikové faktory kontrastní nefropatie

Na vzniku kontrastní nefropatie se podílejí rizikové faktory, které se dělí na jisté, možné a dočasné. Stálý rizikový faktor je porucha funkce ledvin, u které platí, čím větší porucha ledvin, tím větší riziko vzniku renální nefropatie.

Mezi jisté rizikové faktory patří chronická ledvinná nedostatečnost 3. stupně, diabetes mellitus spojený s chronickou ledvinnou nedostatečností kteréhokoli stupně, kardiální selhání, věk nad 75 let, nefrotický syndrom a transplantovaná ledvina. K možným rizikovým faktorům patří diabetes mellitus bez nefropatie, obezita, hypertenze, cirhóza jater, myelom, současné chemoterapie nebo radioterapie, mužské pohlaví a opakované operace v celkové anestézii. K dočasným rizikovým faktorům se řadí dehydratace, hypotenze, hypoxie, anémie, léčba nefrotoxickými léky (Cisplatina, nesteroidní antirevmatika, Gentamycin), opakované vyšetření jodovou kontrastní látkou. (20, 26)

Riziko kontrastní nefropatie začíná stoupat od hodnoty kreatininu 136 μmol/l. U diabetiků, kteří mají normální úroveň renální funkce je riziko stejné jako u nediabetiků. U pacientů, kteří mají normální funkci ledvin, se riziko vzniku kontrastní nefropatie pohybuje okolo 1%, u nemocných s rizikovými faktory může incidence dosahovat 15 - 50 %. (12, 23)

U pacientů s kontrastní nefropatií se může v moči nacházet proteinurie někdy granulární válce. U všech nemocných tedy i u těch, kteří nemají kontrastní nefropatii, bývá po aplikace kontrastní látky zvýšená enzymurie a minimální selektivní proteinurie, která do 24 hodin vymizí.

Kontrastní nefropatie je ve většině případů dočasná porucha odeznívající bez následků během 2 týdnů. Výskyt kontrastní nefropatie je možný u všech pacientů, kterým byla aplikována kontrastní látka.

Je důležité znát renální funkce a v případě snížení zvážit přínos a riziko vyšetření. Nejúčinnější, nejdůležitější a nejpřirozenější prevencí kontrastní nefropatie je dostatečná hydratace před podáním kontrastní látky i po podání. Hydratace má za následek zvýšení diurézy, zmenšení renální vazokonstrikce, zmenšení medulární hypoxie indukované jodové kontrastní látky a snížení koncentrace cirkulující jodové kontrastní látky. Z toho důvodu je vhodné podat pacientovi 100 ml vody / hod nebo fyziologický roztok i.v. 4 hodiny před a 24 hodin po podání jodové kontrastní látky. Preventivním opatřením je také vysazení perorálních antidiabetik a nefrotoxických látek a léků, které zatěžují tubuly, patří zde nefrotoxická antibiotika a diuretika, která by měla být vysazena 48 hodin před vyšetřením a znovu nasazena 24 hodin po výkonu. Před aplikaci kontrastní látky je doporučeno podat pacientovi acetylcystein obsahující ve své molekule thiolovou skupinu, která má antioxidační vlastnosti. Po aplikaci kontrastní látky acetylcystein zabraňuje poškození ledvin kyslíkovými radikály, způsobuje pokles plazmatické hladiny kreatininu a zvýšení glomerulární filtrace. Doporučuje se 2x denně 600 mg před vyšetřením a také v den vyšetření stejnou dávku.

Vzorec bezpečného podání JKL :

$$\frac{\text{5ml x váha pacienta (maxim 300 ml)}}{\text{hladina kreatininu: 88}}$$

U rizikových pacientů je dobré zvážit jinou alternativní zobrazovací techniku bez použití kontrastní látky. U rizikových skupin může být i aplikace moderních kontrastních látek nevýhodná. Ačkoli se v dnešní době užívá méně toxických kontrastních látek, i přesto je kontrastní nefropatie stále významný problém. Léčba kontrastní nefropatie se nijak neliší od léčby renální insuficience. (12, 23)

6 MODERNÍ TRENDY V ULTRAZVUKOVÝCH KONTRASTNÍCH LÁTKÁCH

Kontrastní látky pro ultrazvukové vyšetření se začaly používat v 90tých letech minulého století. Použití kontrastních látek vyplývá z principu mikrobublin, které zvyšují intenzitu signálu ultrazvukových vln zhruba o 13-30 dB.

Základ kontrastních látek tvoří mikrobubliny. Většina bublin (až 90 %) je menší než 8 μm (průměrná velikost je 2,5 μm) což odpovídá velikosti červených krvinek. Díky své velikosti jsou schopny procházet plícními kapilárami a také nejmenšími cévkami. Je důležité, aby mikrobubliny byly v krevním oběhu dostatečně stabilní. Do krevního oběhu pacienta se vstřikují buď volné nebo častěji uzavřené do obalu z biopolyméru. Jsou plněné vzduchem nebo inertním plynem jako je dusík nebo perfluorokarbon, protože plyn v mikrobublinách odráží ultrazvuk mnohem lépe než krev nebo měkké tkáně. Mikrobubliny plněné plynem mají 100 milionkrát větší odrazivost než krev. Tyto mikrobubliny se běžně používají jako kontrastní činidla a slouží ke zkvalitnění obrazu z ultrazvukových vyšetření například ke zvýraznění krve v cévách. (2)

Mikrobublinové kontrastní látky aplikované intravenózně zvyšují echogenitu proudící krve, tím se zvýší amplituda dopplerovského signálu a poměr signál / šum. Jsou stabilizovány slupkou albuminu. Také zvyšují odrazivost ultrazvukového vlnění v B - modu i v dopplerovském zobrazení. Chování echokontrastních látek je závislé na energii zobrazovacího ultrazvukového impulsu. Tato energie je dána hodnotou mechanického indexu. Mikrobubliny při nízkých energiích (mechanický index 0,2) ultrazvukové impulsy pouze odrážejí. Do rezonance se mikrobubliny dostávají při střední energii (MI 0,2 – 1,0). K explozi bublin dochází při vysoké energii (MI 1,0). (9, 15)

Existuje několik možných způsobů aplikací echokontrastních látek. Jedna z nejstarších metod pro využití echokontrastních látek, která byla zavedena do praxe na počátku devadesátých let minulého století, je kontrastní harmonické zobrazování. Mikrobubliny v závislosti na své velikosti a na některých dalších fyzikálních vlastnostech jsou zdrojem rezonančního vlnění. Kdežto tkáňové struktury nebo proudící krevní elementy pouze odrážejí dopadající ultrazvukové vlny. V dnešní době se způsob aplikace řídí dle druhu echokontrastní látky a energie ultrazvukového impulsu, která je charakterizovaná hodnotou mechanického indexu (MI). (9)

Kontrastní látky pro ultrazvukové vyšetření se používají k vyšetřené ložiskových procesů v játrech a ledvinách, při kvantifikaci průtoku krve v cévách, kde lze získat perfůzní křivky. Echokontrastní látku je možno použít i při sonosalpingografii, kdy sledujeme průchod kontrastní látky skrze dutinu dělohy a vejcovody. Toto vyšetření je díky principu identické rentgenové hysterosalpingografii. Avšak s tím rozdílem, že při sonosalpingografii není přítomen negativní vliv rentgenového záření. Použití mikrobublin zvyšuje diagnostickou výtěžnost v indikovaných případech. (15)

6.1 SonoVue

V současnosti je k dispozici na českém trhu preparát SonoVue. Je to léčivý přípravek složený z účinné látky sulfuris hexafluoridum ve formě plynu, který se nerozpouští v krvi. Přípravek SonoVue se skládá z jedné injekční lahvičky s plynem a práškem a jedné předplněné injekční stříkačky, která obsahuje 5 ml rozpouštědla. Přípravek SonoVue je tvořen mikrobublinami, jejichž stěna je tvořena fosfolipidy a obsahují plyn SF_6, který je neškodný a po destrukci mikrobublin je eliminován cestou plícních kapilár. Mikrobubliny se po aplikaci dostávají do krve, zde odrážejí ultrazvukové vlny mnohem lépe než okolní tkáně. Několikanásobně větší odrazy vedou k přesnějším výsledkům vyšetření, které jsou založené na měření ultrazvuku, jako je echokardiografie a dopplerovské vyšetření. Životnost mikrobublin v oběhu je 10 minut. (2, 7)

Přípravek SonoVue se využívá při echokardiografii, u pacientů s prokázanou ischemickou chorobou srdeční nebo také při podezření na ni, při vyšetření velkých krevních cév např. cévy vedoucí do hlavy, velké cévy jater nebo menších krevních cév nacházející se v lézích např. v oblasti prsu, jater. Přípravek je dostupný pouze na lékařský předpis. (7)

Výskyt nežádoucích reakcí je minimální a přechodný. Nejběžnější vedlejší účinky jsou bolesti hlavy, bolest v místě vpichu, tvorba modřin, pálení, parestézie v místě vpichu, dyspnoe, pálení na hrudi, nauzea, zvracení, hypo – nebo hypertenzní reakce. Přípravek je kontraindikován těhotným a kojícím ženám, osobám s možnou přecitlivělostí na sulfuris hexafluoridum, pacientům se závažnou plícní hypertenzí a u pacientů s nekontrolovanou hypertenzí. (7)

Nezbytné pro kontrastní ultrazvukové vyšetření je softwarové i hardwarové vybavení ultrazvukového přístroje, vhodné nastavení mechanického indexu (MI), který je závislý na frekvenci a energii ultrazvuku. Mikrobubliny neprostupují do intersticia, nedochází k pozdnímu dosycování např. jizevnatých tkání, na rozdíl od kontrastních látek, které se používají při CT nebo MR. (2)

6.2 Nová technologie

Nově vyvíjená technologie společností Philips navrhuje využití mikrobublin, které jsou zhruba velké jako červené krvinky, k přenosu léků. Tyto mikrobubliny se vstřikují do krevního řečiště pacienta. Pohyb mikrobublin do tkáně je sledován ultrazvukovým zobrazováním a následně jsou protrženy cíleným ultrazvukovým impulzem tak, aby se přesně uvolnil jejich obsah v místě nemocné tkáně a zamezilo se působení léků na jiné části těla pacienta. Ultrazvukový impuls je doprovázen charakteristickým akustickým signálem. Tento signál umožňuje odhadnout skutečnost, kolik mikrobublin bylo protrženo a na základě toho lze kvantifikovat a také kontrolovat dávkování léků. Protržení mikrobublin mířeným ultrazvukovým signálem způsobí uvolnění účinných látek – léků. Mikrobubliny jako nosiče léků se mohou využít například při chemoterapii, kde by snížily nepříznivé vedlejší účinky. (18)

ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zaměřila na shrnutí problematiky nežádoucích reakcí po aplikaci kontrastních látek a jejich léčbu, na závažnou komplikaci, která je spojena s aplikací kontrastních látek – kontrastní nefropatii a také na shrnutí kontrastních látek do jednotlivých skupin.

Kontrastní látky zvyšují tkáňový kontrast a tím zlepšují čitelnost rentgenového obrazu, zvýrazňují rozhraní nebo obsah a mění fyzikální vlastnosti orgánů a tkání. V praxi jsou zavedeny od 30. let minulého století a neustále se vyvíjí směrem kupředu.

Kontrastní látky se dělí na pozitivní, které zvyšují absorpci rentgenového záření a negativní, které snižují absorpci rentgenového záření. Mezi negativní kontrastní látky patří plyny - vzduch, CO_2. Pozitivní kontrastní látky dále dělíme na baryové, které jsou užívané k vyšetření gastrointestinálního traktu a na jodové kontrastní látky.

Přestože současné kontrastní látky jsou velmi dobře tolerovány, vzhledem k jejich masivnímu užívání na MR, CT, při výkonech vaskulární a nevaskulární intervenční radiologie je třeba si být vědom jejich nežádoucích účinků, kterým je třeba předcházet a zda vzniknou, umět je efektivně léčit. Nežádoucí reakce dělíme na akutní a pozdní. Mezi akutní reakce patří alergická, pseudoalegrická, anafylaktická, pseudoanafylaktická a anafylaktický šok. Do skupiny pozdních reakcí patří reakce vzniklé za více jak 1 hodinu po podání kontrastní látky. Podle stupně reakce přistupujeme k léčbě.

Důležitá je příprava pacienta před i po aplikaci kontrastních látek. Před aplikací je nutné, aby byl pacient lačný, dostatečně hydratován a byl zajištěn žilní vstup. Po aplikaci je pacient minimálně 30 minut sledován z důvodu nástupu nežádoucí reakce.

Nevýhodou kontrastních látek je jejich toxicita pro ledviny. Kontrastní nefropatie je závažná komplikace, která je spojena s aplikací kontrastní látky. Mezi prevenci kontrastní nefropatie patří hlavně dostatečná hydratace.

Mezi moderní trendy v ultrazvukových kontrastních látkách patří mikrobublinové kontrastní látky, které jsou schopny díky své velikosti procházet plícními kapilárami. Dnes je na trhu k dispozici preparát SonoVue.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ACR Guidance Document for safe MR practise: AJR, 2007, 188.
2. ADÁMEK, Daniel; CIHLÁŘ, Filip; HOŘEJŠÍ, Lenka. Pokroky ultrasonografie v diagnostice nádorů ledvin. *Urologie pro praxi*. 2010, 11, s. 259 - 260.
3. Anaphylaxie. In: *Paediatrische Allergologie und Immunologie*, Urban u.Fischer, 3. Auflage, 1999, s. 344 – 347.
4. Anaphylaxis and Anaphylactoid Reactions. In: *Allergy*. *Principles and Practise*. Mosby, 1999, s. 1079 – 1092.
5. COHAN, R.H. et al.:Treatment of adverse reactions to radiographic contrast media in adults. Radiol. Clin. North. Amer. 1996, 34, 1055-1076.
6. ELIÁŠ, Pavel; MÁCA, Petr; NEUWIRTH, Jiří; VÁLEK, Vlastimil. *Moderní diagnostické metody: II. díl Výpočetní tomografie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1998. Podání kontrastní látky při CT vyšetření, s. 17 - 25. ISBN 80-7013-294-9.
7. EMEA: Evropská veřejná zpráva o hodnocení (EPAR) SonoVue: Souhrn zprávy EPAR určený pro veřejnost (online). Londýn: Emea, 2007 (cit. 2010-01-12).
8. FERDA, Jiří; MIRKA, Hynek; BAXA, Jan. *Multidetektorová výpočetní tomografie: Technika vyšetření*. Praha: Galen, 2009. Intravenózní podání kontrastní látky, s. 46 - 47. ISBN 978-80-7262-608-3.
9. HRAZDIRA, Ivo. *Úvod do ultrasonografie*. Brno: Klinika zobrazovacích metod LF MU, 2008. Fyzikální principy zobrazení ultrazvukem, s. 9 - 10.
10. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika: Radiodiagnostika I.část*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. Kontrastní látky, s. 120-123. ISBN 80 – 7013 - 114-4.
11. LÜLLMANN, Heinz; MOHR, Klaus; WEHLING, Martin. *Farmakologie a toxikologie : překlad 15., zcela přepracovaného vydání*. Praha: Grada Publishing a.s, 2004. Toxikologická hlediska při použití rentgenových kontrastních látek, s. 636 - 639.
12. MARTÍNEK, Vojtěch. Poškození ledvin kontrastními látkami. *Interv Akut Kardiol*. 2002, 1, s. 37-40.

13. MARVAN, Stanislav Kontrastní látky v radiodiagnostice. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1984. 20 s.
14. MECHL, Marek. Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci. *Česká radiologie*. 2004, 58, 5, s. 293 - 295.
15. MECHL, Marek; VÁLEK, Vlastimil. Ultrazvuk nové trendy: Kontrastní látky. *Lékařské listy*. 2004, 43, s. 11 - 14.
16. Metodický list intravaskulárního podání jodových kontrastních látek. *Česká Radiologie*. 2007, 61, 1, s. 105 - 107.
17. NEKULA, Josef; HEŘMAN, Miroslav; VOMÁČKA, Jaroslav; KÖCHER, Martin. *Radiologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. Kontrastní látky, s. 25 - 29. ISBN 80-244-1011-7.
18. Profil technologie – Ultrazvukové mikrobubliny a lokální podávání léků. Philips. 2008, s. 2 – 5.
19. Seidl, Zdeněk; Vaněčková, Marcela; *Magnetická rezonance hlavy, mozku a páteře* 2006; ISBN 978-80-247-1106-5.
20. SVOBODA, Lukáš. Poškození ledvin kontrastní látkou. *Medicína pro praxi*. 2007, 10, s. 410 - 415.
21. TEPLAN, Vladimír. *Praktická nefrologie: 2., zcela přepracované a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing a.s, 2006. 496 s. ISBN 80-247-1122-2.
22. THOMSEN, Henrik S. et al. Gadolinium: based contrast media for radiographic examinations. *A position paper*. 2002, 12, s. 2600 - 2605.
23. TÚMA, Stanislav. *Konvenční Radiologie* – doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního programu B5345 – Specializace ve zdravotnictví studijního oboru „Radiologický asistent“ 2007, České Budějovice.
24. VÁLEK, Vlastimil a kol. *Moderní diagnostické metody: I.díl Kontrastní vyšetření trávicí trubice*. Brno: IPVZ Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1996. 76 s. ISBN 80–7013–215–9.
25. VILASOVÁ, Zdeňka. Jodované kontrastní látky pro rtg vyšetření. *Lékařské listy*. 2003, 43, s. 22 - 24.
26. ZAHÁLKOVÁ, Jana. Kontrastová nefropatie. *Interní medicina pro praxi*. 2005, 1, s. 24 - 26.

Internetové zdroje:

27. *http://e-liska.cz* [online]. 2006 [cit. 2011-04-22]. CT – indikace a kontraindikace vyšetření. Dostupné z WWW:<http:// e-liska.cz/draci/rad15.htm >
28. *Http://www.farmaceutika.info* [online]. 2006 [cit. 2011-04-23]. Micropaque H.D. Dostupné z WWW:<http://www.farmaceutika.info/micropaque-h-d-oral >
29. *http://www.homolka.cz/cs-CZ/uvod.html* [online]. 2007 [cit. 2011-04-17]. Kontrastních vyšetření gastrointestinálního traktu (GIT) Dostupné z WWW: <http://www.homolka.cz/common/files/rdg_standardy_skiaskopickych_kontrastnich_vysetreni_gastrointestinalniho_traktu_(git).pdf >
30. *http://www.sukl.cz/* [online]. 2009 [cit. 2011-04-22]. Fortrans. Dostupné z WWW: <http://www.sukl.cz/download/pil/PI10298.pdf >
31. *Http://www.zbynekmlcoch.cz/* [online]. 2010 [cit. 2011-04.21]. Virtuální kolonoskopie.WWW:<http://www.zbynekmlcoch.cz/info/ostatni_obory/virtualni_kolonoskopie_co_je_to_jak_probiha_toto_vysetreni_.html>

SEZNAM ZKRATEK

atd.	a tak dále
ARO	anesteziologicko – resuscitační oddělení
B – mode	brightness mode
CT	computer tomography
G	gage
HD	high density
HU	Hounsfieldovy jednotky
ICD	implantovaný defibrilátor
IgE	imunoglobulin E
IgG	imunoglobulin G
inj.	injekční
JIP	jednotka intenzivní péče
JKL	jodová kontrastní látka
KL	kontrastní látka
MI	mechanický index
MR	magnetická rezonance
např.	například
nm	nanometr
NSF	nefrogenní systémová fibróza
OH	hydroxylový radikál
rtg	rentgenové
SF_6	sulfuris hexafluoridum
tbl	tablety
UZ	ultrazvuk

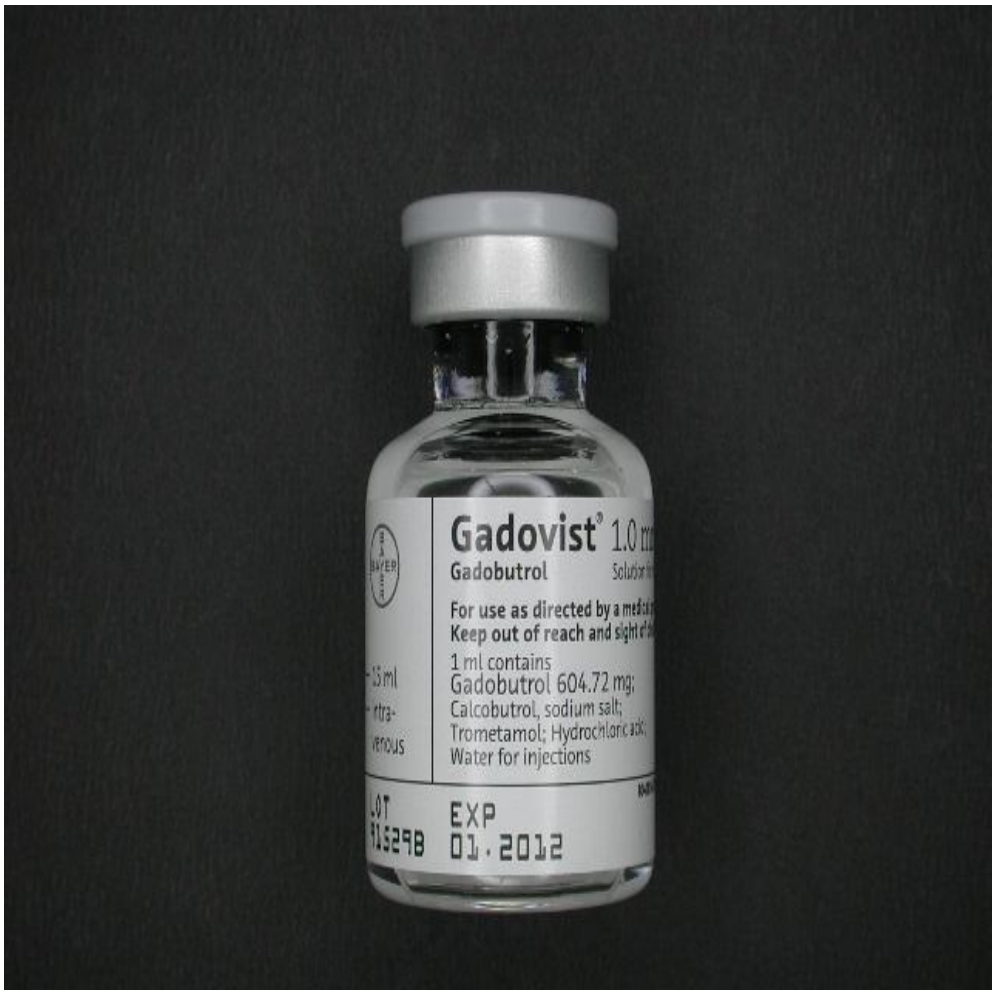
SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Přehled jódových ve vodě rozpustných kontrastních látek..... 44

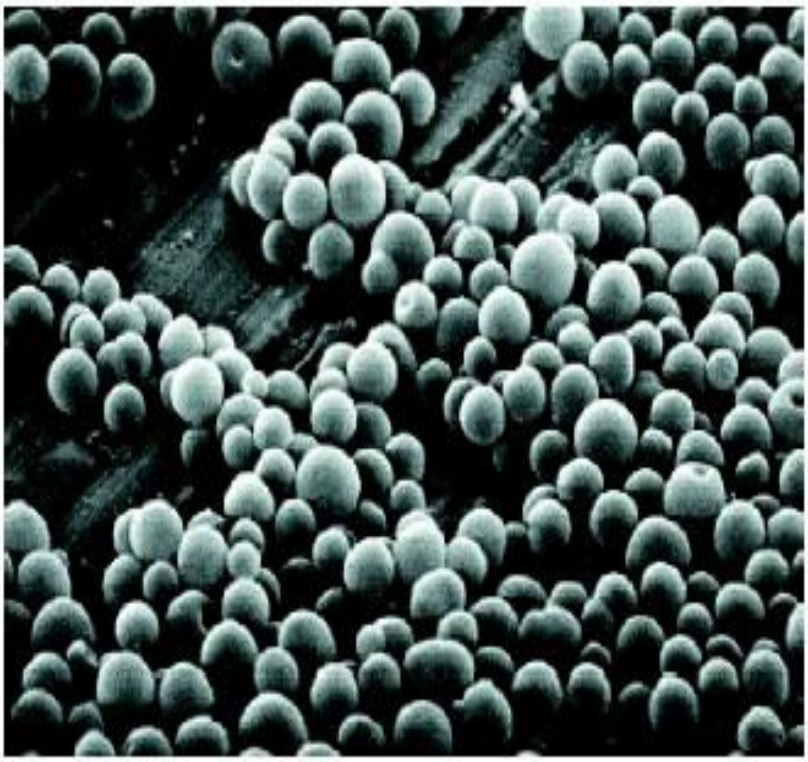
SEZNAM PŘÍLOH

Příl. 1 - Dvou pístový injektor I
Příl. 2 - Přípravek Gadovist II
Příl. 3 - Mikroskopický snímek echokontrastní látky s albuminovým obalem III
Příl. 4 - Přípravek SonoVue - SULFUR-HEXAFLUORID SF_6 IV
Příl. 5 - Základní dělení kontrastních látek V
Příl. 6 - Dělení kontrastních látek VI
Příl. 7 - Zobrazení maligního polypu při virtuální CT kolonoskopii
barevné 3D rekonstrukce VII

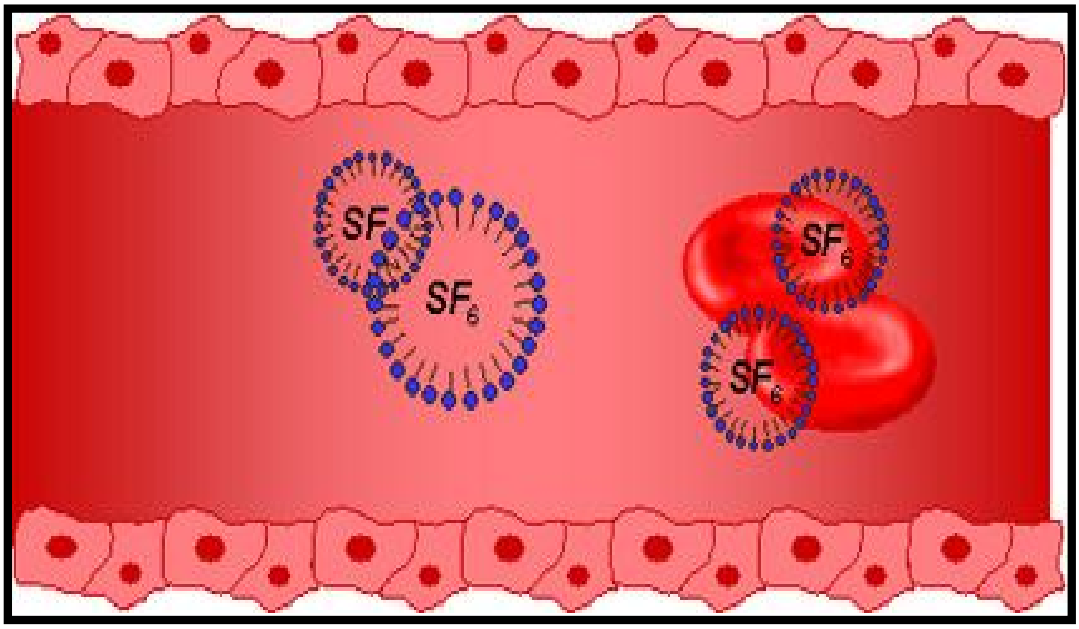
Příl. 1 – Dvou pístový injektor



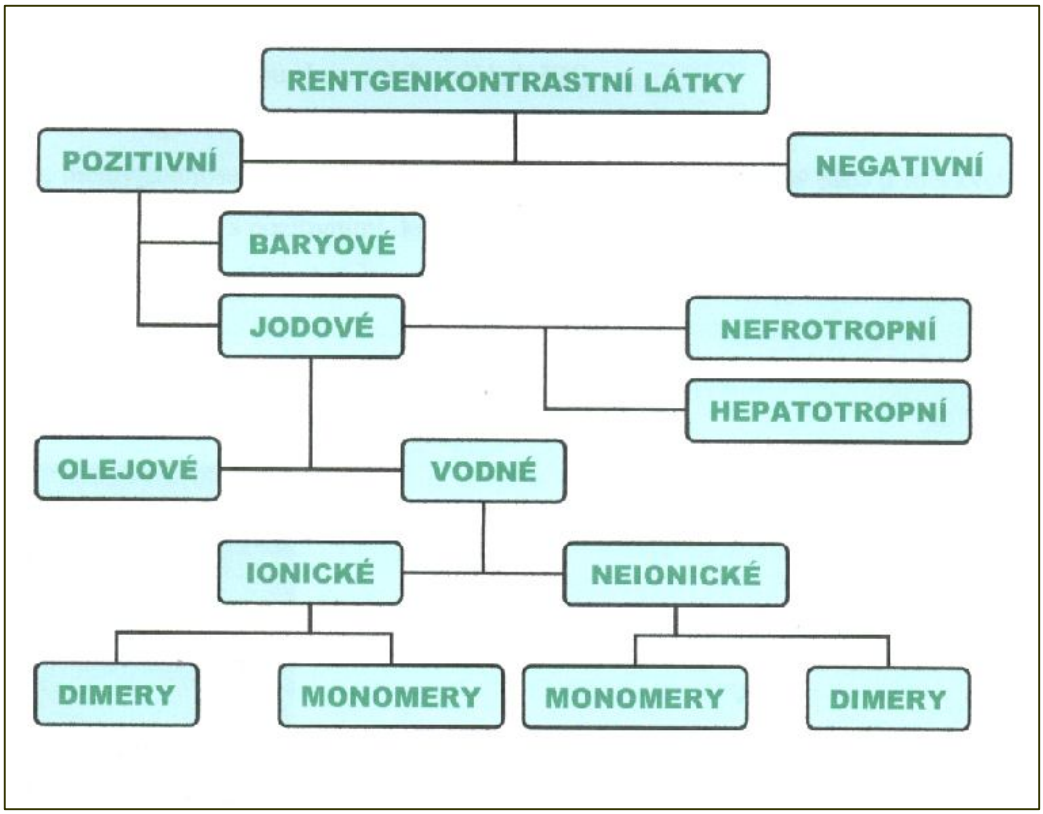
Příl. 2 – Přípravek Gadovist



Příl. 3 – Mikroskopický snímek echokontrastní látky s albuminovým obalem



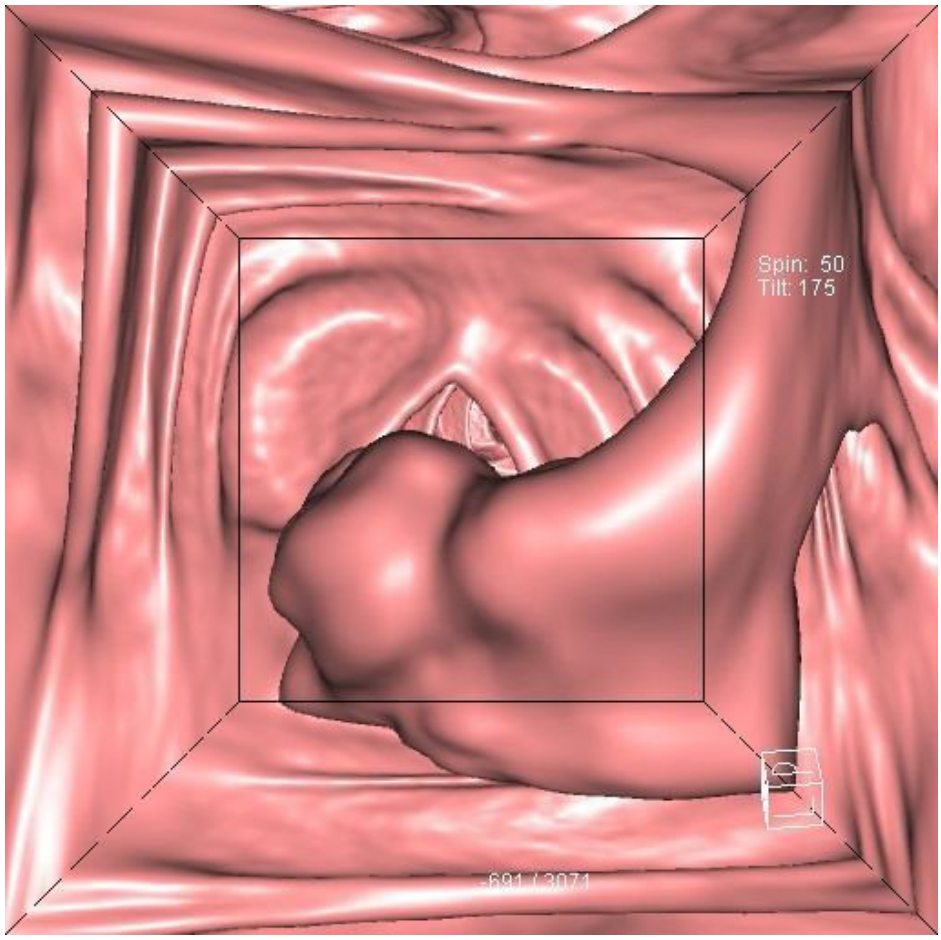
Příl. 4 – Přípravek SonoVue - SULFUR-HEXAFLUORID SF_6



Příl. 5 – Základní dělení kontrastních látek

	RTG, CT	MR	UZ
pozitivní	Zvýšení absorpce RTG záření	Zkrácení T1 relaxačního času	nelineární oscilace bublin
	Zastínění, hyperdenzní	zvýšený signál	hyperechogenní
	BaSO4, I	Gd, Mn	Mikrobubliny
negativní	snížení absorpce RTG záření	zkrácení T1 i T2 relaxačního času	oslabení intenzity /atenuace/ UZ vlnění při procházení tkání
	projasnění hypodenzní	snížený signál	anechogenní
	plyny, vzduch tekutina	Fe /SPIO/	tekutina
„dvojí“	methylcelulosa kombinace plyn, KL	-	-

Příl. 6 – Dělení kontrastních látek



Příl. 7 - Zobrazení maligního polypu při virtuální CT kolonoskopii barevné 3D rekonstrukce