

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ
Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B 5345

Veronika Jursíková

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

**VÝZNAM POUŽITÍ KONTRASTNÍCH LÁTEK PŘI
VYŠETŘENÍ POMOCÍ VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Andrea Svobodová

PLZEŇ 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne: 31. 3. 2014

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování:

Děkuji Mgr. Andree Svobodové za odborné vedení práce, poskytování cenných rad a materiálních podkladů. Děkuji personálu z FN Lochotín v Plzni a personálu z ON Příbram a.s. za jejich ochotu a pomoc při získávání informací pro bakalářskou práci.

Anotace

Příjmení a jméno: Jursíková Veronika

Katedra: Katedra záchranářství a technických oborů

Název práce: Význam použití kontrastních látek při vyšetření pomocí výpočetní tomografie

Vedoucí práce: Mgr. Andrea Svobodová

Počet stran: číslované 38, nečíslované 24

Počet příloh: 1

Počet titulů použité literatury: 20

Klíčová slova: pozitivní kontrastní látky, negativní kontrastní látky, vlastnosti jodových kontrastních látek, aplikace, výpočetní tomografie, cirkulační fáze, cirkulační čas, nežádoucí reakce

Souhrn:

Bakalářská práce s názvem Význam kontrastních látek při vyšetření pomocí výpočetní tomografie se skládá z teoretické a praktické části. V teoretické části popisují historii, rozdělení a vlastnosti kontrastních látek. Věnují se také nejužívanějším kontrastním látkám a jejich aplikaci. Zmapovala jsem schémata aplikace a případné nežádoucí účinky a kontraindikace. V praktické části se zabývám pěti kazuistikami pacientů, kteří byli indikováni k CT vyšetření a soustředím se na význam aplikace kontrastních látek při těchto vyšetřeních.

Annotation:

Surname and name: Jursíková Veronika

Department: Department of paramedical rescue work and technical studies

Title of thesis: The importance of contrast in examinations using computed tomography

Consultant: Mgr. Andrea Svobodová

Number of pages: numbered 38, not numbered 24

Number of appendices: 1

Number of literature items used: 20

Key words: positive contrast agents, negative contrast agents, iodinated contrast media properties, applications, computed tomography, circulation phase, circulation time, undesirable reactions

Summary:

Bachelor thesis titled The Importance of contrast agents in examination using computed tomography consists of theoretical and practical parts. The theoretical part describes the history, distribution and properties of contrast agents. He also details the most commonly used contrast agents and their application. I outlined the application diagram and the possible undesirable reactions and contraindications. In the practical part deals with five case reports of patients who were indicated for CT examinations and concentrate on the importance of the application of contrast agents in these examinations.

Obsah	
ÚVOD	11
1 ROZDĚLENÍ A VLASTNOSTI KONTRASTNÍCH LÁTEK	12
1.1. Obecné rozdělení kontrastních látek.....	12
1.1.1 Baryové kontrastní látky.....	12
1.1.2 Jodové kontrastní látky	13
1.2 Vlastnosti jodových kontrastních látek.....	16
1.2.1 Koncentrace a příkon jodu.....	16
1.2.2 Osmolalita.....	16
1.2.3 Vizkozita.....	17
2 KONTRASTNÍ LÁTKY NEJVÍCE POUŽÍVANÉ NA CT PRACOVÍŠTI	17
2.1 Negativní kontrastní látky	17
2.2 Pozitivní kontrastní látky.....	18
2.2.1 Telebrix	18
2.2.2 Iomeron.....	18
2.2.3 Optiray	19
2.2.4 Omnipaque	19
3 PŘÍPRAVA PACIENTA A APLIKACE KONTRASTNÍCH LÁTEK	19
3.1 Příprava pacienta	19
3.2 Intravenózní aplikace kontrastních látek	20
3.2.1 Fyziologické aspekty	20
3.2.2 Cílová denzita	21
3.2.3 Místo aplikace	21
3.2.4 Průtok a objem, koncentrace kontrastních látek.....	22
3.3 Aplikace do tělních dutin.....	22
3.4 Aplikace do trávicí trubice.....	23
4 CÍRKULAČNÍ FÁZE A CÍRKULAČNÍ ČAS	24
4.1 Bolus timing	25
4.2 Bolus tracking.....	26
4.3 EKG synchronizace	26
5 SCHÉMATA APLIKACE KONTRASTNÍCH LÁTEK	28
6 NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY A KONTRAINDIKACE	31
7 ÚVOD	33

8 CÍL PRÁCE	33
9 KAZUISTIKY	34
9.1 Kazuistika č. 1.....	34
9.2 Kazuistika č. 2.....	36
9.3 Kazuistika č. 3.....	38
9.4 Kazuistika č. 4.....	41
9.5 Kazuistika č. 5.....	43
10 DISKUZE.....	46
ZÁVĚR	48
SEZNAM ZDROJŮ	49
SEZNAM OBRÁZKŮ	53
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	55
OBRAZOVÁ PŘÍLOHA.....	56
PŘÍLOHY	61

ÚVOD

Kvalita rentgenového obrazu je závislá na ostrosti a kontrastu, který je ovlivněn rozdíly v absorpci X záření v tkáních. Některé tkáně a orgány však mají stejnou nebo podobnou denzitu a proto úkolem k.l. je uměle změnit absorpci X záření a tím zvýšit (nebo snížit) rozlišení jednotlivých anatomických struktur. Od počátku objevu rtg záření se proto rozvíjela snaha o zvýšení kvality získaných obrazů pomocí kontrastních látek.

Kontrastní látky se od té doby staly nedílnou součástí diagnostické praxe avšak s vědomím, že i tyto suspenze mají svá negativa a mohou dokonce být díky své farmakokinetice i životu nebezpečné. Proto je nutné dbát na vhodný výběr správného preparátu, pečlivou přípravu pacienta před vyšetřením, zvážení případné premedikace a následnou observaci pacienta po vyšetření. Dnešní podoba kontrastních látek omezuje tyto účinky na minimum a i přes možná rizika aplikace kontrastních látek slouží k lepšímu zobrazení orgánů, anatomických struktur, případně jejich funkce, což vede lékaře radiologa ke snadnějšímu stanovení správné a rychlé diagnózy.

Se zvyšujícím počtem CT vyšetření se neustále zvyšuje i počet pacientů, kterým je aplikována kontrastní látka, proto jsem si pro svou bakalářskou práci vybrala aktuální téma Význam použití kontrastních látek při vyšetření pomocí výpočetní tomografie. V teoretické části se budu zabývat rozdělením a vlastnostmi kontrastních látek, ve zkratce popíši vývoj jodových kontrastních látek, poukáži na v dnešní době nejčastěji používané kontrastní látky na pracovištích výpočetní tomografie, popíši současná možná schémata jejich aplikace a v závěru se věnuji nežádoucím reakcím. V praktické části bych ráda pomocí pěti kazuistik prokázala význam použití jodových kontrastních látek i přes možná rizika při aplikaci. Závěry shrnuji ve formě diskuze, která poskytuje ucelený přehled a výsledky z jednotlivých kazuistik.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ROZDĚLENÍ A VLASTNOSTI KONTRASTNÍCH LÁTEK

1.1. Obecné rozdělení kontrastních látek

Kontrastní látka slouží k denzitnímu rozlišení kontrastu mezi tkáněmi a k odlišení anatomických struktur, také k zobrazení patologie a k funkčnímu zobrazení.

Zda kontrastní látku podáme, závisí na indikaci vyšetření a klinické otázce. Kontrastní látky se rozdělují do několika skupin.

Podle původu dělíme k.l. na *přirozené*, tyto látky nejsou lidskému tělu cizí, např. vzduch v plicích a na *umělé*, to jsou látky pro tělo cizí, do těla jsou aplikovány záměrně. (8.)

Dále můžeme kontrastní látky rozdělit podle absorpce záření. *Negativní* kontrastní látky snižují absorpci RTG záření, zobrazují se jako „projasnění“. Nejčastějším zástupcem je vzduch. Negativní kontrastní látky nejsou toxické, ale přesto mohou vyvolávat nežádoucí účinky. Může dojít k úniku plynu do okolí vyšetřované oblasti nebo do cévního řečiště. V dnešní době se negativní k.l. používají hlavně při dvojkontrastním vyšetření trávicí trubice, kdy pozitivní k.l. vytvoří povlak na stěně a negativní vyplní a rozepne lumen.

Pozitivní kontrastní látky naopak zvyšují absorpci rentgenového záření. Jsou založeny na bázi prvků s vyšším protonovým číslem než tkáň nebo orgán, do kterých jsou aplikovány. Zobrazují se jako „zastínění“ a patří sem baryové a jodové kontrastní látky. (8.)

1.1.1 Baryové kontrastní látky

První využití baryové kontrastní látky je zaznamenáno již v roce 1909.

Základní složkou je síran barnatý (BaSO_4), jediná sloučenina barya, která není toxická a nerozpouští se ve vodě. Podává se výhradně při vyšetření trávicí trubice a to ve formě suspenze. Dále baryové kontrastní látky obsahují stabilizátory (zpomalují sedimentaci a brání vločkování) a některé obsahují i chuťová korigencia (pro perorální podání). Baryové kontrastní látky se používají samostatně jako pozitivní kontrastní látka, nebo současně se vzduchem jako

dvojkontrastní vyšetření, například při zobrazení tračníku. (3,9)

1.1.2 Jodové kontrastní látky

Vývoj kontrastních látek začíná již s objevem rentgenového záření, W. C. Röntgenem 1895. Tento německý fyzik oceněný v roce 1901 „Nobelovou cenou za fyziku“, položil rovněž základy při hledání vhodných látek, které by ovlivňovali absorpci záření.

V počátcích radiologie byla volba kontrastních látek experimentálního charakteru. Jelikož rentgenové přístroje měli značné nedostatky, používaly se pozitivní látky s vysokou absorpcí rtg záření. Nejvíce byly zastoupeny látky anorganické a těžké kovy, které byly vysoce toxické. Používala se například i rtuť nebo kovové piliny.

Od roku 1896 se datuje použití kontrastních látek v radiologii. Dva vídeňští lékaři Edward Haschek a Otto Lindethal provedli nástřik cév amputované ruky s použitím pasty, která obsahovala soli vizmutu, olova a barya. V tomto období si E. D. Osbourne v Rochesteru při léčbě syfilis povšiml, že se jodid sodný vychytává v systému ledvin a je patrný na rentgenových snímcích břicha. Kontrastní látky se nejnáze aplikovali do přirozených tělních otvorů, z tohoto důvodu se do popředí dostala trávicí trubice. Její kontrastní zobrazení provedli nezávisle na sobě Hemmer, Rous a Balthasard, kdy použili různé sloučeniny vizmutu. Stejného roku byl použit i síran barnatý. (14, 18)

Na počátku 20. století (1905), se stal diagnostickým prostředkem koloid stříbra – Credého kolargol (v pětiprocentní koncentraci), který byl doposud využíván při léčbě hnisavých močových onemocnění. Práce s kolargolem nebyla snadná ani bezpečná, avšak patřil k velmi rozšířeným látkám. Později se začal uplatňovat jodid a bromid sodný nebo draselný, suspenze vizmutu a soli lithia. (14)

Někteří se pro nedostatek vhodných pozitivních kontrastních látek pokoušeli přejít na negativní kontrastní látky – vzduch a kyslík. Např. Wittek v roce 1902 provedl vzduchovou cystografii, Dandy v roce 1918 provedl ventrikulografii a v roce 1919 pneumoencefalografii. (14, 19)

V roce 1921 Joseph Berberich a Samson R. Hirsch použili intravenózní aplikaci bromidu stroncia pouze zobrazení větví plicního kmene, tento pokus byl

však neúspěšný.

Díky Sicardovi s Forestierem nastoupili mezi kontrastní látky jodované oleje. Ty se využívaly při hysterosalpingografii, ureterografii, cystografii, fistulografií a v roce 1923 byl jimi jodový olej aplikován i intrathekálně při perimyelografii. Toho roku byl v St.Louis zhotoven první angiogram s použitím jodidu sodného. O rok později se při vyšetření trávicí trubice, po perorálním podání kontrastní látky a následným absorbováním látky ze střeva, zobrazil i žlučník. Později byly vyvinuty látky hepatotropní, méně toxické.

Dále pokračovaly pokusy se solemi těžkých kovů. V roce 1929 se stal vrcholem objev Thorotrastu. Jednalo se o koloidní suspenzi oxidu thoria. Tato kontrastní látka byla velmi dobře snášena, jelikož je ale thorium alfa zářič, který má dlouhý poločas rozpadu – 400let, kumulace ve tkáních vedla k maligním onemocněním u vyšetřovaných osob. Používání Thorotrastu bylo zastaveno až po polovině dvacátého století. (14, 17)

V roce 1950 použil Wallingford aminohippuronovou kyselinu, která je v těle velmi dobře tolerována. K jádru této kyseliny připojil jeden atom jódu. Zanedlouho se mu podařilo syntetizovat kyselinu s benzenovým jádrem a třemi atomy jódu. Výsledkem byla kyselina acetrizoová, která tvoří základ dnešních jodových kontrastních látek. První jodová kontrastní látka se třemi atomy jódu byla nazvána Telepaque a byla určena pro perorální cholecystografii. (18.)

Od té doby se základ jodových kontrastních látek nezměnil. *Avšak neustálý vývoj na poli kontrastních látek stále pokračuje, neboť snahou a cílem je vytvořit ideální kontrastní látku budoucnosti, která by eliminovala nežádoucí reakci z hlediska působení cizorodé látky v organismu. (HOVORKA, 2012, str. 19)*

Základní složkou jodových kontrastních látek je benzenové jádro, na které jsou navázány 3 atomy jódu. (obr. č. 1)

Jodové kontrastní látky můžeme rozdělit na pevné, olejové a vodné. Pevné kontrastní látky se užívaly při perorální cholecystografii. Pacient spolkl večer před vyšetřením dvě tablety, kontrastní látka se z tenkého střeva vstřebala a tak se dostala do jater a žlučníku. Dřívějším reprezentantem pevných k.l. byl Jopagnost, nyní je však tato metoda obsoletní. (11.)

Olejové kontrastní látky se používali při lymfografii. Hlavním zástupcem je Lipiodol. Který se v dnešní době využívá při sialografii a značení embolizačního

materiálu při embolizaci cévního řečiště.

Nejdůležitější skupinou jsou vodné kontrastní látky tzv. hydrosolubilní (rozpustné ve vodě a v tělních tekutinách), které se používají nejčastěji. Dělíme je podle způsobu vyloučení z těla na nefrotropní a hepatotropní. Hepatotropní jsou vylučovány játry a žlučí, při vyšetření je pak kontrastní látka dobře viditelná jako náplň žlučových cest a žlučníku. Hepatotropní kontrastní látku je možné podávat ve formě tablet nebo intravenózně. Při perorálním užití se kontrastní látka vstřebává ve střevě, portálním oběhem se dostane do jater a tam je vychytávána a vylučována do žluče. Při intravenózní aplikaci se většina kontrastní látky dostane přes hepatobiliární systém do extrahepatálních žlučovodů a menší množství se vyloučí ledvinami. Tyto látky jsou podstatně méně snášitelné než látky nefrotropní, nyní se prakticky již nepoužívají. (9.)

Nefrotropní k.l. jsou vylučovány ledvinami, tato skupina je v současné době využívána nejčastěji. Ideální nefrotropní k.l. by měla mít velký kontrast, rychle se vylučovat ledvinami a nijak nepoškozovat fyziologické funkce. Chemické složení k.l. se neustále vyvíjí, a tedy je nutné, aby rizika vedlejších reakcí byla co nejnižší. (3)

Dříve se používalo rozdělení k.l. na ionické a neionické, podle toho, zda se v krvi rozkládají na ionty. Látky ionické mají nižší pořizovací cenu, ale nepatří mezi nejlepší. Mají elektrický náboj a ve vodném prostředí se jejich iontová vazba rozpadá na ionty. Dle dnešního rozdělení patří mezi látky vysokoosmolální. Hlavním zástupcem je Telebrix. Ionické látky máme monomerní, které obsahují jedno benzenové jádro s karboxylovou skupinou COOH a dimerní, které mají dvě benzenová jádra, z nichž jedno má karboxylovou skupinu COOH. Neionické k.l. jsou nejpoužívanější. Nemají žádný elektrický náboj a obsahují kovalentní vazbu, která ve vodném roztoku nedisociuje ionty. Tyto látky jsou kvalitnější, ale mají vyšší pořizovací cenu. I neionické kontrastní látky můžeme rozdělit na monomery a dimery. Monomery mají jedno benzenové jádro, tedy 3 atomy jódu v molekule. Mají 2,5 - 3x vyšší osmolalitu než krev, podle dnešního rozdělení bychom je tedy nazvali látkami nízkoosmolálními. A hlavními zástupci jsou Iomeron (obr. č. 2), Ultravist a Omnipaque. Dimery jsou složeny ze dvou benzenových jader, v molekule je tedy 6 atomů jódu. Tyto látky mají nízkou osmolalitu, a jelikož jsou izotonické s krví, podle dnešního rozdělení bychom je řadili k izoosmolálním

látkám. Zástupcem dimerů je Isovist a Visipaque (11.)

Kontrastní látky můžeme také rozdělit podle způsobu aplikace, která se odvíjí od požadovaného vyšetření a klinického stavu pacienta. Nejčastěji se užívá i.v. a i.a. aplikace, dále kontrastní látku můžeme aplikovat centrálním žilním katétrem, perorálně, perrektálně, nebo jinými tělními otvory či patologickými změnami (např. děloha, močový měchýř, píštěle). (8.)

1.2 Vlastnosti jodových kontrastních látek

Mezi základní vlastnosti kontrastních látek patří koncentrace jodu, osmolalita, a viskozita. Důležitá je ale také rozpustnost ve vodě, kompatibilita s ostatními léky a toxicita.

Rozpustnost kontrastní látky je nezbytným předpokladem pro výrobu, nesmí docházet k tvorbě krystalů. Ohledně kompatibility s ostatními léky kontrolujeme čírost jodové kontrastní látky. Při smíchání s některými léčivy může vzniknout zákal. Jodové kontrastní látky můžeme míchat s trimekainem, tolazolinem, heparinem, fyziologickým roztokem a některými cytostatiky.

1.2.1 Koncentrace a příkon jodu

Koncentrace jodu je množství jódu v mg / ml (př. Iomeron 300 obsahuje v 1 ml roztoku 300 mg jódu). Čím je vyšší koncentrace, tím je vyšší i kontrast a zároveň je možné použít menší množství kontrastní látky. K zobrazení používáme takovou koncentraci, aby byl výtěžek vyšetření optimální a vyplývající riziko pro pacienta co nejnižší. (14.)

Příkon jodu spočítáme jako součin průtoku a koncentrace. Tento moderní způsob kalkulace podání kontrastní látky zohledňuje zároveň její aplikační rychlost i koncentraci. Udává se jako množství jodu v miligramech za sekundu. Při pomalých akvizicích stačí příkon do 1200mgI/s, u rychlých akvizic hodnoty dosahují až 2000mgI/s. (4)

1.2.2 Osmolalita

Z hlediska osmolality se v dnešní době jodové kontrastní látky dělí na

hyperosmolální, nízkoosmolální a izoosmolální.

Hyperosmolální kontrastní látka má cca 7x vyšší osmolalitu oproti krvi. Podávali se u nerizikových skupin nemocných bez alergické anamnézy a s normální funkcí ledvin, dnes se již nepodávají. Incidence nežádoucích alergoidních reakcí na podání vysokoosmolální kontrastní látky je 6–8 %. Nízkoosmolální kontrastní látky mají přibližně 2x vyšší osmolalitu oproti krvi. Jejich podání je spojeno s nižším rizikem nežádoucích reakcí (0,2 – 0,7 %). Isoosmolální kontrastní látky podáváme u rizikových pacientů, řadíme sem osoby ve věku pod 15 a nad 70 let, dále osoby s poruchou funkce ledvin (kreatinin > 130 $\mu\text{mol/l}$), také alergie nebo astma bronchiale v anamnéze, nestabilní klinický stav (srdeční selhávání), ischemická cévní mozková příhoda, mnohočetný myelom a osoby s transplantovanou ledvinou. (3, 8)

Osmolalita jodových kontrastních látek by se při parenterální aplikaci měla co nejvíce přibližovat osmolalitě tělních tekutin. Tomu odpovídají neionické dimery, jejichž osmolalita je téměř totožná s osmolalitou krve. Z hlediska minimalizování nežádoucích reakcí jsou pro aplikaci nejvhodnější. (8, 14)

1.2.3 Viskozita

Viskozita roste se snižující se teplotou a zvyšující se koncentrací. Viskozita se projeví při aplikaci, kdy nízká viskozita umožňuje aplikaci bez většího úsilí a tlaku. Naopak vysoká viskozita je potřeba chceme-li zabránit rychlému naředění kontrastní látky. Viskozitu můžeme snížit zahřátím látky na tělesnou teplotu. (8.)

2 KONTRASTNÍ LÁTKY NEJVÍCE POUŽÍVANÉ NA CT PRACOVISTI

2.1 Negativní kontrastní látky

Negativní kontrastní látky snižují absorpci záření a řadíme mezi ně plyny (vzduch a oxid uhličitý) a kapaliny (voda, mannitol).

Plyny aplikujeme do recta při CT kolonografickém vyšetření. Pacient přijde na vyšetření zcela vyprázdněný a sestra per rektum aplikuje plyn až do mírné

bolesti, je tedy nutná spolupráce pacienta. Plyn je možné aplikovat ručně nebo manuálně pomocí insuflátoru (obr. č. 3). Insuflátor umožňuje přesné měření objemu a průtoku plynu. Výhodou je tzv. ohřívací systém, který zajišťuje konstantní teplotu plynu a poskytuje tak pacientům více komfortu. Další výhodou spočívá v uvolnění tlaku, vznikne-li ve střevě přetlak. Pacientovi při kolonografickém vyšetření bývá ještě i.v. podáváno 100ml Iomeronu, průtokem 3ml/s.

Jako další vyšetření s negativní kontrastní látkou můžeme uvést například enteroklyzu. Pacient musí mít zcela vyprázdněná střeva. Dva litry vody smícháme s jednou lahvičkou mannitolu, pacient vypije hodinu před vyšetřením naráz ½ litru, poté postupně dopíjí zbylých 1,5 litru roztoku. Při tomto vyšetření je dále pacientovi podán Buscopan a i.v. 80 ml Iomeronu 550, průtokem 3ml/s. (20.)

2.2 Pozitivní kontrastní látky

Mezi nejvíce používané kontrastní látky na CT pracovišti patří pozitivní jodové kontrastní látky, které zvyšují absorpci záření. Patří mezi ně například:

2.2.1 Telebrix

Je čirý, bezbarvý až světle žlutý viskózní roztok prakticky prostý částic. Jedná se o ionickou kontrastní látku, která je dialyzovatelná. Mezi kontraindikace podání patří těžká jaterní a ledvinová nedostatečnost a hyperthyreóza. Reakce na kontrastní látku se může vyskytnout ve všech stupních od kopřivky až po zástavu krevního oběhu. (19.)

2.2.2 Iomeron

Jedná se o trijodovou neionickou kontrastní látku. Je charakteristický nízkou viskozitou a osmolalitou. Vyrábí se v široké škále koncentrací (až do obsahu 400mg jodu/ml). Iomeron se neváže na sérové proteiny a je možné jej dialyzovat. Je vylučován ledvinami.

Použití může způsobit nežádoucí účinky jako např. závratě, mdloby, třesavka, svalová slabost, bledost, zvracení, pocení, kožní reakce a další. (19.)

2.2.3 Optiray

Čirý, bezbarvý až světle žlutý vodný roztok k injekční aplikaci. Tato kontrastní látka je neionogenní a je určena pro zobrazení cévního řečiště.

Mezi nežádoucí účinky patří nevolnost, svědění a kožní enantémy a zvracení. (19.)

2.2.4 Omnipaque

Neiontová, monomerní, trijódovaná kontrastní látka, rozpustná ve vodě. V koncentraci 140mg jodu/ml je izotonický s krví a tkáňovým mokem. Injekční roztok je čirý, bezbarvá až slabě žlutý. Je určen pro intravenózní, intraarteriální a intratekální aplikaci a pro aplikaci do tělních dutin.

Mezi nežádoucí účinky patří pocity tepla, vzácně zvracení, nausea či alergické reakce.

Po intratekální aplikaci se po dobu dvaceti čtyř hodin nedoporučuje řídit vůz či obsluhovat jiné stroje. (19.)

3 PŘÍPRAVA PACIENTA A APLIKACE KONTRASTNÍCH LÁTEK

3.1 Příprava pacienta

Před vyšetřením je důležité, aby pacient přečetl a následně podepsal informovaný souhlas s vyšetřením. (ČERNÁ, 2013, str. 13) (obr. č. 4). Popřípadě souhlas s podáním kontrastní látky. Kontrastní látka by měla být aplikována pouze na pracovišti, které je vybaveno pomůckami a personálem pro léčbu nežádoucích reakcí a pro kardiopulmonální resuscitaci. Lékař, který kontrastní látku aplikuje, by měl být v léčbě nežádoucích reakcí proškolen. (7)

Pacient by měl alespoň 4 hodiny před výkonem omezit perorální příjem. Při emergentním vyšetření s nutností podat kontrastní látku je zpravidla zajištěn zavedením nazogastriční sondy. Z důvodu možné aspirace při nežádoucí reakci. (5.)

Pacient by měl být dostatečně hydratován p.o. nebo i.v., je nutné odebrat

alergickou anamnézu, včetně podání jodové kontrastní látky v minulosti. Z důvodu prevence kontrastní nefropatie je žádoucí znát aktuální hodnotu hladiny kreatininu v séru. Zajistíme periferní cévní přístup, ať pro aplikaci k.I., nebo k případné léčbě nežádoucích reakcí. Za premedikaci odpovídá indikující lékař. (6)

Po vyšetření pacienta alespoň 30 minut observujeme, popřípadě ho předáme do péče zdravotnického personálu a zajistíme dostatečnou hydrataci po dobu 24h po aplikaci kontrastní látky. Ambulantní pacienty o tom informujeme. (9.)

Pacienta je možné před vyšetřením premedikovat Prednisonem (40 mg 12-18h před aplikací k. I. a 20 mg 6-9h před aplikací k. I.). Když není pacienta možné předem řádně připravit (např. v akutních případech), podáváme kortikoidy a antihistaminikum i.v. (Solumedrol, Dithiaden). (12) V dnešní době se od aplikace Dithiadenu ustupuje.

Před nitrožilní aplikací kontrastní látky je třeba znát alergickou anamnézu pacienta (zejména na jodové kontrastní látky). Zda se pacient neléčí s onemocněním štítné žlázy, zda nemá diabetes. Další důležité údaje jsou srdeční selhání, chronická renální insuficience a paraproteinémie.

U rizikových pacientů je vhodné provést specifickou premedikaci na oddělení ARO. Před vlastní aplikací je nutné mít zajištěný bezpečný cévní přístup flexibilní kanylou 18-20 gauge. U pacientů se zavedenou centrální žilní kanylou je možné využít i centrální přístup. (2.)

3.2 Intravenózní aplikace kontrastních látek

3.2.1 Fyziologické aspekty

Kvalita zobrazení cévních struktur je ovlivněna způsobem aplikace kontrastní látky. Existují dva způsoby nitrožilního podání kontrastní látky, můžeme ji aplikovat manuálně nebo automaticky, pomocí přetlakového injektoru (obr. č. 5). (1) *Ten zajistí konstantní rychlost aplikace s přesným načasováním, což je nezbytnou podmínkou pro vyšetření ve specifických fázích. (FERDA, a další, 2009, str. 47)*

Injektory existují jednopístové, které pouze aplikují kontrastní látku a dvoupístové, u kterých je možné provádět automaticky i proplach fyziologickým roztokem. Záleží na druhu vyšetření a vybavení zařízení. (1,4)

Při aplikaci je třeba respektovat umístění cévy v cévním řečišti a funkční umístění v kardiovaskulárním systému. Poloha cévy je důležitá z hlediska správného načasování aplikace kontrastní látky. *Funkční zařazení cévy má vliv zejména u části cirkulace funkčně oddělené od velkého oběhu, jako je plicní oběh, oběh portální a koronární cévy. (FERDA, 2004, str. 4)*

3.2.2 Cílová denzita

Denzita je definována stupnicí, pojmenovanou podle konstruktéra prvního výpočetního tomografu – Hounsfieldova stupnice, jednotkou je pak Hounsfieldova jednotka – HU (z angl. Hounsfield unit). Rozdíly v denzitě jednotlivých bodů se zobrazují pomocí stupňů šedi na Hounsfieldově stupnice, která zahrnuje denzity od -1000 HU (vzduch) do +3000 HU (kov). Mezi další hodnoty patří například voda – 0HU, tuk – -50HU, krev – 60HU, kompaktní kost – 1500HU. (1, 4)

Celkový objem aplikované kontrastní látky vytváří bolus, tedy vlnu zvýšení denzity šířící se cévní soustavou. Je tedy nutné zvolit správné načasování aplikace kontrastní látky a akvizici dat. Jedině tak zachytíme optimální hodnoty denzity. Denzita je rozdílná podle vyšetřované oblasti. (1)

3.2.3 Místo aplikace

Nejběžnějším místem aplikace kontrastní látky je žíla na horní končetině, především na předloktí. Není-li možné aplikovat do žil na horních končetinách, používají se i žíly na přednoží, či stehenní žíla. V tomto případě je třeba počítat s navýšením objemu kontrastní látky a dobou cirkulace do místa skenování. Možnosti aplikovat kontrastní látku do dolních končetin také přicházejí v úvahu například při přímém vyšetřování žilního systému.

Při aplikaci centrálním žilním katétre, musíme brát v potaz, že se výrazně zkrátí doba cirkulace látky do místa skenování. Jde o zkrácení o 10-15 s. Při použití kanyly musí mít dostatečný lumen a tlakovou odolnost na požadovaný průtok kontrastní látky a musí být správně zavedena do cévy. Správnost zavedení si před aplikací kontrastní látky můžeme ověřit vstříknutím 10-20 ml fyziologického roztoku. Kontrastní látku aplikuje lékař nebo střední zdravotnický personál pod přímým dohledem lékaře. (13)

3.2.4 Průtok a objem, koncentrace kontrastních látek

Průtok (ml/s) je jedním z parametrů, určující hodnotu maximální dosažené denzity a strmost stoupání denzity ve vyšetřované oblasti. Běžně jsou užívány průtokové rychlosti okolo 2-5 ml/s. Pro perfúzní vyšetřeních se používá i průtok 10 ml/s, ale aplikujeme pouze malé množství kontrastní látky (do 40 ml). Průtok se udává v ml/s. Se zvyšující se rychlostí průtoku kontrastní látky se zvyšuje i rychlost stoupání denzity ve vyšetřovaném místě. (1,10)

Vhodný objem kontrastní látky nám zajistí dostatečné trvání zvýšené denzity ve vyšetřované oblasti po celou dobu vyšetření. (1) *Objem kontrastní látky nutný k dostatečnému udržení denzity v cévě se jednoduše vypočítá vynásobením průtoku a doby skenování. (FERDA, 2004, str. 4)*

Při aplikaci kontrastní látky intravenózně přeplňujeme kapacitní žilní systém, je tedy možné část kontrastní látky nahradit fyziologickým roztokem, kterým na závěr aplikace žilní systém propláchneme. Množství kontrastní látky můžeme tímto způsobem velmi významně redukovat. Proplach většinou mívá objem 50 ml a vlastní objem kontrastní látky by neměl klesnout pod 50-60 ml. Přetlakové injektory, které jsou vybavené dvěma nástřikovými válci, jedním pro kontrastní látku a druhým pro fyziologický roztok, umožňují synchronizovat nástřiky kontrastní látky a proplachu. (1)

Maximální denzitu ve vyšetřované oblasti nám přímo ovlivňuje obsah jodu v kontrastní látce a průtok kontrastní látky. Čím bude kontrastní látka koncentrovanější, tím strmější bude stoupání denzity v cévě. Toho se využívá u rychlých akvizic dat a v případech, kdy je třeba dosáhnout vysoké denzity v cévách. Je tedy potřeba, aby kontrastní látka měla nad 350mg/ml. Při vyšetřeních s krátkým akvizičním časem postačí aplikovat kontrastní látku o nižší koncentraci (300mg/ml). (1,4)

3.3 Aplikace do tělních dutin

Na nativním CT není možné tělní dutiny zobrazit, umožňuje nám to kontrastní látka, kterou do tělních dutin aplikujeme. Nejčastěji se k.I. ředí s fyziologickým roztokem nebo s lokálním anestetikem. (4)

Nitrokloubní aplikace

Aplikace kontrastní látky se provádí po místním znecitlivění. Poté se pod skiaskopickou kontrolou zavede jehla a aplikuje se neionická jodová kontrastní látka ředěná s lokálním anestetikem. Objem kontrastní látky závisí na vyšetřovaném kloubu. Vyšetření lze provést také dvojkontrastně, kdy se po aplikaci malého množství k.l. aplikuje ještě vzduch. (4,5)

Intrathekální aplikace

Mezi intrathekální aplikace patří CT- perimyelografie a CT – cisternografie. Používáme pouze k.l. určené k intrathekální aplikaci. Asi 10-20ml kontrastní látky aplikujeme při lumbální nebo subokcipitální punkci. Je-li zavedena drenáž do mozkových komor je možné provést i tzv. CT-ventrikulografie. (4,5)

Aplikace do močového měchýře

Naplnění se provádí pomocí zavedeného katétru. Kontrastní látka se ředí v minimálním poměru 1:3. Nejčastější indikací tohoto vyšetření je vyloučení perforace močového měchýře. (4)

Aplikace do žlučových cest

Při ERCP se aplikuje kontrastní látka a následně se provede CT vyšetření. Také lze aplikaci k.l. provést přes zavedený drén. (4)

3.4 Aplikace do trávicí trubice

Při zobrazování trávicího systému je vhodné nitrožilně aplikovat 2mg Buscopanu, není-li kontraindikován (hypertrofie prostaty, zelený zákal). Důvodem aplikace kontrastní látky je správná identifikace, také umožní hodnocení postižení stěny. Kontrastní látky rozdělujeme na hyperdenzní (roztoky JKL a suspenze BaSO₄), izodenzní (voda, vodné roztoky cukerných alkoholů) a hypodenzní (vzduch a oxid uhličitý). (4)

Perorální aplikace

Pro vyšetření jícnu, žaludku a duodena je vhodná jednorázová aplikace většího množství tekutiny (0,5 -1 l). Ke zobrazení jícnu se používá jodová

kontrastní látka, pro zobrazení žaludku a duodena používáme vodu.

Chceme-li kontinuálně naplnit dlouhý úsek trávicího traktu využíváme frakcionované pití. Jestliže polykáme doušky ve frekvenci jednoho doušku za 5 sekund, naplníme celé tenké střevo v průběhu 30 – 60 minut. *Pro účely identifikace trávicí trubice postačuje množství do 500 ml jodové nebo baryové kontrastní látky, pro distenzi umožňující hodnocení střevní stěny je nutný objem 1500 – 2000 ml. (FERDA, a další, 2009, str. 55)* Preferovány jsou roztoky cukerných alkoholů, avšak po podání manitou se v následujících sedmi dnech nesmí provádět elektrokoagulace a endoskopie.

Také je možné pod skiaskopickou kontrolou zavést jejunální či duodenální sondu a tou můžeme aplikovat větší množství kontrastní látky konstantní rychlostí přímo do střev (4)

Perrektální aplikace

Využívá insuflace vzduchu (popřípadě oxidu uhličitého). Aby se zamezilo vzniku pohybových artefaktů a omezení spasmů, můžeme podat spasmolytikum. (4,5)

4 CIRKULAČNÍ FÁZE A CIRKULAČNÍ ČAS

Cirkulační čas je interval mezi aplikací kontrastní látky a nasycením cílové oblasti. Jeho určení je nezbytné pro správnou synchronizaci aplikace kontrastní látky a skenování při vyšetření ve specifických cirkulačních fázích. (FERDA, a další, 2009, str. 51) Je třeba mít na paměti, že s narůstajícím objemem aplikované kontrastní látky nezvyšujeme zátěž vyšetření. V praxi můžeme volit mezi třemi metodami stanovení cirkulačního času. Při pomalých akvizicích jej můžeme stanovit empiricky. Při rychlejších akvizicích je nutné přesné zjištění pomocí testovacího bolusu (bolus – timing) nebo monitorace bolusu (bolus – tracking). (4.)

Potíže při stanovení cirkulačního času nastávají například při obstrukci venózního systému, při selhávání srdce nebo arteriální obstrukci proximálně od vyšetřované cévy. K předčasnému nebo opožděnému zahájení akvizice dat může dojít, umístí-li obsluha vzorkovací objem nesprávně.

Po nitrožilním podání kontrastní látky se nejprve naplňuje venózní systém mezi místem aplikace a srdcem. V pravé síni dojde k ředění kontrastní látky s nekontrastní krví. Tady získá bolus definitivní denzitu, jejíž úroveň se pak šíří celým arteriálním systémem, přes kapilární systém až do žilního řečiště. Koncentrace v žilách je vždy o něco nižší než v tepnách a to z důvodu přestupu kontrastní látky kapilárním řečištěm do extravaskulárního extracelulárního prostoru a část je zadržena v kapilárách a v parenchymových orgánech.

Cirkulační fáze odpovídají jednotlivým fázím průchodu kontrastní látky cévním systémem a farmakokinetické distribuci. (obr. č. 6) **(FERDA, a další, 2009, str. 51)** Jako první nastává žilní předfáze (ihned po aplikaci), hlavní využití je u syndromů obstrukce horní duté žíly. Dále dochází k plicní arteriální fázi (10-15 s po aplikaci), navazuje systémová arteriální fáze (15-30 s po aplikaci), kapilární fáze, žilní fáze a fáze ekvilibria (3-5 min po aplikaci). Fáze ekvilibria se využívá u multifázového vyšetření jater jako tzv. pozdní. Jako portální fáze je označována žilní fáze v portálním řečišti, ta začíná 10-15 s po arteriální fázi, a vrcholu dosahuje s odstupem 25–35 s. K vylučovací fázi dochází od třetí minuty. (4., 5.)

4.1 Bolus timing

Aplikujeme malé množství kontrastní látky (10-20 ml) průtokem, jaký bude použit pro vlastní vyšetření. Nízkodávkovými skeny v jediném místě s intervalem 1-2 s zjišťujeme časový vývoj denzity ve sledované cévě. Podle zjištěné doby maximálního vzestupu denzity se určí předstih podání kontrastní látky.

Nevýhodou je zvýšené množství aplikované kontrastní látky. Za další nevýhodu můžeme považovat nepřesné stanovení cirkulačního času, aplikujeme-li větší množství kontrastní látky, ač stejným průtokem, často se cirkulační parametry liší. Nesnadné je také určit cirkulační čas u pacientů s pravostrannou srdeční insuficiencí a s fibrilací síni a u mladých osob atletické postavy. Nastává totiž problém s reflexem kontrastní látky do vena jugularis interna nebo do vena cava inferior. Tomuto reflexu můžeme předejít, provedeme-li vyšetření v lehkém nádechu (1, 5)

4.2 Bolus tracking

Jedná se o monitorování vývoje denzity již při aplikaci vlastního bolusu kontrastní látky v rámci vlastního vyšetření. Funguje zde přesnější synchronizace aplikace kontrastní látky a akvizice dat.

Na plánovacím skenu zvolíme požadovanou cévu a do té umístíme vzorkovací objem a stanovíme požadovanou prahovou denzitu (obr. č. 7). Po dosažení této prahové denzity přístroj spustí akvizici dat. (1, 5)

Při vyšetření dolních končetin dáváme bolus tzv. „do vzduchu“ (obr. č. 8). Radiologický asistent pak sám sleduje plnění cév kontrastní látkou. Dělá se to z důvodu možné přítomnosti aterosklerotického plátu v cévě, ten by pak simuloval potřebnou denzitu a vyšetření by bylo spuštěno brzy.

4.3 EKG synchronizace

Během srdeční revoluce vykonávají srdce, věnčité tepny, ascendentní aorta, srdeční chlopně, plicnice a její větve uložené perikardiálně komplexní pohyb. Perioda tohoto pohybu se shoduje s intervalem mezi dvěma kmity R. *Pulzativní pohyb při běžné akvizici způsobuje četné artefakty. (FERDA, a další, 2009, str. 42)* Pro utlumení nebo úplnou eliminaci těchto pohybových artefaktů používáme synchronizovanou akvizici dat s elektrokardiogramem (EKG synchronizace). Tato synchronizace je nezbytná pro zobrazení věnčitých tepen, cévních rekonstrukcí koronárního řečiště a chlopní. Také je důležitá při funkčním vyšetření srdce z důvodu rekonstrukce dat v systolické i diastolické fázi.

EKG synchronizaci dat rozdělujeme podle způsobu akvizice dat na prospektivní hradlování (EKG triggering) a retrospektivní segmentaci dat (EKG gating). Protože se při akvizici dat pro zobrazení s EKG synchronizací používají velmi malé rychlosti posunu stolu ve srovnání s užitou úhrnnou kolimací, jsou efektivní dávky při vyšetření relativně vysoké. Dávku lze snížit pomocí proudové modulace synchronizované s EKG.

Pro umožnění EKG synchronizace je nutné mít instalovanou speciální hardwarovou i softwarovou modifikaci CT přístroje. (FERDA, 2004, str. 14) Toto lze efektivně využít jen u multidetektorových přístrojů s dobou jedné otáčky rotoru gantry 500ms a méně. EKG je snímáno pomocí elektrod připevněných na těle

pacienta.

Srdeční cyklus se při EKG synchronizaci vymezuje dvěma sousedními kmity R EKG křivky. Kmit R je vybrán jako vodící bod pro synchronizaci, jelikož v používaném zapojení elektrod má ve většině případů největší voltáž. Tuto dobu R-R určuje frekvence srdečního rytmu. Při srdeční frekvenci 60 úderů za minutu je délka intervalu R-R 1000 ms. Je-li frekvence rychlejší, interval R-R se zkracuje, na úkor úseku mezi vlnami T a P v elektrokardiografické křivce. *Rozdělíme-li R-R interval u frekvence 60/min na 10 relativně stejných podintervalů, je maximální systola mezi 20 a 30% fáze cyklu a maximální diastola mezi 60 a 70%, v absolutní vzdálenosti od následujícího kmitu R, je to přibližně doba 400 ms. (FERDA, 2004, str. 14)*

V době maximální systoly a telediastolické fáze vykonává celý systém vázaný na srdce minimální pohyb. Pro některé struktury tak není možné zobrazit je bez pohybu v jediné fázi cyklu celé. Je tedy někdy nutné rekonstruovat více sad obrazů v různých fázích intervalu R-R.

Interval, v němž chceme data rekonstruovat, volíme dvěma způsoby – relativním rozdělením R-R intervalu pomocí procentních bodů anebo pomocí fixního časového intervalu. Určení časového intervalu využíváme u pacientů s pravidelnou srdeční akcí. V nabídce máme dvě možnosti volby intervalu, prospektivní, neboli za přecházejícím R-kmitem, nebo retrospektivní, neboli před přicházejícím R-kmitem. Pro pacienty s variabilní frekvencí je vhodné relativní rozdělení pomocí procentních bodů. Chceme-li hodnotit věnčité tepny, je nejvhodnější fáze diastoly (50–70% R-R), kdy srdce vykonává minimální pohyb a věnčité tepny jsou nejvíce naplněny krví. (1,4)

Prospektivní hradlování – EKG triggering

Prospektivní hradlování používáme při zobrazení srdce u electron-beam CT, u moderních CT přístrojů se využívá jen pro kalciové skóre a pro zobrazení věnčitých tepen typu step-and-shoot. Při EKG triggeringu je expozice přerušována a spouštěna pouze ve vybraném úseku R-R intervalu. Tento způsob neumožňuje provést rekonstrukci v jiné fázi srdečního rytmu, protože chybí data z ostatních částí intervalu. Indikací prospektivního hradlování může být zobrazení plic s vysokým rozlišením (HRCT). (1,4)

Retrospektivní segmentace – EKG gating

Při retrospektivní segmentaci probíhá kontinuální expozice a současná registrace EKG křivky. Při použití této dynamiky lze z celého pole dat zrekonstruovat několik sad obrázků v různých fázích srdečního rytmu. Je tak možné vybrat optimální fázi pro zobrazení libovolné anatomické struktury a můžeme sledovat dynamické děje v závislosti na srdeční akci.

Pro rekonstrukci dat můžeme použít různé algoritmy. Pro jednosegmentovou rekonstrukci se využívá segmentu dat pouze z jednoho srdečního cyklu. Perioda zobrazení se pak rovná polovině doby otáčky rotoru gantry – pro rotaci 420 ms se perioda zobrazení rovná 210 ms.

Vícesegmentovou rekonstrukci dat používáme, jde-li o frekvenci v problematickém pásmu frekvencí nebo je-li srdeční frekvence vyšší. V tomto případě použije algoritmus pro jeden obraz data z více srdečních cyklů (2 až 6). U rekonstrukcí dvousegmentové metody umožňují algoritmy zkrátit periodu zobrazení na 105 ms, u šestisegmentové dokonce až na 60 ms.

Perioda zobrazení však nemusí být tím nejdůležitějším kvalitativním faktorem, protože kvalitu zobrazení mohou ovlivnit především i fyziologické vlivy. (1,4)

Proudová modulace (ECG pulsing)

Proudová modulace synchronizovaná s EKG nám umožňuje snížit aktuální napájecí proud na rentgence ve fázi, která je pro hodnocení nevhodná. Nejčastěji to bývá fáze systolická, protože objem srdce je v tuto dobu nejmenší a data jsou zpravidla rekonstruována v diastolické fázi. Významně se tak sníží radiační dávka, během akvizice dat. (1,4)

5 SCHÉMATA APLIKACE KONTRASTNÍCH LÁTEK

Při nitrožilním podání kontrastní látky nám jde především o to, aby v konkrétní dobu byla v potřebné cévě požadovaná denzita. Je potřeba uvědomit si jakým směrem a jakou rychlostí proudí krev ve vyšetřované cévě. A také musíme brát zřetel na to, jakou rychlostí, jakým směrem a po jakou celkovou dobu

bude probíhat akvizice dat. Doba aplikace kontrastní látky je obvykle stejná jako doba, po kterou se budou data snímat.

Aplikovaná k.I. vytváří bolus nebo-1 vlnu zvýšení denzity, která se šíří krevním řečištěm. (ČERNÁ, 2013, str. 14) Aby měla bolusová křivka ideální tvar, měla by mít fázi plató po celou dobu skenování. Ideálnímu schématu se však lze přiblížit, jen pokud se průtok plynule snižuje.

Vzhledem k možnostem aplikace k.I. můžeme zohlednit požadavek na kvalitní náplň tak, že nahradíme plató fázi bolusové křivky jejím vrcholem. (FERDA, 2004, str. 10) Pro krátké doby akvizic používáme jednorázovou aplikaci kontrastní látky konstantním průtokem, kdy využijeme vrcholu křivky nad požadovanou hodnotu denzity. Při vyšetřeních s delším akvizičním časem musíme vrchol bolusové křivky prodloužit. Kontrastní látky tedy aplikujeme ve dvou fázích, dvěma různými průtoky s využitím recirkulační elevace křivky.

Pomalá cirkulace a pomalá akvizice

V příslušném povodí je třeba celou dobu udržet diagnostickou hodnotu cévního lumina. Proto podáváme velký objem kontrastní látky a nejlépe dvoufázovou metodou nástřiku. Příkladem může být CT angiografie tepen dolních končetin dvouřadým systémem, kdy akvizice trvá 60s a více. Při použití bolus – trackingu zvolíme místo na začátku vyšetřované oblasti a prahovou hodnotu okolo 80 HU.

Rychlá cirkulace a pomalá akvizice

Jednorázovým nástřikem aplikujeme relativně vyšší objem relativně nízkým průtokem. Délka akvizice se pohybuje nad 30s. Příkladem může být CT angiografie mozku jednořadým a dvouřadým systémem. Vzhledem k rychle cirkulující krvi v mozku se objevuje náplň i v žilách, což může být diagnosticky cenné. Při použití bolus – trackingu volíme místo na začátku vyšetřované oblasti a prahovou hodnotu okolo 80 HU.

Pomalá cirkulace a rychlá akvizice

Jako příklad můžeme uvést využití šestnáctidetektorového systému pro CT angiografii břišní aorty a tepen dolních končetin. Chceme-li dosáhnout akviziční

rychlosti vyšší než je šíření bolusu kontrastní látky, použijeme pro akvizici dat multidetektorový přístroj s vyšší rychlostí posunu stolu.

Aplikujeme vyšší množství kontrastní látky vyšším průtokem, přičemž zbytek kontrastní látky necháme v žilním systému paže a využijeme ji jako pomalejší fázi aplikace pro prodloužení vrcholu bolusové křivky. Pro monitorace pomocí bolus – trackingu zvolíme místo uprostřed vyšetřované oblasti a prahovou hodnotu okolo 80 HU.

Rychlá akvizice a rychlá cirkulace

Kontrastní látky aplikujeme malý objem, ale vyšším průtokem. Doba akvizice se proto pohybuje okolo 10s. Po aplikaci kontrastní látky následuje propláchnutí fyziologickým roztokem. Při monitorace bolus-trackingem zvolíme místo uprostřed vyšetřované oblasti a prahovou hodnotu 100 HU.

Prudký vzestup denzity na relativně krátkou dobu požadujeme například pro CT angiografii plicnice nebo mozku multidetektorovým přístrojem.

Perfúzní vyšetření

U perfúzního vyšetření je nutné měřit tranzitní čas. Aby byl co možná nejpřesněji změřen, aplikujeme velký objem kontrastní látky po velmi krátkou dobu. Obvykle 40ml průtokem 6-10ml/s. Nejčastějším perfúzním vyšetření je posuzování perfúze mozkové tkáně.

Metoda dvou fází v jednom nástřiku

Tato metoda se výrazně liší podáváním kontrastní látky. Během jediného vyšetření je potřeba zachytit arteriální i venózní fázi nástřiku. Toho se využívá u vyšetření plicnice a hrudní aorty současně nebo u vyšetření abdominální oblasti. *Pro vyšetření s danou dobou akvizice aplikujeme kontrastní látku s předstihem pro pozdější fázi po dobu prodlouženou o zpoždění mezi fázemi. (FERDA, 2004, str. 10).* Doba aplikace je delší než celková doba akvizice.

6 NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY A KONTRAINDIKACE

Po aplikaci kontrastní látky může pacient pociťovat teplo po těle, pocity na močení, pocit tzv. knedlíku v krku nebo sucho v ústech. Tyto pocity však spontánně odezní do několika minut. Ale aplikace kontrastních látek může způsobit i vážné nežádoucí reakce, tyto reakce bohužel nelze nijak předvídat. Přestože se kontrastní látky neustále vyvíjejí z důvodu eliminace nežádoucích reakcí, je naštěstí incidence těchto reakcí nízká.

Méně nežádoucích účinků způsobují kontrastní látky nízkoosmolální a jsou proto obecně více doporučovány hlavně při vyšetřování dětí, u pacientů starších 70 let a u rizikových pacientů. U dětí do 15 let, u pacientů starších 70let a u rizikových stavů.

Nežádoucí reakce dělíme na akutní a pozdní. Kdy akutní reakce jsou náhle vzniklé, liší se intenzitou příznaků a jejich subjektivním vnímáním. Jsou-li příznaky málo klinicky významné, vyžadují pouze zvýšený dohled lékaře. Nabývají-li na intenzitě, je nutné okamžitě zahájit léčebnou intervenci, u závažných stavů až kardiopulmonální resuscitaci.

Pozdní reakci vznikají déle než jednu hodinu po podání jodové kontrastní látky a jsou pravděpodobně zprostředkovány T-lymfocyty. Predispozici ke vzniku těchto reakcí mají nemocní s předchozí reakcí na jodovou kontrastní látku. Nejčastěji se reakce projevují lehkou či střední urtikou, která trvá až dva dny. Léčba pozdních reakcí je symptomatická.

Nežádoucí účinky také můžeme rozdělit podle místa výskytu na lokální komplikace a systémové. U lokálních komplikací se většinou jedná o místo aplikace kontrastní látky, kde se může objevit absces, flegmóna nebo krevní výron a místo aplikace může být bolestivé. Dojde-li k extravaskulárnímu podání jodové kontrastní látky, je třeba pacienta i jeho ošetřující zdravotnický personál o následné léčbě informovat. Léčba je závislá na druhu a především množství kontrastní látky. Je-li paravazátu malé množství nemocný je bez terapie, u většího množství se doporučuje studený obklad. Ve výjimečném případě může být indikována i chirurgická léčba. (8.)

Systémové komplikace mohou být alergoidní nebo chemotoxické. Reakce alergoidní vznikají nezávisle na množství podané látky. Při těchto reakcích dochází k uvolnění histaminu a serotoninu. Reakce mohou být mírného stupně, ten se

projevuje urtikou, mírným bronchospasmem a mírným poklesem tlaku. Při těžké generalizované alergoidní reakci může dojít k hypotenzi, tachykardii, bronchospasmu, laryngálnímu edému, edému plic nebo ke křečím.

Chemotoxická reakce je přímo úměrná množství podané jodové kontrastní látky. Jedná se o přímé ovlivnění určitého orgánu, např. nefropatie nebo kardiotoxicita. Více jsou ohroženi pacienti v nestabilním klinickém stavu. Mezi nejčastější projevy patří pocit horka, nauzea a zvracení. Hlavní zásadou snížení chemotoxicity je dostatečná hydratace vyšetřovaného před i po vyšetření, a snaha o snížení množství jodové kontrastní látky na co nejmenší možné množství.

Kontraindikace na podání jodové kontrastní látky může být absolutní, kam spadá pouze předchozí těžká alergická reakce na podanou kontrastní látku. Mezi relativní kontraindikace patří těžké funkční poruchy ledvin a jater (hladina kreatininu nad 300 $\mu\text{mol/l}$), tyreotoxikóza, mnohočetný myelom (při vyšetření s kontrastní látkou je nutno zajistit dostatečnou hydrataci, jako prevence precipitace bílkoviny v ledvinách), léčba a vyšetření radioaktivními izotopy jódu. Je-li vyšetření z nějakého důvodu kontraindikováno, je potřeba zvážit provedení jiného typu vyšetření (například MR či SONO). (10.)

PRAKTICKÁ ČÁST

7 ÚVOD

Díky obrovskému zastoupení výpočetní tomografie v nemocnicích se vyšetření pomocí kontrastních látek stalo téměř nepostradatelné z hlediska stanovení správné a rychlé diagnózy. Pro její určení je důležitá správná příprava pacienta, přesné stanovení aplikačního schématu a rychlá akvizice dat. Díky aplikaci kontrastních látek můžeme lépe vidět cílové tkáně a struktury, které by při nativním vyšetření byly málo rozpoznatelné.

8 CÍL PRÁCE

Cílem praktické části bakalářské práce je pomocí pěti kazuistik pacientů s různými diagnózami prokázat důležitost a význam aplikace kontrastních látek při vyšetření pomocí výpočetní tomografie, dále bych se ráda pokusila z těchto kazuistik vyvodit závěry a dokázat tak přínos kontrastních látek i přes jejich možnost způsobit nežádoucí reakce.

Podklady mi byly poskytnuty ve Fakultní nemocnici Lochotín v Plzni a v Oblastní nemocnici Příbram, a.s.

9 KAZUISTIKY

9.1 Kazuistika č. 1

V říjnu 2013 byla přijata na neurologické oddělení 63 – letá žena pro hemiparesu pravostranných končetin. Jiné potíže neměla, hlava nebolela.

Pacientka uvedla, že již dlouhodobě trpí námahovou dušností při rychlejší chůzi či do kopce. Dále se žena léčí s hypertenzí, a má mytomatozu dělohy. Je kuřačka, 20cig/denně, alkohol pije příležitostně. Otec zemřel v 83 letech stářím, matka je zdravá.

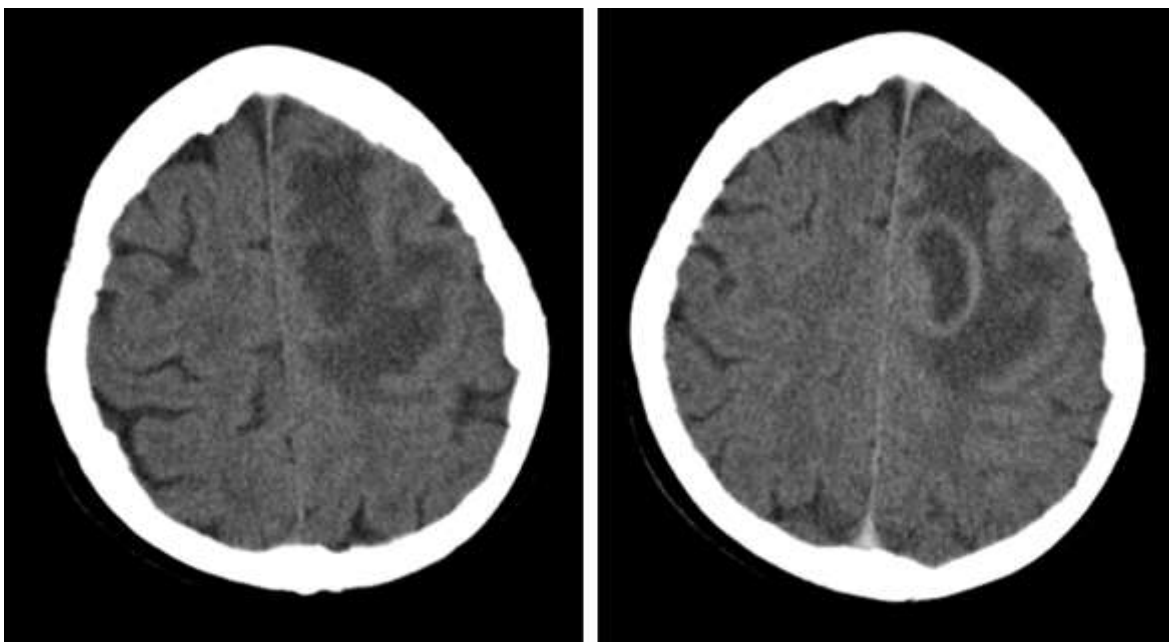
Pacientka byla odeslána na CT vyšetření. Které bylo zhotoveno nativně a postkontrastně spirálními skeny s koronární multiplanární rekonstrukcí. Pacientce bylo i.v. aplikováno 80 ml Iomeronu 350, průtokem 4 ml/s Při tomto vyšetření bylo zjištěno ložisko o velikosti 26x33x30mm. Ložisko je uloženo frontálně vlevo parafalcíálně. Centrálně je ložisko hypotenzní, bez patrného enhancementu. Postkontrastně je patrný 3mm široký enhancující lem, tento lem je nepravidelného tvaru. Lékař ložisko zhodnotil charakteru diferenciální diagnózy meta či glioblastomu a dále doporučil vyšetření pomocí magnetické rezonance.

Pacientka tedy podstoupila i MR vyšetření, zde byla zjištěna dvě ložiska jedno infratentoriálně vpravo na rozhraní prodloužené a krční míchy působící kompresi míchy, která je ventrodorsálně zúžená na 5mm, meningeom x schwanom. Druhé ložisko bylo patrné i na CT, s perifokálním edémem s tlakem na frontální roh, v.s. charakteru glioblastomu, eventuálně metastázu též nelze vyloučit.

Pacientka byla dovyšetřována v nemocnici Na Homolce před plánovaným ozářením gamanožem. Při MR vyšetření byla ve srovnání s předchozím vyšetřením patrná progresse. Od ozáření bylo tedy upuštěno. Dále paní podstoupila vyšetření PET/CT trupu. Ta ukázala zvýšenou konzumpci glukózy v kličce sigmatu. Dále byla patrná dvě ložiska zvýšené konzumpce glukózy v levém laloku štítné žlázy, která mohou představovat jak benigní, tak maligní thyreopatii. A zvýšená konzumpce glukózy se nacházela také v komprimovaném těle hrudního obratle Th5., kde zvýšení glukózy v terénu fraktury může být cca 3

měsíce od traumatu.

Tohoto času je pacientka výrazně unavena, převážně odpočívá. Při běžné činnosti v domácnosti i při hygieně potřebuje pomoc. Žádné agresivnější léčby by zcela jistě nebyla schopna. Tedy ani další vyšetřování střeva či štítné žlázy by nebylo přínosem, ale spíše zátěží pro pacientku. Pacientka s tímto postupem souhlasí a sama se na žádnou další léčbu necítí.



Obr. č. 9: CT vyšetření mozku – nativně (vlevo), postkontrastně (vpravo)

9.2 Kazuistika č. 2

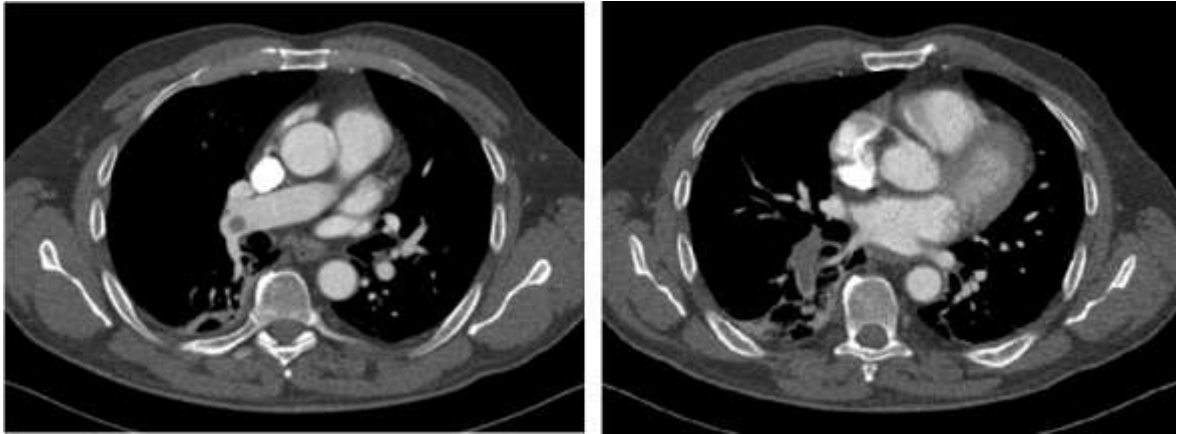
64-letý muž byl v prosinci 2013 přijat pro dušnost do FN Plzeň. Pacient je ze dvou dětí, sestra je zdravá. Otec zemřel v 81 letech na infarkt myokardu, matka zemřela v 59 letech na pooperační komplikace ca tlustého střeva. Tento muž se léčí pouze s arteriální hypertenzí od roku 2005, v listopadu 2013 prodělal TEP levého kyčelního kloubu. Dříve kuřák (20 cigaret/denně), alkohol pije příležitostně a černou kávu 2-3 denně. Z léků užívá Prenessa 8mg, Lorista H 100/25mg a Kylotan. Nyní je pracující důchodce, dříve byl geometr, pracoval a pracuje v kanceláři. Alergickou anamnézu pacient neuvádí.

Pacientovi byla provedena CT angiografie. Vyšetření bylo zhotoveno nativně a postkontrastně. Bylo podáno 60 ml Iomeronu 350 i. v., průtokem 4ml/s. Toto vyšetření prokázalo plicní embolii v dolním laloku vpravo s rozvojem plicního infarktu. Pacient je hemodynamicky stabilní, embolická příhoda byla hodnocena jako klinicky malá.

Dále bylo provedeno ultrasonografické vyšetření hlubokého žilního systému dolních končetin. Ukázala se flebotrombóza levé dolní končetiny ve femorální oblasti, zde byla žíla vyplněna trombotickými hmotami.

Pacient byl odeslán také na echokardiografii. Bohužel vyšetřitelnost pacienta byla omezená pro nemožnosti polohování. Pacient byl tedy vyšetřen pouze v poloze na zádech. Komory ani síně neprokázaly změny velikosti nebo tloušťky stěn. Aortální trojčipá chlopeň byla lehce sklerotická, bez vady. Mitrální chlopeň byla se stopovou regurgitací. Pravá větev plicního kmene byla lehce dilatována na 26 mm. Je možná plicní hypertenze, lehčího stupně. Dolní dutá žíla byla nepřehledná. Perikard se stopovým výpotkem při bazi zadní stěny levé komory.

Zdrojem plicní embolie byla tedy prokázána flebotrombóza levé dolní končetiny v oblasti vena femoralis a vena saphena magna. Byla zahájena antikoagulační terapie warfarinem. Pro poměrně výraznou elevaci zánětlivých parametrů (s pravděpodobným zdrojem v infikovaném plicním infarktu) byl podáván potencionovaný aminopenicilin. Vzhledem k zřejmému precipitujícímu momentu tromboembolické nemoci extenzivněji nepátráno po případné sekundaritě, bylo provedeno genetické vyš. (výsledek zatím není k dispozici)



Obr. č. 10: CT vyšetření - angiografie plicnice

9.3 Kazuistika č. 3

68-letý muž utrpěl před 46 roky frakturu levého femuru. Tato zlomenina byla uzavřená a tříštivá. Pacient byl nejprve léčen trakcí za femur, kolem vstupu drátů to lehce hnisalo. Kuntscherův hřeb byl špatně snášen, v jednom místě se rána nehojila, hřeb se tedy vyndal, následně došlo k prohojení. Muž se léčil cca jeden rok a od té doby byl bez potíží. Od října loňského roku pozoroval muž výrůstek a od listopadu pozoruje zduření a bolest na dorsální zadní partii stehna. Večer měl teplotu 38,5°C, na úrazové ambulanci 36,5°C. Objektivně lékař zhodnotil zduření a zarudnutí velikosti cca 15 x 10cm, palpačně bolestivé.

V osobní anamnéze pacient uvádí ischemickou chorobu srdeční, v roce 2008 prodělal infarkt myokardu. Dále pacient trpí hyperurikémií, benigní hyperplazií prostaty a primární polycytémií, kvůli které podstoupil opakované venepunkce.

Pacient zůstal hospitalizován na Klinice ortopedie a traumatologie pohybového ústrojí.

Byl odeslán na CT vyšetření, které bylo provedeno postkontrastně. Po aplikaci 80ml Iomeronu 350, průtokem 4 ml/s. Zde bylo zjištěno výrazné vřetenovité rozšíření distální diafýzy femuru, nepravidelná rozšířená kortikalis, přibližně v polovině této deformace femuru je dorzálně v kortikális otvor o velikosti kolem 13mm komunikující s útvarem v měkkých tkáních.

Muž je schopen výkonu v celkové anestezii s vysokým rizikem za prevence infekční endokarditidy.

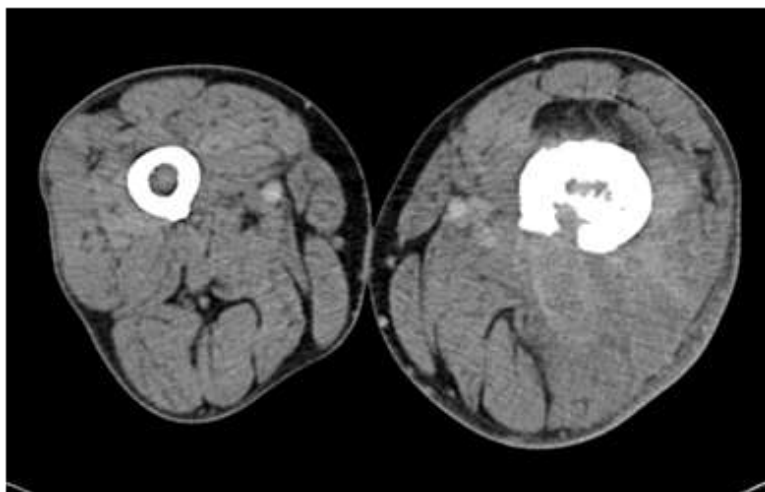
Druhý den bylo CT vyšetření provedeno dvoufázově. Pacientovi bylo i.v. podáno 80 ml Iomeronu 350, průtokem 4 ml/s. V polovině stehna se dorzolaterálně od femuru nachází neohraničený nehomogenní útvar, který se nepravidelně sytí, jsou zde zejména ve venózní fázi patrné ohraničené fluidní okrsky, se sytícím se „pouzdrém“. Rozsah expanze se oproti minulému CT vyšetření nemění. Útvar má výraznou vaskularizaci. Dále jsou na vyšetření patrné zvětšené uzliny v levém třísele, plní se KL a jsou v kraniokaudálním rozměru celkové velikosti 40x8 mm.

Muž podstoupil dále rtg plic, který byl bez běžného patologického nálezu. A také bylo provedeno echokardiografické vyšetření, kde byla zjištěna středně

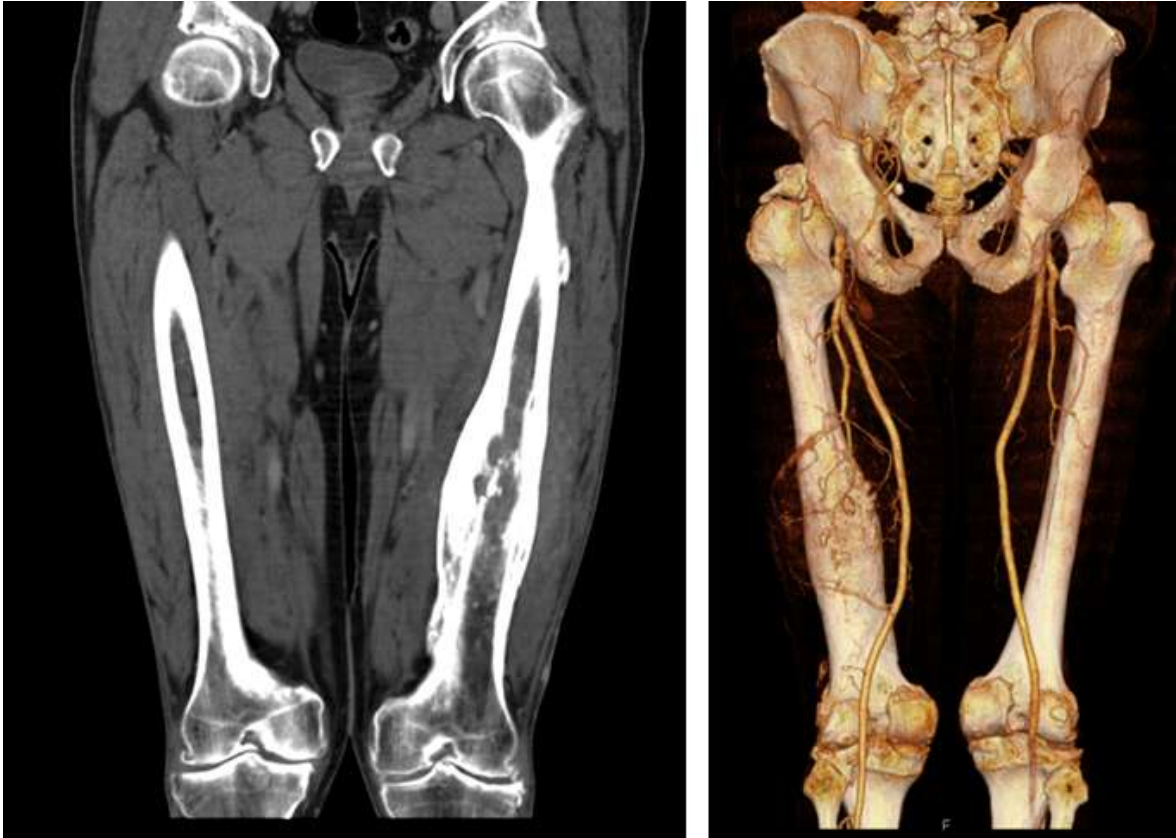
zvětšená levá síň. Nepřímé známky svědčí proti významnější plicní hypertenzi. A je mírně rozšířená vzestupná aorta.

Pacient byl indikován k biopsii útvaru stehna diferenciální diagnózy osteomyelitidy nebo tumoru. Byl odebrán mikrobiologický i histologický vzorek. Nález je kompatibilní s klinickou diagnózou osteomyelitidy. Podezření na tumorózní zvrát se nepotvrdilo, pouze infek – kultivace *Stafylokokus aureus*. Byl dlouhodobě nasazen vysokodávkový oxacilin parenterálně. Stav pacienta se výrazně zlepšil, byla doporučena chůze o berlích a šetření levé dolní končetiny.

Vzhledem k obtížnému zajištění periferního žilního vstupu a nutnosti dlouhodobé parenterální ATB terapie byl pacientovi zaveden centrální žilní katétr, cestou vena jugularis interna dextra. Zavedení CŽK bylo zkontrolováno pomocí rtg snímku. Nemocný byl hospitalizovaný na septickém oddělení z důvodu izolace pro infekční agens, který vyžaduje zvýšený hygienický režim.



Obr. č. 11: CT vyšetření - axiální řez



Obr. č. 12: CT vyšetření - koronární řez (vlevo) + rekonstrukce VRT (vpravo)

9.4 Kazuistika č. 4

V listopadu přišel do Fakultní nemocnice v Plzni 79letý muž, který je nyní v důchodu. Dříve muž pracoval jako lesník, jeho matka zemřela v 72 letech na CMP a otec zemřel v 59 letech na karcinom jícnu. Pacient nekouří, alkohol pije příležitostně, kávu pouze bez kofeinu, alergii neuvádí. Ve 20ti letech prodělal muž klíšťovou encefalitidu a od roku 2008 se léčí s arteriální hypertenzí, užívá Prestarium. A v březnu 2010 podstoupil resekci sigmatu, pro karcinom, a chemoterapeutickou léčbu.

Kontrolní CT vyšetření jater, které bylo provedeno dvoufázově po aplikaci 80 ml lomeronu 350 i.v., průtokem 4 ml/s, potvrdilo hypodenzní ložisko v levém laloku jaterním v S2, které bylo charakteru metastázy. Ložisko je velikostí cca 75x61x33mm a v arteriální fázi se sytí jeho lem. Ostatní parenchym jater byl bez ložiskových změn. Dále byla na CT patrná drobná čirá cysta na pravé ledvině. **Také byla provedena perfuze jater, kdy bylo aplikováno 40 ml lomeronu 350, průtokem 5 ml/s.** V relativně hypovaskularizovaném meta ložisku byl patrný zvýšený hepatický perfuzní index, tedy zvýšený podíl arteriální perfuze a snížený podíl perfuze portálního systému. Nález na játrech je indikací k operačnímu řešení.

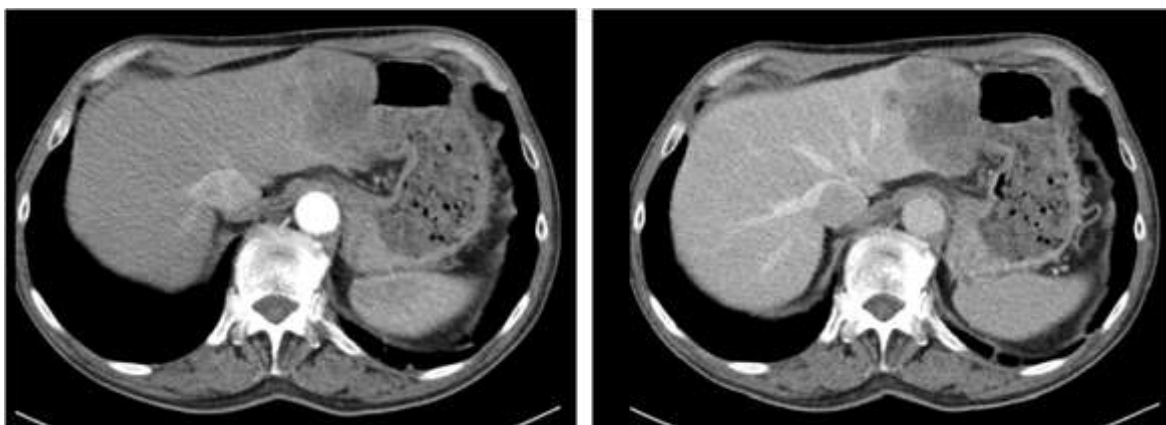
Pacientovi byl zaveden centrální žilní katétr, jehož poloha byla zkontrolována na rentgenovém snímku plic.

Po kardiální stránce pacient popírá jakékoliv potíže, přesto podstoupil EKG vyšetření, kde byla zjištěna náhodně sinusová bradykardie, ale po kardiální stránce je pacient zcela schopný výkonu v celkové anestezii, sinusová bradykardie není nijak významná.

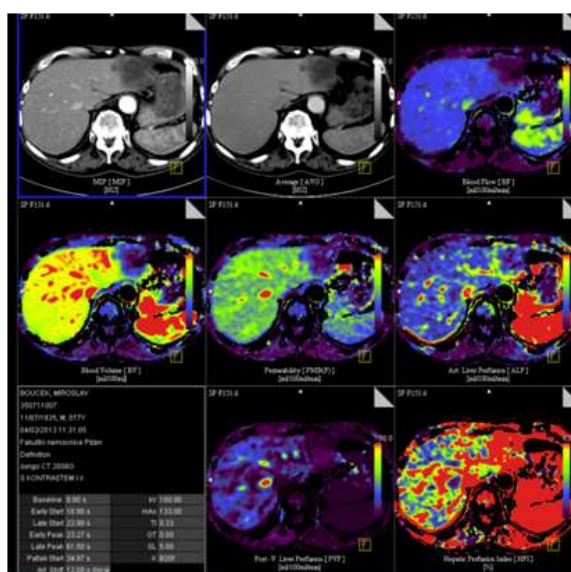
Druhý den pacient podstoupil předoperační ultrasonografické vyšetření a následně byla provedena neanatomická resekce S2 a S3. Výsledky bioptického vyšetření ukázaly, že se jednalo o sekundární zhoubný novotvar jater. Po překladu na standardní oddělení došlo k progresi zmatenosti s nutností farmakologické sedace. Nemocný byl přeložen na JIP. Dále byl pacient již bez komplikací, spolupracoval, již byl orientován, avšak si stěžoval na bolesti za krkem. Byl vyšetřen neurologem, a byl mu naložen krční límec. Také byl zhotoven rtg snímek krční páteře, kde byly zjištěny pokročilé degenerativní změny.

Pacient byl dále propuštěn do domácího doléčení. Na chirurgii přišel ještě z důvodů vyndání stehů. Také navštívil onkologii pro zvážení podání adjuvantní onkologické léčby. A do jaterní poradny měl přijít za 6 týdnů s kontrolním USG jater.

Pacient byl později vyšetřován na PET/CT. Záznam byl proveden 60 minut po aplikaci ^{18}F FDG. CT záznam byl proveden po aplikaci 80 ml neionické jódové kontrastní látky. Vyšetření bylo provedeno dvoufázově v rozsahu od baze lební až po oblast třísel. V nálezů lékař popisuje viabilní generalizaci základního onemocnění do uzlin obou plicních hilů, do plic a do jater. Lokální recidiva základního onemocnění není prokázána. Pacient byl předán na onkologické oddělení.



Obr. č. 13: CT vyšetření jater - arteriální fáze (vlevo), venózní fáze (vpravo)



Obr. č. 14: CT vyšetření jater - perfúzní mapa

9.5 Kazuistika č. 5

63-letá pacientka byla rychlou záchrannou službou přivezena na začátku prosince do FN v Plzni. RZP volala sama, po probuzení si připadala jako opilá, motala se jí hlava, a cítila slabost v levé dolní končetině. V anamnézy pacientky uvádí ikty u obou rodičů. Sama se léčí s arteriální hypertenzí a užívá perorální antidiabetika. Před léty kouřila, alkohol pije příležitostně.

Pacientka podstoupila neurologické vyšetření, kde byl potvrzený nejistý stoj, podklesává levá dolní končetina.

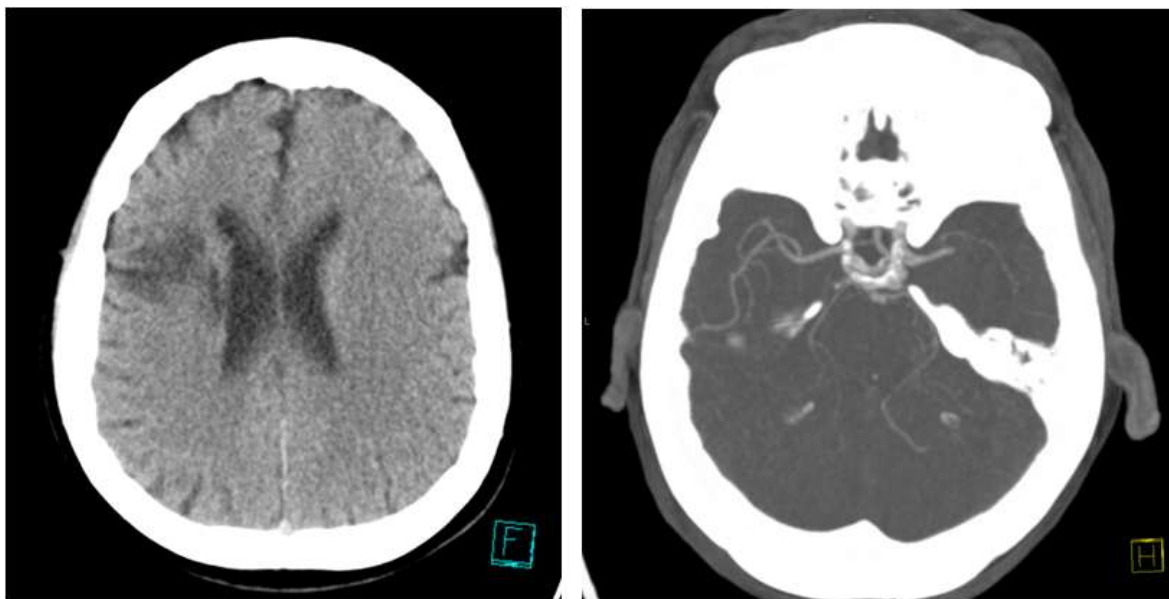
Dále byla pacientka odeslána na vyšetření výpočetní tomografií. Toto vyšetření bylo nejdříve provedeno bez kontrastní látky. Nebylo prokázáno krvácení, avšak byla patrná hypodenzita temporálně vpravo při Sylviově rýze. Středočárové struktury byly bez posunu a komorový systém nebyl nijak výrazněji rozšířen. **Poté bylo vyšetření provedeno s aplikací 40 ml kontrastní látky lomeronu 350 z důvodu perfuze, průtokem 6 ml/s.** Vpravo temporálně při Sylviově rýze byl vidět výpadek perfuze prakticky ve všech parametrech. **Následně byla provedena CT angiografie karotid a mozku s i.v. aplikací 60 ml lomeronu 350, průtokem 6 ml/s,** kde byla potvrzena ischemie temporálně vpravo při těsném zúžení až uzávěru části řečiště M2 vpravo.

Druhý den hospitalizace bylo znovu provedeno CT vyšetření, nejprve nativní, které vykazovalo stejné výsledky jako předešlý den, bez známek intrakraniální hemoragie, komorový systém nerozšířený a hypotenze vpravo. **Na to byla zhotovena CT angiografie, s i.v. aplikací 60 ml lomeronu 350, průtokem 6 ml/s,** kde vpravo z větvení M 1/2 pokračovala do periferie se zřetelným plněním pouze jedna tepna, ta druhá se plnila velmi chabě.

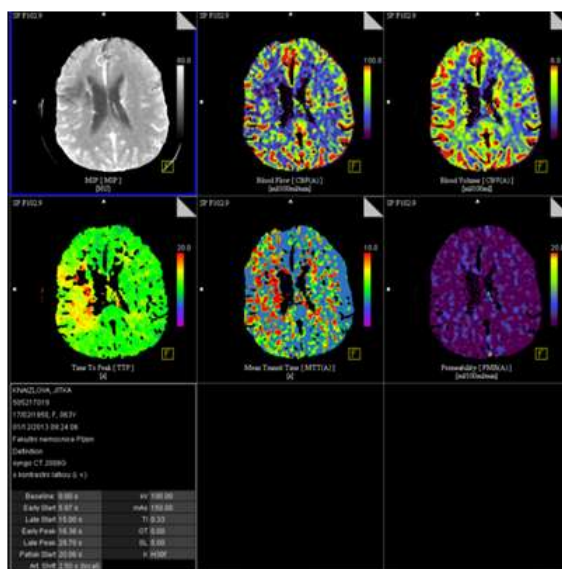
Byly nasazeny léky: Lokren, Blessin, Rosucard, Trombex, Metformin, Plasmalyte.

Ženě byla podána systémová trombolýza, která měla dobrý efekt. Kontrolní CT vyšetření mozku bylo bez intracerebrální hemoragie, bylo ještě doplněno rtg vyšetření plic, které bylo bez patologického nálezu. Byla nasazena antiagregační a hypolipidemická terapie. Dle rodiny, byla žena již před hospitalizací občas zmatená. Bylo provedeno psychiatrické konzilium se závěrem – organická porucha s bludy. Pacientka byla předána do péče ošetřujícího lékaře a je u ní

trvale indikována antiagregační léčba v podobě Clopidogrelu.



Obr. č. 15: CT vyšetření mozku -nativně (vlevo), angiografie (vpravo)



Obr. č. 16: CT vyšetření mozku - perfúzní mapa

Tab. č. 1 – Shrnutí množství k.I. a prokázání významu podání k.I.

Kazuistiky	Kontrastní látka	Význam podání kontrastní látky
kazuistika č. 1	100 ml Iomeronu 350, 5 ml/s	zobrazení ložiska a jeho sycení
kazuistika č. 2	60 ml Iomeronu 350, 4 ml/s	prokázání plicní embolie
kazuistika č. 3	80 ml Iomeronu 350, 4ml/s - postkontrastně	zobrazení ložiska
	80 ml Iomeronu 350, 4ml/s - dvoufázově	zobrazení vaskularizace a sycení ložiska
kazuistika č. 4	80 ml Iomeronu 350, 4 ml/s - dvoufázově	zobrazení ložiska a jeho sycení
	40 ml Iomeronu 350, 5 ml/s - perfuze	patrný výpadek perfuze
kazuistika č. 5	40 ml Iomeronu 350, 6 ml/s - perfuze	patrný výpadek perfuze
	60 ml Iomeronu 350, 6 ml/s	potvrzeno zúžení až uzávěr tepny

Zdroj: vlastní

10 DISKUZE

Využití CT vyšetření je diagnosticky velmi důležité, umožňuje díky vysoké rozlišovací schopnosti objasnit nejasnosti z jiných diagnostických metod (například rtg snímku, nebo USG vyšetření). Avšak v některých případech je vyšetření výpočetní tomografií metodou první volby (např. při CMP).

Zda pacient podstoupí CT vyšetření nativně nebo s kontrastní látkou záleží na indikaci vyšetření, zdravotním stavu pacienta a hlavně na lékaři radiologovi. Podání kontrastní látky se zvažuje např. při špatné funkci ledvin nebo při alergii na JKL. V dnešní době je kontrastní látka ve většině vyšetření velmi přínosná a čím dál více využívána.

V kazuistice č. 1 bylo podáno 100 ml kontrastní látky Iomeron. díky kontrastní látce patrné sycení lemu ložiska v mozku. Lékař tak ložisko zhodnotil charakteru meta či glioblastomu.

V kazuistice č. 2 bylo provedeno CT angiografické vyšetření, nejdříve nativně a poté s aplikací 60 ml Iomeronu. Kontrastní látka pomohla zobrazit plicní embolii.

V kazuistice č. 3 bylo CT vyšetření provedeno postkontrastně s aplikací 80ml Iomeronu, druhý den bylo vyšetření provedeno dvoufázově, opět bylo podáno 80 ml Iomeronu. V polovině stehna se nachází nehomogenní neohraničený útvar, který se nasýtil kontrastní látkou a díky aplikaci kontrastní látky byla patrná i jeho výrazná vaskularizace.

Z kazuistiky č. 4 vyplývá, že po podání k.l. byla odhalena metastatická ložiska v játrech. Aplikováno bylo 80ml Iomeronu, a akvizice dat byla provedena dvoufázově. Pak bylo podáno ještě 40 ml Iomeronu z důvodu perfuze a v meta ložisku tak byl zjištěn zvýšený hepatický perfúzní index.

V kazuistice č. 5 byla pacientka indikována k CT vyšetření mozku. Vyšetření bylo provedeno nejdříve nativně, poté byla aplikována kontrastní látka z důvodu perfuze, aplikováno bylo 40 ml Iomeronu. Na perfúzní mapě je vidět výpadek. A také byla provedena CT angiografie, kde byla potvrzena ischemie. Druhý den bylo CT vyšetření provedeno znovu nejdříve nativně, poté CT angiografie s aplikací 60 ml Iomeronu. Z angiografického vyšetření je patrné, že se jedna z mozkových tepen plnila velmi chabě.

Z vybraných kazuistiky je patrné, že bez kontrastních látek by vyšetření výpočetní tomografií nebylo ani z poloviny tak přínosné. Díky kontrastním látkám jsme schopni vidět sycení tkání i patologických útvarů (např. nádorů či metastáz) a umožňují nám posoudit průběh cév při angiografických vyšetření nebo např. při plicních emboliích. Bez kontrastní látky by nebylo možné provádět ani dynamická vyšetření, tzv. perfuze.

Myslím, že kontrastní látky jsou v dnešní době při vyšetření výpočetní tomografií naprosto nenahraditelné. Osobně jsem v období své praxe několik pacientů vyšetřovaných na CT pracovišti viděla a ve většině případů bylo nutné kontrastní látku podat. Naopak za celou dobu studia jsem ještě nezažila žádnou nežádoucí reakci na kontrastní látku.

Tato bakalářská práce je přínosem hlavně pro studenty, kteří z ní mohou čerpat pro studijní účely.

ZÁVĚR

V teoretické části bakalářské práce jsem popsala pozitivní i negativní kontrastní látky, které jsou v dnešní době nejvíce používány při CT vyšetření. Dále jsem popsala jejich vlastnosti a rozdělení, možnosti aplikace a akvizice. Dále jsem se věnovala historii jodových kontrastních látek a v poslední kapitole jsem popsala nežádoucí reakce a kontraindikace.

Cílem praktické části bakalářské práce bylo za pomoci pěti pacientů s různými diagnózami zhodnotit a potvrdit důležitost aplikace kontrastních látek při vyšetření pomocí výpočetní tomografie. Ke zpracování mi byly poskytnuty podklady ve Fakultní nemocnici Lochotín v Plzni a v Oblastní nemocnici Příbram, a.s. Tyto informace jsem vyhodnotila v kapitole Diskuze, kde díky použitým kazuistikám bylo potvrzeno, že bez pomoci správně zvolené aplikace kontrastní látky nemůže být stanovena správná diagnóza. Pacientovi tak může být rychleji zahájena správná léčba.

Přestože ještě nebyla vyvinuta suspenze bez žádných vedlejších účinků, počet vyšetření s aplikací kontrastní látky na CT pracovišti stále stoupá. Závěrem lze tedy konstatovat, že kontrastní látky mají v dnešní době v diagnostické zobrazování naprosto nezastupitelné místo a staly se nepostradatelnou součástí procesu tvorby kvalitního rentgenového obrazu.

SEZNAM ZDROJŮ

- 1 FERDA, Jiří. *CT Angiografie*. 1. vydání: Galén, 2004. ISBN 80-7262281-1.
- 2 FERDA, Jiří; MÍRKA, Hynek; FERDOVÁ, Eva; et al. *CT TRÁVICÍ TRUBICE*. 1. vydání Praha: Galén, 2006. ISBN: 80-7292-436-9
- 3 NEKULA, Josef; HEŘMAN, Miroslav; VOMÁČKA, Jaroslav; et al. *Radiologie*. 3. vydání Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. ISBN 80-244-1011-7.
- 4 FERDA, Jiří; MÍRKA, Hynek; BAXA, Jan. *Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření*. 1. vydání Praha 5: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-608-3.
- 5 FERDA, Jiří; NOVÁK, Milan; KREUZBERG, Boris. *Výpočetní tomografie*. 1. vydání Praha: Galén, 2002. ISBN: 80-7262-172-6
- 6 IKEM. IKEM [online]. 2006-2011 [cit. 2014-02-02].
Dostupné z : <http://www.ikem.cz/www?docid=1003760>
- 7 ČEŠKA, Richard. *Příprava k vyšetření kontrastní látkou*. [online]. 2010 [cit. 2014-02-02].
Dostupné z : http://www.medibase.cz/?sec=term_detail&tname=P%C5%99%C3%ADprava+k+vy%C5%A1et%C5%99en%C3%AD+kontrastn%C3%AD+l%C3%A1tkou&termId=3475&h=p%C5%99%C3%ADprava+k+vy%C5%A1et%C5%99en%C3%AD#jump
- 8 MAZÁNKOVÁ, Jitka. *Kontrastní látky a jejich nežádoucí účinky*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Lékařská fakulta. Katedra radiologických metod.

- 9 SPURNÝ, Filip. *Incidence nežádoucích reakcí po podání jodové kontrastní látky při vyšetření CT, schopnost radiologického týmu podat první pomoc*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Lékařská fakulta. Katedra radiologických metod.
- 10 ČERNÁ, Nikola. *CT ANGIOGRAFIE*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Lékařská fakulta. Katedra radiologických metod.
- 11 NEKULA, Josef; CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konveční radiologie*. 1. vydání Ostravská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2005. ISBN 8073680572, 9788073680572
- 12 Příprava před vyšetřením na CT. [online] [cit. 2014-02-02]
Dostupné z:
http://www.nemkyj.cz/file/902/Priprava_pred_vysetrenim_na_CT.pdf
- 13 SEIDL, Zdeněk; BURGETOVÁ, Andrea; HOFFMANOVÁ, Eva; et al. *Radiologie pro studium i praxi*. 1. Vydání Praha 7: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
- 14 HOVORKA, Milan. *Historie a vývoj používaných kontrastních látek v radiologii*. Plzeň, 2012. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta zdravotnických studií.
- 15 *Máme se obávat kontrastních látek v radiologii*. 2013 [online] 2000 [cit. 2014-02-02]
Dostupné z: <http://www.zdravky.cz/zpravodajstvi/lekarske-listy-plus/mame-se-obavat-kontrastnich-latek-v-radiologii>
- 16 VILASOVÁ, Zdeňka; FÁBEROVÁ, Michaela; BAŽANT, Jiří. *Jodové kontrastní látky pro rtg vyšetření*. [online] 2003 [cit. 2014-02-02]
Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/jodovane-kontrastni-latky-pro-rtg-vysetreni-157362>

- 17 KRAJINA, Antonín; PEREGRIN, Jan, H. *Intervenční radiologie. Miniinvazivní terapie*. 1. vydání Hradec Králové: Olga Čermáková, 2005. ISBN 80-86703-08-8.
- 18 HLAVA, Antonín. *Proměny rentgenologie v průběhu století*. [online] 2000 [cit. 2014-02-02]
Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/promeny-rentgenologie-v-prubehu-stoleti-126886>
- 19 Příbalové letáky kontrastních látek
- 20 Reklamní prospekt – VIMAP TECHNOLOGIES

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 – Shrnutí množství k.l. a prokázání významu podání k.l.

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. č. 1 : Chemický vzorec jodových kontrastních látek

HOVORKA, Milan. *Historie a vývoj používaných kontrastních látek v radiologii*. Plzeň, 2012. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta zdravotnických studií.

Obr. č. 2 : CT kontrastní látka Iomeron 300

[online] Dostupné z: <http://www.dinarin.cz/de/iomeron-300-inj-sol-1x50ml.html>

Obr. č. 3 : Insuflátor pro CT kolonografii

Reklamní prospekt VIMAP TECHNOLOGIES

Obr. č. 4 : Informovaný souhlas s CT vyšetřením

FN Plzeň

Obr. č. 5 : Přetlakový injektor

Fotografie z FN Plzeň

Obr. č. 6 : Cirkulační fáze

FERDA, Jiří; MÍRKA, Hynek; BAXA, Jan. *Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření*. 1. vydání Praha 5: Galén, 2009. 212s ISBN 978-80-7262-608-3.

Obr. č. 7 : Bolus do aorty

FN Plzeň

Obr. č. 8 : Bolus „do vzduchu“ při vyšetření CTAG DK

FN Plzeň

Obr. č. 9: CT vyšetření mozku – nativně (vlevo), postkontrastně (vpravo)

Databáze pacientů ON Příbram a.s.

Obr. č. 10: CT vyšetření - angiografie plicnice

Databáze pacientů FN Plzeň

Obr. č. 11: CT vyšetření - axiální řez

Databáze pacientů FN Plzeň

Obr. č. 12: CT vyšetření - koronární řez (vlevo) + rekonstrukce VRT (vpravo)

Databáze pacientů FN Plzeň

Obr. č. 13: CT vyšetření jater - arteriální fáze (vlevo), venózní fáze (vpravo)

Databáze pacientů FN Plzeň

Obr. č. 14: CT vyšetření jater - perfúzní mapa

Databáze pacientů FN Plzeň

Obr. č. 15: CT vyšetření mozku -nativně (vlevo), angiografie (vpravo)

Databáze pacientů FN Plzeň

Obr. č. 16: CT vyšetření mozku - perfúzní mapa

Databáze pacientů FN Plzeň

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ARO – anesteziologicko-resuscitační oddělení

ATB – antibiotické

CMP – cévní mozková příhoda

CO₂ – oxid uhličitý

COOH – karboxylová skupina

CT – Computed tomography

EKG – elektrokardiogram

ERCP - endoskopická retrográdní cholangiopankreatikografie

FN - fakultní nemocnice

HU – Hounsfield unit

i. a. - intraarteriálně

i. v. – intravenózně

JIP – jednotka intenzivní péče

JKL – jodová kontrastní látka

KL / k. I. - kontrastní látka

l – litr

ml - mililitr

ms - milisekund

mg – miligram

mg/s – miligram jodu za sekundu

MR – magnetická rezonance

μmol - mikromol

Např. - například

obr. č. – obrázek, číslo

p. o. - per os

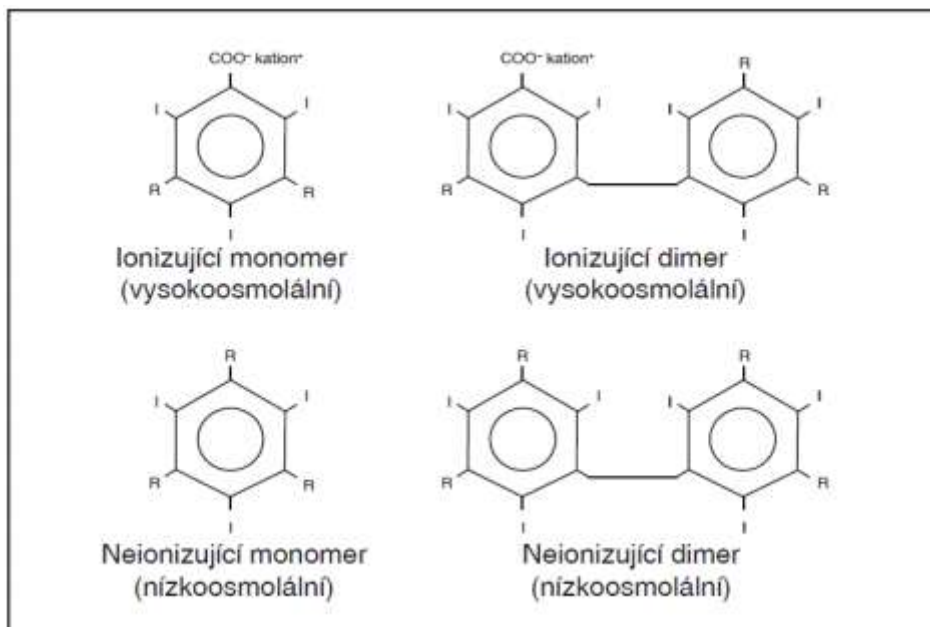
RTG – rentgenový

s – sekunda

USG - ultrasonografický

OBRAZOVÁ PŘÍLOHA:

Obr. č. 1 : Chemický vzorec jodových kontrastních látek



Zdroj: HOVORKA. 2012

Obr. č. 2 : CT kontrastní látka Iomeron 300



Obr. č. 3 : Insuflátor pro CT kolonografii



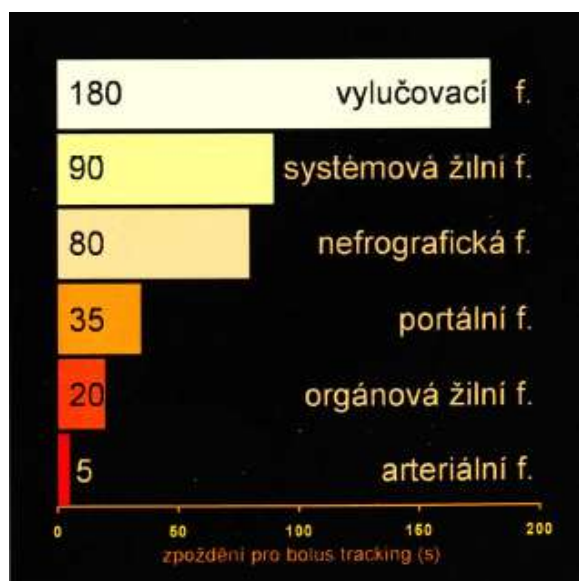
Zdroj: Reklamní prospekt VIMAP TECHNOLOGIES

Obr. č. 5 : Přetlakový injektor



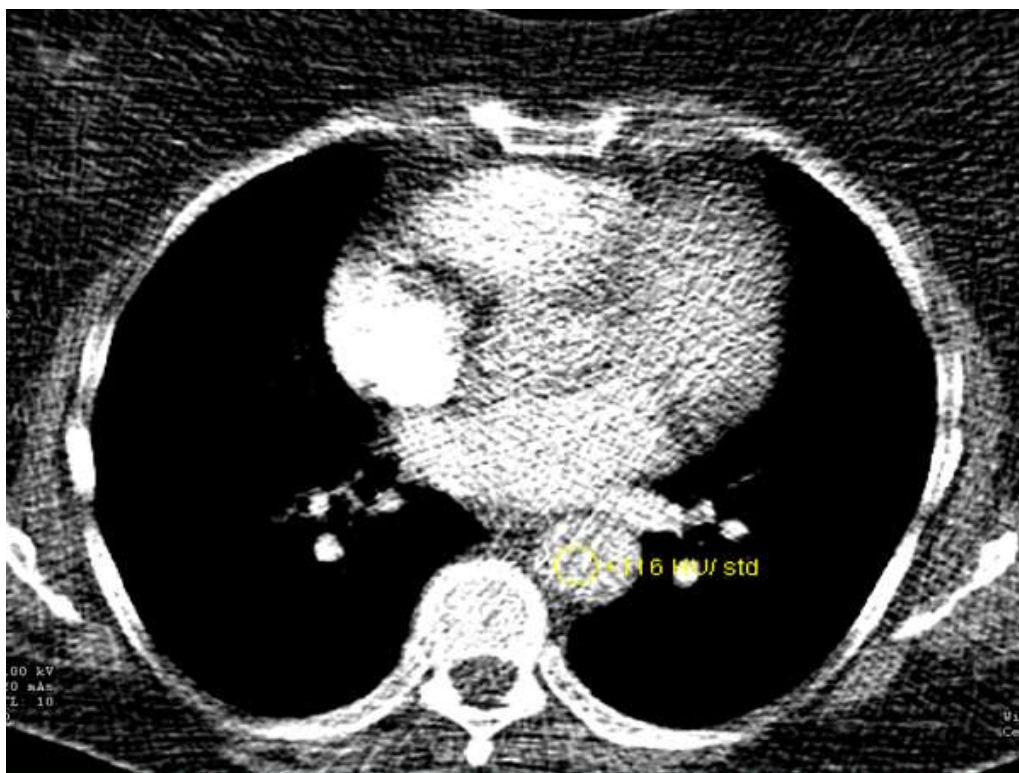
Zdroj: vlastní

Obr. č. 6 : Cirkulační fáze



Zdroj: FERDA, MÍRKA, BAXA. 2009. str. 51

Obr. č. 7 : Bolus do aorty



Zdroj: FN Plzeň

Obr. č. 8 : Bolus „do vzduchu“ při vyšetření CTAG DK



Zdroj: FN Plzeň

PŘÍLOHY

Příloha A – Povolení sběru dat ve FN Plzeň

Vážená paní

Veronika Jursíková

Studentka oboru Radiologický asistent, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta zdravotnických studií, Katedra záchranářství a technických oborů

Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Na základě Vaší žádosti Vám jménem Útvaru náměstkyně pro ošetrovatelskou péči FN Plzeň **uděluji souhlas** se sběrem informací ve FN Plzeň, na *Klinice zobrazovacích metod*, v souvislosti s vypracováním Vaší bakalářské práce s názvem „*Význam použití kontrastních látek při vyšetření pomocí výpočetní tomografie*“, za níže uvedených podmínek.

Podmínky, za kterých Vám bude umožněna realizace Vašeho šetření ve FN Plzeň:

- Vrchní radiologický asistent osloveného pracoviště souhlasí s Vaším postupem.
- Osobně povedete svoje šetření.
- Vaše šetření nenaruší chod pracoviště ve smyslu provozního zajištění dle platných směrnic FN Plzeň, ochrany dat pacientů a dodržování Hygienického řádu FN Plzeň. **Vaše šetření bude provedeno za dodržení všech legislativních norem, zejména s ohledem na platnost zákona č. 372 / 2011 Sb., § 65, odst. 3.**
- Údaje ze zdravotnické dokumentace, které budou uvedeny ve Vaší bakalářské práci, musí být anonymizovány.
- Sběr informací budete provádět pod přímým vedením oprávněného zdravotnického pracovníka FN Plzeň, kterým je ing. Hana Humlová, zaměstnankyně KZM a to pouze v době Vašich, školou schválených, praktik.
- Po zpracování Vámi zjištěných údajů poskytnete zdravotnickému oddělení / klinice či organizačnímu celku FN Plzeň závěry Vašeho šetření, pokud o ně projeví oprávněný pracovník ZOK / OC zájem.

Toto povolení nezakládá povinnost zdravotnických pracovníků s Vámi spolupracovat, pokud by spolupráce s Vámi narušovala plnění pracovních povinností zaměstnanců. Spolupráce zaměstnanců FN Plzeň na Vašem šetření je dobrovolná a je vyjádřením ochoty ke spolupráci oslovených zaměstnanců FN Plzeň s Vámi.

Přeji Vám hodně úspěchů při studiu.

Mgr., Bc. Světluše Chabrová
manažerka pro vzdělávání a výuku NELZP
zástupkyně náměstkyně pro oš. péči

Útvar náměstkyně pro oš. péči FN Plzeň
tel.. 377 103 204, 377 402 207
e-mail: chabrovas@fnplzen.cz
22. 10. 2013

Příloha B – Povolení sběru dat v ON Příbram, a.s.

Veronika Jursková
Havlíčkova 671
26401 Sedlčany
773 457 770

Oblastní nemocnice Příbram, a.s.
Podbrdská 269
261 95 Příbram V- Zdáboř

Žádost o poskytnutí informací v souvislosti s vypracováním bakalářské práce:

Žádám o možnost poskytnutí informací o léčebných /ošetřovatelských metodách, u pacientů vyšetřovaných pomocí CT, v rámci přípravy podkladů pro vypracování mé bakalářské práce. Termín tohoto čerpání bude v období odborné praxe na OZM od 2. 12. 2013 do 20. 12. 2013.

Informace mně bude poskytovat oprávněný zdravotnický pracovník, kterým je:

Primář oddělení MUDr. Petr Bleha

.....
P. Bleha

Děkuji za kladné vyřízení mé žádosti.

V Příbrami, 11. 10. 2013

Prohlášen
Mgr. Ivana Kratochvílová, OZM

⇒ Vše podle zápisu, tu všechny informace budou bez identifikace pacientů /anonymní/

Mgr. Ivana Kratochvílová
I. Kratochvílová