

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

Bakalářská práce

**Specifický přístup k diagnostice zobrazovacími metodami
u nemocných s diabetem**

Vedoucí práce: prof. MUDr. Stanislav Tůma, CSc.

Autor práce: Jitka Klimešová

Datum odevzdání práce: 3. 5. 2010

The specific approach to diagnostic imaging methods in patients with diabetes mellitus

Diabetes mellitus occurs as a result of absolute or relative lack of insulin. It is a chronic disease which can lead to damage of other systems and organs.

Number of patients with diabetes mellitus undergoing medical examinations or interventional therapy by the diagnostic imaging methods has been increasing. It brings higher demand on technical parameters of the methods and more exact work of medical staff. Examinations connected with administering contrast media can cause many complications to these patients and the routine examination can be changed into the dangerous one. The position of a radiological assistant has become more responsible.

The aim of this Bachelor's work was to outline diagnostic options while examining patients with diabetes mellitus and consider using diagnostic imaging methods as the administration of diagnostic contrast media can be risky for the patients.

Twenty six per cent (236 patients) out of 918 patients with diabetes mellitus type 1 or type 2 who visited the Diabetological Centre and the Department of Radiology of the Hospital in České Budějovice were examined by some of the diagnostic imaging methods. Adult diabetic patients underwent these radiological examinations: 188 skiagraphies of lungs, 119 skiagraphies of skeletons and 18 examinations under skiascopic control. Forty-four patients were examined by the sonography, 10 by the mammography, 110 by the computed tomography, 9 by the magnetic resonance and 10 patients by the angiography. Most diabetic patients were examined by common skiagraphy of arms and legs, skulls, vertebral columns due to injuries, fractures and degenerative changes. Skiagraphies of heart and lungs were indicated before and after operations or they preceded applying an insulin pump. The other numerous group was made up by patients with tumours. They were mostly examined by computed tomography.

Fifty-seven patients developed complications caused by diabetes. The examinations of carotid arteries, cerebral arteries, arteries and varicose veins in the legs were carried out by sonography, computed tomography and magnetic resonance. In six cases diagnostic angiography was followed by percutaneous transluminal angioplasty.

The use of contrast media in 64 patients was also considered. In all cases non-ionic contrast media of low or medium osmolarity in the volume of 80 – 125 ml were used.

The findings compared with those presented in literature proved the hypothesis that radiologist assistant work requires a specific approach towards the diabetic patients.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Specifický přístup k diagnostice zobrazovacími metodami u nemocných s diabetem jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, dne 3. května 2010

.....
Jitka Klimešová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu práce panu prof. MUDr. Stanislavu Tůmovi, CSc za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi při psaní bakalářské práce poskytl.

Rovněž bych za poskytnutí informací ráda poděkovala MUDr. L. Dohnalové a Mgr. D. Hejnovi.

Jitka Klimešová

Obsah:

Úvod	7
1. Současný stav	8
1.1 Diabetes mellitus	8
1.1.1 Klasifikace	9
1.1.1.1 <i>Diabetes mellitus 1. typu</i>	10
1.1.1.2 <i>Diabetes mellitus 2. typu</i>	10
1.1.2 Komplikace diabetu	12
1.1.2.1 <i>Akutní komplikace</i>	12
1.1.2.2 <i>Chronické komplikace</i>	14
1.2 Přehled způsobů diagnostiky a léčby na radiologickém pracovišti	19
1.2.1 Diagnostika diabetické nohy	19
1.2.2 Diagnostika renálních komplikací	25
1.2.3 Diagnostika kardiovaskulárních komplikací	27
1.3 Problematika spojená s podáním kontrastních látek	32
1.3.1 Negativní kontrastní látky	33
1.3.2 Pozitivní kontrastní látky	33
1.3.2.1 <i>Renální farmakodynamika jodových kontrastních látek</i>	35
1.3.3 Nežádoucí reakce po podání kontrastních látek	36
1.3.3.1 <i>Kontrastová nefropatie</i>	37
1.3.3.2 <i>Laktátová acidóza</i>	39
1.3.3.3 <i>Systémová nefrogenní fibróza</i>	41
2. Cíle práce a hypotézy	43
2.1 Cíle práce	43
2.2 Hypotézy	43
3. Metodika	44
4. Výsledky	45
5. Diskuze	52
6. Závěr	58
7. Seznam použité literatury	59
8. Klíčová slova	63

Úvod:

Diabetes mellitus je závažné endokrinní onemocnění, které vzniká jako následek absolutního nebo relativního nedostatku inzulínu. Je to onemocnění, jehož projevy a následky lze vhodnou životosprávou a medikací dlouhodobě tlumit.

Celý svět prožívá v současné době pandemii diabetu, která se nevyhýbá ani České republice. Stoupá především počet nemocných s diabetem 2. typu, navíc se stále častěji objevuje mezi mladými lidmi. Podle výkazu Ústavu zdravotnických informací a statistiky se v roce 2008 v České republice léčilo s tímto onemocněním 774 tisíc osob, to je téměř o 19 tisíc více než v předchozím roce a o celých 120 tisíc víc než v roce 2001.³⁸⁾

Diabetes se stává značným zdravotně – sociálním problémem. Závažnost onemocnění je dána jeho druhotnými projevy a komplikacemi, které zasahují téměř do všech odvětví medicíny. Především kardiovaskulární postižení, nervové, ledvinné a další komplikace jsou příčinou vysoké nemocnosti, jsou důvodem hospitalizace a nezdědka přivádějí diabetiky na radiologické pracoviště. Přibývající počet nemocných s diabetes mellitus tak přináší vyšší požadavky na technické parametry zobrazovacích metod i na zdravotnické pracovníky. Polymorbidita diabetických pacientů vyžaduje vyšetření různých orgánových systémů, často spojené s vyšetřením pomocí kontrastní látky. Ta může průběh základního onemocnění a stav diabetika výrazně zhoršit nebo zkomplikovat. Role radiologického asistenta je v těchto případech obzvláště důležitá.

V této práci bych ráda podala přehled o diagnostických možnostech zobrazovacích metod při postižení nemocných s diabetes mellitus a pojednala o postavení radiologického asistenta při vyšetřeních diabetiků vzhledem k nebezpečí komplikací při podání kontrastních látek.

1. Současný stav:

1.1 Diabetes mellitus:

Diabetes mellitus neboli úplavice cukrová je chronické metabolické onemocnění. Vzniká jako následek absolutního nebo relativního nedostatku inzulínu, tzn., že je způsobeno poruchou vylučování inzulínu, jeho nedostatečným účinkem nebo kombinací obou faktorů. Projevem všech typů diabetu je zvýšená hladina cukru v krvi, hyperglykémie, a následné změny metabolismu sacharidů, tuků, bílkovin a minerálů ve tkáních.³⁷⁾

Inzulín se tvoří v Langerhansových ostrůvcích uvnitř sekretorické části slinivky břišní. Jeho hlavním metabolickým účinkem je snižování hladiny krevního cukru, která je různými regulačními mechanismy udržována na hodnotách 4,5 – 6,5 mmol/l. Udržováním stálé hladiny cukru je zajištěn trvalý přísun cukru pro buňky a tkáně, pro které je cukr hlavním zdrojem energie. Při nedostatku inzulínu se hladina krevního cukru zvyšuje. Buňky tkání nemohou bez inzulínu využít krevního cukru a ten je vylučován močí.⁴⁾

Nebezpečí tohoto onemocnění spočívá v tom, že se po určitou dobu nemusí nijak projevovat. Tím vyšší je nebezpečí vzniku diabetických komplikací. Dlouhodobě a špatně kompenzovaný diabetes se mimo jiné projevuje ukládáním cukru a jeho metabolitů do malých a velkých cév a pomalu a vážně poškozuje jednotlivé orgány. Jedná se především o poškození nervového systému, ledvin a očí, ale také o poškození velkých cév mozku, srdce a dolních končetin s vysokým rizikem vzniku srdečních a mozkových příhod a ischemické choroby dolních končetin. V těchto, ale i v dalších jiných případech se široce uplatňuje diagnostika zobrazovacími metodami.³⁷⁾

V roce 2008 se v České republice s tímto onemocněním léčilo téměř 774 tisíc osob a každým rokem tento počet mírně stoupá. Přehled o počtu nemocných s diabetes mellitus od roku 2003 a jejich léčbě je uveden v tabulce 1.³⁸⁾

		2003	2004	2005	2006	2007	2008
počet léčených pacientů		686 865	712 079	739 305	748 528	754 961	773 561
v tom	jen dietou	241 094	242 668	244 703	240 544	223 738	209 968
	PAD	297 456	310 659	326 584	332 387	342 947	363 489
	inzulínem	105 279	111 937	116 028	120 491	126 035	127 917
	PAD + inzulín	43 036	46 815	51 990	55 106	62 241	72 187
počet nových onemocnění		56 683	54 303	56 545	56 311	56 398	55 975
počet úmrtí		24 603	23 725	23 326	23 521	22 869	22 259

Zdroj: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR

1.1.1 Klasifikace:

U diabetu rozlišujeme dva základní typy, diabetes mellitus 1. a 2. typu. Vyskytují se v populaci nejčastěji, mají podobné příznaky, ale odlišné příčiny vzniku. Porucha glukózové tolerance často předchází druhému typu diabetu a během těhotenství se může objevit gestační diabetes. Léky a chemické látky, infekce, genetické defekty funkce B buněk nebo účinku inzulínu, onemocnění exokrinního pankreatu nebo endokrinopatie (porucha žlázy s vnitřní sekrecí) způsobují tzv. specifické typy diabetu.^{24, 27)}

Přehled o výskytu diabetu dle typu a pohlaví je v tabulce 2.³⁸⁾

Pohlaví	primární diabetes		sekundární diabetes	Porucha glukózové tolerance
	1. typu	2. typu		
muži	26 662	326 215	5 521	22 653
ženy	27 812	382 632	4 719	27 966
celkem	54 474	708 847	10 240	50 619

Zdroj: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR

1.1.1.1 Diabetes mellitus 1. typu:

Je to onemocnění, které je charakterizováno absolutním nedostatkem inzulínu. Má imunologický základ. Příčinou je destrukce B buněk Langerhansových ostrůvků slinivky břišní autoimunní inzulitidou. Dochází k tomu, že organismus sám vytváří protilátky proti vlastním buňkám a postupně je usmrcuje.³⁷⁾

Onemocnění má rychlý a výrazný nástup, který může skončit až rozvojem akutního ketoacidotického kómatu. K rozvoji dochází nejčastěji při hořčnatě probíhající viróze, angíně, psychickém stresu, kdy jsou vyplaveny kontraregulační hormony. Mezi první příznaky patří žízeň se zvýšeným příjmem tekutin a častým močením, což je způsobeno vysokou hladinou krevního cukru. Objevuje se únava, malátnost, neschopnost soustředit se, svědění kůže a nemocný ztrácí na váze.^{7, 27)}

Vyskytuje se převážně u mladší generace do 40 let, přičemž vrchol onemocnění je mezi 12. až 15. rokem. Není však výjimkou ani v pozdějších letech. Nemocný vyžaduje pro přežití celoživotní podávání inzulínu pomocí inzulínového pera či inzulínové pumpy a dodržování přísné diety.²⁷⁾

1.1.1.2 Diabetes mellitus 2. typu:

Diabetes 2. typu je nejčastější metabolickou poruchou vyznačující se relativním nedostatkem produkce a účinku inzulínu, který vede v organismu k nedostatečnému použití glukózy. Tvoří kolem 90% všech nemocných. Oproti diabetu 1. typu se nejčastěji vyskytuje ve věkové kategorii nad 45 let. V současné době není výjimkou ani u dětí a dospívajících. Vzniká jako následek genetické predispozice. Kromě té se na vzniku podílí zejména nesprávný styl života, nevhodná strava s velkým příjmem kalorií vedoucí k obezitě nebo nadváze, malá fyzická aktivita, stres, kouření a jiné civilizační návyky.^{27, 37)}

Onemocnění probíhá pozvolně, často zcela bezpříznakově a neřídka se projeví až komplikacemi nebo při vyšetření z důvodu jiné nemoci. V době záchytu bývají již přítomny specifické angiopatické komplikace, neuropatie v 54%, nefropatie v 15%, retinopatie v 15% nebo se zjistí makrovaskulární postižení. Kvantitativně jsou potíže obdobné jako u DM 1. typu. Vzhledem k tomu, že sekrece inzulínu nikdy neklesne až k nule, nejsou pro diabetes 2. typu typické akutní komplikace, např. akutní ketoacidóza, typická pro DM 1. typu.²⁷⁾

Základem léčby je dieta a fyzická aktivita vedoucí ke snížení tělesné hmotnosti. Tím, že v průběhu onemocnění dochází ke zhoršení poruchy a úbytku sekrece inzulínu, je nutné v průběhu času léčbu zintenzivňovat perorálními antidiabetiky, později inzulínem nebo jejich kombinací.^{7, 27)}

V tabulce 3 jsou přehledně uvedeny rozdíly v klinickém obraze mezi 1. a 2. typem.²⁷⁾

Tab. 3 Rozdíly v klinickém obraze:		
	DM 1. typu	DM 2. typu
diabetes v rodině	méně častý	častý
vazba na HLA antigeny	prokazatelná	nezjištěna
věk vzniku	do 30-40 let	nad 30-40 let
tělesný habitus	štíhlý	obézní
nástup choroby	náhlý	pozvolný
endogenní sekrece inzulínu	nízká až nulová	normální až zvýšená
glykémie	zvýšená	zvýšená
glykosurie	ano	ano
sklon ke vzniku ketoacidózy	ano	ne
závislost na zevním podávání inzulínu	ano	ne
frekvence nově diagnostikovaných případů	asi 15%	asi 85%
komplikace	časté	časté

Zdroj: J. Rybka - Diabetes mellitus – komplikace a přidružená onemocnění

1.1.2 Komplikace diabetu:

Komplikace diabetu dělíme na akutní a chronické, ty pak na specifické a nespecifické.

1.1.2.1 Akutní komplikace:

K akutním komplikacím diabetu řadíme hypoglykémii, diabetickou ketoacidózu, hyperglykemický hyperosmolární syndrom a laktátovou acidózu. Radiologický asistent se při své práci může setkat s diabetickým pacientem v nestabilním stavu, především ve stavu hypoglykémie nebo hyperglykémie. Měl by proto tyto komplikace znát a umět jejich příznaky rozpoznat.

Hypoglykémie:

Hypoglykémie je stav snížené koncentrace glukózy provázený klinickými, humorálními a dalšími biochemickými projevy, vedoucí k závažným poruchám činnosti mozku, který je na přívodu cukru v krvi závislý. K tomuto stavu dochází, pokud plazmatická koncentrace glukózy klesne pod hodnotu 3,3 mmol/l.^{22, 27)}

Klinické projevy jsou závislé předně na vyšší glykémii, přičemž mohou být ovlivněny také rychlostí poklesu koncentrace glukózy v krvi. V první fázi poklesu krevního cukru se organismus sám snaží vyrovnat hodnotu glykémie kontraregulačními mechanismy. Zejména aktivita sympatiku je odpovědná za úvodní symptomologii hypoglykémie – neklid, třes, pocení, zčervenání, tachykardii a pocit hladu. Pacient je často dezorientovaný a může budít dojem opilého člověka. Při pokračujícím poklesu glykémie se rozvíjí symptomy porušené funkce centrální nervové soustavy, dochází k poruchám vědomí až komatu.^{22, 24)}

Běžnou hypoglykémii by měl pacient zvládnout sám požitím 10-20 g sacharidů ve formě ovocných nápojů, cukru či tablet glukózy a v klidu počkat, až projevy ustoupí, případně přívod sacharidů opakovat po 5-10 minutách.²²⁾

Diabetická ketoacidóza:

Diabetická ketoacidóza je život ohrožující, ale reverzibilní komplikace, vyskytující se především u DM 1. typu. Je nejčastější příčinou úmrtí diabetiků mladších 20 let, má mortalitu kolem 5%.²²⁾

K hyperglykémii vede zvýšený výdej glukózy z jater. Hyperglykémie je příčinou vystupňované osmotické diurézy vedoucí až k hypovolemii a dehydrataci nemocného. Zvýšená produkce katecholaminů vede v těchto případech k stimulaci sekrece glukagonu, blokáde reziduální sekrece inzulínu a zhoršení inzulínové rezistence v periferních tkáních. Pacient je dehydrovaný, má suchou kůži i sliznici. Dochází k hypotenzi a tachykardii a k poruchám vědomí. Dech páchne po acetonu.^{22, 24)}

Léčba spočívá v náhradě chybějících tekutin, náhradě inzulínu a v úpravě vnitřního prostředí. Nemocní s rozvinutou diabetickou ketoacidózou by měli být hospitalizováni na jednotkách intenzivní péče.²²⁾

Hyperglykemický hyperosmolární syndrom:

Tento syndrom je vážnou akutní komplikací diabetu 2. typu. Je charakterizován extrémní zvýšenou hladinou krevního cukru (hyperglykemií), těžkou dehydratací organismu, poruchou vědomí a rizikem vzniku renální insuficience různého stupně.²²⁾

Prvními příznaky jsou zvýšená žížeň, časté močení a slabost. Později se mohou objevit křeče, neurologické příznaky, zmatenost až koma. Nejsou přítomny ketolátky a acidóza. Častěji se vyskytuje u starých lidí s dalšími přidruženými chorobami. Hlavní příčinou vzniku hyperglykemického komatu jsou stavy znemožňující příjem tekutin, např. jiná probíhající nemoc, sociální izolace, psychická porucha, infekce. Stav vyžaduje okamžitou léčbu na jednotkách intenzivní péče.^{22, 24)}

Laktátová acidóza:

Laktátová acidóza se projevuje zvýšenou hladinou kyseliny mléčné v plazmě. Je to stav, kdy se v organismu hromadí kyselina mléčná nad 5 mmol/l, což vede ke snížení pH krve pod 7,35 a postupně se může vyvinout v život ohrožující stav.²⁷⁾

Rozlišujeme 2 typy:²⁷⁾

- typ A, který vzniká při nedostatečné dodávce kyslíku tkáním
- typ B, který vzniká v důsledku poruchy energetického metabolismu

Řadíme ji mezi komplikace vznikající u pacientů léčených perorálními antidiabetiky – biguanidy. Metformin má však dnes několikanásobně nižší riziko vzniku než dříve používané preparáty. Proto většinou vzniká u nemocných, u nichž nebyly respektovány kontraindikace léčby.²²⁾

Mezi příznaky laktátové acidózy řadíme nauzeu, nechutenství, svalové křeče, zvýšenou dechovou frekvenci, bolesti břicha, průjem, snížené vědomí až bezvědomí.²²⁾

1.1.2.2 Chronické komplikace:

Diabetes mellitus je chronické onemocnění, které ve svém průběhu vede k ireverzibilním změnám cévní stěny a pojiva a k rozvoji dlouhodobých cévních komplikací, které jsou hlavní příčinou morbidity a mortality těchto nemocných. Obvykle je rozdělujeme podle průsvitu tepen, které jsou převážně postiženy, na komplikace mikrovaskulární a makrovaskulární.

Mikrovaskulární patří mezi specifické komplikace projevující se jako diabetická retinopatie, nefropatie a neuropatie. Makrovaskulární, nespecifické, komplikace se projevují vznikem předčasné aterosklerózy, která postihuje koronární, cerebrální a periferní artérie.²¹⁾

Z chronických komplikací se statisticky sledují především počty případů nefropatie, retinopatie a počty cévních komplikací označovaných jako diabetická noha. V roce 2008 se vyskytlo celkem 209 tisíc těchto případů, viz tabulka 4. Z celkového počtu léčených diabetiků mělo v souvislosti s touto nemocí vážnější zdravotní problémy 27 % pacientů.³⁸⁾

Komplikace diabetu		2003	2004	2005	2006	2007	2008
diabetická nefropatie		59 811	63 067	66 522	69 842	73 957	75 596
z toho	s renální insuficiencí	18 372	19 265	20 864	21 960	24 196	26 131
Diabetická retinopatie		81 085	84 077	85 294	86 527	88 315	90 586
z toho	slepota	2 263	2 364	2 447	2 429	2 335	2 313
diabetická noha		37 971	39 753	40 402	41 328	42 337	42 992
z toho	s amputací	7 029	7 444	7 859	7 834	7 853	8 169

Zdroj: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR

Diabetická retinopatie:

Diabetická retinopatie vzniká na základě postižení kapilárního řečiště očního pozadí. Vyskytuje se u diabetu 1. i 2. typu a je nejčastější příčinou slepoty. Špatně kompenzovaný diabetes postihuje v očích drobné cévy, dochází k jejich ucpávání a porušení prokrvení sítnice. Ze sítnice může také vytékat tekutina, která způsobuje otok sítnice.²⁷⁾

U diabetické retinopatie rozlišujeme tyto klinická stádia a formy:²⁷⁾

- neproliferativní
- proliferativní
- diabetická makulopatie

Diabetická nefropatie:

Je to chronické progredující onemocnění ledvin, které se vyznačuje albuminurií, arteriální hypertenzí a postupným selháváním renálních funkcí. Postihuje 20-40 % diabetiků a patří k nejčastějším příčinám selhání ledvin. Lze ji rozdělit na diabetickou nefropatii zapříčiněnou diabetem nebo vzniklou na základě cévního onemocnění, iatrogenního postižení či infekce a nediabetickou nefropatii.²⁷⁾

V ledvinách dochází ke změnám vedoucím k poruše bazální membrány glomerulů, k jejich ztlustění a zvýšené permeability, přičemž je přítomna expanze mezangia. Změny se projevují postupně narůstajícím únikem proteinů do moči. V pokročilém stádiu se vyvíjí selhání ledvin a nefrotický syndrom.²⁸⁾

V rozvoji diabetické nefropatie se rozlišují čtyři stadia:²⁷⁾

1. hyperfiltračně - hypertrofické stadium s glomerulární hyperfiltrací, zvýšeným průtokem krve ledvinami a vznikem mikroskopických změn
2. stadium incidentní diabetické nefropatie s trvalou mikroalbuminurií (20–200 µg/min), kdy ještě může být normální krevní tlak nebo je přítomna tzv. mikrohypertenze
3. stadium klinicky manifestní nefropatie s proteinurií (> 0,5 g/24 h) a arteriální hypertenzí, kdy již klesá glomerulární filtrace
4. stadium chronické renální insuficience, kdy dochází k selhání funkce ledvin a k potřebě dialýzy, event. transplantaci

Diabetickou nefropatii provází snížená funkce ledvin. Aby při kontrastním vyšetření nedocházelo ke zhoršení zdravotního stavu pacienta s diabetickou nefropatií, je důležité před podáním jodové kontrastní látky provést speciální opatření.

Diabetická neuropatie:

Diabetickou neuropatii lze definovat jako nezánettivé poškození funkce a struktury periferních somatických nebo autonomních nervů na podkladě metabolicko-vaskulární patofyziologie. ²⁾

Většinou se neuropatie dělí na symetrickou a asymetrickou, obě skupiny se mohou objevovat v kombinaci. Nejčastější formou diabetické neuropatie je symetrická senzitivně-motorická polyneuropatie a autonomní neuropatie. ²⁾

Onemocnění je značně heterogenní. Postihuje různé části nervového systému, a proto se prezentuje různými klinickými projevy. Mezi subjektivní potíže zahrnujeme palčivé, řezavé a pálivé bolesti nohou a mravenčení prstů. Bolesti se zvětšují, když je pacient v klidu, a vyžadují analgetickou léčbu a léčbu hypnotiky. Objevuje se ztráta citlivosti, pocity chladu a svalová slabost. Diabetik necítí tolik tlakovou bolest ani bolest při vznikajícím zánětu. Je ohrožen vznikem flegmóny, gangrény a následnou amputací, tedy syndromem diabetické nohy. ^{2, 27)}

Diabetická neuropatie může být i příčinou poruchy kostního metabolismu v kterékoli oblasti skeletu. Postižení kostní struktury pak může být jednou z příčin vzniku neuropatické fraktury, která obvykle vzniká bez zjevné traumatické příhody. ¹⁾

Kardiovaskulární komplikace:

Změny ve větších cévách při diabetu jsou podmíněny aterosklerózou. Na jejím rozvoji se podílejí změny, které jsou důsledkem kumulace rizikových faktorů (věk, rodinná zátěž, arteriální hypertenze, dyslipidémie, kouření), přičemž hyperglykémie je pouze jedním z nich. Urychluje postižení cév, které nastupuje dříve a vyskytuje se 2–4krát častěji než u zdravé populace, takže se značně zvyšuje morbidita a mortalita především u diabetiků 2. typu. Častěji se vyskytuje ischemická choroba dolních končetin a cévní mozková příhoda. Akutní nebo chronická ischemická choroba srdeční vzniká na podkladě nedostatečného zásobení myokardu při onemocnění věnčitých tepen, jímž je zpravidla koronární ateroskleróza. ^{24, 27)}

Stenóza renálních arterií zase může způsobit zvýraznění arteriální hypertenze. Dochází ke zhoršení filtrační funkce ledvin nebo k selhání ledvin pro jejich úplnou nedokrvenost.²⁵⁾

Syndrom diabetické nohy:

Syndromem diabetické nohy se označuje řada cévních, nervových, kloubních a kostních postižení v podobě puchýřů, atrofií svalstva, patologických fraktur a osteolytických změn, které vznikají na dolních končetinách působením dvou hlavních faktorů - poškozením nervů a poruchami cévního zásobení.^{23, 27)}

Postižení nohou u diabetiků je spojeno s velmi vážnými komplikacemi, které vedou často ke vzniku diabetického vředu (ulcerace). Celou situaci pak zhoršuje infekce a působení tlaku. Vstup infekce znesnadňuje hojení rány a vede k destrukci hlubších tkání. Zanedbání včasné léčby i péče vede k odumírání měkké tkáně (gangréna), k dlouhodobé hospitalizaci a k nutnosti amputace končetiny.^{26, 27)}

Podle etiologie se diabetická noha dělí na primární a sekundární. Primární se rozděluje podle příčiny na neuropatickou, ischemickou a neuroischemickou ulceraci, sekundární pak na nekomplikovanou a komplikovanou ulceraci.²⁷⁾

Klinická klasifikace diabetické nohy podle Wagnera:²⁷⁾

- stupeň 1: povrchová ulcerace, většinou bez známek infekce
- stupeň 2: hlubší ulcerace, většinou není významná infekce
- stupeň 3: hluboká ulcerace (pod plantární fascií, penetrující do kostí a kloubů) nebo závažná infekce (flegmóna, absces, osteomyelitida, artritida)
- stupeň 4: lokalizovaná gangréna
- stupeň 5: gangréna celé nohy

Diagnostika a léčba syndromu diabetické nohy je založena na anamnéze a fyzikálním vyšetření, ale své nezastupitelné místo zde mají i zobrazovací metody.

1.2 Přehled způsobů diagnostiky a léčby na radiologickém pracovišti

Radiologický asistent se při své práci setkává čím dál častěji i s pacienty, kteří trpí diabetem. Na radiologické oddělení je přivádí různá onemocnění a podrobují se jednotlivým vyšetřením či intervenčním terapeutickým zákrokům pomocí zobrazovacích metod. Jsou však nemoci, které souvisí přímo s diabetem, a na ty bych se v této kapitole zaměřila. Jde především o postižení cév, jejichž hlavní příčinou je ateroskleróza.

V algoritmu diagnostiky a léčby pacientů s diabetickými komplikacemi se uplatňuje celá řada specialistů a medicínských oborů. Své nezastupitelné místo zde má i radiologie a zobrazovací metody vnášející do rozhodování o léčbě zásadní informace.¹²⁾

K diagnostice používáme celou řadu zobrazovacích modalit, jejichž využití a výtěžnost se liší.¹²⁾

1.2.1 Diagnostika diabetické nohy:

Základní zobrazovací metodou zůstává skiografie a nativní **rentgenový snímek** nohy ve dvou základních projekcích. Pomocí něho může lékař u pacienta s diabetem diagnostikovat Charcotovu osteoartropatii, což je nejčastější patologický kostní a kloubní projev diabetické neuropatie v oblasti nohy a hlezna. Dále na snímcích může nalézt osteoporózu, subchondrální pseudocysty, spontánní zlomeniny, otok měkkých tkání nebo přítomnost plynu ve tkáni při anaerobní infekci. Komplikující osteomyelitida pak vede k osteolýzám skeletu, deformacím a sublucacím.¹²⁾

Charakteristika kostních a měkkotkáňových změn na rentgenovém snímku se liší podle délky trvání onemocnění a přidružených komplikací.¹²⁾

Další neinvazivní vyšetřovací metodou je **ultrasonografie**, která nám umožňuje jak funkční, tak morfologické vyšetření tepenného systému.

Ultrazvukové vyšetření dopplerovským principem umožňuje měření kotníkových tlaků. Jedná se o ultrazvukový detektor využívající principu Dopplerova

jevu, změny frekvence mechanického vlnění při odrazu od pohybujícího se objektu (erytrocytů). Pacientovi se nad kotník naváže manžeta tonometru a signál je snímán dopplerovskou sondou za kotníkem pod manžetou v místě a. tibialis posteriori. Současně se měří systolický tlak na paži a z naměřených hodnot se vypočítá tzv. kotníkový tlakový index. Optimální stav je, když se index rovná 1. Hodnota 0,6 – 0,9 upozorňuje na stenózu tepny a index pod 0,6 uzávěr tepny.⁷⁾

Pokud se nám nezdaří kvůli mediokalcinóze tepenné stěny u diabetiků nebo z jiného důvodu správně vyhodnotit vyšetření, využijeme barevnou duplexní ultrasonografii.⁷⁾

Tato metoda v sobě kombinuje dvourozměrný ultrazvukový obraz, barevné mapování krevního toku a dopplerometrické vyšetření. Pomocí dvourozměrného ultrazvukového zobrazení anatomických struktur lze posoudit průsvit tepny a charakter aterosklerotického postižení. Dopplerovské techniky poskytují hemodynamické údaje týkající se směru, rychlosti a kvality proudění krve v tepnách. Indikuje se k diagnostice ICHDK, umožňuje spolehlivě lokalizovat stenózy a uzávěry, stanovit délku a stupeň obstrukce tepen zásobujících končetiny, centrální nervový systém a další orgány. Slouží ke stanovení morfologie tepenného postižení před invazivními výkony a k výběru nemocných vhodných k perkutánní angioplastice. Barevná duplexní ultrasonografie je také metodou první volby při průkazu lokálních komplikací po katetrizačních výkonech a k posuzování úspěšnosti terapeutických zásahů na tepenném řečišti.^{7, 23)}

Počítačová tomografie (CT) se při diagnostice diabetické nohy uplatňuje jen zřídka. Lze ji použít k zobrazení kostních změn a rozsahu destrukce skeletu. Sekvestrací můžeme sledovat periostální reakce a vztah fragmentovaných částic k postižené oblasti.⁷⁾

Moderní a rychlé multispirální CT přístroje jsou schopny velmi dobře zobrazit tepenný systém končetin a částečně tak nahradit diagnostickou angiografií.⁷⁾

CT angiografie je neinvazivní metoda zobrazování cévního systému. Je založena na prostorové 3D rekonstrukci obrazu ze spirální série axiálních skenů. Nedílnou součástí je přítomnost dostatečného množství kontrastní látky v zobrazovaných cévních

strukturách. Kontrastní látka se aplikuje intravenózně, série spirálních skenů se získává v době maximálního nasycení vyšetřovaných cévních struktur.¹⁸⁾

Výhodou CT angiografie ve srovnání s klasickou angiografií je možnost sledovat výsledný prostorový obraz v jakékoli projekci. To umožňuje dobrou orientaci u anatomicky komplikovaných cévních nálezů. Aplikace kontrastní látky intravenózně umožňuje provádět CT angiografii u ambulantních pacientů. Nevýhodou je její menší prostorová rozlišovací schopnost, nemožnost zobrazit selektivně jednotlivé tepny a sledovat dynamiku toku.⁷⁾

Magnetická rezonance (MR) také nemá dominantní roli v diagnostice komplikací diabetické nohy. Pro svoji vysokou senzitivitu je schopna odlišit neuroartropatii od zánětlivého poškození měkkých tkání, dobře anatomicky lokalizovat patologické změny a monitorovat aktivitu onemocnění.⁷⁾

MR angiografie nám dovoluje neinvazivně a bez ionizujícího záření zobrazit cévní systém dolní končetiny, nahradit diagnostickou angiografií a nasměrovat tak léčbu ischemie do rukou cévního chirurga nebo intervenčního radiologa. Na rozdíl od CT angiografie není nutné podání kontrastní látky. Oproti klasické angiografii zatím zůstává nevýhodou horší rozlišovací schopnost.^{7, 18)}

Angiografie tepen dolních končetin je invazivní cévní vyšetření, které se indikuje u diabetiků při klinických známkách ischemické choroby dolních končetin, při nehojící se ulceraci s podezřením na neuroischemickou etiologií a před každou zamýšlenou amputací. Na základě diagnostické angiografie se také lékaři rozhodují o provedení perkutánní transluminální angioplastiky nebo rekonstrukční cévní operace.²³⁾

Vzhledem k nutnosti podání kontrastní látky přichází pacient na vyšetření nalačno. U diabetiků je tedy před naplánovaným výkonem potřeba upravit antidiabetickou medikaci tak, aby nedošlo k hypoglykémii. Podává se infúze s glukózou a odpovídající dávkou inzulínu.³⁾

Důležitá je hydratace pacienta před i po vyšetření. Diabetici, kteří užívají perorální antidiabetika obsahující metformin, je musí před vyšetřením vysadit a pacient je převáděn na inzulín. Součástí přípravy pacienta je i zajištění laboratorních vyšetření.

Pacient je oblečen do nemocničního úboru a položen na vyšetřovací stůl. Zdravotní sestra připraví pacienta k výkonu. Pacient musí mít zajištěný žilní přístup a vyholená obě třísla, která se dezinfikují. V rámci zachování sterilního prostředí je zarouškování pacienta.¹⁸⁾

Vlastní katetrizaci provádí lékař nejčastěji Seldingerovou technikou v lokální anestezii nejčastěji cestou a. femoralis. Lze ji provádět i z jiných přístupů, např.

a. brachialis, a. radialis, a. axilaris. Jehlou se provede punkce tepny, o jejíž poloze se lékař přesvědčí pohmatem. Po punkci se zavede přes jehlu do tepny vodič. Jehla se odstraní a po vodiči se zavede vyšetřovací katétr až do postižené oblasti. Vše probíhá pod průběžnou rentgenovou kontrolou. Posledním krokem je odstranění vodiče a aplikace kontrastní látky, kterou se plní nasondované cévy a zároveň se snímkuje. Vyšetření je ukončeno po získání všech informací důležitých k získání diagnózy, místa postižení cévy apod. Při vyšetření může pacient cítit lehký pocit tepla ve vyšetřovaném místě, podmíněné průtokem kontrastní látky.^{7, 18)}

Po ukončení vyšetření je odstraněno veškeré instrumentárium a místo vpichu se, vzhledem k možnosti krvácení, komprimuje. Poté se na místo vpichu přiloží speciální tlakový obvaz, který má pacient obvykle (při vyšetření přes tříselnou tepnu) na místě cca 6 hodin a je převezen na oddělení. V nemocnici v Českých Budějovicích pokládají na místo vpichu pytlík s pískem. Pacient musí po provedené angiografii dodržovat klidový režim na lůžku 24 hodin, při vpichu v tříse nesmí pokrčovat dolní končetinu na straně vpichu. Pravidelně je kontrolován personálem oddělení.⁷⁾

Diagnostická angiografie zatím zůstává základní metodou k zobrazení patologických změn tepenného systému, především infrapopliteálních tepen. Na ischemizaci nohy se výrazně podílí aterosklerotické změny tepen a významné stenózy či uzávěry bérceových tepen jsou u pacientů s diabetickou nohou zcela běžným nálezem. Provádí se od břišní aorty po periferii. Je nutné vyloučit postižení břišní aorty a tepen pánve a stehna.¹²⁾

Intervenční radiolog je schopen po provedené angiografii zhodnotit stav řečiště a může doporučit provedení angioplastiky či chirurgické našíť bypassu. Velkou výhodou je možnost následného provedení intervenčního výkonu. Z léčebných možností na radiologickém oddělení je to perkutánní transluminální angioplastika a chemická sympatektomie.¹²⁾

Perkutánní transluminální angioplastika (PTA):

PTA je léčebná metoda, při které se pomocí speciálně upraveného balónkového katétru či výztuže rozšíří stenóza nebo uzavřený úsek cévy různé etiologie. V případě diabetiků se jedná především o změny způsobené aterosklerózou. Indikuje se z důvodů zprůchodnění postižené cévy a obnovení dostatečného krevního zásobení postižené oblasti. Provádí se jak u končetinových tepen, tak renálních, supraaortálních a koronárních tepen, ale i u stenóz a uzávěrů žil a dialyzačních A-V shuntů.¹⁸⁾

Tomuto výkonu musí vždy předcházet neinvazivní vyšetření cévního systému a diagnostická angiografie. Příprava pacienta a péče po výkonu je stejná jako u diagnostické angiografie.⁷⁾

Samostatný výkon se provádí za sterilních podmínek na angiografickém pracovišti a v lokálním znecitlivění. Lze jej provést ze všech přístupů, ze kterých se provádí diagnostická angiografie. Nejčastěji se provádí z femorálního přístupu.¹⁸⁾

Během výkonu jsou pacienti heparizováni. Po dokonalém zobrazení úseku tepenného řečiště, který má být dilatován, pronikáme stenózou nebo uzávěrem nejprve vodičem. Po vodiči se poté zavede dilatační balónkový katétr. Šířka dilatačního balónkového katétru musí odpovídat šířce tepny v daném místě, délka balónku délce postiženého úseku. Po přesném umístění do místa stenózy balónkový katétr nafoukneme a postižené místo tak dilatujeme. Rozvinutý balonek ponecháme v místě stenózy 1-2 minuty. Po dilataci se provede kontrolní angiografie.^{7, 18)}

Na konci výkonu se odstraní instrumentárium a místo vpichu se stlačí na dobu nezbytně nutnou k zástavě krvácení z tepny.

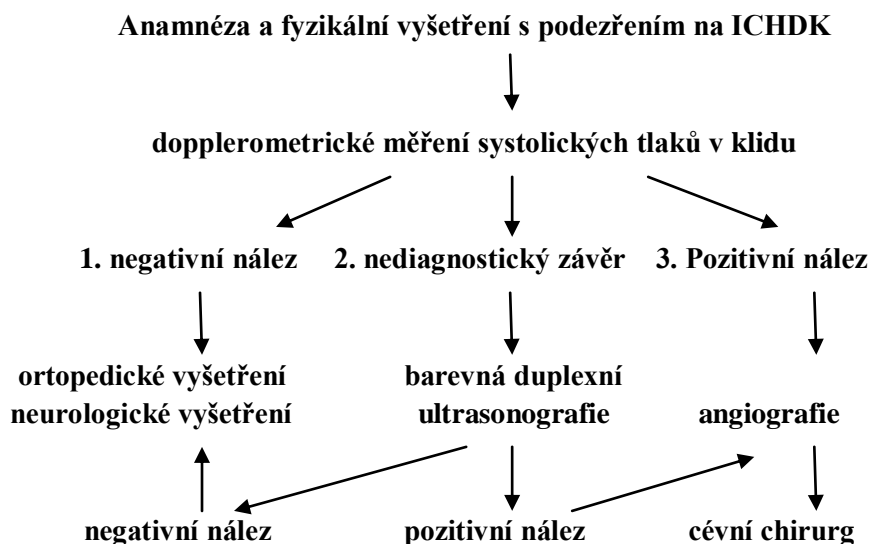
Chemická sympatektomie:

Tato metoda slouží k léčbě bolesti, která provází poruchy prokrvení dolních končetin, nejčastěji ischemickou chorobu dolních končetin. Lze ji použít i při léčbě bolesti amputačního pahýlu a u fantomových bolestí po amputaci dolní končetiny a u jiných poruch prokrvení. Provádí se pod CT kontrolou. ²⁰⁾

Těsně před výkonem se aplikuje do svalu injekce proti bolesti, pacient leží na boku nebo na zádech a nesmí se hýbat. Výkon spočívá v zavedení tenké chřabí jehly pod CT kontrolou do místa, kde probíhá truncus sympathikus v lumbální krajině a aplikaci léčebné směsi složené z alkoholu a malého množství kontrastní látky. Poté, co je směs aplikována, lékař vytáhne jehlu a místo přelepí. Po výkonu je pacient přes noc hospitalizován v nemocnici. ¹²⁾

I při tomto výkonu mohou nastat určité komplikace. V místě vpichu může dojít k infekci, poškození okolních orgánových struktur nebo lokální reakci na terapeutickou směs. Vyšší riziko vzniku infekce je právě u diabetiků a jinak oslabených jedinců ²⁰⁾

VYŠETŘOVACÍ ALGORITMUS PŘI PODEZŘENÍ NA MAKROANGIOPATII ⁷⁾



1.2.2 Diagnostika renálních komplikací:

K diagnostice renální hypertenze, která vzniká na podkladě zúžení a. renalis, se využívá celkového nefrologického vyšetření doplněné o duplexní sonografii renálních tepen, CT angiografie, MR angiografie a arteriografie. V určitých případech lze provést angioplastiku nebo chirurgickou revaskularizaci. Stejná vyšetření se využívají i v případě ischemické choroby ledvin.¹⁷⁾

Při infekčních onemocnění ledvin, které u nemocných s diabetes nejsou výjimkou, se indikuje ultrasonografie k vyloučení obstrukce. Při závažných stavech se doporučuje CT vyšetření nebo IVU k vyloučení komplikací.²⁸⁾

Pomocí **nefrogramu**, nativního snímku ledvin, získáme základní informace o uložení a kontuře ledvin a přítomnosti kalcifikace či koncrementů. Provádí se vleže na zádech v přední projekci.¹⁸⁾

Sonografické vyšetření ledvin je velmi přínosné a neinvazivní vyšetření, které pacienta nijak nezatěžuje. Mělo by být prováděno u každého pacienta s podezřením na onemocnění ledvin. Hlavními indikacemi jsou měření velikosti ledvin při renálních insuficiencích, sledování transplantovaných ledvin a různých chronických ledvinných onemocnění, sonograficky řízené perkutánní intervenční výkony a cévní vyšetření renálních cév Dopplerovskými technikami.^{17, 18)}

Dopplerovská sonografie renálních tepen má vysokou senzitivitu. Její provedení však závisí na zkušenostech monografisty, lokalizaci renálních tepen, obezitě a plynatosti pacienta. Barevná duplexní sonografie slouží k diagnostice patologií transplantovaných ledvin, nádorových onemocnění, renální hypertenze či trombotizací. Provádí se vleže na zádech, na bocích, popřípadě na zádech.²⁸⁾

Jednostranné zmenšení ledviny svědčí o hypoplazii, chronické pyelonefritidě, chronické obstrukci vývodného systému nebo uzávěru či stenóze ledvinné tepny. Oboustranné zmenšení pozorujeme u chronické glomerulonefritidy a diabetické nefropatie.²⁸⁾

Velmi často je při pozitivním nálezu doplňována počítačovou tomografií či magnetickou rezonancí.

CT je senzitivní metodou při diagnostice urolitiázy a často využíván k průkazu traumat a infarktů. Umožňuje zobrazení cévní stěny, její kalcifikace, i perifernější větvení renálních tepen. Při CT angiografii renálních tepen se aplikuje bolus JKL, snímají se řezy požadované oblasti a rekonstruuje se obraz vyšetřované tepny.^{18, 28)}

MR angiografie zobrazuje dobře odstup renálních tepen a je přínosná v diagnostice stenóz renálních arterií.¹⁸⁾

Při **renální arteriografii** se provádí jednak přehledná angiografie břišní aorty, tak i selektivní angiografie renálních tepen.¹⁸⁾

Angioplastika renálních tepen spočívá v roztažení nebo zprůchodnění postiženého místa ledvinné tepny balónkovým katétrem. V současnosti je výkon téměř vždy provázen implantací stentu.

Indikuje se při renovaskulární hypertenzi na podkladě aterosklerózy, renální insuficienci na podkladě stenózy renální tepny, stenóze renální tepny transplantované ledviny a stenóze renálního bypassu.¹⁸⁾

Výběr nemocného pro transplantační léčbu:

Kromě standardních součástí vyšetření, která předchází operacím a transplantacím, je základním požadavkem pečlivé posouzení stavu cév a výskytu koronární aterosklerózy.

Obvykle se používá dobutaminová zátěžová echokardiografie. V některých centrech se provádějí standardně u všech nemocných s diabetem selektivní koronarografie. U některých pacientů však tento přístup může přispět v závislosti s podáním kontrastní látky k zániku reziduální funkce ledvin. Nemocní s významnou stenózou koronárních tepen by měli před transplantací absolvovat revaskularizační terapii.²⁸⁾

K posouzení periferního cévního řečiště by mělo posloužit ultrazvukové vyšetření, kterým dobře zobrazíme a. carotis interna, pánevní tepny a tepny dolních končetin.²⁸⁾

1.2.3 Diagnostika kardiovaskulárních komplikací:

Hypertenze:

U pacientů s těžší hypertenzí, hypertenzí reagující špatně na léčbu, při její kombinaci s ICHS a při nejistých EKG známkách hypertrofie levé komory se doporučuje echokardiografické vyšetření. Přítomnost hypertrofie nebo dysfunkce levé komory může napomoci při rozhodování o zahájení léčby.³⁵⁾

Hypertonici s podezřením na sekundární hypertenzi by měli být vyšetřeni na specializovaném pracovišti s možností podrobnějších hormonálních vyšetření a zobrazovacích metod - sonografie, CT nebo MR ledvin, nadledvin, arteriografie.³⁵⁾

Diagnostika ischemické choroby srdeční (ICHS):

Mezi běžně užívané vyšetřovací metody řadíme klidovou a zátěžovou elektrokardiografii, echokardiografii, vyšetření pomocí nukleární medicíny, výpočetní tomografie a magnetické rezonance. Koronarografie zůstává stále zlatým standardem a především první fází léčebného intervenčního výkonu.³⁾

Jednoznačné doporučení vyšetřovacího postupu u diabetiků s ischemickou chorobou srdeční nebo s jeho rizikem není. Je proto třeba postupovat u každého nemocného individuálně se zvážením použití všech dostupných vyšetřovacích modalit a přihlédnutím k poměru možného prospěchu k riziku a zátěži pro nemocného.³⁾

Skiagrafický snímek srdce a plic slouží k posouzení orientace a velikosti srdce, městnání v malém oběhu nebo edému plic. Mohou být přítomny kalcifikace v postižené svalovině a v koronárních tepnách, známky aneuryzmatu srdce nebo rozšíření srdečního stínu.¹⁸⁾

Pomocí **výpočetní tomografie** lze stanovit koronární kalciové skóre. Obsah kalcia ve stěně koronárních tepen úzce souvisí s přítomností anatomické aterosklerózy. Kvantifikace je založena na měření objemu a hustotě kalcia ve stěně cévy. Pro vyšetření není potřebná žádná příprava pacienta ani přerušování léčby.³⁾

K vyloučení významné koronární stenózy se využívá CT angiografie.

Vyšetření **magnetickou rezonancí** je ve srovnání s výpočetní tomografií podstatně delší a zatěžuje nemocné, kteří trpí klaustrofobií. Na druhou stranu pacient není zatížen radiací ani možnou reakcí na jodovou kontrastní látku. Pro samostatnou koronarografii je v současné době lepší výpočetní tomografie. Magnetická rezonance ale zase přináší možnosti zobrazení stěn srdečních oddílů, jejich tloušťky, struktury a pohybu. Je metodou vhodnou k vyšetření perfuze a viability myokardu. V těchto případech se během vyšetření podává gadoliniová kontrastní látka. Při vyšetřování perfuze se ischemický myokard zobrazuje již při prvním průtoku, ke stanovení viability myokardu snímáme myokard asi 10-15 minut po aplikaci gadolinia.³⁾

Cílem **selektivní koronarografie** je posouzení přítomnosti a rozsahu aterosklerotických změn na věnčitých tepnách. Používá se při rozhodování o nutnosti a způsobu revaskularizace myokardu. V případě revaskularizace perkutánním způsobem lze navázat ihned po koronarografii. Méně se pak využívá k vyloučení nebo potvrzení ICHS samostatně.^{3, 18)}

Poskytuje informace o anatomickém uspořádání věnčitých tepen a případných anomáliích, o přítomnosti, lokalizaci a rozsahu aterosklerotického postižení, o přítomnosti kolaterál a také o výskytu koronárních spasmů nebo intravaskulárních trombů.³⁾

Podle současných doporučení je indikována u symptomatických nemocných s anginou pectoris. U nemocných s nižším stupněm obtíží při chronické ICHS je koronarografie indikována, pokud mají zároveň výrazně pozitivní zátěžový test, jsou po prodělaném infarktu myokardu, je u nich přítomno levostranné srdeční selhání nebo

asymptomaticky snížená ejekční frakce levé komory, což je situace v diabetické populaci poměrně častá.³⁴⁾

Perkutánní transluminální koronární angioplastika (PTCA) navazuje vždy na předchozí diagnostickou koronarografii. Příprava pacienta je podobná jako u diagnostické koronarografie, stejně tak přístupová místa. Zásadní rozdíl oproti diagnostickému výkonu je u PTCA v úrovni antikoagulační a antiagregační terapie. Vodičí katétry mají zvláště konstruovaný plášť, zaručující velký vnitřní lumen při malém frenchovém rozměru. Koronární léze jsou nejprve pod skiaskopickou kontrolou překlenuty ultratenkými vodiči specifických vlastností dle použití. Po překlenutí stenózy ultratenkým vodičem jsou léze dilatovány PTCA katétry. Existuje obrovská škála dilatačních katétrů nejrůznějších vlastností. K jejich hlavním charakteristikám patří profil, závislost průměru balonku na tlaku a odolnost proti vysokým tlakům. Balónkové katétry mají RTG kontrastní značky, které se pod skiaskopickou kontrolou umisťují do místa léze a zde se vysokým tlakem insuflují směsí kontrastní látky a fyziologického roztoku. Obvykle používané tlaky se pohybují od 6 do 16 ATM a délka insuflace od 30 s do 120 s.³⁴⁾

Koronární stenty výrazně zlepšily výsledek zákroku a snížily riziko vážných komplikací - smrti, infarktu myokardu, urgentního bypassu. Koronární stenty rovněž snížily frekvenci hlavního přetrvávajícího problému intervenční kardiologie – restenózy.³⁴⁾

Vyšetření koronárních tepen lze provést i pomocí MR nebo CT angiografie, ale zatím tato metoda nepřináší kvalitní výsledek.

Levostranná ventrikulografie je dnes vyšetřením, které nemusí být rutinní součástí katetrizace nemocného. U diabetiků je doplnění tohoto vyšetření potřeba pečlivě zvážit, protože velká část pacientů s diabetem trpí obezitou a echokardiografické vyšetření může být obtížně proveditelné.³⁾

Jde o angiografické zobrazení dutiny levé komory srdeční během jejího stahování, které ukazuje jaká je její pumpovací funkce, případně kde je jizevnatá tkáň

nebo jak velká je nedomykavost dvojčípé chlopně. Na stejném principu je založena angiografie pravé komory srdeční. ^{3,34)}

Speciální katétr označovaný pig-tail se retrogradně přes aortální chlopeň zavádí do dutiny levé komory. Po změření tlakových parametrů v levé komoře se injektomatem synchronně s EKG signálem injikuje cca 25-30 ml kontrastní látky do dutiny komory za současného dynamického záznamu. Záznam se pořizuje většinou v projekci 30st RAO, v indikovaných případech se doplňuje i ortogonální projekce 60st LAO. Smyslem provedení ventrikulografie je posouzení velikosti, morfologie a kinetiky jednotlivých segmentů levé komory. ³⁴⁾

K objektivizování funkčního stavu levé komory se stanovuje výpočtem ejekční frakce daná poměrem tepového objemu a enddiastolického objemu. V indikovaných případech lze provést aortografii k posouzení případné aortální insuficience nebo k vyloučení aneuryzmatu či disekce. ³⁴⁾

Intrakoronární ultrazvuk je invazivní diagnostická metoda, která významným způsobem ovlivnila perkutánní koronární intervence. Klasickým instrumentářiem pro angiografii se po ultratenkém vodiči zavádí do lumen koronárních tepen ultrazvuková sonda. Základem ultrazvukového přístroje je generátor ultrazvuku o frekvenci 20 000 - 40 000 MHz. Ultrazvuk je přiváděn do tepny sondou, umístěnou na hrotu katétru. Vzniklé ultrazvukové echo je registrováno čipy na hrotu sondy a počítačově analyzováno. Výsledkem je transverzální ultrazvukový průřez lumenem a stěnou koronární tepny. ³⁴⁾

Na rozdíl od koronarografie jsou získány informace i o skladbě cévní stěny, o povaze stenózy, zejména o přítomnosti kalcifikací, trombů či měkkých nestabilních plátů. ³⁴⁾

Cerebrovaskulární komplikace:

Cévní mozková příhoda je akutní onemocnění způsobené uzávěrem některé z mozkových tepen a následnou nedokrevností mozku nebo krvácením do mozku. ¹⁶⁾

Stenózu či uzávěr krční nebo mozkové tepny lze rozpoznat pomocí sonografie, MR angiografie, CT angiografie a angiografie. ¹⁶⁾

Krční tepny postižené aterosklerózou se dají dobře vyšetřit pomocí **ultrazvuku**. Jedná se o neinvazivní, levné a libovolně opakovatelné vyšetření. Duplexní ultrazvukové vyšetření krčních tepen se stává screeningovou metodou pro detekci stenózy nejen v oblasti karotické bifurkace, ale také v subklaviálně-vertebrálním řečišti. ¹⁶⁾

Transkraniální dopplerometrické vyšetření a transkraniální barevná duplexní sonografie jsou další z neinvazivních metod. Využívají se v detekci stenózy a okluze intrakraniální tepny. Díky libovolné opakovatelnosti a možnosti provedení u lůžka i u neklidných pacientů, se postupně stávají metodou první volby u pacientů s cévní mozkovou příhodou. Transkraniální barevná duplexní sonografie je schopna mimo diagnostiky cévní patologie také detekovat krvácení nebo tumorózní lézi v B-obraze, monitorovat přetlak střední čáry a nárůst nitrolební hypertenze. ¹⁶⁾

U pozitivních nálezů se dále indikuje angiografie, která lze nahradit CT nebo MR angiografií. ¹⁸⁾

Při diagnostice cévní mozkové příhody se uplatňuje především vyšetření pomocí **CT**. Dokáže prokázat krvácení v prvních hodinách po vzniku cévní mozkové příhody. Součástí nejnovějších CT přístrojů jsou i zařízení pro hodnocení mozkové perfuze. ¹⁶⁾

MR angiografie patří mezi moderní zobrazovací metody zobrazující tepny neinvazivním způsobem bez použití kontrastní látky. Nevýhodou zůstává dlouhá doba vyšetření a špatné zobrazení menších tepen i žil. Pro detekci mozkové ischemie lze využít speciálních vyšetřovacích postupů, zobrazení mozkové difuze a perfuze. ¹⁸⁾

Vyšetření na magnetické rezonanci pacienti podstupují až po vyšetření na počítačové tomografii. V urgentní medicíně má omezený význam, špatně detekuje

čerstvá krvácení a traumata. Mezi největší přínosy patří časná detekce mozkových ischemií a zobrazení tepen neinvazivním způsobem.¹⁸⁾

Angiografie stále zůstává zlatým standardem v diagnostice tepenných stenóz a uzávěrů. V akutních případech se indikuje při podezření na uzávěr nebo stenózu vnitřní karotidy či velké mozkové tepny prokázané při sonografii.¹⁸⁾

1.3 Problematika spojená s podáním kontrastních látek:

Rozlišovací schopnost, tedy počet diagnostických informací, závisí na ostrosti a kontrastu rentgenového obrazu. Kontrast je ovlivněn rozdíly v absorpci rentgenového záření v tkáních. Pomocí kontrastních látek lze změnit absorpci rentgenového záření v jednotlivých tkáních a tím zvýšit i kontrast výsledného obrazu. Kontrastní látky slouží k lepšímu zobrazení anatomických struktur a orgánů, případně jejich funkce. U pacienta však mohou vyvolat nežádoucí projevy. Látky, které zvyšují absorpci záření, nazýváme pozitivními kontrastními látkami. Naopak látky, které absorpci záření snižují, jsou negativní kontrastní látky.^{8, 31)}

Kontrastní látky jsou různého složení i skupenství užívané k úpravě kontrastních poměrů ve vyšetřovacím objektu. Vyrábí se ve formě roztoků, suspenze, oleje nebo tablety. Nejčastěji se aplikují do cévního řečiště nebo do přirozených tělních otvorů, jako jsou ústa, konečník. Lze je vpravit do patologických a preformovaných dutin nebo přímo do tkáně.^{8, 31)}

1.3.1 Negativní kontrastní látky:

Rozsah použití negativních kontrastních látek, které se odlišují od tělesných tkání svou menší absorpcí, je svou podstatou omezen. Jedná se o plyny, především CO₂, vzácné plyny a vzduch. Nejsou toxické a nedráždí tolik jako pozitivní jodové kontrastní látky. Přesto může jejich aplikace vyvolat změnu tlakových poměrů ve vyšetřované oblasti a vniknutí plynu do okolí nebo cévního řečiště s nebezpečím plynové embolie. Lze je použít k doplnění pozitivního kontrastu, ať již aplikací do vyšetřovaného orgánu nebo do jeho okolí. Využívají se při vyšetření trávicí trubice dvojím kontrastem.¹⁴⁾

1.3.2 Pozitivní kontrastní látky:

V současné době se používají dva základní typy pozitivních kontrastních látek, organické sloučeniny jodu, případně paramagnetické kontrastní látky.

Jodové kontrastní látky:

Dnes se nejčastěji používají jodové ve vodě rozpustné kontrastní látky. Jod má mnohonásobně vyšší atomové číslo než prvky měkkých tkání. To znamená, že pohlcuje až 1000 krát více rentgenového záření. Na koncentraci jodu v kontrastní látce přímo úměrně závisí kvalita zobrazení. Jod je vázán na organické sloučeniny a podle druhu vazby se kontrastní látky liší svými fyzikálně-chemickými vlastnostmi.¹³⁾

Rozlišujeme jodové kontrastní látky vysokoosmolární, nízkoosmolární a izoosmolární. Vysoká osmolarita kontrastních látek, která je nezbytná pro dobrou kvalitu rentgenového obrazu, je považována za základní příčinu jejich nefrotoxicity. Iontové kontrastní látky ve vodném roztoku disociují na anionty a kationty. Osmolarita iontových monomerních kontrastních látek přesahuje až 2000 mOsm/l. V případě dimerních iontových kontrastních látek je osmolarita nižší a jsou nazývány nízkoosmolární. Osmolarita tzv. neiontových monomerních kontrastních látek nepřesahuje 800 mOsm/l, osmolarita neiontových dimerních kontrastních látek

odpovídá osmolaritě extracelulární tekutiny a jejich toxicita je proto nízká. Kontrastní látky s nižší osmolaritou jsou bezpečnější než vysokoosmolární a doporučují se při podávání kontrastních látek rizikovým pacientům. Jejich nevýhodou je však vysoká cena.^{13, 36)}

V tabulce 5 je přehled nejpoužívanějších jodových kontrastních látek.³⁶⁾

Jodové kontrastní látky se rozdělují na nefrotropní, vylučované ledvinami, a hepatotropní, vylučované játry. Tím, že se vylučují játry, zobrazují dobře žlučové cesty. Prakticky se však již nepoužívají.^{8, 14)}

Tab. 5 Nejčastěji užívané jodové kontrastní látky:			
typ sloučeniny	osmolarita	látka	firmitní název
Iontové monomery	vysoká 1500-2400 mOsm/l	ioxitalamát	Telebrix
		diatrizoát	Histopaque
		metrizoát	Isopaque
		amidotrizoát	Verografin
Iontové dimery	střední 500-700 mOsm/l	ioxaglát	Hexabrix
Neiontové monomery	střední 500-700 mOsm/l	iopromid	Ultravist
		iohexol	Omnipaque
		ioversol	Optiray
		iopentol	Imagopaque
		iopamidol	Solutrast
Neiontové dimery	nízká kolem 300 mOsm/l	iotrolan	Isovist
		iodixanol	Visipaque

Zdroj: J. Tillich - Nežádoucí reakce po jodových kontrastních látkách

Paramagnetické kontrastní látky:

Počet vyšetření pomocí magnetické rezonance se neustále zvyšuje. Ve většině případů má lepší tkáňový kontrast a vyšetření lze provádět v jakékoliv rovině bez nutnosti měnit polohu pacienta. Velkou výhodou je, že se k zobrazení nepoužívá ionizujícího záření a tudíž se nevyskytují rizika obecně spojená s rentgenovými zobrazovacími technikami.^{19, 40)}

V některých případech se pro větší výtěžnost vyšetření podává pacientovi kontrastní látka. Při magnetické rezonanci se používají převážně paramagnetické kontrastní látky na bázi gadolinia (GdKL). Gadolinium je samo o sobě výrazně toxické, proto je potřeba vázat ho na cheláty. Sice se sníží jeho paramagnetické účinky, ale za předpokladu stability chelátu eliminuje jeho toxicitu. ^{19, 40)}

Aplikují se v několikanásobně nižších dávkách než JKL a jen výjimečně vyvolají vážnější alergickou reakci. Pacienti si mohou stěžovat na bolesti hlavy a zad, ztížené dýchání, pocit na zvracení, vyrážku nebo ospalost. Do nedávna se tvrdilo, že vzhledem k absenci nefrotoxicity je lze bez obav podávat u všech pacientů. ⁴⁰⁾

1.3.2.1 Renální farmakodynamika jodových kontrastních látek

Jde především o poruchu renální hemodynamiky vedoucí k ischemii dřeně ledviny. Po aplikaci kontrastní látky dochází k renální vasodilataci, která je následována vazokonstrikcí a poklesem glomerulární filtrace. Vzestup renálního krevního průtoku bez změny systémového tlaku svědčí o úvodním poklesu renální vaskulární rezistence. K tomu dochází po 20 minutách po aplikaci kontrastní látky. ^{13, 33)}

Nemocní, u kterých se vyvine kontrastní nefropatie, mají pokles renální perfúze výraznější. Iniciální renální vasodilatace se děje převážně na úrovni kůry ledvin. Tento fenomén vede k poklesu perfúze a tím i k ischemizaci ve dřeni ledviny. Vyšší perfúze navíc vede ke zvýšené tvorbě glomerulárního filtrátu a většímu zatížení ve dřeni uložené Henleovy kličky, spojené se zvýšenými nároky na spotřebu kyslíku. ^{13, 33)}

Podání kontrastní látky zvyšuje také produkci vazoaktivních peptidů endotelinu a adenosinu, podílející se na intrarenální vazokonstrikci. Hypoperfúze dřeně ledviny, zejména na ischemii citlivé zevní dřeňové vrstvy, má pro vznik kontrastní nefropatie primární význam především při omezené tvorbě projektivních endogenních vazodilatátorů, oxidu dusnatého a prostaglandinů, jako je tomu např. u diabetiků nebo nemocných se srdečním selháním. ³³⁾

Při použití vysokoosmolárních kontrastních látek dochází k časnějšímu a hlubšímu poklesu renálního krevního průtoku a trvá déle než po aplikaci nízkoosmolární kontrastní látky. Produkce adenosinu je po nízkoosmolární kontrastní látce nižší a reparace funkce ledvin je rychlejší.¹³⁾

Vyšší výskyt a závažnost kontrastní nefropatie po vysokoosmolární kontrastní látce je popisována pouze u nemocných se sníženou funkcí ledvin a zejména u diabetické nefropatie.¹³⁾

1.3.3 Nežádoucí reakce po podání kontrastních látek:

Kontrastní látky by obecně neměly být toxické a neměly by vyvolávat nepříjemné pocity, ke kterým patří teplo, bolest a pocit na zvracení. Ani ty nejlepší a nejdražší kontrastní látky však nejsou bez rizika těchto obtíží.⁸⁾

Podání jakékoliv kontrastní látky může v těle pacienta vyvolat nežádoucí reakce. Toto nebezpečí platí především při intravaskulárním podání jodové kontrastní látky, kdy se mohou vyskytnout akutní a pozdní alergoidní a chemotoxické reakce.¹⁵⁾

Mezi faktory zvyšující riziko nežádoucích reakcí na kontrastní látky patří v první řadě postižení ledvin a renální insuficience v souvislosti s diabetes mellitus a s užíváním některých perorálních antidiabetik. Riziko zvyšují i předchozí závažné reakce na jodové kontrastní látky, astma bronchiale, alergie, těžké kardiální a plicní onemocnění, hypertyreóza, feochromocytom a mnohočetný myelom, nízký nebo naopak vysoký věk nemocných (nad 70 let).⁵⁾

K akutním reakcím na jodové kontrastní látky dochází během jedné hodiny od jejich podání. Liší se intenzitou příznaků a jejich subjektivním vnímáním. Podle závažnosti je dělíme na lehké, středně těžké a závažné. Lehké reakce provází nevolnost, zvracení, vyrážka a svědění. Závažné reakce mohou vést k hypotenzi, křečím, zástavě

dechu a srdeční zástavě. Málo klinicky významné příznaky vyžadují pouze zvýšený dohled nad pacientem. Začnou-li nabývat na intenzitě, je nutná okamžitá léčba.⁵⁾

Alergoidní (tj. alergické reakci podobná) reakce vzniká nezávisle na množství podané látky. Dochází při ní k uvolnění histaminu a serotoninu. Reakce mírného stupně se projevují urtikou, bronchospasmem a poklesem tlaku. Při těžké reakci na jodovou kontrastní látku dochází k hypotenzi, laryngálnímu edému, edému plic, k poruchám srdečního rytmu, bradykardii a srdeční zástavě.^{5, 15)}

Chemotoxická reakce přímo ovlivňuje orgány s projevy kontrastové nefropatie, kardiotoxicity a jiné. Tato reakce se zhoršuje s množstvím podané jodové kontrastní látky. Více jsou ohroženi nemocní v nestabilním klinickém stavu, což mohou být právě diabetici na hranici kompenzace. Projevy jsou pocit horka, nauzea a zvracení. Hlavní zásadou snížení chemotoxicity je použití co nejmenšího možného množství JKL a dostatečná hydratace každého nemocného před vyšetřením i po něm.^{15, 36)}

Pozdní reakce na jodové kontrastní látky mohou vzniknout za 1 hodinu až 7 dní po jejich podání. Nejzávažnější z nich je kontrastová nefropatie.⁵⁾

1.3.3.1 Kontrastová nefropatie:

Počet diagnostických a intervenčních výkonů spojených s podáním RTG kontrastní látky neustále přibývá. Není zanedbatelný ani počet nemocných s diabetes, kteří mohou mít různý stupeň renální insuficience. Aplikace kontrastní látky může vyústit ve významné zhoršení renálních funkcí a zvláště rizikového pacienta ohrozit na životě. Proto je třeba důkladně zvážit indikaci k vyšetření.^{30, 33)}

Nefropatie způsobená kontrastní látkou, tzv. kontrastová nefropatie, je většinou reverzibilní, ale může přinést další zdravotní komplikace, skončit i renálním selháním a smrtí. Dochází k následnému prodloužení pobytu ve zdravotnickém zařízení a má i ekonomický dopad.¹³⁾

Je charakterizována jako zvýšení sérového kreatininu o více než 25% či 44 $\mu\text{mol/l}$ během 48 hodin oproti hladině před podáním jodové kontrastní látky.⁵⁾

Vznik závisí především na vstupní úrovni renální funkce, přítomnosti diabetické nefropatie, srdečního selhání, volumové depleci a dávce kontrastní látky.¹³⁾

Při fyziologické hodnotě plazmatického kreatininu je incidence kontrastní nefropatie zanedbatelná. Riziko začíná exponenciálně narůstat od hodnoty kreatininu 136 $\mu\text{mol/l}$. U diabetiků s normální renální funkcí je riziko stejné jako u nediabetiků. Při renální insuficienci na podkladě diabetické nefropatie však významně toto riziko narůstá a je dvojnásobné než při renální insuficienci jiné etiologie. Incidence kontrastní nefropatie tak může přesáhnout až 40%.^{13, 33)}

Při diabetické nefropatii ve stádiu renální insuficience trvá vysoké riziko dalšího poklesu funkce ledvin i při užití nízkosmolární kontrastní látky.¹³⁾

Dalším rizikovým faktorem pro významný pokles funkce ledvin je množství podání kontrastní látky. U nemocných s normální renální funkcí množství a charakter podané kontrastní látky nehraje roli. Při renální insuficienci bylo riziko poklesu glomerulární filtrace větší od dávek 135 ml.¹³⁾

Před každým vyšetřením hraje důležitou roli preventivní opatření. Vstupní vyšetření s dobrou anamnézou, údaji o farmakoterapii, fyzikálním vyšetřením a laboratorním screeningem se rozpoznají rizikovní pacienti. Tam, kde je nebezpečí rizika vysoké, je potřeba zvážit alternativní zobrazovací techniku bez použití kontrastní látky nebo modifikovat vyšetřovací postup s cílem snížit dávku kontrastní látky, tak aby to bylo ještě diagnosticky přijatelné.¹³⁾

Nejdůležitější prevencí je řádná hydratace pacienta. Ta snižuje koncentraci kontrastní látky, která se transportuje do ledvin glomerulární filtrací, dále zvyšuje objem tubulární tekutiny a diurézu. Tím pomáhá vylučovat kontrastní látku z organismu. Pacient by měl vypít asi 2-3 litry před i po výkonu. K hydrataci před výkonem se jeví optimálním tzv. poloviční fyziologický roztok s 0,45% koncentrací NaCl v dávce 1ml/kg/hod až do 100ml/hod.^{15, 28)}

1.3.3.2 Laktátová acidóza:

Velký počet nemocných s diabetes mellitus 2. typu je léčen pomocí perorálních antidiabetik. Jsou to léky, které snižují koncentraci glukózy v krvi. Pacienti, kteří jsou jimi léčeni, by měli mít zachovanou produkci inzulínu, a speciální dieta, režim a zvýšená fyzická aktivita jim nepomáhají.¹¹⁾

Pokud se u pacienta nevyskytuje některá z kontraindikací, je lékem první volby metformin, v poslední době ze skupiny biguanidů jedinou doporučenou a užívanou látkou. Jeho vliv na snižování hyperglykemie je zprostředkován snížením inzulínové rezistence, to znamená zvýšením citlivosti na inzulín v periferních tkáních. Výhodou je kombinovatelnost s dalšími perorálními antidiabetiky i s inzulínem. Do skupiny biguanidů patří také preparáty obsahující butformin a phenformin, ale již se nepoužívají.^{11, 27)}

Při vyšetřování diabetiků pomocí kontrastní látky na radiologickém oddělení bychom měli dbát zvýšené pozornosti. Je důležité, abychom předcházeli nežádoucím změnám v těle pacienta, které mohou nastat při intravenózním podání jodové kontrastní látky u pacientů, kteří trpí diabetem 2. typu a jsou medikamentózně léčeni perorálními antidiabetiky skupiny biguanidů. Metformin se při současném podání s jodovou kontrastní látkou může nahromadit v organismu a vést ke vzniku laktátové acidózy.¹¹⁾

Laktátová acidóza je stav, kdy se v organismu hromadí kyselina mléčná nad 5 mmol/l, což vede ke snížení pH krve pod 7,35, a postupně se může vyvinout v život ohrožující stav. Mezi příznaky laktátové acidózy řadíme nauseu, nechutenství, svalové křeče, zvýšenou dechovou frekvenci, bolesti břicha, průjem, snížené vědomí až bezvědomí.^{22, 27)}

Metformin nereaguje přímo s jodovou kontrastní látkou, ale spolu s ní se vylučuje ledvinami. Pokud dojde ke snížení renálních funkcí následkem působení kontrastní látky a pacient zároveň užívá metformin, může dojít k jeho nahromadění v těle. Metformin působí tak, že zvyšuje účinek inzulínu a tedy i využití glukózy v buňkách. Jeden z produktů metabolismu glukózy je kyselina mléčná. Z toho vyplývá,

že zvýšená koncentrace metforminu v těle vede ke zvýšené produkci kyseliny mléčné, ke snížení pH v buňkách a ke vzniku laktátové acidóze. ^{11, 27)}

Laktátová acidóza se vyskytuje vzácně. Přesto na ni upozorňují v každém příbalovém letáku ke kontrastním látkám a ESUR (The European Society of Urogenital Radiology) vydala doporučení, jak postupovat při podávání RTG kontrastní látky diabetikům, kteří užívají metformin: ⁵⁾

- u všech pacientů s diabetes mellitus použít nízkoosmolární kontrastní látku
- použít nízkou dávku v souladu s použitelným diagnostickým výsledkem
- řádná hydratace
- při plánovaném vyšetření může pacient nadále užívat metformin, pokud je glomerulární filtrace větší než 60 ml/min/1,73m²,
- pokud je glomerulární filtrace mezi 30-60 ml/min/1,73m², metformin by měl být vysazen 48 hodin před a 48 hodin po podání kontrastní látky i. v.
 - za předpokladu, že hladina kreatininu se za tu dobu nezměnila
- je-li při akutním vyšetření glomerulární filtrace větší než 60 ml/min/1,73m² a hladina kreatininu je normální, řídíme se dle předchozích doporučení
- je-li glomerulární filtrace mezi 30-60 ml/min/1,73m² a hladina kreatininu je vyšší nebo neznámá, měli bychom zvážit rizika a přínosy podání kontrastní látky a zvážit vyšetření pomocí jiných zobrazovacích metod
- je-li vyšetření s kontrastní látkou považováno za nezbytné, musíme přijmout následující opatření:
 - zastavit léčbu metforminem
 - pacient by měl být dostatečně hydratován – např. 1 ml/kg/hod. intravenózního fyziologického roztoku po dobu nejméně 6 hodin po podání kontrastní látky
 - sledování renálních funkcí, hladina kreatininu a glomerulární filtrace
 - sledování pacienta, zda se neobjeví příznaky laktátové acidózy

1.3.3.3 Systémová nefrogenní fibróza:

Systémová nefrogenní fibróza (NSF) je poměrně nové onemocnění, samostatně bylo poprvé popsáno v roce 1997. Vzniká po podání GdKL u pacientů s renální insuficiencí. Jde o onemocnění s vysokou morbiditou a mortalitou, často vede k imobilitě a k výraznému snížení pracovní schopnosti. Projevuje se fibrotickým zhrubnutím a tuhnutím kůže na končetinách a trupu, vedoucí ke svalovým křečím. Postihuje různé orgány, jako jsou ledviny, srdce, játra, kůže a plíce. Tato nemoc byla také popsána v souvislosti aplikace GdKL u pacientů s hepato-renálním syndromem.^{29, 32, 40)}

Patogeneze SNF se předpokládá dvojím možným způsobem. Jako klíčový moment v možné toxicitě MR kontrastních látek se ukázala stabilita chelátu. Při transmetalaci se z nestabilního chelátu uvolňuje volné gadolinium a je nahrazeno iontem tělu vlastním, například zinkem nebo mědí. Volné gadolinium je pak pro tělo vysoce toxické. Neionické lineární cheláty gadodiamide (Omniscan) a gadoversatamide (Optimark) jsou nejméně stabilní. Pravděpodobnost, že u pacienta s poruchou renálních funkcí a tudíž prodlouženou eliminační dobou GdKL se uvolní gadolinium z chelátu, je u nich vyšší. Doba vylučování GdKL u pacienta bez poruchy renálních funkcí je okolo 90 minut. U osob se sníženou funkcí ledvin může být prodloužena až na 30 hodin.^{32, 40)}

Druhou možností je mechanismus založený na přítomnosti nadbytečného chelátu u jednotlivých kontrastních látek. Ten se přidává do nestabilních GdKL, aby se minimalizovalo uvolnění volného gadolinia. Volný chelát pak vychytává z krve zinek, případně jiný kov.⁴⁰⁾

Toto množství nepřímo úměrně souvisí se stabilitou chelátu. Platí, že čím je chelát méně stabilní, tím výrobce dodává vyšší množství volného chelátu, aby eliminoval potenciálně uvolněné gadolinium. Nejvyšší množství volného chelátu je u gadodiamidu (Omniscan) a gadoversatamidu (Optimark), u gadobenatu (MultiHance) a gadoteratu (Dortarem) je nulové.⁴⁰⁾

Na základě hodnocení dostupných dat a odborné diskuse se Výbor pro humánní léčivé přípravky (CHMP) dohodl s Vědeckým poradním výborem (SAG) na klasifikaci

kontrastních látek obsahujících gadolinium do vysoce, středně a mírně rizikových skupin v závislosti na jejich stupni rizikovosti způsobit NSF (viz tabulka 6).²⁹⁾

Tab. 6 Klasifikaci kontrastních látek obsahujících gadolinium:

Stupeň rizika	látka	firemní název
Vysoce rizikové	gadoversetamid	OptiMARK
	gadodiamid	Omniscan
	kys. gadopentetová	Magnevist
Středně rizikové	gadofosveset	Vasovist
	kys. gadoxetová	Primovist
	kys. gadobenová	MultiHance
Nízce rizikové	kys. gadoterová	Dotarem
	gadoteridol	ProHance
	gadobutrol	Gadovist

Zdroj: Státní ústav pro kontrolu léčiv

Aplikace chelátů gadolinia je spojeno s rizikem rozvoje potenciálně letální SNF zvláště u pacientů se závažnější poruchou funkce ledvin. Ve většině případů byla tato komplikace popsána po aplikaci kontrastní látky gadodiamide (Omniscan), gadopentetate (Magnevist) a gadoversatamide (Optimark). U pacientů s porušenými renálními funkcemi platí, že MR kontrastní látky jsou oproti jodovým látkám výrazně šetrnější a bezpečnější, nicméně nestabilní neionické cheláty by neměly být u těchto pacientů podány.⁴⁰⁾

V současné době není žádná účinná léčba NSF, proto je nejdůležitější prevence. Vždy je nutné zvážit možné riziko a zvolit co nejnižší dávku. U pacientů s hodnotami glomerulární filtrace pod 30 ml/min na 1,73m², hladinou sérového kreatininu 200 μmol/l, je výrobcem a doporučením SÚKL Omniscan a Magnevist kontraindikován. U dialyzovaných nemocných podávat jen tehdy, pokud zisk z vyšetření převýší možná rizika. Po vyšetření a další tři následující dny je nutná hemodialýza pacienta.^{32, 40)}

2. Cíle práce a hypotézy:

2.1 Cíle práce:

Cílem této bakalářské práce je podat přehled diagnostických možností při postižení nemocných s diabetes mellitus a zvážit postavení diagnostických zobrazovacích metod vzhledem k nebezpečí spojenému s použitím kontrastních látek.

2.2 Hypotéza:

Práce radiologického asistenta vyžaduje při vyšetřování nemocných s diabetes mellitus specifický přístup.

3. Metodika:

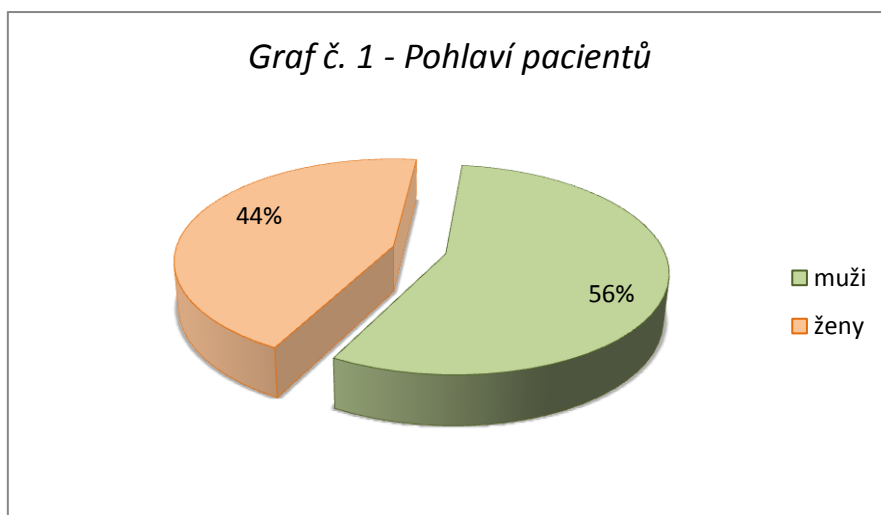
Informace o diabetu, kontrastních látkách a rozsahu radiodiagnostických výkonů byly zpracovány na základě prostudované literatury, odborných článků v časopisech a internetových stránek uvedených v seznamu použité literatury. Text byl napsán v programu Microsoft Word.

Incidence, počet a typ, radiologických postupů v populaci dospělých diabetiků je základním údajem k určení závažnosti těchto výkonů. Předmětem hodnocení je závažnost výkonů spojených s podáním kontrastní látky a možnost nahradit zvláště kontrastní výkony neinvazivními a bez podání kontrastní látky. Ze souboru 918 pacientů s diabetes mellitus 1. i 2. typu, kteří v roce 2009 navštívili Diabetologické centrum, bylo u 236 z nich indikováno vyšetření některými diagnostickými zobrazovacími metodami. Speciální zájem mě vedl k porovnání hodnot typu a množství použité kontrastní látky, hladiny kreatininu a stavu hydratace pacienta. Výsledná data byla zpracována do grafů a tabulek, které byly vytvořeny v programu Microsoft Excel.

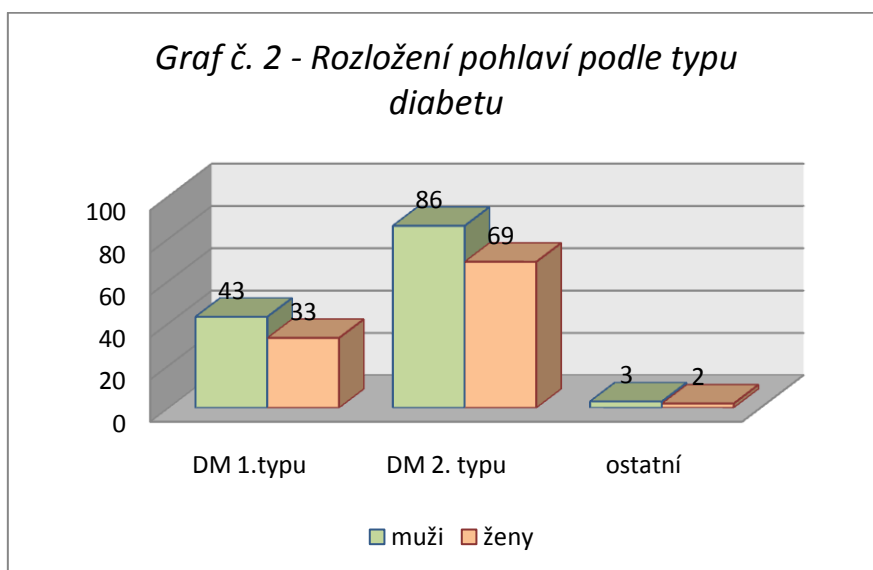
Sběr dat byl prováděn ve spolupráci Diabetologického centra a Radiologického oddělení Nemocnice České Budějovice a.s.

4. Výsledky:

Z celkového počtu 236 vyšetřených dospělých diabetiků bylo 104 (44%) žen a 132 (56%) mužů. Rozdělení pacientů podle pohlaví ukazuje graf č. 1.



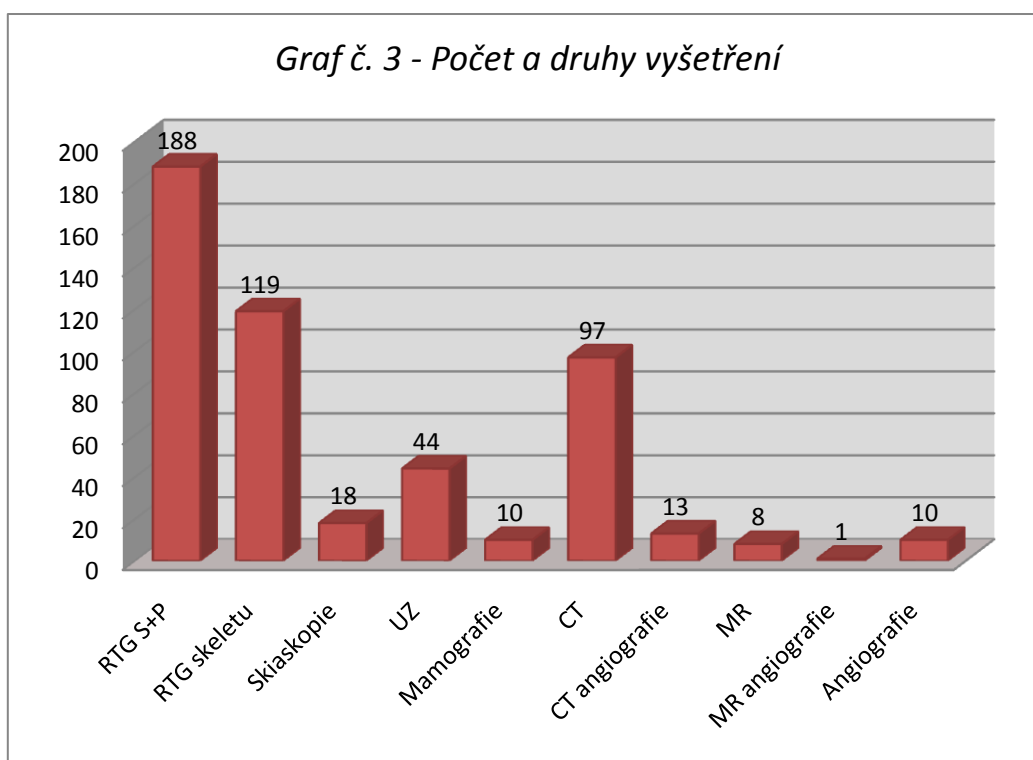
Z toho 1. typem diabetu trpí 76 pacientů, 2. typem 155 pacientů a 5 pacientů je sledováno pro poruchu metabolismu lipidů či zvýšenou hladinu glukózy. V grafu č. 2 je uvedeno rozložení pacientů podle typu diabetu, zvláště u žen a mužů.



Hlavním úkolem bylo u zkoumaného souboru zjistit počet a typ indikovaných vyšetření. Dohromady bylo provedeno 508 vyšetření, využito bylo všech dostupných zobrazovacích modalit.

Bylo provedeno 188 RTG plic, 119 RTG skeletu a 18 vyšetření pod skiaskopickou kontrolou. 44 pacientů bylo vyšetřeno na ultrazvuku, 10 na mamografii, 110 na CT, 9 na MR a 10 pacientů bylo vyšetřeno na angiografii. Tyto informace jsou přehledně uspořádány v grafu č. 3.

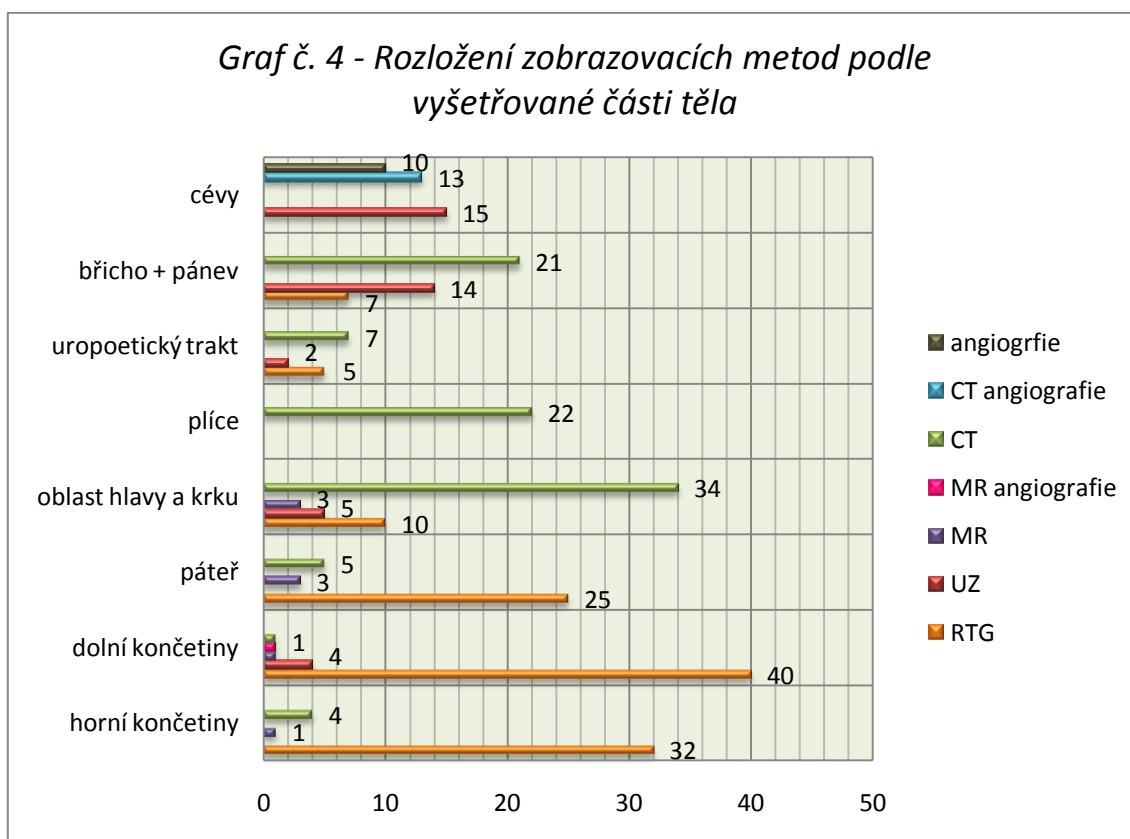
Nejvíce pacientů s diabetes mellitus bylo vyšetřeno pomocí klasické skiografie. Jednalo se o snímky horních a dolních končetin, lebky a páteře z důvodu úrazů, zlomenin a degenerativního onemocnění. Snímky srdce a plic byly indikovány například před a po operacích či před zavedením inzulinové pumpy.



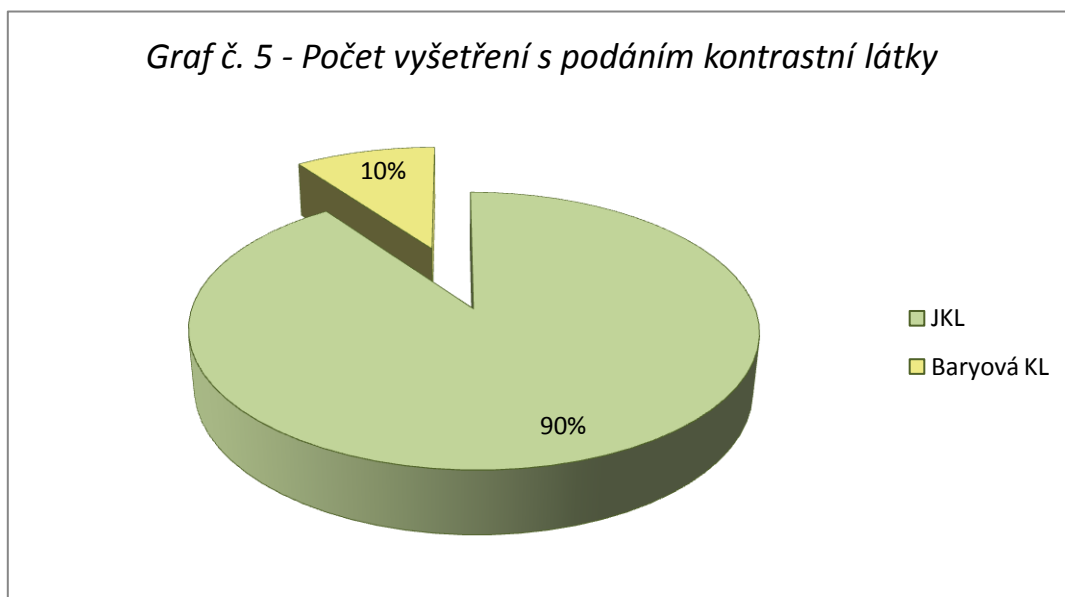
Druhou početnou skupinu tvořila nádorová onemocnění, která byla nejčastěji vyšetřována pomocí CT.

U 57 pacientů šlo o vyšetření komplikací způsobené v závislosti na diabetu. Pomocí ultrazvuku, CT a MR angiografie a angiografie byly vyšetřeny především krční tepny, mozkové tepny, tepny a žíly dolních končetin, které byly postiženy aterosklerózou. V 6 případech následovala po diagnostické angiografii perkutánní transluminální angioplastika.

V grafu č. 4 je vytvořen přehled zastoupení použitých zobrazovacích metod u nejčastěji vyšetřovaných částí těla zkoumaného souboru. Není zde zastoupeno skiografické vyšetření srdce a plic.



Kontrastní látka byla podána u 71 (14%) vyšetření. V 64 případech šlo o jodovou kontrastní látku a v 7 případech se jednalo o baryovou kontrastní látku. Jejich procentuální zastoupení je uvedeno v grafu č. 5.

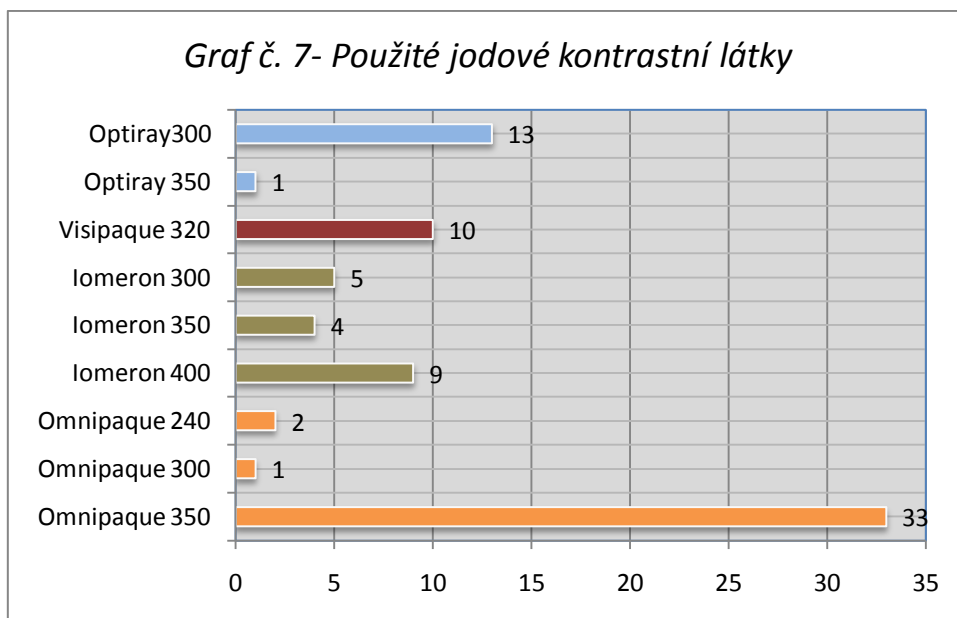
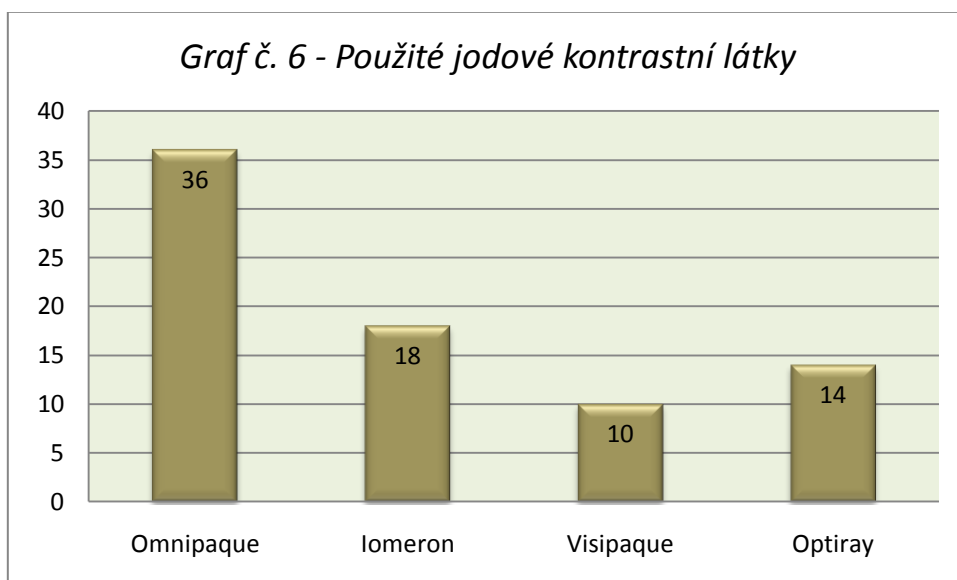


U rizikových pacientů, tedy i u diabetiků a pacientů s poruchou ledvin, je při podání kontrastní látky nutné znát hladinu kreatininu. Ze 71 diabetiků, kterým byla kontrastní látka podána, mělo 20 (28%) z nich hladinu kreatininu vyšší (tabulka 7).

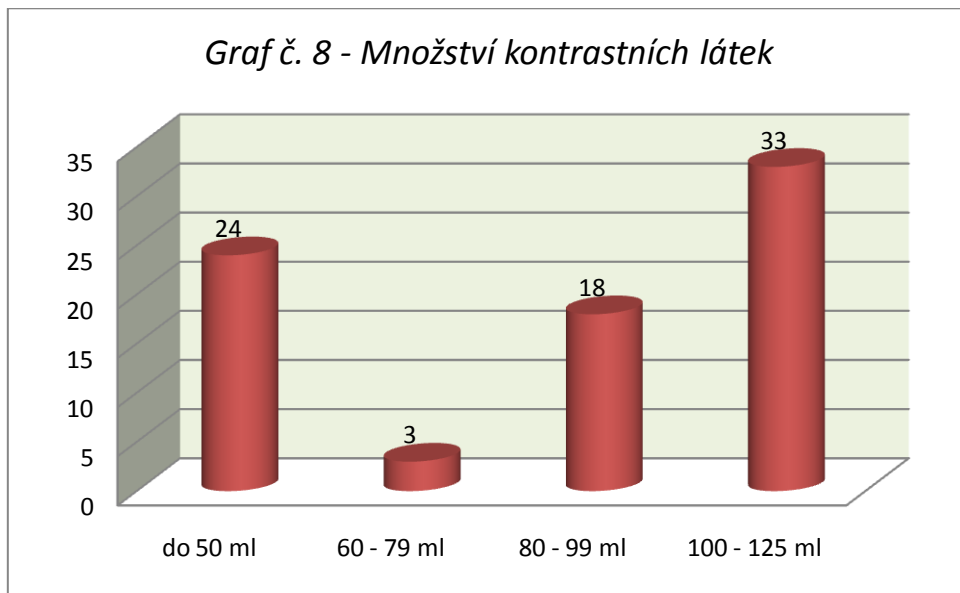
Zvýšená hladina kreatininu se pohybovala v rozmezí 110 – 176 $\mu\text{mol/l}$. Ve dvou případech však byla zvýšena nad 300 $\mu\text{mol/l}$ a u jednoho pacienta dosáhla hladina kreatininu až k 533 $\mu\text{mol/l}$.

Tab. 7: Hladina kreatininu:		
Norma v $\mu\text{mol/l}$	hladina	
	normální	zvýšená
44 - 91	3	1
49 - 90	10	3
50 - 110	18	0
64 - 104	20	14
71 - 115	1	1
Celkem	52	19

Při aplikaci jodové kontrastní látky diabetikovi byla ve všech případech použita neionická látka s nízkou nebo střední osmolaritou (graf č. 6 a 7). Kontrastní látka Optiray byla podávána současně s kontrastní látkou Omnipaque při CT vyšetření břicha.



Množství použité kontrastní látky se pohybovalo v rozmezí 80 – 125 ml (graf č. 8). Menší množství kontrastní látky bylo použito např. při lumbální sympatektomii (10 ml) nebo při CT vyšetření mozku (50 – 60ml).



5. Diskuze:

Zkoumaný soubor tvořilo 236 dospělých osob s diabetes mellitus, kdy 76 z nich mělo diabetes 1. typu a 155 trpělo diabetem 2. typu. Převažuje 2. typ diabetu, jehož vznik závisí jak na genetických predispozicích, tak čím dál více na životním stylu člověka. To potvrzují i různé statistiky, které říkají, že 85-90 % všech nemocných s diabetes má právě 2. typ. Ve statistikách se také uvádí, že diabetem je postiženo více žen než mužů. To se v mé práci, kde převažovali muži, nepotvrdilo. Může to být dáno rozdílnou náchylností jednotlivých pohlaví k různým onemocněním.

Tím, že každým rokem stoupá počet nemocných s diabetes, přibývá jejich podíl také mezi pacienty, kteří podstupují jednotlivá vyšetření či intervenční terapeutické výkony pomocí zobrazovacích metod. Proto jsem si za jeden z cílů práce zvolila podání přehledu diagnostických možností při postižení nemocných s diabetes mellitus. Již v teoretické části jsem se snažila popsat v posloupnosti využití zobrazovacích metod u komplikací, na jejichž vzniku se právě diabetes podílí, jejich výhody a nevýhody.

U zkoumaného souboru bylo na radiologickém oddělení provedeno celkem 508 vyšetření a zastoupeny byly všechny zobrazovací modalities (viz graf č. 3). Největší skupinu tvořila skiagrafická vyšetření a vyšetření na CT. Nejméně pak byly využity magnetická rezonance a angiografie. Malé využití magnetické rezonance je dáno tím, že v Nemocnici v Českých Budějovicích, kde byl výzkum prováděn, se magnetické rezonance využívá především při vyšetření muskuloskeletárního a centrálního nervového systému. Angiografii lze nahradit CT angiografií. V grafu č. 4 je zastoupení jednotlivých zobrazovacích modalit u nejčastěji vyšetřovaných oblastí těla daného souboru. Zobrazovací metody mají mezi vyšetřovacími algoritmy své nezastupitelné místo, čemuž odpovídá vysoký počet jejich indikací. V mnoha případech je nelze ani jinými vyšetřeními nahradit.

Lékařské ozáření je obecně odůvodněno individuálním prospěchem pacienta, je nutné pro zjištění jeho zdravotního stavu nebo dochází k ozáření během léčebného

zákroku. Rentgenové vyšetření se provádí na základě rozhodnutí lékaře, který za správnou indikaci odpovídá.

Radiologický asistent se stará o pacienta, přípravu kontrastních látek a instrumentária a odpovídá za technicky správně provedené vyšetření. Jeho úkolem je zkontrolovat správnou totožnost pacienta s údaji na žádance a vyzvat ho do kabinky. Tam si nemocný svlékne oděv z té části těla, která má být vyšetřena, popřípadě si vyjme zubní protézu a odloží všechny kovové předměty (brýle, pásek, řetízky, náramky, hodinky, náušnice), které by mohly způsobit artefakty na snímcích vyšetřované oblasti. Dalším úkolem radiologického asistenta je nastavení pacienta do vyšetřovací polohy, informovat ho o průběhu vyšetření a o provedení daných povelů během vyšetření. K pacientům bychom se měli chovat slušně, měli bychom jim pomáhat při oblékání nebo uložení na vyšetřovací stůl. Důležité je odpovědět jim na jejich dotazy. Radiologický asistent však nesmí odpovídat na dotazy, které se týkají pacientova zdravotního stavu.

V rámci radiační ochrany je důležitá optimalizace, při které hraje důležitou roli radiologický asistent. Ten provádí jednak pravidelnou kontrolu kvality zobrazení a standardního chodu obrazového řetězce a volí optimální podmínky expozice tak, aby dávka byla co nejnižší bez ztráty nezbytné diagnostické informace. Velmi důležité je vymezení svazku záření na co nejmenší pole, které je ještě v souladu s oblastí zájmu. Diabetici 2. typu se často potýkají s obezitou. U obézních pacientů využíváme komprese a přizpůsobujeme formát kazety vzhledem k jejich tělesným proporcím. Expoziční hodnoty lze upravovat s ohledem na tělesnou konstituci pacienta a situaci ve vyšetřované oblasti. Někdy je proto nutné zvýšit hodnotu kV.

Velké množství vyšetření je spojené s podáním kontrastní látky, která může průběh základního onemocnění a stav diabetika výrazně zkomplikovat. Role radiologického asistenta je v těchto případech obzvlášť důležitá. Proto jsem si za druhý cíl práce zvolila zvážit postavení diagnostických zobrazovacích metod vzhledem k nebezpečí spojenému s použitím kontrastních látek.

Před každým kontrastním vyšetřením podepisuje pacient informovaný souhlas. Ten obsahuje stručný popis daného vyšetření a upozornění na možnost vzniku komplikací. Pacient by měl tyto informace získat již od lékaře, který ho na dané vyšetření poslal, a měl by mít dostatek času na rozmyšlení. Často se však tak neděje a pacienti informovaný souhlas podepisují těsně před vyšetřením. Dále se v něm zjišťují informace o tom, zda je pacient alergický, zda trpí diabetem a jaké léky užívá. Všechny tyto důležité informace a možné kontraindikace by měly být uvedeny na žádance. Přesto by se měl na ně radiologický asistent opakovaně zeptat.

Před vyšetřením magnetickou rezonancí se také podepisuje informovaný souhlas. Zde se navíc zjišťuje, zda pacient nemá kardiostimulátor, elektronicky řízené implantáty, kovová tělesa z ferromagnetického nebo neznámého materiálu. Tím jsou v nevýhodě zejména diabetici, kterým je inzulin podáván prostřednictvím inzulinové pumpy. Kontraindikací k vyšetření jsou také kloubní náhrady, náhrady chlopni apod., které byly do těla pacienta implantovány v krátké době před vyšetřením.

Vzhledem k nutnosti podání kontrastní látky přichází pacient na vyšetření nalačno. U diabetiků je tedy před naplánovaným výkonem potřeba upravit antidiabetickou medikaci tak, aby nedošlo k hypoglykémii. Podává se infúze s glukózou a odpovídající dávkou inzulinu.³⁾ Na pacienty s diabetem by měl být v tomto případě brán ohled a do programu by se měli radit na ranní hodiny.

Z 508 vyšetření diabetiků byla pouze u 71 z nich podána kontrastní látka, z toho o jodovou kontrastní látku šlo v 64 případech. Počet kontrastních vyšetření není vysoký, ale zanedbatelný také ne. Určitým problémem je skutečnost, že až čtvrtina populace starší 70 let má poruchu renálních funkcí a u hypertoniků či diabetiků je situace ještě vážnější. U rizikové skupiny pacientů s podezřením na sníženou renální funkci, především u diabetiků s diabetickou nefropatií, je vysoké riziko poškození ledvin jodovou kontrastní látkou.

Před každou takovou indikací je potřeba zvážit klady a zápory, diagnostickou výtěžnost daného vyšetření a možnost nahradit jej vyšetřením na ultrazvuku či pomocí MR angiografie bez použití kontrastní látky.

Vznik nefrotoxicity závisí na objemu, cestě podání a chemické struktuře kontrastní látky. Vyšší riziko přináší vysokoosmolární jodové kontrastní látky, proto by se u diabetiků měla používat výhradně nízkoosmolární kontrastní látka. To je v souladu i s mým průzkumem, kdy všem 64 diabetikům byla podána neionická jodová kontrastní látka s nízkou nebo střední osmolaritou. V literatuře se stále udává, že jsou tyto látky drahé. Přesto si myslím, že v dnešní době s rozvojem CT a zvyšujícím se počtem indikací kontrastních vyšetření se stávají standardní součástí radiodiagnostického pracoviště a používají se rutině u všech pacientů. Alespoň při své praktické výuce jsem se u žádného vyšetření s vysokoosmolární kontrastní látkou nesetkala.

Objem se liší podle použité techniky, typu vyšetření, věku, hmotnosti a celkového stavu pacienta. Za bezpečný objem se považuje 70 ml, nejvýše 125 – 140 ml. Pro výpočet lze také použít vzorec, který bere v úvahu hmotnost a hodnotu kreatininu pacienta. V praxi bylo nejčastěji použito množství v rozmezí 80 – 125 ml. Menší množství kontrastní látky bylo použito např. při lumbální sympatektomii (10 ml) nebo při CT vyšetření mozku (50 – 60ml).³⁰⁾

Před provedením kontrastního vyšetření je také důležité znát k určení rizika funkci ledvin. K tomu nám slouží jak údaje z anamnézy tak především hladina kreatininu, která by měla být známa u každého pacienta podstupující vyšetření s podáním kontrastní látky a neměla by být starší 3-5 dnů. Riziko začíná exponenciálně narůstat od hodnoty kreatininu 136 $\mu\text{mol/l}$. V rozmezí hodnoty kreatininu od 132 do 352 $\mu\text{mol/l}$ incidence kontrastní nefropatie dosahuje 4-11 %.¹³⁾ Přestože byla hladina kreatininu u 19 diabetiků zvýšená, z toho u dvou nad 300 $\mu\text{mol/l}$ a jednoho dokonce nad 500 $\mu\text{mol/l}$, kontrastová nefropatie ani žádná těžká reakce po kontrastním vyšetření nevznikla.

Vzhledem k ambulantnímu charakteru počítačové tomografie a magnetické rezonance nelze z praktického hlediska u každého pacienta před aplikací kontrastní látky vyšetřit hladinu kreatininu. Je proto vhodné před jejich aplikací zjistit, zda pacient netrpí diabetem, těžší hypertenzí, zda neprodělal operaci ledvin či neužíval nefrotoxické léky. Při kladné odpovědi na alespoň jednu z těchto otázek je vhodné k pacientovi přistupovat jako k jedinci s porušenými renálními funkcemi. Rizikovým faktorem je

také těžká reakce nebo alergie na jod a gadolinium. ⁴⁰⁾ U pacientů se známou alergií na kontrastní látky lze preventivně podat kortikoidy (Prednison – 30 mg) 12 hodin před vyšetřením a 2 hodiny po vyšetření. ⁵⁾

Je samozřejmostí, aby na všech pracovištích, kde se podávají kontrastní látky, byly dostupné léky a přístroje pro resuscitaci.

Nejdůležitější a zřejmě i jedinou prevencí před kontrastním vyšetřením je dobrá hydratace pacienta. Pacient by měl být upozorněn na zvýšený perorální příjem tekutin před a hlavně po vyšetření. V akutních případech, u starých a málo soběstačných lidí by měla být hydratace zajištěna především infuzní terapií. Při svém výzkumu jsem se snažila zjistit stav hydratace jednotlivých pacientů, kteří měli kontrastní vyšetření podstoupit. Pouze jediný pacient z 236 diabetiků měl přímo na žádance v premedikaci napsanou zvýšenou hydrataci. Také pacienti, kteří byli před vyšetřením hospitalizováni v nemocnici, měli v dokumentaci upozornění na zvýšený příjem tekutin. Jak už bylo řečeno, dobrá hydratace diabetika, zvláště se s níženou funkcí ledvin, je důležitá k odstranění kontrastní látky z organismu. Navrhovala bych například zavést tabulku o příjmu tekutin pacienta, kam by si on sám nebo ošetřující personál zapisoval množství vypitých tekutin před a po vyšetření.

V prevenci rozvoje kontrastní nefropatie je zkoumána možnost bezprostředně po výkonu odstranit kontrastní látku z cirkulace pomocí hemodialýzy nebo peritoneální dialýzy. ³⁰⁾ U žádné z těchto možností se zatím pozitivní výsledky neprokázaly.

Na podkladě výše shrnutých zkušeností doporučuji organizaci práce radiologického asistenta při kontrastním vyšetření následujícím způsobem:

1. před výkonem:

- zkontrolovat žádanku a zdravotní dokumentaci pacienta, provést anamnézu a definovat rizikového pacienta (projevy alergie, nesnášenlivost kontrastních látek a jiných léčiv, další přidružená onemocnění)
- pečlivá indikace kontrastního vyšetření, respektování kontraindikací a veškeré nesrovnalosti řešit s lékařem
- vyloučit současné podání všech nefrotoxických léků
- těsně před výkonem zajistit hydrataci podáním i. v. roztoků
- podat předepsanou premedikaci
- použít nízké množství nízkoosmolárních kontrastních látek
- mít v dosahu léky a přístroje pro resuscitaci

2. při výkonu:

- sledování pacienta
- kontrola množství kontrastní látky a dodržování co nejdelších pauz mezi vstříky

3. po výkonu:

- sepsat vše, co pacient během výkonu dostal – typ a množství kontrastní látky, podané infuze, léky a informace o průběhu vyšetření
- doporučit zvýšení hydratace
- mít pacienta s ponechanou kanylou 30 minut po vyšetření pod dozorem, a neambulantní pacienty pak předat za souhlasu a s připomínkami lékaře odpovědnému zdravotnímu pracovníkovi

6. Závěr

Na základě získaných poznatků při své praktické výuce a porovnání výsledků s údaji v literatuře byla potvrzena hypotéza, že práce radiologického asistenta vyžaduje při vyšetření nemocných s diabetes mellitus specifický přístup. Jedná se jak o přístup radiologického asistenta k samotnému pacientovi, tak o vhodné zvolení technických parametrů s ohledem na tělesnou konstituci a celkový stav pacienta. Specifický přístup je obzvláště důležitý při vyšetření s použitím kontrastních látek, které jsou nefrotoxické a stav diabetika mohou výrazně zkomplikovat. Vždy bychom měli vědět, zda pacient je diabetik, jaké léky užívá a doporučenými postupy předcházet vzniku možných komplikací.

Jelikož neexistuje žádná literatura, která by se tímto tématem zabývala komplexně, věřím, že tato práce poskytne o dané problematice všem radiologickým asistentům potřebné informace.

7. Seznam použité literatury:

1. BÉM, R. – FEJFAROVÁ, V. a kol.: Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa. *Neuropatické fraktury v oblasti kolenního kloubu u pacientů s diabetem*, 2006, roč. 9, č. 2, s. 58-62. ISSN 1211-9326
2. Česká diabetologická společnost: *Standardy diagnostiky a léčby diabetické neuropatie* [online]. 2009 [cit. 2010-2-12].
Dostupné z: <http://www.diab.cz/modules/Standardy/diabneur.pdf>
3. DANZIG, V. a kol.: Cor et Vasa. *Diagnostika ischemické choroby srdeční u diabetiků*, 2009, roč. 51, č. 5, s. 340-347. ISSN 0010-8650
4. DYLEVSKÝ, I.: *Somatologie*, 2. vyd. Olomouc: Epava, 2000. 480 s.
ISBN 80-86297-05-5
5. ESUR Guidelines on Contrast Media (version 7.0). [online]. 2008 [cit. 2010-2-25].
Dostupné z: <http://www.esur.org/Contrast-media.51.0.html#c279>
6. HLAVA, A. – KRAJINA, A.: *Intervenční radiologie*, 1. vyd. Hradec Králové: Nucleus, 1996. 512 s. ISBN 80-901753-1-7
7. CHLUP, R. a kol.: *Úvod do diagnostiky a léčby diabetu*, 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2000. ISBN 80-244-0091-X
8. CHUDÁČEK, Z.: *Radiodiagnostika*, 1. vyd. Martin: Osveta, 1993. 440 s.
ISBN 80-217-0571-X
9. KOZLOVÁ, L. - KUBELOVÁ, V.: *Jak psát bakalářskou a diplomovou práci*, 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2008. 56 s. ISBN 978-80-7394-112-3
10. KOŽNAR, B.: Praktická radiologie. *PTA – perkutánní transluminální angioplastika bérceových tepen*, 2004, roč. 9, č. 4, s. 22-25. ISSN 1211-5053
11. KŘOVÁKOVÁ, B.: Praktická radiologie. *Metformin a jodované kontrastní látky*, 2004, roč. 9, č. 1, s. 14-16. ISSN 1211-5053
12. LACMAN, J. – MAŠKOVÁ, J. – REJCHRT, P.: Bulletin. *Možnosti diagnostiky a léčby diabetické nohy na radiologickém pracovišti* [online]. 2005

- [cit. 2009-1-12]. Dostupné z: <http://www.hpb.cz/index.php?pId=05-3-4-11>
13. MARTÍNEK, V.: Intervenční a akutní kardiologie. *Poškození ledvin kontrastními látkami*, 2002, roč. 1, č. 1, s. 37-40. ISSN 1213-807X
 14. MARVAN, S.: *Kontrastní látky v radiodiagnostice*, 1. vyd. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků v Brně, 1984. 20 s. ISBN 57-863-84
 15. MECHL, M.: Česká radiologie. *Metodický list intravaskulárního podání jodových kontrastních látek (JKL)*, 2007, roč. 61, č. 1, s. 105-107. ISSN 1210-7883
 16. MLČOCH, Z.: Cévní mozková příhoda (mrtvice) – komplexní článek, fibrinolýza (trombolýza) [online]. [cit. 2010-3-11] Dostupné z: http://www.zbynekmlcoch.cz/info/neurologie/cevni_mozkova_prihoda_mrtvice_komplexni_clanek_fibrinolzyza_trombolzyza_.html#diagnostika_zobrazovaci_metody
 17. NAVRÁTIL, L. a kol.: *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory*, Praha: Grada, 2008. 424 s. ISBN 978-80-247-2319-8
 18. NEKULA, J.: *Radiologie*, 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. 205 s. ISBN 80-244-0259-9
 19. NEKULA, J. – CHMELOVÁ, J.: *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*, 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2007. 68 s. ISBN 978-80-7368-335-1
 20. Nemocnice na Homolce. *Chemická lumbální sympatektomie pod CT (CHSEL)* [online]. [cit. 2010-1-17]. Dostupné z: [http://www.homolka.cz/cz/radiodiagnosticke_oddeleni_\(RDG\)/?p=2067](http://www.homolka.cz/cz/radiodiagnosticke_oddeleni_(RDG)/?p=2067)
 21. PELIKÁNOVÁ, T.: Postgraduální medicína. *Mikrovaskulární komplikace diabetu*, 2005, roč. 7, č. 4, s. 423. ISSN 1212-4184
 22. PÍTHOVÁ, P.: Interní medicína. *Akutní komplikace diabetes mellitus*, 2006, roč. 8, č. 12, s. 523-525. ISSN 1212-7299
 23. PÍTHOVÁ, P.: Postgraduální medicína. *Syndrom diabetické nohy*, 2001, roč. 3, s. 776-780. ISSN

24. PODROUŽKOVÁ, B.: *Diabetologie: Vybrané kapitoly z diagnostiky, kontroly a léčby diabetu*, 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brno, 1994. 90 s. ISBN 80-7013-166-7
25. PONŤUCH, P.: *Diabetická nefropatie*, 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 140 s. ISBN 80-247-0312-2
26. RUŠAVÝ, Z. et al.: *Diabetická noha: diagnostika a terapie v praxi*, 1. vyd. Praha: Galén, 1998. 190 s. ISBN 80-85824-73-6
27. RYBKA, J.: *Diabetes mellitus – komplikace a přidružená onemocnění*, 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 320 s. ISBN 978-80-247-1671-8
28. RYCHLÍK, I. – TESAŘ, V. a kol.: *Onemocnění ledvin u diabetes mellitus*, 1. vyd. Praha: TIGIS, 2005. 406 s. ISBN 80-900130-9-0
29. Státní ústav pro kontrolu léčiv: Otázky a odpovědi týkající se přehodnocení kontrastních látek obsahujících gadolinium [online]. 2009 [cit. 2010-3-5]
Dostupné z: <http://www.sukl.cz/otazky-a-odpovedi-tykajici-se-prehodnoceni-kontrastnich?highlightWords=kontrastn%C3%AD+I%C3%A1tky>
30. SVOBODA, L.: Medicína pro praxi. *Poškození ledvin kontrastní látkou*, 2007, roč. 4, č. 10, s. 410-415. ISSN 1214-8687
31. SVOBODA, M.: *Základy techniky vyšetřování rentgenem*, 2. vyd. Praha: Avicenum, 1976. 608 s.
32. SWAMINATHAN, S.: Postgraduální neurologie. *Nové poznatky o nefrogenní systémové fibróze*, 2007, roč. 5, č. 5, s. 69-70. ISSN 1214-178X
33. ŠOCHMAN, J. - PEREGRIN, Jan H.: Česká radiologie. *Nefropatie způsobená kontrastní látkou: je zde skutečně možnost specifického ovlivnění? Co si myslíme o Nacetylcysteinu*, 2007, roč. 61, č. 1, s. 27-31. ISSN 1210-7883
34. ŠPINAR, J. a kol.: *Ischemická choroba srdce (ICHS)* [online]. 2005 [cit. 2010-3-5]
Dostupné z: https://www.zdravcentra.sk/cps/rde/xchg/zcsk/xsl/3141_1587.html
35. ŠPINAR, J. – VÍTOVEC, J. – ZÍCHA, J.: *Hypertenze: diagnostika a léčba* [online]. 2009 [cit. 2010-3-5] Dostupné z: https://www.zdravcentra.sk/cps/rde/xchg/zcsk/xsl/3141_1768.html

36. TILLICH, J.: *Alergie. Nežádoucí reakce po jodových kontrastních látkách*, 2005, roč. 7, č. 4, s. 286-291. ISSN 1212-3536
37. TORRES, Lillian S.: *Basic Medical Techniques and Patient Care for Radiologic Technologists*, 3. vyd. Philadelphia: J. B. Lippencott Company, 1989. s. 79-80. ISBN 0-397-50935-9
38. URBÁNEK, J.: *Co je to diabetes mellitus* [online]. 2008 [cit. 2009-11-25]. Dostupné z: http://www.dia-urbanek.cz/co_je_mellitus.php
39. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. Dostupné z: http://www.uzis.cz/news.php?mnu_id=1100
40. VYMAZAL, J.: *Medicína pro praxi. Systémová nefrogenní fibróza a kontrastní látky používané v magnetické rezonanci*, 2007, roč. 4, č. 11, s. 478-480. ISSN 1214-8687

8. Klíčová slova:

Diabetes mellitus

Kontrastní látka

Radiologický asistent

Zobrazovací metody