JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zdravotně sociální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zobrazování při obezitě a metabolickém syndromu

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

Autor práce:
Radka Dušková

Datum odevzdání práce: 30. 4. 2009

Abstrakt

The Imaging in Cases of Obesity and the Metabolic Syndrome

This thesis deals with imaging in cases of obesity and the metabolic syndrome. It mainly focuses on the diagnostic imaging using imaging modalities, such as skiagraphy, skiascopy, ultrasonography, computer telegraphy and magnetic resonance.

The objective of this thesis was to determine the characteristic and specific qualities of various diagnostic procedures of a radiological assistant when imaging patients suffering from obesity and the metabolic syndrome, especially when a contrast medium is used during the treatment, and then to compare the diagnostic possibilities of imaging when different imaging modalities are used.

The theoretical part describes obesity and the metabolic syndrome, with the special focus being done on their possible extent and resulting complications. The imaging modalities do not image obesity and the metabolic syndrome as such, but deal with the diagnostics and the treatment of various illnesses caused by metabolic dysfunctions. The issue of diagnostic imaging is complicated by the differences in methods caused by the use or non-use of ionizing radiation. The increased risk of complications during the treatment of patients suffering from obesity and the metabolic syndrome can be caused by the use of a contrast medium, which is mostly used in diagnostic imaging and it is also sometimes used in therapeutic imaging, such the invasive treatment of the cardiovascular system. For this reason, this issue has also been dealt with in this thesis.

The practical part contains an evaluation and a comparison of 100 questionnaires that have been filled in by randomly selected patients of the Radiological Department. The questionnaires were anonymous and those questions were created so as to determine the prevalence of obesity in the investigated sample, which would then provide information about the possible complications that can occur during an examination which have been caused by obesity and the metabolic syndrome. After completion of the questionnaire by these patients, I also participated in their examination and verified my presupposed hypothesis in practice.

The results of the questionnaire research and the participation in the examination of respondents confirmed my hypothesis that imaging in obesity and the metabolic syndrome requires a special approach, especially when contrast mediums are used during the treatment. Attention has to be paid not only to the technical modifications of procedures in individual imaging modalities, but also to the specifications connected with organ polymorbidity and the related complicating pathological conditions.

Since the prevalence of obesity and the metabolic syndrome is increasing, it is very probable that we will meet patients suffering from this type of illness increasingly more often at the Radiological Department. This is another reason why the specificities of imaging patients suffering from these illnesses should be gradually implemented into regular radiological imaging procedures.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Zobrazování při obezitě a metabolickém syndromu“ 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 jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 30. 4. 2009

.....

Radka Dušková

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce prof. MUDr. Stanislavu Tůmovi, CSc. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych chtěla poděkovat radiodiagnostickému oddělení Nemocnice v Českých Budějovicích (zejména Mgr. Miloši Plhoňovi) za ochotu, pomoc a pochopení při sběru dat pro výzkumnou část mé práce.

Obsah

ÚVOD **7**

1. SOUČASNÝ STAV OBEZITY A METABOLICKÉHO SYNDROMU **8**

1.1 OBEZITA 8

1.2 METABOLICKÝ SYNDROM 22

1.3 PROBLEMATIKA DIAGNOSTICKÝCH ZOBRAZOVACÍCH METOD U NEMOCNÝCH S OBEZITOU A METABOLICKÝM SYNDROMEM 25

1.3.1 Zobrazovací modality *26*

1.3.2 Kontrastní látky *33*

1.4 ZVLÁŠTNOSTI DIAGNOSTICKÝCH POSTUPŮ V PRÁCI RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA S OBÉZNÍMI PACIENTY A NEMOCNÝMI S METABOLICKÝM SYNDROMEM A JEHO KOMPLIKACEMI 39

2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY **42**

2.1 CÍLE PRÁCE 42

2.2 PŘEDPOKLÁDANÉ HYPOTÉZY 42

3. ZKOUMANÝ SOUBOR A METODIKA **43**

4. VÝSLEDKY **45**

5. DISKUSE **58**

6. ZÁVĚR **78**

7. KLÍČOVÁ SLOVA (KEY WORDS) **80**

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ **81**

8.1 LITERÁRNÍ ZDROJE 81

8.2 ELEKTRONICKÉ ZDROJE 83

9. PŘÍLOHY **84**

Úvod

Obezita charakterizovaná zmnožením tukové tkáně je jedním z nejčastějších onemocnění látkové přeměny čili metabolickým onemocněním současnosti. V běžném životě se s obezitou setkáváme každým dnem stále častěji a ani zdravotnictví není výjimkou. Obezita i metabolický syndrom se u moderního člověka začínají projevovat stále v mladším věku života. Přinášejí řadu zdravotních komplikací, k jejichž řešení by měla být zdravotnická péče připravena.

Na diagnostických radiologických odděleních se budou muset zdravotničtí pracovníci umět přizpůsobit zvláštnostem diagnostických postupů při zobrazování takto trpících jedinců. Bude se klást zřetel především na to, jak nemocným zajistit co nejvyšší komfort při diagnostickém vyšetření a současně co nejvíce omezit riziko možných komplikací, které mohou být při zobrazování osob s obezitou a metabolickým syndromem vyvolány zvláštností onemocnění. Nesporně bude důležitá i výchova zdravotnických pracovníků ke zvláštnostem diagnostických postupů v případech, kdy obezita a metabolických syndrom provázejí choroby, u nichž zdravotní i společensko-ekonomické dopady jsou nepochybné.

Cílem této práce je stanovit zvláštnosti diagnostických postupů radiologického asistenta při zobrazování pacientů s metabolickým syndromem a obezitou a porovnat problematiku diagnostických možností zobrazování pomocí různých zobrazovacích modalit při metabolickém syndromu a obezitě.

1. Současný stav obezity a metabolického syndromu

Obezita je v současnosti jedním z nejčastějších onemocnění látkové přeměny čili onemocněním metabolickým. Je charakterizována zmnožením tukové tkáně v organismu. Je jednou z řady metabolických poruch, které jsou sledovány jako rizikové faktory chorobných stavů, v prvé řadě aterosklerózy. Metabolický syndrom je komplexem poruch v metabolizmu krevních tuků a cukru, v řízení krevního tlaku a v ukládání tukových zásob.[1] Kombinace insulinové rezistence, diabetu, arteriální hypertenze, dyslipidemie, obezity a dalších složek zcela jednoznačně zvyšuje riziko následných zdravotních komplikací.

1.1 Obezita

Otylost, která je nejčastějším metabolickým onemocněním dneška, patří k tzv. civilizačním chorobám. Nicméně otylost se neobjevuje až v době moderní civilizace. Doklady o tom, že se obezita u lidí vyskytovala již v éře paleolitu, před více než 25 tisíci lety, poskytují četné archeologické nálezy z různých míst Evropy.

Již ve starověku věnují lékařské autority pozornost obezitě. Avicenna, Hippokrates, Galén poukazují na zdravotní rizika obezity. Od 18. století se objevují nové poznatky a hypotézy o obezitě, které dodnes neztratily na aktuálnosti. V druhé polovině našeho století je vedle léčby věnována stále větší pozornost zdravotním komplikacím otylosti.[2]

Koncem dvacátého století jsme svědky celosvětové epidemie obezity, která postihuje jak rozvinuté, tak rozvojové země. Podle údajů International Obesity Task Force z roku 2000 prevalence obezity v evropských zemích dosahuje 10 – 40 %.

Nápadný je ve většině zemí enormní vzestup prevalence obezity v průběhu posledních 10 – 20 let. S přejímáním západního životního stylu se obezita dnes stává

[1] Reklama firmy Walmark na produkt Dialevel v časopise Vlasta

[2] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

problémem v zemích, kde se dříve téměř nevyskytoval. S ekonomickým rozvojem však dochází současně k přejímání západního životního stylu včetně stravovacích zvyklostí a automobilizace.

Česká republika se řadí na jedno z předních míst v prevalenci obezity v Evropě. Ve většině evropských zemí je u žen prevalence obezity o 3 – 6 % větší než u mužů.[3]

Definice obezity

Obezita je obecně charakterizována zmnožením tukové tkáně v organismu. Nebývá zvláštní výjimkou takzvaná latentní neboli skrytá obezita, kdy i při ideální hmotnosti je nevýhodné složení těla s větším podílem tuku v organismu nežli se považuje za normu. Normální hodnoty podílu tuku v lidském těle činí u mužů maximálně do 25 % tělesné hmotnosti, u žen do 30 %.

I relativně štíhlí lidé mívají tyto hodnoty vyšší, obézní jedinci je ovšem vysoce překračují. Rozložení tělesného tuku je dáno pohlavím, věkem, etnickým charakterem populace a jeho výsledné množství pak stravovacími návyky, mírou pohybové aktivity, vykonávanou prací, vlastně celým životním stylem a ovšem i zdravotním stavem.

Obezita neboli otylost se stala celosvětovým zdravotnickým problémem pro nebezpečí komplikací různé závažnosti. Byla přiřazena k tzv. rizikovým civilizačním faktorům (viz tabulka č. 1).

Tabulka č. 1

Rizikové faktory civilizace:
1. Vysoká hladina tukovitých látek v krvi
2. Nedostatek pohybové aktivity
3. Obezita
4. Vysoký krevní tlak
5. Tabakismus a jiné drogové závislosti
6. Duševní stres
7. Poruchy látkové přeměny (zejména diabetes neboli cukrovka)

[3] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

Mnoho rizikových činitelů vyplývá z pochybeného životního stylu. Přitom stačí přítomnost jednoho rizikového činitele, zpravidla jich však bývá pohromadě více, aby byla ohrožena zdravotní rovnováha jedince, a to současná i perspektivní. Mnohé z rizikových činitelů lze však ovlivnit.

Obezita se řadí k takzvaným civilizačním chorobám. V posledních letech dosahuje znepokojivých rozměrů jak v zemích rozvinutých, tak v řadě zemí, kde tomu tak dříve nebylo. Hranici žádoucí hmotnosti překračuje obecně vzato více jak 50 % dospělé populace, přinejmenším v Evropě a USA. Nebezpečí spočívá také v tom, že nadváha se může snadno přesmyknout v obezitu. A statistiky uvádějí neradostná sdělení, že jedna třetina příčin smrti v rozvinutých zemích souvisí s obezitou.

Obezita je nyní skutečně závažným zdravotním problémem, zvláště vzhledem ke komplikacím, které ráda navozuje, ale také problémem psychosociálním, ekonomickým a v neposlední řadě také pro mnohé problémem estetickým.[4]

Hodnocení obezity

Stupeň obezity se určuje: měřením tělesného tuku, určováním indexu tělesné hmotnosti. V poslední době se velmi rozšířilo měření tělesného složení pomocí bioelektrické impedance (BIA). Metoda je založena na měření odporu, respektive vodivosti těla při průchodu proudu s nízkou intenzitou a vysokou frekvencí. Při kalkulaci podílu tuku a beztukové tkáně se vychází z lepší vodivosti beztukové hmoty oproti tukové tkáni. Přesné stanovení podílu tělesného tuku se využívá pouze v klinickém výzkumu. V běžné praxi se využívá řada jednoduchých nepřímých metod stanovení tělesného složení.[5]

Vzhledem k tomu, že určování stupně obezity zjišťováním podílu tuku v organismu není obvykle v klinické praxi běžně dostupné, využívá se ke klasifikaci

[4] MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

[5] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

obezity hmotnostních indexů.[6] K vyjádření takzvaně ideální hmotnosti existují v běžné praxi zhruba dva nejčastěji používané výpočetní vzorce. Brocův vzorec ideální váhy je všeobecně znám. Jeho idea spočívá v tom, že člověk by měl vážit tolik kilogramů, kolik centimetrů měří nad 1 metr výšky, čili H = V – 100, kde H = hmotnost v kg a V = výška v cm. Tento výpočet platí spíše pro muže, kteří mají zpravidla silnější kostru nežli ženy. Ženy mají všeobecně křehčí kostru, a proto bohatě stačí, když jejich hmotnost je jen 90 %, maximálně 95 % dle tohoto kritéria.

Častěji se používá výpočtu tzv. BMI (angl. Body Mass Index) neboli indexu tělesné hmotnosti.[7] BMI byl definován v minulém století Belgičanem Queteletem, a tak se někdy setkáme s označením Queteletův index.[8] BMI se vypočte tak, že se současná hmotnost vydělí druhou mocninou výšky v metrech: BMI = W (v kg) / H (v m^2), kde W = hmotnost a H = výška. Zdravotní rizika představuje už i nadváha od BMI 27,0, ovšem v tomto pásmu je jen lehce zvýšená. Vysoké riziko je u obezity I a II. stupně, velmi vysoké u obezity III. stupně.

Oba indexy hmotnosti, Brocův i BMI neboli Queteletův index jsou jen určitým vodítkem, protože člověk je složitou biopsychosociální individualitou. Každý člověk je stejný jiným způsobem. Záleží mnoho na individuálním stylu, který zahrnuje mnoho kategorií životosprávy, stejně jako na vlohách genetických nebo celkovém zdravotním stavu.[9] Od určování stupně nadváhy pomocí Brocova indexu bylo upuštěno. Dnes klasifikujeme obezitu nejčastěji podle indexu tělesné hmotnosti (BMI).

---

[6] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

[7] MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

[8] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

[9] MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

Kategorie BMI, klasifikaci obezity podle Světové zdravotnické organizace (WHO) a International Obesity Task Force (IOTF) a souvislost se zdravotními riziky udává následující tabulka (viz tabulka č. 2).[10]

Tabulka č. 2

Kategorie BMI, klasifikaci obezity (podle WHO a IOTF) a souvislost se zdravotními riziky		
BMI	Kategorie podle WHO a IOTF	Zdravotní rizika
< 18,5	podváha	malnutrice, anorexie
18,5 – 24,9	normální rozmezí	minimální
25,0 – 29,9	preobézní stav (nadváha)	25,0 – 26,9 lehce zvýšená 27,0 – 29,9 zvýšená
30,0 – 34,9	obezita I. stupně	středně vysoká
35,0 – 39,9	obezita II. stupně	vysoká
≥ 40	obezita III. stupně	velmi vysoká

Ideální hmotnost (IBW – Ideal Body Weight) odpovídá hmotnosti člověka s nejvyšší pravděpodobností dlouhého věku. Pro orientaci při hodnocení obezity většinou postačuje porovnání hmotnosti a výšky pacienta. Pokud chceme zjišťovat další údaje, je zde možnost měření podkožní tukové vrstvy kaliperem.[11] Bylo prokázáno, že zejména tloušťka subskapulární řasy dobře koreluje s kardiovaskulárními a metabolickými riziky u androidní obezity.[12] K odlišení svalové a tukové hmoty (měření Lean Body Mass – netukové tělesné hmoty) využíváme podvodního vážení v bazénu či bioimpedance.[13]

---

[10] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

[11] KOHOUT, Pavel, PAVLÍČKOVÁ, Jaroslava. *Obezita*. Pardubice : Filip Trend Publishing, 2001. 114 s. Rady od pramene (Filip Trend); sv. 1. Obálkový název : Problematika hodnotného života - obezita. ISBN 80-86282-14-7.

[12] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

[13] KOHOUT, Pavel, PAVLÍČKOVÁ, Jaroslava. *Obezita*. Pardubice : Filip Trend Publishing, 2001. 114 s. Rady od pramene (Filip Trend); sv. 1. Obálkový název : Problematika hodnotného života - obezita. ISBN 80-86282-14-7.

Množství útrobního tuku se dá přesně určit pomocí počítačové tomografie či magnetické rezonance. Tyto přesné metody se používají pouze v klinickém výzkumu. Intraabdominální tuk lze rovněž vyjádřit nepřímo ultrasonograficky jako vzdálenost mezi přední stěnou aorty a vnitřním okrajem přímého břišního svalu ve výši L4/5.[14]

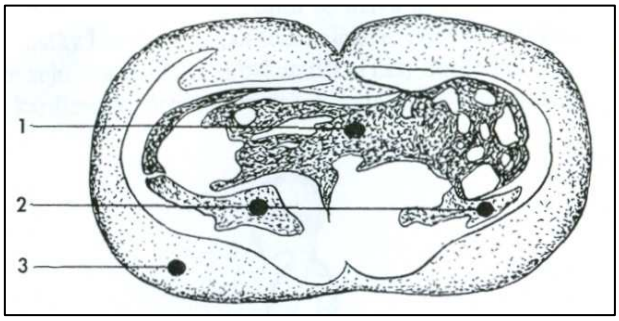
Schéma č. 1

Zobrazení intraabdominálního tuku (tj. intraperitoneálního a retroperitoneálníbo) a subkutánního tuku (schéma CT vrstvy ve výši L3):

1 – intraperitoneální tuk,

2 – retroperitoneální tuk,

3 – subkutánní tuk.



Klinický obraz a typy obezity

Fyziologicky je vyšší podíl tuku u žen (do 28 – 30 %) než jak je tomu u mužů (do 23 – 25 %). S věkem podíl tuku v těle stoupá. BMI samozřejmě přesně neodráží podíl tuku a beztukové hmoty. Při stejném BMI mají ženy větší podíl tuku než muži a starší jedinci větší podíl tuku než jedinci mladší. U sportovců provozujících silové sporty (vzpěrači, kulturisté) vzestup BMI odráží zmnožení svalové hmoty a nikoli zmnožení tuku. Avšak většina jedinců s BMI > 30 má obvykle nadměrné tukové zásoby. Přes řadu výhrad můžeme na základě BMI určit zdravotní rizika spojená s obezitou.[15] Zdravotní rizika podle kategorií BMI ukazuje tabulka č. 2.

Ne vždy se nadměrný tělesný tuk ukládá v lidském těle rovnoměrně a vyváženě. Určité disproporční tendence se mohou projevit a projevují se již při normální

[14] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

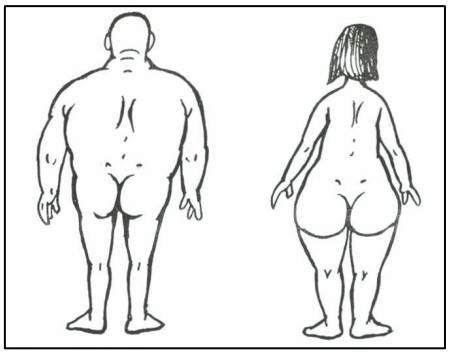
[15] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

hmotnosti nebo nadváze, tím spíše při vyložené obezitě. V tomto směru bývá dědičnost nepopiratelná.[16]

Obezita je zaviněna řadou faktorů, rozeznáváme obezitu primární, to znamená obezitu jako nemoc, a velmi vzácnou obezitu sekundární, to znamená obezitu jako příznak jiného onemocnění.

V klasickém průběhu rozeznáváme 2 fáze primární obezity, fázi dynamickou, která se vyznačuje rychlým nárůstem hmotnosti provázeným velkým hladem a polyfagií (což v překladu znamená „žravost“) a fázi stabilizovanou, kdy je obezita již rozvinuta a hmotnost se dále nemění. V této fázi je příjem potravy stejný jako u ostatní populace, naopak může být ještě menší, přesto hmotnost zůstává nezměněna. V průběhu obezity může docházet ke vzniku komplikací, které mohou zkrátit život pacientů či výrazně zhoršit jeho kvalitu.

Riziko komplikací se liší též podle rozložení zásobního tuku (**Schéma č. 2**). Rozlišujeme abdominální rozložení tuku typ A (androidní, mužský typ obezity, apple – „jablkovitý), kdy je tuk umístěn více v oblasti břicha, a gynoidní rozložení tuku – typ B (gynoidní, ženský typ obezity, birn – „hruškovitý“), v tomto případě je tuk nahromaděn více v oblasti hýždí a stehen.[17]



Gynoidní typ obezity bývá častější u žen, tělesný tuk se ukládá převážně v dolní polovině těla, od pasu dolů, hlavně na hýždích, stehnech nebo v rozsahu celých dolních končetin. Významnou roli tu hraje specifická stavba těla s vlivy genetickými.

Androidní typ obezity nebo také tvaru jablka bývá častěji u mužů, ovšem nevyhýbá se ani mnoha ženám. Tuk je tu uložen převážně na břiše a v horní polovině

[16] MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

[17] KOHOUT, Pavel, PAVLÍČKOVÁ, Jaroslava. *Obezita*. Pardubice : Filip Trend Publishing, 2001. 114 s. Rady od pramene (Filip Trend); sv. 1. Obálkový název : Problematika hodnotného života - obezita. ISBN 80-86282-14-7.

těla, zatímco horní i dolní končetiny zůstávají štíhlé. Tento typ se označuje také jako centrální obezita nebo viscerální (útrobní) obezita, protože tuk bývá uložen ve zvýšené míře nejen v podkoží, ale také v dutině břišní mezi břišními orgány. Centrální androidní typ obezity je zvlášť rizikový vzhledem ke komplikacím srdečně-cévním a v oblasti látkové přeměny.[18]

Charakter rozložení tuku se v běžné ambulantní praxi stanoví antropometricky.[19] Rozdíl mezi mužským a ženským typem obezity vyjadřuje WHR Waist/Hip circumference ratio (poměr pas/boky). Vyjadřuje změřený obvod pasu (v nejužším místě postavy) a obvod boků (v neširšího místě postavy).[20] Řada studií v posledních letech prokázala, že pouhý obvod pasu je vhodnějším ukazatelem metabolických a kardiovaskulárních rizik u obezity než poměr pas/boky. Ovšem i u obvodu pasu se různé populace liší podle hraničních hodnot ukazujících zvýšené riziko.[21] Podle obvodu pasu lze také určit pravděpodobně riziko těchto komplikací (viz tabulka č. 3).[22]

[18] MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

[19] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

[20] KOHOUT, Pavel, PAVLÍČKOVÁ, Jaroslava. *Obezita*. Pardubice : Filip Trend Publishing, 2001. 114 s. Rady od pramene (Filip Trend); sv. 1. Obálkový název : Problematika hodnotného života - obezita. ISBN 80-86282-14-7.

[21] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

[22] MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

Tabulka č. 3

Obvod pasu a souvislost se zvýšeným a vysokým rizikem metabolických a kardiovaskulárních komplikací obezity (podle klasifikace IOTF)[23]		
	Zvýšené riziko	Vysoké riziko
Muži	≥ 94 cm	≥ 102 cm
Ženy	≥ 80 cm	≥ 88 cm

Ovšemže ani typy obezity nejsou vždy černobílé a jsou také typy obezity difúzní, povšechně rozložené nebo smíšené, s určitou převahou androidního nebo gynoidního typu. I pouhá nadváha se může už typově projevovat.[24]

Komplikace obezity

Obezita je dnes považována za jedno z primárních zdravotních rizik industriální společnosti. Zdravotní význam obezity je však podceňován jak laiky tak zdravotníky, protože obezita jako taková život bezprostředně neohrožuje. Nicméně četné zdravotní komplikace obezity významně ovlivňují jak nemocnost, tak kvalitu a délku života obézního jedince.

Křivka (viz schéma č. 3) znázorňující vztah mezi BMI a mortalitou má obvykle charakter U či J, přičemž zvýšená úmrtnost u nižších kategorií BMI je dávána do souvislosti s výskytem karcinomů a s kouřením. Negativní zdravotní důsledky obezity se odrážejí spíše ve středním než ve vyšším věku a jsou závažnější u mužů než u žen. Ve vyšším věku má obezita větší vliv na vznik respiračních onemocnění a degenerativních onemocnění kloubů a páteře i na častější výskyt únavy a depresí než na zhoršení kardiovaskulárních onemocnění.[25]

---

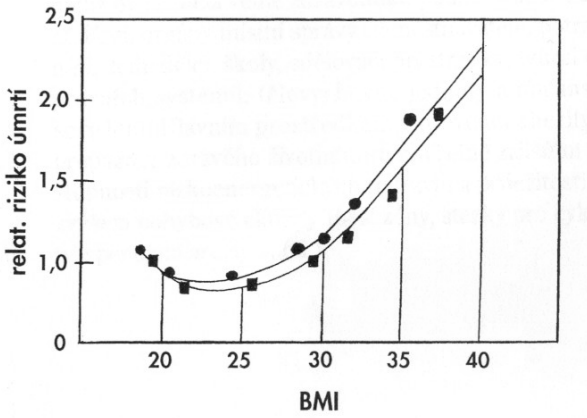
[23] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

[24] MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

[25] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

Schéma č. 3

Závislost relativního rizika úmrtí na indexu tělesné hmotnosti podle studie American cancer Society (1979), v níž bylo zahrnuto 750 00 mužů a žen (● muži, ■ ženy).[26]



Při posuzování zdravotního významu obezity musíme vedle BMI a obvodu pasu vzít v úvahu i anamnestický výskyt komplikací obezity a výskyt rizikových faktorů v laboratorním nálezu (viz tabulka č. 4).[27]

Metabolická a kardiovaskulární rizika obezity významně souvisí nejen s celkovým množstvím tuku v těle, jehož nepřímým ukazatelem je BMI, ale i s množstvím tuku akumulovaného uvnitř břicha. Tuk uvnitř břicha označujeme jako tuk útrobní neboli viscerální. Je uložen kolem nitrobřišních orgánů a na peritoneu. Viscerální tuk charakterizuje zvýšený obrat volných mastných kyselin a jejich zvýšený tok do jater, kde se jejich zvýšení podílí na rozvoji metabolického syndromu.[28]

[26] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

[27] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

[28] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

Tabulka č. 4

Zvýšené riziko komplikací a předčasné smrti souvisí s dalšími faktory [29]:
➢ přítomnost dalších rizikových faktorů – vysoký krevní tlak, vyšší hladina krevního cukru, čili už přítomná cukrovka, porucha metabolismu tuků, hyperlipoproteinémie – zvýšená hladina cholesterolu a/nebo triglyceridů, vysoká hladina kyseliny močové v séru s rizikem vzniku dny, zvětšená levá komora srdeční v důsledku vysokého krevního tlaku při ischemické nemoci srdeční či obezity samotné.
➢ výskyt předčasného vzniku ischemické nemoci srdeční, cukrovky, dny, žlučníkových kamenů či vysokého krevního tlaku v rodině
➢ vyšší výskyt nádorových onemocnění způsobený nevhodnými stravovacími návyky a životním stylem
➢ obezita trvající delší časový úsek
➢ další poškození zdraví bez přímé souvislosti s nadváhou (například vady srdečních chlopní)

Somatická rizika spojená s nadváhou, nejsou pro všechny obézní osoby identická. Je známo, že např. mortalita kuřáků s normální hmotností je podstatně vyšší než mortalita obézních osob, které nekouří. Relativní riziko vzniku onemocnění u obézních uvádí tabulka č. 5. [30]

[29] KOHOUT, Pavel, PAVLÍČKOVÁ, Jaroslava. *Obezita*. Pardubice : Filip Trend Publishing, 2001. 114 s. Rady od pramene (Filip Trend); sv. 1. Obálkový název : Problematika hodnotného života - obezita. ISBN 80-86282-14-7.

[30] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

Tabulka č. 5

Relativní riziko vzniku onemocnění u obézních (BMI > 27) ve srovnání s normosteniky (u normosteniků je riziko onemocnění rovno 1,0)	
Mozková cévní příhoda	3,1
Hypertenze	2,9
Diabetes (NIDDM)	2,9
Angina pectoris	2,5
Dna	2,5
Cholecystopatie	2,0
Infarkt myokardu	1,9
Artrózy	1,8
Karcinom dělohy	1,6
Žilní trombóza	1,5
Hyperlipoproteinémie	1,5
Kolorektální karcinom	1,3
Karcinom prsu	1,2
Fraktury krčku femuru	0,8

Přehled v současnosti nejčastěji uváděných rizik a komplikací obezity je uveden v tabulce č. 6.: [31]

[31] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

Tabulka č. 6

Zdravotní komplikace obezity	
Metabolické	inzulinorezistence – hyperinzulinémie – porucha glukózové tolerance – NIDDM (non-inzulin-dependentní diabetes mellitus)
	poruchy metabolismu lipoproteinů
	hyperurikémie
	změny fibrinolytické aktivity
Endokrinní	hyperestrogenismus
	hyperandrogenismus u žen
	hypogonadismus u mužů s těžkou obezitou
	funkční hyperkortizolismus
	snížená sekrece růstového hormonu (GH)
	pozměněná aktivita sympatoadrenálního systému
Gynekologické	poruchy cyklu, amenorea
	infertilita
	komplikace v graviditě
	komplikace při porodu
	pokles dělohy
	záněty rodidel
Kardiovaskulární	hypertenze
	hypertrofie a dilatace levé komory srdeční
	ischemická choroba srdeční
	arytmie
	náhlá smrt
	mozkové cévní příhody
	varixy
	tromboembolická nemoc
Respirační	hypoventilace a restrikce u Pickwickova syndromu
	syndrom spánkové apnoe
Gastrointestinální a hepatobiliární	gastroezofageální reflux
	hiátová hernie
	cholelitiáza
	cholecystitida
	jaterní steatóza
Ortopedické	degenerativní onemocnění kloubů a páteře, zejména artrózy nosných kloubů (koxartróza, gonartróza)
	epifyzeolýza (u dětí)
	vybočená holeň

Kožní	ekzémy a mykózy, zejména v místech vlhké zapářky
	strie
	celulitida
	hypertrichóza, hirzutismus
	benigní papilomatóza
Psychosociální	společenská diskriminace („anti-fat racism“)
	malé sebevědomí, porucha motivace, sebeobviňování
	deprese, úzkost
	poruchy příjmu potravy
Chirurgická a anesteziologická rizika	
Jiné	edémy
	horší hojení ran
	častější výskyt úrazů
	častější výskyt kýl
	pseudotumor cerebri (u dětí)
Iatrogenní	
Gynekologické nádory	endometria
	cervixu dělohy
	vaječníků
	prsu
Gastrointestinální nádory	kolorektální
	žlučníku a žlučových cest
	jater
	pankreatu
Urologické nádory	prostaty
	ledvin

1.2 Metabolický syndrom

Metabolický syndrom je komplexem poruch v metabolizmu krevních tuků a cukru, v řízení krevního tlaku a v ukládání tukových zásob.[32] Kombinace insulinové rezistence, diabetu, arteriální hypertenze, dyslipidemie, obezity a dalších složek zcela jednoznačně zvyšuje riziko následných zdravotních komplikací. Metabolický syndrom (též Reavenův syndrom či syndrom X) v sobě zahrnuje řadu fenotypických rysů stále častěji provázejících životní styl ve vyspělých zemích současného světa (Reaven, 2002; Reaven, 1988; Svačina, 2001).[33] Syndrom je projevem řady metabolických poruch, které přímo nebo nepřímo iniciují a udržují proces aterogeneze.[34] Jde o sdružení nových rizikových faktorů aterosklerózy a poruch funkce myokardu, které se vyskytují společně a mají zřejmě společný podklad.

Jde o onemocnění, které zachvátilo celý svět. Jeho výskyt v populaci významně narůstá, což souvisí především se snadnou dostupností jídla, následným přejídání a sedavým způsobem života. Metabolický syndrom postihuje zhruba čtvrtinu Čechů v produktivním věku. Ve starším věku je výskyt až dvojnásobný. Lidé s indikací metabolického syndromu jsou ve zvýšené míře ohroženi budoucím rozvojem řady nebezpečných civilizačních chorob, mezi něž patří například i cukrovka.[35]

Dříve se na metabolický syndrom spíše pohlíželo optikou jeho jednotlivých složek a byla snaha nalézt primární odchylku, která vyvolává sekundárně odchylky ostatní. Dnešní pohled na toto onemocnění je komplexnější a stále více se ukazuje, že kombinace dědičných faktorů se spolupůsobením faktorů prostředí vyvolává jednotlivé složky metabolického syndromu spíše současně, často v různých kombinacích. Předpokládá se rovněž, že etiopatogenetický mechanizmus řady složek metabolického

[32] Reklama firmy Walmark na produkt Dialevel v časopise Vlasta

[33] HALUZÍK, Martin, SVAČINA, Štěpán. *Metabolický syndrom a nukleární receptory : PPAR*. 1. vyd. Praha : Grada, 2005. 126 s. ISBN 80-247-0824-8.

[34] ANDĚL, Michal. *Diabetes mellitus a další poruchy metabolismu*. 1. vyd. Praha : Galén, 2001. 210 s. ISBN 80-7262-047-9.

[35] Reklama firmy Walmark na produkt Dialevel v časopise Vlasta

syndromu je společný. Velké úsilí tak bylo věnováno snaze o odhalení tohoto mechanizmu, které by umožnilo nejen cílenou léčbu více složek metabolického syndromu současně, ale případnou prevenci jejich vzniku.[36]

Metabolicky syndrom je charakterizován kombinací 3 nebo více rizikových faktorů (viz tabulka č. 7). Pacienti s metabolickým syndromem patří mezi vysoce rizikové pro vznik onemocnění srdce a cév.[37]

Tabulka č. 7

Metabolický syndrom – kombinace 3 nebo více uvedených faktorů
Obvod pasu nad 102 cm u mužů, nad 88 cm u žen, nebo BMl nad 29 u mužů, nad 27 u žen
Triglyceridy na lačno nad 1,71 mmol/l
HDL pod 1,04 mmol/l u mužů nebo pod 1,3 mmol/l u žen
Systolický krevní tlak nad 130 mm Hg a/nebo diastolický krevní tlak nad 85 mm Hg
Glykémie na lačno nad 6,1 – 6,9 mmol/l
Insulinová rezistence
Protrombotický stav

Zásadním přelomem v chápání etiologie metabolického syndromu byly dva objevy devadesátých let minulého století. Prvním objevem byly identifikace leptinu jako hormonu produkovaného prakticky výlučně adipocyty. Tento objev vedl k poznání, že tuková tkáň je velmi aktivním endokrinním orgánem, který se prostřednictvím svých hormonů zásadním způsobem podílí na metabolických regulacích. Dalším zásadním poznatkem byl objev nukleárních PPAR (Peroxisome Proliferator Activated Receptors –

[36] HALUZÍK, Martin, SVAČINA, Štěpán. *Metabolický syndrom a nukleární receptory : PPAR*. 1. vyd. Praha : Grada, 2005. 126 s. ISBN 80-247-0824-8.

[37] SOVOVÁ, Eliška, et al. 100+1 otázek a odpovědí o prevenci nejčastějších onemocnění : nádory, obezita, kouření, fyzická onemocnění, psychická onemocnění . 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2006. 152 s. ISBN 80-247-0952-9.

nukleární receptory aktivované peroxizomovými proliferátory) receptorů (dále jen PPAR). Současné poznatky ukazují, že PPAR působí jako transkripční faktory ovlivňující expresi genů kódujících celou řadu působků (enzymů, regulačních proteinů apod.) zapojených nejen v metabolizmu lipidů a sacharidů, ale také v regulaci zánětu, nádorového bujení, imunitních dějů, diferenciaci buněk apod. Komplexnost funkce PPAR a jejich výskyt prakticky ve všech tkáních a orgánech lidského těla otevírá možnost vysvětlit propojenost různých složek metabolického syndromu a umožnit jeho prevenci a léčbu.[38]

Synonymem pro syndrom X je „smrtelný kvartet“, nověji také mluvíme o syndromu X plus. Je souborem různých, především metabolických, rizikových faktorů ICHS, které souvisejí nějakým způsobem s hyperinzulinémií a inzulinovou rezistencí. Přehled symptomů syndromu X plus je uveden v tabulce č. 8.[39]

Tabulka č. 8

Seznam symptomů syndromu X plus: rizikové faktory ICHS, které jsou spojeny s hyperinzulinémií a inzulinovou rezistencí
➢ Inzulínová rezistence
➢ Hyperinzulinémie
➢ Poruchy tolerance glukózy
➢ Zvýšené VLDL triacylglyceroly
➢ Snížený HDL cholesterol
➢ Hypertenze
➢ Abdominální obezita
➢ Hyperurikémie
➢ Hyperfibrinogenémie
➢ Fyzická inaktivita
➢ Věk

[38] HALUZÍK, Martin, SVAČINA, Štěpán. *Metabolický syndrom a nukleární receptory : PPAR*. 1. vyd. Praha : Grada, 2005. 126 s. ISBN 80-247-0824-8.

[39] ANDĚL, Michal. *Diabetes mellitus a další poruchy metabolismu*. 1. vyd. Praha : Galén, 2001. 210 s. ISBN 80-7262-047-9.

1.3 Problematika diagnostických zobrazovacích metod u nemocných s obezitou a metabolickým syndromem

Zobrazovací metody jsou velkým a velmi důležitým oborem současné medicíny (viz tabulka č. 10). Odhaduje se, že zhruba 70% všech diagnóz je stanoveno na základě vyšetření zobrazovacími metodami.

Nejdůležitějšími součástmi je radiologie a nukleární medicína. Radiologie zahrnuje jak klasické vyšetřování ionizačním zářením, tak i metody používající ultrazvuk a magnetickou rezonanci.

Poměrně novou, ale velmi důležitou a atraktivní součástí je intervenční radiologie. Tato metoda používá diagnostické postupy v léčbě nejrůznějších onemocnění. Radiologie je tedy nejen diagnostická metoda, ale stává se tak součástí moderních léčebných postupů – tzv. miniinvazivní terapie.[40]

Tabulka č. 10

<table>
<tr><th colspan="3">Zobrazovací metody</th></tr>
<tr><td colspan="2">Radiologie</td><td rowspan="6">Nukleární medicína</td></tr>
<tr><td colspan="2">Diagnostická radiologie</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Diagnostické zobrazovací metody s ionizujícím zářením</td><td>Konvenční radiologie
– skiagrafie
– skiaskopie
– kontrastní vyšetření</td></tr>
<tr><td>Výpočetní tomografie (CT)</td></tr>
<tr><td>Angiografie (AG)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Zobrazovací modality bez ionizujícího záření</td><td>Ultrasonografie (US)</td></tr>
<tr><td>Magnetická rezonance (MR)</td></tr>
</table>

[40] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

1.3.1 Zobrazovací modality

Obezita a metabolický syndrom se projevují určitým způsobem v každém orgánovém systému postiženého těla. Zejména se vyskytují onemocnění kardiovaskulární, metabolické, endokrinní, muskuloskeletální, hepatobiliární, gastrointestinální a onkologické povahy. Radiologický asistent tedy může očekávat využití všech zobrazovacích modalit (viz tabulka č. 11). Výběr zobrazovací modality bude tedy záležet konkrétní diagnóze s přihlédnutím k individuálním postižení těla obezitou a metabolickým syndromem.

Tabulka č. 11

Využití zobrazovacích modalit při diagnostickém zobrazování							
	Skiagrafie	Skiaskopie	US	CT	MR	AG	Intervence
Kardiovaskulární systém	+	+	+	+	+	+	+
Endokrinní systém	-	-	+	+	+	-	-
GIT	+	+	+	+	+		+
Muskuloskeletální systém	+	-	+	+	+	+	+
Hepatobiliární systém	-	+	+	+	+	-	+
Onkologie	+	+	+	+	+	+	+
Pohlavní ústrojí	-	-	+	+	+	-	+
Uropoetický systém	+	+	+	+	-	-	+
CNS	+	-	-	+	+	+	+
Respirační systém	+	-	-	+	+	-	-

Jak vyplývá z úvodních přehledů, obezita a chorobné stavy metabolického syndromu představují polymorbidní možnosti postižení různých orgánů a tkáňových systémů. Jejich léčení běžně vyžaduje diagnostické výkony využívající značné šíře dostupných zobrazovacích metod. Kvalita zobrazení je však zvláště obezitou ztížena.

Práce radiologického asistenta proto vyžaduje individuální úpravu technických parametrů, času k výkonu i přípravy pacienta.

Podmínky pro používání ionizujícího záření v radiologii upravuje v České republice tzv. „Atomový zákon“ (č. 18/1997 Sb.) a jeho prováděcí předpisy.

V radiodiagnostice jsou biologické účinky rtg záření nežádoucí. Při indikování rtg záření je třeba zvážit, zda očekávaný přínos výrazně převyšuje radiační riziko. Vedle tohoto principu zdůvodnění je radiologický asistent při provádění rentgenového vyšetření odpovědný za respektování principu optimalizace – ALARA („as low as reasonably achievable“) – tedy aby dávka na pacienta byla co nejnižší. Je tedy třeba omezit dobu skiaskopie na nejmenší možnou míru, využívat moderní rtg techniku, pracovat jen se schválenými a pravidelně kontrolovanými zdroji ionizačního záření a využívat všech ochranných prostředků a opatření (clony, ochranné pomůcky, monitorování pracovišť, systém osobní dozimetrie aj.) ke snížení dávky ionizujícího záření. [41]

Výběr zobrazovací metody záleží na indikujícím lékaři a hlavně na schopnosti zobrazovací modality poskytnout potřebné údaje k určení potřebné diagnózy a nejlepšího léčebného postupu, upřednostňují se zejména zobrazovací modality bez použití ionizujícího záření jako je např. ultrasonografie či zobrazení magnetickou rezonancí. Avšak stále velkou výhodou skiagrafického vyšetření (oproti ultrasonografii a zobrazení magnetickou rezonancí) zůstává největší dostupnost vyšetření pro pacienta a rychlost jeho provedení.

Skiagrafie (snímkování)

Při snímkování prochází svazek rtg záření, vznikající v rentgence, vyšetřovanou oblastí těla. Zde je částečně absorbován v závislosti na složení a molekulární hmotnosti vyšetřovaných tkání, a poté dopadá na kazetu s filmem či CR kazetu (kazeta pro

[41] BARTUŠEK, Daniel. *Diagnostické zobrazovací metody pro bakalářské studium fyzioterapie a léčebné rehabilitace*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2004. 32 s. Dostupný z WWW: <http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-438-diagnosticke-zobrazovaci-metody-pri-vysetreni-zazivaciho-traktu>. ISBN 80-210-3537-4.

nepřímou radiografii – computed radiography).[42] Primární záření vychází z ohniska rentgenky a označuje se také jako užitečný svazek záření. Užitečný svazek záření vystupující z ohniska má tvar kužele. Paprsek probíhající v ose užitečného svazku se nazývá centrální paprsek.

Ve hmotě ozářené primárním zářením (tělo pacienta, vyšetřovací stůl, kazeta atd.) vzniká sekundární záření, které se šíří všemi směry tj. neprobíhá ve směru primárního záření (rozptylové záření). Sekundární záření zhoršuje ostrost i kontrast obrazu. Množství vzniklého sekundárního záření ovlivňují:

- použité napětí (kV) – sekundárního záření vzniká tím více, čím větší napětí se použije, čím větší napětí mezi anodou a katodou, tím kratší vlnovou délku bude mít generované rentgenové záření a tím více sekundárního záření vznikne. Opatření – nepoužívat zbytečně vysoké napětí (kV)
- objem snímkovaného objektu – čím větší snímkovaný objem, tím více sekundárního záření se vygeneruje. Opatření – zmenšit objem vyšetřovaného objektu kompresí, používat co „nejmenší“ primární svazek = zachytit jen vyšetřovanou oblast těla a nepřesahovat zbytečně na nevyšetřované orgány (přesné vyclonění oblasti zájmu)

Clony a filtry jsou zařízení pro úpravu svazku rentgenového záření. Zachycují zbytečnou ionizační zátěž. Primární svazek záření prochází nejdříve filtrem. Filtr je hliníková destička tloušťky kolem 1 až 4 mm, zabudovaná ve výstupním okénku rentgenky. Zachycuje dlouhovlnnou část rentgenového spektra, která by se pohltila z větší části již v kůži pacienta. Znamenala by jen zbytečnou zátěž ionizujícím zářením, které by se na tvorbě stínového obrazu nezúčastnilo.

Clony se dělí na primární clony a sekundární clony. Úkolem primární clony, upevněné na výstupním okénku rentgenky, je zúžení svazku rentgenového záření na

[42] BARTUŠEK, Daniel. *Diagnostické zobrazovací metody pro bakalářské studium fyzioterapie a léčebné rehabilitace*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2004. 32 s. Dostupný z WWW: <http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-438-diagnosticke-zobrazovaci-metody-pri-vysetreni-zazivaciho-traktu>. ISBN 80-210-3537-4.

odpovídající vyšetřované pole. Slouží tedy k regulaci užitečného svazku rentgenových paprsků, který má být co nejužší. Primární clony jsou účinnou ochranou proti ionizujícímu záření, protože snižují jeho dávku ještě před dopadem na pacienta. Primární clony užívané ve skiaskopii (v současné době i při skiagrafii) jsou složené z několika párů olověných lamel, které se pohybují ve dvou na sebe kolmých směrech a vymezují tak přesné pole, odpovídající zvolenému formátu filmu.

Sekundární clony mají naproti tomu pouze diagnostický význam. Jsou umístěny mezi pacientem a filmem. Zachycují sekundární záření, které vzniká v těle pacienta interakcí rentgenového záření s tkáněmi hlavně na principu Comptonova rozptylu. Principem sekundárních clon je pohlcování sekundárního záření v tenkých olověných lamelách, Uspořádaných ve směru paprsků primárního svazku, aby jej co nejméně oslabovaly.[43]

Mezi převládající výhody skiagrafického vyšetření můžeme zařadit jednoduchost a rychlost kontrolního vyšetření a v případě parenchymatózních orgánů jejich dobrou konturaci tukem.

Skiaskopie (prosvěcování)

Skiaskopie umožňuje získat prostorovou představu při lokalizaci chorobného ložiska.[44] Při srovnání se skiagrafií má skiaskopie větší radiační zátěž., menší rozlišovací schopnost a malý kontrast, umožňuje však zachytit dynamické děje, např. peristaltiky žaludku, střev, pozorování dýchacích pohybů bránice, pulzace srdce, toku krve (angiografie, flebografie). Užívá se při vyšetření gastrointestinálního traktu, zavádění katetrů při angiografii, při terapeutických a intervenčních výkonech.

Stejně jako při skiagrafii se zde uplatňuje princip komprese, co nejlepší centrace, vyclonění a stínění k potlačení nevýhod zobrazování otylých. Důraz by měl být kladen i

[43] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

[44] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

na co nejmenší čas skiaskopie, protože se vzrůstajícím časem narůstá i obdržená škodlivá dávka záření. Problematické může být také zavádění katetrů a dalších pomůcek při intervencích, kdy může být aterosklerotickým procesem zhoršen cévní systém natolik, že je velmi obtížné provést samotné vyšetření či intervenci.

Ultrasonografie

Ultrazvuk (UZ) je vlnění mechanické povahy, přenášené jako vibrace částic prostředí. Při průchodu hmotou se v ní ultrazvuk rozptyluje a odráží. V diagnostice využíváme odrazů, ke kterým dochází na rozhraních různých prostředí, tkání s různou akustickou impedancí. Intenzita odrazu je tím větší, čím větší je rozdíl v hustotě těchto prostředí.

Nejčastěji používaným typem UZ záznamu je „dynamický" B-mode, kdy v závislosti na intenzitě odrazu vidíme na monitoru příslušný stupeň šedi.

Dalším typem ultrazvukového záznamu je D-mode využívající dopplerovskou techniku – Dopplerův jev (změna frekvence mechanického vlnění při odrazu od pohybujících se objektů). Tato technika se používá u zobrazování cév, kdy je možno měřit rychlosti průtoku, zaznamenávat spektrální křivky a z těchto údajů při současném využití B-modu posuzovat např. stenózy a obstrukce. Toto vyšetření často předchází angiografické intervenci.

Mezi hlavní výhody ultrazvuku patří jeho neinvazivnost, jelikož není užito ionizujícího záření. Jedná se o poměrně levnou zobrazovací metodu, srovná-li se s pořizovacími náklady na přístroje u ostatních zobrazovacích metod (CT, MR, angiografie). Mezi relativní nevýhody ultrazvukového vyšetření patří určitá subjektivnost v provedení vyšetření a v jeho hodnocení, dále limitace daná habitem pacienta, obrazová dokumentace a s tím spojená horší možnost interpretace nálezů druhou osobou.[45] Méně kvalitní obraz lze získat u obézních pacientů (v důsledku

[45] BARTUŠEK, Daniel. *Diagnostické zobrazovací metody pro bakalářské studium fyzioterapie a léčebné rehabilitace*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2004. 32 s. Dostupný z WWW: <http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-438-diagnosticke-zobrazovaci-metody-pri-vysetreni-zazivaciho-traktu>. ISBN 80-210-3537-4.

velkého rozptylu ultrazvukových vln v tukové tkáni). V některých případech, především u obézních pacientů nemusí být celá játra spolehlivě hodnotitelná. Podobně problematické může být i vyšetření uropoetického traktu či lymfatických uzlin břicha a pánve.[46] Nicméně výhody tohoto vyšetření (neinvazivnost, základní orientační vyšetření, vyšetření bez radiace) jistě převažují jeho relativní nevýhody. Lze měřit tukovou vrstvu v břiše – viz Hodnocení obezity.

Výpočetní tomografie (CT)

Metoda využívá digitální zpracování dat o absorpci rtg záření vyšetřovanými vrstvami tkání v mnoha průmětech.

Základní princip je, podobně jako u konvenčního snímkování, založen na absorpci svazku rtg záření při průchodu vyšetřovaným objektem. Jde o metodu tomografickou (celé vyšetření se skládá z většího množství sousedících vrstev – skenů – o šířce 1 – 10 mm). Míra oslabení záření v jednotlivých místech vyšetřovaného objektu je registrována jako denzita (v tzv. Hounsfieldových jednotkách – HU). Základní stupnice je rozdělena na 2000 stupňů (od –1000 do +1000), kde hodnota –1000 HU odpovídá denzitě vzduchu, hodnota 0 HU denzitě vody a hodnota +1000 HU odpovídá denzitě kosti. Na obrazech CT jsou určité stupně reprezentovány příslušnou škálou stupnice šedi. Výhoda tohoto vyšetření je v minusové denzitě tuku, možnosti jeho měření, v rychlosti provedení podrobného vyšetření ke stanovení diagnozy nebo v neinvaznosti CT angiografického vyšetření. Nevýhodou může být objem břicha versus průměr gantry, nemožnost komprese tkání či zhoršený obraz topogramu pro naplánování vyšetření dané části těla.

Podle potřeby se při CT vyšetřuje nejen nativně, ale stejná série skenů se provádí i po intravenózní aplikaci jodové kontrastní látky (dále jen KL). Hlavním důvodem proč je KL podána, je lepší rozlišení cév od ostatních struktur a rozdílné sycení normálních a tkání s patologicky změněným průtokem kontrastně zbarveným cévním řečištěm. Při

[46] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

vyšetření břicha a pánve se podává KL před vyšetřením perorálně, někdy i perrektálně, aby bylo možné spolehlivě odlišit kličky střevní od okolních struktur.

K akutnímu CT vyšetření jsou indikována zejména traumata lebky a páteře, cévní mozkové příhody k vyloučení nebo potvrzení krvácení a poranění břicha či hrudníku.

Magnetická rezonance (MR)

Princip MR vychází z fyzikálního předpokladu, že jádra vodíku (bohatě zastoupená v lidských tkáních) mají lichý počet protonů, proto se chovají magneticky.

Nejčastější použití této zobrazovací metody je v oblasti neuroradiologie, s cílem zobrazení patologických stavů mozku, míchy a páteře. Další skupinu indikací tvoří patologické stavy muskuloskeletálního systému. Pomocí magnetické rezonance lze zobrazit všechny jeho součásti – kosti, vazy, šlachy, chrupavku, tekutinu i další struktury (např. menisky). Stále častěji jsou vyšetřovány orgány v oblastech pánve, břicha, hrudníku, krku a další.

Spektrum onemocnění, vyšetřovaných pomocí MR, je do jisté míry podobné indikacím k CT (dg. ložiskových lézí, staging tumorů aj.).

Při srovnání s CT patří k výhodám MR zejména rozlišovací schopnost při zobrazování měkkých tkání, možnost zobrazení v libovolné rovině a absence ionizujícího záření. Absolutní kontraindikací k MR je zavedený kardiostimulátor, relativní kontraindikací je přítomnost feromagnetických materiálů v těle vyšetřovaného.[47] Nevýhoda vysokého signálu tukové tkáně se upravuje technikami potlačujícími tuk. Problémem k řešení ovšem zůstává problematika radiofrekvenčních cívek (RF cívky). Nezbytností pro provedení vyšetření MR jsou totiž RF cívky umístěné co nejblíže k tělu, aby byl zachován lepší poměr signál/šum pro lepší kvalitu zobrazení.

[47] BARTUŠEK, Daniel. *Diagnostické zobrazovací metody pro bakalářské studium fyzioterapie a léčebné rehabilitace*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2004. 32 s. Dostupný z WWW: <http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-438-diagnosticke-zobrazovaci-metody-pri-vysetreni-zazivaciho-traktu>. ISBN 80-210-3537-4.

Technická omezení zobrazovacích metod vzhledem k zobrazování nemocných s obezitou a metabolickým syndromem budou zmíněna dále v Diskusi.

1.3.2 Kontrastní látky

Vzhledem k předpokládanému nebezpečí z diabetu včetně diabetu II. typu a k obezitě jako rizikovému faktoru aterosklerotického postižení nejrůznějších cév a k jejím projevům, jako je systémová hypertenze, a tím vším k nebezpečí poškození ledvin s následným CIN ale i NSF, je nutné věnovat zvláštní péči vyšetřením s podáním kontrastních látek.

Kontrast rentgenového obrazu je podstatně závislý na rozdílech absorpce rentgenového záření v jednotlivých tkáních. Někdy jsou tyto rozdíly malé, proto se je snažíme zvýšit pomocí podání kontrastních látek (KL). Látky, které absorpci zvyšují, se nazývají pozitivní KL, naopak látky, které ji snižují, jsou negativní KL. Kontrastní látky se dostávají do vyšetřovaného orgánu různými cestami – např. baryum se podává přímo do trávicí trubice, dutý systém ledviny se naplní nepřímo po aplikaci jodové KL intravenózně.[48]

Vodné (hydrosolubilní) jodové KL tvoří nejdůležitější skupinu KL, protože jsou nejpoužívanější a jejich aplikace znamená určité nebezpečí z vedlejších reakcí na KL.

Dělí se na látky, které jsou vylučovány: játry (hepatotropní) a ledvinami (nefrotropní).[49] V dnešní době není na trhu v ČR k dispozici žádná hepatotropní kontrastní látka. Převážně používané nefrotropní látky se vylučují glomerulární filtrací. Poločas distribuce v tkáních stoupá od 20 minut, zhruba polovina kontrastní látky začíná být vyloučena po 2 hodinách od podání. Do 24 hodin by měla být kontrastní

[48] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

[49] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

látka z těla vyloučena.[50] Množství jodu (v mg/ml) a jeho koncentrace je popsáno přesně v letáčku každé KL, často výrazně označeno – např. Iomeron 240 nebo 350 nebo 400 → větší koncentrace samozřejmě zvyšuje kontrast a je možné potom použít menší množství KL.

Jodové nefrotropní KL se podávají nejčastěji intravaskulárně, u CT vyšetření a vylučovací urografii intravenózně, při angiografii intraarteriálně. Subarachnoideální aplikace je u myelografie, kde musí být podána látka, která není neurotoxická – nepoškozuje míchu, míšní kořeny a mozkovou tkáň.

Speciálně upravené KL slouží někdy i k vyšetřování trávicí trubice, zvláště tam, kde by hrozil průnik barya do hrudní nebo břišní dutiny. K této komplikaci může dojít při vyšetřování vrozených vad u dětí (s atrézií jícnu nebo střev), u dospělých pacientů při nádorových onemocněních jícnu nebo neprůchodnosti střeva.[51]

Vždy je výhodnější profylaxe nežádoucích reakcí na jódované kontrastní látky než jejich léčba. Kontraindikace je vždy individuální. Náležité je zvláště posouzení při renální, kardiální, či hepatální insuficienci. K rizikovým pacientům patří především nemocní s předchozí reakcí na kontrastní látku, diabetici, alergici, dehydratovaní, zvláště malé děti a přestárlí a nemocní užívající perorální antidiabetika, konkrétně Metformin. Dále je třeba vyhnout se současnému podávání kontrastních látek – včetně neiontových nízkoosmolálních – současně s papaverinem, jak k tomu často nutí situace při intravaskulárních intervenčních výkonech.[52]

---

[50] TŮMA, Stanislav. *Konvenční radiologie : doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního oboru Radiologický asistent*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 17 s. Dostupný z WWW: <http://www.zsf.jcu.cz/struktura/katedry/radio/informace-pro-studenty/ucebni_texty/studijni-obor-radiologicky-asistent/>.

[51] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

[52] TŮMA, Stanislav. *Konvenční radiologie : doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního oboru Radiologický asistent*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 17 s. Dostupný z WWW: <http://www.zsf.jcu.cz/struktura/katedry/radio/informace-pro-studenty/ucebni_texty/studijni-obor-radiologicky-asistent/>.

Kontrastní látky pro ultrasonografii

Ve výjimečných případech se při ultrazvukovém vyšetření aplikuje kontrastní látka pro ultrasonografii. Kontrastní látka muže být s výhodou použita pro zvýšení výtěžnosti dopplerovské ultrasonografie tam, kde jsou technické limitace při běžných („nativních“) vyšetřeních.[53]

U obezity a metabolického syndromu ale není její použití indikováno.

Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci

Na rozdíl od metod využívajících rtg záření je přirozený kontrast tkání a orgánů při vyšetření magnetickou rezonancí ve většině případů daleko vyšší. I zde však nastávají situace, kdy je záhodno tento kontrast uměle zvýšit za účelem zlepšení senzitivity a specificity MR vyšetření.

Byly vyvinuty kontrastní látky pro vyšetření magnetickou rezonancí analogicky ke kontrastním látkám pro rentgenovou diagnostiku. Pro obecné vlastnosti a použití kontrastních látek pro MR platí obdobné principy jako pro jiné kontrastní látky.[54]

Chemickou bázi tvoří cheláty obsahující gadolinium. Jejich farmakokinetika je zhruba stejná jako u jodových KL. Pronikají jen do krve, ale ne do buněk vlastního parenchymu, tedy zobrazují jen extracelulární prostory. Vedlejší reakce po podání paramagnetické KL jsou, na rozdíl od jodových, poměrně výjimečné. Přesto však platí pro jejich aplikaci stejné předpisy jako pro hydrosolubilní jodové KL. Nevýhodou je zatím poměrně velká cena preparátů. Nejčastější firemní názvy jsou: Magnevist, Omniscan, Pro Hance.

V posledních letech se vyvíjejí nové KL, které částečně pronikají intracelulárně. Největší pokrok je při vyšetřování jater, nové KL jsou částečně absorbovány v jaterních

---

[53] *Standard pro použití intravaskulárně aplikovaných kontrastních látek* [online]. Nemocnice Na Homolce, [2005] , 2.1.2009 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <http://www.homolka.cz/cz/radiodiagnosticke_oddeleni_(RDG)/index.php?p=2307>.

[54] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

buňkách (hepatocytech) nebo v buňkách retikuloendoteliálního systému (v Kupferových buňkách). Hlavní chemickou součástí preparátu Teslascan je mangan.

Supermagnetické KL jsou složeny na bázi malých částic Fe_2O_3 a mají zkratku SPIO (small particles iron oxid) nebo USPIO (ultrasmall SPIO). Tyto látky jsou potom určeny pro zobrazování primárních nádorů nebo metastáz jater. Zatím nedošlo k masovému rozšíření těchto KL, protože dosavadní výsledky nejsou stoprocentní a jejich cena je příliš vysoká.[55]

Nežádoucí reakce, z nichž některé mohou být závažné, např. nefrogenní systémová fibróza (NSF), byly zaznamenány i v případě intravenosních MR kontrastních látek gadoliniových. Projevy jsou stejné jako u látek jodových.[56]

Budoucnost kontrastních látek pro rtg vyšetření.

Lze předpokládat, že jódované kontrastní látky si v rentgenologii ještě dlouho udrží svou nezastupitelnou pozici. S rozvojem metodik založených na digitalizaci by mohlo dojít k mírnému poklesu spotřeby nebo k tomu, že postačí nižší koncentrace k dosažení dobrého obrazu. Naopak rozvoj těchto moderních metodik a jejich všeobecné rozšíření (CT vyšetření, intervence) vede zase ke zvýšení spotřeby.[57]

Doporučení pro radiologického asistenta

Radiologický asistent je odpovědný za přípravu pacienta na samotné vyšetření – tedy uložení na vyšetřovací stůl, přípravu kontrastní látky a veškerého materiálu k její injekci, připravení přístroje (není sám odpovědný za přípravu pacienta před vyšetřením

---

[55] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

[56] *Standard pro použití intravaskulárně aplikovaných kontrastních látek* [online]. Nemocnice Na Homolce, [2005] , 2.1.2009 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <http://www.homolka.cz/cz/radiodiagnosticke_oddeleni_(RDG)/index.php?p=2307>.

[57] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

– tedy hydrataci a příprava GIT pomocí projímavých roztoků apod. – za které je odpovědný indikující lékař).[58]

Radiologický asistent si musí být vědom zvláštností vyšetření obézních pacientů, zvláště ve spojení s metabolickým syndromem a pravděpodobným diabetem. Takoví pacienti se totiž řadí mezi tzv. rizikové pacienty, kteří vyžadují zvláštní pozornost při vyšetření, jelikož hrozí možnost reakce na kontrastní látku.

Obecná doporučení pro optimální praxi radiologického asistenta v případě vyšetření s podáním kontrastní látky jsou uvedena v následujícím přehledu (viz tabulka č. 12) [59]:

Tabulka č. 12

Obecná doporučení pro optimální praxi radiologického asistenta v případě vyšetření s podáním kontrastní látky
1. Kontrola žádanky (alergologické anamnézy, premedikace a podání antihistaminik – např. Dithiaden, Prednison…) a dotaz na totéž pacienta.
2. Není-li alergie jasná, zavolat na oddělení, nikdy neriskovat. Pokud pacient nedostal Dithiaden či Prednison, podat antihistaminikum intramuskulárně nebo intravenózně
3. V nejasných případech raději podat neionickou KL, vždy zahřátou.
4. Radiologický asistent může aplikovat KL intravenózně z pověření lékaře.
5. Během vyšetření ponechat zavedenou kanylu v žíle.
6. Znát telefonní číslo lékaře – anesteziologa.
7. Pravidelně kontrolovat pohotovostní lékárnu.

[58] *Standard pro použití intravaskulárně aplikovaných kontrastních látek* [online]. Nemocnice Na Homolce, [2005] , 2.1.2009 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <http://www.homolka.cz/cz/radiodiagnosticke_oddeleni_(RDG)/index.php?p=2307>.

[59] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

Zobrazování na molekulární úrovni (Molecular Imaging)

Zobrazovací metody se snaží znázornit ty nejmenší části tkání až na úrovni molekul, aby se přiblížily v přesnosti histologickému vyšetření. Nejblíže k tomu mají zatím metody nukleární medicíny, kde se různá radiofarmaka vážou na důležité buněčné receptory nebo důležité biochemické metabolity a mohou, tak přesně posoudil aktivitu některých onemocnění. Magnetická rezonance jako nejpřesnější radiologická zobrazovací modalita, má zatím l000x menší citlivost pro buněčné struktury než metody nukleární medicíny. Všechny velké farmaceutické firmy se proto snaží vyvíjet nové KL, které by obdobně jako radiofarmaka pronikaly přímo do buněčných struktur.[60]

[60] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

1.4 Zvláštnosti diagnostických postupů v práci radiologického asistenta s obézními pacienty a nemocnými s metabolickým syndromem a jeho komplikacemi

Radiologický asistent provádí v souladu se zvláštními právními předpisy (§ 8 odst. 2 zákona č. 96/2004 Sb., zákon o nelékařských zdravotnických povoláních, a § 7 vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 424/2004 Sb.), mj. specifickou ošetřovatelskou péči v souvislosti s radiologickými výkony, jednotlivé lékařské ozáření a praktickou část jednotlivého lékařského ozáření na základě požadavku indikujícího lékaře a na základě indikace lékaře, který je aplikujícím odborníkem. Na základě požadavku indikujícího lékaře provádí v obecně odůvodněných případech stanovených standardy jednotlivá lékařská ozáření skiagrafická a peroperačně i skiaskopická, případně výkony kostní senzitometrie. Provedení ozáření stvrzuje svým podpisem na žádanku o provedení lékařského ozáření.[61]

Jak bylo již uvedeno, skiagrafické zobrazování je jednou ze základních diagnostických zobrazovacích metod. Při zachování principů komprese, clonění, filtrace a centrace je ještě důležité uzpůsobit další faktory vyšetření konkrétnímu pacientovi. Mezi tyto faktory jistě patří výběr vhodného formátu kazety vzhledem ke konstituci pacienta a požadovaného vyšetření a také úprava svazku rentgenového záření. Pro zlepšení výsledného obrazu při vyšetření obézních pacientů, kdy svazek záření musí projít větší tloušťkou hmoty, je možné použít vyšší hodnotu kV, než kterou udává orgánová automatika. Orgánová automatika je totiž přednastavena na průměrnou hodnotu potřebných kV pro dané vyšetření. Výsledný obraz je také možné dodatečně upravit na digitizéru v případě nepřímé radiografie.

Skiaskopické vyšetření může být indikováno jednak z diagnostických důvodů ale i z důvodů terapeutických. U obou typů skiaskopického vyšetření jak diagnostického, tak terapeutického se používá kontrastní látka. Množství kontrastní látky je nutno přizpůsobit hmotnosti pacienta a s ohledem na jeho celkovou tělesnou konstituci a zdravotní stav.

---

[61] *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

Mezi nejčastější diagnostická vyšetření pod skiaskopickou kontrolou patří vyšetření trávicího traktu (hypofaryngu, jícnu, žaludku a duodena, tenkého a tlustého střeva – enteroklýza a irrigografie), kde se patologicky projeví defekty v náplni či změny slizničního reliéfu. V případě hepatobiliárního systému, kde nepřinese definitivní závěr ultasonografie, bývá indikováno CT vyšetření či obvykle ERCP (endoskopická retrográdní cholangiopankreatikografie). Častá jsou i vyšetření uropoetického traktu jako je intravenózní vylučovací urografie.

Obezita a metabolický syndrom ale nejčastěji postihuje kardiovaskulární systém. Metodou první volby v případě neinvazivní vyšetřovací metody je ultrasonografie, CT angiografie či MR angiografie. Vyšetření cévního systému se obecně nazývá angiografie a v užším slova smyslu patří mezi invazivní diagnostické metody – k zobrazení cévního systému je nutná manipulace v cévním řečišti. Pro přístup do cévního řečiště se nejčastěji využívá a. femoralis za použití Seldingerovi katetrizační techniky. V případě obézního pacienta může být problematická viditelnost katetrů na skiaskopickém obraze z důvodu většího množství sekundárního záření, které nelze kompresí potlačit.

V cévním systému jsou často prováděny terapeutické výkony z důvodu postižení hypertenzí (vznik aneurysmat) nebo aterosklerotickým procesem (ischemická choroba, trombóza, stenóza a další). V těchto případech se nejdříve provede diagnostická angiografie ke zjištění místních poměrů v cévním řečišti a pak přichází na řadu odstranění problému terapeutickým výkonem. Mezi vaskulární intervence řadíme např. perkutánní transluminální angioplastiku (PTA), která slouží k léčbě stenóz a uzávěrů cév, dále pak implantaci stentu či spirálek v místě aneurysmatu nebo embolizaci patologického cévního ložiska v případě tumoru nebo krvácení.

Terapeutické výkony ale nemusí být prováděny jen v cévním řečišti. K intervenci může dojít například i na žlučových cestách (perkutánní transhepatická drenáž při obstrukci žlučových cest) nebo v trávicím traktu, kdy je třeba např. rozšířit místo stenózy trávicí trubice použitím stentu.

Při skiaskopických výkonech diagnostického i terapeutického významu se radiologický asistent stará o přípravu instrumentaria potřebného k výkonu, o kontrastní

látku (konkrétní množství určitého preparátu o správné teplotě), o správné nastavení skiaskopického přístroje k vyšetření, stejně tak jako o pacienta před začátkem, během a po vyšetření z důvodů rizik spojených s podáním kontrastní látky.

Ultrasonografické vyšetření jak již bylo napsáno je metodou první volby v případě neinvazivního vyšetření cévního systému, hepatobiliárního systému, uropoetického traktu, ale také co se týká muskuloskeletálního systému, kde je možno zachytit patologie měkkých tkání.

Vyšetření pomocí CT modality je výhodné například v případě traumat skeletu (při úrazu obézního pacienta hrozí větší množství různých patologií muskuloskeletu z důvodů vyšší hmotnosti pacienta), dále pak existují výhody při neinvazivní angiografii, kdy pomocí použití kontrastní látky lépe vidíme patologie cévního systému nejen onkologické povahy. Stejně tak jako při skiaskopii, i zde musíme přizpůsobit množství kontrastní látky hmotnosti a zdravotnímu stavu pacienta, nejlépe po poradě s lékařem, který vyšetření bude vést či hodnotit.

Magnetická rezonance je s výhodou použita jako modalita bez ionizujícího záření. Slouží k vyšetření měkkých tkání muskuloskeletálního systému, cévního systému a to nejen ve spojení s onkologickou patologií, ale i k vyšetření orgánů dutiny hrudní a břišní. I zde se používá kontrastní látka, speciálně přizpůsobená tomuto vyšetření, ale podávání je stejné jako u kontrastní látky pro vyšetření pomocí ionizujícího záření.

2. Cíl práce a hypotézy

2.1 Cíle práce

1. Stanovit zvláštnosti diagnostických postupů radiologického asistenta při zobrazování pacientů s metabolickým syndromem a obezitou.
2. Porovnání problematiky diagnostických možností zobrazování pomocí různých zobrazovacích modalit při metabolickém syndromu a obezitě.

2.2 Předpokládané hypotézy

Zobrazování při obezitě a metabolickém syndromu vyžaduje zvláštní přístup, zvláště při výkonech s použitím kontrastních látek, s přihlédnutím jednak k technickým modifikacím postupů u různých zobrazovacích modalit, jednak ke zvláštnostem spojených s orgánovou polymorbiditou a souvisejícími komplikujícími patologickými stavy.

3. Zkoumaný soubor a metodika

Při zpracovávání tématu jsem využila dat získaných z odborné literatury. Pro aktuálnost popisovaného tématu jsem dále použila tématicky vhodné informace z internetové databáze. Z těchto uvedených zdrojů jsem získala a uvedla základní poznatky o obezitě, metabolickém syndromu, kontrastních látkách a zobrazovacích modalitách. To vše jsem pak aplikovala při popisu zvláštností diagnostických postupů radiologického asistenta při zobrazování pacientů s obezitou a metabolickým syndromem a při porovnávání problematiky diagnostických možností zobrazování pomocí různých zobrazovacích modalit při obezitě a metabolickém syndromu.

K zodpovězení otázek vyjádřených v cílech práce jsem použila dotazníkový systém, který jsem předložila pacientům radiologického oddělení v nemocnici v Českých Budějovicích. Náhodně jsem oslovila sto pacientů doporučených k CT, MR či skiaskopickému vyšetření, u nichž byla nejvyšší pravděpodobnost použití kontrastních látek a dobré spolupráce pacienta při vyplňování dotazníku.

Celkově byl tento dotazník koncipován tak, aby jeho výsledky podaly informace o míře pravděpodobnosti setkání s pacienty trpících obezitou či metabolickým syndromem, o eventualitě zvýšeného rizika možných komplikací při vyšetření a při podání kontrastní látky. Pro potřebu výzkumu jsem sestavila dotazník s devíti otázkami, který byl předložen stovce respondentů (viz tabulka č. 13). Ke zpracování tématu jsem sestavila dotazník, který obsahoval otázky týkající se pohlaví, věku, jejich tělesných proporcí, pitného režimu a chorob, se kterými se léčí. Text dotazníků a celá dotazníková akce byla provedena se souhlasem hlavní sestry Nemocnice České Budějovice, a.s. – Mgr. J. Otáskové, MBA. Nemocní, kteří na dotazník odpověděli, podali informovaný souhlas s vyplněním anonymních dotazníků ústní formou. Celý soubor dotazníků byl zpracován a následně vyhodnocen včetně grafů v programu STATISTICA 7.0 (analýza skupin, základní statistiky) a v programu Microsoft Excel pomocí kontingenčních tabulek. Výsledky dotazníku, jehož vzor je níže uveden, jsem zpracovala počítačovým programem Microsoft Word a Microsoft Excel.

Tabulka č. 13

DOTAZNÍK

Tento dotazník slouží pouze k výzkumným účelům v rámci statistického oddílu bakalářské práce studentky Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity v ČB.

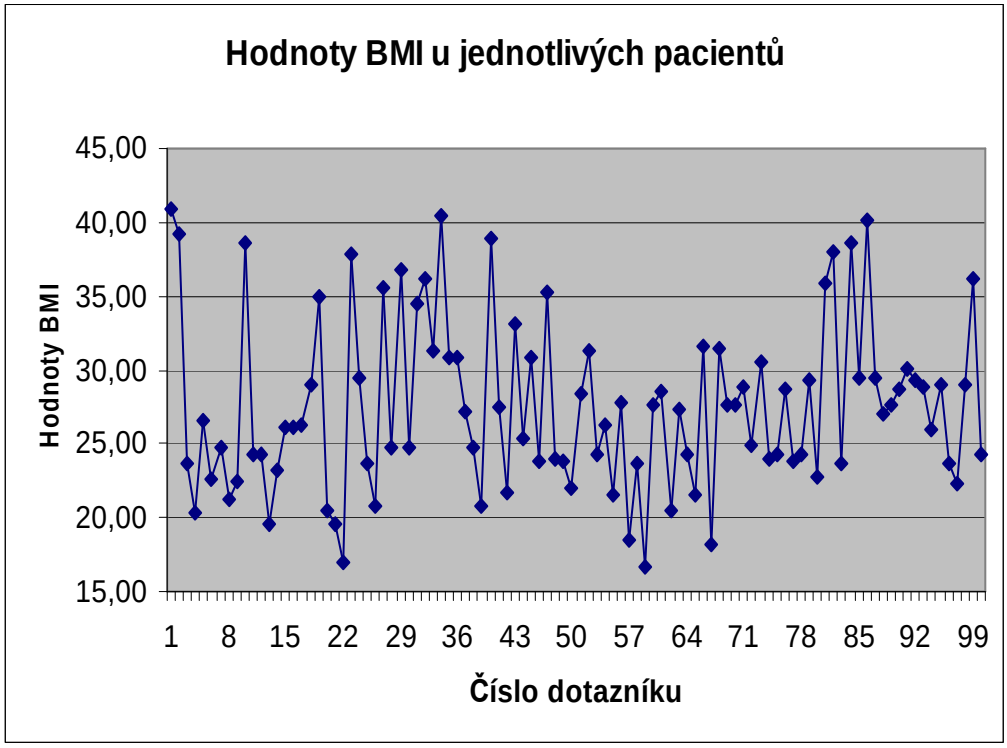
- **pohlaví:** **Muž** **Žena**
- **věk:**
- **výška:**
- **hmotnost:**
- **množství přijímaných tekutin v průběhu dne**
- **diagnóza** (diabetes, endokrinologická onemocnění…)
- **požadované vyšetření**
- **léky** (které berete pravidelně)
- **četnost předchozích vyšetření pomocí různých zobrazovacích modalit jako je rentgenové vyšetření, vyšetření CT, vyšetření MR, vyšetření UZ…** (včetně dětství)

4. Výsledky

Dotazník byl rozdán sto respondentům a zpět k vyhodnocení se mi vrátil stejný počet. Výsledky získané z těchto vrácených dotazníků byly statisticky dostatečně významné pro ověření hypotézy (viz níže).

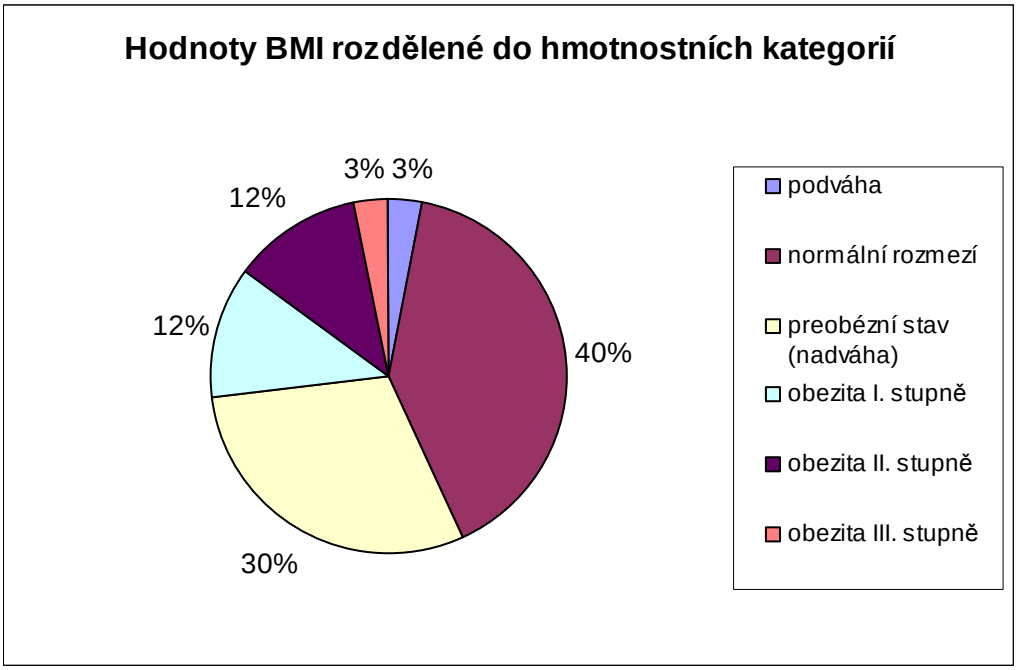
Průměrný věk respondentů dosahuje 51 let, průměrná výška činní 171 cm a hmotnost necelých 81 kg, obě hodnoty (výška a hmotnost) určují Body Mass Index o velikosti 27,66. Tato hodnota řadí průměrného pacienta do skupiny preobézních (lidé s nadváhou), což znamená zvýšená zdravotní rizika (viz graf č. 1). Normální rozmezí hmotnosti je totiž do hodnoty BMI 25.

Graf č. 1



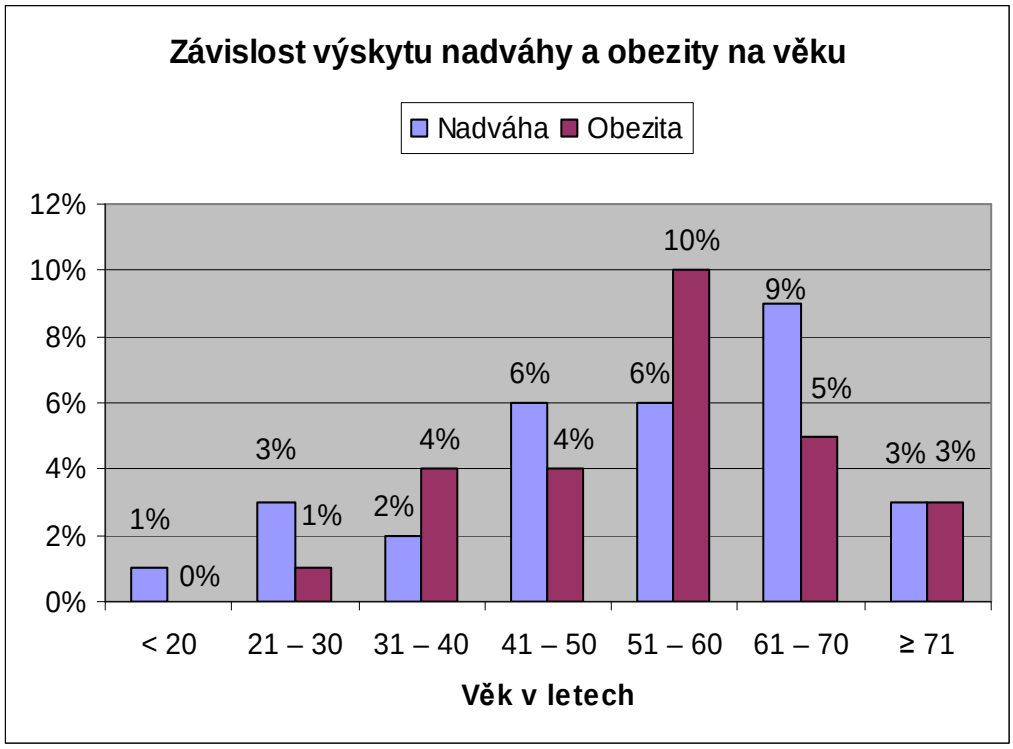
Nadváha a obezita se objevuje u 57 % respondentů, z čehož nadváhou trpí 30 % a obezitu má celkem 27 % dotázaných. Morbidním typem obezity jsou postiženi 3 respondenti stejně, tak jako 3 trpí podváhou. Normální rozmezí hmotnosti dosahuje 40 % pacientů (viz graf č. 2).

Graf č. 2



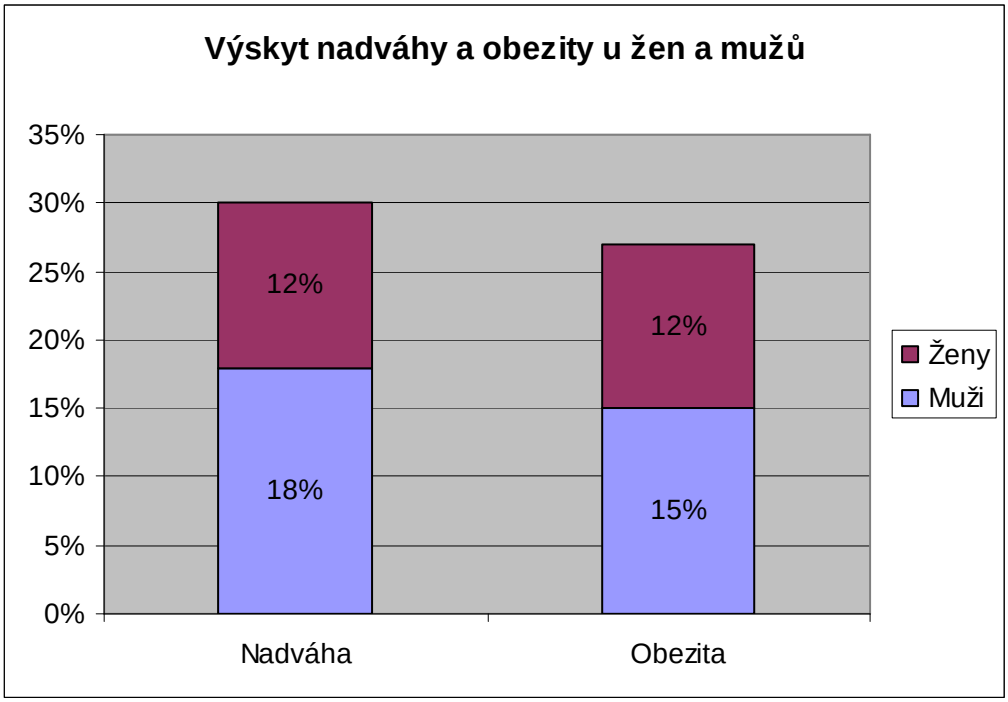
Obézních přibývá s věkem a výskyt obezity vrcholí ve věku cca 50 – 70 let. Obezita zkracuje život a u starších jedinců se proto její výskyt v této kategorii snižuje. Určitý vliv na tom jistě má i polymorbidita starších jedinců (viz graf č. 3).

Graf č. 3



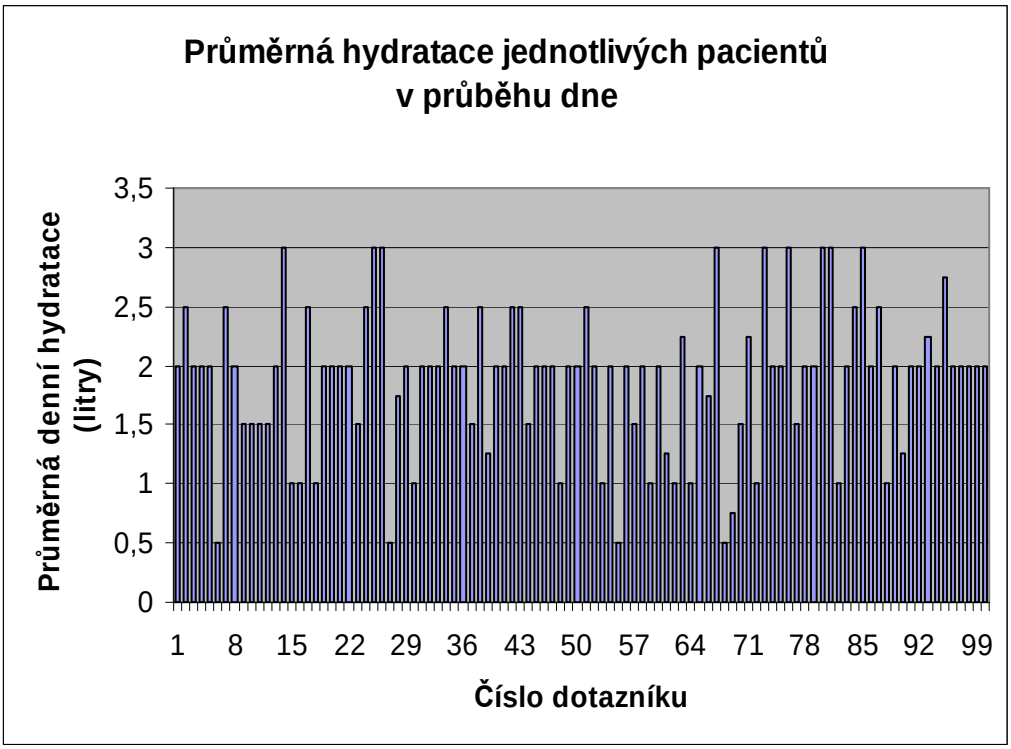
Podle mého výzkumu se fakt o vyšší míře obezity u žen nepotvrdil, ale byl spíše vyvrácen, jak dokazuje graf č. 4.

Graf č. 4

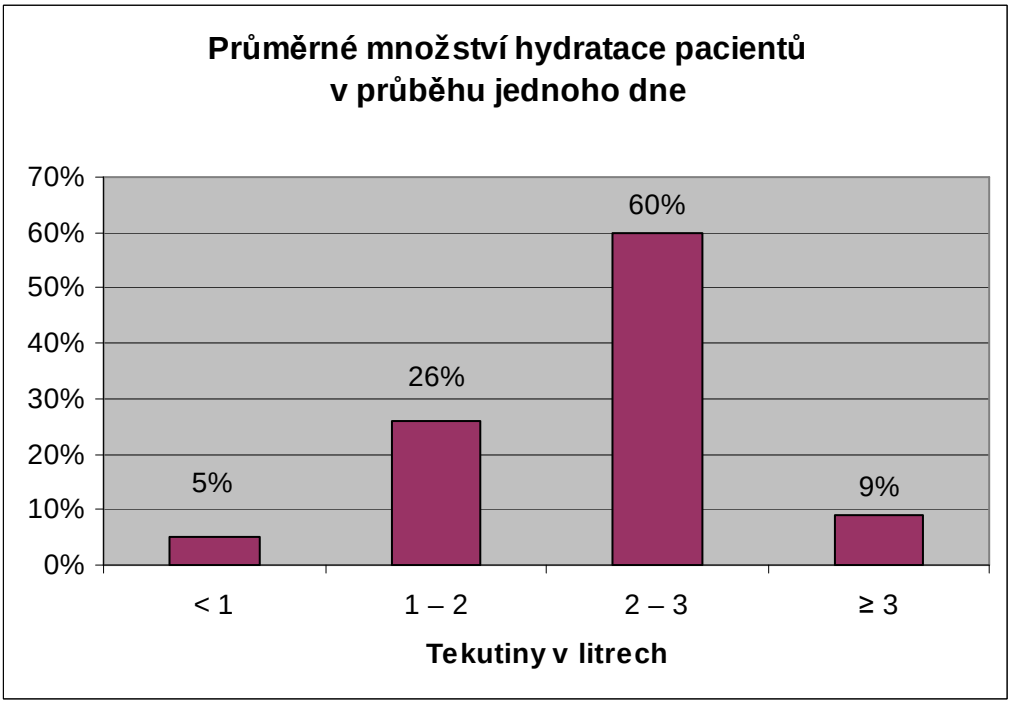


Pitný režim jednotlivých respondentů se značně lišil, extrémní hodnoty pitného režimu jako např. pouze 0,5 litru tekutin během jednoho dne zodpověděly celkem 4 % (viz graf č 5). Jak ukazuje graf č. 6, nejvíce dotázaných vypije mezi 2 – 3 litry tekutin.

Graf č. 5

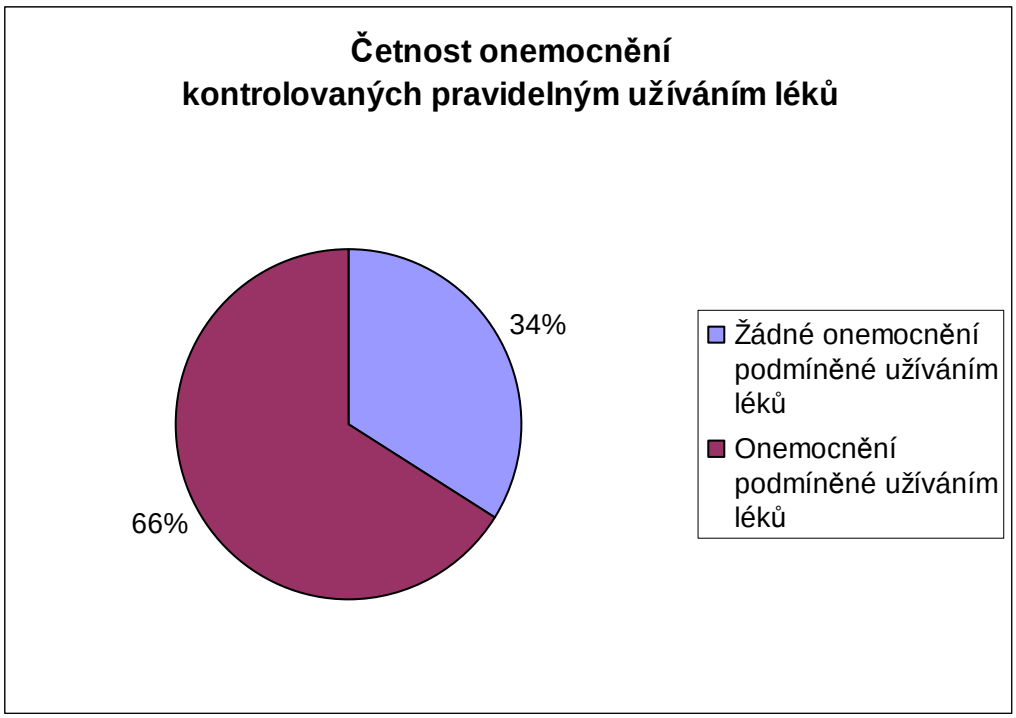


Graf č. 6

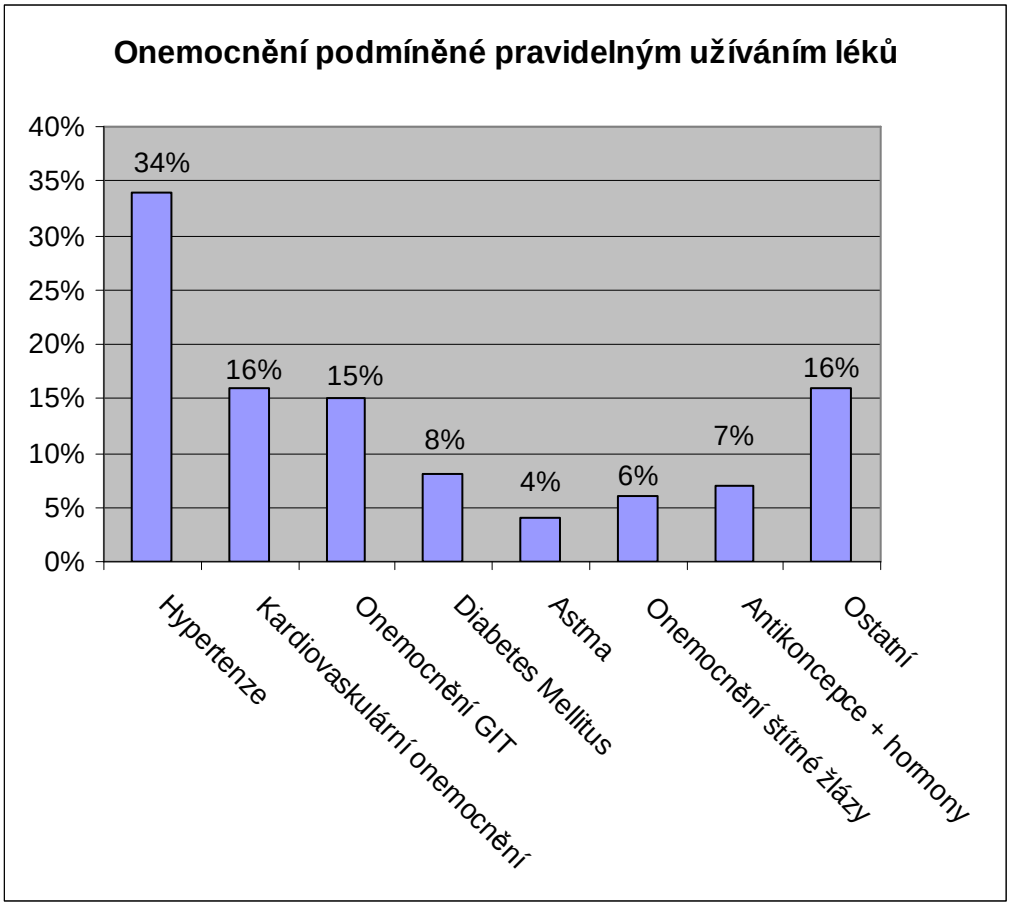


Dotaz ohledně léků byl kladen z důvodu možné kombinace kontrastních látek a neurotoxických léků. Na četnost těchto léky kontrolovaných onemocnění ukazuje graf č. 7. Žádným onemocněním, které by muselo být kompenzováno léky, netrpí 34 respondentů. Ve většině případů dotazovaní netrpí jen jedním onemocnění, různá onemocnění se mnohdy kombinují a v těchto případech pak můžeme mluvit o polymorbiditě. Procenta v grafu č. 8 jsou tedy vztažena k celkovému počtu respondentů. Nejčastějším onemocněním je hypertenze (34 respondentů) a jiná kardiovaskulární onemocnění (16 respondentů), poté následují onemocnění trávicího traktu (postižení různých částí GIT), Diabetes Mellitus a další (viz graf č. 8).

Graf č. 7

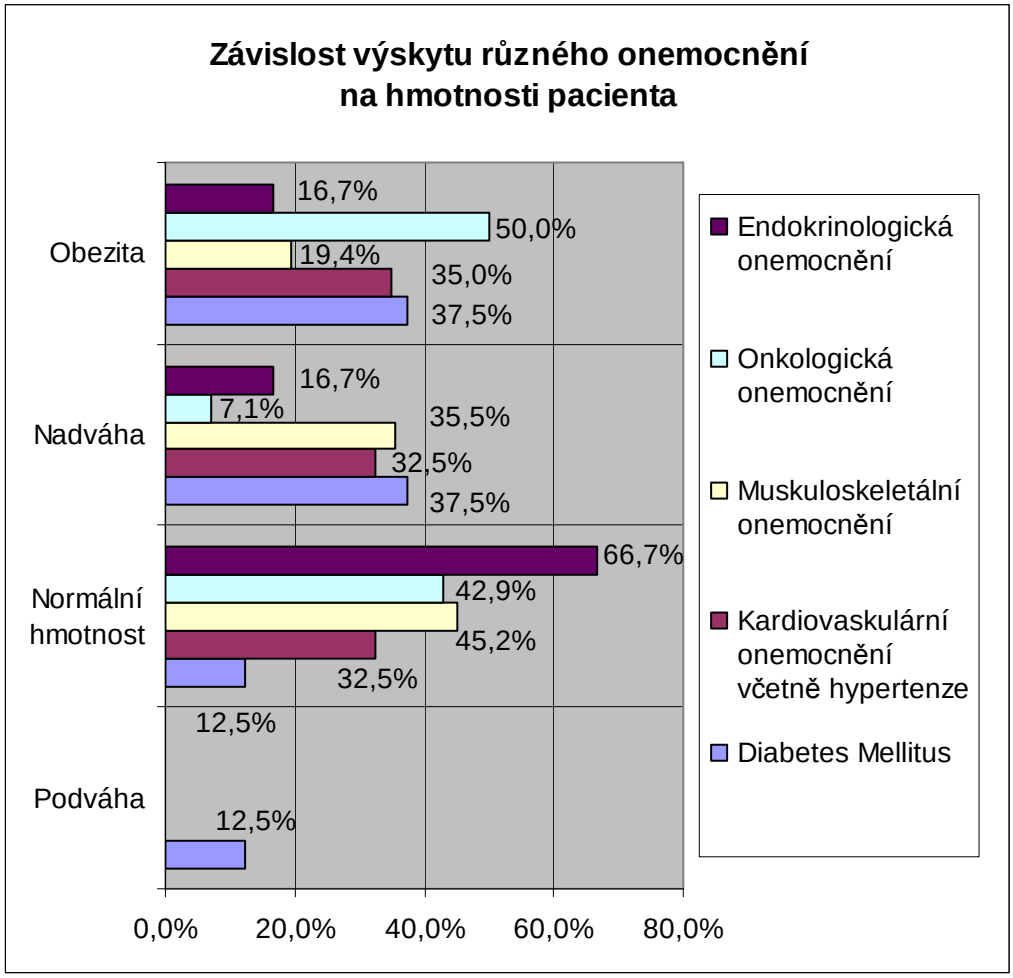


Graf č. 8



Z údajů o incidenci onemocnění jsem se pokusila statisticky porovnat výskyt diabetu u skupiny obézních pacientů proti ostatním (s nižší hmotností). A totéž porovnání i u skupiny nemocných kardiovaskulárními onemocněními, s muskuloskeletálními problémy, endokrinními onemocněními a pro zajímavost i u onkologických pacientů. (viz graf č. 9)

Graf č. 9



Převážná část respondentů byla oslovena před CT vyšetření, kde byla největší pravděpodobnost podání kontrastní látky a nejširší rozsah možných diagnóz určených k vyšetření. Příčiny vyšetření nejen CT modalitou podle diagnózy uvedené na žádance ukazuje tabulka č. 14.

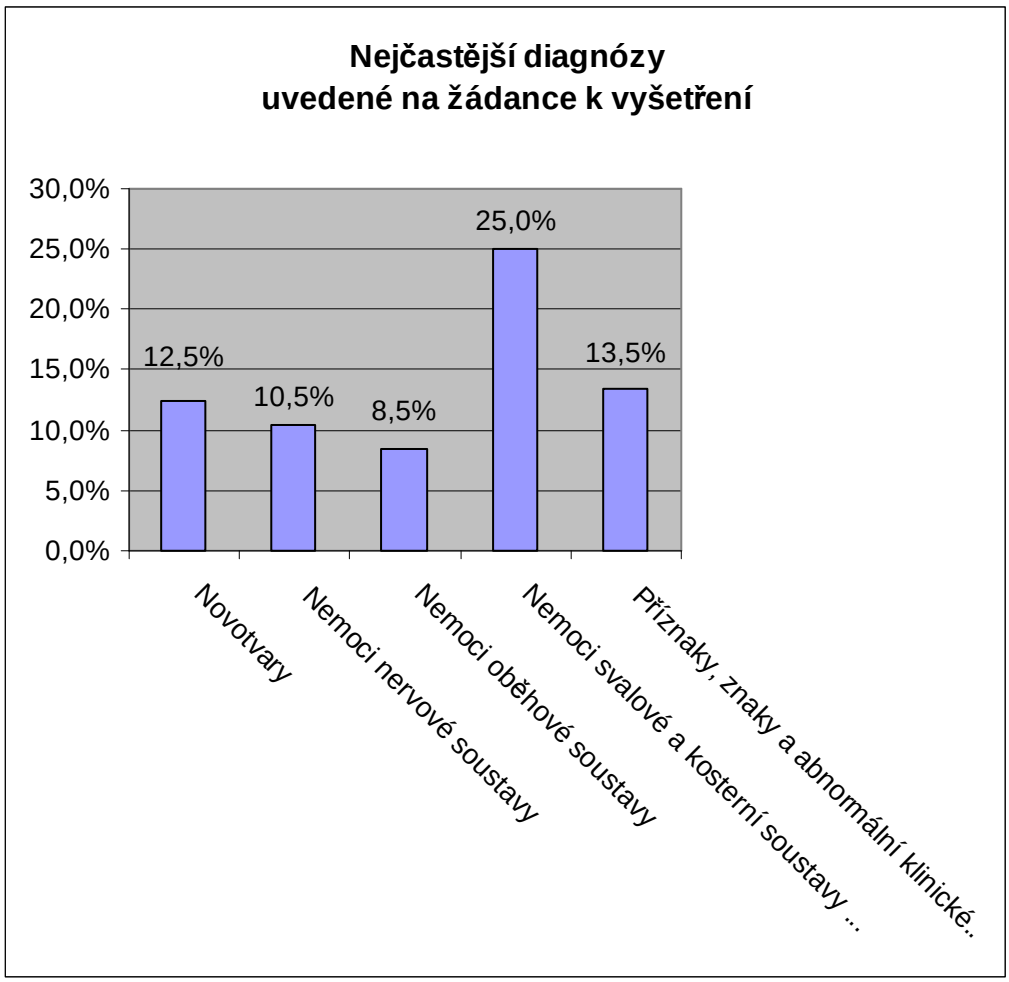
Tabulka č. 14

Příčiny vyšetření podle diagnózy uvedené na žádance [62]		
Číselné označení diagnózy	**Název diagnostické skupiny**	**Procentuální četnost**
A00 – B99	Některé infekční a parazitární nemoci	3,0%
C00 – D48	***Novotvary***	***12,5%***
D50 – D89	Nemoci krve, krvetvorných orgánů a některé poruchy týkající se mechanismu imunity	2,0%
E00 – E90	Nemoci endokrinní, výživy a přeměny látek	6,0%
F00 – F99	Poruchy duševní a poruchy chování	0,0%
G00 – G99	***Nemoci nervové soustavy***	***10,5%***
H00 – H59	Nemoci oka a očních adnex	2,0%
H60 – H95	Nemoci ucha a bradavkového výběžku	6,0%
I00 – I99	***Nemoci oběhové soustavy***	***8,5%***
J00 – J99	Nemoci dýchací soustavy	2,0%
K00 – K93	Nemoci trávicí soustavy	2,0%
L00 – L99	Nemoci kůže a podkožního vaziva	0,0%
M00 – M99	***Nemoci svalové a kosterní soustavy a pojivové tkáně***	***25,0%***
N00 – N99	Nemoci močové a pohlavní soustavy	3,0%
O00 – O99	Těhotenství, porod a šestinedělí	0,0%
P00 – P96	Některé stavy vzniklé v perinatálním období	0,0%
Q00 – Q99	Vrozené vady, deformace a chromozomální abnormality	0,0%
R00 – R99	***Příznaky, znaky a abnormální klinické a laboratorní nálezy nezařazené jinde***	***13,5%***
S00 – T98	Poranění, otravy a některé jiné následky vnějších příčin	2,0%
V01 – Y98	Vnější příčiny nemocnosti a úmrtnosti	0,0%
Z00 – Z99	Faktory ovlivňující zdravotní stav a kontakt se zdravotnickými službami	2,0%
U00 – U99	Kódy pro speciální účely	0,0%

[62] *Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR: Klasifikace nemocí* [online]. c2007 [citováno 20. 03. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.uzis.cz/cz/mkn/index.html>

Nejčastější diagnózy indikující vyšetření u stovky respondentů tj. nemoci kůže a vaziva (25 %); příznaky, znaky a abnormální klinické a laboratorní nálezy (13,5 %); novotvary (12,5 %) a další, ukazuje graf č. 10. Ze všech dotázaných absolvovalo vyšetření s kontrastní látkou celkem 39 pacientů.

Graf č. 10



Posledním bodem v dotazníku byla četnost předchozích vyšetření pomocí různých zobrazovacích modalit, nejlépe včetně dětství. Mnoho respondentů bylo staršího věku a měli problém rozpomenout se vůbec na nějaká předchozí vyšetření, takže po zvážení okolností jsem se vyptávala na předchozí vyšetření různými modalitami za poslední rok. I tato informace byla cenná a to z toho důvodu, že mi

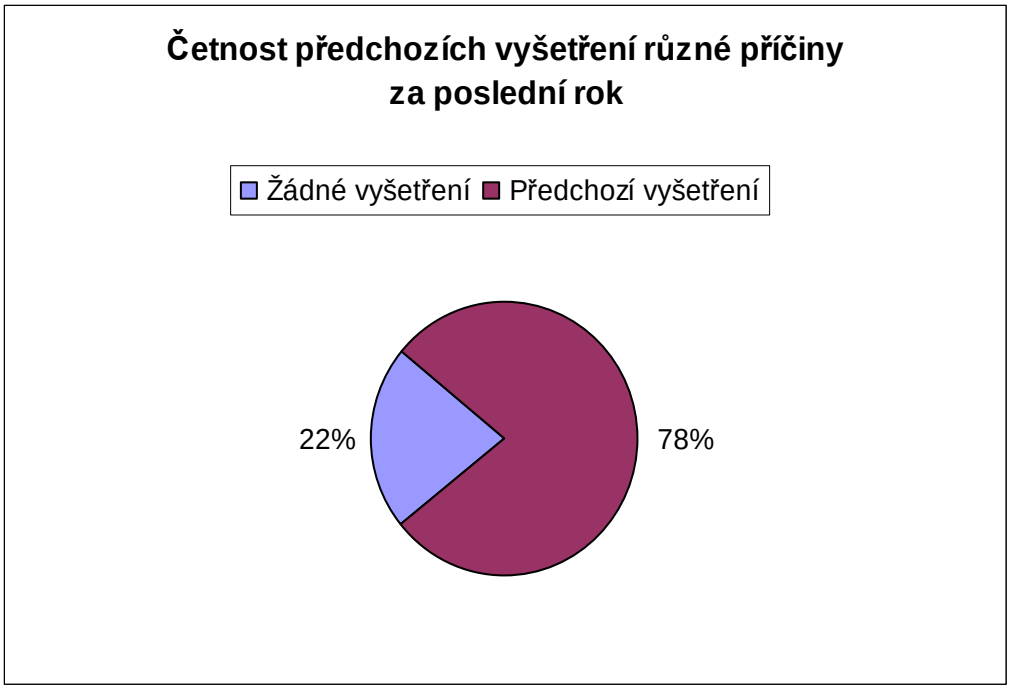
pomohla objasnit stanovisko, že nejpoužívanější zobrazovací technikou je rentgenové vyšetření a to buď v podobě skiagrafie, nebo CT. Z modalit, které nepoužívají k zobrazování ionizující záření, je na prvním místě ultrasonografické vyšetření. 22 % respondentů žádná vyšetření během posledního roku neprodělala. Stejně jako pacient může trpět více onemocněními, tak mohl za předchozí rok prodělat více vyšetření v závislosti na svém zdravotním stavu. Tato tvrzení dokládá graf č. 11 a 12.

Předchozí vyšetření absolvovalo celkem 78 pacientů, ale každý pacient nemusel prodělat pouze jedno předchozí vyšetření, proto celkový počet vyšetření představuje číslo 167. Podíl mezi jednotlivými vyšetřeními ukazuje tabulka č. 15.

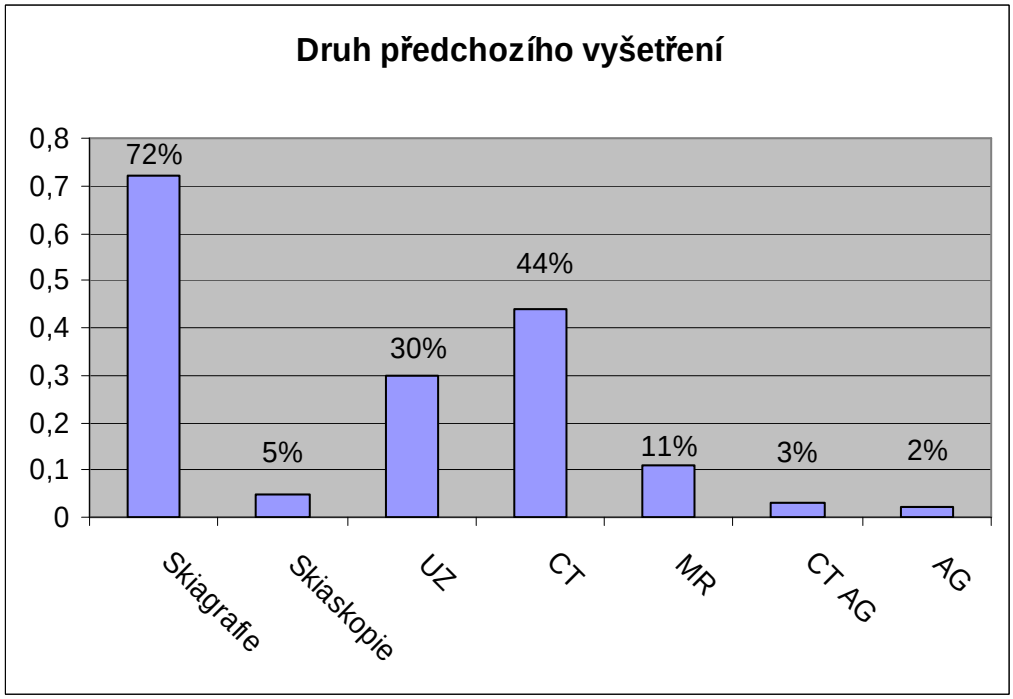
Tabulka č. 15

Podíl mezi jednotlivými radiodiagnostickými vyšetřeními		
Druh vyšetření	**Počet pacientů**	**Procenta**
Skiagrafie	72	43,1%
Skiaskopie	5	3,0%
UZ	30	18,0%
CT	44	26,3%
MR	11	6,6%
CT AG	3	1,8%
AG	2	1,2%
Celkem vyšetření	**167**	**100 %**

Graf č. 11



Graf č. 12



Na základě odpovědí z dotazníkového výzkumu mohu říci, že zvláštní přístup potřebovalo cca 25 % pacientů z důvodu postižením nadváhou či obezitou, jelikož jim byla podaná kontrastní látka. S ohledem na hmotnost respondentů se muselo zacházet i s technickým vybavením zobrazovacích modalit, stejně tak jako musela být poskytnuta pomoc takto postiženým pacientům při vyšetření kvůli jejich snížené pohyblivosti.

Podobný zvláštní přístup by v takovýchto případech měl být samozřejmostí, nejen při svém výzkumu jsem se s podobným automatickým postojem setkala, takže mohu konstatovat, že zvýšená prevalence nadváhy a obezity není v dnešní době výjimečným jevem omezeným pouze na místní poměry.

5. Diskuse

Narůstající prevalence obezity a metabolického syndromu

V minulosti plnilo jídlo převážně svou funkci biologickou, člověk přijímal nutnou energii v potravě, a tím uchovával svou existenci. Také jeho pohybová aktivita byla významně vyšší. Dnes má jídlo kromě základní biologické funkce navíc funkci společenskou a psychologickou. V důsledku civilizačních vymožeností ustoupila do pozadí také fyzická námaha. Výsledkem je záplava nadměrných kilogramů tuku (nadváhy) nejen v naší populaci, ale v četných zemích světa.[63] V České republice má podle nejnovějšího výzkumu nadváhu 52 % dospělé populace, z toho 17 % je obézních.

Obezita však vzniká již v dětském věku, v České republice se uvádí 15 % otylých dětí. K nárůstu hmotnosti dochází nejvíce do 4. roku a mezi 7. a 11. rokem života, porodní váha nemusí být zvýšena.[64]

Na přelomu tisíciletí se obezita stává celosvětovou epidemií. V mnoha rozvinutých zemích postihuje pětinu až čtvrtinu dospělé populace. Obezita je ale často vnímána pouze jako estetická záležitost, která je důsledkem přejídání, pohodlnosti a nedostatku pevné vůle u obézních jedinců. Zdravotní péči o obézního pacienta ztěžují nejen nepochopení významu obezity jako nemoci zdravotníky, nedostatečné znalosti obezitologie mezi lékaři a nedostatek obezitologů-specialistů, ale i problémy s úhradou časově náročné péče o obézního pacienta, chybění osobní spoluzodpovědnosti obyvatel v péči o zdraví a zvyšující se působení komerčních aktivit, které nabízejí lákavé „zázračné“, avšak neúčinné a mnohdy i zdraví škodlivé redukční postupy. Za

[63] MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

[64] KOHOUT, Pavel, PAVLÍČKOVÁ, Jaroslava. *Obezita*. Pardubice : Filip Trend Publishing, 2001. 114 s. Rady od pramene (Filip Trend); sv. 1. Obálkový název : Problematika hodnotného života - obezita. ISBN 80-86282-14-7.

povzbuzující je ale třeba považovat zvyšující se zájem o problematiku obezity mezi lékaři a zdravotníky.[65]

Obezita se podílí na přímých nákladech zdravotnictví podle rozborů v různých zemích 3 – 8 %. Nepřímé náklady v souvislosti s obezitou jsou ještě významnější. Socioekonomické dopady obezity jsou významné zejména u mladší a střední věkové kategorie. Doba pracovní neschopnosti je u obézních dvojnásobná oproti normostenikům. Invalidita u obézních žen je dvakrát tak častější oproti ženám s normální hmotností. Farmakoekonomické studie prokázaly, že léčbou obezity dochází s redukcí zdravotních rizik i k úspoře výdajů za hypolipidemika, antihypertenziva, antidiabetika a antirevmatika. Léčba obezity se tudíž vyplatí. Je si třeba uvědomit, že léčba obezity je prevencí závažných kardiovaskulárních, metabolických a nádorových onemocnění. Podle Světové zdravotnické organizace představuje obezita po kouření druhou nejvýznamnější příčinu úmrtí, které lze předcházet.

Výskyt obezity kolísá v celosvětovém měřítku. Výzkumný vzorek náhodně oslovených pacientů potvrzuje obecné teorie o vzrůstající prevalenci obezity nejen v naší populaci, kdy v dnešní době bojuje s nadváhou či obezitou kolem 50 % lidí. Podle statistik jsou ve všech populacích více obézní ženy než muži, ale toto tvrzení se výzkumem nepotvrdilo.

V odpověď na narůstající prevalenci obezity vypracovala Česká obezitologická společnost systém komplexní diferencované péče o obézní, který zahrnuje redukční kluby, poradny výživy hygienických stanic, praktické lékaře, obezitology a ostatní specialisty a obezitologická centra při fakultních nemocnicích. Léčba obezity je v tomto systému individuálně odstupňována v závislosti na věku a pohlaví pacienta, stupni, charakteru a fázi obezity, jakož i v závislosti na přítomnosti rizikových faktorů a zdravotních komplikací.

Centra pro diagnostiku a léčbu obezity při vybraných fakultních nemocnicích by měla léčit vysoce rizikové obézní pacienty či pacienty rezistentní na dosavadní komplexní léčebný režim, u nichž se uplatňuje léčba velmi přísnými

[65] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

nízkoenergetickými dietami, dlouhodobá cílená farmakoterapie či je u nich indikována bandáž žaludku.[66]

Dalším výzkumným bodem bylo zjišťování množství přijímaných tekutin u jednotlivých respondentů, které může mít vliv na možné riziko komplikací při podání kontrastní látky (vzhledem k nefrotoxickým komplikacím vyšetření).

Optimálně bychom měli vypít mezi 2 – 3 litry tekutin během dne. Nedostatek tekutin způsobuje dehydrataci organismu. Normální množství tělesné vody kolísá mezi 60 a 70 % tělesné hmotnosti dle věku a pohlaví. Snížení obsahu vody v těle nastává v důsledku nevyváženosti příjmu a výdajů vody, například nedostatečným příjmem dostatečně kvalitní vody, nebo přílišným výdajem vody, který není patřičně vyvážen příjmem.[67] Největší problém s dodržením pitného režimu mají děti, pracovně přetížení lidé a senioři.

Zvláštním případem vysokého výdeje je polyurie, která provází ledvinové onemocnění nebo diabetes. Dehydratace způsobená při manifestaci diabetu není způsobena nízkým příjmem tekutin, naopak při nerozpoznaném diabetu člověk vypije i 5 litrů za den. Tělo se zbavuje močí přebytečné glukosy v krvi, která při koncentraci více jak 10 mmol/l překročí tzv. ledvinový práh. Ledvina pak není schopna glukósu v krvi zadržet a ta s sebou strhává osmoticky vodu. Čím vyšší glykémie, tím je tělo dehydratovanější.[68] Dalším bodem dotazníku tedy byl dotaz na onemocnění, kvůli kterým musí pacienti pravidelně užívat léky, jako jsou např. kardiovaskulární onemocnění.

Včasná a správná diagnostika onemocnění způsobených obezitou pomocí zobrazovacích metod může přispět značnou měrou k léčbě obezity a její polymorbidity v orgánech těla. Jak bylo napsáno již v předchozích kapitolách, diagnostické

---

[66] HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.

[67] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Dehydratace* [online]. c2009 [citováno 22. 03. 2009]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Dehydratace&oldid=3705189>

[68] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Dehydratace* [online]. c2009 [citováno 22. 03. 2009]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Dehydratace&oldid=3705189>

zobrazovací metody mají významný podíl na léčbě následků obezity a s ní souvisejících metabolických poruch (viz např. angiografické intervence cévních patologií). Pomocí zobrazovacích modalit totiž nezobrazujeme obezitu jako takovou ale onemocnění, která způsobuje svým rozsahem.

Zobrazovací modality

Zobrazovací technika je dnes již běžnou součástí zdravotnických zařízení, stejně tak jako zkušený personál, který ji obsluhuje. Zobrazovací modality lze rozdělit podle druhu elektromagnetického vlnění, které je k zobrazování využíváno. Mezi modality využívající neionizující záření patří především ultrasonografie a magnetická rezonance. Zobrazování pomocí těchto modalit může být do značné míry ovlivněno velikostí tukové vrstvy pacienta. Tuková vrstva může zhoršit výsledný obraz zobrazování. v případě modalit využívajících ionizující záření jako je vyšetření pomocí rentgenového záření, kromě CT přístroje, se využívá například komprese vyšetřované tkáně za účelem snížení množství sekundárního záření ve vyšetřované tkáni, které může zhoršit výsledek zobrazování. K přímému stanovení tukové vrstvy by se dalo využít zobrazovacích modalit jako je ultarsonografie, CT či MR (viz Hodnocení obezity).

Obezita přináší problémy i technického rázu. Při diagnostickém vyšetření obézního pacienta jsou vedle stupně obezity hlavní limitací zobrazení přístrojové parametry, jako je například nosnost stolu (v případě skiaskopicko-skiagrafického elevačního stolu, CT či MR stolu) nebo průměr gantry CT či MR přístroje. Důležitým parametrem je i zátěž CR kazet. Pokud je CR kazeta vložena na místo, pod nímž není pevná podložka (měkký polštář, matrace), potom použitelné zatížení, které udrží hrany (rám) kazety a kdy by nemělo dojít k deformaci kazety, je maximálně kolem120 kg. V případě, že podložka je pevná, pak zatížení může být vyšší, cca 155 kg.

Přístrojové parametry se mohou lišit dle výrobce přístroje, ale v praxi běžné rozmezí je v případě maximální nosnosti stolu 150 – 200 kg a průměru gantry 70 – 80 cm. Limitací vyšetření pomocí CT a MR přístroje může být i případná klaustrofobie, která může způsobit nemožnost provedení vyšetření. Při zobrazování obézního pacienta magnetickou rezonancí lze však využít i tendence k otevřeným magnetům, původně

určených k vyšetření dětí a klaustrofobiků. Problémem k řešení ovšem zůstává problematika radiofrekvenčních cívek.

O vhodnosti vyšetření rozhoduje lékař, avšak lze-li vyšetření s úspěchem provést, záleží nejen na zobrazovací technice, ale i na pomoci radiologického asistenta při zobrazování. Radiologický asistent musí být schopen ohlídat, aby nedošlo k poškození zobrazovací techniky či zdraví pacienta. Zvláštní pozornost je vždy věnována zobrazování s použitím kontrastní látky, zvláště při vyšetření pacientů s obezitou či metabolickým syndromem, kdy hrozí zvýšené riziko komplikací. Radiologický asistent se ještě před zahájením vyšetření ujišťuje rozhovorem s pacientem o správnosti údajů na žádance a možné proveditelnosti úspěšného vyšetření s minimalizací možných komplikací, v případě nejasností je namístě porada s lékařem, který konkrétní vyšetření povede.

Kontrastní látky

Volba kontrastní látky je vždy přísně individuální s ohledem na konkrétního pacienta, jeho klinický stav, probíhající léčbu apod. Stejně tak zvažujeme vyšetřovací metodu, kterou budeme používat a předpokládané množství kontrastní látky, které spotřebujeme. Vybíráme i s ohledem na způsob podání. I když většina kontrastních látek dovoluje různé způsoby podání, z forenzních důvodů použijeme takovou kontrastní látku, která je pro danou aplikaci registrována.

Perorální aplikace – pro náplň GIT při CT vyšetření můžeme kromě baryové suspenze (speciálně připravené pro CT) použít i vodnou kontrastní látku – většinou zředěný Telebrix®. Pokud jde přímo o vyšetření GIT u stavů po operacích nebo podezření na vnitřní píštěle, zvláště do dýchacích cest, použijeme výhradně vodnou kontrastní látku, kvůli kontrastu neředěnou.

Aplikace do tělních dutin – pro artrografie raději neionickou kontrastní látku (případné, i když raritní nežádoucí reakce bývají velmi závažné až fatální). Pro fistulografii a náplň dolních močových cest krytých uroepitelem většinou postačí ionická kontrastní látka (Telebrix ®). Pro bronchografie už nemíváme k dispozici Hytrast® a těžko se hledá náhrada, v zahraničních pracích jsou však odkazy na použití

Omnipaque®. Pro hysterosalpingografie také již není Isteropac®, lze dobře použít např. Omnipaque®. Různé duktografie či sialografie je asi lepší provést s některou neionickou kontrastní látku. Pro peroperační cholangiografie, cholangiografie T-drénem stačí obvykle Telebrix®.

Intravenózní aplikace – pro CT enhancement – jsou vhodné s ionickou nebo neionickou kontrastní látkou s ohledem na pacienta a na množství, které budeme aplikovat. U pacientů ve špatném klinickém stavu (např. u pacientů s akutní pankreatitidou) volíme neionickou kontrastní látku. Pro flebografie se doporučují výhradně neionické nízkoosmolární kontrastní látky. Pro vylučovací urografie se častěji používá ionická kontrastní látka, ale je nutné dávat pozor na stav ledvinných funkcí a samozřejmě na stav a věk pacienta.

Intraarteriální aplikace se dnes přiklánějí k použití neionických kontrastních látek, zvláště pokud se uvažuje o navazujícím intervenčním terapeutickém výkonu. Při používání tenkých katétrů (4F) je důležitou vlastností viskozita, je nutné dbát proto o zahřátí kontrastní látky na tělesnou teplotu.

K intratékální aplikaci se výhradně podává neionická kontrastní látka. Je výhodné předpokládat, že může dojít ke komplikaci s průnikem látky do krevního oběhu, a použít kontrastní látku registrovanou také pro intravazální aplikaci.

Pokud oddělení provádí široké spektrum kontrastních vyšetřovacích metod, je dobré mít po ruce také odpovídající velikosti balení, aby nezbývalo příliš velké množství nespotřebovaného kontrastu. Zvláště v pediatrické radiodiagnostice se uplatňují balení s malými jednotkovými objemy a rovněž tak i nižší koncentrace, a to výhradně neionických kontrastních látek.

Před parenterální aplikací kontrastní látky radiologický asistent kontroluje, zda byla provedena profylaktická opatření s ohledem na případné nežádoucí reakce, vysvětlí účel a průběh vyšetření a uklidní pacienta. Dbá zvláště na navázání dobrého kontaktu s dětmi a starými pacienty. Má-li pochybnosti, konzultuje lékaře, ARO, nebo si vyžádá přímo přítomnost pracovníků tohoto oddělení při vyšetření.

Při vlastním podání pacientovi dbá všech příslušných kautel platných pro parenterální aplikaci, stejně jako bezpečnostních opatření proti přenosu infekcí. Během

aplikace bedlivě sleduje stav pacienta i místní nález v místě aplikace. Intravenózní kanylu ponechává in situ, během vyšetření kontroluje a udržuje její průchodnost.

Maximální celková dávka jódované kontrastní látky s obsahem 60 % jódu (odpovídá koncentraci 300 mg I/ml) by neměla překročit 4 ml/kg tělesné váhy na jedno sezení. Tolerance moderních neionických kontrastních látek je však velmi dobrá a vylučování probíhá zároveň rychle, takže je možné, že při déletrvajícím vyšetření může být celkový objem podané kontrastní látky větší.

Po ukončení vyšetření ošetří radiologický asistent místo aplikace sterilním způsobem, vyňatou kanylu opatrně odloží na místo k tomu určené tak, aby se sám nezranil nebo nekontaminoval okolí. Vertikalizace zvláště starších pacientů musí být pomalá a šetrná. Tyto pacienty doprovodí radiologický asistent do šatny a raději je ještě při oblékání kontroluje. Je lépe, aby i ambulantní pacienti po parenterálním podání kontrastní látky setrvali ještě alespoň 15 minut po skončení vyšetření pod dozorem radiologického oddělení. Pro starší pacienty, malé děti a pacienty v horším klinickém stavu je nutné vyžádat doprovod.

Zbytky nepoužité kontrastní látky musí být vždy během 12 hodin zlikvidovány a nesmí být dále používány. Kontinuální možnost aplikace je možná pouze při zamezení jakékoliv kontaminace originálního balení s vnějším prostředím nebo tělními tekutinami předchozího pacienta. Spojovací hadičky, kohouty apod. musí být i v tomto případě vyměněny.

Nefrotropní jódované ve vodě rozpustné kontrastní látky tvoří nejrozsáhlejší skupinu kontrastních látek a zároveň mají i nejširší, leckdy i univerzální možnost použití. Aplikují se nejčastěji jako injekce intravenózně, někdy i infuzně, často přímo intraarteriálně, ale mohou být také upraveny pro perorální podání. Některé jsou registrovány rovněž pro intratékální aplikaci lumbální či subokcipitální punkcí. Mohou se použít pro intrakavitální podání do přirozených či patologických dutin v organizmu nebo duktů. Výjimečná je aplikace do mízních cév. Rozvoj moderních metodik angiografických, CT vyšetření či intervenční radiologie si nelze bez nich ani představit.

Po injekci kontrastní látky do krevního řečiště dochází k vazbě na plazmatické bílkoviny v různé intenzitě. Protože ledvinami protéká asi ¼ minutého objemu,

prakticky ihned dochází k vylučování podané kontrastní látky do moče. Během prvních 2 hodin bývá u normálně fungujících ledvin vyloučeno více než 90 % podaného objemu. Při subarachnoidálním podání je vyloučeno přes 80 % močí během 24 hodin. Pokud je minimalizována vazba na krevní bílkoviny (např. u iohexolu je menší než 2 %), vylučování ledvinami se děje hlavně glomerulární filtrací. Může se ale uplatnit také aktivní tubulární sekrece a v malém množství i vylučování stolicí. Ke vzniku metabolitů nedochází.[69]

Štítná žláza vychytává jód z KL, proto po jejich aplikaci nelze vyšetřovat 3 měsíce radioakumulační test štítné žlázy. Podání KL u pacientů s těžkou tyreotoxikózou je vysoce rizikové.[70]

Nežádoucí účinky po podání jódovaných kontrastních látek

Přestože se moderní jódované ve vodě rozpustné kontrastní látky již značně přibližují ideálu (hlavně neionické kontrastní látky) a minimalizují případný vznik nežádoucích účinků, nelze je nikdy stoprocentně vyloučit, je nutno být na ně připraven a snažit se jim předcházet.

Je třeba si uvědomit, že kromě nežádoucích reakcí souvisejících se samotným podáním kontrastní látky přicházejí často psychogenně podmíněné reakce pacientů. Těm lze předcházet nejrůznějšími způsoby – od příjemného, uklidňujícího dojmu z oddělení přes navázání dobrého kontaktu a spolupráce s pacientem po celkově vysoce profesionální přístup k celému vyšetření. Pacient musí získat důvěru a být si jist, že vyšetření, které podstupuje, je účelné, dobře provedené a přispívající k vyřešení jeho zdravotních problémů.[71]

---

[69] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

[70] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

[71] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

Mezi faktory zvyšující riziko nežádoucí reakce patří: diabetes mellitus, renální insuficience, těžké kardiální a plicní onemocnění, astma bronchiale, předchozí reakce na KL, polyvalentní alergie, děti a vysoký věk nemocných, hypertyreóza, feochromocytom a mnohočetný myelom. Celková incidence nežádoucích alergoidních reakcí na vysokoosmolální KL je 6–8 %, u nízkoosmolálních KL pouze 0,2-0,7 %. Nízkoosmolální kontrastní látky jsou dražší, vyvolávají však méně nežádoucích účinků, proto je jejich použití doporučováno u rizikových stavů.[72]

Nežádoucí reakce přímo související s podáním kontrastní látky mohou být různého typu, popř. se mohou kombinovat. Od nepříjemných pocitů tepla, třesů přes nauzeu a zvracení, bolesti hlavy mohou narůst až do závažných obrazů hypotenzního nebo anafylaktického šoku.[73]

Podle časového faktoru rozlišujeme akutní a pozdní reakce na KL. Akutní reakce na JKL – náhle vzniklé reakce, které se liší intenzitou příznaků a jejich subjektivním vnímáním. Pokud jsou příznaky málo klinicky významné, vyžadují pouze zvýšený dohled lékaře. Pokud nabývají na intenzitě, je nutná okamžitá léčebná intervence, u závažných stavů až kardiopulmonální resuscitace.

- 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, mírným bronchospazmem a mírným poklesem tlaku. Při těžké generalizované alergoidní reakci na JKL může dojít k hypotenzi, tachykardii, bronchospazmu, laryngeálnímu edému, edému plic nebo křečím.
- Chemotoxická reakce znamená přímé ovlivnění určitého orgánu, zejména sem patří kontrastní nefropatie, kardiotoxicita a další. Tato reakce je přímo úměrná množství podané KL a více jsou ohroženi nemocní v nestabilním klinickém stavu. Projevy jsou pocit horka, nauzea

[72] *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

[73] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

a zvracení. Hlavní zásadou snížení chemotoxicity je použití co nejmenšího možného množství KL a dostatečná hydratace každého nemocného před vyšetřením i po něm.

Pozdní reakce na KL: mohou vzniknout více, jak jednu hodinu po podání KL. Nejčastěji se jedná o lehkou či střední urtiku v rozmezí 3 – 48 hodin po aplikaci. Tyto reakce jsou pravděpodobně zprostředkovány T-lymfocyty a predispozici jejich vzniku mají nemocní s předchozí reakcí na KL. Léčba zpožděných reakcí je symptomatická. Jejich výskyt je velmi vzácný.[74]

Alergické reakce se rozdělují podle závažnosti na lehké, střední a těžké.

- Lehké – zvýšená sekrece hlenu v dýchacích cestách a slinných žlázách vyvolá u pacienta pocit škrábaní v krku, hůře se mu dýchá. Nejčastějším příznakem lehké formy je urtika – zčervenání kůže a hyperemie očních spojivek. Nausea a zvracení byly obvyklé při podání hepatotropních KL.
- Střední – nejprve se objeví tachykardie, potom dochází k postupnému snižování krevního tlaku. Bronchospazmus a laryngospazmus způsobí zhoršení normálního dýchání, navíc vyvolá u pacienta velký pocit strachu, protože se „dusí“.
- Těžké – kardiovaskulární selhání a anafylaktický šok.

Nejběžnější je první stupeň, který již musíme léčit, aby nepřešel rychle do závažnějšího stadia. Závažné vedlejší reakce, jako je anafylaktický šok, mohou vzniknout během první minuty po aplikaci KL, proto musíme být připraveni při každé aplikaci jodové KL zvládnout i nejzávažnější reakce.[75]

Pacienti s diabetes mellitus II. typu, zvláště je-li spojen s nadváhou, užívají často perorální antidiabetika typu biguanidů, která obsahují až v 86 % účinnou látku metformin. Metformin podaný současně s jódovanou kontrastní látkou může vést k laktátové acidóze. Sám o sobě ledviny nepoškozuje, ale vyvolává laktátovou acidózu.

---

[74] *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

[75] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

V těle nemetabolizuje a je vylučován podobně jako jódované kontrastní látky glomerulární filtrací. Snížení renální funkce kontrastní látkou vede hromaděním metforminu v těle ke stimulaci účinku inzulínu a tím k využití glukózy v těle, ke zvýšení hladiny kyseliny mléčné, snížení pH a k laktátové acidóze. Jejími příznaky jsou nausea, nechutenství, svalové křeče, tachypnoe, bolest břicha, průjem, ztráta vědomí, případně smrt. Je vhodná prevence koincidence vlivu biguanidů a kontrastních látek:

- Zvážit podání jódovaných KL
- Hydratovat pacienta před a po KL
- Biguanidy vysadit 48 hodin před a po podání jódované kontrastní látky.
- Stanovit hladinu kreatininu v séru.
- Podat nízkoosmolární neiontové diméry.

K dalším varováním při podávání jódované kontrastní látky patří obecně nefrotoxické látky zatěžující ledvinnou funkci. Jde například o onkologické pacienty (cyclosporin, cisplatina), aminoglykosidy, ale nefrotoxicky působí i běžná analgetika skupiny NSAID – nesteroidní protizánětlivé drogy, k nimž patří mj. i aspirin. Za zmínku stojí ještě kontraindikace současného podávání jódovaných i nízkoosmolárních kontrastních látek současně s papaverinem, který se používá k vazodilataci, často i během radiologického intervenčního intravaskulárního výkonu. Spolu s kontrastní látkou působí v krvi mikroemboly s následným nebezpečím z mikroembolizace tkání. β-blokátory mohou změnit odpověď na léčbu bronchospasmu vyvolaného kontrastní látkou.[76]

[76] TŮMA, Stanislav. *Konvenční radiologie : doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního oboru Radiologický asistent*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 17 s. Dostupný z WWW: <http://www.zsf.jcu.cz/struktura/katedry/radio/informace-pro-studenty/ucebni_texty/studijni-obor-radiologicky-asistent/>.

Tabulka č. 16

Terapie nežádoucích reakcí	
Alergoidní reakce	Tekutiny i.v. rychle (H1/1, F1/1)
	Hydrocortison
	H1, H2 blokátory, Dithiaden / Prednison, Primamet
Dušnost inspirační	Kyslík
	Průchodnost dýchacích cest, kardiopulm. resuscitace
	Kontaktovat ARO
Dušnost expirační	Kyslík
	Farmakoterapie – Ventolin, Berotec, Hydrocortison, Syntophyllin, Adrenalin
Hypotenze	Infúze
	Farmakologická vazokonstrikce – Efedrin, Aramine, Vazoxine
	Elevace dolních končetin
	Kyslík
Vagová reakce, hypotenze, bradykardie	Atropin
	I.v. tekutiny
	Elevace dolních končetin
	Kyslík
Hypertenze nad 190 mm Hg	Droperidol, Seduxen
	Ebrantil
	Nitroglycerin
Bolesti na hrudi	Nitroglycerin
	Fentanyl při větších bolestech
	Seduxen
	Kyslík
Křečové stavy	Seduxen
Urtika	Dithiaden / Prednison, dále sledovat

Z výše uvedeného vyplývá, že na pracovišti, kde se aplikují jódované kontrastní látky, je nutno mít po ruce příslušné základní instrumentárium.

To obsahuje:

- zdroj kyslíku s redukčním ventilem
- anesteziologický přístroj, ruční dýchací přístroj
- odsávačku
- výbavu k zajištění průchodnosti dýchacích cest
- výbavu k zajištění podpory a monitorování krevního oběhu
- farmaka pro neodkladnou péči a kardiopulmonální resuscitaci
- zdroj světla
- monitorování (pulzní oxymetrie).

Pracovníci oddělení musí být seznámeni a prakticky proškoleni s prováděním neodkladné péče a kardiopulmonální resuscitace, kterou musí zvládnout případně až do doby převzetí pacienta ARO.[77]

Profylaxe nežádoucích reakcí

Prevence a léčba alergických reakcí se rozděluje do několika kroků.

1) Za výběr pacientů k vyšetření zodpovídá indikující lékař, který jim musí vyznačit na žádance alergologickou anamnézu, případně závažnou chorobu, která zvyšuje rizika. Pokud je alergologická anamnéza nejasná nebo pozitivní, musí indikující lékař odeslat pacienta na alergologii. Radiolog nebo radiologický asistent se musí navíc pacienta znovu zeptat na případnou alergii těsně před vyšetřením, případně zkontrolovat chorobopis.

   Rizikoví pacienti:

   a) pylové reakce, astma bronchiale, reakce po včelím bodnutí – tato skupina pacientů má nejméně 10x větší pravděpodobnost vzniku alergické reakce než ostatní populace,

   b) předchozí reakce na jodovou KL nebo na jod,

[77] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

c) závažné polékové alergie – vždy musíme zjistit, zda se jednalo skutečně o alergii a ne jen nesnášenlivost typu bolestí břicha nebo ospalosti. Známé jsou nebezpečné reakce po penicilinu, očkovacích sérech, ale i prokainu. Mezokain nebo depótní lokální anestetika většinou reakce nevyvolávají,

d) kardiální a renální insuficience, diabetes mellitus jsou obecnými relativními kontraindikacemi, ale o jejich závažnosti musí rozhodnout ošetřující lékař, který posoudí přínos vyšetření pro diagnózu kontra možná rizika,

e) věk pacienta již nebývá hlavním rizikem, protože i 90tiletí pacienti se podrobují angiografii nebo náročným intervenčním výkonům. Při větším množství KL podané bolusem jako je CT angiografie, však KL často městná v plících, protože ejekční schopnost srdce je u starších lidí omezená. Toto způsobuje pacientům pocity pálení na prsou a zhoršení dýchání,

f) rizikoví pacienti jsou obvykle vyšetřováni pod dohledem anesteziologa nebo je výkon prováděn přímo v analgosedaci nebo celkové anestézii.[78]

2) Premedikace – Prednison tbl: 40 mg (12–18 hodin před aplikací JKL) a 20 mg (6–9 hodin před aplikací JKL); v akutním případě, kdy není možné pacienta předem řádně připravit, podáváme kortikoidy a antihistaminikum i.v. (např. methylprednisolonum 40 mg a 1mg bisulepinum); u závažných případů alergie se doporučuje premedikovat po dobu 24–48 hodin ve spolupráci s anesteziologem, který je dostupný při vyšetření s aplikací JKL.[79] Dětem se podává injekčně 0,05 mg/kg hmotnosti. Na některých odděleních se navíc dává i 2 tbl Dithiadenu večer. U rizikových nemocných

[78] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

[79] *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

lze podat po konzultaci kortikoidy, nejčastěji 100 – 200 mg hydrokortizonu intramuskulárně (i. m.). Na vyšetření musí přijít pacient lačný, poslední jídlo nejméně 5 hodin před výkonem.

3) Výběr KL – optimální je vyšetřovat s neionickou KL, ale brání tomu obvykle finanční situace na oddělení. U běžných vyšetření a nerizikových pacientů je možné podat ionické KL. U rizikových pacientů, při mozkové angiografii, opakovaných nástřicích ledvin jsou upřednostněny neionické KL. Vyšetření všech dětí do l5 let věku musí být provedeno neionickou KL.

4) Aplikace KL musí splňovat dvě zásadní podmínky:

- **a)** Jodové KL se musí podávat pouze v místnosti vybavené pro základní resuscitaci: kyslík, dýchací přístroj, defibrilátor, laryngoskop a další předepsané přístroje kontrolované lékaři ARO.
- **b)** Pohotovostní lékárna musí obsahovat: antihistaminika, kortikoidy, noradrenalin, adrenalin inj., antiastmatika ve spreji, antikonvulziva, antiedematika. Pravidelné kontroly pohotovostní lékárny jsou prováděny zodpovědným pracovníkem z radiologického oddělení i odpovědným pracovníkem z ARO.
- **c)** Během celého výkonu musí být zavedena kanyla do žíly.
- **d)** Nitrožilní injekci může dávat lékař, sestra nebo radiologický asistent, pod přímým vedením lékaře.
- **e)** U rizikových pacientů je možné podat KL pod dohledem anesteziologa, u závažných stavů i v celkové anestézii nebo analgosedaci.[80]

[80] NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

Vysokoosmolální KL je možno podat:

- u nerizikových skupin nemocných bez alergické anamnézy s normální funkcí ledvin
- premedikace není nutná

Nízko-/izoosmolální KL se podávají u rizikových pacientů, kam se řadí:

1. děti do 15 let
2. věk nad 70 let
3. léčená polyvalentní alergie nebo astma bronchiale + premedikace kortikoidy
4. předchozí reakce na jodovou KL + premedikace kortikoidy
5. porucha funkce ledvin (hladina sérového kreatininu >130 μmol/l)
6. výkon bez zajištění řádné přípravy (perakutní výkon z vitální indikace při neznalosti renálních funkcí nebo alergické anamnézy, nespolehlivý údaj o době lačnění apod.)
7. nestabilní klinický stav (srdeční selhávání, pooperační stavy…)
8. akutní cévní mozková ischemická příhoda
9. kumulace kontrastních vyšetření (CT, angiografie, IVU atd.)
10. diabetes mellitus
11. mnohočetný myelom
12. osoby s transplantovanou ledvinou[81]

Relativní kontraindikace podání KL:

1. závažná alergická reakce na předchozí podání KL
2. těžké funkční poruchy ledvin a jater (kreatinin nad 300 μmol/l)
3. tyreotoxikóza (před podáním KL nutno podávat tyreostatika – thiamazol: 3 dny před a pokračovat 2 týdny po podání)

[81] *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

4. mnohočetný myelom (při podání KL nutno zajistit řádnou hydrataci k prevenci precipitace bílkoviny v ledvinách)
5. léčba a vyšetření radioaktivními izotopy jódu (KL nesmí být podána 2 měsíce před léčbou a izotopovým vyšetřením štítné žlázy)

U těchto stavů vždy zvážit provedení jiného typu vyšetření (UZ, MR), případně podání alternativní kontrastní látky (CO_2).[82]

V prevenci nežádoucích reakcí zvažujeme a snažíme se ovlivnit:

- Stav pacienta.
- Hydrataci pacienta.
- Alergickou anamnézu.
- Případné předchozí reakce po podání jódované kontrastní látky.
- Věk pacienta.
- Způsob podání kontrastní látky.
- Přítomnost bronchiálního astmatu.

Snažíme se tak diferencovat rizikové nemocné. Hlídáme pacienty s poškozenými ledvinnými funkcemi, diabetiky, nemocné s poruchami štítné žlázy, nemocné s myelomem, alergiky, astmatiky. Dialyzované pacienty zveme na vyšetření tak, aby pravidelný termín dialýzy navazoval hned na termín vyšetření; pak u nich zvláštních opatření není třeba.[83]

Maximální doporučená dávka jódové kontrastní látky:

- U nemocných s normální funkcí ledvin (hladina sérového kreatininu < 100 μmol/l) a při dostatečné hydrataci je horní orientační hranice dávky do 300 ml KL s koncentrací 300 mg I/ml.
- U zhoršené funkce ledvin (kreatinin 130–300 μmol/l) klesá maximální doporučené množství podané KL pod 150 ml.

---

[82] *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

[83] VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

- U nemocných s poškozenými renálními funkcemi lze vypočítat maximální dávku KL při optimální hydrataci dle vzorce[84]:

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

Postupy při vyšetření některých neobvyklých stavů

Dialýzovaným nemocným je obecně nutné omezit nadměrné podávání jakýchkoli tekutin a osmotických látek. Dobu podání kontrastní látky je nutné korelovat s obdobím hemodialýzy, mimo toto období kontrastní látku nepodávat. K odstranění kontrastní látky z těla je nutné použít hemodialýzu nebo peritoneální dialýzu.

Pacienti s bronchiálním astmatem, s anamnézou plicní hypertenze (emfyzematici, po resekcích plic), s počínajícím srdečním selháním (senioři, hypertonici, …) mohou reagovat přidruženými plicními reakcemi v podobě bronchospasmu, zvýšené plicní cévní rezistence, plicního edému atpod.

Ve snaze lokalizovat biochemicky zjištěný nádor produkující katecholaminy (např. feochromocytom), je vhodné doporučit předem α a β adrenergní blokádu s perorálním podáním léků ošetřujícím lékařem. Před intraarteriálním podáním jódované kontrastní látky je ještě nutná α blokáda s intravenózním podáním phenoxybenzaminu. Pokud jde o případy s náhodně objeveným nadledvinovým útvarem, žádná speciální příprava není nutná.

Pokud musí být podána jódovaná kontrastní látka těhotné ženě, je vhodné neonatologovi doporučit vyšetření thyreoideální funkce novorozence po narození. Podání kontrastní látky kojící matce nevyžaduje žádné změny v postupu.

Pokud to je možné, je vhodné vyvarovat se náběrů krve a moči k biochemické analýze v průběhu 24 hodin po podání kontrastní látky. Rovněž radioizotopové značení erytrocytů je vhodné odložit až po 24 hodinách. Pacienti léčení radioaktivním jódem by neměli dostat jódované kontrastní látky nejméně dva měsíce před léčbou, ani

[84] *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

radioizotopové zobrazení štítnice by nemělo být děláno dva měsíce po podání jódované kontrastní látky.

Kontrastová či postkontrastní nefropatie (Contrast Induced Nephropathy – CIN) je akutní renální insuficience nebo zhoršení porušené funkce ledvin s projevy anurie v období mezi 24 – 72 hodinami po podání kontrastní látky. Je vyvolána hypoperfúzí dřeně ledviny s následným ischemickým poškozením se vzestupem hladiny kreatininu v séru o více než 25 % či 44 µmol/l během 48 hodin oproti hladině před podáním KL. Projevy, známé od roku 1954 (Bartek: Acta Med. Scand.), jsou častější, vyvolané jednak stárnutím populace a diabetickou epidemií, jednak komorbiditami s vyššími požadavky na životní standard, což vede k rozsáhlejší zdravotní péči s využíváním více CT. Incidence je udávána asi u 1 % populace, 5,5 % pacientů s renální insuficiencí, 42 % pacientů se sníženou renální perfůzí, 18 % pacientů po operaci a u 12 % po CT s podáním nízkoosmolární jódované kontrastní látky. Jde v prvé řadě o pacienty udávající předchozí reakce na kontrastní látku, dehydratované, diabetiky, nemocné užívající nefrotoxické prostředky (včetně nesteroidních protizánětlivých prostředků, jako je ibuprofen, aspirin, …) ve věku nad 70 let a nemocných, kterým bylo podáno velké množství kontrastní látky.[85]

Obecná doporučení pro prevenci kontrastní nefropatie (CIN):

- dostatečná hydratace (perorálně zvýšit příjem tekutin 24 hodin před i po vyšetření, popř. intravenozní aplikace tekutin)
- použití nízko-/izoosmolální JKL
- preferovat JKL s nízkou viskozitou
- biguanidy (perorální antidiabetika), nesteroidní antirevmatika, případně jiné nefrotoxické léky vysadit 48 hodin před podáním JKL
- u katetrizačních výkonů zvážit podání alternativní KL (např. CO_2)

[85] TŮMA, Stanislav. *Konvenční radiologie : doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního oboru Radiologický asistent*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 17 s. Dostupný z WWW: <http://www.zsf.jcu.cz/struktura/katedry/radio/informace-pro-studenty/ucebni_texty/studijni-obor-radiologicky-asistent/>.

- zvážit podání nefroprotektivních látek (acetylcystein, infuze hydrogenuhličitanu sodného).[86]

K povinnostem radiologického asistenta patří komplikace a nežádoucí reakce na kontrastní látky znát, předcházet jim, rozpoznat je a včas je hlásit a při jejich léčení aktivně pomáhat.[87]

[86] *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

[87] TŮMA, Stanislav. *Konvenční radiologie : doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního oboru Radiologický asistent*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 17 s. Dostupný z WWW: <http://www.zsf.jcu.cz/struktura/katedry/radio/informace-pro-studenty/ucebni_texty/studijni-obor-radiologicky-asistent/>.

6. Závěr

Práce vychází ze snahy shrnout problematiku zobrazování při obezitě a metabolickém syndromu, zlepšit postupy pracovních činností radiologického asistenta při zobrazování pacientů trpících těmito chorobami.

Celosvětovým problémem je zvyšující se prevalence obezity a metabolického syndromu, jako důkaz zvýšené prevalence těchto chorob posloužil vlastní výzkum formou anonymních dotazníků, které vyplňovala stovka náhodně vybraných pacientů. Dotazníkový výzkum potvrdil, že s obézními pacienty se budeme setkávat stále častěji a to především ve zdravotnických zařízeních, jejichž součástí bývá radiodiagnostické oddělení, ve kterém pracuje právě radiologický asistent.

Obezitou trpí 27 % pacientů vyšetřovaných na radiodiagnostickém oddělení, preobézním stavem čili nadváhou je postiženo 30 % dotázaných. Nadváha a obezita tedy komplikují život 57 % pacientů a to nejen při diagnostickém zobrazování. Při přípravě pacientů s obezitou a metabolickým syndromem věnuje nemocným radiologický asistent zvýšenou pozornost.

Důležitá je komunikace s nemocnými pro zjištění možných omezení zdravotního stavu komplikujících radiodiagnostické vyšetření. Nebezpečí hrozí zvláště v možném spojení obezity a metabolického syndromu s diabetem. Zobrazovací modality totiž nediagnostikují tato onemocnění, ale právě jejich důsledky, které pak můžeme pomocí těchto zobrazovacích modalit i léčit.

Opatrnost při podání kontrastní látky je namístě, jelikož hrozí nebezpečí nefropatií (CIN), případně nefrogenní systémové fibrózy (NSF) i v případě KL s gadoliniem. Komplikace obezity a metabolického syndromu se projevují nejčastěji časnými projevy, kterým by se mělo předcházet vhodnou profylaxí, zejména dostatečnou hydratací pacienta.

Použití kontrastních látek při zobrazování může být omezeno či úplně znemožněno právě zhoršeným zdravotním stavem obézního pacienta, stejně tak, jako samotné zobrazování z důvodu technických limitů přístrojové techniky s ohledem ke konstituci pacientova těla. Pro diagnostické zobrazování jsou stanovena obecná pravidla

zobrazování vztažená k průměrnému člověku (jak stavbou těla, tak i hmotností a výškou), které by se obéznímu pacientovi měla přizpůsobit. Toto přizpůsobení obecných standardů obéznímu pacientovi můžeme tedy nazvat zvláštním přístupem.

Při možnostech nových postupů zůstává téměř ve 2/3 hlavním vyšetřením zobrazování s použitím ionizujícího záření jako je skiagrafie (43,1 %), CT (26,3 %) a skiaskopické výkony (4,2 %). Zvýšená pozornost při podání kontrastní látky je velice důležitá, jelikož u 39 % dotázaných bylo provedeno vyšetření právě s podáním KL.

Zobrazování při obezitě a metabolickém syndromu tedy vyžaduje zvláštní přístup, zvláště při výkonech s použitím kontrastních látek, s přihlédnutím jednak k technickým modifikacím postupů u různých zobrazovacích modalit, jednak ke zvláštnostem spojených s orgánovou polymorbiditou a souvisejícími komplikujícími patologickými stavy. Předpokládaná hypotéza tedy byla potvrzena.

Dalo by se říci, že výhledově počet obézních v celém světě bude i nadále stoupat (prevalence obezity v evropských zemích dosahuje 10 – 40 %) a takovéto zvláštní postupy zobrazování se postupem času budou stále častěji uplatňovat v praxi. Stejně jako všude, i zde bude ale nadále platit individuální přístup k pacientovi.

7. Klíčová slova (Key words)

- Diagnostické zobrazování (Diagnostic Imaging)
- Kontrastní látky (Contrast Medium)
- Metabolický syndrom (Metabolic Syndrome)
- Obezita (Obesity)
- Zobrazovací modality (Imaging Modalities)

8. Seznam použitých zdrojů

8.1 Literární zdroje

1. ANDĚL, Michal. *Diabetes mellitus a další poruchy metabolismu*. 1. vyd. Praha : Galén, 2001. 210 s. ISBN 80-7262-047-9.
2. BARTUŠEK, Daniel. *Diagnostické zobrazovací metody pro bakalářské studium fyzioterapie a léčebné rehabilitace*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2004. 32 s. Dostupný z WWW: <http://portal.lf1.cuni.cz/clanek-438-diagnosticke-zobrazovaci-metody-pri-vysetreni-zazivaciho-traktu>. ISBN 80-210-3537-4.
3. DUŠEK, Jiří. *Metodika pro tvorbu bakalářských prací*. České Budějovice : Vysoká škola evropských a regionálních studií, o. p. s., 2007. 38 s. Dostupný z WWW: <http://www.vsers.cz/dokumenty.php>.
4. HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.
5. HAINER, Vojtěch. *Obezita : Minimum pro praxi*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 118 s. Levou zadní; sv. 63. ISBN 80-7254-168-4.
6. HALUZÍK, Martin, SVAČINA, Štěpán. *Metabolický syndrom a nukleární receptory : PPAR*. 1. vyd. Praha : Grada, 2005. 126 s. ISBN 80-247-0824-8.
7. KOHOUT, Pavel, PAVLÍČKOVÁ, Jaroslava. *Obezita*. Pardubice : Filip Trend Publishing, 2001. 114 s. Rady od pramene (Filip Trend); sv. 1. Obálkový název : Problematika hodnotného života - obezita. ISBN 80-86282-14-7.
8. KOZLOVÁ, Lucie, KUBELOVÁ, Veronika. *Jak psát bakalářskou a diplomovou práci*. 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská univerzita v ČB, Zdravotně sociální fakulta, 2008. 56 s. ISBN 978-80-7394-112-3.
9. MASTNÁ, Brigita. *Nadváha a obezita : Proč a jak tloustneme - boj s obezitou*. 1. vyd. Praha : Triton, 1999. 47 s. ISBN 80-7254-067-X.

10. MECHL, Marek. Metodický list intravaskulárního podání jodových kontrastních látek (JKL). *Česká radiologie*. 2007, roč. 61, č. 1, s. 105-107. Dostupný z WWW: <http://www.cesradiol.cz/cislo_akt.php?cis=1>.

11. NEKULA, Josef, et al. *Radiologie*. 2. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2003. 205 s. ISBN 80-244-0672-1.

12. NEKULA, Josef, CHMELOVÁ, Jana. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. 1. vyd. Ostrava : Ostravská univerzita. Zdravotně sociální fakulta, 2005. 97 s. ISBN 80-7368-057-2.

13. REAVEN, Gerald M. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988, no. 12, s. 1595-1607.

14. REAVEN, Gerald M. Metabolic syndrome: pathophysiology and implications for management of cardiovaskular disease. *Circulation*. 2002, no. 3, s. 286-288.

15. Reklama firmy Walmark na produkt Dialevel v časopise Vlasta

16. SOVOVÁ, Eliška, et al. *100+1 otázek a odpovědí o prevenci nejčastějších onemocnění : nádory, obezita, kouření, fyzická onemocnění, psychická onemocnění* . 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2006. 152 s. ISBN 80-247-0952-9.

17. SVAČINA, Štěpán. *Metabolický syndrom*. 1. vyd. Praha : Triton, 2001. 179 s. ISBN 80-7254-178-1.

18. TÓTHOVÁ, Valérie, et al. *Akademický rok 2008/2009*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2008. 428 s.

19. TŮMA, Stanislav. *Konvenční radiologie : doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního oboru Radiologický asistent*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 17 s. Dostupný z WWW: <http://www.zsf.jcu.cz/struktura/katedry/radio/informace-pro-studenty/ucebni_texty/studijni-obor-radiologicky-asistent/>.

20. VILASOVÁ, Zdeňka. Jódované kontrastní látky pro RTG vyšetření. *Lékařské listy*. 2003, roč. 2003, č. 43, s. 22-24.

21. VILASOVÁ, Zdeňka. *Konvenční zobrazovací postupy v radiologii*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, [200-?]. 119 s.

8.*2 Elektronické zdroje*

1. European Society of Urogenital Radiology Contrast Media Safety Committee. Guidelines on Contrast Media (version 5.0). ESUR 2006.

2. *Standard pro použití intravaskulárně aplikovaných kontrastních látek* [online]. Nemocnice Na Homolce, [2005] , 2.1.2009 [cit. 2009-01-03]. Dostupný z WWW: <http://www.homolka.cz/cz/radiodiagnosticke_oddeleni_(RDG)/index.php?p=2307>

3. *Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR: Klasifikace nemocí* [online]. c2007 [citováno 20. 03. 2009]. Dostupný z WWW: <http://www.uzis.cz/cz/mkn/index.html>

4. *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky : Standardy zdravotní péče.* Ministerstvo zdravotnictví ČR. 2007- , roč. 2007. 2007- . Návrh k 15.11.2007.

5. *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Dehydratace* [online]. c2009 [citováno 22. 03. 2009]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Dehydratace&oldid=3705189>

6. *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Radiologie* [online]. c2008 [citováno 12. 01. 2009]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Radiologie&oldid=3446809>

9. Přílohy

Vzhledem k tomu, že kvantitativní stanovení procenta tuku a beztukové tkáně není běžně dostupné, používá se někdy k hodnocení stupně nadváhy tabulek, které udávají pro danou výšku a pohlaví přípustné rozmezí hmotnosti, popř. i hmotnostní hranici definující obezitu. Nejběžněji používané jsou tabulky americké Metropolitní pojišťovací společnosti.[88]

Doporučená hmotnost pro dospělé muže a ženy podle tabulek amer. Metropolitní pojišťovací společnosti (Metropolitan Life Insurance Co.)

Výška měřená naboso (m)	Muži			Ženy		
	Hmotnost bez oděvu (kg)			Hmotnost bez oděvu (kg)		
	Průměr	Přípustné rozmezí	Obezita	Průměr	Přípustné rozmezí	Obezita
1,45				46,0	42–53	64
1,48				46,5	42–54	65
1,50				47,0	43–55	66
1,52				48,5	44–57	68
1,54				49,5	44–58	70
1,56				50,4	45–58	70
1,58	55,8	51–64	77	51,3	46–59	71
1,60	87,6	52–65	78	52,6	48–61	73
1,62	58,6	53–66	79	54,0	49–62	74
1,64	59,6	54–67	80	55,4	50–64	77
1,66	60,6	55–69	83	56,8	51–65	78
1,68	61,7	56–71	85	58,1	52–66	79
1,70	63,5	58–73	88	60,0	53–67	80
1,72	65,0	59–74	89	61,3	55–69	83
1,74	66,5	60–75	90	62,6	56–70	84
1,76	68,0	62–77	92	64,0	58–72	86
1,78	69,4	64–79	95	65,3	59–74	89

[88] HAINER, Vojtěch, et al. *Obezita : Etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Editor PhDr. Lubomír Houdek; Ilustrace a záložka Miroslav Barták. 1. vyd. Praha : Galén, c1997. 126 s. ISBN 80-85824-67-4.

1,80	71,0	65–80	96			
1,82	72,6	66–82	98			
1,84	74,2	67–84	101			
1,86	75,8	69–86	103			
1,88	77,6	71–88	106			
1,90	79,3	73–90	108			
1,92	81,0	75–93	112			
BMI	22	20,1 – 25,0	30,0	20,8	18,7 – 23,8	28,6