

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

BMI (body mass index) pacienta- faktor ovplyvňujúci radiačnú ochranu personálu v
rádiológii

bakalárska práca

Autor práce: Tomáš Michel
Študijný program: Ochrana obyvateľstva
Študijný obor: Ochrana obyvateľstva zo zameraním na CBRNE

Vedúci práce: Chudáček Zdeněk, MUDr, Ph.D.

Dátum odovzdania práce: 15.8. 2013

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá problematikou radiačnej záťaže personálu u intervenčných výkonov u pacientov s rozličnou hodnotou BMI. Podľa našich dostupných informácií a informáciami poskytnuté Štátnym ústavom radiačnej ochrany sa touto problematikou nikto nezaoberal a nebola nikdy štatisticky spracovaná. Rozhodli sme sa preto objasniť hypotézu do akej miery má BMI pacienta vplyv na radiačnú záťaž personálu.

Bakalárska práca je rozdelená na 2 časti:

V teoretickej časti sa práca zaoberá doposiaľ známymi poznatkami o radiačnej ochrane na pracoviskách s ionizujúcim žiarením. Bakalárska práca nás postupne oboznamuje s dôležitými historickými aspektmi rozvoje radiačnej ochrany. Podrobne sa venuje vývoju noriem radiačnej ochrany, hlavne odporúčaniam ICRP.

Práca sa ďalej venuje základným poznatkom o röntgenovom žiarení, o jeho priechodu prostredím a biologických účinkoch na ľudský organizmus.

Z informácií získaných zo Štátneho úradu pre jadrovú bezpečnosť a Štátneho úradu radiačnej ochrany sme podrobne opísali súčasne spôsoby ochrany pred ionizujúcim žiarením, zabezpečenie radiačnej ochrany, ktoré vychádza z troch základných princípov, definovaných medzinárodnými inštitúciami a ustanovených v právnom systéme všetkých vyspelých krajín:

- Odôvodnenosť ožiarenia
- Optimalizácia ochrany
- Stanovenie limitov ožiarenia

Na konci tejto kapitoly sa práca venuje základným technickým špecifikáciám angiografického prístroja Axiom Artis dTA, na ktorom boli zaznamenané potrebné údaje na štatistické spracovanie hypotézy.

V druhej časti sa práce venuje konkrétnemu dokazovaniu hypotézy. Hypotéza spočíva v tom, že BMI pacienta výrazne ovplyvňuje radiačnú záťaž personálu v rámci jednotlivých intervenčných výkonov.

Štatisticky spracovávame dva súbory pacientov a poukazujeme na zvýšenú radiačnú záťaž personálu u pacientov s vysokým BMI a vzťah medzi BMI a dopadovou dávkou pacienta.

Štatistické spracovanie v bakalárskej práci sa skladá z dvoch častí. V prvej časti je súbor pacientov po PTA panvových tepien a druhej časti je súbor pacientov po drenáži žlčových ciest.

Na výpočet štatistickej závislosti sme zvolili jednoduchú lineárnu koreláciu (Pearsonovo r) a výsledkom bude regresná priamka.

Korelačný koeficient môže dosahovať hodnoty od -1 do $+1$. Hodnota -1 reprezentuje najvyššiu negatívnu a $+1$ najvyššiu pozitívnu koreláciu. Hodnota 0 vypovedá o žiadnej korelácii. Pearsonov korelačný koeficient je silne ovplyvniteľný extrémnymi hodnotami a to v oboch smeroch. Jediný extrém vo veľkom súbore môže významne znížiť silnú závislosť, ale aj spôsobiť silnú závislosť tam, kde žiadna nie je.

Základný súbor obsahoval cca 100 pacientov, po preskúmaní a zisťovaní údajov potrebných na výpočet radiačnej závislosti, sme museli približne polovicu pacientov vyradiť z nasledujúcich dôvodov:

- nemohli sme verifikovať údaje v databáze RO.
- nemohli sme verifikovať hodnoty pre výpočet BMI.
- pacienti, ktorí boli liečení v roku 2006 sme vyradili z dôvodu, že boli liečení na inom type angiografického prístroja, ktorý pracoval pri úplne odlišných dávkových príkonov.
- pri PTA panvových tepien podstúpili aj iný typ intervenčného výkonu, napr. diagnostika oblúku aorty, krčných tepien a vyšetrenie dolných končatín.

Medzi najzávažnejšie limity štúdie však patrí rozdielne používanie ochranného štítu v jednotlivých prípadoch, ktoré vnáša do merania a výpočtov najväčšiu mieru neistoty. Ukazuje sa to predovšetkým pri porovnávaní súboru DŽC a súboru PTA, z hľadiska vzťahu BMI a lekárskej dávky. U DŽC sa používa z praktických dôvodov len obmedzene, vadiť by totiž samotnému prevedeniu výkonu. U PTA je to celkom naopak, vyšetrujúci môže s výhodou medzi seba a radiačné pole vložiť tienidlo v podobe ochranného absorpčného plexiskla, ktoré je súčasťou angiografického

kompletu. Predovšetkým týmto sme si vysvetľovali, prečo štatistická závislosť BMI a lekárskej dávky je u DŽC sledovateľná, zatiaľ čo u PTA tomu tak nie je. Zo štatistického hľadiska bol vzťah BMI a dávky dopadnutej na pacienta u DŽC relatívne veľmi tesný, u PTA bol o niečo menej tesný. Túto skutočnosť si vysvetľujeme tým, že meranie dát nie je ovplyvnené toľkými neurčitými premennými ako je u merania dávky na zástere. Ku korekcii rozdielnej obťažnosti jednotlivých výkonov bolo použité lomenie celkových skiaskopických dávok celkovou dobou skiaskopie. U zvlášť krátkej doby skiaskopie môže nastať problém nepresnosti (najmenší meraný interval je 1 min.), to isté platí aj u príliš nízkych nameraných dávok na zástere (najmenšia dozimetrom registrovaná dávka je 1uSv).

Z vyjadrenia odborníkov na radiačnú ochranu zo začiatku vyplývala k prevádzanej štúdiu veľká skepsa. Preto sme očakávali, že významná štatistická závislosť BMI a lekárskej či pacientovej dávky nebude dokázaná. Prekvapením, ale bola pomerne silná štatistická závislosť vo vzťahu BMI a dávky oboch subjektov u DŽC.

Z hľadiska množstva pacientov a homogenity jednotlivých skupín ide skôr o pilotnú štúdiu. Skupinu pacientov s DŽC musíme z výše uvedených dôvodov pokladať za reprezentatívnejšiu ako skupinu pacientov s PTA. Zo zistených skutočností môžeme potvrdiť existenciu závislosti medzi konštitúciou nemocného a dávkou personálu vykonávajúceho intervenčné rádiologické výkony. Potvrdená závislosť medzi konštitúciou nemocného a dopadovou dávkou pacienta v priebehu výkonu je ďalším nepriamym dôkazom väčšieho nebezpečenstva iradiácie personálu pri intervenčných výkonoch u osôb s vysokým BMI. Tieto zistené skutočnosti môžu mať význam pre ochranu personálu a mali by byť brané v úvahu pri návrhu protiradiačných opatrení.

Kľúčové slová

BMI, radiačná záťaž, dávka personálu, štatistická závislosť, dávka pacienta

Abstract

Bachelor thesis deals with personnel radiation exposure in interventional procedures in patients with different BMI. According to our available information and information provided by the National Radiation Protection Institute has not addressed this issue and it has never been statistically processed. Therefore we have decided to clarify the hypothesis to what extent the impact of BMI on patient radiation exposure of personnel.

The thesis is divided into 2 parts:

In the theoretical part of the thesis deals with the hitherto known in the field of radiation protection in workplaces with ionizing radiation. Bachelor thesis gradually introduces us to important historical aspects of the development of radiation protection. Detail is devoted to the development of radiation protection standards, in particular the recommendations of ICRP.

The thesis also takes basic knowledge of X-rays on his transition environment and biological effects on the human body.

The information obtained from the State Office for Nuclear Safety and National Radiation Protection Institute we detail the current methods of protection against ionizing radiation, radiation protection, which is based on three basic principles defined by international institutions and the legal system in all developed countries:

- The justification of exposure
- Optimization of protection
- Establishment of exposure

At the end of this part, the thesis is devoted to the basic technical specifications angiography devices Axiom Artis dTA on which were recorded the necessary data for statistical processing hypothesis.

In the second part of the thesis devoted to a particular hypothesis of proof. Hypothesis is that the BMI of the patient greatly affects the radiation exposure of personnel for interventional procedures.

Statistically process the two sets of patients and has demonstrated increased radiation exposure of staff by patients with high BMI and between BMI and an impact dose of the patient.

Statistical analysis the thesis consists of two parts. The first part is a set of patients after PTA pelvic arteries and the second part is a set of patients after biliary drainage.

To calculate the statistical dependence, we chose a simple linear correlation (Pearson r), resulting will be a regression line.

The correlation coefficient can reach values from -1 to +1. The value -1 represents the highest negative and +1 highest positive correlation. A value of 0 tells about any correlation. Pearson's correlation coefficient is strongly influenced by extreme values and in both directions. The only extreme large file can significantly reduce the strong dependence, but also make a strong dependence where there is none.

The base set includes about 100 patients, after examining and identifying the data needed to calculate the radiation dependence, we had about half of the patients discarded for the following reasons:

- We were unable to verify information in the database RO.
- We were unable to verify the values for BMI.
- Patients who were treated in 2006, we scrapped because they were treated to another type of angiographic device that worked in very different dose rates.
- PTA in pelvic arteries undergoing different type of exercise intervention, for example: diagnosis of aortic arch, carotid arteries and examination of the lower extremities.

The most serious limits of the study, however, include the use of different protective shield in each case, which brings to the measurements and calculations greatest uncertainty. It shows especially when comparing sets DZC sets and PTA, in terms of the relationship BMI and dose of physician. The DZC is used for practical reasons, only a limited, would have bothered himself transferred power. The PTA is quite the contrary, investigating may preferably between himself and the radiation field to insert shield in the form of protective Plexiglas absorbance, which is part of angiographic complete. Above all this, we explain why statistical significance BMI and

dose of physician for DZC is traceable, while at the PTA it is not. From a statistical perspective, the relationship of BMI and dose impacting on patient at DZC relatively very tight at the PTA was a little less tight. This fact can be explained by the fact that the measurement data is not affected so many uncertain variables such as dose measurements in the apron. The correction of different difficulty of performance was used dividing the total fluoroscopic doses with a total time of fluoroscopy. In particularly short time fluoroscopy may be a problem inaccuracies (the smallest measured interval is 1 min.), the same is true in measured doses too low to apron (dosimeter registered the smallest dose is 1uSv).

The expression of experts on radiation protection initially resulted transferred to study with skepticism. Therefore, we have expected that a significant statistical dependence BMI and doctor's or patient's dose is not established. Surprise, but was relatively strong statistical dependence in relation BMI and dose of both entities in DZC.

In terms of number of patients and the homogeneity of each group is more of a pilot study. Group of patients with DZC need of the above reasons, considered more representative than the group of patients with PTA. From the findings we can confirm the existence of a correlation between the dose and the patient's constitution and staff performing interventional radiology procedures. Confirmed relationship between the constitution of the patient and the impact dose of patient during exercise is another indirect evidence of an increased risk of irradiation of personnel in interventional procedures in subjects with high BMI. These established facts may be relevant to the protection of personnel and should be taken into account in the design of radiological measures.

Key words

BMI, radiation exposure, dose personnel, statistical significance, dose patient

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval 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 – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 15.8. 2013

.....

Tomáš Michel

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu práce MUDr. Zdenkovi Chudáčkovi, PhD., za podporu a trpezlivosť pri spracovaní dát a za jeho cenné rady a pripomienky pri písaní bakalárskej práce.

Ďakujem aj Ing. Ondrejovi Kováříkovi, PhD., ktorý mi pomohol so štatistickým spracovaním dátových súborov.

A nakoniec chcem poďakovať sekretárkam z Rádiologického oddelenia Fakultnej nemocnice Plzeň Bory za ich ochotu a pomoc pri hľadaní záznamov u jednotlivých pacientov.

Obsah

Úvod.....	14
1 Teoretická časť.....	15
1.1 Historické aspekty rozvoja radiačnej ochrany.....	15
1.2 Vývoj noriem radiačnej ochrany.....	16
1.3 Legislatíva v ČR.....	17
1.4 Smernice EU.....	17
1.5 Filtrácia RTG žiarenia.....	18
1.6 Materiály používané v radiačnej ochrane.....	21
1.7 Spôsoby ochrany pred IZ.....	22
1.8 Jednotky a veličiny v radiačnej ochrane.....	23
1.9 Biologické účinky žiarenia.....	26
1.10 Vplyv ožiarenia na bunky a biologické tkanivo.....	26
1.11 Zabezpečenie radiačnej ochrany.....	28
1.12 Limity ožiarenia pre rádiologických pracovníkov.....	29
1.13 Lekárske ožiarenie.....	29
1.14 Body Mass Index.....	30
1.14.1 Číselné hodnoty BMI.....	31
1.15 Perkutanná transluminálna angioplastika panvových tepien.....	32
1.16 Drenáž žlčových ciest.....	32
1.17 Angiografický prístroj Axiom Artis dTA.....	33
2 Hypotéza a metodika výskumu.....	35
2.1 Hypotéza.....	35
2.2 Popis metodiky.....	36
2.2.1 Súbor pacientov po PTA.....	39
2.2.2 Súbor pacientov po DŽC.....	42
3 Výsledky.....	45
3.1 Výsledky 1 súboru pacientov.....	45
3.2 Výsledky 2 súboru pacientov.....	47

4 Diskusia.....	50
Záver.....	54
Zoznam informačných zdrojov.....	55
Príloha.....	56

Zoznam použitých skratiek

ICRU – International Commision on Radiation Units and Measurement –
Medzinárodná komisia pre radiačné jednotky a meranie

ICRP - Internationale Commission on Radiological Protection - Medzinárodnú
komisiu pre rádiologickú ochranu

IAEA – International Atomic Energy Agency - Medzinárodná agentúra pre
atómovú energiu

PTD – Perkutanná transhepatálna drenáž

PTA – Perkutanná transluminálna angioplastika

DAP – Dose Area Product

ARALA – As Low As Reasonably Achievable

SURO – Štátny ústav radiačnej ochrany

RO – Rádiodiagnostické oddelenie

Obr. – obrázok

Tab. – tabuľka

Al – hliník

Cu – meď

RTG – röntgen

IZ – ionizujúce žiarenie

SUJB – Státní ústav pro jadernu bezpečnost

BMI – body mass index

DŽC – drenáž žlčových ciest

Úvod

Uplynulo už viac ako 100 rokov od objavenia X lúčov fyzikom W. C. Röntgenom a od ich používania v lekárstve. Poznatky o ich škodlivých účinkoch viedli k postupnému zavádzaniu pravidiel radiačnej ochrany.

V bakalárskej práci sme sa pokúsili objektívne verifikovať vzťah medzi konštitúciou nemocného a medzi dopadovou dávkou lekára vykonávajúceho intervenčný výkon, ktorý je najviac ožiarenou osobou na katetrizačnom sále.

Po oslovení odbornej verejnosť zaoberajúcou sa radiačnou ochranou, či sa už touto problematikou niekto v minulosti zaoberal, sme zistili, že doposiaľ nemajú pramene o tom, že by už tato problematika bola riešená a k tejto hypotéze sa stavali trochu skepticky.

Bakalárska práca sa zaoberá hypotézou do akej miery závisí vzťah radiačnej ochrany personálu v závislosti na konštitúcii pacienta.

V teoretickej časti práce rozoberáme všeobecné poznatky o radiačnej ochrane na pracoviskách s ionizačným žiarením, základné princípy radiačnej ochrany, vývoj a dnešné legislatívne ustanovenia.

V praktickej časti práce sme chceli potvrdiť hypotézu. Z dát získaných na Rádiodiagnostickom oddelení Fakultnej nemocnici Plzeň Bory sme zostavili databázu cca 100 pacientov s rôznym BMI. K analytickému spracovaniu sme zvolili 2 súbory pacientov. V prvom súbore sú pacienti, ktorí podstúpili PTA panvových tepien a v druhom súbore sú pacienti po drenáži žlčových ciest. Pomocou koleračného koeficientu sme zisťovali štatistickú závislosť medzi BMI pacienta a radiačnou záťažou personálu a medzi BMI a dopadovou dávkou pacienta. Výsledkom bola regresná krivka, ktorá túto štatistickú závislosť buď potvrdila alebo ju vyvrátila.

Z výsledkov sme posúdili nutnosť a možnosti zlepšenia radiačnej ochrany personálu pri intervenčných výkonoch u pacientov s vysokým BMI faktorom. V prípade potvrdenia hypotézy sme chceli, aby touto prácou bola upozornená široká odborná verejnosť.

1 Teoretická časť

1.1 Historické aspekty rozvoja radiačnej ochrany

Rozvoj radiačnej ochrany začal krátko po objavu X žiarenia (1 s. 175), ktoré 8. novembra v roku 1895 objavil nemecký fyzik Wilhelm Conrad Röntgen. Neskôr tieto lúče nazvali na jeho počesť röntgenové lúče. 3. marca 1896 francúzsky fyzik Antoine Henri Becquerel objavil pri výskume luminiscencie solí uránu prirodzenú rádioaktivitu (2). Ukázalo sa, že najmä Röntgenov objav ma obrovský význam pre ľudstvo, pretože ho úspešne možno aplikovať v medicíne pre terapeutické a diagnostické účely.

Po týchto prvých povzbudzujúcich správach sa však čoskoro začali objavovať aj menej optimistické oznámenia o ochoreniach, ktoré novo objavené lúče spôsobovali. Medzi prvými postihnutými boli predovšetkým experimentátori, ktorí nový objav propagovali a verejne demonštrovali vo väčšine prípadov sami na sebe. Ochorenia, ktoré vznikali následkom tejto činnosti boli zapríčinené predovšetkým nevedomosťou a nedostatočnými znalosťami o účinkoch žiarenia na biologický objekt.

Modernú spoločnosť si už nevieme predstaviť bez širokého využitia zdrojov ionizujúceho žiarenia. Ich použitie je rozmanité a môžeme ich nájsť v priemyselnej výrobe, v medicíne, v jadrovej energetike a iných oblastiach. Čoraz viac ľudí prichádza priamo alebo nepriamo do styku s ionizujúcim žiarením. Aby tento okruh ľudí a ich okolie neboli vystavené nebezpečenstvu a aby nedošlo k ohrozeniu ich zdravia vplyvom ionizujúceho žiarenia, je treba zabezpečiť ich ochranu pred týmto nebezpečenstvom. Je samozrejmé, že pracovníci, ktorí z profesionálnych dôvodov prichádzajú do styku s ionizujúcim žiarením, musia mať dostatočné vedomosti o vlastnostiach tohto žiarenia, o jeho interakcii s hmotným prostredím, o jeho účinkoch na biologické objekty, o spôsoboch merania jeho množstva a metódach ochrany pred ním.

1.2 Vývoj noriem radiačnej ochrany

Jednou zo základných pravidiel pri radiačnej ochrane je limitovanie ožiarenia. Pre limitovanie sa používajú ročné limitné hodnoty efektívnej dávky. Historicky sa tento pojem vyvíjal ako „najvyššia prípustná dávka“ ktorá predstavuje takú dávku, ktorá v svetle súčasných vedomostí nemá nebezpečný vplyv na ľudský organizmus.

V roku 1977 ICRP vydala odporúčenie č. 26, ktoré zásadne ovplyvnili radiačnú ochranu. Zavedené pravidlá sa považujú za moderný prístup k radiačnej ochrane. K systému limitovania dávok bola pripojená požiadavka optimalizácie a odvoditeľnosti v radiačnej ochrane (3).

V roku 1990 bola vydaná publikácia ICRP 60 (4), ktorými sa zmenili prístupy k radiačnej ochrane a sprísnilo limity a prístupy k hodnoteniu ožiarenia. Zavádza sa nové chápanie zdravotného poškodenia ako miery radiačného poškodenia zahrnujúcu rakovinu vedúcu k úmrtiu (fatálna rakovina), dedičné poškodenia, ale aj rakovinu nevedúcu k úmrtiu (nefatálna rakovina). Pri uplatňovaní princípov radiačnej ochrany sa zásadný doraz kladie na optimalizáciu radiačnej ochrany a v tomto zmysle sa potláča úloha limitovania dávok. Ak zdôvodnenie činnosti a optimalizácia ochrany boli a sú uskutočňované efektívne, len vo výnimočných prípadoch by malo dôjsť k aplikácii limitov individuálnych dávok. Odporúčenie ICRP 60 tvorí základ mnohých medzinárodných a národných noriem a predpisov radiačnej ochrany.

Posledné z hlavných odporúčaní ICRP vyšlo v roku 2007 a sú všeobecne známe ako publikácia ICRP 103 (5). Upresňuje hodnoty radiačných a tkanivových váhových faktorov na určovanie ekvivalentnej a efektívnej dávky. Zachováva hlavné princípy radiačnej ochrany – odvoditeľnosť, optimalizácia a limitovanie ožiarenia. Na zabezpečenie princípu limitovania pre všetky relevantné zdroje ožiarenia, sa zavádzajú medzné dávky a referenčné úrovne pre plánované a havarijné situácie. Limity ožiarenia zostávajú nezmenené.

1.3 Legislatíva v ČR

- a. ZÁKON č. 18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů (6).
- b. Vyhláška č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, v znení č. 499/2005 Sb.
Upravuje podrobnosti k spôsobu a rozsahu zaistenia radiačnej ochrany pri práci na pracoviskách, kde sa vykonávajú radiačné činnosti, vrátane podrobností pre vymedzovanie, označovanie a oznamovanie alebo schvaľovanie sledovaných alebo kontrolovaných pasiem na týchto pracoviskách (7).
- c. Vyhláška č. 146/1997 Sb., v znení vyhlášky č. 315/2002 Sb. stanovujúci činnosti zvlášť dôležité z hľadiska radiačnej ochrany, požiadavky na kvalifikáciu a odbornú prípravu, spôsob overovania zvláštnej odbornej spôsobilosti a udeľovanie oprávnení vybraným pracovníkom a spôsob povedenia schvaľovanej dokumentácie pre povolenie k príprave vybraných pracovníkov (8).

1.4 Smernice EU

- a. Smernica Rady 96/29/Euratom z 13. Mája 1996, ktorou sa stanoví základné bezpečnostné štandardy na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľstva pred rizikami vyplývajúcimi z ionizujúceho žiarenia (9 s. 194).
- b. Smernica Rady 97/43/Euratom z 30. júna 1997, lekárske ožiarenie (10 s. 194).

1.5 Filtrácia RTG žiarenia

Spektrum žiarenia má relatívne pomalý nábeh intenzity v tvrdej časti spektra a ešte pomalší v časti mäkkej. Hlavne mäkká časť žiarenia je pre zobrazenie nepotrebná a dokonca nežiaduca, pretože znižuje kontrast obrazu a navyše zaťažuje pacienta, obsluhu prístroja, či obecné jeho okolie.

Práve preto má každý RTG prístroj zabudovaný základný, primárny filter. Najčastejšie je tvorený hliníkom o hrúbke vrstvy rádovo v jednotkách milimetrov. Okrem tohto základného filtru sa používajú filtre doplnkové, či sekundárne. Tieto filtre môžu byť v závislosti na aplikácii žiarenia z rôznych kovových materiálov (meď, rodium, molybdén...).

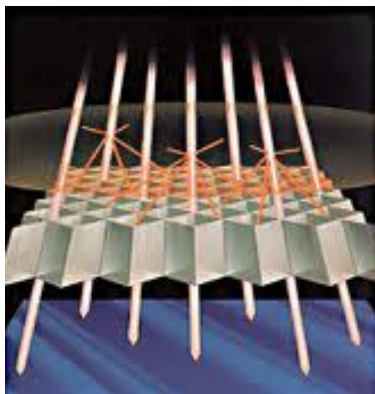
Vďaka takýmto filtrom môžeme obmedziť energiu na takmer monochromatické charakteristické žiarenie. Celý proces filtrácie však nie je jednoduchý a spektrum žiarenia dosahujeme úpravami materiálu katódy a náročným sofistikovaným procesom filtrácie.

Okrem klasických filtrov ovplyvňujú spektrum žiarenia aj iné prvky, ktoré sú súčasťou celej použitej aparatúry. Je to z toho dôvodu, že prechodom akoukoľvek látkou stráca časť svojej spektrálnej šírky a najviac sa to prejaví v „orezaní“ nízkoenergetického žiarenia. Takto ovplyvňujú žiarenie a spôsobujú, že na detektor sa dostane žiarenie s výrazne inou energiou ako vyšlo zo žiariča, napríklad:

- Primárna clona
- Sekundárna clona (Bucky mriežka)
- Röntgenovaný objekt

Primárna clona – býva montovaná priamo na zdroj žiarenia. Jedná sa najčastejšie o olovené lamely, či dosky umiestnené kolmo na smer žiarenia a voľne sa pohybujúce, tak aby mohli vytvárať rôzne šírky zväzku podľa potrieb aplikácie daného prístroja. Pole radiácie vtedy obmedzujú v tvare obdĺžnika, či štvorca a to od úplného zavretia

a neprepúšťania žiarenia, až po maximálne otvorenie. Súčasťou clony býva tiež zameriavací kríž, ktorý vďaka ožarovaciemu zrkadlu a žiarovke v správne geometrickej konfigurácii ukazuje miesto kam žiarenie dopadá. Vo väčšine prípadov je súčasťou primárnej clony aj základná filtrácia (Al) a ponúka možnosť zasunutia či pripojenia filtrácie doplnkovej (napr. Cu) (11).



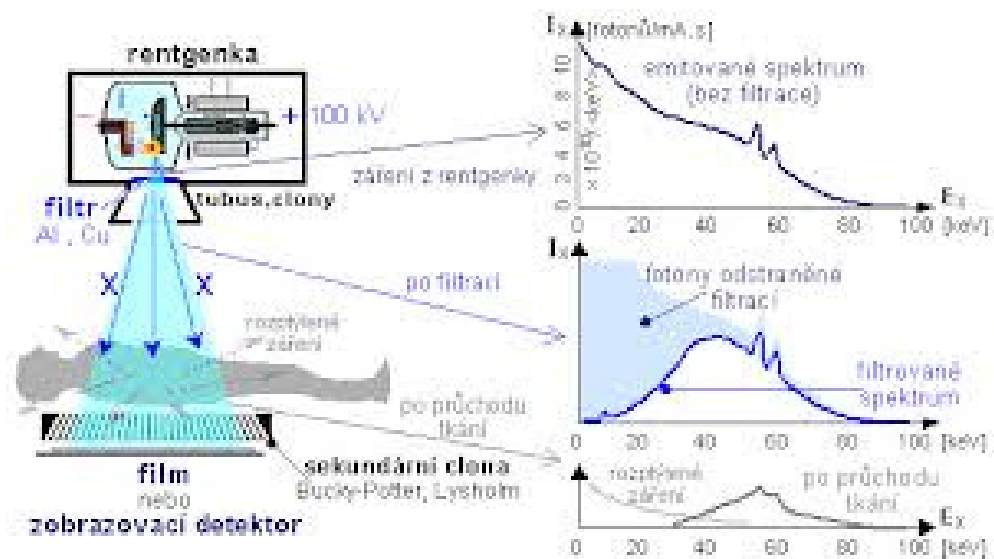
Obr. 1.5.1. Celulárna Bucky mriežka (12)

Sekundárna clona – počas prechodu žiarenia prostredím a skúmaným objektom, dochádza k vychýľovaniu lúčov z ich dráhy, ich lámaniu odrazom a iným nežiaducim javom, ktoré vytvárajú na snímkach rôzne artefakty a šum. Tento šum sa dá zmierniť a v ideálnom prípade odstrániť sekundárnou clonou, ktorú umiestnime medzi skúmaný objekt a detektor, či fotografickú dosku. Takouto clonou je Buckyho mriežka. Príkladom konštrukcie môže byť napríklad celulárna Buckyho mriežka obr. 1.5.1 (12). Aj keď mriežka nesie názov Gustáva Buckyho, prvý kto prišiel s nápadom mriežky, ako sekundárnej clony bol švédsky fyzik Lysholm. Bucky však prišiel na spôsob, ako odstrániť čiary na obraze a to pohybom mriežky. Preto majú súčasné RTG prístroje Buckeho mriežku pohyblivú a motorizovanú.

Geometria mriežky závisí na ohniskovej vzdialenosti prístroja. Konštrukcia musí byť navrhnutá tak, aby nedochádzalo k treniu primárneho zväzku a čo najmenšiemu

znižovaniu intenzity prechádzajúceho žiarenia. To nie je problém dosiahnuť pri kolmej projekcii, no pri šikmej projekcii je to náročnejšie.

Použitím filtrácie a clon by mohol prechod žiarenia od zdroja až po detektor vyzeráť približne ako na obrázku 1.5.2. (13) tento obrázok nám môže rovnako i načrtnúť všeobecnú predstavu ako sa mení spektrum a intenzita žiarenia (14).



Obr. 1.5.2.: Základná schéma prechodu žiarenia (13)

1.6 Materiály používané v radiačnej ochrane

V rámci radiačnej ochrany sa používajú rôzne materiály na účely odtienenia žiarenia a ochranu personálu či pacienta. Tieto materiály by sa dali rozdeliť do dvoch veľkých skupín-

- Materiály na báze olova
- Bezolovnaté materiály

Materiály s obsahom olova sú historicky staršie a v praxi dlhodobo využívané. Avšak ich životnosť a hmotnosť nie je v mnohých prípadoch ideálna. Ich životnosť môže v ideálnych podmienkach dosiahnuť až do 10 rokov, no používaním dochádza k ich opotrebeniu a často výraznému zníženiu životnosti daného materiálu. Najčastejšie to sú materiály ako prírodná guma, i iný polymérny materiál s prímiesami oloveného prášku. Takto štruktúrované ochranné pomôcky majú vysokú hmotnosť a tým sa s nimi ťažko narába. Práve z týchto dôvodov a tiež z dôvodu toxicity olova ako ťažkého kovu, sa začali hľadať nové materiály, ktoré by boli schopné dlhšej životnosti, nižšej hmotnosti, no hlavne rovnakej, alebo dokonca lepšej účinnosti ako materiály olovené. Z väčším rozmachom nových materiálov sa bude pravdepodobne zvyšovať tlak na zmenu zaužívanej jednotky zoslabenia. V súčasnosti ňou je ekvivalent olova (15).

1.7 Spôsohy ochrany pred IZ

V rámci zásad hygieny práce so zdrojmi žiarenia v rôznych odporúčaníach regulačných orgánov (ČR – SUJB) a v technických normách sú stanovené určité pravidlá ako znížiť radiačnú záťaž personálu s IZ na minimum.

V praxi je najbežnejšie používanie rôznych pomôcok na tuto ochranu a tienia žiarenia. Najčastejšie používané pomôcky sú – zástera, golier, okuliare a rukavice. Parametre týchto a aj ostatných ochranných pomôcok, hlavne odevov využívaných k radiačnej ochrane sú stanovené v českej verzii európskej normy v českej technickej normy ČSN EN 61331-3. Táto norma je tret'ou časťou normy: Ochranné prostriedky pred lekárskeým diagnostickým röntgenovým žiarením.

Okrem pomôcok SURO vydal: Desatoro radiačnej ochrany personálu pri skiaskopii
(16)

1. Používajte ochranné pomôcky - zástera, ochranné okuliare, golier.
2. Základný spôsob ochrany pred žiarením spočíva v ochrane časom, vzdialenosťou a tienením - minimalizujte skiaskopický čas, zväčšíte svoju vzdialenosť od RTG zväzku, jak je to len klinický možné, používajte všetky dostupné ochranné tieniace prostriedky.
3. Používajte stropné ochranné závesy, bočné tieniace a stolné závesy.
4. Pokiaľ to nie je na prasto nevyhnutelné, nekladajte ruky do primárneho RTG zväzku.
5. Prednostne stojte na strane receptoru obrazu, je tam menej rozptýleného žiarenia ako na strane rentgenky.
6. Používajte RTG žiarenie prednostne s rentgenkou pod stolom.
7. Používajte osobné dozimetry – povinnosťou je nosiť aspoň jeden dozimeter na zástere v referenčnej miestnosti.
8. Vzdelávajte sa v oblasti radiačnej ochrany.
9. Akékoľvek dotazy ohľadne radiačnej ochrany smerujte na osoby s priamou zodpovednosťou za radiačnú ochranu, dozorujúce osoby, rádiologické

fyziky na vašom pracovisku a osoby vykonávajúce inštalačnú skúšku a skúšky dlhodobej stability.

10. Skúšky prevádzkovej stálosti a dlhodobé stability zaisťuje bezpečný a dlhodobú prevádzku RTG zariadenia. Uistite sa, že dobre poznáte všetky možnosti vášho zariadenia, zoznámte sa s manuálom a pýtajte sa pri inštalácii a servisu. Používajte zariadenia a všetky jeho komponenty a programy optimálne, aby ste redukovali ožiarenia pacientov a personálu na nutné minimum.

1.8 Jednotky a veličiny v radiačnej ochrane

Dávka- popisuje odovzdávanie energie za určitý časový úsek. Pojem dávka používame v súvislosti s ľubovoľným druhom žiarenia a s ľubovoľným absorbátorom (ožarovaným objektom). Dávka závisí od ožarovaného materiálu, preto sa pre presnosť uvádza aj látka, ku ktorej sa vzťahuje, napr. D_{vzd} – vzduch, D_{tk} – tkanivo....

Keďže biologické účinky žiarenia v značnej miere závisia od energie absorbovanej ľudským organizmom, absorbovaná dávka je určitou mierou na posudzovanie stupňa radiačného poškodenia organizmu. Používanie tejto jednotky je vhodné, pretože množstvo absorbovanej energie je ľahko merateľné napr. kalorimetrickými metódami. Treba si však uvedomiť, že biologické účinky žiarenia sú rozličné pre rôzne druhy žiarenia napriek tomu, že organizmus absorboval to iste množstvo energie. Pri posudzovaní biologických účinkoch žiarenia je teda potrebné poznať nie len množstvo odovzdanej (absorbovanej) energie, ale aj spôsob jej odovzdávania a druh žiarenia, ktorým táto energia bola odovzdaná (17).

Dávka teda charakterizuje iba energetické účinky žiarenia.

Absorbovaná dávka - v danom bode pre každé IŽ je podiel strednej odovzdanej energie d látky v objemovom elemente dV a jeho hmotnosti dm .

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

Hlavnou jednotkou dávky je 1 joule na 1 kilogram = $1 J.kg^{-1}$. Jej názov je 1 gray Gy.

DAP – hodnota DAP informuje personál o veľkosti žiarenia produkovaného prístrojom počas rádiologického výkonu. DAP slúži na určenie dávky v akejkoľvek vzdialenosti v smere röntgenového žiarenia. Jej hodnota klesá so vzdialenosťou od prístroja a stúpa s rastúcou plochou žiarenia.

Kerma – K je podiel strednej hodnoty súčtu začiatočných kinetických energií dE_k všetkých nabitých častíc, uvoľnených nepriamo ionizujúcimi časticami v danom objeme príslušnej látky a hmotnosti dm látky obsiahnutej v tomto objeme (18).

$$K = \frac{dE_k}{dm}$$

Hlavnou jednotkou Kermy je 1 joule na 1 kilogram = $1 J.kg^{-1}$. Jej názov je 1 gray Gy.

Dávkový ekvivalent H - už sme spomenuli, že nestačí poznať dávku, aby bolo možné posúdiť závažnosť či pravdepodobnosť škodlivých účinkov na ľudský organizmus, ktoré môže vyvolať ožiarenia za neurčitých podmienok. Na vyjadrenie rozdielov biologickej účinnosti rozličných druhov ionizujúceho žiarenia alebo rozličných podmienok ožiarenia sa v ochrane pred žiarením používajú veličiny získané násobením absorbovanej dávky príslušnými modifikujúcimi faktormi (19).

$$H = D.Q.N$$

Kde D - absorbovaná dávka

Q - faktor kvality

N - súčin všetkých ďalších modifikujúcich faktorov

Odporúčenie ICRP č. 60/1990 miesto dávkového ekvivalentu navrhuje podobne definovanú veličinu: ekvivalentnú dávku (20).

Ekvivalentná dávka – akostný faktor bol nahradený radiačným váhovým faktorom w_R , pomocou ktorého môžeme určiť ekvivalentnú dávku v tkanive-

$$H_T = W_R * D_{TR}$$

D_{TR} – stredne absorbovaná dávka v biologickom tkanive T spôsobená žiarením typu R.

W_R – radiačný váhový faktor, vyjadruje rozdielny biologický účinok jednotlivých druhov ionizujúceho žiarenia.

Jednotka dávkového ekvivalentu a ekvivalentnej dávky je *sievert* (Sv) = $J.kg^{-1}$

Efektívna dávka – E je súčtom ekvivalentných dávok H_T vo všetkých orgánoch alebo v tkanivách vynásobených príslušným tkanivovým váhovým faktorom W_T tab. 1.8.1. (20).

$$E = \sum_T W_T * H_T$$

Jednotka je *sievert* (Sv) = $J.kg^{-1}$

Tab.1.8.1. Tkanivový váhový faktor W_T

Tkanivo, orgán	Tkanivový váhový faktor W_T (ICRP 103)
Gonády	0,08
Červená kostná dreň	0,12
Hrubé črevo	0,12
Pľúca	0,12
Žalúdok	0,12
Močový mechúr	0,04
Mliečna žľaza	0,12
Pečeň	0,04
Pažerák	0,04
Štítna žľaza	0,04
Koža	0,01
Povrchy kostí	0,01
Slinná žľaza	0,01
Mozog	0,01
Ostatné organy a tkanivá	0,12

1.9 Biologické účinky žiarenia

Poznatky o biologickom pôsobení žiarenia na tkanivá, orgány i celé telo majú pre ochranu pred ionizujúcim žiarením a pre zdravotnú starostlivosť o žiarením ohrozené osoby základný význam (21).

Preukázať vplyv nízkych dávok žiarenia na ľudský organizmus je zložité, preto boli v minulosti vyslovené rôzne teórie pre závislosť dávky a následkov. Presadila sa konzervatívna predstava o bezprahovej lineárnej závislosti, z ktorých vyplýva, že akákoľvek nízka dávka má nenulovú pravdepodobnosť škodlivých následkov. Z tejto teórie vychádza jeden zo základných princípov radiačnej ochrany: každý, kto vykonáva činnosť vedúcu k ožiareniu, je povinný zabezpečiť, aby počet ožiarených osôb, úroveň a pravdepodobnosť ich ožiarenia boli trvalo udržiavané tak nízko, ako je možné racionálne dosiahnuť pri zvážení ekonomických a spoločenských hľadísk (ALARA).

1.10 Vplyv ožiarenia na bunky a biologické tkanivo

Biologické účinky ionizujúceho žiarenia sa prejavujú –

1. V prvotných fyzikálnochemických procesoch vznikajúcich v molekulách buniek a v ich okolitom prostredí,
2. Sekundárnymi poruchami činnosti celého organizmu ako následok prvotných procesov.

Celkové biologické reakcie po ožiarení sú súhrnom fyzikálnych, chemických a biologických procesov ako aj procesov zotavovacích (reparačných, nápravných), ktoré smerujú k úprave vzniknutých poškodení do pôvodného stavu.

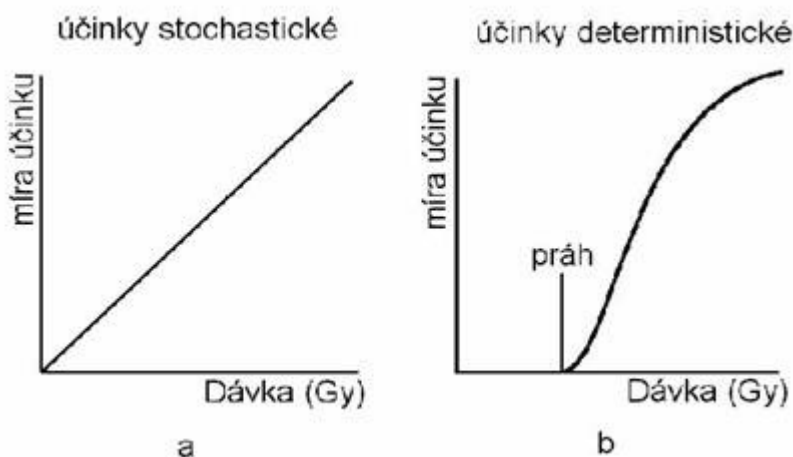
Účinky žiarenia na človeka delíme na:

- a. Somatické (prejavujú sa u ožiareného jedinca) – napr. zhubné nádory
- b. Genetické (prejavujú sa u ďalších generácií) – napr. vrodené defekty

Oba tieto efekty vznikajú ako následok mutácií a iných poškodení bunčných štruktúr, či už v nepohlavných somatických bunkách, alebo v pohlavných bunkách vaječníkov a semenníkov.

Deterministické prejavy ožiarenia – sú také, keď pri dosiahnutí určitej dávky efekt zákonite nastane. Účinky sú prejavom bunkových strát v dôležitých bunkových populáciách a tykajú sa poškodenia veľkého počtu buniek (polycystický účinok). Prejavujú sa teda na úrovni tkanív a sú dôsledkom ožiarenia tkaniva vysokou dávkou obr. 1.10.1 (22).

Stochastické prejavy ožiarenia – sú štatisticky preukázateľné zvýšenia počtu ochorení na rakovinu alebo dedičných porúch v dôsledku ožiarenia. Jedná sa o oneskorené efekty, ktoré vyplývajú aj z nízkej úrovne ožiarenia, pričom so stúpajúcou dávkou stúpa aj pravdepodobnosť výskytu chorôb. Patogenetickým impulzom stochastického prejavu môže byť mutácia jednej bunky (monocystický účinok) obr. 1.10.1 (22).



Obr. 1.10.1. Grafické vyjadrenie stochastických (a) a deterministických účinkov (b). (22)

1.11 Zabezpečenie radiačnej ochrany

Požiadavky na zabezpečenie radiačnej ochrany vychádzajú z troch základných princípov, definovaných medzinárodnými inštitúciami a ustanovených v právnom systéme všetkých vyspelých krajín :

a. Odôvodnenosť ožiarenia – každé používanie zdrojov ionizujúceho žiarenia musí byť vopred odôvodnené, pričom riziko z ožiarenia musí byť vyvážené predpokladaným prínosom pre jednotlivca alebo pre spoločnosť.

b. Optimalizácia ochrany – z hľadiska možnej expozície osôb pri činnostiach so zdrojmi ionizujúceho žiarenia musí byť radiačná ochrana optimalizovaná tak, aby veľkosť individuálnych dávok, počet ožiarených osôb a pravdepodobnosť ich ožiarenia boli udržiavané na tak nízkej úrovni ako je možné rozumne dosiahnuť, pričom sa berú do úvahy technické a ekonomické možnosti a sociálne podmienky, princíp ALARA.

c. Stanovenie limitov ožiarenia – ožiarenie pracovníkov a obyvateľov pri používaní zdrojov ionizujúceho žiarenia nesmie prekročiť limity ožiarenia ustanovené v legislatívnych predpisoch o požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany (23).

1.12 Limity ožiarenia pre rádiologických pracovníkov

- a. Pre súčet efektívnych dávok z vonkajšieho ožiarenia a úväzkov efektívnych dávok z vnútorného ožiarenia hodnota 100 mSv za 5 za sebou nasledujúcich kalendárnych rokov.
- b. Pre súčet efektívnych dávok z vonkajšieho ožiarenia a úväzkov efektívnych dávok z vnútorného ožiarenia hodnota 50 mSv za kalendárny rok.
- c. Pre ekvivalentnú dávku v očnej šošovke hodnota 150 mSv za kalendárny rok.
- d. Pre priemernú ekvivalentnú dávku v 1 cm² kože hodnota 500 mSv za kalendárny rok.
- e. Pre ekvivalentnú dávku na ruke od prstov až po predlaktie a na nohy od chodidiel až po členky hodnota 500mSv za kalendárny rok.

1.13 Lekárske ožiarenie

je definované ako vystavenie pacientov ionizujúcemu žiareniu v rámci ich lekárskeho vyšetrenia alebo liečby.

Táto definícia prijatá zákonom č.18/1997 Sb. (Tzv. atómový zákon) bola, v súlade s požiadavkami Smernice rady EÚ 97/43 Euratom o ochrane zdravia osôb v súvislosti s lekárskeým ožiarením, rozšírená v novele atómového zákona (zákon č.13 / 2002 Zb.) aj na prípad ožiarenia fyzických osôb v rámci ich liečebno-preventívnej starostlivosti, ďalej na prípad ožiarenia fyzických osôb dobrovoľne sa zúčastňujú ožarovania v rámci overovania nových poznatkov alebo metód, ktoré doteraz neboli v praxi zavedené a na

prípady ožiarenia fyzických osôb pre právne účely, ktoré sú stanovené osobitným predpisom (trestný poriadok) alebo pre poisťovacie účely (24).

1.14 Body Mass Index

Index telesnej hmotnosti – často označovaný skratkou BMI (z anglického Body Mass Index) je číslo používané ako stupnica obezity, umožňujúca štatistické porovnávanie ľudí s rôznou výškou. Index sa spočíta vydelením hmotnosti daného človeka druhou mocninou jeho výšky -

$$BMI = \text{hmotnosť} / \text{výška}^2$$

Hmotnosť – kg

Výška- m²

Index telesnej hmotnosti vytvoril v rokoch 1830 - 1850 belgický vzdelanec Adolphe Quetelet pri práci na svojom systéme "sociálnej fyziky", preto sa BMI niekedy označuje aj ako Queteletův index (25).

BMI je najužitočnejší pre štatistické prieskumy medzi rozsiahlejšími vzorkami populácie, najčastejšie pre skúmanie korelácie medzi obezitou a inými faktormi. Dôvodom pre použitie BMI je, že pre jeho použitie stačí v dátach uvádzať výšku a hmotnosť. Ak by v dátach boli dostupné napríklad výsledky meraní bioimpedancie, bol by BMI zbytočný, to však pre bežné prieskumy zvyčajne neplatí. Výpočet BMI pre konkrétneho jednotlivca nemožno preto brať ako absolútny ukazovateľ, skôr len ako približné vodítko, ktoré by malo byť použité len ako jeden z viacerých prostriedkov.

1.14.1 Číselné hodnoty BMI

V populácii sa objavujú hodnoty indexu v rozmedzí približne od 15 (závažná podvýživa) až cez 40 (morbídna obezita). Presné hranice medzi jednotlivými kategóriami (závažná podvýživa, podvýživa, optimálna váha atď.) sa medzi rôznymi odborníkmi líšia, ale všeobecne je BMI pod 18,5 považované za podváhu, ktorá môže byť príznakom nejakej poruchy stravovania či iného zdravotného problému, zatiaľ čo BMI nad 25 sa považuje za nadváhu a nad 30 za príznak obezity. Tieto hranice platia pre dospelých starších 20 rokov (26).

Bežne sa používajú nasledujúce hranice:

podváha: $BMI \leq 18,5$

ideálna váha: 18,5-25

nadváha: 25-30

mierna obezita: 30-35

stredná obezita: 35-40

morbídna obezita: $BMI > 40$

Ako už však bolo uvedené, BMI je iba štatistickým nástrojom, u konkrétnych osôb sa môže klinický stav líšiť od významu nameranej hodnoty BMI. Napr. kulturista môže mať hodnotu BMI nad 30 a napriek tomu nebyť obézny, pretože vysoká hodnota indexu je u neho daná veľkým množstvom svalovej hmoty. Naopak starší ľudia s malým množstvom svalstva môžu byť zo zdravotného hľadiska obézni, hoci ich BMI sa radí do kategórie ideálnej váhy.

Hranice hodnôt BMI sa tiež líšia pre rôzne rasy. Napr. Aziati používajú o niečo nižšiu hranicu, za obéznych sa tam považujú už ľudia s BMI nad 27,5, ako ideálne sa stanovuje BMI v rozmedzí 18,5-23.

1.15 Perkutanná transluminálna angioplastika panvových tepien

Zúženie či uzáver panvových tepien sa prejavuje lýtkovými, stehennými alebo gluteálnymi klaudikáciami na strane postihnutia.

Vlastné PTA sa dá urobiť buď z ipsilaterálneho alebo kontralaterálneho triesla. Po prienikom stenozou či uzáverom zavádzame obvykle ľahko balonkový katéter alebo stent. Dá sa povedať, že implantácia stentu obecné zlepšuje dlhodobú prechodnosť panvových tepien, i keď implantácia stentu je u každého pacienta považovaná za neekonomickú a je odporúčovaná selektívna implantácia stentu po PTA. Za indikáciu k implantácii stentu je akceptovaná reziduálna stenoza po PTA nad 30%.

Komplikácie výkonu sú obvykle akútne trombozyexcersívne disekcie vyžadujúce chirurgický zákrok alebo akútna implantácia stentu. Najčastejšie komplikácie sú - krvácanie, hematóm a nepravá vyduť v mieste vpichu (27).

1.16 Drenáž žlčových ciest

Perkutannú transhepatálnu drenáž je liečba, ktorú vykonávame u chorých s obštrukciou žlčových ciest s malígnym nádorom. Základnou indikáciou akútneho výkonu je extrahepatálna obštrukcia žlčových ciest sprevádzaná sepsou, pečňovou dekompenzáciou. Medzi neakútne indikácie sa uvádza predoperačná dekompresia žlčových ciest, liečba inak neriešiteľnej obštrukcie žlčových ciest a paliatívna liečba.

Pred vlastnou neakútnou perkutannou drenážou žlčových ciest vykonávame vždy ultrazvukové vyšetrenie pečene, žlčových ciest a podpečenovej krajiny či ešte lepšie CT vyšetrenie tejto oblasti s podaním bolu kontrastnej látky.

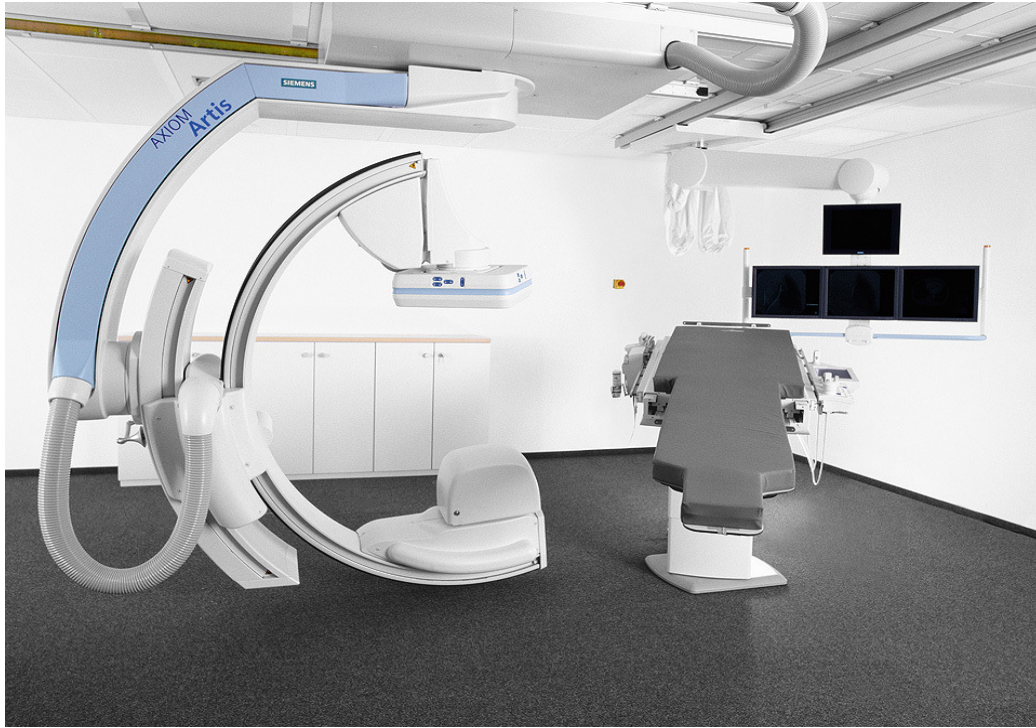
U chorých sa zavádza vonkajšie – vnútorný drén, plastová protéza alebo kovový stent (28).

1.17 Angiografický prístroj Axiom Artis dTA

Tento prístroj od firmy Siemens sa používa na špecializovaných röntgenových pracoviskách – angiografických sálach. Je vybavený s motoricky otočným stropným statívom na C- ramene, jeho uchytenie je vyriešene unikátnym spôsobom pomocou dvoch nezávisle pohyblivých segmentov. V zajmú kvalitnejšieho vyšetrenia končatín sa motorom poháňané rameno môže posunúť pozdĺž vyšetrovacieho stolu o 280 cm a v kombinácii s motoricky otočným statívom umožňuje vyšetovanie pacientov z oboch strán obr. 1.17.1 (29).

RTG generátor – prístroj sa skladá z invertorového vysokofrekvenčného generátoru typu POLYDOROS, RTG žiariča typu MEGALIX CAT a plochého digitálneho detektoru. Použitý vysokofrekvenčný generátor o výkone 100 kW umocňuje perfektnú kvalitu získaného obrazu nie len veľmi krátkymi osvitovými časmi (od 0,5 ms), ale i kombináciou so žiaričom MEGALIX CAT s „tekutými“ ložiskami (tj. bez klasických ložisiek druhej generácie s olejovým a vodným chladením) a vysokou tepelnou kapacitou. Pomocou nej môžeme pacientov vyšetovať bez prestávok medzi jednotlivými výkonmi.

Prístroj ponúka radu aplikácií zvyšujúcich bezpečnosť pacientov i zdravotníckeho personálu. Môžeme spomenúť balíček CARE, ktorý obsahuje aplikácie pre zníženie dávkového príkonu na pacienta a obsluhu prístroja pri dlhotrvajúcich angiografických vyšetreniach a tým minimalizuje celkovú radiačnú záťaž. So systémom CARE v spojení so štandardne ponúkaných mechanických ochranných prostriedkov proti žiareniu je možné dosiahnuť až 99% zníženie pôvodného dávkového príkonu na vyšetrujúci personál oproti predošlým systémom (30).



Obr. 1.17.1. (29)

2 Hypotézy a metodika výskumu

Cieľom bakalárskej práce je zistiť, aký vplyv má BMI pacienta na radiačnú záťaž personálu pri vaskulárnych a nevasculárnych intervenčných výkonov.

Z dát získaných na Rádiodiagnostickom oddelení vo Fakultnej nemocnici Plzeň-Bory sme zostavili vlastnú databázu pacientov s potrebnými údajmi a urobili analýzu a štatistické spracovanie.

Z výsledkov sme vyhodnotili nutnosť a možnosti zlepšenia radiačnej ochrany personálu u pacientov s výrazne odchylným BMI oproti priemeru v populácii.

2.1 Hypotéza

Hypotéza spočíva v tom, že BMI pacienta výrazne ovplyvňuje radiačnú záťaž personálu v rámci jednotlivých intervenčných výkonov a tento vzťah chceme dokázať štatistickou závislosťou.

Spracovali sme dva súbory pacientov a poukazujeme na zvýšenú radiačnú záťaž personálu u pacientov s vysokým BMI.

Veríme, že vzťah medzi radiačnou záťažou personálu a BMI pacienta je proporcionálny a chceme upozorniť personál, aby prispôbili svoju radiačnú ochranu podľa konštitučného typu pacienta.

2.2 Popis metodiky

Štatistické spracovanie v bakalárskej práci sa skladá z dvoch častí.

1. V prvej časti je súbor pacientov po PTA panvových tepien.
2. V druhej časti je súbor pacientov po drenáži žlčových ciest.

Na výpočet štatistickej závislosti sme zvolili jednoduchú lineárnu koreláciu (Pearsonovo r) a výsledkom bude regresná priamka.

Korelačný koeficient - je miera závislosti medzi dvoma alebo viacerými premennými. Korelačný koeficient môže dosahovať hodnoty od -1 do +1. Hodnota -1 reprezentuje najvyššiu negatívnu a +1 najvyššiu pozitívnu koreláciu. Hodnota 0 vypovedá o žiadnej korelácii. Korelácia je vysoká, ak sa dá meranými bodmi v rovine metódou najmenších štvorcov "dobro preložiť" priamka. Metóda najmenších štvorcov znamená, že súčet umocnených vzdialeností meraných bodov od regresnej priamky je najmenší možný. Tieto vzdialenosti sa nazývajú rezíduá. Pearsonov korelačný koeficient je silne ovplyvniteľný extrémnymi hodnotami a to v oboch smeroch. Jediný extrém vo veľkom súbore môže významne znížiť silnú závislosť, ale aj vyrobiť silnú závislosť tam, kde žiadna nie je (31).

Na výpočet korelačného koeficientu a potvrdenie hypotézy sme potrebovali získať nasledujúce údaje:

BMI – hodnoty pre výpočet BMI (hmotnosť pacienta [kg], výška pacienta [cm]) boli získané z nemocničného klinického informačného systému. Výpočet bol vykonaný podľa vzťahu $BMI = (hmotnosť / výška^2) \times 10000$

Dĺžka_skia [min] – celková dĺžka skiaskopie v priebehu výkonu zmeraná prístrojom. S určitými výhradami je mierou obťažnosti výkonu. Hodnoty sme získali z radiačného protokolu (Exam protokol), ktorý je v Prílohe č. 1.

Dávka_pacienta [$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$] – násobok dávky a plochy zmeraný prístrojom v priebehu celého výkonu daného pacienta. Hodnoty sme získali z radiačného protokolu (Exam protokol), ktorý je v Prílohe č. 1.

Graf [$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$] – hodnoty sme získali z radiačného protokolu (Exam protokol), ktorý je v Prílohe č. 1. ako súčet jednotlivých hodnôt násobku dávky a plochy nameraných prístrojom v priebehu grafických záznamov urobených pri výkone u daného pacienta.

DAP_skia [$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$] – násobok dávky a plochy v priebehu skiaskopie uskutočnené v priebehu výkonu u daného pacienta. Bol vypočítaný ako rozdiel veličiny „Dávka_pacienta“ a „Graf“

Dávka_lekára [μSv] – dávka nameraná operatívnym dozimetrom umiestneným na zástere lekára v oblasti stanovenej vyhláškou 307/2002 Sb.

DAP_single [$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$] – násobok dávky a plochy z jedného skiagrafického snímku (SINGLE) nadobudnutého s automatikou expozície. Hodnoty sme získali z radiačného protokolu (Exam protokol), ktorý je v Prílohe č. 1.

Dose_single [μGy] – veličina bola vypočítaná ako podiel veličiny DAP single a plochy vypočítanej ako druhá mocnina veličiny Pole.

Pole [cm] – strana ožiarenej plochy detektoru behom jedného skiagrafického snímku (SINGLE) nadobudnutého s automatikou expozície.

Hodnota [R] – Korelačný koeficient meria silu štatistickej závislosti medzi dvoma číselnými premennými. Hodnoty všetkých korelačných koeficientov sa nachádzajú v intervale od -1 do 1 . Hodnoty blízko 0 znamenajú žiadny vzťah a absolútne hodnoty blízko 1 silný vzťah. Kladné hodnoty znamenajú, že premenné majú tendenciu meniť sa rovnakým smerom, záporné hodnoty rôznym smerom.

Hodnota [p] - je najnižšia hodnota hladiny významnosti, ktorá vedie k zamietnutiu nulovej hypotézy.

Pre potvrdenie hypotézy sme pomocou korelačného koeficientu spočítali nasledujúce závislosti:

- BMI vo vzťahu k Dose_single – len u DŽC
- BMI vo vzťahu k DAP_skia lomenej Dĺžkou_skia
- BMI vo vzťahu k Dávke_lekára zo skiaskopie lomenej Dĺžkou_skia

Jednotlivé štatistické závislosti sme zapísali do grafov, ktoré sú uvedené v samostatnej kapitole (pozri kapitolu 3).

2.2.1 Súbor pacientov, u ktorých bola urobená PTA

- počet pacientov – 55
- muži – 43
- ženy – 12
- priemerný vek – 68,4 rokov
- pacienti sú vybraní z databáze v rokoch – 2008 až 2010
- priemerný BMI – 30

Pohlavie	Váha pacienta [kg]	Výška pacienta [cm]	BMI	Dĺžka skia [min]	Dávka pacienta [$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$]	Dávka lekára [μSv]	Graf [$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$]
M	60	167	21,5	5	9062	1	8971,1
M	110	191	30,2	6	16059,8	2	15582,2
M	78	172	26,4	4	21988,1	2	21548,1
F	80	165	29,4	3	27141,7	2	26779,3
F	82	163	30,9	3	18675,4	2	18342,1
M	89	174	29,4	5	20597,3	5	18942,2
M	90	183	26,9	3	17814	2	17048,9
M	94	178	29,7	7	9597,7	1	9011,2
M	85	169	29,8	5	11286,6	7	10489,3
M	65	172	22,0	11	4999,6	2	4892,3

F	72	155	30,0	12	5031,7	4	4880
M	93	182	28,1	13	13849,8	1	10311
M	78	160	30,5	1	10248,2	1	10223,1
M	81	182	24,5	3	5710,8	1	5596,6
M	83	170	28,7	6	15010,3	1	14470,6
M	80	170	27,7	4	15550,5	0	15064,2
M	89	174	29,4	4	14788,4	1	14586,1
M	85	173	28,4	3	5147,1	2	4952,1
M	84	173	28,1	3	5889,8	1	5665,4
M	110	173	36,8	5	28990,1	1	28172,8
M	115	183	34,3	9	24112,3	30	19101,3
M	103	182	31,1	17	33347,4	5	30839
M	96	177	30,6	4	7276,7	0	7192,2
M	100	176	32,3	44	19374,3	16	18925,3
M	62	167	22,2	9	1884,6	1	1596,5
M	80	170	27,7	4	2792,6	1	2655,3
F	70	160	27,3	4	25590,3	1	25144,4
M	70	173	23,4	10	10314,3	7	9206,3
F	105	170	36,3	12	24579,4	0	23157,3
M	74	170	25,6	11	6149,2	0	5820,7
M	91	172	30,8	4	14136,4	1	10478
M	70	165	25,7	9	8745,3	2	8453,7
M	70	169	24,5	9	2476	5	2178,2
M	120	182	36,2	23	3778,7	1	3407
M	86	178	27,1	7	10809	1	10075,1
M	128	186	37,0	6	38628,6	4	37192,6
F	80	170	27,7	3	26556	4	23775,6
M	85	168	30,1	17	16334,2	4	13272,3
M	80	170	27,7	5	11599,6	2	11041,1
M	84	179	26,2	5	8574,6	0	8453,9
M	70	160	27,3	15	8873,4	1	8022,2
F	85	172	28,7	4	9329,4	0	7912
F	95	168	33,7	6	20817,4	4	19115,7
M	110	178	34,7	3	25888,7	0	25579,8
F	106	170	36,7	6	19483,1	1	18739,5
M	84	172	28,4	67	21841,5	30	14382,5
M	90	186	26,0	2	13924,3	0	13778,4
F	72	160	28,1	9	9130	18	8996,2
M	114	182	34,4	16	17535,3	5	12174,5

M	98	180	30,2	10	14917,9	1	13836,2
M	115	178	36,3	10	25125,7	2	23803,2
F	81	165	29,8	22	18272,2	0	16727
M	92	174	30,4	4	13926,8	1	13608,1
F	105	160	41,0	1	16655,4	0	16538,3
M	92	173	30,7	4	14258,7	1	13771

Tab. 2.2.1.1 Súbor pacientov, u ktorých bola urobená PTA

S celkového súboru sme museli 26 pacientov vyradiť z nasledujúcich dôvodov:

1. pri PTA panvových tepien podstúpili aj iný typ intervenčného výkonu, napr. diagnostika oblúku aorty a krčných tepien atď. z tohto dôvodu boli vzorky nereprezentatívne.
2. nemohli sme jednoznačne verifikovať hodnoty pre výpočet BMI.

Tuto striktnú selekciu sme taktiež zvolili, aby sme čo najpresnejšie mohli vyjadriť závislosť pomocou korelačného koeficientu. Ako sme už uviedli korelačný koeficient je silne ovplyviteľný extrémnymi hodnotami.

Po vyradení nám zostalo 29 pacientov, u ktorých sme zistili všetky údaje potrebné k dokazovaniu hypotézy.

2.2.2 Súbor pacientov, u ktorých bola urobená DŽC

- počet pacientov – 57
- muži – 30
- ženy – 27
- priemerný vek – 73,2
- pacienti sú vybraní z databáze v rokoch – 2006 až 2010
- priemerný BMI - 24

Pohlavie	Váha pacienta [kg]	Výška pacienta [cm]	BMI	Dĺžka skia [min]	Dávka lekára [μSv]	Dávka pacienta [μGy.m ²]	Graf [μGy.m ²]	Pole [cm]	DAP single [μGy.m ²]	Dose single [μGy]
M	82	178	25,9	8	11	888	232	48	129	560
M	90	176	29,1	14	14	987	386	48	189	820
F	68	160	26,6	12	1	295	78	42	78	442
M	59	182	17,8	11	8	484	174	48	127	551
F	70	170	24,2	26	123	3722	2016	42	154	873
M	93	176	30	8	23	1932	1068	48	198	859
M	80	178	25,2	17	19	669	133	42	133	754
M	70	169	24,5	27	27	935	150	48	150	651
M	74	185	21,6	24	40	1593	336	48	70	304
F	80	162	30,5	4	8	765	333	48	181	786
F	90	163	33,9	15	26	1017	266	48	214	929
F	50	165	18,4	35	74	1094	156	42	105	595
M	95	182	28,7	20	0	1521	289	42	174	986
F	90	158	36,1	5	15	570	272	42	136	771
F	62	149	27,9	7	5	398	251	42	56	317
F	57	160	22,3	20	21	966	212	48	117	508
F	35	158	14	4	2	106	67	48	36	156
F	65	165	23,9	17	7	575	160	42	98	556
F	64	170	22,1	4	0	438	257	48	111	482
F	44	160	17,2	6	3	329	52	42	52	295
M	75	170	26	8	15	913	123	42	123	697

F	50	163	18,8	16	3	530	60	48	60	260
M	72	184	21,3	18	0	1630	287	42	151	856
F	69	156	28,4	6	5	582	125	48	125	543
F	34	150	15,1	7	24	1079	92	48	92	399
F	55	162	21	27	138	5999	77	32	77	752
M	87	178	27,5	28	285	7390	0	0	0	0
M	87	190	24,1	10	125	3827	338	48	154	668
M	70	172	23,7	9	113	2625	0	0	0	0
M	70	170	24,2	7	31	1015	160	42	87	493
F	70	165	25,7	22	16	1664	653	42	214	1213
M	63	166	22,9	12	5	711	123	42	121	686
M	70	174	23,1	16	19	631	235	42	125	709
F	60	173	20	5	2	166	89	48	89	386
M	80	187	22,9	19	5	916	164	48	164	712
M	75	172	25,4	7	87	2627	233	42	116	658
F	57	149	25,7	7	9	302	0	0	0	0
F	85	165	31,2	24	10	721	124	48	124	538
F	64	188	18,1	14	4	167	45	48	45	195
M	70	182	21,1	6	5	263	0	0	0	0
F	89	172	30,1	8	7	494	60	48	60	260
F	55	160	21,5	25	13	688	171	32	87	850
F	72	160	28,1	24	19	1326	511	48	181	786
M	53	170	18,3	7	4	262	165	42	78	442
F	57	162	21,7	29	8	624	219	42	137	777
M	60	178	18,9	3	0	266	198	42	74	420
M	90	178	28,4	19	29	1422	562	48	150	651
M	80	178	25,2	37	12	1337	225	42	131	743
F	66	168	23,4	14	7	220	76	42	43	244
M	78	179	24,3	5	3	441	304	48	199	864
M	88	178	27,8	19	29	909	128	42	128	726
M	100	175	32,7	8	5	1175	277	42	277	1570
F	64	163	24,1	20	8	537	228	42	55	312
M	68	162	25,9	39	30	2083	468	48	139	603
M	51	173	17	18	5	214	41	42	41	232
M	85	190	23,5	22	16	3268	2546	42	126	714
M	60	170	20,8	12	9	577	0	0	0	0

Tab. 2.2.2.1 Súbor pacientov, u ktorých bola urobená DŽC

Z celkového súboru sme museli 22 pacientov vyradiť z nasledujúcich dôvodov:

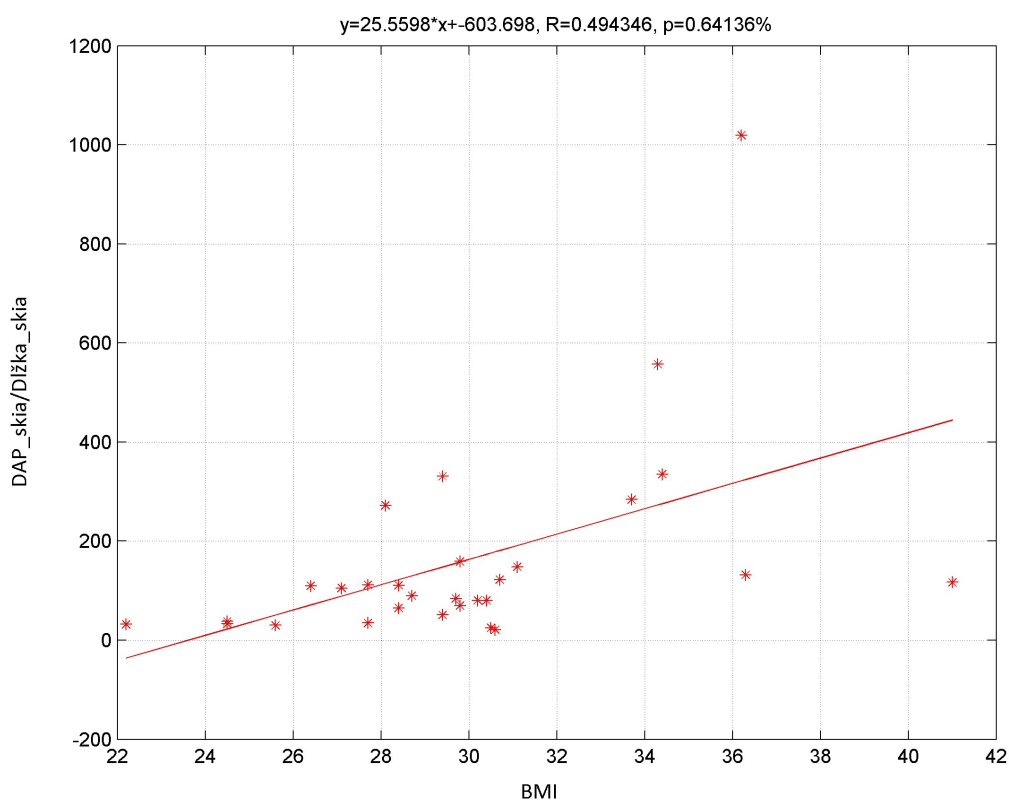
1. nemohli sme jednoznačne verifikovať údaje v databáze RO.
2. nemohli sme jednoznačne verifikovať hodnoty pre výpočet BMI.
3. pacienti, ktorí boli liečení v roku 2006 sme vyradili z dôvodu, že boli liečení na inom type angiografického prístroja, ktorý pracoval pri úplne odlišných dávkových príkonov.

Tuto striktnú selekciu sme zvolili, aby sme čo najpresnejšie mohli vyjadriť závislosť pomocou korelačného koeficientu. Ako sme už uviedli korelačný koeficient je silne ovplyviteľný extrémnymi hodnotami.

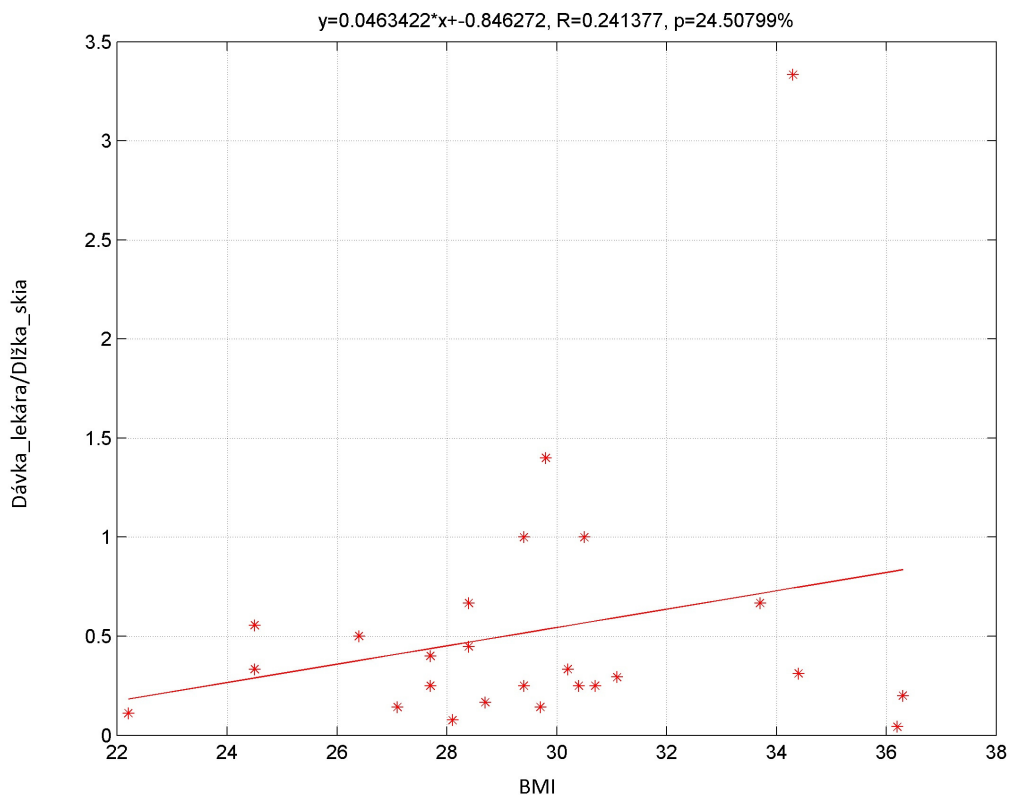
Po vyradení nám zostalo 35 pacientov, u ktorých sme zistili všetky údaje potrebné k dokazovaniu hypotézy.

3 Výsledky

3.1 Výsledky u súboru pacientov s urobenou PTA

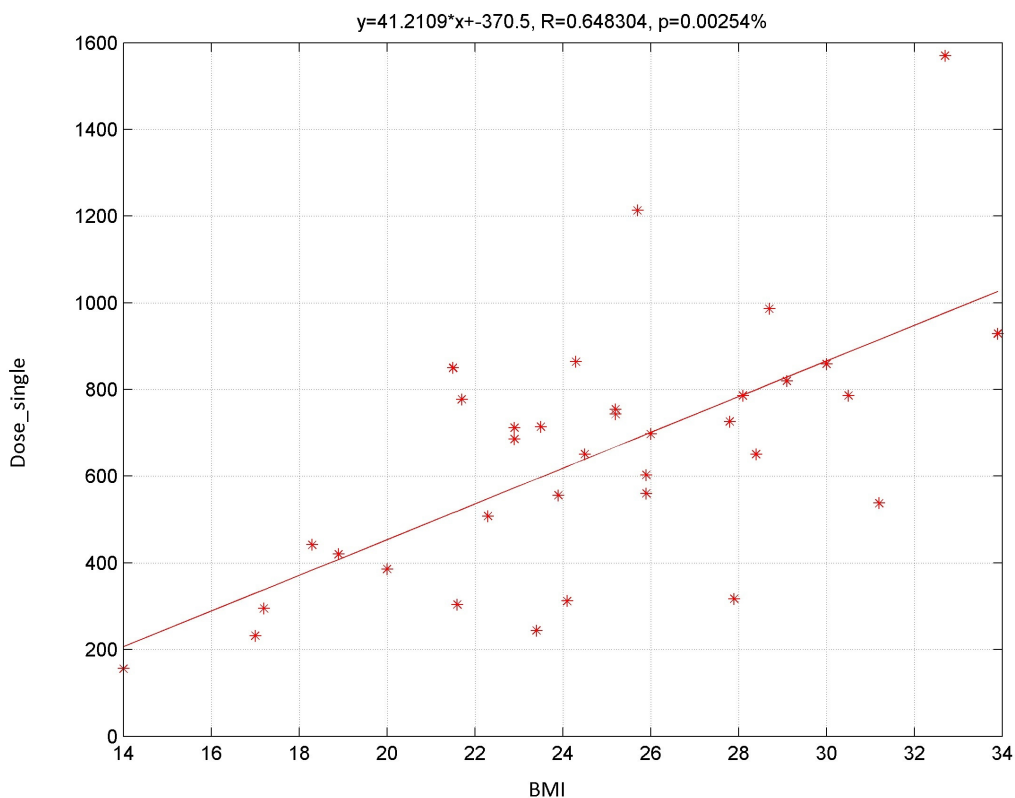


3.1.1 Štatistická závislosť medzi BMI a podielom dávky pacienta zo skioskopie (DAP_skia) a skioskopického času (Dĺžka_skia). Hodnota spočítaná ako podiel hodnôt „DAP_skia“ a „Dĺžka_skia“, ktorej jednotkou je $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}$, vyjadruje približnú fyzikálnu dopadovú dávku pacienta behom skioskopie, zo zreteľom na obťažnosť výkonu.

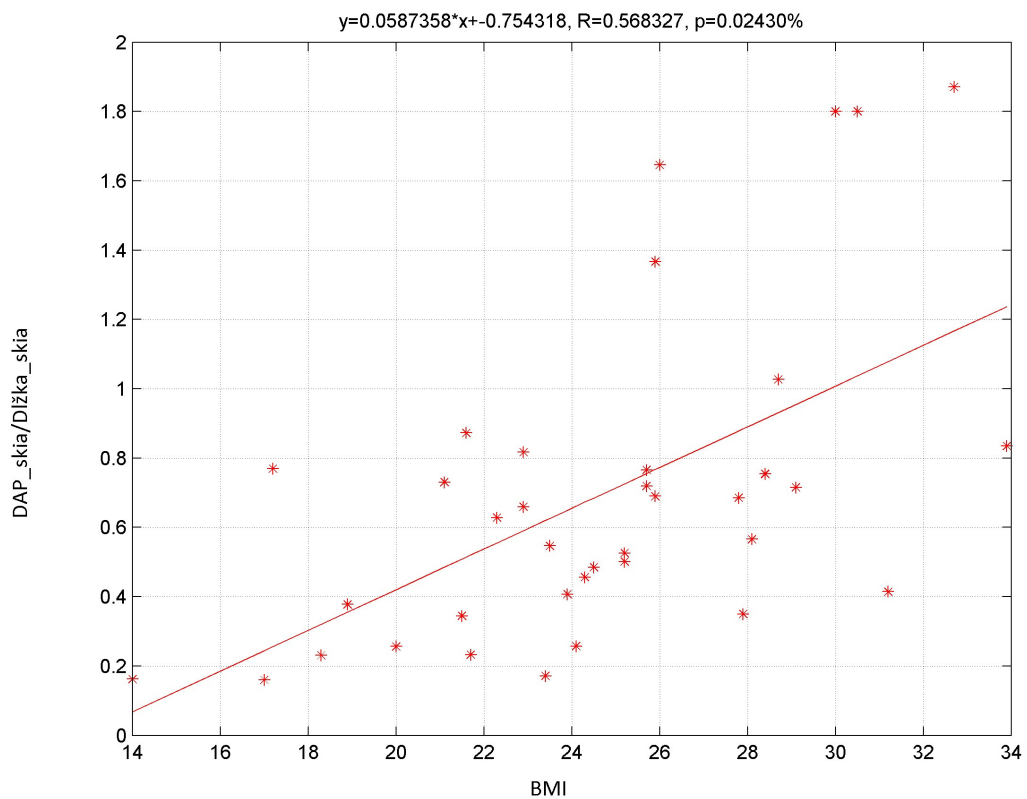


3.1.2 Štatistická závislosť medzi BMI a podielom dávky lekára (Dávka_lekára) a dĺžky skiaskopie (Dĺžka_skia). Hodnota spočítaná ako podiel hodnôt „Dávka_lekára“ a „Dĺžka_skia“, ktorej jednotkou je $\mu\text{Sv}\cdot\text{min}^{-1}$, vyjadruje približnú fyzikálnu dopadovú dávku lekára na zástere behom skiaskopie, zo zreteľom na obťažnosť výkonu.

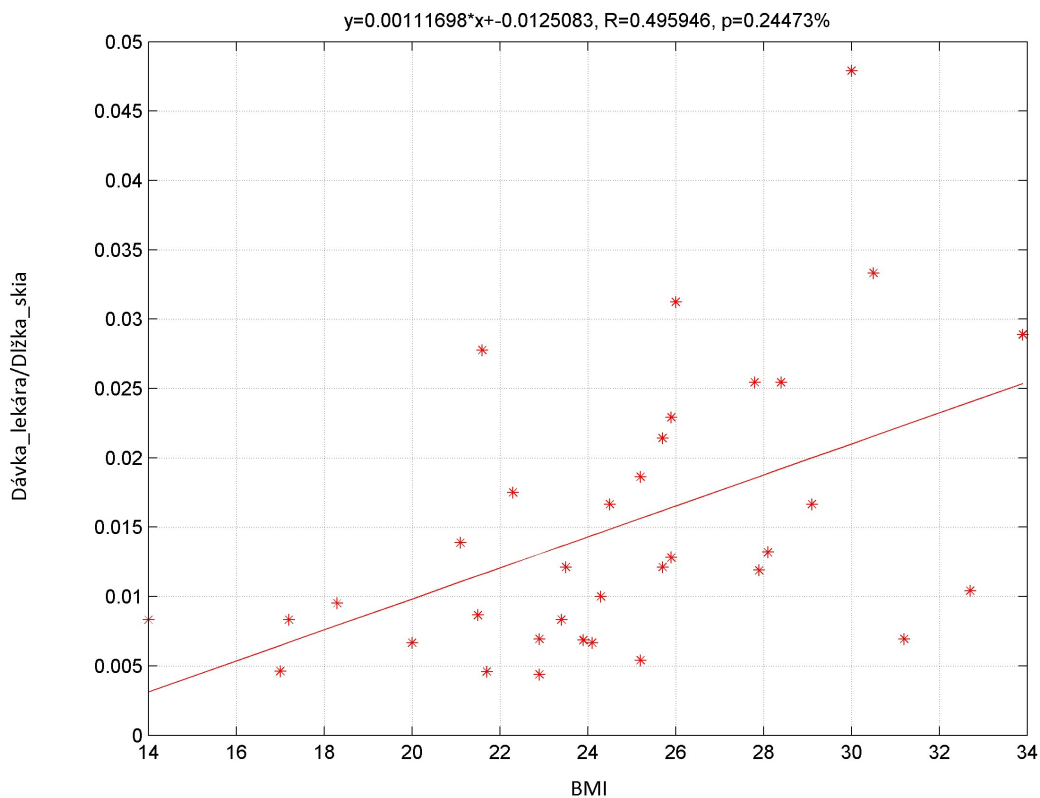
3.2 Výsledky u skupiny pacientov s DŽC



3.2.1 Štatistická závislosť medzi BMI a dopadovou dávkou u jedného snímku (SINGLE). Dopadová dávka behom jedného skiagrafického snímku (SINGLE), nadobudnutého s automatikou expozície, ktorej jednotkou je μGy , bola vypočítaná ako podiel hodnoty „DAP_single“ a ožiarenej plochy spočítanej z údajov „Pole“.



3.2.2 Štatistická závislosť medzi BMI a podielom dávky pacienta (DAP_skia) a dĺžky skiaskopie (Dlžka_skia). Hodnota spočítaná ako podiel hodnôt „DAP_skia“ a „Dlžka_skia“, ktorej jednotkou je $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}$, vyjadruje približnú fyzikálnu dopadovú dávku pacienta behom skiaskopie, zo zreteľom na obťažnosť výkonu.



3.2.3 Štatistická závislosť medzi BMI a podielom dávky lekára (Dávka_lekára) a dĺžky skiaskopie (Dĺžka_skia). Hodnota spočítaná ako podiel hodnôt „Dávka_lekára“ a „Dĺžka_skia“, ktorej jednotkou je $\mu\text{Sv}\cdot\text{min}^{-1}$, vyjadruje približnú fyzikálnu dopadovú dávku lekára na zástere behom skiaskopie, zo zreteľom na obťažnosť výkonu.

4 Diskusia

Bezprostredná prítomnosť zdravotníckeho personálu v priebehu intervenčných rádiologických výkonov na katetrizačnom sále, (v tesnej blízkosti pacienta a inštrumentária), robí z týchto, často technicky obťažných a dlhých výkonov, veľmi významný zdroj ožiarenia zúčastnených osôb. Zdrojom personálnej dávky je predovšetkým sekundárne žiarenie, ktoré vzniká v priebehu skiaskopie. Prítomnosť lekára a sestry pri snímkaní je vzácna a je skôr typická pre intervenčné výkony kardiologické. Zasiachnutie vyšetrujúceho personálu primárnym zväzkom lúčov je pri rádiologických intervenčných výkonov väčšinou taktiež výnimočné. Moderné angiografické komplety pracujú s automatikou jasú a sú výrobcami nastavené tak, aby bola minimalizovaná dávka pacienta i personálu.

Zásadné faktory, ktoré ovplyvňujú veľkosť dávky personálu sú obecné známe (veľkosť anódového napätia, filtrácia žiarenia, veľkosť ožarovaného poľa, oblasť pacientova tela zasiahnutá žiarením, DQE detektora, kvalita zobrazovacieho reťazca a veľa ďalších). Zo skúsenosti intervenčných pracovísk je známe, že výsledná dávka personálu vyplýva pri použití identických metodických postupov predovšetkým z náročnosti výkonu (dĺžka skiaskopie) a z konštitúcie pacienta. Tato skutočnosť však nebola zatiaľ exaktne overovaná a literárne údaje v nám dostupných prameňoch sú v danom ohľade veľmi strohé. Pritom moderné angiografické komplety sú zo zákona vybavené pomerne sofistikovanými meracími pomôckami, ktoré detailne zaznamenávajú nie len výsledné dávkové parametre v priebehu celého výkonu, ale taktiež v priebehu jednotlivých skiagrafiických scén (pozri Príloha č. 1 Radiačný protokol).

Pokúsili sme sa objektívne verifikovať vzťah medzi konštitúciou nemocného a medzi dopadovou dávkou lekára vykonávajúceho intervenčný výkon, ktorý je najviac ožiaranou osobou na katetrizačnom sále. Nekládli sme si pri tom žiadne nároky na absolútne odfiltrovanie vplyvu ostatných fyzikálnych a biologických parametrov,

ktoré daný vzťah ovplyvňujú a ktoré sme pokladali za menej významné. Konštitúciu nemocného charakterizuje hodnota BMI (viac kapitola 1.14). Výpočet parametru BMI je veľmi jednoduchý, problémom v retrospektívnej štúdie sa však ukázalo získanie hodnoverných údajov (výška a váha v dobe výkonu) z nemocničnej databáze. Rozptyl hodnôt, hlavne v prípade váhy bol až 20 kg. Viedlo to k nutnosti vyradiť zo štúdie mnoho pacientov, u ktorých sa konštitučné parametre nepodarilo hodnoverne verifikovať. Štatistický vzťah, pomocou, ktorého sme merali závislosť (korelačný koeficient) je silne ovplyvniteľný extrémnymi hodnotami a to v oboch smeroch. Jediný extrém vo veľkom súbore môže významne znížiť silnú závislosť, ale aj spôsobiť silnú závislosť tam, kde žiadna nie je. Oveľa kompletnejší a zrejme i presnejšie boli radiačné údaje získane zo zdravotníckej dokumentácie hostiteľského rádiologického pracoviska. K vyjadrení dávky lekára boli použité hodnoty namerané operatívnym priamo ukazujúcim dozimetrom a vyjadrené v μSv . Tieto hodnoty sú na danom pracovisku mnoho rokov nad rozsah zákona evidované v špeciálnej databáze. Ale aj tu, u niekoľkých pacientov bol údaj neúplný a preto museli byť zo súboru vyradení. Dozimeter je umiestnený štandardne na povrchu lekárovej zástery a odpočet sa deje po každom výkone zvlášť. Ďalším sledovaným parametrom bola dopadová dávka pacienta. Museli sme však odpočítat' ich čas vzniknutý pri skiagrafii, pretože v dobe snímkovania sa lekár vo väčšine prípadu zdržuje mimo sál a nie je preto sekundárnym žiarením zasiahnutý. Dosiahli sme toho odpočítaním súčtu dávok z jednotlivých expozíc od dávky celkovej. Ako dávkový parameter sme použili DAP (pozri kapitolu 1.8), ktorý s určitými aproximáciami dobre koreluje s fyzikálnou dávkou vyžiarenou na pacienta v priebehu výkonu. Hodnoty celkového DAP v priebehu výkonu a DAP zameraného v priebehu jednotlivých grafických expozíc (scén), sme odpočítali z radiačného protokolu, ktorý sa vytlačí na konci každého výkonu a priloží sa k dokumentácii pacienta. Dva tieto radiačné protokoly sme nenašli, a preto sme museli týchto pacientov vyradiť z ďalšieho skúmania. Ďalším dôležitým parametrom pre skúmanie hypotézy bol celkový čas skiaskopie v priebehu výkonu, opäť uvedený v príslušnom radiačnom protokole. Z hľadiska reprezentatívnosti údajov pre ne platí to isté, čo pre predchádzajúce veličiny. Boli sme si vedomí, že bolo nutné previesť celý

rad značných aproximácií, ktoré sú limitujúce pre danú štúdiu. Už jej retrospektívny a monocentrický charakter je značne obmedzujúci. Medzi ďalšie limitácie sme predovšetkým počítali so zmenami hodnoty anódového napätia v dôsledku činnosti automatiky jasů, fyzikálne limity merania DAP, ku ktorým patrí predovšetkým spätný rozptyl žiarenia, ktorý má veľmi obmedzenú výpovednú hodnotu tzv. dávka na zástere, chybu malých čísiel, rozdielne geometrické pomery pri jednotlivých vyšetreniach, použití rozdielnych veľkostí radiačného pola, možnosť, že vyšetrujúci prešiel z obvyklej obrazovej frekvencie 1sn/sec na vyššiu frekvenciu a iné.

Medzi najzávažnejšie limity štúdie však patrí rozdielne používanie ochranného štítu v jednotlivých prípadoch, ktoré vnáša do merania a výpočtov najväčšiu mieru neistoty. Ukazuje sa to predovšetkým pri porovnávaní súboru DŽC a súboru PTA z hľadiska vzťahu BMI a lekárskej dávky. U DŽC sa používa z praktických dôvodov len obmedzene, vadil by totiž samotnému prevedeniu výkonu. U PTA je to celkom naopak, vyšetrujúci môže s výhodou medzi seba a radiačné pole vložiť tienidlo v podobe ochranného absorbačného plexiskla, ktoré je súčasťou angiografického kompletu. Predovšetkým týmto sme si vysvetľovali, prečo štatistická závislosť BMI a lekárskej dávky je u DŽC sledovateľná, zatiaľ čo u PTA tomu tak nebolo. Zo štatistického hľadiska bol vzťah BMI a dávky pacienta ze skiaskopie u DŽC relatívne veľmi tesný, u PTA bol o niečo menej tesný. Túto skutočnosť si vysvetľujeme tým, že meranie dát nie je ovplyvnené toľkými neurčitými premennými ako je u merania dávky na zástere. Ku korekcii rozdielnej obťažnosti jednotlivých výkonov bolo použité delenie celkových skiaskopických dávok s celkovou dobou skiaskopie. U zvlášť krátkej doby skiaskopie môže nastať problém nepresnosti (najmenší meraný interval je 1 min.), to isté platí aj u príliš nízkych nameraných dávok na zástere (najmenšia dozimetrom registrovaná dávka je 1 μ Sv).

Z vyjadrenia odborníkov na radiačnú ochranu zo začiatku vyplývala k prevádzanej štúdii veľká skepsa. Preto sme očakávali, že významná štatistická závislosť BMI a lekárovej či pacientovej dávky nebude dokázaná. Prekvapením ale bola pomerne silná štatistická závislosť vo vzťahu BMI a dávok oboch subjektov u DŽC. Predpokladali sme, že dôvodom bola jednak pomerne štandardná technika výkonu, kde vystupuje

menej premenných ovplyvňujúcich dávku. Ďalej hodnoty dávky na zástere boli v priemere značne vyššie ako u PTA a boli teda ľahšie štatisticky spracovateľné. U DŽC sme bližšie neanalyzovali priebeh jednotlivých výkonov (pravostranná verzus ľavostranná drenáž, zavádzanie viacpočetných drénov v jednom výkone atď.). U PTA sme vďaka tejto analýze vyradili veľkú radu výkonov, u ktorých bola panvová angioplastika spojená s iným angiografickým vyšetrením, najčastejšie tepien dolných končatín alebo krčných tepien. Tým sa tieto výkony stali nereprezentatívnymi.

K potvrdeniu závislosti medzi BMI a dávkou pacienta sme sa ďalej pokúsili použiť výpočet čistej dávky u jediného natívneho snímku, získaného v priebehu konkrétneho výkonu. Za týmto účelom sme použili podiel priemerného DAP v priebehu jedného snímku a plochy radiačného pola. Aj tu sa podarilo nájsť relatívne silnú štatistickú závislosť medzi BMI a dávkou, ktorá dopadla na pacienta. Vzhľadom k nízkym číslam sme zámerne nerobili štatistickú analýzu voči pohlaviu nemocného, vyšetrujúceho lekárovi a roku uskutočňovania výkonu. U poslednej menovanej závislosti sme vyradili pacientov zo skupiny DŽC, ktorých výkon prebehol v roku 2006. Tieto výkony totiž boli robené na staršom type angiografického zariadenia s omnoho horšími dávkovými parametrami. Do skupiny PTA neboli takéto výkony z tohto obdobia už primárne začlenené (obdobie rokov 2008-2010).

Záver

V bakalárskej práci sme sa zamerali na problematiku profesionálneho ožiarenia rádiologického personálu. Pokúsili sme sa preskúmať vzťah medzi dávkou lekára na zástere a BMI pacienta v priebehu intervenčného výkonu. Súčasne sme analyzovali podobný vzťah medzi BMI pacienta a dávkou dopadu na pacienta v priebehu rovnakého intervenčného výkonu. Ku štúdiu sme použili dve skupiny pacientov líšiacich sa druhom intervenčného výkonu a ožiarenou časťou tela. V prvej skupine sa jednalo o PTA, v druhej o DŽC. Štatisticky významnú závislosť medzi BMI a dávkou lekára sa podarilo potvrdiť len u druhej skupiny pacientov. Štatisticky významnú závislosť medzi BMI a dávkou dopadu na pacienta sa podarilo potvrdiť u oboch skupín pacientov a to v rámci skiaskopie a u DŽC i v rámci skiografie. Retrospektívna, monocentrická štúdia je zatiaľ radou limitácií daných komplexným charakterom problematiky a nedokonalosti dostupných dát. Z hľadiska množstva pacientov a homogenity jednotlivých skupín ide skôr o pilotnú štúdiu. Skupinu pacientov na DŽC musíme z výše uvedených dôvodov pokladať za reprezentatívnejší ako skupinu pacientov s PTA. Zo zistených skutočností môžeme potvrdiť existenciu závislosti medzi konštitúciou nemocného a dávkou personálu vykonávajúceho intervenčné rádiologické výkony. Potvrdená závislosť medzi konštitúciou nemocného a dopadovou dávkou pacienta v priebehu výkonu je ďalším nepriamym dôkazom väčšieho nebezpečenstva iradiácie personálu pri intervenčných výkonoch u osôb s vysokým BMI. Tieto zistené skutočnosti môžu mať význam pre ochranu personálu a mali by byť brané v úvahu pri návrhu protiradiačných opatrení.

Zoznam informačných zdrojov

1. SABOL, Jozef. *Radiační ochrana v radioterapii*. 1. Vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04757
2. HINCA, Robert. *Radiačná bezpečnosť a ochrana pred žiarením*. Bratislava: Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011.
http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/doz/RB_2011.pdf
3. HINCA, Robert. *Radiačná bezpečnosť a ochrana pred žiarením*. Bratislava: Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011.
http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/doz/RB_2011.pdf
4. ICRP Publication 60. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, Annals of the ICRP 21(1-3), 1990
5. ICRP 2007 ICRP Publikace 103. *2007 Doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu*. Vydal SÚJB, Praha, 2009 http://www.sujb.cz/?c_id=381
6. Atomový zákon. Statní úřad pro jadernou bezpečnost.
<http://www.sujb.cz/legislativa/zakony/>
7. Výhláška Statní úřad pro jadernou bezpečnost.
<http://www.sujb.cz/legislativa/provadeci-pravni-predpisy/vyhlasiky-sujb/>
8. Výhláška Statní úřad pro jadernou bezpečnost.
<http://www.sujb.cz/legislativa/provadeci-pravni-predpisy/vyhlasiky-sujb/>
9. SABOL, Jozef. *Radiační ochrana v radioterapii*. 1. Vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04757
10. SABOL, Jozef. *Radiační ochrana v radioterapii*. 1. Vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04757
11. Šmoranc Pavel. *Rentgenová technika v lékařství*. Pardubice, 2004, ISBN 80-85438-19-4
12. INTERNET. www.google.cz
13. INTERNET. www.google.cz
14. Šmoranc Pavel. *Rentgenová technika v lékařství*. Pardubice, 2004, ISBN 80-85438-19-4
15. J. P. McCaffrey, H. Shen, B. Downton, and E. Mainegra-Hing. *Radiation attenuation by lead and nonlead materials used in radiation shielding garments*, Medical physics, Vol. 34, No. 2, 2007
16. Desatoro radiačnej ochrany personálu pri skiaskopii.
http://www.suro.cz/cz/lekarske/Skiaskopie_info_pro_pracovniky.pdf
17. HINCA, Robert. *Radiačná bezpečnosť a ochrana pred žiarením*. Bratislava: Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011.
http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/doz/RB_2011.pdf
18. HINCA, Robert. *Radiačná bezpečnosť a ochrana pred žiarením*. Bratislava: Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011.
http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/doz/RB_2011.pdf
19. HINCA, Robert. *Radiačná bezpečnosť a ochrana pred žiarením*. Bratislava: Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011.
http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/doz/RB_2011.pdf

20. HINCA, Robert. *Radiačná bezpečnosť a ochrana pred žiarením*. Bratislava: Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011.
http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/doz/RB_2011.pdf
21. HINCA, Robert. *Radiačná bezpečnosť a ochrana pred žiarením*. Bratislava: Slovenská technická univerzita Bratislava, 2011.
http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/doz/RB_2011.pdf
22. INTERNET. http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kra/externi/kra_7169/ch03.htm
23. INTERNET. www.google.cz
24. Lékařské ozáření. <http://www.suro.cz/cz/lekarske/lekarske-ozareni>
25. BMI - index tělesné hmotnosti. [http://wiki.cviky.info/index.php/BMI -
_index_t%C4%9Blesn%C3%A9_hmotnosti](http://wiki.cviky.info/index.php/BMI_-_index_t%C4%9Blesn%C3%A9_hmotnosti)
26. Číselné hodnoty BMI.
http://cs.wikipedia.org/wiki/Index_t%C4%9Blesn%C3%A9_hmotnosti
27. Krajina, A. a Peregrin, J. *Intervenční radiologie*, 1. Vyd. Hradec Králové, 2005, ISBN 80-86703-08-8
28. Krajina, A. a Peregrin, J. *Intervenční radiologie*, 1. Vyd. Hradec Králové, 2005, ISBN 80-86703-08-8
29. INTERNET. www.google.cz
30. Angiografický přístroj Axiom Artis dTA.
http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/35648_trend206.pdf
31. Pearsonov korelačný koeficient. <http://rimarcik.com/navigator/interval2.html>
32. Radiačný protokol. *Databáza RO Fakultnej nemocnice Plzeň- Bory*

Príloha

Príloha č. 1 Radiačný protokol (32)