



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

**Informovanost klientů o ionizujícím záření na
radiologickém oddělení**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Autor: Jana Petráňová

Vedoucí práce: Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

České Budějovice 2019

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá informovaností klientů o ionizujícím záření na radiologickém oddělení. Jejím cílem bylo porovnání znalostí klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení Nemocnice Strakonice, a.s. a Nemocnice Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření. Součástí práce jsou dvě hypotézy, H_1 : znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření budou srovnatelné a H_2 : znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření budou dosahovat 75 %.

Pro dosažení cíle a k ověření hypotéz byl vyhotoven dotazník a tím bylo provedeno dotazníkové šetření vyhodnocené metodami deskriptivní a matematické statistiky. Uvedený dotazník obsahoval dvě nečíslované otázky informativního charakteru a 16 otázek zaměřených na základní vědomosti o ionizujícím záření. Celkem se dotazníkového šetření zúčastnilo 700 klientů z radiologického oddělení Nemocnice Strakonice, a.s. a Nemocnice Písek, a.s. Z tohoto počtu byly však vyjmuty dotazníky, jež byly chybně vyplněné. Dle získaných dat z dotazníkového šetření vyplývá, že průměrná úspěšnost zodpovězených otázek byla pouhých 25 %, což je možné považovat za velmi podprůměrný výsledek. Klienti radiologického oddělení z Nemocnice Písek, a. s. byli úspěšní pouze ve 24 % a klienti z Nemocnice Strakonice, a.s. měli 26% úspěšnost. Vytyčených cílů bylo dosaženo a obě hypotézy byly vyvráceny.

Přínosem bakalářské práce je zejména získaný obraz o stavu informovanosti klientů o ionizujícím záření na radiologickém oddělení. Získaná data se mohou využít pro zlepšení informovanosti nejen klientů na radiologickém oddělení, ale i široké veřejnosti.

Klíčová slova:

ionizující záření, informovanost klientů, účinky ionizujícího záření, radiační ochrana, radiodiagnostická vyšetření

Abstract

This bachelor thesis deals with clients' awareness of ionizing radiation at the radiology department. Its aim was to compare the knowledge of clients undergoing examination at the Radiology Department at Strakonice Hospital and Písek Hospital in the area of ionizing radiation. The thesis includes two hypotheses, H1: The knowledge of clients undergoing examination at the Radiology Department at Strakonice Hospital and Písek Hospital in the area of ionizing radiation will be comparable. and H2: The knowledge of clients undergoing examination at the Radiology Department at Strakonice Hospital and Písek Hospital in the area of ionizing radiation will reach 75%.

In order to achieve the goal and to verify the hypotheses, a questionnaire was prepared with the help of which a questionnaire survey was carried out. The results were then evaluated using the methods of descriptive and mathematical statistics. The questionnaire contained two unnumbered questions of an informative nature and 16 questions focused on basic knowledge of ionizing radiation. In total, 700 clients from the Radiological Department of the Strakonice Hospital and Písek Hospital participated in the questionnaire survey. However, all questionnaires filled in incorrectly have been deducted from this number. According to the data obtained from the questionnaire survey, the average success rate of the answered questions was only 25%, which can be considered a very below-average result. The clients of the Radiology Department at Písek Hospital were successful in only 24% of questions and the clients from Strakonice Hospital had a success rate of 26%. The set goals have been achieved and both hypotheses were refuted.

The main contribution of this bachelor thesis is the acquired picture of the state of clients' awareness of ionizing radiation at the radiology department. The obtained data can be used to improve awareness not only of clients at the radiology department, but also of the general public.

Keywords:

ionizing radiation, clients' awareness, effects of ionizing radiation, radiation protection, radiodiagnostic examinations

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „*Informovanost klientů o ionizujícím záření na radiologickém oddělení*“ jsem vypracoval(a) samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, 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 18. 8. 2019

.....

Jana Petráňová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí své bakalářské práce paní Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D., za trpělivost, ochotu a čas, cenné rady, připomínky a vstřícnost při konzultacích mé práce. Dále bych ráda poděkovala paní vedoucí radiologické asistentce Ing., Bc. Markétě Dupačové z Nemocnice Písek, a.s., a panu vrchnímu radiologickému asistentovi Petru Pavlíkovi z Nemocnice Strakonice, a.s., za umožnění sběru dat na radiologických odděleních.

Obsah

Úvod.....	8
1 Ionizující záření.....	9
1.1 Základní druhy ionizujícího záření.....	10
1.2 Interakce ionizujícího záření s hmotou.....	11
1.3 Rentgenka.....	13
1.4 Veličiny ionizujícího záření.....	15
1.5 Účinky ionizujícího záření na organismus.....	16
1.6 Základní radiodiagnostické metody využívající ionizující záření.....	19
1.6.1 Skiografie.....	20
1.6.2 Skiaskopie.....	21
1.6.3 Angiografie.....	23
1.6.4 Výpočetní tomografie.....	24
1.6.5 Mamografie.....	25
1.6.6 Ionizující záření ve stomatologii.....	25
1.7 Radiační ochrana.....	26
2 Cíl práce a hypotézy.....	29
2.1 Cíle práce.....	29
2.2 Hypotézy.....	29
3 Metodika.....	30

3.1	Statistické zpracování dotazníkového šetření	34
4	Výsledky	39
5	Diskuze.....	55
5.1	Diskuze k jednotlivým otázkám	55
6	Závěr	60
7	Seznam použitých zdrojů	61
8	Seznam použitých zkratk.....	65
9	Seznam obrázků, tabulek a grafů	67
10	Seznam příloh.....	69

Úvod

Ionizující záření, je starší než samo lidstvo. Vyskytuje se zde od samého počátku vesmíru, tedy asi 13,8 miliard let, a přesto o něm máme pouze strohé vědomosti, které se však díky technologickému a vědeckému pokroku neustále prohlubují. S ionizujícím zářením je tedy člověk ve styku každou vteřinu svého života, jelikož se vyskytuje ve vzduchu, vodě, půdě a potravinách. Ionizující záření po svém objevu zažívalo velký rozmach v nejrůznějších oborech, nejvíce však ovlivnilo a dodnes ovlivňuje vědu, zdravotnictví a energetický průmysl. Dnes se lidstvo snaží využít kladné vlastnosti (absorpce rentgenového záření ve tkáních) ionizujícího záření a naopak ty negativní (poškození DNA) eliminovat. Zmíněné kladné vlastnosti ionizujícího záření využívá medicína v oborech zvaných jako radiodiagnostika, radioterapie a nukleární medicína. Na těchto pracovištích působí odborně vyškolený personál, jenž má znalosti o ionizujícím záření a zná jeho kladnou stránku, ale i úskalí, proto je personál na radiologickém pracovišti povinen dodržovat bezpečnostní normy a zákony, jimž se věnuje radiační ochrana. Avšak klienti, kteří přicházejí na tato pracoviště, vidí výstražné tabulky, pod kterými bývá tučně napsáno: „*Pozor ionizující záření!*“, což může u laiků vyvolat pocit, že jsou na místě ohrožující jejich život. Nemalou vinu na nevědomostech o ionizujícím záření mají i komunikační média a sociální sítě, jež podávají často zavádějící až mylné informace. A proto jsem se ve své bakalářské práci zaměřila na teoretické poznatky o ionizujícím záření a na informovanost klientů na radiologických pracovištích v Nemocnici Písek, a.s. a v Nemocnici Strakonice, a.s.

Bakalářská práce je rozdělena do části teoretické a výzkumné. Teoretická část shrnuje základní informace o ionizujícím záření, nejčastějších vyšetřeních na radiologickém oddělení a radiační ochraně. Ve výzkumné části jsou uvedeny výsledky dotazníkového a statistického šetření.

Cílem bakalářské práce je porovnat znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení Nemocnice Strakonice, a.s. a Nemocnice Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření. Dle získaných údajů jsem se pokusila najít nejúčinnější formu pro předání informací.

1 Ionizující záření

Ionizující záření (dále jen IZ) můžeme charakterizovat jako proud hmotných částic či elektromagnetické vlnění, které má potřebné kvantum energie pro ionizaci prostředí nebo excitace jádra atomu. Atomy se stávají nestabilními samovolně nebo při excitačním jevu. Pro nabytí stability vyzáří nadbytečnou energii formou částic nebo fotonů. IZ může pronikat skrz vakuum, kde se vlny i částice pohybují volně, a to i v prostředí látkovém, ve kterém je možné, aby část záření procházela prvotním směrem a zbytek se rozptýlil či absorboval. (Ullmann, 2002; Švec, 2005; Borisovich Kudriashov, 2008)

Přímo IZ tvoří elektricky nabitě ionty s dostatečným množstvím kinetické energie pro vyvolání ionizace (např. elektrony, protony, částice alfa a beta). Nepřímo ionizující záření obsahuje nenabitě částice, jež nejsou schopny samy ionizovat prostředí, avšak při interakcích s prostředím vzniká sekundární IZ s přímo ionizujícími částicemi. Dle charakteru můžeme IZ dále rozdělit na korpuskulární a vlnové záření. Mezi specifické vlastnosti korpuskulárního záření patří elektrický náboj, klidová hmotnost vyšší než nula a kinetická energie.

Naopak vlnové záření je charakterizováno nulovou klidovou hmotností, jedná se tedy o kvantum vlnění, které se pohybuje rychlostí světla. Pokud je vlnové záření zabrzděno, předá veškerou svoji energii a zaniká. Jediným zástupcem vlnového ionizujícího záření je elektromagnetické záření. Odlišná hmotnost částic nám určuje, o jaké částice se jedná – lehké: elektrony a pozitrony, středně těžké: mezony a těžké: alfa částice, protony a neutrony. (Ullmann, 2002; Rosina et al., 2013; Beneš et al., 2015)

V závislosti na biologických účincích je možné IZ rozdělit dle hustoty ionizace, která je vyvolána působením záření, na řídké ionizující, při kterém vznikne cca 100 iontových párů na 1 μm . Jedná se o záření rentgenové, fotonové a beta. Oproti tomu u hustě IZ vzniká cca 2000 iontových párů na 1 μm , tuto vlastnost má záření alfa, neutronové a protonové záření. (Ullmann, 2002)

1.1 Základní druhy ionizujícího záření

Ionizující záření procházející látkou, která ho absorbuje, ztrácí svoji energii, a to způsobem závislejícím na vlastnostech látky a na druhu IZ.

Alfa záření

Alfa záření tvoří 2 protony a 2 neutrony – jádra helia. Kvůli částicím nesoucím 2 elektrické náboje záření silně excituje a ionizuje prostředí, kterým prochází, a zároveň velmi rychle ztrácí svoji energii. Energie alfa záření se pohybuje v rozmezí 4–9 MeV. Pokud záření prochází skrze prostředí, dochází k ionizaci vyražením elektronu z atomového obalu a k vytvoření kladných i záporných iontů. Dolet alfa částic ve vzduchu je 7–10 cm a ve tkáni se pohybuje v řádech mikrometrů. Zdrojem alfa záření jsou těžké radionuklidy (RN), např. radium, plutonium, americium. Odstiňující tloušťka materiálu je závislá na hustotě záření, u alfa záření nám postačuje i obyčejný list papíru, oděv, fólie z plexiskla aj. Záření alfa lze vychýlit elektrickým a magnetickým polem. (Švec, 2005; Rosina et al., 2013)

Beta záření

Beta záření tvoří elektrony či pozitrony. Jedná se o lehčí částice než má alfa záření, a proto je jejich pohyb rychlejší. Díky čemuž je excitace a ionizace menší než u záření alfa, a i energetická ztráta beta záření je nižší. Záření beta obsahuje částice s energiemi v rozmezí 0–16,6 MeV v závislosti na jejich zdroji. Dosah částic beta je ve vzduchu metry, ve vodním prostředí milimetry a ve tkáních se jedná až o centimetry. Ke stínění beta záření se využívají materiály mající nižší protonové číslo, protože čím vyšší je protonové číslo stínícího materiálu, tím vyšší je pravděpodobnost, že zabrzděním elektronu vznikne pronikavé brzdné záření. Příkladem stínícího materiálu je plexisklo. Pokud se beta záření vyskytne v magnetickém poli, je vychylováno na opačnou stranu než alfa záření. (Švec, 2005; Rosina et al., 2013)

Gama záření

Gama záření je tvořeno fotony elektromagnetického záření s vlnovou délkou 10^{-11} – 10^{-13} m. Toto záření vzniká během reakcí v jádrech atomů a při radioaktivních rozpadech. Záření gama je doprovodným jevem u radioaktivní přeměny alfa a beta. Energie fotonů je určena vztahem: $E = h \frac{c}{\lambda}$, kde E značí energii fotonu, h je Planckova konstanta ($6,63 \cdot 10^{-34}$), c rychlost elektromagnetického záření ve vakuu ($3 \cdot 10^8$ m/s) a λ (vlnovou délku) záření. Záření gama má energetické čárové spektrum – fotony emitované z radionuklidu mají pouze tu energii, která je charakteristická pro přeměnu tohoto radionuklidu. Hodnoty energií ionizujícího záření gama se pohybují od desítek keV o jednotky MeV. K nejčastěji užívaným zdrojům gama záření patří kobalt, cesium a iridium. Dolet záření gama se ve vzduchu pohybuje kolem stovek metrů, v celistvé hmotě (např. hornina) dosahuje až desítek centimetrů. Fotony jsou nejpronikavější a mají nízké ionizační účinky, odstíníme je pouze materiály s vysokým protonovým číslem jako jenapř. olovo, wolfram, barytové omítky. Toto záření není možno vychylovat magnetickým ani elektrickým polem. (Švec, 2005; Rosina et al., 2013)

Rentgenové záření

Rentgenové (RTG) záření v zahraničí označované jako „X-rays“ objevil Wilhem Conrad Röntgen roku 1895 při experimentech s katodovými trubicemi. Rentgenové záření je elektromagnetické záření s velmi krátkou vlnovou délkou 10^{-9} – 10^{-13} m a vysokými frekvencemi 10^{17} – 10^{20} Hz. Toto záření vzniká v rentgenových lampách neboli rentgenkách. (Beneš et al., 2015) Princip vzniku rentgenového záření v rentgence je blíže popsáno v kapitole 1.3 Rentgenka.

1.2 Interakce ionizujícího záření s hmotou

Pokud IZ prochází hmotou, dochází k interakcím s jádry a obaly atomů, procesy závislémi na druhu záření, energii a složení hmoty. K základním interakcím IZ

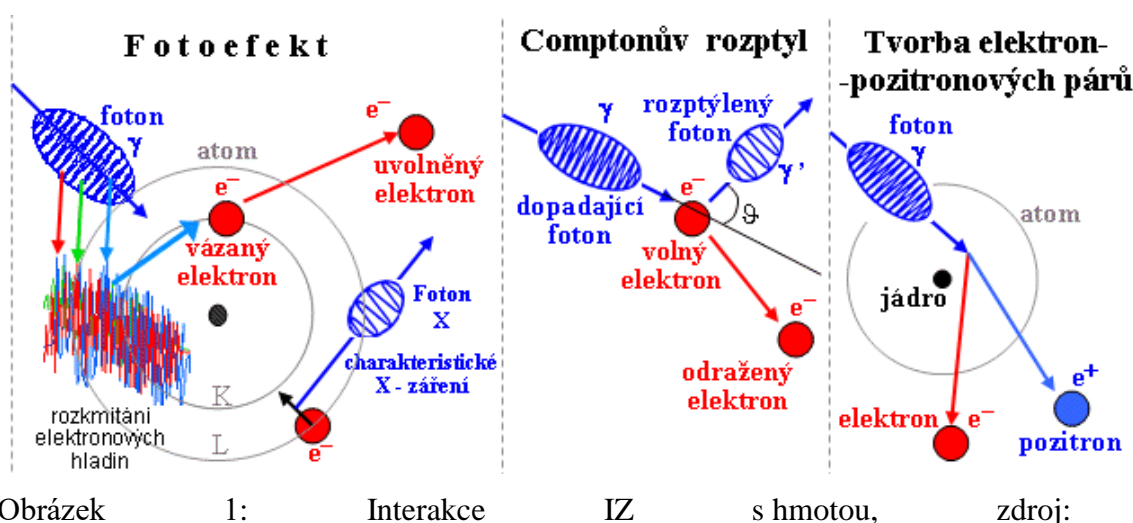
s prostředím patří: excitace, ionizace, fotoefekt, Comptonův rozptyl a tvorba elektron-pozitronových párů, pružný rozptyl, nepružný rozptyl a radiační záchyt.

Excitace je proces, při kterém elektron přechází ze své původní energetické hladiny do hladiny vyšší. Přechodu na vyšší energetickou hladinu je elektron schopen pouze pokud má dostatek energie, již získá srážkou nebo pohlcením fotonu. Stav ionizace nastane, pokud je elektronu předána dostatečná energie pro vyražení elektronu z atomu, čímž se stává z neutrálního atomu kladný iont. (Kubinyi et al., 2018)

Fotoefekt, též fotoelektrický jev (viz Obrázek 1) nastane, pokud je veškeré kvantum energie fotonu předáno elektronu v atomovém obalu materiálu, kde se absorbuje. Jedna část energie je spotřebována na uvolnění elektronu a zbylá se stává kinetickou energií fotoelektronu, jenž dál ionizuje prostředí. (Kubinyi et al., 2018)

Comptonův rozptyl (viz Obrázek 1) je interakce mezi fotony záření gama a slabě vázaným nebo volným elektronem. Foton předává část své kinetické energie elektronu, čímž je elektron uveden do pohybu. Foton, který se rozptýlil, má nižší kinetickou energii a postupuje dál prostředím v jiném směru. (Beneš et al., 2015)

Tvorba elektron-pozitronových párů (viz Obrázek 1): elektron-pozitronový pár vzniká, pokud foton o minimální energii 1,22 MeV interaguje s materiálem o vysokém protonovém čísle. Když takový foton prolétá kolem jádra atomu, jeho energie se přemění na 2 částice: elektron a pozitron. U této interakce je nutná blízká přítomnost jádra, které přebírá část hybnosti fotonu. (Beneš et al., 2015)



<http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika2.htm>

Při interakcích působí na jednotlivé komponenty atomu elektrické a jaderné síly, díky nimž se může měnit směr pohybu částic – rozptyl. U pružného rozptylu se kinetická energie nemění v jiný typ energie. Po nárazu částic je zachována alespoň část kinetické energie, zpomaluje se a mění se směr pohybu částic. Nepružný rozptyl je charakterizován přeměnami kinetické energie v jiný typ, nezachovává se ani její část a dochází k prozatímnímu záchytu neutronu, jenž je emitován z jádra nebo jádro setrvává v excitovaném stavu. Radiační záchyt je proces, při němž je neutron absorbován atomovým jádrem a přebytečná energie je emitována zářením gama. (Ullmann, 2002)

1.3 Rentgenka

Zdrojů IZ je mnoho, avšak téma mé bakalářské práce je více specifické, a proto zde uvádím pouze hlavní zdroj IZ v radiodiagnostice – rentgenovou lampu.

Rentgenka je jeden z hlavních generátorů pro rentgenové záření s hlavními částmi – vnitřní součástky, pouzdro a vysokonapětové kabely. RTG lampa je vakuová skleněná baňka, v níž jsou umístěny dvě elektrody: katoda a anoda. Obtéká ji olej, který slouží jako chladicí médium. Obal RTG se nejčastěji vyrábí z hliníku, který odstiňuje

nežádoucí mimoohniskové záření. Katoda, záporná elektroda, je tvořena wolframovým vláknem spirálovitého tvaru s příměsí rhenia zvyšující životnost a produkci elektronů. Katoda je uložena ve fokusační misce. Termoemisi – zahříváním katody na 2 000 °C a více, jsou uvolňovány elektrony a vytvářející tzv. elektronový mrak. Tyto elektrony jsou fokusační miskou, která má negativní náboj, odpuzovány do tenkého svazku. Katodu žhaví individuální elektrický obvod, velikost proudu je 10 V a napětí se pohybuje v rozmezí 7–10 A. Pokud se zapojí vysoké napětí (tzv. anodové), o velikosti 17–150 kV, anodový proud, tedy svazek elektronů, dopadá na anodu. Při dopadu elektronu na anodu se uvolní kvantum kinetické energie, z níž je přeměněno pouze 1 % v rentgenové záření a zbylých 99 % v teplo. (Záškodný, 2014; Vomáčka, 2015)

Anoda, tedy kladná elektroda, se vyrábí nejčastěji z wolframu nebo molybdenu, tedy z materiálů s vysokým bodem tání, a to proto, že anoda je velmi tepelně zatížena. Do ohniska anody dopadá svazek elektronů a dochází ke vzniku rentgenového záření. Anodová ohniska dělíme na 2 typy – termické a optické. Termické ohnisko představuje plochu, kam dopadají elektrony a optické ohnisko je svazek paprsků rentgenového záření vycházejícího z rentgenky. Anoda rentgenky se naklání v úhlu 19°, kdy vztah mezi velikostí optického ohniska a intenzitou záření je nejvíce vyhovující. Konstrukčně může být rentgenka pevná nebo rotační. Pevná anoda je zkosená měděná tyč, do jejího středu se vkládá wolframový terčík. Vnitřek tyče je dutý a koluje v ní olej na ochlazování. Rotační anoda je tvořena anodovým diskem vyrobeným z wolframu, disk je po okrajích zkosený a zavěšený na wolframové tyči. Pokud má rentgenka rotační anodu, elektrony dopadají na odlišná místa, a proto je termické ohnisko v každém okamžiku na jiném místě. Nejmodernější rotační anoda vykoná 11 000 otáček/minutu. Tím, jak se anoda otáčí, přechází teplo přes vnitřní prostor rentgenky do oleje a přes její kryt až do vyšetřovny. (Seidl et al., 2012; Vomáčka, 2015)

Proto, aby rentgenka začala vykonávat rotační pohyb, je nutné do celé konstrukce zabudovat tzv. rozběhový agregát složený z rotoru a statoru. v koncové části anody, ve vakuu, je nainstalován rotor. Naopak stator se nachází z vnější strany rentgenky. Rozběhový agregát se spíná za pomoci elektrického proudu, anoda začíná vykonávat rotační pohyb, a to vždy před expozicí. Největší slabinou rentgenky jsou samomazná

ložiska, která se časem opotřebovávají, a postupně se zpomaluje pohyb anody. To vede k extrémnímu přehřívání anody a její degradaci. (Vomáčka, 2015)

Vznik rentgenového záření

V rentgence se elektrickým napětím rozžhává katoda, ze které se emituje svazek elektronů, ten se urychluje elektrickým polem a dopadá na anodu. Při dopadu elektronů na anodu se elektron prudce zabrzdí a přemění se na rentgenové záření, u kterého rozlišujeme dva typy rentgenového záření – brzdné a charakteristické. (Seidl et al., 2012)

Prvním typem rentgenového záření je brzdné, které vznikne neočekávanou změnou rychlosti elektronu v pohybu. Pokud se elektrony přiblíží přímo do kontaktu s atomem materiálu anody, je následně dráha letu elektronu zakřivena a rychlost zprudka klesá. Jeho vlastností je spojité spektrum, které má původ v elektrostatickém poli jader, kde zpomalené elektrony emitují různorodé kvantum kinetické energie. Z toho vyplývá, že vznikají fotony s odlišnými vlnovými délkami. (Navrátil et al., 2010; Seidl et al., 2012)

Druhý typ rentgenového záření nazýváme charakteristické, vznikající po dopadu rychle se pohybujících elektronů na anodu, kde elektrony předají část své kinetické energie do vnitřní slupky atomového obalu. Takový elektron, který přijme velké množství energie, excituje či ionizuje. Tento atom není stabilní, a proto dojde k jeho stabilizaci emitací nadbytečné energie fotonem, který je charakteristický pro určitou vrstvu atomového obalu. Spektrum takového záření je čárové a energeticky závislé na materiálu, z něhož je vyrobena anoda. (Navrátil et al., 2010; Seidl et al., 2012)

1.4 Veličiny ionizujícího záření

Veličin týkajících se IZ je velmi mnoho, a proto jsou zde v přehledu uvedeny ty nejběžněji užívané.

1) Absorbovaná dávka – popis působení IZ na látku, tedy množství energie v jednotce látky po průchodu IZ

$$D = \frac{dE}{dm} [Gy]$$

dE – střední energie; dm – hmotnost látky. (Seidl et al., 2012)

2) Dávkový ekvivalent určuje biologický účinek IZ v závislosti na dávce a typu IZ

$$H = Q * D$$

D – dávka v určitém bodu tkáně; Q – jakostní činitel. (Navrátil et al., 2010)

3) Ekvivalentní dávka (H_T) stanovuje míru ozáření daného orgánu a míru stochastických účinků

$$H_T = w_Q * D_{TR} [Sv]$$

w_Q – radiační váhový faktor, D_{TR} – střední absorbovaná dávka. (Súkupová, 2018)

4) Efektivní dávka stanovuje míru ozáření organismu a zároveň pravděpodobnost vzniku stochastických účinků, dále bere v potaz radiosenzitivitu ozářených orgánů

$$E = \sum w_T * H_T [Sv]$$

w_T – tkáňový váhový faktor; H_T – ekvivalentní dávka. (Súkupová, 2018)

1.5 Účinky ionizujícího záření na organismus

Účinkům, které způsobí ionizující záření v živých organismech, se věnuje obor radiobiologie. Účinky, jež jsou způsobeny ionizujícím zářením, jsou podmíněny druhem ionizujícího záření, které na organismus působí, dávkovým příkonem a celkovým stavem organismu. Radiobiologie využívá k pochopení změn v organismu vlivem záření několik teorií. První z nich je zásahová, při které dochází k intervenci senzitivního místa buňky, jež je příčinou poškození buňky. Tento jev můžeme nazvat též přímým účinkem IZ. Další teorií je radikálová, která respektuje obsah vody v organismu a její zásadní roli. Je založena na presumpci volných radikálů vznikajících radiolýzou vody při

působení záření. Vniká tak hydroxylový radikál, vodíkový radikál a hydratovaný elektron. Pokud a pokud je současně přítomen kyslík, vytvoří se ve velkém množství peroxidu vodíku. Tyto radikály podněcují sekundární reakce s molekulami – nepřímý účinek IZ. Přenos energie z IZ je závislá na koncentraci molekul, čím je koncentrace molekul nižší, tím je nepřímý účinek IZ vyšší. (Iannucci a Howerton, 2013; Slezáková, et al., 2016)

Jestliže IZ prochází živým organismem, dochází k okamžitému nástupu jednotlivých mechanismů účinků IZ (Navrátil a Rosina, 2003; Mornstein et al., 2007; Navrátil et al., 2010):

- fyzikální mechanismus nastává ihned podopadu záření na hmotu, dochází k absorpci energie atomys následnou ionizací a excitací, tato reakce je velmi rychlá, pohybuje se v časovém rozmezí od 10^{-16} do 10^{-14} sekund;
- fyzikálně-chemický mechanismus účinku IZ je proces disociace vody s produkcí volných radikálů, délka této fáze je kolem 10^{-10} sekund;
- chemický mechanismus účinku zahrnuje reakci iontů, radikálů a excitovaných atomů s buňkou, kdy dochází k poškození DNA, a to v podobě zlomů, celá chemická fáze trvá od 10^{-3} do 10 sekund;
- biologický mechanismus účinku: poškozené struktury mohou procházet reparací nebo reakcemi, které vedou k zániku buňky, časový rozsah je od sekund po roky

Ionizující záření má vliv i na deoxyribonukleovou kyselinu (DNA), jež má ve své struktuře zapsanou genetickou informaci, důležitou pro další vývoj organismu. Dle doposud vypracovaných výzkumů je primárním senzitivním místem molekuly DNA část zvaná terč, při jehož zasažení dochází k poškození buňky. Pokud na DNA působí IZ, rozrušuje fosfodiesterové vazby a tím se přerušují vlákna DNA. Takovému poškození ve šroubovici se říká zlom. Jestliže se poškodí pouze jedno vlákno DNA, jedná se o tzv. jednoduchý zlom. Dvojný zlom vzniká při porušení obou vláken šroubovice, a to tak, že dva jednoduché zlomy mají mezi sebou méně než tři páry dusíkatých bází, čímž se vodíkové můstky mezi vlákny DNA stávají slabšími a DNA se rozdělí. Energie, která je ionizujícím zářením dodána, působí i na glykosidové vazby mezi vodíkovými bázemi, které rozštěpuje. Dochází tak k vytvoření apurinových

a apyrimidinových míst, tedy míst, kde schází purinové a pyrimidinové báze. Dalším problémem, jenž záření způsobuje, jsou chromozomové aberace. Ty vznikají při reparačních dějích v DNA. Dochází ke změnám tvaru a struktury chromozomů, což má za následek velké množství mutací např. vznikne dicentrický chromozom (chromozom, jenž má dvě centromery), inverze (otočení původních sekvencí dusíkatých bází), delece (chybí část chromozomu), translokace (vymění se dva segmenty dvou chromozomů) a další. Poškození DNA má vliv na celou buňku, a to takový, že v některých případech dochází k jejímu zániku. K reprodukční buněčné smrti se buňka uchyluje, pokud poškozená DNA není zcela správně opravena, buňka není schopná reprodukce pro neúspěšnost mitózy. K selhání mitózy může dojít například tím, že se mitotické vřeténko při mitóze zamotá, k tomu často dochází u dicentrického chromozomu. Reprodukční smrt buňky není jedinou možností, jak jsou buňky poškozeny ionizujícím zářením. Další je tzv. apoptóza neboli programovaná buněčná smrt. Proces apoptózy má své charakteristické změny, které začínají degradací buněčného cytoskeletu, mění se tvar cytoplazmatické membrány. Následně se celá buňka smršťuje, dochází k dezintegraci jádra a chromozomů. Pozůstatky buňky jsou pohlceny okolními buňkami nebo makrofágy. (Navrátil et al., 2010; SÚJB, 2018)

Z pohledu radiační ochrany rozdělujeme účinky ionizujícího záření na deterministické a stochastické. Deterministické účinky můžeme označit jako „tkáňové“ či prahové, jelikož jsou závislé na dávce, a projeví se až po dosažení určité meze, která je odlišná podle tkáně. Tyto účinky představují reakci tkání k záření, v jejichž důsledku zaniká část buněčné populace a jejich závažnost stoupá s dávkou záření. Deterministické účinky vznikají již v průběhu několika málo minut, dnů i týdnů od ozáření organismu v závislosti na dávce. U deterministických účinků se projevuje charakteristický klinický obraz. K deterministickým účinkům zařazujeme poškození kůže, poruchy fertility, akutní nemoc z ozáření, chronickou radiační dermatitidu, kataraktu a poškození plodu. Stochastické neboli náhodné pozdní účinky ionizujícího záření vznikají s určitou pravděpodobností, jež se zvyšuje úměrně s dávkou ozáření. Účinek může být somatický, kterým je postižena přímo osoba, na kterou působí záření, nebo genetický, jenž se projeví, až u potomstva ozářené osoby. Jedná se například

o tumory a poškození DNA. Jelikož neexistuje žádná bezpečná dávka pro vyloučení účinků, je potřeba každé použití ionizujícího záření zvážit a využít co nejmenší dávku, avšak nízká dávka nesmí snížit kvalitu zobrazení. Pro odhad stochastických účinků jsou používány nominální koeficienty rizika, na jejichž základě lze odhadnout výskyt nádorového onemocnění u ozářené populace. (Rosina et al., 2013; Kulišťák, 2017; Statkiewicz et al., 2017)

1.6 Základní radiodiagnostické metody využívající ionizující záření

Pro radiologii, lékařskou disciplínu věnující se zobrazovacím metodám, je charakteristickým znakem využití ionizujícího záření z uzavřených zdrojů. Ionizující záření prochází tkáněmi a absorbuje se s rozdílnou pronikavostí. Konvenční radiologie bývá pro svoji dostupnost, rychlost a vysoký diagnostický význam první metodou volby z mnoha dalších diagnostických modalit, kterou pacient podstoupí. Z každého diagnostického vyšetření vznikne obraz, který je zpracován pomocí moderních počítačových metod a je přenášen z PC ve vyšetřovně do PC v „popisovně“, kde je vyhodnocován lékařem radiologem. (Hájek, 2015)

Radiologie využívá rentgenového záření, které prochází lidským tělem, kde se absorbuje s rozdílnou intenzitou. Moderní pracoviště jsou dnes již vybaveny systémy přímé digitalizace – flat panely a CCD detektory. Tato záznamová zařízení obsahují velké množství detekujících pixelů, jež jsou sestaveny do obrazové matice, dále také fotodiodovou vrstvu reagující na rentgenové záření a vyčítací mechanismus. CCD detektor má plošný scintilační krystal transformující ionizující záření na viditelné světlo, to je emitováno z krystalu a dopadá na CCD čip, kde je světlo převáděno na elektrický náboj. Dalším typem detektoru přímé digitalizace jsou flat panely, které se dělí na dvě skupiny – s přímou konverzí a nepřímou konverzí. u flat panel detektoru s nepřímou konverzí dopadá ionizující záření na scintilátor, kde je převedeno na světlo, které je zachyceno soustavou fotodiód z amorfního křemíku. Následným fotoefektem jsou uvolňovány elektrické náboje, které jsou dále převedeny v A/D převodníku. Flat panel detektor s přímou konverzí obsahuje skleněný základ s amorfním selenem

sloužícím jako fotodioda. Ještě před expozicí panelu je vrstvou amorfního selenu vedený elektrický proud. Poté na detektor dopadne rentgenové záření, prochází amorfním selenem, který v kombinaci s elektrickým proudem usměrní fotoefektem vytvořený elektrický náboj, jenž se opět dostává do A/D převodníku. (Vomáčka, 2015; Sukupová, 2018)

Při radiodiagnostických výkonech se užívají i kontrastní látky (k.l.), které ovlivňují absorpci záření v těle pacienta, a tím zlepšují zobrazení a odlišení anatomických od patologických struktur. Jejich aplikace závisí na požadovaném vyšetření a o jejich podání rozhoduje lékař. Nejčastěji se k.l. aplikují intravenózně, per os, per rektum nebo přímo do preformovaných dutin. Látky zvyšující absorpci záření označujeme jako pozitivní. Pokud k.l. naopak snižují absorpci záření v tkáni, jedná se o negativní kontrastní látku. Do pozitivních k.l. zařazujeme baryové, jejichž základem je síran barnatý, nerozpustný ve vodě. Je podáván ve formě suspenze do gastrointestinálního traktu. Jodové kontrastní látky mají v chemickém základě benzenové jádro se třemi atomy jodu. Jsou podávány intravenózně a využívají se především u kontrastního vyšetření CT a angiografie. K negativním kontrastním látkám zařazujeme vzduch, oxid uhličitý a metylcelulózu. Aplikují se převážně u dvojkontrastního vyšetření gastrointestinálního traktu, při němž se kombinují pozitivní a negativní kontrastní látky. (Seidl et al., 2012; Nekula, 2003; Vomáčka, 2015)

1.6.1 Skiografie

Skiografii můžeme definovat jako prosté snímkování. Jedná se o statickou zobrazovací metodu, kdy 3D objekt je zobrazen na 2D snímku – tzv. skiagramu. Skiagram je sumační obraz, na kterém jsou zachyceny veškeré tkáně, kterými prošlo rentgenové záření. Již přes padesát let se snímky provádějí dle všeobecně známých postupů a zásad. Při snímkování se nejčastěji dělají minimálně dvě na sebe kolmé projekce – předozadní AP (anterior – posterior), kdy rentgenové záření prochází tělem pacienta z ventrální strany, nebo zadopřední PA (posterior – anterior), kdy paprsek záření vstupuje do těla z dorzální strany. Jako druhá projekce se zhotovuje bočná a to tak, že pacient naléhá levou nebo pravou stranou na detekční zařízení. Pokud nelze

zhotovit bočný skiagram, provede se šikmý, při němžse část těla nebo rentgenka otočí v úhlu 30°, 45° nebo 60°. Dvě projekcese zhotovují pro lepší prostorovou orientaci uložených tkání a zároveň to lékařům umožňuje objevit patologie, jež nemusí být pouze na jedné projekci patrné. Velmi důležité je také správné nastavení polohy vyšetřované části těla pacienta. Proto musí radiologický asistent dávat jasné instrukce a pomáhat pacientovi k dosažení co nejideálnější potřebné polohy. Nedílnou součástí skiagramu je stranové označení, (dle strany těla, kterou snímujeme (levá, pravá)). Značky se umisťují do rohů snímku, aby nezasahovaly do vyšetřované tkáně, a zároveň tak, aby byly čitelné vůči popisovateli. Veškeré snímky musí obsahovat signofot, tedy štítek s identifikačními údaji, a být uloženy tak, jako by stál pacient proti popisujícímu lékaři, který v popisu musí uvést: lokalizaci traumatu, charakter traumatu a vztah k dalším tkáním. (Nekula, 2003; Vomáčka, 2015)

Indikací pro skiagrafické vyšetření jsou nativní snímky zobrazující skelet, hrudník a břicho. Často se rentgenové vyšetření provádí jako první diagnostická metoda u polytraumat, jedná se o tzv. vitální snímky – krční páteře, hrudníku a pánve. Relativní kontraindikací je gravidita a ovulace. Pokud je žena těhotná, provádí se rentgenové vyšetření pouze v neodkladných případech a to převážně do konce čtvrtého měsíce. U žen ve fertilním věku je velmi pochybné období ovulace až po menstruaci, kdy není zcela jisté, zda je žena gravidní. Z tohoto důvodu jsou plánovaná skiagrafická vyšetření prováděna během prvních deseti dnů v menstruačním cyklu. (Nekula, 2003; Vomáčka, 2015)

1.6.2 Skiaskopie

Skiaskopii můžeme definovat jako zobrazovací metodu umožňující pozorovat aktuální dynamické obrazy vzniklé při souvislé expozici. Tělem vyšetřovaného prochází rentgenové záření, jež dopadá na skiaskopický štít. Ten obsahuje látku s luminiscenční schopností, kdy při interakci s ionizujícím zářením vzniká viditelné světlo. V současné době je skiaskopický štít prvkem zesilovače obrazu. Do optické části zesilovače se upevňuje snímací kamera, která umožňuje zachytit rychle se odehrávající děje v těle pacienta. Obraz je registrován, digitalizován a dále zpracováván a archivován v PC.

Pozitivem tohoto vyšetření je přesná lokalizace patologického procesu, sledování peristaltiky jícnu, žaludku a střev, dýchacích pohybů aj. v aktuálním čase. Při skiaskopickém vyšetření získává jak pacient, tak lékař a další zdravotnický personál poměrně vysokou radiační dávku, a proto se v současné době využívá jen v nejnnutnějších případech či pokud nelze zvolit jinou alternativní metodu, která není tak zatěžová a měla stejný nebo větší diagnostický přínos. Pod skiaskopickou kontrolou lze provádět jak diagnostické vyšetření, tak i terapeutické výkony, jako je např.: zavádění katétrů do žlučových cest, kdy se je nutno použít i endoskopický přístroj. Skiaskopie často vyžaduje aplikaci kontrastních látek. Mezi základní vyšetření patří: vyšetření polykacího traktu, jícnu a žaludku, enteroklýza, irigografie, defektografie, fistulografie, uretrocystografie, perkutánní transhepatální cholangiografie (PTC) a endoskopická retrográdní cholangiopankreatografie (ERCP). (Nekula, 2003; Nejedlá, 2010)

Příprava pacienta pro skiaskopii se liší dle typu indikovaného vyšetření. U téměř všech vyšetření musí být pacient lačný, nepije a nekouří. U defektografie však pacient musí dodržet speciální přípravu na vyšetření, která vyžaduje popíjení projímavé látky den před vyšetřením. Pokud to není nezbytně nutné, nepodávají se léky. Výjimku tvoří premedikace pro zabránění alergoidní reakce nebo nutnost analgosedace. Pacient musí být seznámen s postupem vyšetření, své porozumění a souhlas s vyšetřením stvrzuje podpisem informovaného souhlasu. (Nekula, 2003; Nejedlá, 2010)

Indikací pro skiaskopické vyšetření je mnoho, proto jsou zde uvedeny pouze nejčastější z nich. U gastrointestinálního traktu může být podezření na obstrukci gastrointestinálního traktu, dysfagie, podezření na hiátové hernie a divertikly, submukózní procesy nebo pylorostenóza. U enteroklýzy patří mezi indikace malabsorpce, meléna, Crohnova choroba a podezření na tumor. Indikacemi pro ERCP a PTC jsou obstrukce žlučových cest, tumory, stenóza Vaterské papily, záněty a zavádění drénu pro odvod žluče. Kontraindikace pro tato vyšetření jsou totožné jako u skiografie. (Nekula, 2003; Nejedlá, 2010)

1.6.3 Angiografie

Angiografie (AG) se řadí mezi bezpečné a přesné rentgenové metody, umožňuje zobrazení arteriálního nebo venózního řečiště za pomoci kontrastní látky. Základem je digitalizace skiaskopického obrazu a subtrakce obrazů před a po podání kontrastní látky. Mezi základní typy angiografického výkonu patří (Baum a Pentecost, 2006; O’rourke et al., 2010):

- diagnostický – abdominální AG, AG dolních a horních končetin, AG arcusaortae, AG karotid, AG vertebrálních tepen, panangiografie mozkových tepen;
- terapeutický – perkutánní transluminální angioplastika, implantace stentů, stentgraftů, terapeutická embolizace, lokální trombolýza;
- diagnosticko-terapeutický.

Angiografie je zavedení perkutánního katétru pomocí tzv. Seldingerovy metody přes přístupové arterie – femorální, radiální, axilární. Po dezinfekci a zarouškování místa vpichu se aplikuje lokální anestetikum. Poté lékař tenkostěnnou jehlou provádí punkci tepny. Pokud je punkce provedena správně, z konusu jehly pulzačně vytéká krev. V tuto chvíli je zaveden do tepny přes jehlu krátký vodič, po němž je jehla vytažena. Po krátkém vodiči lékař zavede zavaděč neboli sheath s chlopní, která je průchozí pouze ve směru tepny a zabraňuje tak úniku krve mimo cévní řečiště. Přes chlopeň sheathu je do cévy zaveden delší vodič (dle prováděného výkonu), po němž se zasunuje katétr až do místa určení. Během výkonu lékař dle potřeby aplikuje kontrastní látku. Díky pohyblivému C ramenu a nástřiku kontrastní látky dokáže lékař lokalizovat patologie, podle nichž se určuje další postup a potřebné instrumentárium. (Baum a Pentecost, 2006; O’rourke et al., 2010)

Příprava pacienta spočívá v řádné hydrataci, depilaci místa punkce, možnosti premedikace kortikoidy 20–40mg večer před výkonem a ráno v den zákroku. Pokud se jedná o diabetického pacienta, musíme kontrolovat glykemii, pacientovi s nefropatií se doporučuje podat acetylcysteinu. Pacient musí být lačný minimálně 4 hodiny před angiografií. Na angiografický sál pacient vstupuje bez kovových předmětů, bez oděvu jen v nemocničním andělu. (Baum a Pentecost, 2006)

Indikace k AG: akutní infarkt myokardu, cévní mozková mrtvice, stenóza/y arterií, chronická ischemická choroba dolních končetin, ischemie horních končetin, mozku, ateroskleróza, angina pectoris, stenóza bypassu, fibromuskulární dysplazie, syndrom horní duté žíly. (Krokidis et al., 2015)

Kontraindikace pro angiografické vyšetření, které by zákrok přímo vylučovaly, prakticky neexistují (mimo nestabilní stavy pacienta). K relativním kontraindikacím patří alergické reakce na kontrastní látku, akutní infekční stavy, poruchy hemokuagulace, gravidita, myelom, edém plic, ledvinová insuficience.(O'rouke et al., 2010)

Jako u téměř každého zákroku může dojít i zde ke komplikacím, avšak riziko vážných komplikací se pohybuje pod 1 % výkonů. Mezi komplikace u angiografického vyšetření můžeme zařadit např.:perforace arterie, hematom, trombóza femorální tepny nebo žíly, vmetek krevní sraženiny do periferie končetiny, nefropatie, encefalopatie a další. (O'rouke et al., 2010)

1.6.4 Výpočetní tomografie

Po rentgenu je velmi důležitou diagnostickou metodou výpočetní tomografie (CT), jelikož je možné díky rentgenovým paprskům neinvazivně zobrazit vnitřní tkáně a orgány s vysokým rozlišením a ve 3D. Vynálezcem CT je Godfrey Newbold Hounsfield, jenž za toto dostal i Nobelovu cenu. Vůbec první prototyp CT se začal užívat roku 1971. (Seeram, 2015)

Výpočetní tomografie je schopna pořídit transverzální tenké řezy u pacienta, který je položen na pohyblivém vyšetřovacím stole. Poté je zasunut do prstencové gantry tak, aby požadovaná část těla byla mezi rentgenkou a detektorem. Pro přesnost vyšetřovací oblasti se pořizuje topogram, na kterém se plánují řezy. Kolem pacienta se otáčí rentgenka a detektory, jež jsou pevně spojeny, a proto se vyskytují vždy naproti sobě. Detektory zaznamenávají záření po průchodu organismem. CT stanovuje hodnoty absorbovaného záření v minimálním objemu – voxel, a to tak, že paprsky X prochází voxellem v odlišných úhlech a PC dle matematických rovnic určí data, která se

promítnou na obrazovku ve stupních šedi – Housfieldových jednotkách (HU) určující míru absorpce záření v tkáni (denzit). (Vomáčka, 2015; Seeram, 2015)

1.6.5 Mamografie

Mamografie neboli zobrazování prsů patří mezi primární diagnostické metody při vyšetření ženských, ale i mužských prsou. Tato metoda je také jediná přijatelná pro screening karcinomu prsu. Při vyšetření se zhotovují dvě projekce a pokaždé se provádí u obou prsou v tzv. kraniokaudální a mediolaterální projekci. Nedílnou součástí, při provedení mamografie, je nutná komprese prsou zajišťující neměnnou tloušťku prsní tkáně. Pokud lékař vyhodnotí nález jako neurčitý, doplní se projekce o rolované snímky – sumace kraniokaudálních snímků, případně mediolaterální snímky pod jinými úhly. Indikacek mamografickému vyšetření jsou: screening karcinomu prsu u všech žen bez příznaků od 45 let jedenkrát za 2 roky, hmatné útvary v prsu a podpaží, změna tvaru či struktury prsu, sekrece výměšků z bradavky. Jedinou kontraindikací pro mamografii je gravidita a kojení. (Hashimoto, 2011; Seidl et al., 2012)

1.6.6 Ionizující záření ve stomatologii

U radiologie ve stomatologii se využívá obyčejná rentgenová technika, která má stále nastavení anodového napětí a anodového proudu. Rozlišujeme dvě hlavní možnosti a to intraorální a extraorální grafii. Při intraorální grafii využíváme krátký tubus s hliníkovým filtrem, který je nasazen na rentgenový přístroj. Do ústní dutiny je vložen malý film nebo senzor, v závislosti na stáří techniky, kterou má stomatolog k dispozici, který pacient přidržuje nebo skousne. Při základním snímkování chrupu se záznamové médium a centrální paprsek nastavují dle snímkovací techniky. U techniky pravoúhlé se senzor nastavuje tak, aby byl rovnoběžný se snímkováným zubem a centrální paprsek směřoval kolmo. Takto zhotovený rentgenový snímek je však značně zkreslený, a proto je lepší využití techniky tzv. půleného úhlu, kdy je senzor vychýlen mimo rovnoběžnou osu zubu, centrální paprsek se poté přizpůsobí. Při zobrazování korunek a okraje lůžka

zubu hovoříme o limbálním zastavení. Naopak pokud potřebujeme lépe znázornit kořeny chrupu, označujeme to jako apikální nastavení. (Krejčí, 2006; Vomáčka, 2015)

Při extraorální grafii se zhotovuje tzv. ortopantomogram, který panoramaticky zobrazuje dolní i horní čelist s temporo-mandibulárním kloubem. Záznamové médium o velikosti 15x30 cm se pohybuje po půlkruhové ose před obličejovou částí lebky a zároveň s ním se pohybuje v protisměru rentgenka za týlem vyšetřovaného. (Krejčí, 2006; Vomáčka, 2015)

1.7 Radiační ochrana

Radiační ochrana (RO) je oblast, jež chrání zdraví a životní prostředí před negativními účinky IZ. Hlavním orgánem státní správy ČR, který je bezprostředně podřízený vládě ČR, je Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). SÚJB je zodpovědný za správu užívání jaderné energie, IZ a také spravuje propagaci proti jaderným, biologickým a chemickým zbraním. Tento úřad byl zřízen 1. 1. 1993 a sídlí v Praze. Funkci předsedy, jenž je jmenován a případně odvolán vládou ČR, plní od 1. 11. 1999 Ing. Dana Drábová, Ph.D., dr.h.c.mult. Další organizací, která působí v ČR a zabývá se radiační ochranou, je Státní ústav radiační ochrany (SÚRO, v.v.i), jenž je zaměřen na odbornou činnost a výzkum. Právně je radiační ochrana zakotvena v zákonu č. 263/2016Sb., atomový zákon, který vstoupil v platnost 10. 8. 2016 a v účinnost 1. 1. 2017. Hlavním cílem RO je zabránit vzniku deterministických účinků a zároveň snížit na minimum riziko rozsahu stochastických účinků na uspokojivý stupeň pro jednotlivce a společnost. (SÚJB, 2018)

V radiační ochraně se dnes se uplatňují 4 nejdůležitější principy, a to: zdůvodnění, optimalizace, limitace dávky a bezpečnost zdrojů. Princip zdůvodnění říká, že každé lékařské ozáření musí mít dostatečně přijatelný přínos pro pacienta či společnost, aby bylo uspokojivě vyváжено poškození způsobené ozářením. V praktickém uplatnění se jedná nejdříve o rozvahu, zda je použití IZ nezbytně nutné, pokud se jeví jako správné, musí lékař stanovit jasnou a přesnou indikaci. Princip optimalizace – ALARA (as low as reasonable achievable), jehož cílem je zajištění, aby dávka, pravděpodobnost ozáření

a počet jedinců vystavených IZ, bylo co nejnižší s ohledem na současné odborné znalosti, hospodářské a sociální faktory. Princip limitace dávky je indikátorem četnosti k redukci celkového ozáření fyzického jedince z činností v oblasti záměrných expozičních okolností. (zákon č. 263/2016 Sb.; vyhláška č. 422/2016 Sb.) Kategorie a limity dávek jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Limity dávek, zdroj: vyhláška č. 422/2016 Sb.

Limit	Obecný	Radiologický pracovník	Student
Celkové ozáření	1 mSv/rok	20 mSv/rok	6 mSv/rok
	5 mSv/5let	100 mSv/5let	/
Oční čočka	15 mSv/rok	50 mSv/rok	15 mSv/rok
		100 mSv/5let	
Kůže (1cm ²)	50 mSv/rok	500 mSv/rok	150 mSv/rok
Prsty	/	500 mSv/rok	150 mSv/rok

Principu limitace dávky není podřízeno lékařské ozáření, ozáření z přírodních zdrojů a havarijní ozáření zasahujících osob. Pokud dojde k překročení limitu, zkoumají se příčiny, které vedly k jeho přesáhnutí, a zjišťuje se primární důvod – technická závada, chyba přístrojů či postupu, pochybení v dodržování RO, neúmyslné lidské pochybení apod. Princip bezpečnosti zdrojů se řídí postupy a povinnostmi uloženými atomovým zákonem pro ty, co užívají jadernou energii, manipulují s ní a s jaderným materiálem, nebo provádí činnost s IZ. Ten, kdo manipuluje se zdroji IZ, je povinen zajistit radiační ochranu v souladu s aktuální úrovní vědy, techniky a praktických zkušeností. (Statkiewicz et al., 2017; Sůkupová, 2018)

Důležitou součástí RO je dodržování kodexů a předpisů, správné jednání pracovníků, kontrolování stavebních úprav ve vyšetřovnách a technických podmínek pro užívání zdrojů IZ. S tím souvisejí i tři základní typy ochrany před IZ a to: čas, vzdálenost a stínění. Ochrana časem se opírá o skutečnost, že absorbovaná dávka IZ je přímo úměrná expozičnímu času, proto se snažíme omezit čas, po který je člověk vystaven IZ, např. střídání zaměstnanců na pracovišti. I ochrana vzdáleností se zakládá na faktu, že intenzita záření ubývá se čtvercem vzdálenosti. Čím dále se nacházíme od zdroje záření, tím se snižuje absorbovaná dávka. Ochranu stíněním poskytují materiály, které absorbují záření, jímž prochází. Nejvhodnějšími materiály k odstínění IZ na radiologickém pracovišti jsou olovo, beton a baryt. (Hušák, 2009)

Na radiologickém oddělení, kde pacienti podstupují vyšetření pomocí ionizujícího záření. Pacienti jsou tak vystaveni tzv. lékařskému ozáření. Pod pojmem lékařské ozáření je myšleno vystavení pacientů IZ u vyšetření, léčby nebo při ozáření osob dobrovolně účastnících se pokusů nezávadnosti metody užívající IZ či ozáření osob poskytujících pomoc fyzické osobě, která podstupuje lékařské ozáření. Do této kategorie také spadá ozáření při provádění pracovní služby a preventivních zdravotnických činností. (Súkupová, 2018)

2 Cíl práce a hypotézy

2.1 Cíle práce

Porovnání znalostí klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení Nemocnice Strakonice, a.s. a Nemocnice Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření.

2.2 Hypotézy

Znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření budou srovnatelné.

Znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření budou dosahovat 75 %.

3 Metodika

K vypracování teoretické části týkající se základních informací o IZ byla vykonána analýza a rešerše odborné literatury české, zahraniční a legislativy v dané problematice. Lokality k provedení dotazníkového šetření byly vybrány z důvodu umístění (Jihočeském kraj) a pro obdobné poměry obou nemocnic (finanční rozpočet, rozloha, počet zaměstnanců, počet ošetřených aj.) Pro splnění cílů a ověření hypotéz bylo provedeno kvantitativní dotazníkové šetření, které bylo určeno klientům radiologického oddělení v Nemocnici Písek a.s., a Nemocnice Strakonice a.s. Prošetřována byla informovanost klientů o IZ. Vytvořený dotazník (viz Příloha A) byl anonymní, pouze první dvě nečíslované otázky (věk, pohlaví) jsou informativního charakteru (viz tabulka 3, 4 a 5). Dotazník se skládal z 16 uzavřených otázek vztahujících se ke všeobecným znalostem o IZ, správná odpověď byla u každé otázky jen jedna. Průzkumu se zúčastnilo celkem 700 respondentů z obou nemocnic. Respondentům z Písku bylo rozdáno 350 dotazníků, požadavky na řádné vyplnění (označení pouze jedné správné odpovědi u jednotlivých otázek) splnilo 273 klientů, 77 dotazníků tedy nevyhovělo podmínkám správného vyplnění. Ve Strakonících bylo rozdáno 350 dotazníků, z nichž bylo k průzkumu využito 273. Z celkového počtu 278 správně vyplněných dotazníků bylo náhodně vyřazeno 5 dotazníků, zbylé množství, tedy 72 dotazníků, nebylo řádně vyplněno, a proto nebyly do šetření zařazeny. Získaná data z dotazníkového šetření byla převedena do digitální podoby a za pomoci programu Microsoft Excel 2007, byla zpracována do tabulek a grafů a dále vyhodnocena pomocí deskriptivní (formulace statistického šetření, škálování, měření a elementární statistické zpracování) a matematické statistiky (parametrické testování s aplikací dvouvýběrového t-testu). Vzhledem k množství získaných dat se předpokládá normální rozdělení. Před samotným provedením testů bylo potřeba získat vstupní data vyhodnocením odpovědních formulářů. Každá správná odpověď na danou otázku byla ohodnocena jedním bodem. Tato data představují četnosti správných odpovědí, které indikují úroveň znalostí každého z respondentů. Pro lepší přehlednost jsou níže uvedeny tabulky (tab. 2, 3, 4, 5, 6 a 7) s přehledem, zastoupení pohlaví, věkových kategorií a jednotlivých odpovědí souhrnně i v rámci jednotlivých nemocnic.

Tabulka 2: Přehled zastoupení pohlaví a věkových kategorií, zdroj: vlastní výzkum

Písek a Strakonice		
Pohlaví	Žena	283
	Muž	263
Věk	0 – 20 let	44
	21 – 30 let	208
	31 – 50 let	201
	51 let a výše	93

Tabulka 3: Přehled zastoupení pohlaví a věkových kategorií, zdroj: vlastní výzkum

Písek		
Pohlaví	Žena	141
	Muž	132
Věk	0 – 20 let	18
	21 – 30 let	99
	31 – 50 let	107
	51 let a výše	49

Tabulka 4: Přehled zastoupení pohlaví a věkových kategorií, zdroj: vlastní výzkum

Strakonice		
Pohlaví	Žena	142
	Muž	131
Věk	0 – 20 let	26
	21 – 30 let	109
	31 – 50 let	94
	51 let a výše	44

Tabulka 5: Přehled jednotlivých odpovědí Strakonice a Písek, zdroj: vlastní výzkum

Strakonice a Písek						
Otázka	Varianta odpovědi				Správná odpověď v procentech	Špatné odpovědi v procentech
	a	b	c	d		
1	107	141	154	158	27,50 %	72,50 %
2	123	142	144	151	21,96 %	78,04 %
3	126	118	200	116	20,71 %	79,29 %
4	150	132	117	161	23,57 %	76,43 %
5	146	119	107	188	26,07 %	73,93 %
6	178	130	119	133	23,75 %	76,25 %
7	111	145	183	121	19,82 %	80,18 %
8	126	105	168	161	18,75 %	81,25 %
9	123	146	139	152	26,07 %	73,93 %
10	94	156	134	176	31,43 %	68,57 %
11	145	156	150	109	27,86 %	72,14 %
12	111	156	146	147	26,07 %	73,93 %
13	133	128	141	158	25,18 %	74,82 %
14	135	152	111	161	24,11 %	75,71 %
15	121	154	140	145	25,89 %	74,11 %
16	127	144	165	124	29,46 %	70,54 %

Tabulka 6: Přehled jednotlivých odpovědí Písek, zdroj: vlastní výzkum

Písek						
Otázka	Varianta odpovědi				Správné odpovědi v procentech	Špatné odpovědi v procentech
	a	b	c	d		
1	38	73	77	85	28,21 %	71,79 %
2	52	82	64	75	19,05 %	80,95 %
3	49	59	108	57	20,88 %	79,12 %
4	87	62	48	76	22,71 %	77,29 %
5	86	53	39	95	31,50 %	68,50 %
6	103	59	61	50	18,32 %	81,68 %
7	46	69	86	72	16,85 %	83,15 %
8	60	41	86	86	15,02 %	84,98 %
9	43	68	62	100	24,91 %	75,09 %
10	48	80	59	86	31,50 %	68,50 %
11	71	88	57	57	32,23 %	67,77 %
12	46	63	77	87	28,21 %	71,79 %
13	64	69	73	67	26,74 %	73,26 %
14	50	79	57	87	18,32 %	81,68 %
15	70	66	78	59	21,61 %	78,39 %
16	60	83	68	62	24,91 %	75,09 %

Tabulka 7: Přehled jednotlivých odpovědí Strakonice, zdroj: vlastní výzkum

Strakonice						
Otázka	Varianta odpovědi				Správná odpověď v procentech	Špatné odpovědi v procentech
	a	b	c	d		
1	69	68	77	73	26,83 %	73,17 %
2	71	60	80	76	24,74 %	75,26 %
3	77	59	92	59	20,56 %	79,44 %
4	63	70	69	85	24,39 %	75,61 %
5	60	66	68	93	20,91 %	79,09 %
6	75	71	58	83	28,92 %	71,08 %
7	65	76	97	49	22,65 %	77,35 %
8	66	64	82	75	22,30 %	77,70 %
9	80	78	77	52	27,18 %	72,82 %
10	46	76	75	90	31,36 %	68,64 %
11	74	68	93	52	23,69 %	76,31 %
12	65	93	69	60	24,04 %	75,96 %
13	69	59	68	91	23,69 %	76,31 %
14	85	73	54	74	29,62 %	70,03 %
15	51	88	62	86	29,97 %	70,03 %
16	67	61	97	62	33,80 %	66,20 %

3.1 Statistické zpracování dotazníkového šetření

Formulace statistického šetření

HNJ (hromadný náhodný jev) – informovanost klientů o ionizujícím záření na radiologickém oddělení

SJ (statistická jednotka) – klienti radiologického oddělení

SZ (statistický znak) – počet správných odpovědí

HSZ (hodnoty statistického znaku) – 0 až 16 správných odpovědí

ZSS (základní statistický soubor) – 273 klientů

VSS (výběrový statistický soubor) = ZSS

Škálování, měření a elementární statistické zpracování

Ke škálování bylo užito metrické kvantitativní škály (viz Tabulka 2).

Tabulka 8: Škálování dat z dotazníkového šetření; zdroj: vlastní výzkum

Škálování výsledků z dotazníkového šetření			
Skupina	počet správných odpovědí	Počet respondentů se správnou odpovědí	
		Písek	Strakonice
1	1 a méně	21	14
2	2	46	29
3	3	57	54
4	4	64	64
5	5	41	61
6	6	23	27
7	7	11	17
8	8	6	5
9	9	4	2

Pro stanovení počtu k prvků škály, bylo použito Sturgesovo pravidlo. Aplikace Sturgesova pravidla: obecný vzorec – $k = 1 + 3,3 * \log_{10} n$; kde k , je prvek škály a n je rozsah VSS

$$\text{výpočet } -k = 1 + 3,3 * \log_{10} 273 = 9,04 \doteq 9$$

Výsledky měření byly dále zpracovány do tabulek elementárního statistického zpracování o osmi sloupcích (viz Tabulka 3 a 4).

Tabulka 9: Elementární statistické zpracování Písek, zdroj: vlastní výzkum

Elementární statistické zpracování Písek							
x_i	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	21	0,08	21	21	21	21	21
2	46	0,17	67	92	184	368	736
3	57	0,21	124	171	513	1539	4617
4	64	0,23	188	256	1024	4096	16384
5	41	0,15	229	205	1025	5125	25625
6	23	0,08	252	138	828	4968	29808
7	11	0,04	263	77	539	37773	26411
8	6	0,02	269	48	384	3072	24576
9	4	0,01	273	36	324	2916	26244
Σ	273	1		1044	4842	25878	154422

Tabulka 10: Elementární statistické zpracování Strakonice, zdroj: vlastní výzkum

Elementární statistické zpracování Strakonice							
x_i	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	14	0,05	15	14	14	14	14
2	29	0,11	43	58	116	232	464
3	54	0,20	97	162	486	1458	4374
4	64	0,23	118	256	1024	4096	16384
5	61	0,22	222	305	1525	7625	38125
6	27	0,10	88	162	972	5832	34992
7	17	0,06	266	119	833	5831	40817
8	5	0,02	271	40	320	2560	20480
9	2	0,01	273	18	162	1458	13122
Σ	273	1		1134	5452	29106	168772

Parametrické testování – aplikace dvouvýběrového t-testu

Pro parametrické testování bylo zvoleno dvouvýběrového t-testu se stanovením nulové (H_0) a alternativní hypotézy (H_a). Nezbytností k výpočtu t-testu je znalost základních empirických parametrů viz tabulka 5, jež reprezentují klienty radiologických oddělení Strakonice (index 1) a Písek (index 2).

Tabulka 11: Základní empirické parametry; zdroj: vlastní výzkum

Základní empirické parametry			
		Strakonice	Písek
průměr	O_1	4,15	3,81
průměr [%]		26%	24%
median	Me	4	4
průměrná odchylka	C_2	1,32	1,41
průměrná odchylka[%]		0,48%	0,61%
směrodatná odchylka	S_x	1,66	1,79
směrodatná odchylka[%]		0,52%	0,66%

H_0 : Průměrná úroveň znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření jsou shodné.

H_a : Průměrná úroveň znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření se odlišují.

Pro VSS_1 platí hodnoty:

$$\mu_1 = O_1 = 4,15$$

$$\sigma_1 = S_{x_1} = 1,66$$

Pro VSS_2 platí hodnoty:

$$\mu_2 = O_2 = 3,81$$

$$\sigma_2 = S_{x_2} = 1,79$$

Aplikace dvojitý výběrového t-testu a výpočet experimentální hodnoty:

$$t_{exp} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_{x_1}^2 + (n_2 - 1)S_{x_2}^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} = 2,3$$

Stanovení kritického oboru W a jeho vyhodnocení:

$$W = (-\infty; -t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2)) \cup \langle t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2); \infty \rangle = \\ (-\infty; -t_{548}(0,025)) \cup \langle t_{548}(0,025); \infty \rangle = (-\infty; -1,96) \cup \langle 1,96; \infty \rangle$$

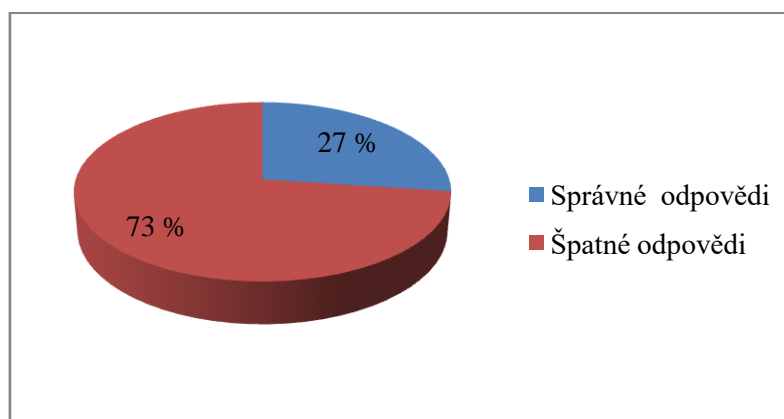
Protože t_{exp} je prvkem kritického oboru W , zamítáme hypotézu H_0 na zvolené hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Můžeme se tedy přiklonit k alternativní hypotéze H_a . Lze tedy tvrdit, že průměrná úroveň znalostí klientů se u obou nemocnic odlišuje.

4 Výsledky

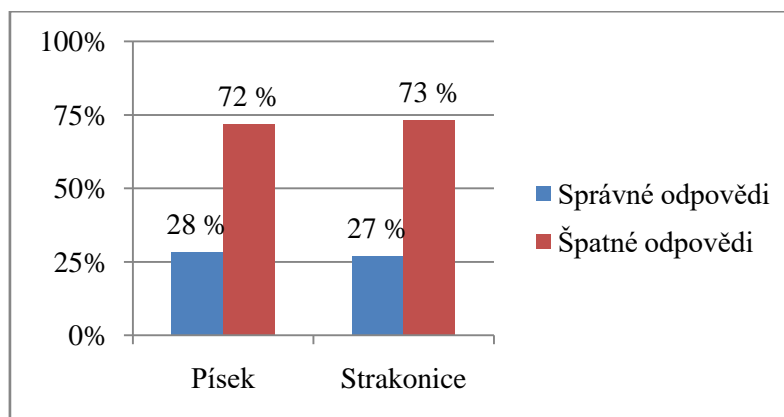
K interpretaci výsledků kvantitativního výzkumu jsou použity grafy, jež znázorňují procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých otázek. První graf hodnotí procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí u všech respondentů, druhý graf znázorňuje procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí z Nemocnice Písek a.s. a Nemocnice Strakonice a.s.

1) Ionizující záření je:

- a) proud rádiového nebo mikrovlnného vlnění
- b) proud ultrafialového nebo infračerveného záření
- c) proud hmotných částic nebo elektromagnetického záření**
- d) laserové záření, ultrazvuk



Graf 1: Přehled odpovědí u otázky č. 1, zdroj: vlastní výzkum



Graf 2: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 1, zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 1 byla správně zodpovězena 27 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 73 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 1 se správně vyjádřilo 28 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 27 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

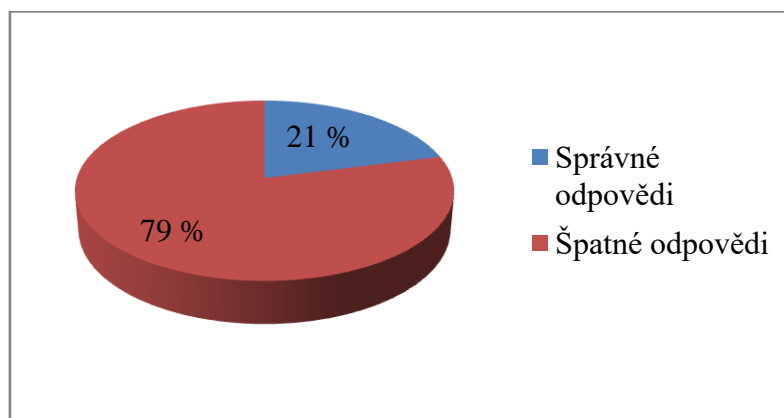
2) Typy ionizujícího záření jsou:

a) α , β , γ , RTG, neutronové

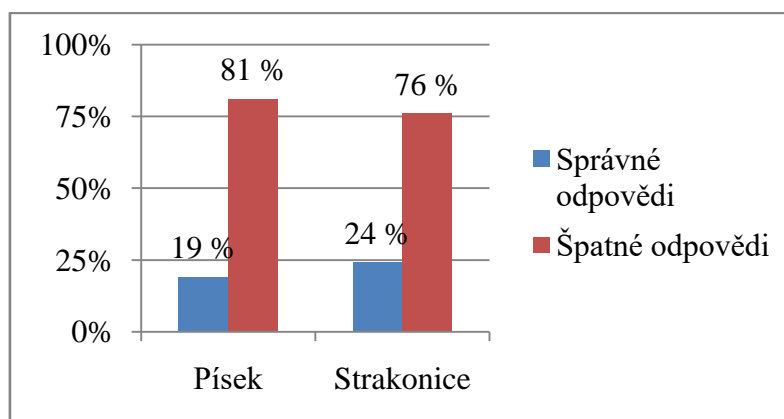
b) a, b, c, d

c) slabé, střední, silné

d) jednoduché, dvojité, trojitě



Graf 3: Přehled odpovědí u otázky č. 2, zdroj: vlastní výzkum



Graf 4: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 2, zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 2 byla správně zodpovězena 21 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 79 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 2 se správně vyjádřilo 19% respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 24 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

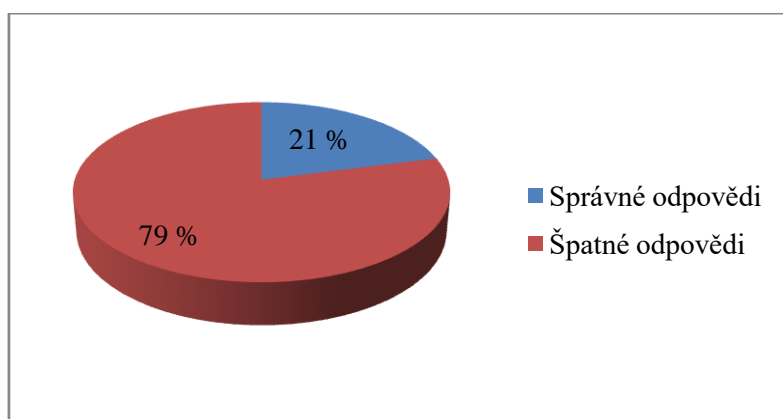
3) Umělé zdroje záření jsou:

a) kosmické záření, sluneční záření a přírodní radioizotopy

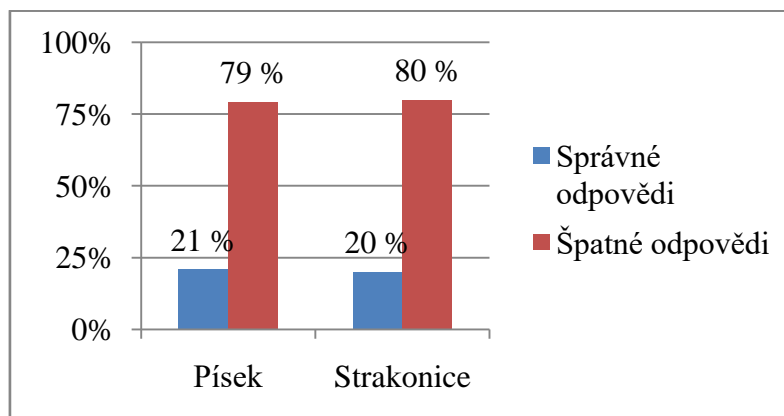
b) mikrovlnné trouby, ultrazvukové přístroje, reflektory

c) jen jaderné zbraně a reaktory

d) urychlovače částic, jaderné zbraně, jaderné reaktory, radiofarmaka



Graf 5: Přehled odpovědí u otázky č. 3, zdroj: vlastní výzkum

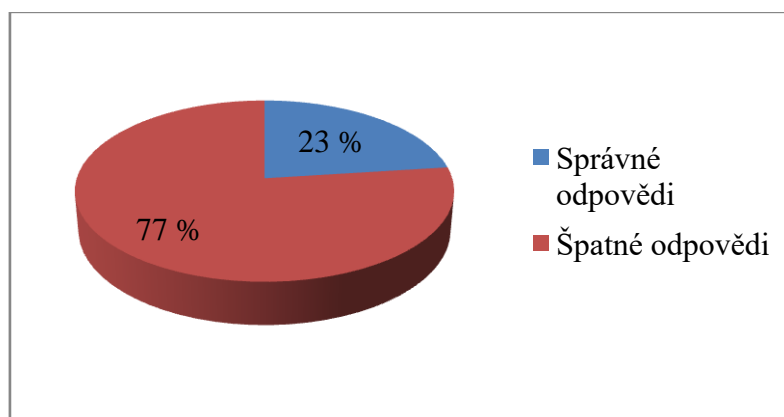


Graf 6: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 3, zdroj: vlastní výzkum

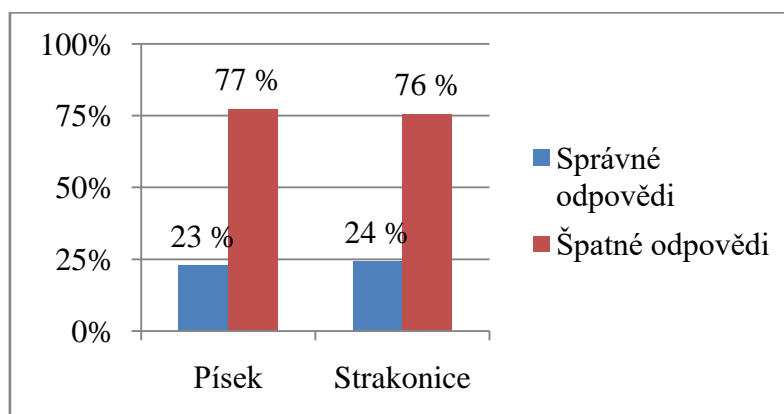
Otázka č. 3 byla správně zodpovězena 21 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 79 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 3 se správně vyjádřilo 21 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 20 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

4) Ionizující záření můžeme zaznamenat:

- a) lidským okem
- b) dozimetry**
- c) brýlemi s nočním viděním
- d) nemůžeme zaznamenat



Graf 7: Přehled odpovědí u otázky č. 4, zdroj: vlastní výzkum

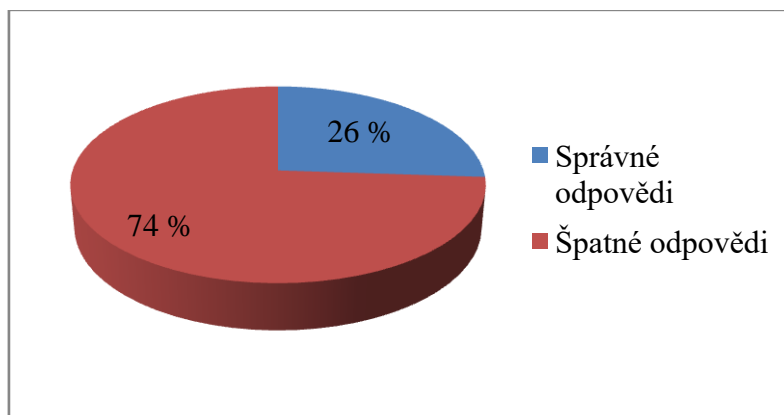


Graf 8: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 4, zdroj: vlastní výzkum

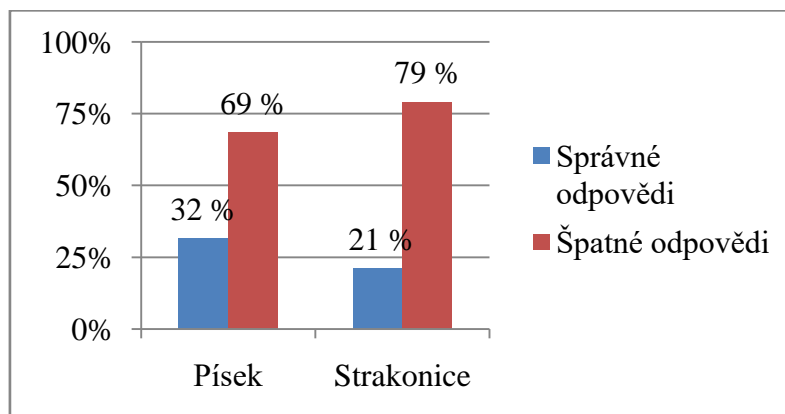
Otázka č. 4 byla správně zodpovězena 23 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 77 % z obou nemocnic. K otázce č. 4 se správně vyjádřilo 23 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 24 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

5) Je člověk vystaven účinkům ionizujícímu záření v přírodě?

- a) ano, z kosmického záření, hornin, vzduchu, jídla a pití
- b) ne, jsme chráněni, pokud používá krémy s vysokým ochranným faktorem
- c) pouze pokud se vystavuje nadměrně slunečním paprskům
- d) jen v zemích, kde je oslabená ozonová vrstva



Graf 9: Přehled odpovědí u otázky č. 5, zdroj: vlastní výzkum

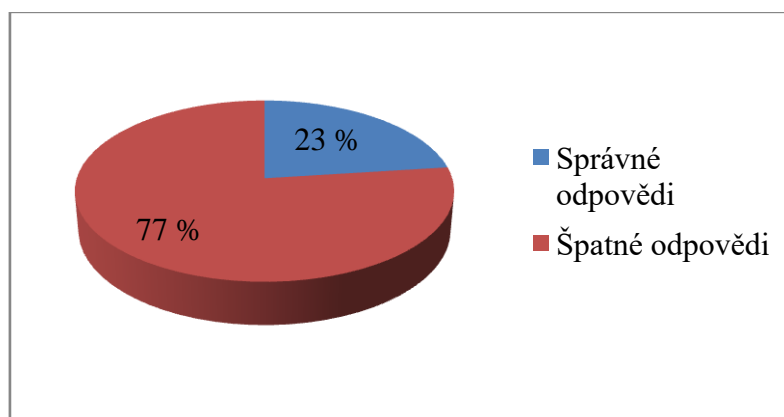


Graf 10: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 5, zdroj: vlastní výzkum

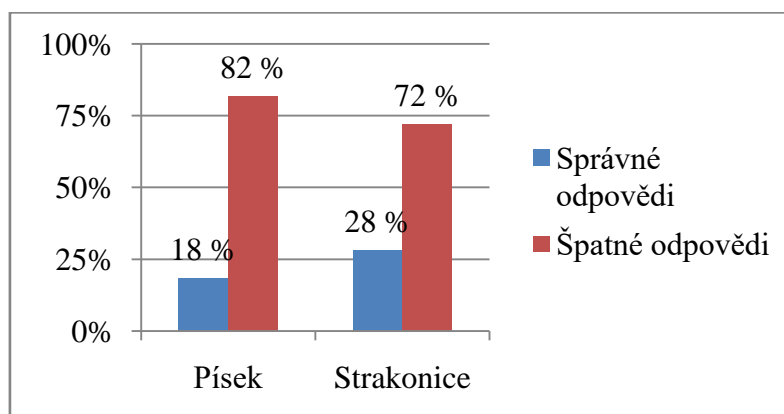
Otázka č. 5 byla správně zodpovězena 26 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 74 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 5 se správně vyjádřilo 32 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 21 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

6) Jaké diagnostické metody využívají ionizující záření?

- a) endoskopie, ultrazvuk
- b) ultrazvuk, magnetická rezonance
- c) všechna vyšetření požívají ionizující záření
- d) CT, RTG, mamografie**



Graf 11: Přehled odpovědí u otázky č. 6, zdroj: vlastní výzkum



Graf 12: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 6, zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 6 byla správně zodpovězena 23 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 77 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 6 se správně vyjádřilo 18 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 28 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

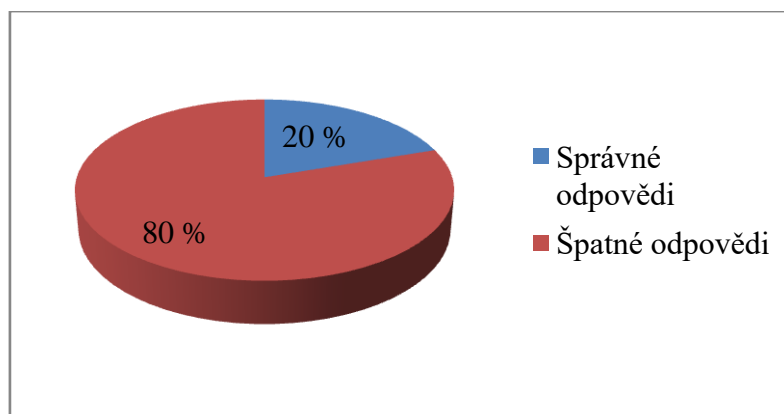
7) Jaké jsou základní ochranné pomůcky při diagnostickém vyšetření pomocí ionizujícího záření?

a) olověné vesty, zástěrky, krytí na pohlavní orgány

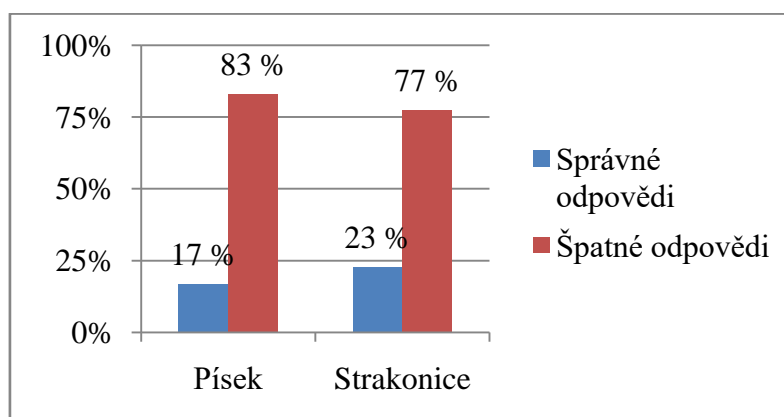
b) jodové tablety a speciální léky

c) ochranné pomůcky, kterými se kryjí jen pohlavní orgány

d) plexisklo před pacientem, latexové rukavice, sluneční brýle



Graf 13: Přehled odpovědí u otázky č. 7, zdroj: vlastní výzkum



Graf 14: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 7, zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 7 byla správně zodpovězena 20 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 80 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 7 se správně vyjádřilo 17 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 23 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

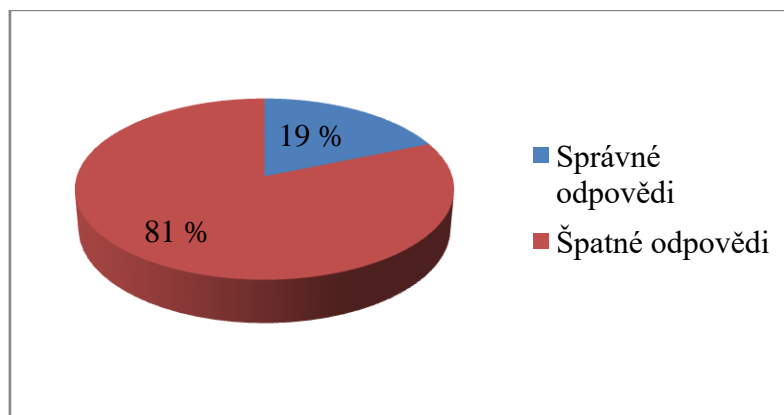
8) Jaké radionuklidy se nejčastěji využívají ve zdravotnictví?

a) uran, plutonium, radium

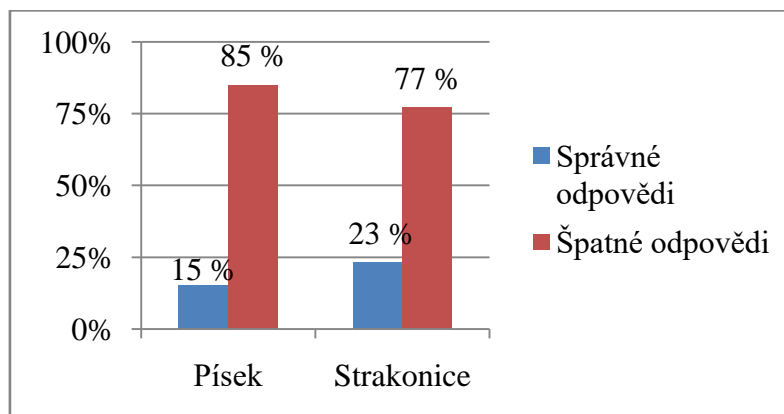
b) kobalt, stroncium, jod

c) neon, xenon, argon

d) arzen, astat, azbest



Graf 15: Přehled odpovědí u otázky č. 8, zdroj: vlastní výzkum

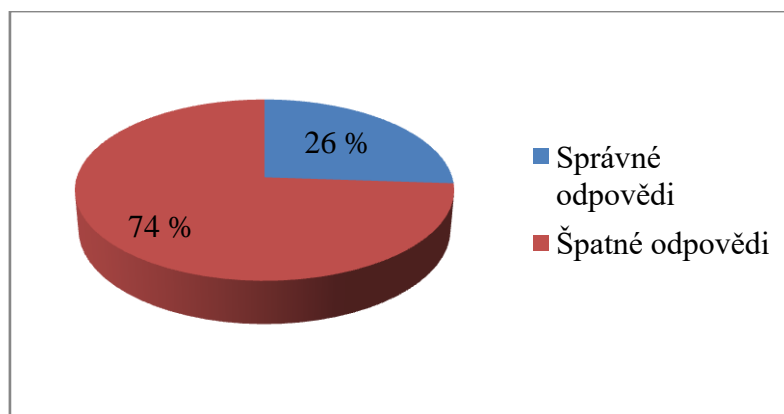


Graf 16: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 8, zdroj: vlastní výzkum

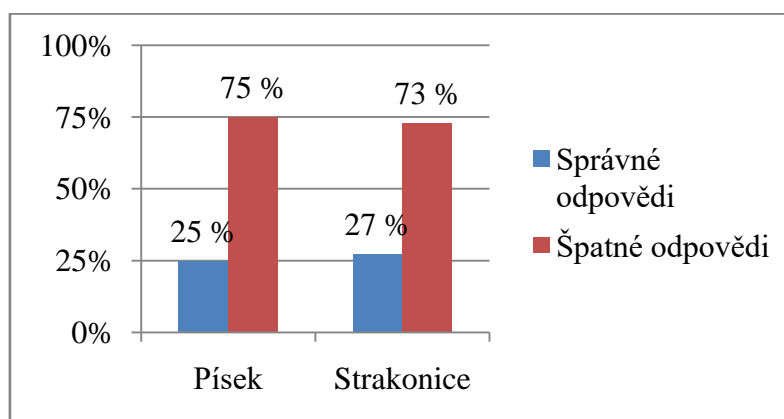
Otázka č. 8 byla správně zodpovězena 19 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 81 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 8 se správně vyjádřilo 15 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 23 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

9) Atomový zákon je:

- a) zákon o provozu jaderných elektráren
- b) zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření**
- c) zákon o fyzikální teorii ionizujícího záření
- d) zákon o vlastnostech atomu



Graf 17: Přehled odpovědí u otázky č. 9, zdroj: vlastní výzkum

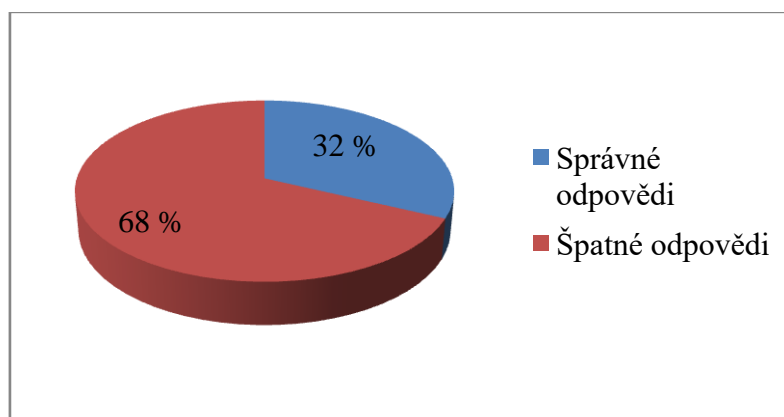


Graf 18: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 9, zdroj: vlastní výzkum

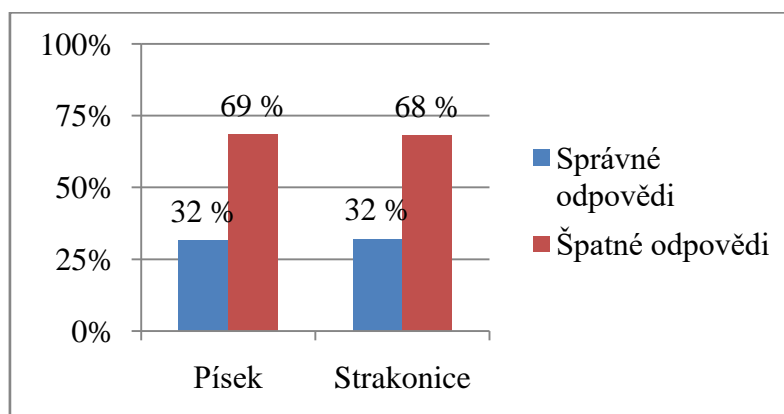
Otázka č. 9 byla správně zodpovězena 26 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 74 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 9 se správně vyjádřilo 25 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 27 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

10) Jaké jsou základní principy ochrany před ionizujícím zářením?

- a) využití dozimetřů
- b) zvýšení přísunu vitamínu C
- c) využití vzduchotechniky se speciálními filtry
- d) ochrana časem, vzdáleností, stíněním**



Graf 19: Přehled odpovědí u otázky č. 10, zdroj: vlastní výzkum

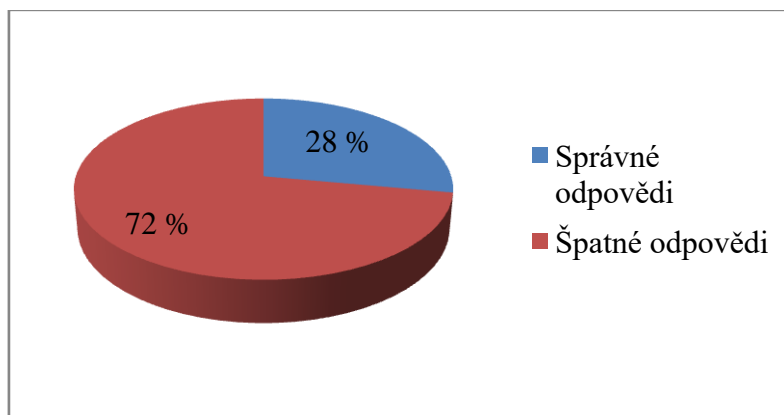


Graf 20: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 10, zdroj: vlastní výzkum

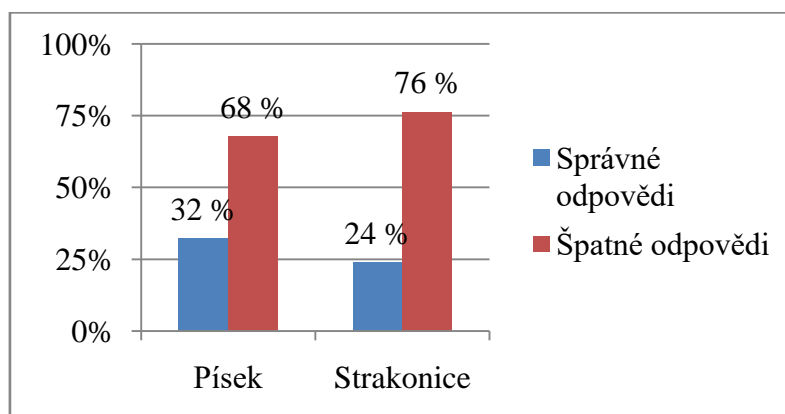
Otázka č. 10 byla správně zodpovězena 32 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 68 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 10 se správně vyjádřilo 31 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 32 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

11) Zakroužkujte prosím, co tento znak podle Vás znamená:

- a) výbušné prostředí
- b) mezinárodní znak radioaktivity
- c) znak jaderné elektrárny
- d) znak toxicity



Graf 21: Přehled odpovědí u otázky č. 11, zdroj: vlastní výzkum

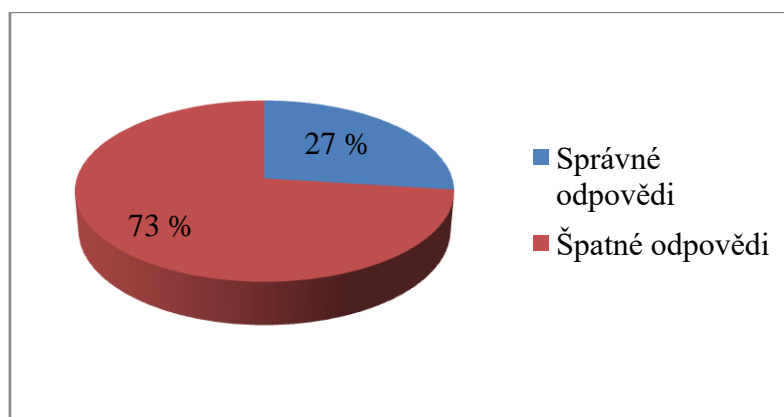


Graf 22: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 11, zdroj: vlastní výzkum

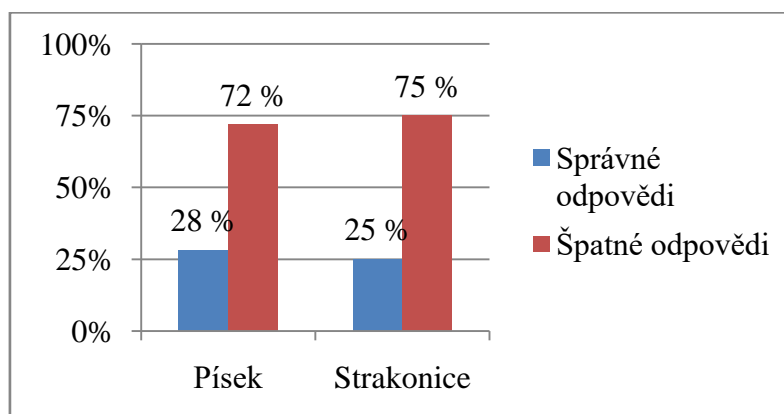
Otázka č. 11 byla správně zodpovězena 28 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 72 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 11 se správně vyjádřilo 32 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 24 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

12) Co znamená pojem „radiční ochrana“

- a) nový název pro branné cvičení
- b) název obchodu s ochrannými pomůckami
- c) principy, kritéria a přístupy pro ochranu zdraví před ionizujícím zářením**
- d) postup pro evakuaci při jaderné havárii



Graf 23: Přehled odpovědí u otázky č. 12, zdroj: vlastní výzkum

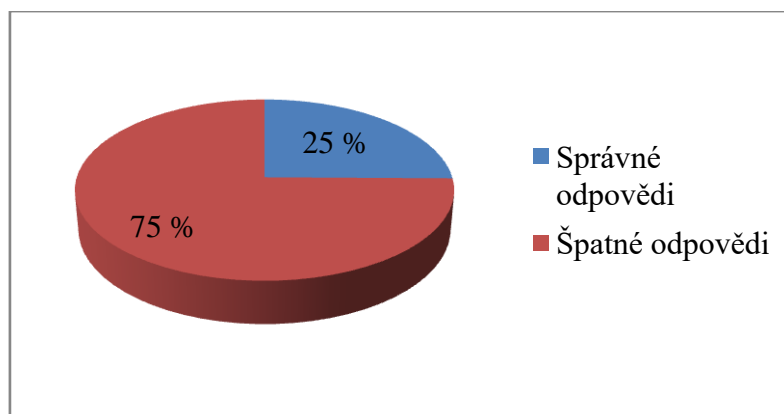


Graf 24: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 12, zdroj: vlastní výzkum

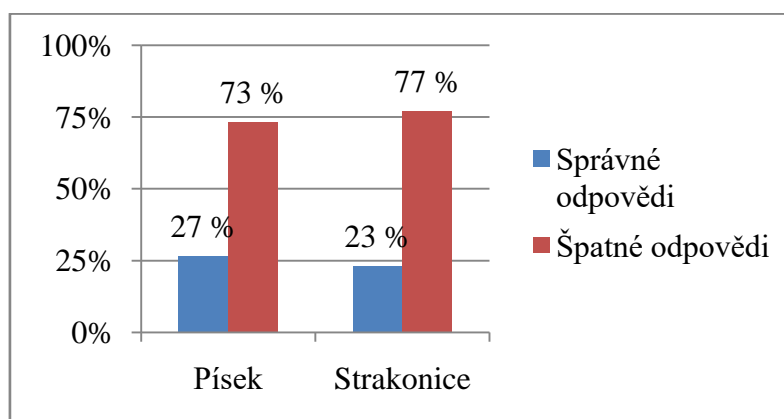
Otázka č. 12 byla správně zodpovězena 27 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 73 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 12 se správně vyjádřilo 28 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 25 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

13) Co je CT vyšetření?

- a) odlišný název vyšetření pro magnetickou rezonanci
- b) zobrazovací metoda krevního řečiště po aplikaci kontrastní látky a expozici záření
- c) statická zobrazovací metoda, která využívá ionizující záření k zobrazení lidského těla v tenkých vrstvách**
- d) zobrazovací metoda registrující ultrazvuk odražený od tkáně



Graf 25: Přehled odpovědí u otázky č. 13, zdroj: vlastní výzkum

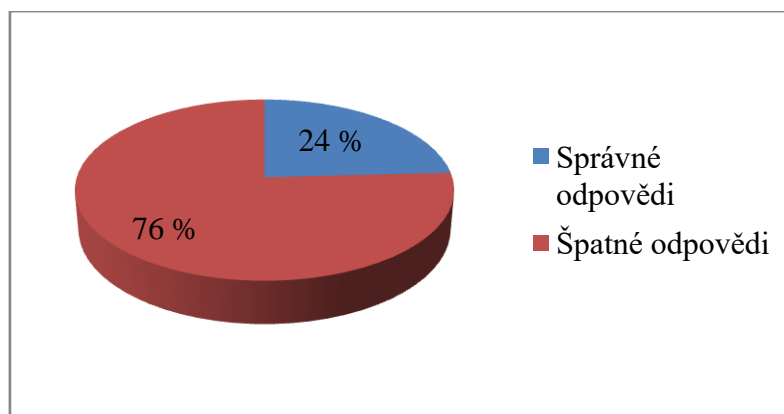


Graf 26: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 13, zdroj: vlastní výzkum

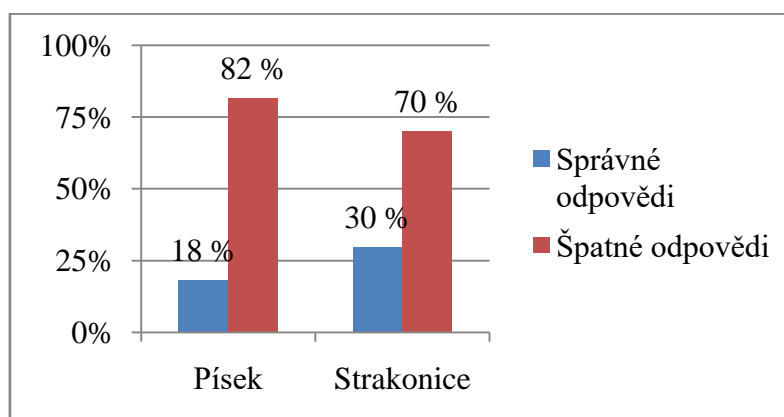
Otázka č. 13 byla správně zodpovězena 25 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 75 % respondentů z obou nemocnic. K otázce č. 13 se správně vyjádřilo 27 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 23 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

14) Co je angiografie?

- a) zobrazovací metoda krevního řečiště po aplikaci kontrastní látky a expozici záření
- b) dynamická zobrazovací metoda, která využívá ionizující záření
- c) statická zobrazovací metoda, která využívá ionizující záření
- d) zobrazovací metoda registrující ultrazvuk odražený od tkáně



Graf 27: Přehled odpovědí u otázky č. 14, zdroj: vlastní výzkum

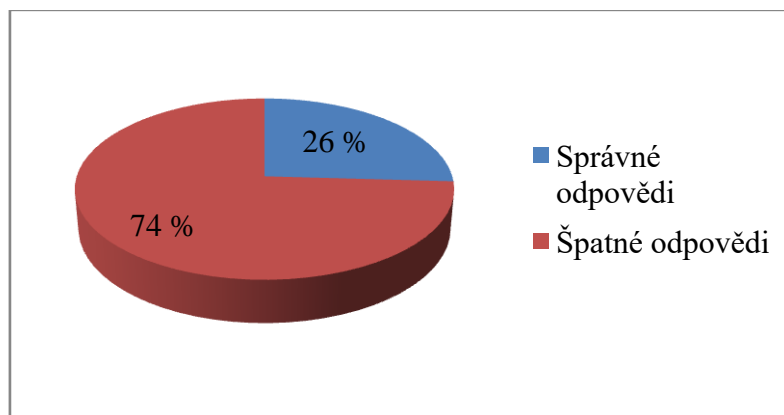


Graf 28: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 14, zdroj: vlastní výzkum

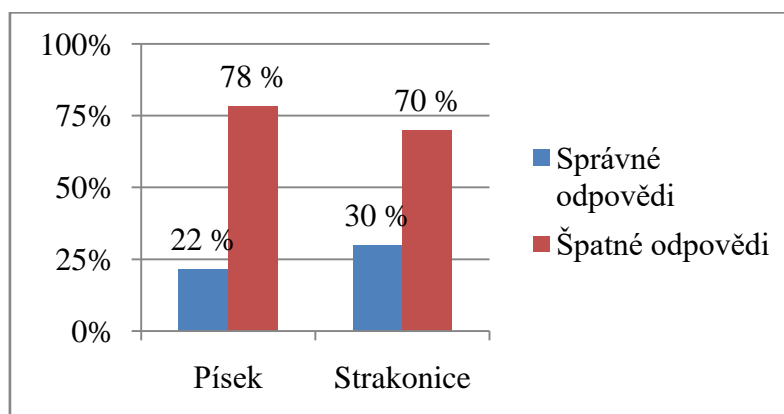
Otázka č. 14 byla správně zodpovězena 24 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 76 % z obou nemocnic. K otázce č. 14 se správně vyjádřilo 18 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 30 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

15) Účinky záření na lidský organismus jsou:

- a) epilepsie, ztráta paměti, kardiovaskulární onemocnění
- b) pouze nádorová onemocnění
- c) nemá vliv na lidské zdraví
- d) poškození plodu, nádory, genetické změny**



Graf 29: Přehled odpovědí u otázky č. 15, zdroj: vlastní výzkum

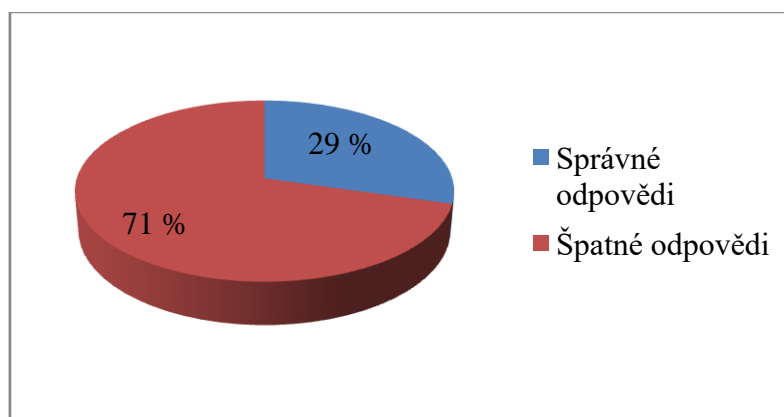


Graf 30: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 15, zdroj: vlastní výzkum

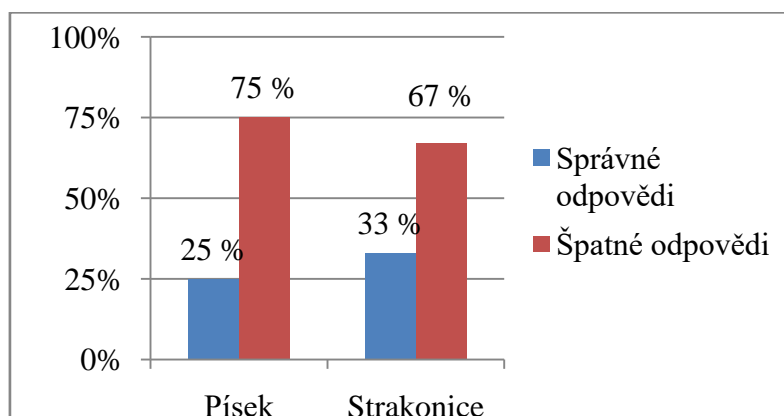
Otázka č. 15 byla správně zodpovězena 26 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 74 % z obou nemocnic. K otázce č. 15 se správně vyjádřilo 22 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 30 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

16) Dozimetrie je:

- a) přírodní zdroj ionizujícího záření
- b) nemoc způsobená ionizujícím zářením
- c) způsob detekce ionizujícího záření**
- d) způsob ochrany před ionizujícím zářením



Graf 31: Přehled odpovědí u otázky č. 16, zdroj: vlastní výzkum



Graf 32: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 16, zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 16 byla správně zodpovězena 29 % respondenty. Naopak chybné odpovědi označilo 71 % z obou nemocnic. K otázce č. 16 se správně vyjádřilo 25 % respondentů z Nemocnice Písek a.s. a 33 % respondentů z Nemocnice Strakonice a.s.

5 Diskuze

V praktické části bakalářské práce jsem zkoumala informovanost klientů o ionizujícím záření na radiologických odděleních v Nemocnicích Písek, a.s., a Strakonice a.s. S ionizujícím zářením se totiž setkáváme po celý náš život, vyšetření za pomoci IZ je jednou z prvních voleb při traumatech, tudíž by nejen klienti, ale i široká veřejnost měla být informována alespoň na primární úrovni této problematiky. Pro zjištění rozsahu informovanosti klientů na radiologických odděleních byl proveden dotazníkový průzkum, jehož se zúčastnilo celkem 700 klientů Nemocnic Písek a.s., a Strakonice a.s., avšak ne všichni vyhověli podmínce správného vyplnění dotazníku, viz kapitola 3 Metodika; strana 30.

5.1 Diskuze k jednotlivým otázkám

Dotazník, který byl předložen klientům nemocnic, byl tvořen 16 číslovanými otázkami, které se týkaly ionizujícího záření. Dotazník také obsahoval 2 nečíslované otázky informativního charakteru týkající se pohlaví a věkové kategorie. Každá z 16 otázek nabízela 4 možné odpovědi, avšak pouze jedna z nich byla správná.

První otázka zjišťovala, zda dotazovaní respondenti vědí, co je ionizující záření. Správnou odpovědí byla možnost *c) proud hmotných částic nebo elektromagnetického záření*, tuto odpověď zvolilo celkem 28 % klientů Nemocnice Písek, a.s. a 27 % Nemocnice Strakonice, a.s. Z těchto údajů vyplývá, že ani jedna z obou skupin respondentů nedosáhla hranice 75 % správné odpovědi (viz Graf 33)

Druhá otázka se zabývala typy ionizujícího záření, zde se nacházela správná odpověď pod písmenem *a) α , β , γ , RTG, neutronové*. Správnou odpověď označilo celkem 21 % dotazovaných respondentů. Z radiologického oddělení Nemocnice Písek, a.s. označilo správnou odpověď 19 % respondentů a z Nemocnice Strakonice, a.s. 24 % respondentů. Pětasedmdesátiprocentní hranice správnosti odpovědí opět nebylo dosaženo.

Ve třetí otázce jsem se ptala, jaké jsou umělé zdroje ionizujícího záření. Zde byla správná odpověď *d) urychlovače částic, jaderné zbraně, jaderné reaktory*,

radiofarmaka, tuto variantu označilo celkem 21 % respondentů. Správně se vyjádřilo 21 % klientů z Nemocnice Písek, a.s. a 20 % klientů z Nemocnice Strakonice, a.s.

Čtvrtá otázka se týkala zaznamenávání ionizujícího záření, kdy správná odpověď byla *b) dozimetry*. Z celkového množství dotazovaných tuto odpověď zvolilo 23 %, klientů z Nemocnice Písek, a.s. se vyjádřilo 23 % správně a 24 % z Nemocnice Strakonice, a.s.

Pátá otázka zněla: Je člověk vystaven účinkům ionizujícímu záření v přírodě? Správnou odpověď *a) ano, z kosmického záření, hornin, vzduchu, jídla a pití* volilo celkem 26 % respondentů. Z Nemocnice Písek, a.s. označilo správnou odpověď 32 % klientů, 21 % klientů z Nemocnice Strakonice, a.s.

Šestou otázkou jsem se dotazovala na diagnostické metody využívající IZ. Správnou odpovědí bylo písmeno *d) CT, RTG, mamografie*, kterou označilo 23 % všech dotazovaných. Úspěšnost v Nemocnici Písek, a.s. byla pouze v 18 % a v Nemocnici Strakonice, a.s. 28 %.

Otázkou sedmou bylo zjišťováno, zda klienti radiologických oddělení znají základní ochranné pomůcky při diagnostickém vyšetření pomocí ionizujícího záření. Na tuto otázku byla správná odpověď *a) olověné vesty, zástěrky, krytí na pohlavní orgány*, již uvedlo 20 % z celkového počtu dotazovaných klientů. V Písku uvedlo vyhovující odpověď 17 % klientů, ve Strakonících 23 % klientů.

Otázka osmá zjišťovala, jaké radionuklidy se nejčastěji využívají ve zdravotnictví, správnou odpovědí bylo *b) kobalt, stroncium, jod*. Tuto odpověď označilo 19 % klientů z obou nemocnic. Vyhovující odpověď v Nemocnici Písek, a.s. uvedlo 15 % dotazovaných, v Nemocnici Strakonice, a.s. 23 %. Již se nacházíme v polovině dotazníku a stále nebyla překročena 75% hranice úspěšnosti což, je velice zneklidňující.

Devátá otázka se týkala atomového zákona, kde respondenti měli označit správnou otázku *b) zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření*, ze všech dotazovaných tuto odpověď uvedlo 26 %. V Nemocnici Písek, a.s. uvedlo správnou odpověď 25 % dotazovaných, ve Strakonících pak 27 %.

Desátou otázkou jsem se ptala na základní principy ochrany před ionizujícím zářením, kde byla správná odpověď pod písmenem *d) ochrana časem, vzdáleností*,

stíněním. Správnou odpověď v dotazníku uvedlo 32 % všech dotazovaných respondentů, stejné procento tj. 32 % jako správnou otázku uvedli respondenti jak v Nemocnici Strakonice, a.s., tak v Nemocnici Písek a.s. V porovnání s bakalářskou prací Romany Dvořákové (2010), jež prováděla výzkum mezi laickou veřejností, byla u obdobné otázky pouze 15% úspěšnost.

V jedenácté otázce měli klienti zakroužkovat, co podle nich znamená znak vyobrazený na obrázku (viz Příloha, otázka 11), správnou odpovědí bylo *b) mezinárodní znak radioaktivity*, kterou označilo 28 % všech klientů. V jednotlivých nemocnicích pak odpovědělo správně 32 % klientů z Písku a 24 % ze Strakonic. V bakalářské práci Jany Švagrikové, uvedlo 42 % klientů, radiologického oddělení v Brně, správnou odpověď.

Otázka označená číslem 12 se zabývala pojmem radiační ochrana, přesněji co tento pojem znamená. Za správnou odpověď označilo: *c) principy, kritéria a přístupy pro ochranu zdraví před ionizujícím zářením*, označilo 27 % všech dotazovaných. V Nemocnici Písek, a.s. pak označilo správnou odpověď 28 % respondentů a v Nemocnici Strakonice, a.s. 25 % respondentů.

Třináctou otázkou jsem se ptala, co je CT vyšetření, kde správnou odpověď, *c) statická zobrazovací metoda, která využívá ionizující záření k zobrazení lidského těla v tenkých vrstvách*, označilo 25 % všech dotazovaných klientů. V Nemocnici Písek, a.s. označilo správnou odpověď 27 % klientů a 23 %, v Nemocnici Strakonice, a.s.

Čtrnáctá otázka zjišťovala co je angiografie, pro niž správná odpověď byla *a) zobrazovací metoda krevního řečiště po aplikaci kontrastní látky a expozici záření*. Správnou odpověď uvedlo 24 % všech dotazovaných, v Nemocnici Písek, a.s. 18 % dotazovaných a v Nemocnici Strakonice, a.s. 30 % dotazovaných.

Patnáctá otázka se zabývala účinky na lidský organismus se správnou odpovědí *d) poškození plodu, nádory, genetické změny*, tuto odpověď zvolilo 26 % respondentů. V Nemocnici Písek, a.s. volilo tuto odpověď 22 % respondentů, v Nemocnici Strakonice, a.s. 30 % respondentů.

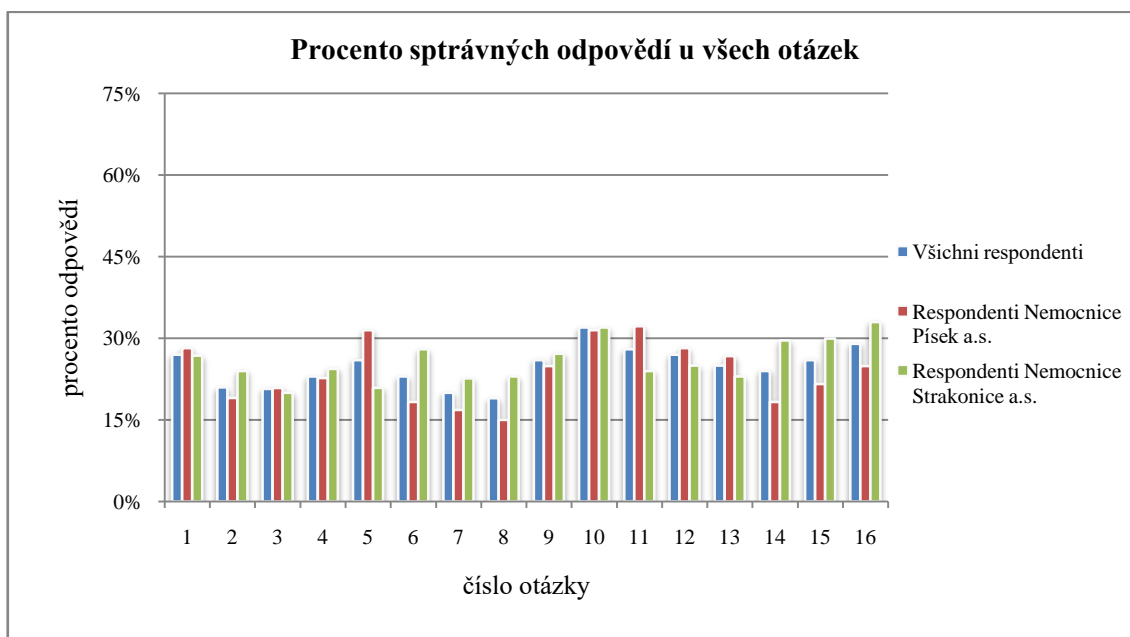
Poslední, tedy šestnáctá otázka zjišťovala co je dozimetrie, správnou odpovědí bylo *c) způsob detekce ionizujícího záření*, tuto odpověď uvedlo 29 % všech dotazovaných

respondentů. Respondenti z Nemocnice Písek, a.s. pak správnou odpověď zvolili ve 25 % a ve Strakonících 33 % respondentů. V bakalářské práci Romany Dvořákové (2010), kde se tázala klientů, k čemu slouží dozimetr, odpovědělo správně 47%.

Souhrnně odpověděli klienti radiologického oddělení Nemocnice Písek, a.s. správně v 24 % a klienti Nemocnice Strakonice, a.s. v 26 %. Nejvyšší počet správných odpovědí (více jak 27 % správných odpovědí) byl u otázek číslo 10, 11, 15 a 16. Pokud bych měla zhodnotit nejhůře zodpovězené otázky (20 % a níže správných odpovědí), pak u Nemocnice Písek, a.s. se jedná o otázky číslo 2, 6, 7, 8 a 14. Co se týká poměru nejhůře zodpovězených otázek v Nemocnici Strakonice, a.s., jedná se pouze o otázku číslo 3.

Pomocí dotazníkového šetření byla vyvrácena druhá hypotéza mé bakalářské práce tj. znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s v oblasti ionizujícího záření budou dosahovat 75 %, viz graf 33. Dle mého mínění je možně říci, že znalosti klientů radiologických oddělení, kde bylo dotazníkové šetření prováděno, se ukázaly jako značně podprůměrné. Také lze uvažovat i nad tím, že se někteří respondenti plně nesoustředili na otázky z důvodu stresové situace, kterou mohli prožívat při návštěvě nemocnice. Z tohoto důvodu mohou být výsledky o několik procent zkreslené.

Velice mě zaráží, že v dnešní moderní době, kdy většina populace řeší zdravou výživu, posilování obranyschopnosti lidského těla, detoxikaci organismu, trpí radiofóbií z eventuální konzumace radioaktivních banánů, hub a kančího masa, děsí se opakovaného diagnostického nebo terapeutického zákroku za použití ionizujícího záření na jedné straně a posléze se v mém průzkum prokáže, že nemají ani ponětí o IZ jako takovém. Znepokojuje mě i fakt, že jsou lidé, kteří pokud nejsou se svým zdravotním problémem odesláni na rtg vyšetření, zachvátí je pocit, že má jejich lékař laxní přístup k pacientovi a jeho zdraví. Současná polovzdělanost naší populace na toto téma budí celkem smutný dojem.



Graf 33: Zobrazení 75% úspěšnosti; zdroj: vlastní výzkum

V rámci statistického šetření pomocí deskriptivní a matematické statistiky nebyl konstruován test normality. Vzhledem k množství získaných dat, se předpokládá normální rozdělení. Byl proveden dvouvýběrový t-test, z jehož závěru vyplynulo, že se experimentální hodnota testovacího kritéria na zvolené statistické hladině významnosti $\alpha = 0,005$ nachází v kritickém oboru hodnot W , čímž byla vyvrácena první hypotéza, jež zněla: „Znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření budou srovnatelné“.

6 Závěr

Bakalářská práce nesoucí název „Informovanost klientů o ionizujícím záření na radiologickém oddělení“ se věnovala znalostem týkajících se ionizujícího záření u klientů radiologického oddělení v Nemocnici Písek, a.s. a v Nemocnici Strakonice, a.s. a byla členěna na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části bylo pojednáváno o obecných poznatcích o ionizujícím záření, diagnostických metodách využívající ionizující záření a o radiační ochraně. Na počátku práce byl stanoven cíl porovnat znalosti klientů, kteří podstupují vyšetření na radiologickém oddělení Nemocnice Strakonice, a.s. a Nemocnice Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření, jež byl splněn pomocí formulovaných hypotéz, dotazníkového šetření a následným grafickým a statistickým zpracováním.

První hypotéza, jež předpokládala, že znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení Nemocnice Strakonice, a.s. a Nemocnice Písek, a.s. budou srovnatelné, byla za pomoci statistického dvouvýběrového t-testu vyvrácena. Druhá hypotéza předpokládající, že znalosti klientů podstupujících vyšetření na radiologickém oddělení v Nemocnici Strakonice, a.s. a Nemocnici Písek, a.s. v oblasti ionizujícího záření budou dosahovat 75 %, byla také vyvrácena. Výsledky jednotlivých otázek z dotazníkového šetření byly graficky i textově shrnuty v kapitole 5 Diskuze, str. 54.

Bakalářská práce může být dále využita jako doplňující studijní text odborné i laické veřejnosti. Výsledky vyplývající z dotazníkového šetření poskytují zpětnou vazbu jednotlivým nemocnicím, které mohou informace využít ke zhodnocení a zlepšení informovanosti klientů podstupujících vyšetření na radiologických odděleních. Dle mého názoru by součástí radiologického oddělení neměly být pouze panely s nápisy typu „*Pozor*“, ale i plakáty a brožury obsahující základní informace o ionizujícím záření a jeho využití dle pracoviště. Samozřejmostí by bylo také poutavé grafické zpracování. Jelikož dnešní doménou jsou sociální sítě, zvažovala bych i možnost spolupráce mezi influencery a youtubery s Ministerstvem zdravotnictví ČR už jen proto, že tito lidé mají velký vliv zejména na mladé lidi. Jejich součinnost by mohla přinést řadu zajímavých a naučně informativních videí, článků a jiných propagačních materiálů.

7 Seznam použitých zdrojů

- BAUM, Stanley a Michael J. PENTECOST, 2006. *Abrams' Angiography: Interventional Radiology*. 2. Maryland: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 9780781740890.
- BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK, 2015. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. 1. Praha: Grada. ISBN 9788024747125.
- BORISOVICH KUDRIASHOV, Yurii, 2008. *Radiation Biophysics (Ionizing Radiations)*. 2. New York: Nova Publishers. ISBN 9781600212802.
- DVOŘÁKOVÁ, Romana. *Studie o problematice radioaktivity a záření a jejich chápání laickou veřejností*. České Budějovice, 2010. bakalářská práce (Bc.). JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Zdravotně sociální fakulta
- HÁJEK, Marcel, 2015. *Chirurgie v extrémních podmínkách: odborný přehled pro lékaře a zdravotníky na zahraničních praxích*. 1. Praha: Grada. ISBN 9788024745879.
- HASHIMOTO, Beverly, 2011. *Practical Digital Mammography*. 2. New York: Thieme. ISBN 9781588906380.
- HUŠÁK, Václav. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.
- IANNUCCI, Joen a Laura J. HOWERTON, 2013. *Dental Radiography: Principles and Techniques*. 4. Columbus, Ohio: Elsevier Health Sciences. ISBN 9780323291293.
- KREJČÍ, Přemysl, 2006. *Dentální radiologie*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 802441452X.
- KROKIDIS, Miltiadis, Irfan AHMED a Tarun SABHARWAL, 2015. *Interventional Radiology and Endovascular Procedures*. 1. Oxford: Oxford University Press. ISBN 9780199664382.
- KUBINYI, Jozef, Jozef SABOL a Andrej VONDRÁK, 2018. *Principy radiační ochrany v nukleární medicíně a dalších oblastech práce s otevřenými radioaktivními látkami*. 1. Praha: Grada. ISBN 978-802-7101-689.
- KULIŠŤÁK, 2017. *Klinická neuropsychologie v praxi*. 1. Praha: Karolinum. ISBN 9788024630687.

- KUNA, Pavel a Leoš NAVRÁTIL, 2005. *Klinická radiobiologie*. 1. Praha: Manus. ISBN 8086571092.
- MAZÁNEK, Jiří, 2015. *Stomatologie pro dentální hygienistky a zubní instrumentářky*. 1. Praha: Grada. ISBN 9788024748658.
- MORNSTEIN, Vojtěch, Ivo HRAZDIRA a Aleš BOUREK, 2007. *Lékařská fyzika a informatika: se zaměřením na zubní lékařství*. 1. Brno: Neptun. ISBN 9788086850023.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, 2003. *Biofyzika v medicíně*. 1. Praha: Manus. ISBN 80-865-7103-3.
- NAVRÁTIL, Leoš, FREITINGER SKALICKÁ, Zuzana, HALAŠKA, Jiří, HAVRÁNKOVÁ, Renata, KUBEŠ, Jiří, NAVRÁTIL, Václav, SABOL, Jozef, SIROVÝ, Ladislav, ZÖLZER, Friedo, 2010. Radiobiologie (výukový program). In: Fbmi.sirdik.org [online]. [cit. 2017-12-20]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/>
- NEJEDLÁ, Marie, 2010. *Klinická propedeutika pro střední zdravotnické školy*. 2. Praha: Informatorium. ISBN 9788073330781.
- NEKULA, Josef. *Radiologie*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0672-1.
- O'ROURKE, Robert A, Richard a WALSH a Valentín FUSTER, 2010. *Kardiologie: Hurstův manuál pro praxi*. 1. Praha: Grada. ISBN 9788024731759.
- ROSINA, Jozef, Jana VRÁNOVÁ, Jiří STANEK a Hana KOLÁŘOVÁ, 2013. *Biofyzika: Pro zdravotnické a biomedicínské obory*. 1. Praha: Grada. ISBN 9788024784984.
- SEERAM, Euclid, 2015. *Computed Tomography: Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control*. 4. Missouri: Elsevier Health Sciences. ISBN 9780323323017.
- SEIDL, Zdeněk, BURGETOVÁ Andrea, HOFFMANNOVÁ Eva, MAŠEK Martin, VANĚČKOVÁ Manuela, VITÁK Tomáš, 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. 2. Praha: Grada. ISBN 97880-24741086.

SLEZÁKOVÁ, Lenka, Markéta HRUŠKOVÁ, Petra KADUCHOVÁ, Irena PŘIVŘELOVÁ, Eva STAROŠTÍKOVÁ a Eva VŠETIČKOVÁ, 2016. *Stomatologie I: pro SZŠ a VOŠ*. 1. Praha: Grada. ISBN 9788024758268.

STATKIEWICZ SHERER, Mary Alice, Paula J. VISCONTI, E. Russell RITENOUR a Kelli HAYNES, 2017. *LIC – Radiation Protection in Medical Radiography*. 8. Missouri: Elsevier Health Sciences. ISBN 9780323566780.

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST [online], © 2018 [cit. 2018-11-16]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/o-sujb/uvod/>

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST [online], © 2018 [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/>

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi*. 1. Praha: Grada. ISBN 978-802-7107-094.

ŠVAGRIKOVÁ, Jana. *Znalosti laické veřejnosti o radiodiagnostických pracovištích*. Brno, 2014. bakalářská práce (Bc.). Masarykova univerzita, Lékařská fakulta

ŠVEC, Jiří, 2005. *Radioaktivita a ionizující záření: doplňující učební text pro předměty Bakalářská fyzika, Aplikovaná fyzika, Ochrana před zářením* [online]. 1. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství [cit. 2016-10-20]. ISBN 80-866-3462-0. Dostupné z:

<https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/050/.content/syscs/resource/PDF/studijni-materialy/zareni.pdf>

ULLMANN, Vojtěch, 2002. *Jaderná fyzika a fyzika ionizujícího záření: Ionizující záření*. In: [Astronuklfyzika.cz](http://astronuklfyzika.cz) [online]. [cit. 2016-10-21]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>

VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. 2. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 9788024445083.

Vyhláška č 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 172, str. 6618-6904

Zákon č. 263/2016 Sb., zákon atomový zákon, 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 102, str. 3938-4060.

ZÁŠKODNÝ, Přemysl, Renata HAVRÁNKOVÁ, Jiří HAVRÁNEK a Vladimír VURM. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. 3. Praha, Czech Republic: Curriculum, 2016. 256 s. Statistics and Probability. ISBN 978-80-87894-12-5.

ZÁŠKODNÝ, Přemysl. *Survey of principles of theoretical physics: (with application to radiology)*. 2. Praha: CURRICULUM, 2014. ISBN 8090249191.

8 Seznam použitých zkratk

°C	stupeň Celsia
µm	mikrometr
2D	dvoudimenzionální
3D	trojdimenzionální
A	ampér
a.s.	akciová společnost
A/D	analogově digitální
AG	angiografie
aj.	a jiné
ALARA	as low as reasonable achievable
AP	anterior – posterior
apod.	a podobně
CCD	charge coupled device
cm	centimetr
CT	výpočetní tomografie
č.	číslo
ČR	Česká republika
DNA	deoxyribonukleová kyselina
ERCP	endoskopická retrográdní cholangiopankreatografie
eV	elektronvolt
HU	Hounsfieldovy jednotky
Hz	hertz
IZ	ionizující záření
k.l.	kontrastní látka
m	metr
m/s	metr za sekundu
mg	miligram
např.	například

PA	posteriori – anterior
PC	počítač(ové)
PTC	perkutánní transhepatální cholangiografie
RN	radionuklidy
RO	radiační ochrana
RTG	rentgenové(á,ý)
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
Sv	Sievert
tzv.	takzvané
V	volt

9 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1: Interakce IZ s hmotou

Tabulka 1: Limity dávek

Tabulka 2: Přehled zastoupení pohlaví a věkových kategorií

Tabulka 3: Přehled zastoupení pohlaví a věkových kategorií

Tabulka 4: Přehled zastoupení pohlaví a věkových kategorií

Tabulka 5: Přehled jednotlivých odpovědí Strakonice a Písek

Tabulka 6: Přehled jednotlivých odpovědí Písek

Tabulka 7: Přehled jednotlivých odpovědí Strakonice

Tabulka 8: Škálování dat z dotazníkového šetření

Tabulka 9: Elementární statistické zpracování Písek

Tabulka 10: Elementární statistické zpracování Strakonice

Tabulka 11: Základní empirické parametry

Graf 1: Přehled odpovědí u otázky č. 1

Graf 2: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 1

Graf 3: Přehled odpovědí u otázky č. 2

Graf 4: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 2

Graf 5: Přehled odpovědí u otázky č. 3

Graf 6: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 3

Graf 7: Přehled odpovědí u otázky č. 4

Graf 8: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 4

Graf 9: Přehled odpovědí u otázky č. 5

Graf 10: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 5

Graf 11: Přehled odpovědí u otázky č. 6

Graf 12: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 6

Graf 13: Přehled odpovědí u otázky č. 7

Graf 14: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 7

Graf 15: Přehled odpovědí u otázky č. 8

Graf 16: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 8

Graf 17: Přehled odpovědí u otázky č. 9

Graf 18: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 9
Graf 19: Přehled odpovědí u otázky č. 10
Graf 20: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 10
Graf 21: Přehled odpovědí u otázky č. 11
Graf 22: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 11
Graf 23: Přehled odpovědí u otázky č. 12
Graf 24: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 12
Graf 25: Přehled odpovědí u otázky č. 13
Graf 26: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 13
Graf 27: Přehled odpovědí u otázky č. 14
Graf 28: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 14
Graf 29: Přehled odpovědí u otázky č. 15, zdroj: vlastní výzkum
Graf 30: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 15
Graf 31: Přehled odpovědí u otázky č. 16
Graf 32: Přehled odpovědí z obou nemocnic u otázky č. 16
Graf 33: Zobrazení 75% úspěšnosti

10 Seznam příloh

Příloha A – Dozaník

Příloha A – Dotazník

Dotazník

Vážená paní, vážený pane,

jmenuji se Jana Petráňová a jsem studentkou třetího ročníku oboru radiologický asistent na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích. Chtěla bych Vás tímto požádat, o vyplnění anonymního dotazníku, který následně poslouží jako zdroj, údajů pro zpracování praktické části mé bakalářské práce. Zajímám se o informovanost laiků v oblasti ionizujícího záření

Předem Vám děkuji za Váš čas a ochotu při vyplňování dotazníku.

Prosím vždy zakroužkujte jen jednu odpověď.

Jste:

- a) žena
- b) muž

Jaký je Váš věk?

- a) 0 -20 let
- b) 21 – 30 let
- c) 31 – 50 let
- d) 51 let a výše

1) Ionizující záření je:

- a) proud rádiového nebo mikrovlnného vlnění
- b) proud ultrafialového nebo infračerveného záření
- c) proud hmotných částic nebo elektromagnetického záření
- d) laserové záření, ultrazvuk

2) Typy ionizujícího záření jsou:

- a) α , β , γ , RTG, neutronové
- b) a, b, c, d
- c) slabé, střední, silné
- d) jednoduché, dvojité, trojitě

3) Umělé zdroje záření jsou:

- a) kosmické záření, sluneční záření a přírodní radioizotopy
- b) mikrovlnné trouby, ultrazvukové přístroje, reflektory
- c) jen jaderné zbraně a reaktory
- d) urychlovače částic, jaderné zbraně, jaderné reaktory, radiofarmaka

4) Ionizující záření můžeme zaznamenat:

- a) lidským okem
- b) dozimetry
- c) brýlemi s nočním viděním
- d) nemůžeme zaznamenat

5) Je člověk vystaven účinkům ionizujícímu záření v přírodě?

- a) ano, z kosmického záření, hornin, vzduchu, jídla a pití
- b) ne, jsme chráněni, pokud používá krémy s vysokým ochranným faktorem
- c) pouze pokud se vystavuje nadměrně slunečním paprskům
- d) jen v zemích, kde je oslabená ozonová vrstva

6) Jaké diagnostické metody využívají ionizující záření?

- a) endoskopie, ultrazvuk
- b) ultrazvuk, magnetická rezonance
- c) všechna vyšetření používají ionizující záření
- d) CT, RTG, mamografie

7) Jaké jsou základní ochranné pomůcky při diagnostickém vyšetření pomocí ionizujícího záření?

- a) olověné vesty, zástěrky, krytí na pohlavní orgány
- b) jodové tablety a speciální léky
- c) ochranné pomůcky, kterými se kryjí se jen pohlavní orgány
- d) plexisklo před pacientem, latexové rukavice, sluneční brýle

8) Jaké radionuklidy se nejčastěji využívají ve zdravotnictví?

- a) uran, plutonium, radium
- b) kobalt, stroncium, jod
- c) neon, xenon, argon
- d) arzen, astat, azbest

9) Atomový zákon je:

- a) zákon o provozu jaderných elektráren
- b) zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření
- c) zákon o fyzikální teorii ionizujícího záření
- d) zákon o vlastnostech atomu

10) Jaké jsou základní principy ochrany před ionizujícím zářením?

- a) využití dozimetřů
- b) zvýšení přísunu vitamínu C
- c) využití vzduchotechniky se speciálními filtry
- d) ochrana časem, vzdáleností, stíněním

11) Zakroužkujte prosím, co tento znak podle Vás znamená

- a) výbušné prostředí
- b) mezinárodní znak radioaktivity
- c) znak jaderné elektrárny
- d) znak toxicity



12) Co znamená pojem „radiační ochrana“

- a) nový název pro branné cvičení
- b) název obchodu s ochrannými pomůckami
- c) principy, kritéria a přístupy pro ochranu zdraví před ionizujícím zářením
- d) postup pro evakuaci při jaderné havárii

13) Co je CT vyšetření?

- a) odlišný název vyšetření pro magnetickou rezonanci
- b) zobrazovací metoda krevního řečiště po aplikaci kontrastní látky a expozici záření
- c) statická zobrazovací metoda, která využívá ionizující záření k zobrazení lidského těla v tenkých vrstvách
- d) zobrazovací metoda registrující ultrazvuk odražený od tkáně

14) Co je angiografie?

- a) zobrazovací metoda krevního řečiště po aplikaci kontrastní látky a expozici záření
- b) dynamická zobrazovací metoda, která využívá ionizující záření
- c) statická zobrazovací metoda, která využívá ionizující záření
- d) zobrazovací metoda registrující ultrazvuk odražený od tkáně

15) Účinky záření na lidský organismus jsou:

- a) epilepsie, ztráta paměti, kardiovaskulární onemocnění
- b) pouze nádorová onemocnění
- c) nemá vliv na lidské zdraví
- d) poškození plodu, nádory, genetické změny

16) Dozimetrie je:

- a) přírodní zdroj ionizujícího záření
- b) nemoc způsobená ionizujícím zářením
- c) způsob detekce ionizujícího záření
- d) způsob ochrany před ionizujícím zářením