Zdravotně sociální fakulta
Faculty of Health and Social Sciences

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

Komunikace o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program: OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Bc. Monika Kafková

Vedoucí práce: prof. Dr.rer.nat. Friedo Zölzer, DSc.

České Budějovice 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem *„Komunikace o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky“* jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích 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 diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 3. 5. 2022 ……

Bc. Monika Kafková

Poděkování

Děkuji panu prof. Dr. rer. nat. Friedo Zölzerovi, DSc. za cenné rady a pomoc při zpracování diplomové práce. Zároveň bych chtěla poděkovat vedoucím pracovníkům zvolených nemocnic za možnost provedení výzkumu. Děkuji také všem respondentům, kteří se na výzkumu podíleli.

Komunikace o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá komunikací o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky. Cílem této práce je zhodnotit kvalitu komunikace o radiačních rizicích v medicíně. Dále zjistit na jaké úrovni je znalost etických základů komunikace u radiologických asistentů a pacientů.

Práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část shrnuje poznatky o ionizujícím záření, historii radiologie a rentgenovém záření. Dále jsou popsány účinky záření, principy a způsoby radiační ochrany, je zmíněna problematika lékařského ozáření, etika v systému radiační ochrany a procesní etické hodnoty. V praktické části bylo provedeno šetření zaměřené na komunikaci o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky. Dotazníky byly distribuovány na radiodiagnostická oddělení vybraných nemocnic. Respondenty tvořilo 60 radiologických asistentů a 150 pacientů. Výsledky dotazníkového šetření jsou zpracovány do grafů.

Na základě zhodnocení všech dotazníků bylo zjištěno, že většina pacientů je o radiačních rizicích informována v závislosti na typu vyšetření. Mezi nejčastější způsoby edukace o radiačních rizicích patří informovaný souhlas a slovní vyjádření. Z výsledků také vyplývá, že velká část respondentů se dosud nezabývala etickými otázkami v tomto kontextu, a většina radiologických asistentů ani neprošla školením se zaměřením na etiku ve zdravotnictví. Zejména mezi pacienty byla neznalost některých etických pojmů překážkou ve vyplnění určitých otázek v dotazníku.

Klíčová slova

radiační rizika; účinky záření; principy a způsoby radiační ochrany; lékařské ozáření; komunikace; etika; etické hodnoty

Communication about radiation risks in medicine from the perspective of ethics

Abstract

The diploma thesis deals with communication about radiation risks in medicine from the perspective of ethics. The aim of this work is to evaluate the quality of communication about radiation risks in medicine. Furthermore, it finds out what level of knowledge of ethical bases of communication radiology assistants and patients have.

The work consists of a theoretical and a practical part. The theoretical part provides information about ionizing radiation, history of radiology, X-rays. Furthermore, the effects of radiation, principles and methods of radiation protection are described, as well as medical exposure, ethics in the radiation protection system and process ethical values. In the practical part, a survey was conducted focusing on communication about radiation risks in medicine from the point of view of ethics. Questionnaires were distributed to radiodiagnostic departments of selected hospitals. A sample of respondents consisted of 60 radiological assistants and 150 patients. The results of the questionnaire survey are processed into graphs.

Based on the evaluation of all questionnaires, most patients are informed about radiation risks depending on the type of examination. Informed consent and verbal expression are among the most common ways of education about radiation risks. The results also show that a large proportion of respondents has not addressed any ethical issues in this context yet, and most radiology assistants have not even received any training in health ethics. Especially among patients, ignorance of some ethical concepts was an obstacle to completing certain questions in the questionnaire.

Keywords

radiation risks; radiation effects; principles and methods of radiation protection; medical exposure; communication; ethics; ethical values

Obsah

Úvod ... 8
1 Teoretická část ... 10
1.1 Ionizující záření ... 10
1.1.1 Přírodní zdroje ... 10
1.1.2 Umělé zdroje ... 11
1.2 Radiologie ve světě ... 12
1.3 Radiologie na území České republiky ... 13
1.4 Vznik a vlastnosti rentgenového záření ... 14
1.5 Účinky ionizujícího záření ... 14
1.6 Účinky záření na buňku a tkáně ... 16
1.6.1 Buněčná deplece (smrt) ... 16
1.6.2 Mutace ... 17
1.7 Rozdělení biologických účinků ... 17
1.7.1 Deterministické účinky ... 18
1.7.2 Stochastické účinky ... 21
1.8 Faktory ovlivňující biologický účinek záření ... 24
1.8.1 Fyzikální faktory ... 24
1.8.2 Chemické faktory ... 25
1.8.3 Biologické faktory ... 25
1.9 Principy radiační ochrany ... 25
1.9.1 Princip zdůvodnění ... 26
1.9.2 Princip optimalizace ... 26
1.9.3 Princip limitování ... 26
1.10 Způsoby ochrany před zářením ... 28
1.10.1 Ochrana časem ... 28
1.10.2 Ochrana stíněním ... 28
1.10.3 Ochrana vzdáleností ... 28
1.11 Lékařské ozáření ... 29
1.11.1 Princip zdůvodnění v LO ... 29
1.11.2 Princip optimalizace v LO ... 29
1.12 Žádost o provedení radiologického vyšetření ... 30
1.13 Asistence při radiodiagnostickém vyšetření ... 30
1.14 Komunikace o radiačních rizicích ... 31
1.15 Etika v medicíně ... 33

1.15.1 Morální problém ... 33
1.15.2 Morální dilema ... 34
1.15.3 Vztah etiky a práva ... 34
1.16 Etika a komunikace ... 34
1.17 Základní etické hodnoty v systému radiační ochrany ... 35
1.17.1 Dobročinnost/neškodnost ... 36
1.17.2 Obezřetnost ... 36
1.17.3 Spravedlnost ... 37
1.17.4 Důstojnost ... 38
1.18 Procesní (procedurální) hodnoty ... 38
1.18.1 Odpovědnost ... 39
1.18.2 Transparentnost ... 39
1.18.3 Inkluzivita – začleněnost ... 40
2 Cíl práce a výzkumné otázky ... 41
2.1 Cíl práce ... 41
2.2 Výzkumné otázky ... 41
3 Metodika ... 42
3.1 Struktura a zadávání dotazníků ... 42
4 Výsledky ... 43
4.1 Výsledky dotazníkového šetření – RA ... 43
4.2 Výsledky dotazníkového šetření – pacienti ... 58
5 Diskuze ... 83
6 Závěr ... 87
Seznam literatury ... 89
Seznam obrázků ... 95
Seznam grafů ... 95
Seznam příloh ... 96
Seznam zkratek ... 97

Úvod

Objev rentgenového záření německým fyzikem W. C. Röntgenem znamenal velký přínos pro oblast fyziky i medicíny. V medicíně vznikl obor zvaný radiodiagnostika, který využíval účinky ionizujícího záření k získání diagnostických informací. Po určité době byly však zjištěny negativní účinky ionizujícího záření na lidský organismus. Z tohoto důvodu bylo nutné stanovit postupy, které by přinesly potřebné diagnostické informace a zároveň v rámci možností chránily před negativními účinky tohoto záření.

V roce 1928 vznikla Mezinárodní komise radiologické ochrany, která brzy začala vydávat souhrnná doporučení zaměřená na ochranu před účinky záření. Z počátku byla tato ochranná opatření zaměřena pouze na lékaře a zdravotnický personál pracující se zdroji ionizujícího záření. Úvahy o ochraně pacientů přišly až později.

Komunikace o radiačních rizicích v medicíně je v současné době velmi diskutované téma. Při hodnocení zdravotních rizik spojených s vyšetřením pomocí rentgenového záření je potřeba zvážit, jaký vliv by mělo neprovedení tohoto vyšetření na zdravotní stav pacienta. Rentgenové vyšetření má v lékařství své nezastupitelné místo, např. v oblasti traumatologie. Nepřijatelné riziko ale určitě představují neindikovaná nebo zbytečně opakovaná vyšetření, zejména u dětí. Práce bude zaměřená na komunikaci o možných rizicích, která souvisí s používáním rentgenového záření v medicíně.

V diplomové práci bude toto téma diskutováno zejména z hlediska etiky. Základním dokumentem je Publikace 138 Mezinárodní komise radiologické ochrany, s názvem Etický základ systému radiační ochrany.

Úvodní část diplomové práce se zaměří na historii radiologie, zdroje ionizujícího záření a jeho využití v medicíně a budou představeny principy a způsoby radiační ochrany. Dále se text bude věnovat biologickým účinkům záření, které vycházejí z působení záření na organismus člověka. V neposlední řadě bude v práci zmíněna důležitost etiky v oblasti radiační ochrany a také etické a procedurální hodnoty.

Praktická část se zaměří na prezentaci výsledků výzkumu na téma komunikace o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky. Zmíněný výzkum bude orientován na pacienty radiodiagnostického oddělení a radiologické asistenty těchto pracovišť.

V závěru bude provedený výzkum popsán a vyhodnocen. Současně budou navržena opatření vedoucí ke zlepšení komunikace mezi pacienty a radiologickými asistenty o problematice radiačních rizik na radiodiagnostickém oddělení.

1 Teoretická část

1.1 Ionizující záření

Záření, jehož kvanta mají tak vysokou energii, že jsou schopna vyrážet elektrony z atomového obalu prvků a tím látku ionizovat, se nazývá ionizující záření. Ionizující záření (dále jen IZ) má buď částicový (korpuskulární) nebo elektromagnetický (fotonový) charakter. Dělí se na přímo a nepřímo ionizující. Přímo IZ se skládá z nabitých částic, které mají dostatečné množství kinetické energie k vyvolání ionizace. Patří mezi ně např. elektrony, pozitrony, protony, alfa a beta částice. Nepřímo IZ je tvořeno nenabitými částicemi, které předávají svou kinetickou energii v látce nabitým částicím, prostřednictvím nichž látku ionizují. Jedná se o rentgenové, gama a neutronové záření. (Švec, 2005; Hušák et al., 2009)

1.1.1 Přírodní zdroje

Lidé jsou každodenně vystavěni určité úrovni záření, a to prostřednictvím kosmického, terestriálního záření, radonu nebo z konzumované potravy. Každý člověk vykazuje také slabou radioaktivitu, která je způsobena přítomností radioaktivních prvků v lidském těle. Jedná se zejména o uhlík (^{14}C) a draslík (^{40}K), který je významný z hlediska expozice z ingesce. Nejdůležitější část vnitřní expozice je způsobena radonem a jeho rozpadovými produkty, které vdechneme. (Hušák et al., 2009; Wallace, Cain, 2018; Foley, 2018)

Hodnota průměrné roční efektivní dávky z přírodních zdrojů se v České republice pohybuje v rozmezí 3 až 3,5 mSv za kalendářní rok, v závislosti na použitém informačním zdroji. Tato hodnota je oproti celosvětovému průměru vyšší o cca 1 mSv. (Hušák et al., 2009; Fakultní nemocnice Motol, © 2012)

Přírodní ozáření lidského organismu vzniká vlivem kosmického záření a přírodních radionuklidů obsažených v půdě nebo v stavebních materiálech. Kosmické záření je charakteristické tím, že dopadá na planetu Zemi z vesmíru, zvlášť ze slunečního větru. Způsobuje ozáření člověka zevně v závislosti na nadmořské výšce a poloze na Zemi. Přírodní radionuklidy se vyskytují v životním prostředí nestejnoměrně, na jejich rozložení má vliv složení zemského podloží. Dělíme je na kosmogenní a terestrální radionuklidy. (Kuna, Navrátil, 2005; Hušák et al., 2009; Freitinger Skalická et al., n.d.a.)

1.1.2 Umělé zdroje

Ozáření osob pomocí ZIZ z důvodu vyšetření či léčby představuje největší ozáření obyvatel s výjimkou přírodních zdrojů. U jednotlivých osob se dávky z lékařské expozice liší, od nulových hodnot po hodnoty tisícinásobně převyšující dávky z přírodního pozadí. (Freitinger Skalická et al., n.d.b)

Mezi umělé ZIZ patří generátory záření, tj. rentgenky, které se využívají v radiodiagnostice. Dále urychlovače částic používané v radioterapii, mezi které patří betatron, cyklotron a lineární urychlovač. Na oddělení radioterapie se používají také radionuklidové zdroje, kterými jsou cesiové a kobaltové ozařovače a Leksellův gama nůž. V nukleární medicíně se používají radionuklidové zdroje v podobě otevřených zářičů, typu umělé radioaktivity. Výroba umělých radioaktivních látek je datována objevem indukované radioaktivity manžely Irèn a Frédéricem Joliot – Curiovými v roce 1933. (Hušák et al., 2009; Fakultní nemocnice Motol, © 2012; Freitinger Skalická et al., n.d.b)

Zdroje ionizujícího záření a metody používané na odděleních radiodiagnostiky

Základní vyšetřovací techniky využívající RTG paprsků, které jsou generovány rentgenkou zahrnují skiagrafii, tj. statická zobrazovací metoda a skiaskopii, tj. dynamická zobrazovací metoda. Další zobrazovací metodu představuje např. výpočetní tomografie neboli CT. (Freitinger Skalická et al., n.d.b)

Rentgenka

Jedná se o skleněnou vakuovou trubici, která slouží jako zdroj RTG záření. Ve vzduchoprázdném prostoru trubice se nachází žhavená katoda a anoda. Obě tyto elektrody jsou vyrobeny z wolframu. Přiložíme-li mezi katodu a anodu napětí v rozmezí desítek až stovek kV, vylétnou elektrony z katody a dopadnou prudce na anodu. Pouze 1% energie dopadajících elektronů se přemění na RTG záření, zbylých 99 % se mění na teplo. Z tohoto důvodu musí být rentgenka chlazena. (Malíková et al., 2019; Freitinger Skalická et al., n.d.b)

Skiagrafie

Je to statická zobrazovací metoda využívající účinků RTG záření. Během snímkování prochází svazek záření vyšetřovanou oblastí, v závislosti na složení vyšetřovaných tkání je absorbován. Výsledný dvourozměrný obraz je zachycen na RTG film či detekční

systém přístroje. Provádí se většinou ve dvou vzájemně kolmých projekcích, tj. předozadní nebo zadopřední a boční. Skiagrafie umožňuje vyšetřit kosti, klouby, páteř, plíce, slouží také k zobrazení měkkých tkání. (Dohnalová, 2012; Freitinger Skalická et al., n.d.b)

Skiaskopie

Tato metoda je dynamická, umožňuje zobrazení lidského těla v reálném čase pomocí RTG záření. Kontinuální informace vzniká při dopadu RTG záření na fluorescenční stínítko zesilovače obrazu, který je spojen s televizním řetězcem a TV monitorem. Obraz je zaznamenáván buď v digitální podobě, nebo na filmový materiál. Skiaskopie je využívána k vyšetřování dutých orgánů po aplikaci kontrastní látky. (Dohnalová, 2012; Freitinger Skalická et al., n.d.b)

Výpočetní tomografie – CT

Jedná se o zobrazovací metodu, která využívá vlastnosti RTG záření, především jeho schopnosti diferencovaně se absorbovat v tkáních různého složení. Svazek záření, který vychází z rentgenky, je vycloněn do vějířovitého tvaru. Šířka tohoto vějíře odpovídá šířce zobrazované vrstvy. Po průchodu vyšetřovaným objektem dopadá záření na detektory, které jsou uloženy naproti rentgence. Na těchto detektorech dochází k převedení dopadajícího záření na elektrický signál, který je dále zpracováván výkonným počítačem. V průběhu rotace jsou provedeny stovky měření, z nichž počítač rekonstruuje obraz vyšetřované vrstvy. (Vomáčka et al., 2012; Freitinger Skalická et al., n.d.b)

1.2 Radiologie ve světě

Radiologie představuje základní lékařský obor, který slouží k získání diagnostických obrazů. Od roku 1850 probíhaly dlouholeté pokusy s katodovou trubicí, na které navázal profesor fyziky W. C. Röntgen. V roce 1895 zaznamenal přítomnost elektromagnetického záření, které je schopné pronikat hmotou a následně vytvořit obraz na luminiscenční fólii. V roce 1901 získal W. C. Röntgen Nobelovu cenu. Dalšími oceněnými byli Francouzi Henri Becquerel a manželé Marie Curie – Sklodovská a Pierre Curie, kteří objevili přirozenou radioaktivitu. (Nekula, Chmelová, 2005)

V prvních letech od objevu RTG paprsků vznikala z důvodu neznalosti škodlivých účinků velká poškození. V roce 1896 byly popsány první radiační popáleniny rukou. V rozmezí let 1911–1914 se vyskytlo 198 nádorových onemocnění, především u radiologů. V letech

1920 – 1940 bylo popsáno radiační poškození kůže a indukce kožních nádorů u rentgenologů a pacientů, objevily se také nádory jater u pracovníků vyrábějících svítící radioaktivní barvy. Tyto skutečnosti zapříčily formulaci prvních doporučení k omezení účinků IZ. (Nekula, Chmelová, 2005; SÚRO, © 2021a)

Roku 1934 přijala Mezinárodní komise pro radiační ochranu (ICRP) první limity, tj. přibližně 2 mGy/den. V roce 1956 vydala ICRP doporučení pro radiologické pracovníky zaměřená na limity týdenních a akumulovaných dávek, které odpovídaly hodnotě 50 mSv za rok. Pro obyvatele vydala ICRP doporučení, při kterých byl roční limit stanoven na hodnotu 5 mSv. (SÚRO, © 2021a; Freitinger Skalická et al., n.d.c)

S postupným získáváním nových informací o tzv. deterministických a stochastických účincích se rozvíjel obor radiační ochrany (RO). V roce 1991 vydalo ICRP Doporučení (Publikace 60), která je základem současného systému RO. Zahrnuje princip zdůvodnění, optimalizace a použití dávkových limitů. (SÚRO, © 2021a; Freitinger Skalická et al., n.d.c)

V současné době platí Doporučení ICRP z roku 2007 (Publikace 103). V této Publikaci jsou zobrazeny aktualizované hodnoty radiačních a tkáňových váhových faktorů používané ve veličinách ekvivalentní a efektivní dávka (viz níže). Na základě nejnovějších dostupných vědeckých informací je aktualizovaná také radiační újma a doporučené dávkové limity pro pracovníky a obyvatele. Doporučení se drží tří základních principů RO (ICRP, 2007).

1.3 Radiologie na území České republiky

První RTG přístroj zakoupil hoteliér Cívka, který ho pro pobavení hostů instaloval do svého hostince U černého koně. V roce 1898 byl přístroj zakoupen na chirurgickou kliniku UK v Praze. Prvním lékařem, který se zabýval radiologickou diagnostikou, byl profesor Jedlička. Stal se zakladatelem české radiologie a prvním profesorem rentgenologie u nás. V tehdejším Československu se rozvíjela také oblast průmyslu spojená s výrobou RTG přístrojů. Již roku 1920 byla založená první firma zvaná Vinopal. (Nekula, Chmelová, 2005)

Každý rok v České republice narůstá počet provedených radiologických vyšetření. Např. v roce 2007 bylo provedeno více než 13 milionů vyšetření, v roce 2019 počet vyšetření přesáhl 15 milionů. Přestože konvenční rentgenová (skiagrafická) vyšetření

tvoří více než polovinu z celkového množství, nejsou z důvodu poměrně nízké radiační zátěže nejvýznamnějším zdrojem LO v radiodiagnostice.

Největší zátěž představuje CT vyšetření, jež odpovídá desítkám až stovkám RTG snímků. V roce 2007 bylo provedeno přes 750 tisíc CT vyšetření. V roce 2019 tento počet vzrostl na více než 1,1 milionů, v průměru každý desátý člověk postoupí jedno CT vyšetření za rok. (Brenner, Hall, 2007; Lambertová, 2019; Radiologie a zobrazovací metody, 2020)

1.4 Vznik a vlastnosti rentgenového záření

RTG záření je definováno jako elektromagnetické vlnění s krátkou vlnovou délkou (10^{8}–10^{-12} m). Vzniká v elektronovém obalu při interakci rychle letících elektronů s atomy kovu. Při této interakci dochází k přeměně energie elektronů na elektromagnetické záření. Umělým zdrojem RTG záření je v radiologii rentgenka. RTG záření je okem neviditelné, prochází hmotou i vakuem, šíří se přímočaře rychlostí světla. (Nekula et al., 2001; Malíková et al., 2019; Wallace, Cain, 2018)

Rozlišujeme dva druhy RTG záření, a to brzdné a charakteristické. Brzdné vzniká prudkým zabrzděním elektronů na účet jejich kinetické energie. Závisí na kinetické energii elektronů, tj. napětí mezi anodou a katodou. Má spojité energetické spektrum. Dalším druhem je tzv. charakteristické záření, které vzniká přechodem elektronů v atomovém obalu. Elektron, který dopadá na anodu, může způsobit vyražení elektronu z elektronové dráhy na vyšší energetickou hladinu. Prázdné místo je zaplněno elektronem z vyšší dráhy a přebytek energie je vyzářen ve formě charakteristického RTG záření. Energie tohoto záření závisí materiálu anody, jeho spektrum je čárové. (Nekula et al., 2014; Malíková et al., 2019)

1.5 Účinky ionizujícího záření

Znalosti v oblasti účinků IZ jsou v současné době rozsáhlé, ale ne kompletní. Tyto vědomosti jsou důležité zejména pro stanovení principů a kritérií RO, ze kterých je odvozen systém limitování dávek. (Kodl et al., 2007; Řezáčová, Vávrová, 2011)

Mechanismus účinku IZ na živou tkáň probíhá ve čtyřech fázích, fyzikální, fyzikálně-chemické, chemické a biologické. Jednotlivé fáze se od sebe odlišují druhem a rychlostí probíhajících procesů. (Ullmann, n.d.)

Fyzikální fáze je doprovázena rychlými primární procesy. V této fázi dochází k absorpci energie dopadajícího záření atomy a molekulami. Při absorbované dávce 1 Gy vzniká v ozářené buňce přibližně 10^5 ionizací. Fáze trvá přibližně 10^{-16}–10^{-14} sekund. (Ullmann, n.d., Řezáčová, Vávrová, 2011)

Ve fyzikálně-chemické fázi dochází k narušení chemických vazeb mezi atomy a molekulami. Je doprovázena disociací molekul a vznikem volných radikálů (např. z H_2O vznikají H^+, OH^- a nestabilní oxidační produkty H_2O_2, HO_2). Délka této fáze odpovídá přibližně 10^{-13}–10^{-10} sekund. (Ullmann, n.d.)

Chemická fáze je charakteristická interakcí iontů a radikálů s molekulami DNA, RNA, s molekulárními komplexy buněčných enzymů a proteinů. Dochází k tvorbě např. lokální denaturace, zlomům řetězců v molekule DNA, k poškození bází nukleových kyselin nebo mohou vznikat atypické vazbové „můstky“ (cross-linky). Tyto „genotoxické procesy“ trvají od 10^{-3} do 10^0 sekund. (Ullmann, n.d.)

V biologické fázi dochází k funkčním a morfologickým změnám v buňkách, orgánech a následně v celém organismu. Vznikají v důsledku molekulárních změn v biologicky důležitých látkách (DNA, enzymech, proteinech). Na buněčné úrovni trvá fáze několik vteřin, na úrovni organismu může trvat několik let. (Ullmann, n.d.)

S ohledem na mechanismus působení IZ lze účinky dále rozdělit na přímé a nepřímé. Teorie přímého účinku je označována jako teorie zásahová, teorie nepřímého účinku jako tzv. radikálová teorie. Přímý účinek záření převažuje v buňkách s nízkým obsahem vody, základem je fyzikální přenos energie. Tento typ účinku je zprostředkován fyzikálními a fyzikálně-chemickými procesy absorpce zářivé energie, které jsou příčinou změn ve významných buněčných strukturách. (Řezáčová, Vávrová, 2011)

Podstatou radikálové teorie je chemický přenos energie. Nepřímý účinek je zprostředkován produkty radiolýzy vody, především volnými radikály H* a OH*. Tyto radikály přispívají ke vzniku aktivních molekul, např. H_2O_2, které působí na biologicky významné struktury. Nepřímý účinek převládá v aerobním prostředí a v buňkách obsahujících vysoký podíl vody. Přítomnost volného nepárového elektronu je příčinou vysoké reaktivity volných radikálů. V biomolekulách štěpí různé druhy vazeb a degradují jejich strukturu. (Řezáčová, Vávrová, 2011).

1.6 Účinky záření na buňku a tkáně

Buňka se chrání před působením IZ pomocí obnovných reparačních procesů. Prvním typem je tzv. časná reparace, která trvá hodiny. Zahrnuje obnovu dalšího dělení na úrovni postižené buňky. Další je proliferace trvající několik dnů až týdnů. Využívá zachovalé schopnosti dělení u přeživších buněk. Minimální význam má atypická neboli sekundární reparace, při které dochází k náhradě ztracené tkáně funkčním pojivem. Existují názory zastávající pozitivní vliv řídce IZ, které v malých dávkách stimuluje chromozómové reparace. (Kodl et al., 2007, SÚJB, n.d.)

Velký význam má také tzv. prostorové rozložení dávky, od kterého se odvíjí biologická odezva. Při místním ozáření dochází k poškození pouze vybraných tkání. V případě stínění dané části těla je chráněna určitá část kmenových buněk, které mají vliv na regeneraci tkáně. (Kodl et al., 2007, SÚJB, n.d.)

Buňka může reagovat na působení záření dvěma způsoby, tj. buněčnou deplecí nebo mutací.

1.6.1 Buněčná deplece (smrt)

Smrt buňky může nastat již v tzv. interfázi, tj. doba mezi dvěma buněčnými děleními (mitózami). K dosažení tohoto účinku je zapotřebí poměrně vysoká dávka záření (stovky Gy), která způsobí destrukci a denaturaci důležitých složek buněčného obsahu. U některých typů buněk existuje způsob interfázní smrti zvaný „programovaná smrt“ nebo apoptóza, např. u lymfocytů. Další a zároveň častější typ zániku buňky souvisí s mitózou, buňka ztrácí schopnost dalšího dělení. Tento typ je označován jako tzv. mitotická smrt buňky vznikající působením menších dávek záření (jednotky Gy), které nejsou dostatečné k vyvolání smrti v interfázi. (Kodl et al., 2007; Ullmann, n.d; SÚJB, n.d.)

Jednotlivé tkáně a orgány lidského těla nejsou stejně radiosenzitivní, tj. nemají stejnou citlivost k ozáření. Při použití jednotné dávky pro různé tkáně vznikají odlišné biologické účinky. Radiosenzitivní tkáně jsou tkáně, které mají velký počet rychle se dělících málo diferencovaných buněk. Vzhledem k destrukci tkáně způsobené vlivem IZ jsou nejcitlivější pohlavní orgány, lymfoidní orgány, aktivní kostní dřeň a střevo. Mezi méně citlivé patří epiteliální a epidermální buňky. Radiorezistentní tkáně jsou tvořeny málo se dělícími nebo nedělícími se diferencovanými buňkami. Vysoce radiorezistentní jsou

svalové a kostní buňky, centrální nervový systém. (Kodl et al., 2007; Řezáčová, Vávrová, 2011)

1.6.2 Mutace

Je definována jako změna genetické informace, která je uložená v chromozomech buněčného jádra. Mutace je možné rozdělit na genové, chromozómové, gametické, somatické aj. Genové mutace probíhají na úrovni vlákna DNA, mění pořadí nukleotidů oproti původní sekvenci (normálnímu pořadí). Chromozomové mutace neboli aberace, jsou strukturní změny na úrovni jednotlivých chromozomů, jež vznikají v důsledku chromozomální nestability (chromozomálních zlomů). (Kodl et al., 2007; Šípek, © 2010-2014)

Genomové mutace jsou nejrozsáhlejším typem mutací, které se týkají celému genomu nebo jeho velkých částí (celých chromozomů). Nejrozsáhlejší změnou je polyploidie, tj. znásobení celé chromozomální sady. Pro člověka je tento typ mutace slučitelný se životem jen výjimečně. Např. v případě násobení jednotlivých chromozomů, jako je trizomie chromozomu 21 u osob s Downovým syndromem. Gametické mutace se vztahují k zárodečným žlázám, jsou příčinou vzniku genetických účinků záření, tj. jevu, který se týká následující generace. Somatické mutace postihují ostatní ozářené tkáně a orgány, nejsou přenášeny na potomstvo. (Kodl et al., 2007; © 2010-2014)

Vnímavost tkání a orgánů k vyvolání tzv. cytogenetického efektu, od kterého se odvíjí rozvoj karcinomů, je různá. Vzhledem ke vzniku tohoto efektu patří mezi nejcitlivější tkáně a orgány kostní dřeň, žaludek a plíce. (Kodl et al., 2007; Švec, 2005; SÚJB, n.d.)

1.7 Rozdělení biologických účinků

Biologické účinky lze z hlediska vztahu dávky a účinku rozdělit na stochastické, tj. pravděpodobnostní a deterministické neboli nestochastické. Stochastické účinky vznikají v důsledku změny jedné nebo několika buněk, z tohoto důvodu mohou být označovány jako unicelulární. Příčinou vzniku deterministických účinků je zánik velkého množství buněk v buněčné populaci, proto mohou být nazývány multicelulárními. (Řezáčová, Vávrová, 2011)

S ohledem na rozsah projevu biologických účinků rozeznáváme somatické, které postihují ozářeného jedince, a genetické, u kterých jsou tyto účinky patrné u potomstva. Třetí možnost rozdělení závisí na době, při níž se objevují biologické

účinky. Existují časné a pozdní účinky. Časné účinky se objevují v krátkém časovém intervalu po ozáření vyššími jednorázovými dávkami. Pozdní účinky záření nastanou v průběhu měsíců nebo let, ve většině případů jsou tyto účinky nevratné. Poškození vyvíjejícího se plodu lze zařadit mezi pozdní účinek z hlediska plodu, ale také mezi časný z pohledu matky. (Švec, 2005; Kodl et al., 2007; SÚJB, n.d.)

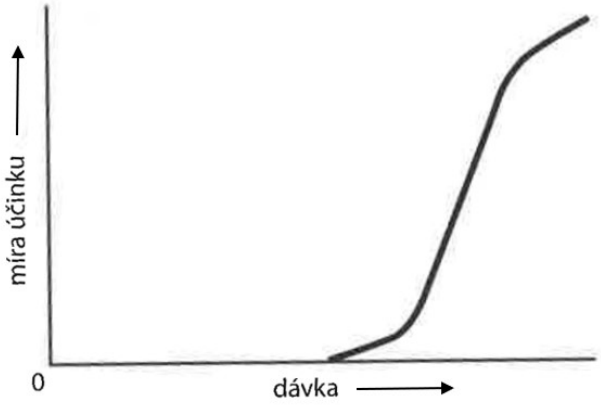
1.7.1 Deterministické účinky

Projeví se po překročení určité prahové dávky, mají charakteristický klinický obraz. Závažnost poškození roste se zvyšující se dávkou od určitého dávkového prahu. Při použití nízkých dávek ohraničených tzv. dávkovým prahem efekt nenastává.

Objevují se zpravidla lokálně, tj. v místech, které byly vystaveny IZ. Ozáření lze rozdělit na jednorázové, které probíhá v krátkém časovém úseku, nebo protrahované, probíhající v delším časovém období. V případě protrahovaného ozáření je organismus odolnější v důsledku reparačních mechanismů buněk a tkání. K deterministickým účinkům řadíme akutní nemoc z ozáření, akutní lokalizované poškození, poškození plodu in utero, nenádorové pozdní poškození. (Švec, 2005; Řezáčová, Vávrová, 2011)

Vztah účinku a dávky je vyjádřen v podobě esovité křivky, která začíná od určitého dávkového prahu. Tato skutečnost dokazuje určitou funkční rezervu přítomnou v ozařované tkáni (buněčné populaci) a pokles počtu buněk s rostoucí dávkou proto zpočátku nezpůsobuje v ozařované tkáni narušení její funkce. Až při použití vyšších dávek dochází v důsledku deficitu buněk k somatickým projevům. Jednotlivé tkáně mají rozdílnou prahovou dávku potřebnou k rozvoji deterministických účinků. Tato prahová dávka závisí na radiosenzitivitě buněk a funkční rezervě ve tkáni. (Pejchal et al., 2013)

Kritické orgány jsou orgány, které jsou po ozáření poškozeny a mohou vést ke smrti organismu. Mezi nejvíce citlivé patří hematopoetické tkáně, v kostní dřeni je nejcitlivější kmenová buňka krvetvorby. Nejcitlivějšími buňkami v periferní krvi jsou lymfocyty, které jsou používány jako zpětný indikátor rozsahu poškození způsobeného IZ. (Řezáčová, Vávrová, 2011; Pejchal et al., 2013)



Obrázek 1 – Deterministické účinky

(dostupné z Radiologie pro studium i praxi)

Akutní nemoc z ozáření – ANO

K rozvoji této nemoci dochází po jednorázovém celotělovém ozářením nebo jeho větší části dávkou od 1 Gy. V závislosti na výši použité dávky rozdělujeme ANO na jednotlivé formy, tedy na dřeňovou, gastrointestinální a neurovaskulární. ANO probíhá ve třech fázích, prodromální, latentní, manifestní. Pro prodromální fázi je typická přítomnost nespecifických příznaků, latentní fáze je bezpříznaková, při manifestní fázi dochází ke klinickému rozvoji nemoci. (Pejchal et al., 2013; SÚJB, n.d.)

Dřeňová forma se rozvíjí po celotělovém ozáření dávkou v rozmezí 1 až 8 Gy. První den po ozáření se začínají projevovat příznaky nespecifického typu, např. bolest hlavy, nevolnost, vyčerpání, zvracení. Poté nastává latentní fáze, trvající přibližně 1 až 2 týdny, po které dochází k rozvoji nemoci. Onemocnění je doprovázeno projevy sepse, krvácením z dásní a do kůže, průjmem, zvracením, hubnutím. V krevním obraze je patrný výrazný pokles krevních buněk, zejména lymfocytů. Velikost použité dávky ovlivňuje konečné stádium dřeňové formy, při nižších dávkách nastupuje v průběhu 6 až 8 týdnů postupné zlepšování stavu. Naopak při dávkách blížících se 10 Gy je průběh této formy intenzivnější a představuje riziko smrti. (Hušák et al., 2009; SÚJB, n.d)

Gastrointestinální neboli střevní forma vzniká při dávkách od 8 do 30 Gy. V prodromální fázi se objevuje zvracení, nevolnost, průjmy, křeče. Manifestní fáze se rozvíjí přibližně 7 den po ozáření, zahrnuje krvácivé průjmy, horečku. Vlivem odumřených buněk střevní výstelky je narušena resorpční a bariérová funkce střeva, může dojít k perforaci střev

nebo k ileu (střevní neprůchodnosti). Po obnažení střevní sliznice je narušeno hospodaření s tekutinami a minerálními látkami, člověk umírá v důsledku oběhového selhání. Gastrointestinální syndrom doprovází letálně poškozená krvetvorba, která se za normálních okolností nestihne klinicky projevit. (Hušák et al., 2009; Pejchal et al., 2013)

Neurovaskulární forma nastupuje při dávkách převyšujících 30 Gy. Prodromální fáze nastupuje v průběhu několika málo minut po ozáření. Zahrnuje nevolnost, zvracení, projevy radiačního erytému, ztrátu rovnováhy a dezorientaci. Po ozáření dávkami 100 Gy a vyšších prodromální a manifestní fáze splývají. Takto vysoké dávky záření způsobují bezvědomí, také se mohou objevit tonicko-klonické křeče. Osoby vystavené takto vysokým dávkám umírají do 48 hodin po ozáření. (Hušák et al., 2009; Pejchal et al., 2013)

Akutní lokální změny

Kůže je z hlediska lokálních účinků nejvíce sledovanou oblastí, protože představuje vstupní pole svazku záření při každém zevním ozáření. Závažnost poškození kůže se odvíjí od druhu záření, použité dávky, velikosti ozařované plochy a lokalizace. Vzhledem k lokalizaci jsou nejvíce citlivá třísla, podpažní jamka a kožní záhyby. (Pejchal et al., 2013; SÚJB, n.d)

Prahová dávka pro vznik radiačního poškození kůže neboli radiační dermatitidy se u RTG záření pohybuje od 3 Gy výše. Časný erytém neboli zčervenání kůže se objevuje s odstupem několika hodin od ozáření, po určitém čase odezní. Následně dochází k rozvoji tzv. pozdního erytému, pro který je typické zduření kůže doprovázené silnou bolestivostí. K epilaci, tj. ztrátě ochlupení, dochází při dávce 3 Gy, po dávce 6 Gy se může jednat o ztrátu trvalou. (Pejchal et al., 2013; SÚJB, n.d.)

Radiační dermatitida druhého stupně, která je doprovázena tvorbou puchýřů, vzniká při dávkách blížících se 20 Gy. Při dávkách vyšších než 30 Gy se kromě erytému a puchýřů objevují také vředy. Třetí stupeň radiační dermatitidy je také označován jako nekrotická forma dermatitidy, při které dochází k postižení hlubších vrstev kůže. Vznik nekrózy je podmíněn dávkami převyšujícími 50 Gy. (Hušák et al., 2009; Pejchal et al., 2013)

Fáze hojení radiační dermatitidy se odvíjí od obdržené dávky a rozsahu poškození cévní a pojivové tkáně. V případě, že nedojde k nenávratnému poškození těchto tkání, nastává s odstupem 6–8 týdnů od ozáření reepitelizace epidermis. V konečné fázi hojení vzniká

růžová, ztenčená kůže s hyperpigmentací, v ojedinělých případech se objevuje depigmentace kůže tzv. vitiligo. (Pejchal et al., 2013)

Postižení fertility neboli plodnosti způsobené ozářením pohlavních žláz patří rovněž mezi významná lokální poškození. Pohlavní orgány žen a mužů reagují na záření rozdílným způsobem. Přechodná oligospermie neboli přechodné snížení počtu spermií nastává již při dávkách od 0,1 do 0,3 Gy. Při dávce vyšší než 3 Gy hrozí riziko trvalé sterility u mužů. V závislosti na typu frakcionace a věku může vznikat dávkami v rozmezí 2,5 až 8 Gy sterilita u žen. U mladších žen je toto riziko 60–70 %, u starších vzniká sterilita téměř ve 100 % případů. (Hušák et al., 2009; SÚJB, n.d.)

Nenádorová pozdní poškození

Vznikají převážně za předpokladu protrahované expozice v průběhu několika let. Vyznačují se dávkovým prahem, který je vzhledem k časovému rozložení dávky poměrně vysoký. K těmto druhům poškození řadíme zejména chronickou radiační dermatitidu, která byla pozorována především u lékařů – rentgenologů, kteří prováděli RTG vyšetření bez vhodné ochrany.

Prahová dávka pro vznik tohoto onemocnění se pohybuje mezi 30 až 50 Gy. Projevovalo se suchostí, praskáním a křehkostí kůže, dále lomivostí a podélným rýhováním nehtů. Dalším poškozením je katarakta neboli zákal oční čočky, který se může objevit již po jednorázové dávce cca 1 Gy. (Hušák et al., 2009; SÚJB, n.d.)

1.7.2 Stochastické účinky

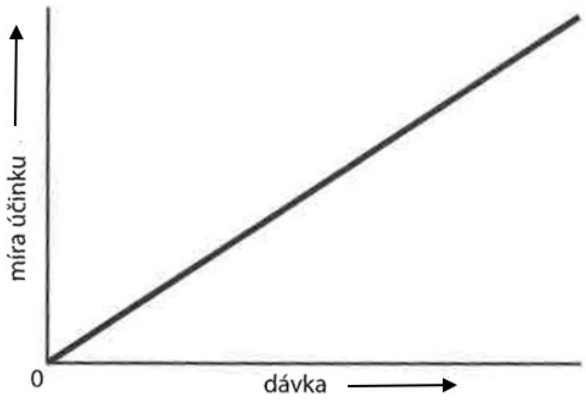
Jsou definovány jako náhodné účinky, které není možné předpovědět se stoprocentní jistotou. Jejich výskyt je pravděpodobnostní, s rostoucí dávkou se zvyšuje pravděpodobnost výskytu poškození organismu nikoli jeho závažnost. Příčinou vzniku stochastických účinků jsou změny v genetické informaci buňky, tj. mutace. Stochastické účinky jsou bezprahové, tj. i malá dávka záření představuje riziko vzniku těchto účinků. Klinický obraz není typický, neodlišuje se od případů, které vznikly „spontánním způsobem“. (Pejchal et al., 2013; SÚJB, n.d.)

Stochastické účinky, které jsou spojeny s jednotlivými dávkami obdrženými v různých časech, se sčítají, tj. účinek opakovaných dávek je vlastně aditivní. Při obdržení nízkých dávek IZ je organismus ale schopen ve většině případů poškození opravit pomocí

reparačních procesů, tedy se předpokládá, že časové protažení dávek může vést k určitému snížení účinnosti. O tom, jak významný tento efekt je, se stále vede diskuse.

Experimentálně bylo však zjištěno, že u některých buněk se nepodaří chybu opravit nebo jenom částečně a dojde k tzv. postradiační nestabilitě genetického materiálu. Tato nestabilita může vést ke změně buněčné DNA, v jejímž důsledku dochází k výraznějším stochastickým účinkům. Ke stochastickým účinkům řadíme vznik zhoubných nádorů a genetické změny. (Hušák et al., 2009; Pejchal et al., 2013; SÚJB, n.d.)

Z hlediska RO se u stochastických následků předpokládá platnost lineárního bezprahového modelu pro závislost dávky versus efekt. Model pracuje s předpokladem, že i poškození jedné buňky může způsobit rozvoj nádorového onemocnění. Stochastické účinky mohou být vyvolány i velmi malými dávkami, třeba i na úrovni přírodního radiačního pozadí. Lineární závislost stochastických účinků na dávce zobrazuje černá přímka na Obrázku 2. (Pejchal et al., 2013, Ullmann, n.d.)



Obrázek 2 – Stochastické účinky
(dostupné z Radiologie pro studium i praxi)

Zhoubné nádory:

Jedná se o nejzávažnější pozdní somatické účinky způsobené IZ. Důvodem vzniku rakoviny mohou být buňky nesoucí mutovanou genetickou informaci, která je následně přenášená na potomstvo. Dále může vzniknout vlivem podmínek, které zabraňují potlačení růstu nebo eliminaci atypických buněk. Mezi tyto podmínky patří především oslabení imunitní obrany organismu nebo změny v produkci hormonů. (SÚJB, n.d.)

Přesvědčení, že i při malých dávkách IZ mohou vznikat zhoubné nádory, je podloženo řadou pozorování a epidemiologických studií. Velký význam mají studie zaměřené na oběti, které přežily atomové útoky v Hirošimě a Nagasaki nebo pozorování anglických pacientů, u kterých bylo k léčbě onemocnění páteře využíváno účinků RTG záření a dále epidemiologické studie zaměřené na horníky pracující v uranových dolech (Rentgen bulletin, 2005; SÚJB, n.d.)

Celoživotní riziko úmrtí na rakovinu způsobenou zářením vyjadřuje tzv. koeficient rizika, který zahrnuje různou radiosenzitivitu a léčitelnost jednotlivých karcinomů. Pro pracovníky byl stanoven na hodnotu $4{,}1*10^{-2}$ Sv^{-1}. Z této hodnoty vychází fakt, že z celkového počtu 100 pracovníků ozářených efektivní dávkou 1 Sv se pravděpodobně u 4 osob vyskytne zhoubný karcinom, který bude příčinou smrti. (SÚJB, n.d.)

Pro celkovou populaci je hodnota koeficientu stanovena na $5{,}5*10^{-2}$ Sv^{-1}. Pro srovnání: spontánní riziko úmrtí na rakovinu, tj. bez „přídatného“ ozáření je kolem $25*10^{-2}$ Sv^{-1}, což znamená, že v neozářené populaci je ohrožen vznikem fatálního nádoru každý čtvrtý člověk. Pro děti jsou tyto koeficienty přibližně 2–3 krát vyšší, pro dospělé osoby nad 50 let jsou 5–10 krát nižší. Karcinomy nevznikají ihned po ozáření, ale s odstupem několika let, např. u leukemie je to 5 až 20 let, solidní nádory mohou vznikat za 10 až 40 let. Příslušné koeficienty rizika stanovila ICRP ve svém doporučení z roku 2007 (Publikace 103). (SÚJB, n.d.)

Genetické změny

Postižení potomstva ozářených osob je řazeno mezi pozdní účinky záření a vzniká v důsledku mutací, tj. změn v genetické informaci buňky. Gametická mutace, tj. mutace v jádře zárodečných buněk (vajíčka, spermie) pohlavních žláz zodpovídá za dědičné účinky záření. Principem genetického účinku záření je zvýšená frekvence mutací v porovnání se spontánně vzniklými mutacemi. K reprodukci mutovaného genu dochází při dělení buňky, čímž je mutace předávána do dalších generací. V důsledku nepříznivé genetické skladby hrozí nebezpečí časného zániku tzv. budoucího jedince, což se projeví jako neúspěšné oplození. (SÚJB, n.d.)

V dalším případě se zárodek vyvine, ale těhotenství končí potratem nebo předčasným porodem. Může také dojít k úmrtí novorozence brzy po porodu nebo k narození dítěte, které trpí závažnou vrozenou vadou. Rovněž mohou vznikat geneticky podmíněné

vývojové vady, například Downův syndrom. Odhaduje se, že koeficient rizika genetických účinků pro celkovou populaci odpovídá hodnotě $0{,}2*10^{-2}$ Sv^{-1}. (SÚJB, n.d.)

Poškození embrya či plodu

Poškození vyvíjejícího se plodu je spojeno s účinky deterministického a stochastického charakteru. Rozsah poškození se odvíjí od absorbované dávky v plodu, také od doby uplynulé od početí. V prvních třech týdnech gravidity je v zárodku nízký počet buněk, které nejsou dostatečně diferencované. V důsledku ozáření v tomto období dochází k neschopnosti implantace nebo k zániku oplozeného vajíčka. Největší riziko pro plod představuje období mezi třetím a osmým týdnem od početí. Při dávkách vyšších než 100 mGy se mohou vyskytnout např. malformace orgánů, abnormality, katarakta, zpomalení růstu. (Hušák et al., 2009; SÚJB, n.d.)

Od čtvrtého týdne po početí může být plod citlivý na vyvolání zhoubných karcinomů ozářením, které se projevují v dětství nebo v dospělosti. Při použité dávce v plodu 10 mGy je radiační riziko fatální rakoviny 0,06 %, tj. jedno úmrtí na zhoubný karcinom v souboru 1700 dětí ozářených in utero uvedenou dávkou. V období mezi osmým a dvacátým pátým týdnem po početí je zárodek citlivý na poškození mozku. Dávkami nad 200 mGy může docházet ke snížení IQ narozeného jedince. Závažná mentální retardace vzniká při dávkách vyšších než 300 mGy. (Hušák et al., 2009; SÚJB, n.d.)

1.8 Faktory ovlivňující biologický účinek záření

Výsledný biologický efekt IZ vychází ze vztahu záření a absorbátoru, jenž byl po určitou dobu záření vystaven. V případě ozáření savčího organismu je tento účinek závislý na charakteristice použitého záření a na současném stavu ozařovaného organismu. Faktory, které ovlivňují určitý radiační účinek, lze rozdělit na fyzikální, chemické a biologické. (Zölzer et al., 2007)

1.8.1 Fyzikální faktory

Jsou zastoupeny v podobě dávky záření, druhu záření, rozdělení dávky v čase a distribuce dávky v organismu. Důležitým faktorem je rozdělení dávky v čase, tj. doba, po kterou byla energie IZ absorbována objektem. Přírůstek dávky za jednotku času je označován jako dávkový příkon. Jak již bylo diskutováno, nižší dávkový příkon může vést k menším účinkům.

Jednotlivé druhy IZ vykazují rozdílný biologický účinek a závažnost poškození. Rozsah radiačního poškození organismu je také závislý na distribuci absorbované dávky IZ v tomto organismu. Větší biologický účinek způsobí jednorázová dávka cílená na celé tělo než dávka o stejné hodnotě působící na určitou oblast. Patrné jsou méně ozářené oblasti, zvlášť v případě neozářených oblasti krvetvorby. Tyto oblasti jsou zdrojem dostatečného množství kmenových buněk krvetvorby, část z nich putuje prostřednictvím krve do úseků postižených zářením, zde fungují jako zdroj reparačních procesů. (Kuna, Navrátil, 2005; Zölzer et al., 2007)

1.8.2 Chemické faktory

Mezi nejvýznamnější patří přítomnost chemických radiomodifikujících látek a koncentrace kyslíku (O_2) v buňkách nebo tkáních organismu, tzv. kyslíkový efekt. Během ozařování je koncentrace kyslíku v buňce velmi důležitá pro tvorbu volných radikálů, jejichž počet odpovídá množství kyslíku, který je po ukončení ozáření potřebný pro nastartování reparačních procesů. Umělé radiomodifikující látky lze rozdělit na radioprotektivní látky (RPL), dále na radiosenzibilizátory, které jsou používány zejména v radioterapii, kde slouží ke zvýšení citlivosti zvláště hypoxických nádorových buněk. (Kuna, Navrátil, 2005)

1.8.3 Biologické faktory

Výsledný účinek IZ u savčích organismů závisí na celkovém aktuálním stavu organismu v době expozice, tj. jeho pohlavím, stářím a zdravotním stavem. Při použití stejné dávky záření je dospělý, zdravý jedinec méně náchylný k účinkům IZ než starý a nemocný. Citlivost organismu vzhledem k záření se v průběhu života mění, mladý organismus je k ozáření citlivý více než dospělý. Vzhledem k záření je samičí organismus pravděpodobně mírně odolnější než samčí. (Kuna, Navrátil, 2005)

1.9 Principy radiační ochrany

Cílem RO je zabránit vzniku deterministických účinků IZ a minimalizovat výskyt stochastických účinků na rozumně dosažitelnou úroveň pro jednotlivce a společnost. (Kodl, et al., 2007; Pejchal et al., 2013)

Pro zajištění dostatečné RO jsou nezbytné čtyři základní principy, tj. zdůvodnění činností vedoucích k ozáření, optimalizace RO, dodržení dávkových limitů a princip fyzické bezpečnosti ZIZ. První tři principy byly do RO zavedeny v roce 1977 Publikací ICRP 26.

V roce 1991 byla vydána Publikace ICRP 60, ve které byly tyto principy upraveny a doplněny. (Pejchal et al., 2013; SÚRO, 2021b)

Mezinárodní atomová agentura (IAEA) vydala v roce 1996 Základní bezpečnostní standard, který přidal k principům RO požadavek zajištění bezpečnosti ZIZ. Tímto principem se v České republice zabývá vyhláška číslo 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. (SÚRO, 2021b)

1.9.1 Princip zdůvodnění

Podstatou tohoto principu je, že přínos pro ozářeného pacienta, společnost nebo životní prostředí musí být vždy větší než potencionální riziko. U lékařského ozáření se jedná například o včasnou diagnostiku a léčbu onemocnění. Vždy je třeba zvážit možnost využití i jiných zobrazovacích metod bez použití IZ, tj. ultrazvuk (US) nebo magnetická rezonance (MR). Princip zdůvodnění by měl být uplatňován zejména při vyšetřování těhotných žen a dětí. Veškeré použití ZIZ musí být vždy zdůvodněno. (Súkupová, 2012; Pejchal et al., 2013; ICRP, 2018)

1.9.2 Princip optimalizace

Tento princip je spojován s principem ALARA (as low as reasonably achievable), tj. ozáření by mělo být „tak nízké, jak je rozumně dosažitelné“. Při provádění činností, které vedou k ozáření, je třeba nastavit a dodržovat takovou úroveň RO, aby riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké, jakého je možné rozumně dosáhnout s ohledem na hospodářská a společenská hlediska. (Hušák et al., 2009; Pejchal et al., 2013)

1.9.3 Princip limitování

Při ozáření osob by nemělo docházet k překročení dávkových limitů doporučených komisí ICRP a limitů určených vyhláškou 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Doporučené dávkové limity se vztahují na plánované expoziční situace. Na lékařské ozáření se ale stanovené limity nevztahují, není tedy možné použít princip nepřekročení limitů. (Hušák et al., 2009; ICRP, 2018)

Obecné limity pro obyvatele

Vztahují se na celkové ozáření ze všech radiačních činností za kalendářní rok s výjimkou:

- ozáření z přírodních zdrojů, profesní ozáření, ozáření učňů a studentů, lékařské ozáření, havarijní ozáření, ozáření ve zvláštních případech (např. ozáření těhotných žen). (Hušák et al., 2009)

Limitem pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a z vnitřního ozáření je hodnota 1 mSv. Pro ekvivalentní dávku v oční čočce byl stanoven limit 15 mSv. Limit pro průměrnou ekvivalentní dávku v 1 cm^2 kůže odpovídá hodnotě 50 mSv. (Hušák et al., 2009; Vyhláška č. 422/2016)

Limity pro radiační pracovníky

Slouží k omezení profesního ozáření, kterému jsou vystaveni radiační pracovníci. Limit pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření odpovídá hodnotě 20 mSv za kalendářní rok nebo hodnota schválena Úřadem podle § 63 odst. 4 atomového zákona, v průběhu 5 po sobě následujících kalendářních let nesmí být vyšší než 100 mSv a současně 50 mSv za kalendářní rok. (Hušák et al., 2009; Vyhláška č. 422/2016)

Pro ekvivalentní dávku v oční čočce byl stanoven limit 100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let. Současně v období kalendářního roku nesmí docházet k překročení dávky 50 mSv. Limitem pro průměrnou ekvivalentní dávku v 1 cm^2 kůže je hodnota 500 mSv za kalendářní rok bez ohledu na velikost ozářené plochy. Limit 500 mSv za kalendářní rok je stanoven pro ekvivalentní dávku v oblasti ruky od prstů až po předloktí a nohy od chodidel až po kotníky. (Vyhláška č. 422/2016)

Limity pro žáky a studenty

Jsou stanoveny pro žáky a studenty ve věku od 16 do 18 let za kalendářní rok. Pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků z vnitřního ozáření byl stanoven limit 6 mSv. Limitem pro ekvivalentní dávku v oční čočce je 15 mSv. Pro průměrnou ekvivalentní dávku v 1 cm^2 kůže platí hodnota 150 mSv. Limit pro ekvivalentní dávku v oblasti ruky od prstů až po předloktí a nohy od chodidel až po kotníky odpovídá hodnotě 150 mSv. (Vyhláška č. 422/2016)

1.10 Způsoby ochrany před zářením

Existují tři základní způsoby ochrany osob před IZ, které jsou základem všech preventivních opatření. V případě, že se osoba nachází ve směru šíření IZ, mohou tyto způsoby ochrany snížit dávku záření. (Pejchal et al., 2013)

1.10.1 Ochrana časem

Radiační zátěž se odvíjí od doby, po kterou se daná osoba nachází v blízkosti ZIZ. Ochrana časem tedy spočívá ve zkrácení doby pobytu a tím snížení dávky záření. Zejména při skiaskopii se využívá ochrana časem, a to v podobě tzv. pulzního režimu, který zajištuje snížení radiační dávky. Při skiaskopických vyšetřeních je možné snížit radiační zátěž personálu zkrácením doby pobytu ve vyšetřovnách a dostatečným střídáním pracovníků. (Hušák et al., 2009; Pejchal et al., 2013)

1.10.2 Ochrana stíněním

Podstatou této ochrany je zamezení šíření IZ a tím snížení expozice na nejnižší možnou hodnotu. Jednotlivé druhy záření se liší svými vlastnostmi a chováním v prostoru. Gama nebo RTG záření nemají žádný náboj ani hmotnost, snadno procházejí i relativně hutnou tkání. Z důvodu své vysoké pronikavosti předají určité tkáni pouze část své energie a šíří se dál. K odstínění gama nebo RTG záření lze využít olovo, ochuzený uran, dále ocel a beton. (Pejchal et al., 2013)

Při skiagrafických vyšetřeních je ochrana pracovníků zajištěna zejména v podobě chráněných ovladoven, které snižují zevní ozáření osob na minimum. U pacientů jsou k ochraně oblastí mimo primární svazek záření používány osobní ochranné pomůcky. (Hušák et al., 2009)

Při skiaskopických vyšetřeních jsou k ochraně pracovníků využívány mobilní zástěny, stoličky, ochranné závěsy upevněné na vyšetřovacím stole, stropní závěsy s olovnatým sklem. Ke snížení zátěže patří také osobní ochranné pomůcky, například zástěry, límce, rukavice, brýle. (Hušák et al., 2009)

1.10.3 Ochrana vzdáleností

Vychází z pravidla, že dávka (lépe řečeno dávkový příkon) záření gama nebo RTG záření se snižuje s druhou mocninou vzdálenosti od ZIZ. Pokud se vzdálenost od zdroje zvětší na dvojnásobek, klesne dávka (dávkový příkon) na čtvrtinu původní hodnoty. Pokud je

to možné, měl by si RA při skiaskopických vyšetřeních udržovat od vyšetřovaného pacienta odstup. (Hušák et al., 2009)

1.11 Lékařské ozáření

Lékařské ozáření (LO) lze formulovat jako vystavení pacientů IZ v rámci diagnostiky nebo léčby pacienta. K LO řadíme také dobrovolné ozáření osob z důvodu ověřování nových poznatků nebo nových metod. Spadá sem rovněž ozáření osob v rámci preventivních programů, ozáření stanovené zvláštním právním předpisem (trestní řád) nebo pro pojišťovací účely, také ozáření osob, které při LO asistují. LO je usměrňováno pomocí dvou principů RO, tj. princip zdůvodnění a optimalizace. (Hušák et al., 2009)

1.11.1 Princip zdůvodnění v LO

LO je zdůvodňováno očekávaným zdravotním přínosem pro pacienta, jenž převažuje nad hrozícími riziky. V souladu s principy klinické odpovědnosti musí být do procesu zdůvodnění LO zahrnut indikující lékař a také aplikující odborník. Jejich povinností je zvážit rizika plynoucí z ozáření a případně zvolit jinou zobrazovací metodu. Zároveň je vhodné se informovat o již provedených vyšetřeních z důvodu zamezení jejich opakování. (Hušák et al., 2009)

U žen v reprodukčním věku je při vyšetření v oblasti mezi bránicí a kostmi stydkými nezbytné vyloučit možnost těhotenství. Hlavním důvodem je, že rizika radiační expozice jsou nejvyšší během 1. trimestru těhotenství. LO u těhotných žen je možné provést pouze z porodnické indikace nebo v neodkladných případech, přičemž musí být zajištěna maximální ochrana plodu. (Hušák et al., 2009)

1.11.2 Princip optimalizace v LO

Každé LO by mělo být plánováno a udržováno na nejnižší možné rozumně dosažitelné úrovni s ohledem na společenské a hospodářské faktory. Cíl optimalizace při radiodiagnostickém vyšetření spočívá ve volbě správné vyšetřovací metody za použití nejnižších možných dávek, které jsou dostačující k získání nezbytných radiodiagnostických informací. (Hušák et al., 2009)

Jak již bylo zmíněno, LO nepodléhá limitům, protože by byly překážkou v indikaci a provádění potřebných vyšetření. Diagnostické referenční úrovně (DRL) jsou v radiodiagnostice prostředkem pro optimalizaci LO. U RTG vyšetření jsou stanoveny jeho parametry, tj. hodnoty proudu a napětí rentgenky nebo velikost ozářeného pole.

Ačkoli jsou tyto hodnoty doporučené, měly by být dodržovány, jakékoliv odlišnosti musí být zdůvodněny (Rentgen bulletin, 2006; Hušák et al., 2009)

DRL rozdělujeme na národní a místní. Národní DRL lze najít ve vyhlášce č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Každé zdravotnické zařízení, které provádí LO, musí mít své vlastní, tzv. místní DRL. Dodržování DRL kontrolují pracovníci SÚJB, kteří jsou také v kontaktu se zdravotními pojišťovnami. Mezi výhody používání DRL patří optimalizace LO, také podpora snižování variability dávek pacientů, jež jsou vyšetřováni v odlišných zdravotnických zařízeních. (Rentgen bulletin, 2006; Hušák et al., 2009; Olejár, 2021)

1.12 Žádost o provedení radiologického vyšetření

Radiologické vyšetření lze provést pouze po předložení poukazu na vyšetření/ošetření, který je vyplněn dle platné metodiky VZP. Za správné vyplnění žádanky odpovídá indikující lékař. Indikaci k vyšetření následně schvaluje lékař se specializací v oboru radiologie a zobrazovacích metod, který přebírá klinickou odpovědnost za dané LO. Aplikující odborník je zodpovědný za technicky správné provedení praktické části vyšetření. (Nekula et al., 2001; Olejár, 2021)

U žen v reprodukčním věku je třeba v případě vyšetření v oblasti mezi bránicí a kostmi stydkými zjistit pravidelnost menstruačního cyklu. Žena, která není chráněná žádnou antikoncepční metodou, musí mít na žádance razítko a podpis od indikujícího lékaře, který tímto přebírá zodpovědnost za případná rizika z ozáření plodu. Zároveň pacientka potvrdí svým podpisem, že byla poučena o všech rizicích a s daným vyšetřením souhlasí. (Olejár, 2021)

1.13 Asistence při radiodiagnostickém vyšetření

Není dovoleno vystavit IZ osoby, které nejsou vyšetřovány. Výjimku tvoří asistence při ztížené spolupráci pacienta s vyšetřujícím personálem. Z důvodu zdravotního stavu nebo věku vyšetřované osoby. Výhoda asistence při vyšetření spočívá v minimálním riziku chyb. (Olejár, 2021)

Asistující osoby jsou nejčastěji rodinní příslušníci, jejich úloha spočívá v přidržování vyšetřovaného dítěte nebo dospělého pacienta. Pro ochranu těchto osob slouží osobní ochranné pomůcky, např. zástěry, límce. Pomáhající osoby musejí být starší 18 let,

v případě asistující ženy je vhodné vyloučit možnost těhotenství. (Hušák et al., 2009; Olejár, 2021)

Každá asistující osoba musí být poučena o případných rizicích vyplývajících z IZ. V případě souhlasu s ozářením je tato osoba povinná podepsat informovaný souhlas. Dokument je dostupný v tištěné formě na každé vyšetřovně. Vždy je vhodné zvážit možnost použití fixačních pomůcek, které by zamezily přítomnosti asistující osoby ve vyšetřovně. (Hušák et al., 2009; Olejár, 2021)

1.14 Komunikace o radiačních rizicích

Slovo komunikace pochází z latinského slova communicare, což lze přeložit jako vzájemné sdílení, činit něco společným, dělit se. Schopnost komunikovat si lidé osvojují již od dětství. To však neznamená, že komunikace probíhá vždy správným způsobem. Zásadním úkolem každého zdravotníka je pomáhat druhým osobám a podporovat jejich zdraví. Tato pomoc se neobejde bez vzájemné komunikace mezi pacientem a personálem. (Ptáček, Bartůněk, 2011; Súkup, 2021)

Veškerá komunikace probíhá v určité duševní atmosféře. Často vnášíme do komunikace své nálady, emoce, od kterých se většinou odvíjí způsob jednání s druhými osobami. Při neustálém zaneprázdnění či spěchu zdravotníka může být komunikace poznamenána nepozorností a uspěchaností. Pro zajištění efektivní komunikace je potřebné sebepoznání. (Súkup, 2021)

Snahou každého zdravotníka by mělo být získání důvěry pacienta, což má vliv na léčebný proces. Důležitou komunikační úlohou je pochopit a soucítit s jednotlivými pacienty, to má pozitivní vliv nejen na efektivní předávání informací, ale také na terapeutický proces. V tom spočívá skutečný význam komunikace ve zdravotnictví. (Súkup, 2021)

Každý pacient musí být dostatečně informován o přínosu a také o rizicích prováděného LO. Tyto informace byl měl získávat od indikujícího lékaře, popřípadě od aplikujícího odborníka. Pokud je vyšetřován dětský pacient, informace jsou směřovány k rodičům nebo doprovodu. Informovaná musí být také asistující osoba, která se dobrovolně účastní LO. (Rentgen bulletin, 2021)

Lze argumentovat, že informování o radiačních rizicích není jen zákonným požadavkem, ale také morální povinností. U některých pacientů však LO přináší strach z potenciálního

vývoje rakoviny. Z tohoto důvodu se doporučuje zdůraznit pozitiva, která vyšetření přináší. (Foley, 2018)

Je známo, že vysoké dávky IZ mohou způsobit rakovinu, předpokládá se tedy, že i nízké dávky mohou mít vliv na vznik tohoto onemocnění. ICRP vydala v roce 2004 doporučení zaměřené na analýzu nízkých dávek. Uvádí, že existují určité doklady o zvýšeném riziku rakoviny po expozici 10 mSv. I když nebylo dosud prokázáno, že i nižší dávky mohou způsobovat toto onemocnění, neznamená to, že je riziko zcela vyloučeno. (Rentgen bulletin, 2005; UCSF Department of Radiology & Biomedical Imaging, 2021)

Při vyšetřeních s nízkými dávkami záření, jako je například snímkování končetiny, je celoživotní riziko vzniku rakoviny nižší než 1 z 1 000 000, což je obvykle považováno za riziko zanedbatelné. Na druhé straně CT patří mezi zobrazovací metodu, která předává pacientovi relativně vysokou dávku záření. Představuje pro člověka riziko vzniku rakoviny přibližně 1 z 2000. Zde lze diskutovat, zda i toto riziko můžeme považovat za nízké. Odmítnutí vyšetření z důvodu strachu z ozáření může pacienta vystavit mnohem větším rizikům. A to ve smyslu stanovení opožděné nebo nesprávné diagnózy. (Foley, 2018; UCSF Department of Radiology & Biomedical Imaging, 2021)

Roční radiační zátěž z přírodních zdrojů se v České republice pohybuje kolem 3 mSv. Některá LO mají podobnou hodnotu efektivní dávky nebo v případě CT vyšetření i vyšší. Například v USA je průměrná radiační zátěž všech obyvatel z LO podobná zátěži z přírodních zdrojů, a to hlavně kvůli vyššímu počtu provedených CT vyšetření. (Einstein, 2020)

Populační dávka z LO byla v České republice aktualizována k roku 2019 s ohledem na současné frekvence jednotlivých vyšetření a představuje hodnotu 1,16 mSv na jednoho obyvatele. Na tomto ozáření se nejvíce podílí oblast radiodiagnostiky, především CT a intervenční vyšetření. (Rentgen bulletin, 2001; Rentgen bulletin, 2021)

Při komunikaci s pacientem je vhodné zmínit, že mnoho běžných činností je spojeno s výrazně vyššími celoživotními riziky než jednotlivé diagnostické expozice. Rentgen hrudníku souvisí s celoživotním rizikem vzniku rakoviny 1 z 1 000 000, což je stejné riziko jako kouření 1,4 cigarety, vypití půl litru vína, ujetí 300 mil autem (482,8 km) nebo jízda na kole vzdálená 10 mil (16 km). S těmito činnostmi se setkáváme v průběhu života

poměrně často, přesto se velká část populace příliš nezabývá zvýšeným rizikem úmrtí. (Foley, 2018)

Přizpůsobení komunikačního přístupu je velmi důležité. Zároveň je třeba myslet na to, že komunikace nikdy není pouze jednosměrný proces. Naslouchat obavám pacientů a odpovídat na otázky je stejně důležité jako najít správné nástroje pro předávání informací. (Foley, 2018)

1.15 Etika v medicíně

Termín etika vznikl z řeckého slova „ethos“, což v překladu znamená mrav, zvyk, obyčej. Etika je filosofickou vědou o správném způsobu života, jež vychází z racionálních přístupů, jejímž objektem je mravnost. Snahou etiky je nalézt, případně zdůvodnit společné a obecné základy, na kterých morálka stojí. (Kutnohorská, 2007; Jankovský, 2018)

Morálku lze chápat jako systém pravidel a norem, které určují chování a jednání osob. Záleží zde na způsobu zdůvodnění pravidel a norem. Například s důsledky našich činů (utilitarismus) nebo s povinnostmi, které máme vůči ostatním (deontologie). V současné době existuje mnoho kurzů či školení, které jsou zaměřené na etiku ve zdravotnictví. Etické zásady jsou součástí etických kodexů zdravotnických pracovníků nelékařských oborů. Každé pracoviště by mělo dle těchto kodexů postupovat. (Kutnohorská, 2007; Beauchamp, Childress, 2019; ICRP 2018)

Mravnost souvisí s charakterem každého člověka, proto někteří autoři argumentují, že pokud člověk jedná v souladu se svým svědomím, jedná mravně. Zvláště v situacích, kdy člověk jedná proti svému okamžitému prospěchu nebo zájmu, mluvíme o mravnosti. Mravnost tedy není jenom záležitostí rozumu, váže se na emocionální stránku člověka. (Jankovský, 2018)

1.15.1 Morální problém

Jedná se o rozlišování mezi dobrým a zlým, správným a nesprávným v každodenním životě. Blaho a léčba pacientů závisí do jisté míry na morálce, dále na etickém a právním vědomí zdravotníků poskytujících péči. Vnímavost vůči nespravedlnosti, která vyplývá z neetického chování a vůči porušování lidských práv, je velká. Ve chvíli, kdy se začaly zavádět nové léčebné postupy a technologie, vstoupila do popředí řada morálních otázek a problémů. (Kutnohorská, 2007)

1.15.2 Morální dilema

Lze definovat jako situaci, při které člověk čelí alespoň dvěma rozdílným alternativám, žádná z nich se však nejeví jako optimální řešení určitého problému, protože každá je v rozporu s určitými etickými hodnotami. S etickými dilematy souvisí morální konflikty a rozpory. Člověk se s dilematy setkává v situacích, kdy je nucen dělat rozhodnutí a nevidí žádný způsob, jakým by se mohl vyhnout porušování etických zásad. Čím obtížnější je předvídat důsledky konkrétních činů, tím je dilema větší. (Kutnohorská, 2007)

1.15.3 Vztah etiky a práva

Ideální situace nastává v okamžiku, kdy se shoduje etická a právní norma. Prostřednictvím sankcí a trestů zajišťuje zákon minimální standardy nebo kritéria. Etika závisí na svědomí člověka, je dobrovolná, nemůže být tedy vynucena. Zákon a etika se mohou vzájemně doplňovat. Zatímco zákon chrání a zajišťuje práva osob, např. ohledně informovaného souhlasu nebo dodržení mlčenlivosti. Etika požaduje zásadové jednání, které ve většině případů přesahuje povinnosti dané zákonem. (Kutnohorská, 2007)

1.16 Etika a komunikace

V roce 1992 byl v České republice zveřejněn první kodex Práv pacientů, který obsahuje důležité ustanovení z hlediska komunikace. „Pacient má právo získat od svého lékaře údaje potřebné k tomu, aby mohl před zahájením každého dalšího nového diagnostického či terapeutického postupu zasvěceně rozhodnout, zda s ním souhlasí. Vyjma případů akutního ohrožení má být náležitě informován o případných rizicích, která jsou s uvedeným postupem spojena.“ (Haškovcová, 1996; Ptáček, Bartůněk, 2011)

Od roku 2001, kdy vstoupila v platnost Úmluva na ochranu lidských práv a důstojnosti lidské bytosti zkráceně Úmluva o lidských právech a biomedicíně, je nástrojem pro zajištění komunikace tzv. informovaný souhlas. Mezi nezbytné prvky informovaného souhlasu patří informace, které by měly být dostatečné, dále porozumění a dobrovolnost. Informovaný souhlas je spojen s právem odmítnutí výkonu, také odvoláním svého předchozího rozhodnutí. (Ptáček, Bartůněk, 2011; ICRP, 2018)

Informovaný souhlas je dokument, jenž podporuje (nikoli nahrazuje) vztah a dialog mezi lékařem a pacientem. Lékaři zodpovídají za poskytnutí veškerých informací o přínosech,

rizicích a alternativách, které jsou pro pacienta klíčové při rozhodování. (Carpeggiani, Picano, 2016)

V mnoha případech však tento dokument slouží pouze jako právní ochrana před případnými soudními spory. Při informování osob nelze zapomínat na fakt, že pacient není odborník. Některé osoby mohou mít při zmínění případných rizik zvýšené obavy, které mohou vést až k odmítnutí výkonu. I přestože zákon tuto alternativu umožňuje, následky takového rozhodnutí mohou být závažné. (Ptáček, Bartůněk, 2011)

1.17 Základní etické hodnoty v systému radiační ochrany

Pojem etika se v radiologii začal řešit až v posledních pár letech. Základním dokumentem je Publikace ICRP 138 vydaná v roce 2018. „Ethical Foundations of the System of Radiological Protection“, tj. v překladu „Etický základ systému radiační ochrany “. Jedná se o první publikaci ICRP, která se věnuje etickým základům systému radiologické ochrany. (ICRP, 2018)

Současný systém RO je založen na třech základních pilířích, tj. vědeckých znalostech, etických hodnotách a zkušenostech odborníků z praxe. Přesto, že je tato publikace významným krokem vpřed v popisu jednoho ze tří pilířů systému RO, je zkoumání této oblasti teprve na začátku. (ICRP, 2018)

Základní etické hodnoty, které jsou součástí již zmíněné publikace, jsou sdíleny napříč odlišnými kulturami po celém světě. Mezi tyto hodnoty řadíme dobročinnost/neškodnost, obezřetnost, spravedlnost a důstojnost. Dále pojednává o jejich souvislosti s principy RO, konkrétně se zdůvodněním, optimalizací a limitováním. (ICRP, 2018)

Zmíněné etické hodnoty a principy RO spolu do značné míry souvisí, mohou být různě kombinovány. Např. princip zdůvodnění se nejvíce vztahuje k hodnotě dobročinnost/neškodnost, tj. přínos převažuje nad poškozením. Zbylé dva principy, tedy optimalizace a limitování, jsou založeny na několika základních etických hodnotách. (ICRP, 2018)

Princip optimalizace se opírá o obezřetnost, což je snaha o zamezení nepotřebných expozic, dále o spravedlnost, protože hovoří o rozumnosti snížení ozáření s ohledem na ekonomické a společenské faktory. Princip limitování odkazuje na etickou hodnotu spravedlnost, a to zamezením nerovnosti v expozicích jednotlivců. Tento princip souvisí také s důstojným chováním a respektem vůči osobám. (ICRP, 2018)

Publikace ICRP 138 se také zaměřuje na procedurální hodnoty, mezi které patří transparentnost, odpovědnost a inkluzivnost (účast zainteresovaných stran). Komisí je tato publikace považována za zakládající dokument, který bude podkladem pro řešení etických otázek v budoucích doporučeních. (ICRP, 2018)

1.17.1 Dobročinnost/neškodnost

Smyslem dobročinnosti je podpora nebo konání dobra. Neškodnost je vysvětlována jako snaha vyhnout se působení újmy, poškození. Publikace 138 spojuje tyto dvě etické hodnoty do jedné. Cílem doporučení je chránit osoby před účinky IZ, toho je v praxi dosaženo zabráněním deterministických účinků a omezením pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků na přijatelnou úroveň. (ICRP, 2018)

Dobročinnost zahrnuje v užším slova smyslu zvážení přímých přínosů pro jednotlivce, společnost a také životní prostředí. Neškodnost souvisí s prevencí, jejímž cílem je omezit riziko, a to odstraněním nebo snížením pravděpodobnosti nebezpečí. (ICRP, 2018)

Přestože je IZ spojeno s určitými radiačními riziky, má bezpochyby svá pozitiva a může být pro pacienta přínosem, např. v podobě včasné diagnostiky onemocnění. Poměrně těžkou otázkou zůstává, jakým způsobem srovnávat a měřit přínos, rizika a poškození. Při tomto hodnocení je třeba vzít v úvahu jednotlivé aspekty, tj. individuální, sociální, psychologické, kulturní a také společenské. Je také třeba myslet na potencionální škody a přínosy vzhledem k budoucím generacím a životnímu prostředí. (ICRP, 2018)

1.17.2 Obezřetnost

Principem obezřetnosti neboli opatrnosti je schopnost konat informovaná a pečlivě zvážená rozhodnutí bez kompletní znalosti rozsahu a důsledků provedených akcí. Tato hodnota má v oblasti etiky poměrně dlouhou historii. Pojem opatrnost pochází z řeckého slova „phronesis“, tedy „praktická moudrost“. Popisuje zkušenosti, znalosti a dobrý úsudek, na jejichž základě je možné přijímat rozumná rozhodnutí. (ICRP, 2018)

Při rozhodování v oblasti nízkých úrovní expozice je velmi důležitá obezřetnost. Popisuje způsob tvorby rozhodnutí, nikoliv pouze výsledek těchto rozhodnutí. Nemělo by k ní být přistupováno konzervativně, bez ochoty riskovat. (ICRP, 2018)

Již v dřívějších publikacích je obezřetnost používána v souvislosti s různými typy účinků záření. Ve spojitosti s účinky deterministickými pokládá komise za obezřetné uvážit nejistotu prahových hodnot. Prahové hodnoty pro celotělové ozáření jsou v různých zdrojích uváděny odlišně, pohybují se v rozmezí od $0{,}7 - 1$ Gy. Komise vždy doporučovala, aby dávkové limity pro různé orgány a tkáně zůstaly jasně pod prahovými dávkami, to znamená, že by měla existovat určitá bezpečnostní rezerva. (ICRP, 2007; Hušák et al., 2009; Pejchal et al., 2013; ICRP, 2018)

Obezřetnost je také v doporučeních Komise zmíněna ohledně nejistot souvisejících se stochastickými účinky. Komise předpokládá, že při dávkách IZ nižších než 100 mSv, je malá pravděpodobnost zvýšení výskytu stochastických účinků. Nicméně předpokládá, že pravděpodobnost účinků stoupá lineárně s dávkou. Tímto způsobem je lineární bezprahový model obezřetným základem RO při nízkých dávkách záření. (Hušák et al., 2009; ICRP, 2007)

Neexistuje žádný přímý důkaz týkající se dědičných poškození, který by potvrdil, že vystavení rodičů radiaci je příčinou nadměrného výskytu dědičných chorob u potomků. Komise však vychází z důkazů o tom, že u pokusných zvířat způsobuje IZ dědičné účinky. Z tohoto důvodu i nadále obezřetně zařazuje riziko dědičných účinků do svého systému RO. (ICRP, 2007)

1.17.3 Spravedlnost

Spravedlnost bývá zpravidla definována jako spravedlivé rozdělení výhod a nevýhod mezi skupinu osob. V ošetřovatelské etice je spravedlnost chápana jako rovné jednání s lidmi, kteří se nacházejí v obdobné situaci a diferencované jednání s osobami, které jsou v různých situacích. Zdravotnický personál je povinen poskytnout odbornou péči každé osobě, která ji vyžaduje, a to bez rozdílu. (Kutnohorská, 2007; ICRP, 2018)

Přestože nebyla tato hodnota v předchozích doporučeních Komise používána, má bezpochyby v systému RO svou roli. Publikace 60 zmínila pojem „nerovnost “, který nastává v případě, že výhody a újmy z ozáření nejsou v populaci na stejné úrovni. Vážné nerovnosti se lze vyvarovat pozorností, jež je věnovaná ochraně jednotlivců. (ICRP, 1991, ICRP, 2018)

V souvislosti s doporučeními ICRP 138 má spravedlnost dvojí roli. V první řadě se snaží snížit nerovnosti v distribuci jednotlivých expozic, zejména v situacích, při kterých by mohly být některé osoby ozářeny znatelně vyššími dávkami IZ než jiné. Tohoto cíle je dosaženo omezením dávky, která se vztahuje k plánovaným expozičním situacím a také systému referenčních úrovní, jež jsou platné pro existující a nehodové expoziční situace. (ICRP, 2018)

Dalším úkolem ochranných kritérií je zabránit překračování hodnot u jednotlivých expozic, jejichž související riziko je považováno za nepřijatelné, např. za výrazné vyšší než riziko pracovníků v jiných srovnatelných profesích. Tyto dávkové limity slouží převážně pro ochranu pracovníků a veřejnosti v plánovaných expozičních situacích. Hlavním úkolem dávkových limitů je docílit toho, aby všichni občané a pracovníci vystavení IZ nepřekročili úroveň rizika, které je společností považováno za tolerovatelné. (ICRP, 2018).

1.17.4 Důstojnost

Každá osoba si zaslouží bezpodmínečný respekt, a to bez ohledu na pohlaví, věk, rasu, náboženství, zdravotní postižení apod. Tato myšlenka je zakotvena ve Všeobecné deklaraci lidských práv. Zde je uvedeno, že „Všichni lidé se rodí svobodní a sobě rovní co do důstojnosti a práv.“ (Všeobecná deklarace lidských práv, © 2015)

Respekt k lidské důstojnosti je v systému RO zajišťován v podobě informovaného souhlasu. Tento dokument byl původně zaveden pro oblast biomedicínských pokusů. Umožňuje dané osobě přijmout nebo naopak odmítnout rizika expozice. Společně s pojmem „právo vědět“ byl informovaný souhlas stanoven v publikaci ICRP 84 z roku 2000, jež nese název „Pregnancy and Medical Radiation“. Podpora důstojnosti souvisí také s procedurálními etickými hodnotami, které budou zmíněny dále. (ICRP, 2018)

1.18 Procesní (procedurální) hodnoty

Z důvodu uvedení doporučení do praxe, stanovila Komise požadavky zaměřené na procesní a organizační aspekty systému RO. V publikaci ICRP 138 jsou zmíněny tři nejdůležitější procesní hodnoty, které jsou společné pro všechny expoziční situace. Jedná se o odpovědnost, transparentnost a inkluzivitu (účast zainteresovaných stran). Všechny zmíněné hodnoty spolu vzájemně souvisí. (ICRP, 2018)

Tyto hodnoty reflektují – odrážejí důležitost odpovědného chování osob zapojených do procesu RO, řádné informování a také zachování autonomie a důstojnosti jednotlivým osobám, jež jsou potenciálně nebo skutečně vystaveny IZ. (ICRP, 2018)

1.18.1 Odpovědnost

Každý člověk, který koná rozhodnutí, je povinen zodpovídat za své činy všem, kteří budou s největší pravděpodobností těmito činy ovlivněny. Tato procedurální etická hodnota může být také používána ve smyslu povinnosti jednotlivých osob nebo organizací podávat zprávy o své činnosti, dále nést zodpovědnost, případně být připraven nést odpovědnost za následky těchto činností.

Zároveň Komise přemýšlí o odpovědnosti současné generace vůči budoucím generacím. Tato myšlenka se objevuje i v Publikaci ICRP 122 z roku 2013 s názvem „Radiological protection in geological disposal of long-lived solid radioactive waste“. Zde je uvedeno, že povinností současné generace je předání informací, které jsou zaměřené na otázky bezpečnosti a ochrany, znalostí a zdrojů budoucím generacím. (ICRP, 2013; ICRP, 2018)

1.18.2 Transparentnost

Na základě Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) je transparentnost formulována jako otevřenost vůči aktivitám a rozhodnutím, které mají vliv na společnost, ekonomiku a životní prostředí a ochotu sdělovat je přesným, jasným, čestným, včasným a úplným způsobem. Transparentnost není jenom komunikace nebo konzultace, je také zaměřena na dostupnost informací, které se týkají aktivit, jednání a rozhodování, dále na jejich pravdivosti a srozumitelnosti při předání.

Sociální odpovědností vlády a společnosti je zajistit, aby osoba, která rozhoduje, postupovala v zájmu jednotlivců a dotčených skupin s ohledem na ekonomické, sociální a environmentální aspekty, a to ve všech expozičních situacích.

Transparentnost je spojena s procesem optimalizace, při kterém musejí být jasně definována veškerá data, parametry, vstupní hodnoty a předpoklady. To zajišťuje předpoklad poskytnutí všech relevantních informací zúčastněným stranám a řádné zdokumentování jejich rozhodovacího procesu. Transparentnost je v praxi využívána např. v podobě informovaného souhlasu určeného pro pacienty nebo při školení pracovníků. (ICRP, 2018)

Procedurální hodnoty odpovědnost a transparentnost se mohou vzájemně posilovat. Umožňují zúčastněným stranám znát aktuální informace, které jsou potřebné k přijímání informovaných rozhodnutí, popřípadě se podílet na rozhodovacím procesu. (ICRP, 2018)

1.18.3 Inkluzivita – začleněnost

Tato hodnota může být také označována jako „účast zainteresovaných stran“, což vyjadřuje způsob, jakým je tato hodnota uplatňována v praxi. Představuje zapojení všech stran, kterých se rozhodnutí týká, do rozhodovacích procesů systému RO. Jedná se o účinný způsob, jak zohlednit u zainteresovaných stran obavy a očekávání během rozhodování, dále jejich znalosti o konkrétní situaci. Je to také způsob umožňující nejen odborníkům, ale i zainteresovaným stranám porozumět určité expoziční situaci. (ICRP, 2018)

Zapojení zainteresovaných stran do rozhodovacích procesů systému RO bylo poprvé uskutečněno na konci 80. a 90. let 20. století v souvislosti s řešením ozáření v kontaminovaných oblastech po havárii v jaderné elektrárně Černobyl nebo v oblastech znečištěných jadernými zbraněmi. V následujících letech bylo zapojení zainteresovaných stran využito při řešení havárie v jaderné elektrárně Fukušima. (ICRP, 2007; ICRP, 2018)

Inkluzivita a dvě výše zmíněné procedurální hodnoty jsou nezbytné k přijímání etických rozhodnutí v soukromých i veřejných organizacích.

Etika poskytuje užitečné poznatky o zásadách a filozofii RO, čímž usnadňuje komunikaci mezi odborníky a dalšími zúčastněnými stranami zaměřenými na RO. Stejně tak jako vědecké znalosti a zkušenosti odborníků, není ani etika sama o sobě schopná zajistit definitivní řešení otázek a dilemat způsobených používáním nebo přítomností IZ. (ICRP, 2018)

2 Cíl práce a výzkumné otázky

2.1 Cíl práce

Cílem výzkumu je zjistit názor respondentů na kvalitu předávání informací o radiačních rizicích a dále zhodnotit všeobecnou informovanost respondentů (RA a pacientů) v oblasti etiky.

2.2 Výzkumné otázky

Tato část práce vychází ze dvou výzkumných otázek, které zní:

„Je komunikace o radiačních rizicích v medicíně dostatečná?“
„Jak tato komunikace souvisí s etickými hodnotami odborníků radiologie?“

3 Metodika

Pro splnění vytyčeného cíle v této práci byly zvoleny radiologická pracoviště v nemocnicích Kraje Vysočina. Na základě schválených žádostí o provedení výzkumu bylo dotazníkové šetření uskutečněno v nemocnicích v Havlíčkově Brodě, Jihlavě a Novém Město na Moravě v období od 1.11. 2021 do 31. 1. 2022. Před dotazníkovým šetřením proběhlo několik polostrukturovaných rozhovorů s odborníky radiologie.

Pro získání dat byla zvolena kvantitativní metoda šetření v podobě dvou dotazníků. Šetření bylo zaměřeno na pacienty a radiologické asistenty radiologického oddělení. Oba dva dotazníky byly zcela anonymní, po dohodě s vedením vybraných nemocnic byly rozděleny mezi jednotlivé radiologické asistenty a pacienty. K uskutečnění výzkumu bylo v konečné fázi zvoleno 210 respondentů, z nichž bylo 60 radiologických asistentů a 150 pacientů radiologických pracovišť.

Část oslovených respondentů totiž odmítla dotazník vyplnit. Jedním z důvodů mohla být skutečnost, že v době výzkumu stále trvala pandemie Covidu – 19. Lidé se tedy nechtěli v nemocnici zdržovat déle, než bylo nutné. Někteří argumentovali nedostatkem času, jiní uváděli nechuť k vyplňování.

3.1 Struktura a zadávání dotazníků

Oba dotazníky se skládají ze souboru 25 otázek. Převážná většina otázek je uzavřených s předpokladem jedné odpovědi, zahrnuté jsou ale i otázky otevřené. V úvodní části dotazníku je uvedeno jméno autorky a popsán účel dotazování. Dotazníky byly zadávány respondentům v tištěné podobě. Vyhodnocení dotazníků proběhlo manuálně prostřednictvím programu Microsoft Excel. Většina odpovědí byla zpracována do podoby sloupcového či prostorového výsečového grafu.

4 Výsledky

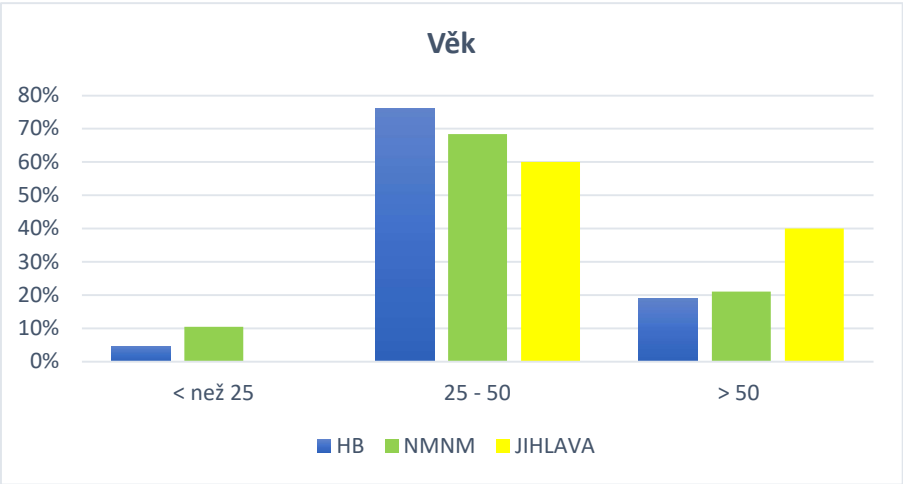
Jak již bylo zmíněno výše, k šetření byly použity dva typy dotazníků, jejichž vyhodnocení je v práci znázorněno postupně. První z dotazníků, který byl určen pro radiologické asistenty (dále RA), vyplnilo 60 respondentů. Z tohoto počtu je 21 RA zaměstnaných v nemocnici Havlíčkův Brod (HB), 19 RA pracuje v nemocnici Nové Město na Moravě (NMNM) a zbylých 20 RA představuje zaměstnance nemocnice v Jihlavě. Na základě tohoto rozdělení jsou jednotlivé odpovědi zobrazeny v přiložených grafech.

Druhý dotazník byl určen pro pacienty, kteří byli vyšetřeni na radiodiagnostických odděleních vybraných nemocnic v Kraji Vysočina. Pro dotazníkové šetření byl zvolen soubor 150 pacientů, v každé nemocnici tedy dotazník vyplnilo celkem 50 respondentů.

4.1 Výsledky dotazníkového šetření – RA

***Otázka č. 1* – Věk**

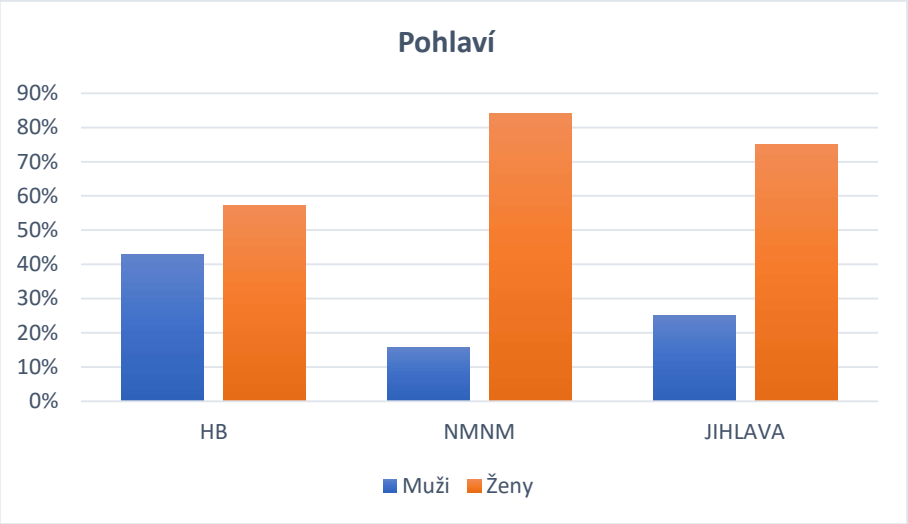
V grafu 1 je věk respondentů rozdělen dle zvolených nemocnic. Věk „nižší než 25“ zvolil v nemocnici HB 1 respondent (5 %), v nemocnici NMNM 2 respondenti (11 %). Převažující věkovou kategorií je věk v rozmezí „25-50 let“. V nemocnici HB zvolilo tuto možnost 16 respondentů (76 %), v nemocnici NMNM 13 respondentů (68 %) a v nemocnici Jihlava 12 respondentů (60 %). Věkovou hranici „50 a více let“ označili v nemocnici HB 4 respondenti (19 %), v nemocnici NMNM také 4 respondenti (21 %) a v nemocnici Jihlava 8 respondentů (40 %).



Graf 1 – Věk respondentů (zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 2* – Pohlaví**

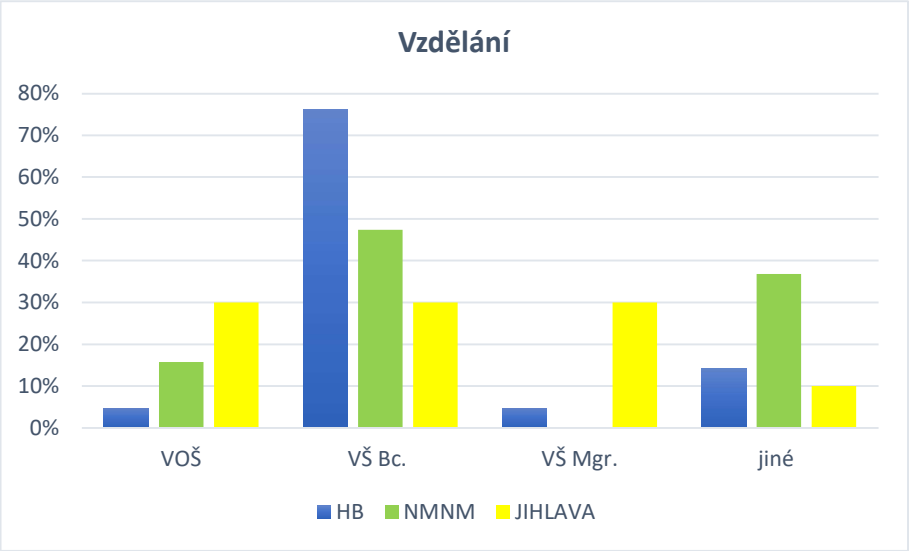
Graf 2 zobrazuje zastoupení žen a mužů v jednotlivých nemocnicích. V nemocnici HB se počet mužů na radiodiagnostickém oddělení blíží počtu žen. Je zde zaměstnaných 9 RA mužů (43 %) a 12 RA žen (57 %). Naproti tomu v nemocnicích NMNM a Jihlavě je počet mužů oproti ženám výrazně nižší. V nemocnici NMNM pracují 3 RA muži (16 %) a 16 RA žen (84 %). V nemocnici Jihlava je zaměstnáno 5 RA mužů (25 %) a 15 RA žen (75 %).



Graf 2 – Pohlaví respondentů (zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 3* – Nejvyšší dosažené vzdělání**

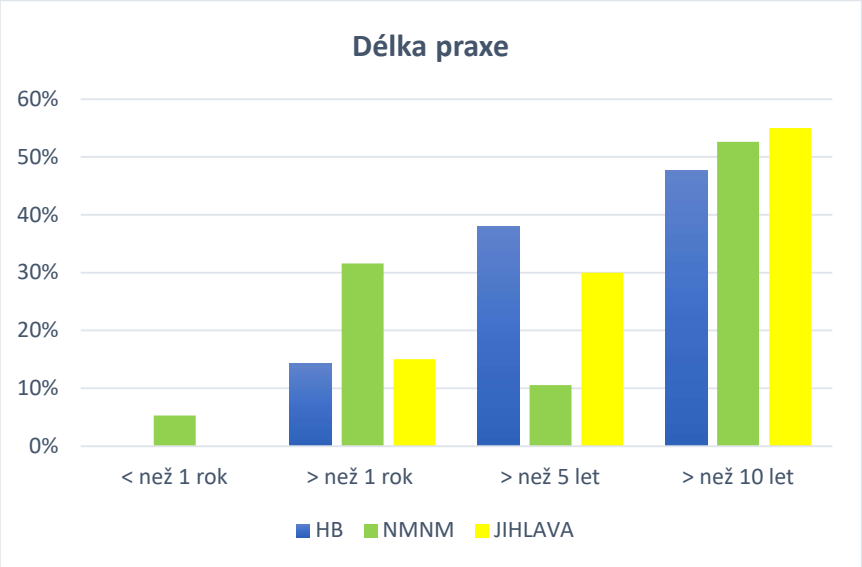
V grafu 3 je uvedeno nejvyšší dosažené vzdělání RA. Variantu „vyšší odborné vzdělání“ označil v nemocnici HB 1 respondent (5 %), v nemocnici NMNM 3 respondenti (16 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (30 %). Variantu „bakalářský titul“ vybralo v nemocnici HB 16 respondentů (76 %), v nemocnici NMNM 9 respondentů (47 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (30 %). Titul „magistr“ označil v nemocnici HB 1 respondent (5 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (30 %). Variantu „jiné vzdělání“ vybrali v nemocnici HB 3 respondenti (14 %), v nemocnici NMNM 7 respondentů (37 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (10 %).



Graf 3 – Nejvyšší dosažené vzdělání (zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 4* – Jak dlouhou dobu pracujete na pozici radiologický asistent?**

Graf 4 znázorňuje délku praxe RA. Dobu praxe „nižší než 1 rok“ označil v nemocnici NMNM 1 respondent (5 %). Dalších 12 respondentů odpovědělo, že pracují „déle než 1 rok“. V nemocnici HB se jedná o 3 respondenty (14 %), v nemocnici NMNM 6 respondentů (32 %) a v nemocnici Jihlava 3 respondenti (15 %). Další respondenti uvedli, že jako RA pracují „více než 5 let“. V nemocnici HB se jedná o 8 respondentů (38 %), v nemocnici NMNM 2 respondenti (11 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (30 %). Dobu praxe „delší než 10 let“ označilo v nemocnici HB 10 respondentů (48 %), v nemocnici NMNM 10 respondentů (53 %) a v nemocnici Jihlava 11 respondentů (55 %).



Graf 4 – Délka praxe RA (zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 5* – Víte, že existuje etický kodex?**

RA by při své práci měli postupovat dle „Etického kodexu zdravotnických pracovníků nelékařských oborů“. Tento kodex je uveřejněn ve Věstníku 7/2004 Ministerstva zdravotnictví ČR (ZN.:13469/04/VVO). Většina nemocnic má etický kodex vyvěšen na svých webových stránkách. Všechny tři nemocnice, které byly pro tento výzkum zvoleny, nejsou výjimkou. Z odpovědí dotazovaných RA vyplývá, že o existenci etického kodexu vědí. Odpověď na tuto otázku zněla ve všech případech „ano“. Z tohoto důvodu nejsou výsledky otázky zpracovány do grafu.

***Otázka č. 6* – Postupujete při své práci dle etických kodexů?**

Tato otázka navazuje na otázku předchozí, ve většině případů respondenti odpověděli totožně, tedy označili odpověď „ano“. V nemocnici HB takto odpovědělo 20 respondentů (95 %), pouze 1 respondent (5 %) označil možnost „občas“. Respondenti ze zbývajících dvou nemocnic uvedli, že podle etických kodexů postupují vždy. V nemocnici NMNM se jedná o 19 respondentů (100 %) a nemocnici Jihlava 20 respondentů (100 %). Protože pouze 1 respondent odpověděl odlišně než ostatní, není tento výsledek zpracován do grafu.

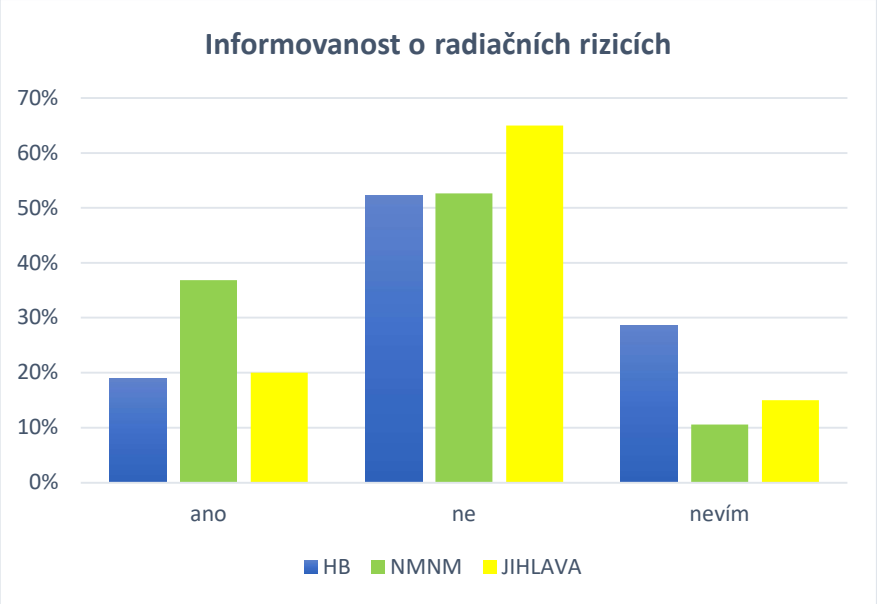
***Otázka č. 7* – Jak důležitá je podle Vašeho názoru etika v oblasti principů radiační ochrany (tj. zdůvodnění, optimalizace, limitování a zabezpečení zdrojů)?**

Převážná většina respondentů se domnívá, že je etika v oblasti principů RO „velmi“ důležitá. V nemocnicích HB označilo tuto možnost 21 respondentů (100 %) a v nemocnici Jihlava 20 respondentů (100 %). V nemocnici NMNM uvedl pouze 1 respondent (5 %), že je v oblasti principů RO etika „málo“ důležitá. Zbylých 18 respondentů (95 %) je přesvědčeno o důležitosti etiky v souvislosti s principy RO. Stejně jako u předchozí otázky nejsou výsledky zpracovány do grafu.

***Otázka č. 8* – Myslíte si, že jsou pacienti na Vašem oddělení dostatečně informování o radiačních rizicích?**

Graf 5 zobrazuje názor RA na informovanost pacientů o radiačních rizicích. Část respondentů označilo odpověď „ano“. V nemocnici HB takto odpověděli 4 respondenti (19 %), v nemocnici NMNM 7 respondentů (37 %) a v nemocnici Jihlava 4 respondenti (20 %). Nejvíce respondentů vybralo odpověď „ne“. V nemocnici HB označilo tuto možnost 11 respondentů (52 %), v nemocnici NMNM 10 respondentů (53 %) a v nemocnici Jihlava 13 respondentů (65 %). Zbylý počet respondentů označilo

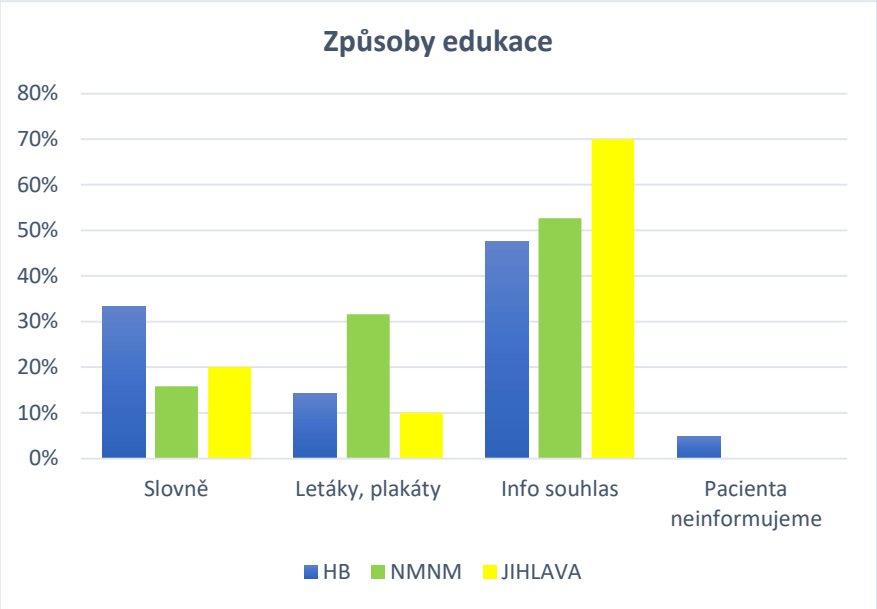
odpověď „nevím“. V nemocnici HB se jedná o 6 respondentů (29 %), v nemocnici NMNM 2 respondenti (11 %) a v nemocnici Jihlava 3 respondenti (15 %).



Graf 5 – Informovanost pacientů o radiačních rizicích
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 9* – Jakým způsobem edukace (předání informací) o radiačních rizicích na Vašem oddělení probíhá?**

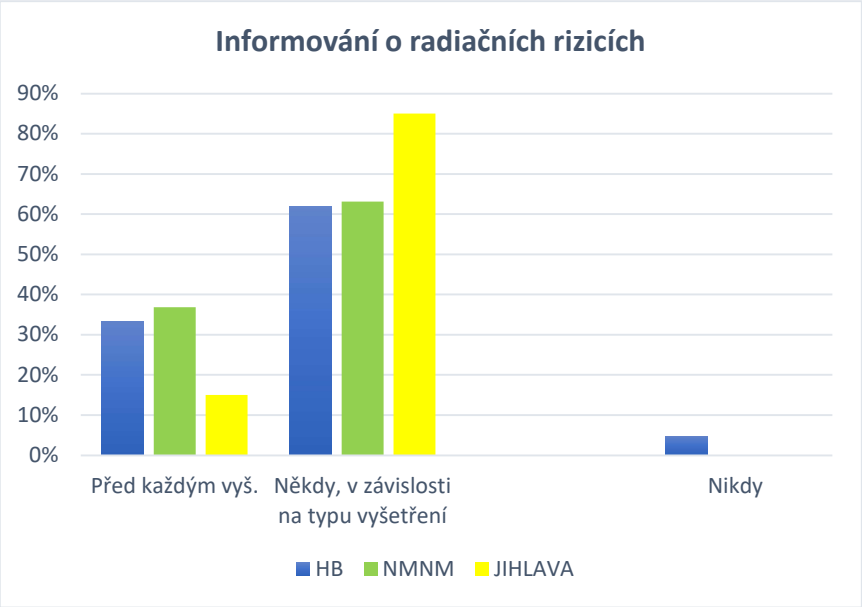
V grafu 6 je uvedeno, jakým způsobem jsou pacienti edukováni o radiačních rizicích. Odpověď „slovně“ zvolilo v nemocnici HB 7 respondentů (33 %), v nemocnici NMNM 3 respondenti (16 %) a v nemocnici Jihlava 4 respondenti (20 %). Další respondenti používají k edukaci pacientů „letáky či plakáty“. V nemocnici HB se jedná o 3 respondenty (14 %), v nemocnici NMNM 6 respondentů (32 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (10 %). Je zřejmé, že je k edukaci nejčastěji využíván „informovaný souhlas“. V nemocnici HB takto odpovědělo 10 respondentů (48 %), v nemocnici NMNM 10 respondentů (53 %) a v nemocnici Jihlava 14 respondentů (70 %). Pouze 1 respondent (5 %) z nemocnice HB uvedl, že pacienty při RTG vyšetření o radiačních rizicích „neinformuje“.



Graf 6 – Způsoby edukace o radiačních rizicích
(zdroj: vlastní výzkum)

Otázka č. 10 – **Kdy jsou pacienti na Vašem oddělení informováni o radiačních rizicích?**

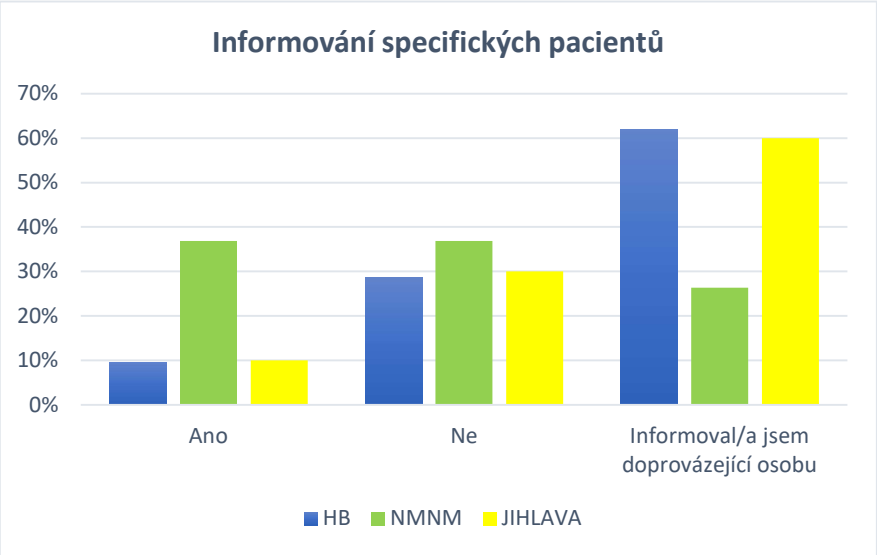
Graf 7 znázorňuje, kdy jsou pacienti informováni o radiačních rizicích. Někteří respondenti informují pacienty o radiačních rizicích „před každým vyšetřením“. V nemocnici HB se jedná o 7 respondentů (33 %), v nemocnici NMNM 7 respondentů (37 %) a v nemocnici Jihlava 3 respondenti (15 %). Nejvíce respondentů uvedlo, že jsou pacienti informováni „někdy v závislosti na typu vyšetření“. V nemocnici HB označilo tuto možnost 13 respondentů (62 %), v nemocnici NMNM 12 respondentů (63 %) a v nemocnici Jihlava 17 respondentů (85 %). Pouze 1 respondent (5 %) z nemocnice HB označil poslední z nabízených možností tedy „nikdy“.



Graf 7 – Informování pacientů o radiačních rizicích
(zdroj: vlastní výzkum)

Otázka č. 11 **– Informoval/a jste někdy o možných radiačních rizicích pacienta specifického typu (tj. osoba s psychiatrickou diagnózou, se smyslovým postižením, s mentální retardací)?**

V grafu 8 je uvedeno, zda respondenti informovali o radiačních rizicích tzv. specifického pacienta. Odpověď „ano“ zvolili v nemocnici HB a Jihlava 2 respondenti (10 %), v nemocnici NMNM 7 respondentů (37 %). Odpověď „ne“ vybralo v nemocnici HB 6 respondentů (29 %), v nemocnici NMNM 7 respondentů (37 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (30 %). Poslední z možností, tj. „informování doprovázející osoby“, zvolilo v nemocnici HB 13 respondentů (62 %), v nemocnici NMNM 5 respondentů (26 %) a v nemocnici Jihlava 12 respondentů (60 %).



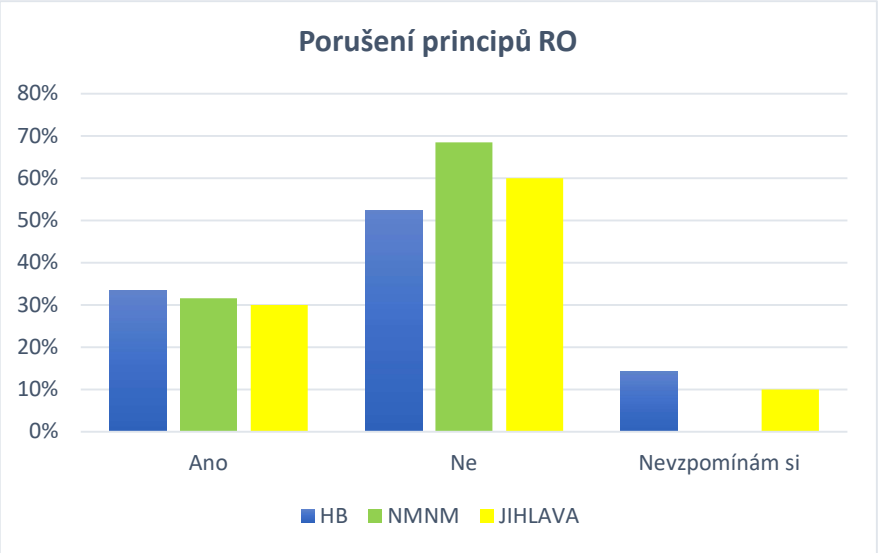
Graf 8 – Informování o radiačních rizicích pacienta specifického typu (zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 12* – Používáte na Vašem oddělení ochranné pomůcky pro pacienty?**

Odpověď na tuto otázku byla ve všech třech nemocnicích jednoznačná. Všichni respondenti uvedli, že při RTG vyšetření používají ochranné pomůcky, a to dle platných standardů jednotlivých nemocnic. Z tohoto důvodu nejsou výsledky otázky zpracovány do grafu. Mezi nejčastěji používané ochranné pomůcky pro pacienty patří ochranná zástěra, dále mini zástěra, která slouží k chráně gonád, zejména při snímkování hrudníku.

***Otázka č. 13* – Zaznamenal/a jste v průběhu své praxe porušení principů radiační ochrany?**

Graf 9 zobrazuje, zda se respondenti setkali s porušením principů radiační ochrany. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 7 respondentů (33 %), v nemocnici NMNM 6 respondentů (32 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (30 %). Odpověď „ne“ označilo v nemocnici HB 11 respondentů (52 %), v nemocnici NMNM 13 respondentů (68 %) a v nemocnici Jihlava 12 respondentů (60 %). Odpověď „nevzpomínám si “zvolili v nemocnici HB 3 respondenti (14 %), v nemocnici NMNM žádný z respondentů a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (10 %).



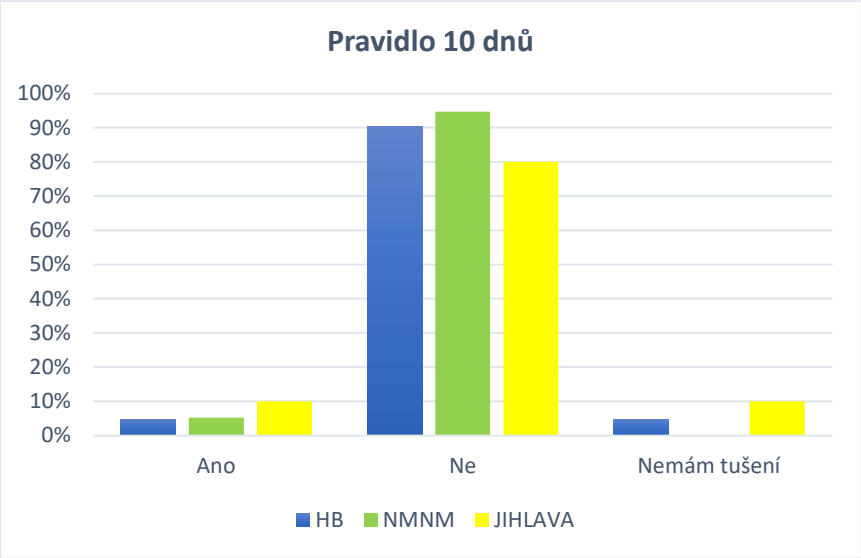
Graf 9 – Porušení principů RO
(zdroj: vlastní výzkum)

Otázka č. 14 – Řídíte se při jednotlivých lékařských ozářeních místními radiologickými standardy?

Všichni respondenti pracující ve vybraných nemocnicích označili první z nabízených možností, tj. odpověď „ano“. Odpovědi na tuto otázku přinesly zjištění, že všichni dotazovaní RA postupují při LO podle místních radiologických standardů. Graf z tohoto důvodu není zpracován.

***Otázka č. 15* – Je na Vašem pracovišti zavedeno pravidlo 10 dnů při RTG vyšetření v oblasti pánve u žen v reprodukčním věku?**

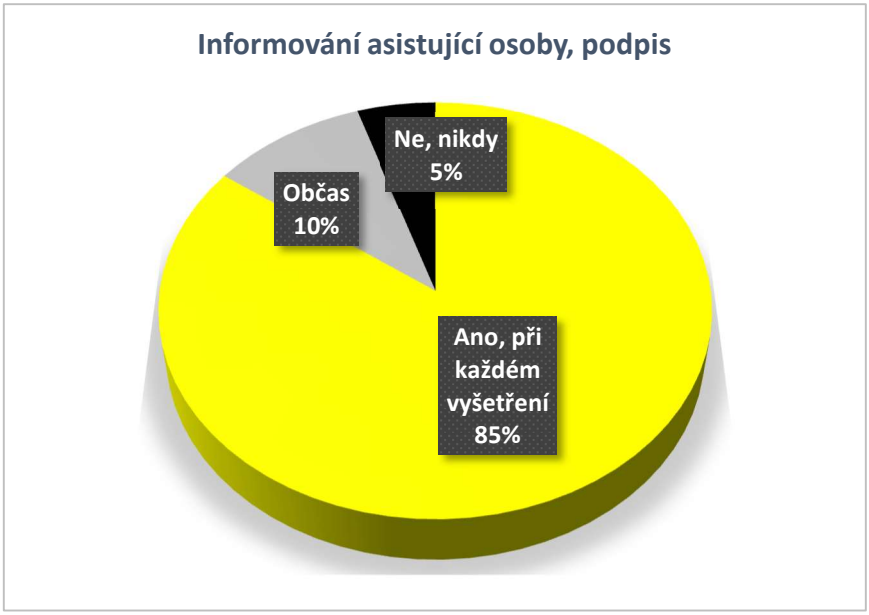
V grafu 10 je uvedeno, zda je v jednotlivých nemocnicích zavedeno pravidlo 10 dnů. Odpověď „ano“ vybral v nemocnici HB a Jihlava 1 respondent (5 %), v nemocnici Jihlava takto odpověděli 2 respondenti (10 %). Odpověď „ne“ zvolilo v nemocnici HB 19 respondentů (91 %), v nemocnici NMNM 18 respondentů (95 %) a v nemocnici Jihlava 16 respondentů (80 %). Třetí z nabízených možností, tj. „nemám tušení“, označil v nemocnici HB 1 respondent (5 %), v nemocnici Jihlava 2 respondenti (10 %).



Graf 10 – Zavedení pravidla 10 dnů
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 16* – Jak často informujete asistující osobu při RTG vyšetření (např. u osob s postižením, dítěte) o rizicích plynoucích z ozáření, vyžadujete podpis asistující osoby?**

Většina respondentů uvedla, že informují asistující osoby o rizicích spojených s ozářením při každém RTG vyšetření. V nemocnici HB a NMNM označilo tuto možnost 100 % respondentů. Výjimku představuje nemocnice Jihlava, ve které první z nabízených možností označilo 17 respondentů (85 %). Další 2 respondenti (10 %) uvedli, že asistující osobu informují „občas“. Pouze 1 respondent (5 %) vybral třetí z nabízených možností tedy „ne, nikdy“. Protože byly odpovědi na tuto otázku v nemocnici Jihlava rozdílné jsou výsledky zpracovány do grafu 11.



Graf 11 – Informování asistující osoby o rizicích, podpis
(zdroj: vlastní výzkum)

Otázka č. 17 **– Dodržujete při CT vyšetření správné referenční hodnoty pro určitý typ vyšetření z důvodu snížení rizika stochastických účinků?**

Podobně jako u předchozích otázek mohli respondenti vybrat odpověď ze tří nabízených možností. V souladu s předpokladem byla odpověď na tuto otázku ve 100 % případů pozitivní. Všichni respondenti, kteří jsou zaměstnáni ve vybraných nemocnicích, uvedli, že při CT vyšetřeních správné referenční hodnoty striktně dodržují. Z tohoto důvodu nejsou odpovědi na tuto otázku zpracovány do grafu.

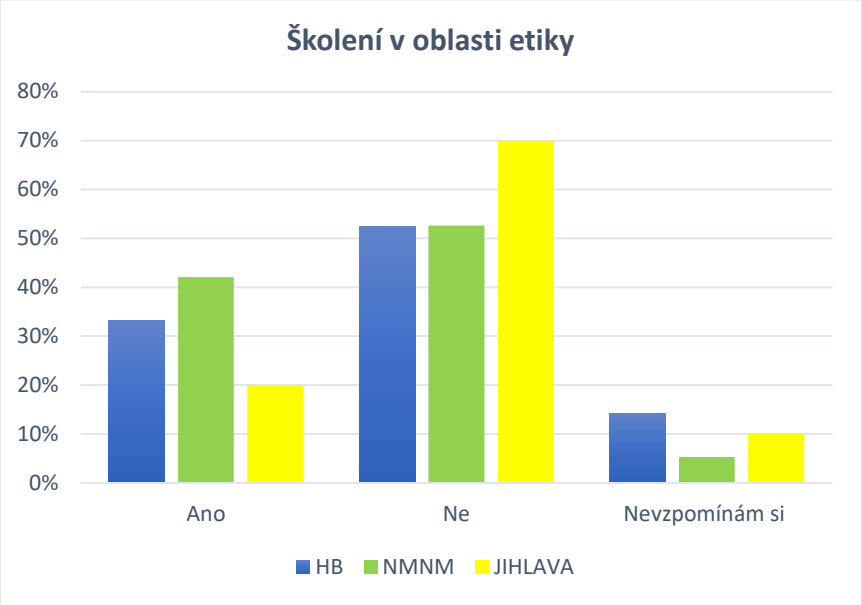
Otázka č. 18 **– Jsou na Vašem pracovišti zaznamenávány údaje o expozici pro zpětný odhad radiační zátěže?**

Stejně jako u předchozí otázky byla odpověď na tuto otázku ve všech třech nemocnicích shodná, tedy „ano“. Respondenti uvedli, že na výše zmíněných RTG odděleních jsou u jednotlivých pacientů zaznamenávány údaje o expozici. Odpovědi tedy nejsou stejně jako v předchozí otázce zpracovány do grafu.

Otázka č. 19 **– Byl/a jste někdy na školení se zaměřením na etiku ve zdravotnictví?**

V grafu 12 je uvedeno, zda byli respondenti na školení se zaměřených na etiku. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 7 respondentů (33 %), v nemocnici NMNM 8 respondentů (42 %) a v nemocnici Jihlava 4 respondenti (20 %). Odpověď „ne“ vybralo v nemocnici HB 11 respondentů (52 %), v nemocnici NMNM 10 respondentů (53 %) a v nemocnici Jihlava 14 respondentů (70 %). Odpověď „nevzpomínám si“ zvolili v nemocnici HB

3 respondenti (14 %), v nemocnici NMNM 1 respondentů (5 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (10 %).



Graf 12 – Školení se zaměřením na etiku ve zdravotnictví
(zdroj: vlastní výzkum)

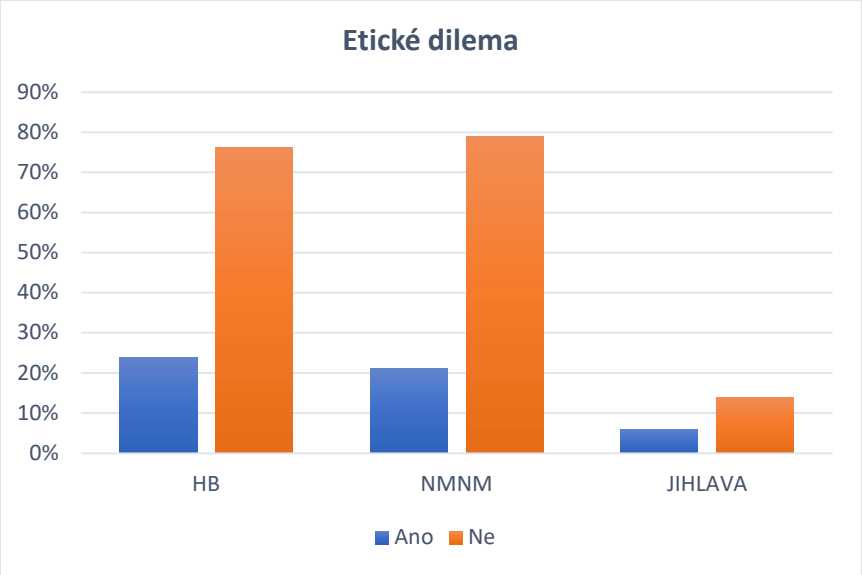
***Otázka č. 20* – Řešil/a jste někdy v průběhu svého zaměstnání etické dilema, které souviselo s radiační ochranou?**

Graf 13 uvádí, zda řešili respondenti během svého zaměstnání etické dilema. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 5 respondentů (24 %), v nemocnici NMNM 4 respondenti (21 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (30 %). Odpověď „ne“ vybralo v nemocnici HB 16 respondentů (76 %), v nemocnici NMNM 15 respondentů (79 %) a v nemocnici Jihlava 14 respondentů (70 %).

Mezi nejčastější dilemata napříč všemi zvolenými nemocnicemi patří:

- špatně indikované žádanky na RTG vyšetření
- opakované kontroly
- přesnímkování konkrétních oblastí
- záměna pacienta
- pacientka zjistila 14 dní po ozáření, že je těhotná a chtěla informovat o případných rizicích pro plod
- nezavírání dveří do vyšetřovny při snímkování jednotlivých pacientů

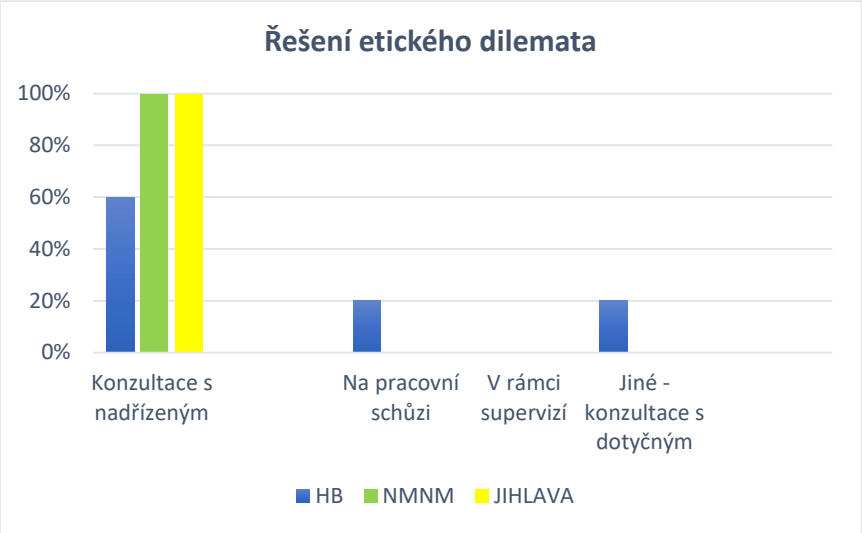
- zajímavým etickým dilematem je také otázka, zda vykrýt pohlavní žlázy trans ženy či trans muže



Graf 13 – Etické dilema související s RO
(zdroj: vlastní výzkum)

**** Otázka č. 21* – Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 20 ano, jakým způsobem jste etické dilema řešil/a?**

Tato otázka navazuje na otázku předchozí, proto je vycházeno ze souboru 15 respondentů. Z grafu 14 je zřejmé, že většina respondentů uvedla, že výše zmíněná etická dilemata řešila nejčastěji „s nadřízeným pracovníkem“. V nemocnici HB takto odpověděli 3 respondenti (60 %), v nemocnici NMNM 4 respondenti (100 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (100 %). Další 1 respondent (20 %) z nemocnice HB odpověděl, že etické dilema řešil „na pracovní schůzi“. Pouze 1 respondent (20 %) zaměstnaný v nemocnici HB označil poslední z nabízených možností, tedy „jiné – konzultace s dotyčným“.



Graf 14 – Způsob řešení etického dilematu
(zdroj: vlastní výzkum)

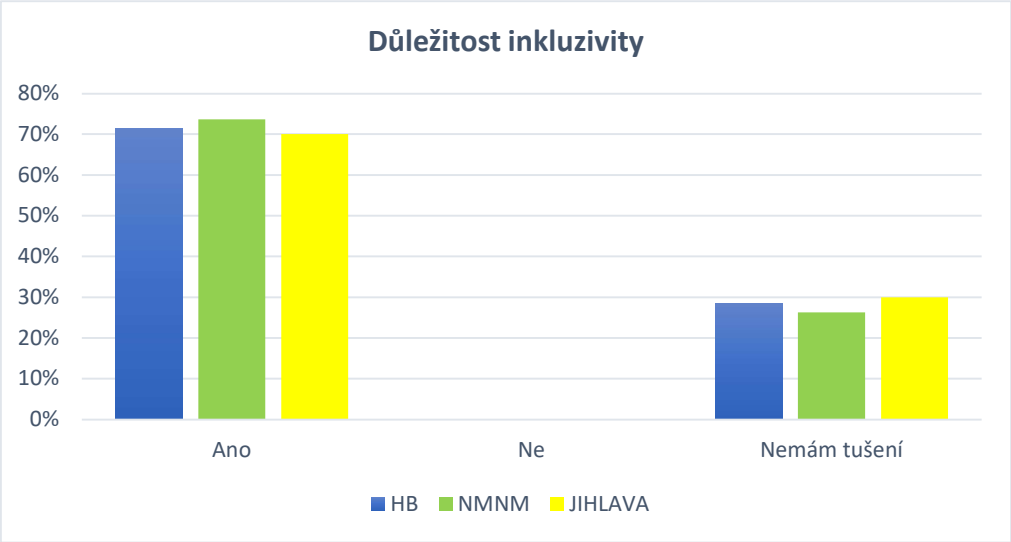
***Otázka č. 22* – Co si představujete pod pojmem etika?**

Protože je tato otázka otevřená, nelze ji kvantifikovat. K nejčastějším odpovědím napříč všemi oslovenými nemocnicemi patří:

- mrav, mravnost, teorie morálky
- způsob jednání a chování k ostatním osobám
- způsob komunikace s jednotlivými pacienty
- zkoumání daných situací a principů
- respektování požadavků pacienta, ale také zaměstnanců, protože každý má svobodnou vůli v rozhodování
- slušnost, čestné chování a vlídnost
- pečlivé dodržování RO
- mravnost zásad a pravidel, z nich plynoucí jednání a chování
- rozum, pochopení, morálka
- zejména u seniorů empatie, ohleduplnost, trpělivost a snaha pomoci
- snaha být vstřícný a nápomocný za všech okolností
- společenské a obecné zásady chování
- vysvětlení a zdůvodnění RTG vyšetření
- etika zkoumá morálku
- dodržování soukromí jednotlivých pacientů

***Otázka č. 23* – Myslíte si, že je inkluzivita (účast zúčastněných stran) důležitá při práci s RTG zářením?**

Graf 15 zobrazuje názor respondentů týkající se důležitosti inkluzivity při práci s RTG zářením. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 15 respondentů (71 %), v nemocnici NMNM 14 respondentů (74 %) a v nemocnici Jihlava 14 respondenti (70 %). Odpověď „ne“ nevybral žádný z respondentů. Zbylých počet respondentů označilo třetí možnost, tedy „nemám tušení“. V nemocnici HB se jedná o 6 respondentů (29 %), v nemocnici NMNM 5 respondentů (26 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (30 %).



Graf 15 – Důležitost inkluzivity při práci s RTG zářením
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 24* – Jakým způsobem zapojujete odpovědnost do své práce?**

Jelikož je tato otázka tzv. otevřená, není stejně jako otázka č. 22 zpracována do grafu. Mezi nejčastější odpovědi, které respondenti uvedli patří:

- kontrola totožnosti vyšetřovaného pacienta a žádanky před každým vyšetřením
- ověření případného těhotenství u žen v reprodukčním věku
- dodržování zásad RO
- používání ochranných pomůcek
- vykonávání práce dle principů dobré klinické praxe
- kontrola provedených RTG vyšetření z důvodu zamezení opakování
- snaha pracovat s úsměvem a odpovídat na případné dotazy pacientů
- pečlivé provádění každého vyšetření

- dodržováním etiky a radiačních principů
- bez odpovědnosti nelze být RA

***Otázka č. 25* – Co pro Vás znamená pojem transparentnost (poctivost)?**

Tato otázka je stejně jako otázka č. 22 a č. 24 tzv. otevřená, není tedy zpracována do grafu. Respondenti si pod pojmem transparentnost (poctivost) představují:

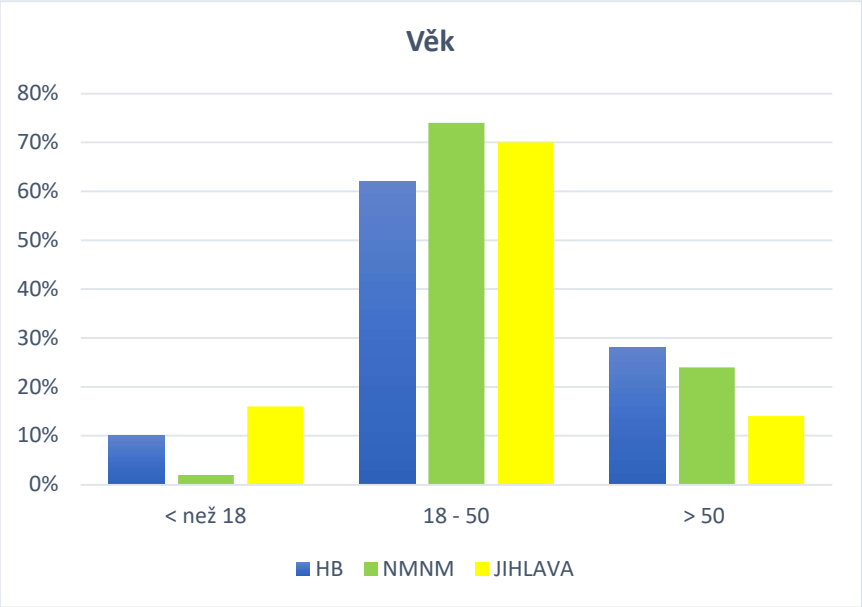
- jednání a chování dle pravidel
- vlastnost, které by se měl držet každý zdravotnický pracovník
- poctivost z důvodu zamezení pozdějších následků z ozáření
- významný prvek pro zajištění důvěry mezi pacientem a zdravotníkem
- spolehlivost, samostatnost, upřímnost
- pravdivost, ohleduplnost a čestnost
- přesnost ve smyslu nedělat chyby při vyšetření
- přehlednost snímku, aby byl znatelný případný nález

4.2 Výsledky dotazníkového šetření – pacienti

V následujícím textu budou popsány výsledky výzkumu zaměřeného na pacienty radiodiagnostických oddělení vybraných nemocnic v Kraji Vysočina.

***Otázka č. 1* – Věk**

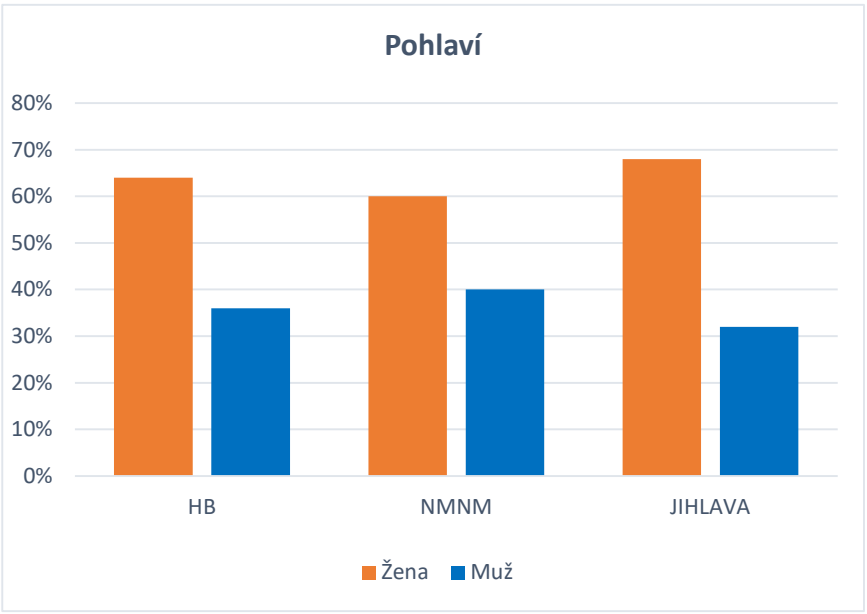
Přiložený graf 16 znázorňuje věk respondentů, který je rozdělen dle vybraných nemocnic. Věk „nižší než 18 let“ označilo v nemocnici HB 5 respondentů (10 %), v nemocnici NMNM 1 respondent (2 %) a v nemocnici Jihlava 8 respondentů (16 %). Nejčastěji zastoupenou věkovou kategorií je „18-50 let“. V nemocnici HB tuto možnost označilo 31 respondentů (62 %), v nemocnici NMNM 37 respondentů (74 %) a v nemocnici Jihlava 35 respondentů (70 %). Zbylý počet respondentů je „starší 50 let“, v nemocnici HB se jedná o 14 respondentů (28 %), v nemocnici NMNM o 12 respondentů (24 %) a v nemocnici Jihlava to je 7 respondentů (14 %).



Graf 16 – Věk respondentů
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 2* – Pohlaví**

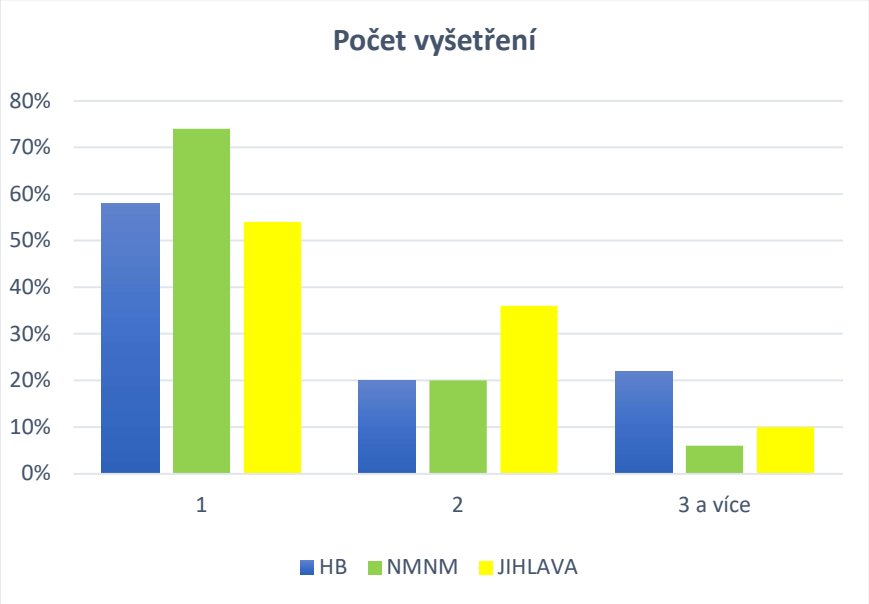
Z grafu 17 je patrné, že připravený dotazník častěji vyplňovaly ženy. V nemocnici HB se jedná o 32 žen (64 %), v nemocnici NMNM 30 žen (60 %) a v nemocnici Jihlava 34 žen (68 %). Zbylý počet respondentů představovali muži, v nemocnici HB 18 mužů (36 %), v nemocnici NMNM 20 mužů (40 %) a v nemocnici Jihlava 16 mužů (32 %)



Graf 17 – Pohlaví respondentů
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 3* – Na RTG oddělení jsem v letošním roce byl/a vyšetřen/a:**

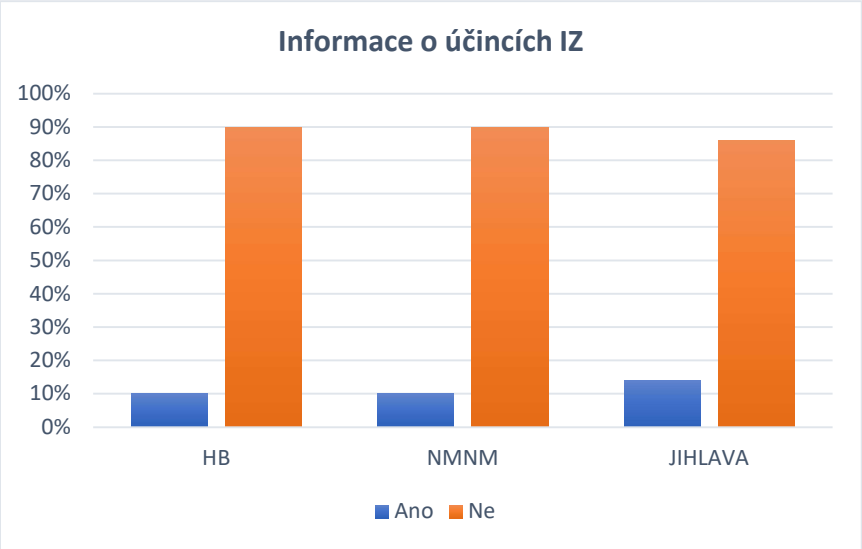
Graf 18 zobrazuje počet vyšetření za kalendářní rok, nejčastěji byli respondenti vyšetřeni „1krát“. V nemocnici HB takto odpovědělo 29 respondentů (58 %), v nemocnici NMNM 37 respondentů (74 %) a v nemocnici Jihlava 27 respondentů (54 %). Další respondenti uvedli, že byli vyšetřeni „2krát“. V nemocnici HB a v nemocnici NMNM se jedná o 10 respondentů (20 %) a v nemocnici Jihlava 18 respondentů (36 %). Zbylí respondenti v tomto roce podstoupili „3 a více“ RTG vyšetření. V nemocnici HB takto odpovědělo 11 respondentů (22 %) a v nemocnici NMNM 3 respondenti (6 %) a v nemocnici Jihlava 5 respondentů (10 %).



Graf 18 – Počet vyšetření za kalendářní rok
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 4* – Vyhledával/a jste si (před vyšetřením) nějaké informace o účincích ionizujícího záření?**

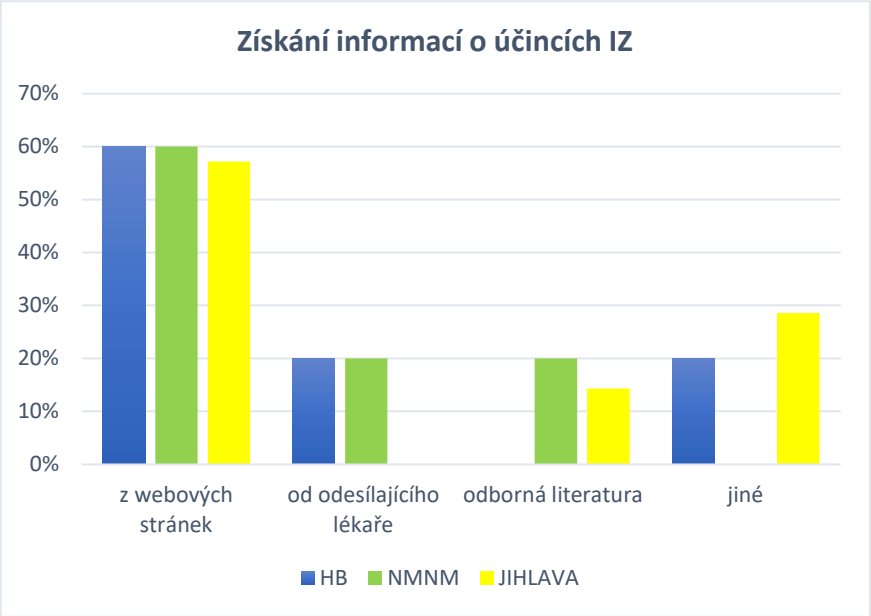
V grafu 19 je uvedeno, zda si respondenti před vyšetřením vyhledávali informace o účincích IZ. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB a NMNM 5 respondentů (10 %) a v nemocnici Jihlava 7 respondentů (14 %). Odpověď „ne“ označilo v nemocnici HB a NMNM 45 respondentů (90 %) a v nemocnici Jihlava 43 respondentů (86 %).



Graf 19 – Vyhledávání informací o účincích IZ
(zdroj: vlastní výzkum)

*** *Otázka č. 5* – Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 4 ano, získal/a jste potřebné informace?**

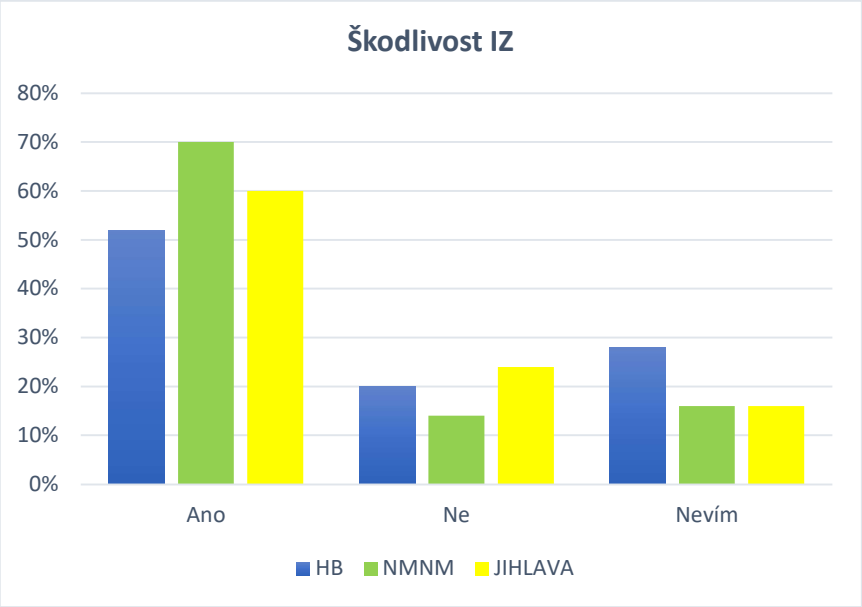
Tato otázka navazuje na otázku předchozí, proto je vycházeno ze souboru 17 respondentů. Z grafu 20 je patrné že respondenti získali nejčastěji informace „z webových stránek“ nemocnice. V nemocnici HB a NMNM označili tuto možnost 3 respondenti (60 %), v nemocnici Jihlava 4 respondenti (57 %). Další respondenti odpověděli, že byli informováni „odesílajícím lékařem“. V nemocnici HB a NMNM se jedná o 1 respondenta (20 %). Pouze 2 respondenti uvedli, že si informace vyhledali „v odborné literatuře“. V nemocnici HB označil tuto možnost 1 respondent (20 %) a v nemocnici Jihlava také 1 respondent (14 %). Odpověď „jiné“ označily pouze 3 respondenti. V nemocnici HB je to 1 respondent (20 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (29 %).



Graf 20 – Způsob získání informací o účincích IZ
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 6* – Myslíte si, že je ionizující (''rentgenové'') záření zdraví škodlivé?**

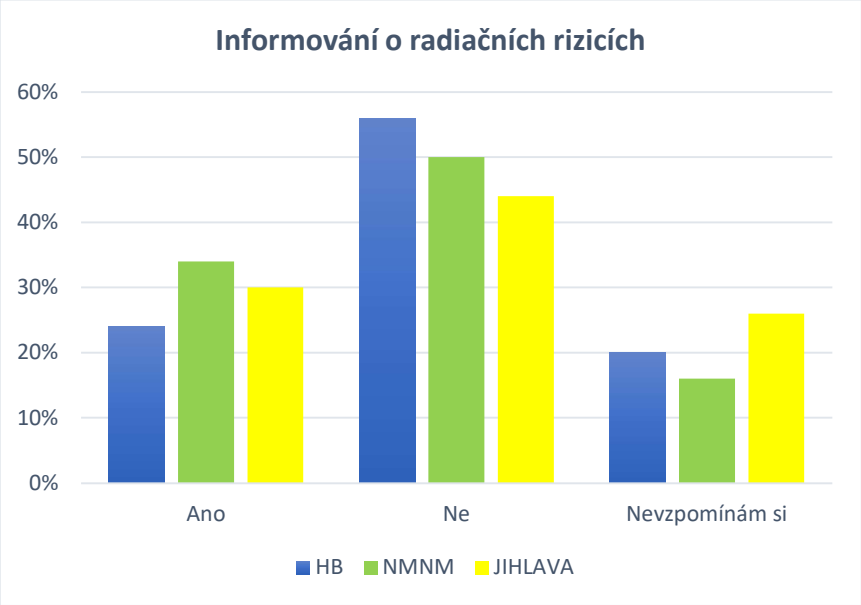
Graf 21 znázorňuje, zda jsou respondenti přesvědčeni o škodlivosti IZ. Variantu „ano“ zvolilo v nemocnici HB 26 respondentů (52 %), v nemocnici NMNM 35 respondentů (70 %) a v nemocnici Jihlava 30 respondentů (60 %). Variantu „ne“ vybralo v nemocnici HB 10 respondentů (20 %), v nemocnici NMNM 7 respondentů (14 %) a v nemocnici Jihlava 12 respondentů (24 %). Variantu „nevím“ zvolilo v nemocnici HB 14 respondentů (28 %), v nemocnici NMNM 8 respondentů (16 %) a v nemocnici Jihlava také 8 respondentů (16 %).



Graf 21 – Názor respondentů na škodlivost IZ
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 7* – Byl/a jste před vyšetřením informován/a o možných radiačních rizicích?**

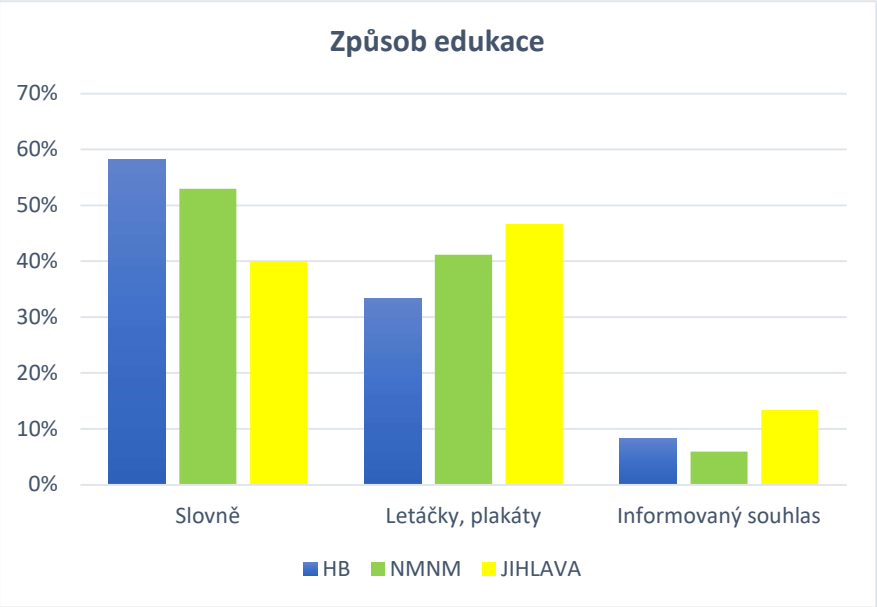
V grafu 22 je uvedeno, zda byli respondenti před vyšetřením informování radiačních rizicích. Odpověď „ano“ vybralo v nemocnici HB 12 respondentů (24 %), v nemocnici NMNM 17 respondentů (34 %) a v nemocnici Jihlava 15 respondentů (30 %). Odpověď „ne“ vybralo v nemocnici HB 28 respondentů (56 %), v nemocnici NMNM 25 respondentů (50 %) a v nemocnici Jihlava 22 respondentů (44 %). Zbylý počet respondentů vybral třetí z nabízených možností, tedy „nevzpomínám si“. V nemocnici HB se jedná o 10 respondentů (20 %), v nemocnici NMNM 8 respondentů (16 %) a v nemocnici Jihlava 13 respondentů (26 %).



Graf 22 – Informování o radiačních rizicích
(zdroj: vlastní výzkum)

**** Otázka č. 8* – Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 7 ano, jakým způsobem edukace (předání informací) probíhala?**

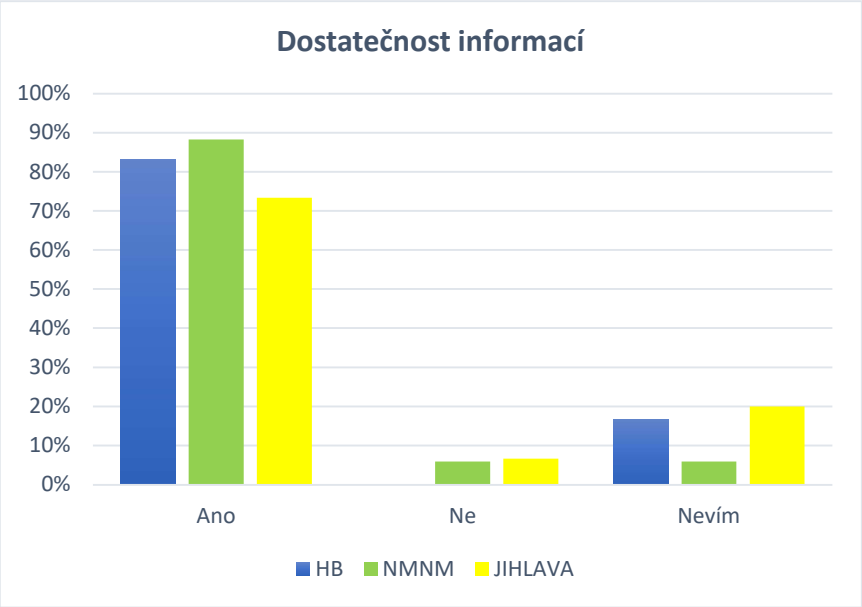
Tato otázka souvisí s otázkou č. 7, je vycházeno ze souboru 44 respondentů.
Graf 23 zobrazuje způsob edukace. Variantu „slovní edukace" označilo v nemocnici HB 7 respondentů (58 %), v nemocnici NMNM 9 respondentů (53 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (40 %). Další respondenti odpověděli, že byli edukováni pomocí „letáků či plakátů". V nemocnici HB se jedná o 4 respondenty (33 %), v nemocnici NMNM 7 respondentů (41 %) a v nemocnici Jihlava také 7 respondentů (47 %). Další 4 respondenti označili poslední z možností, tedy „informovaný souhlas". V nemocnici HB vybral tuto odpověď 1 respondent (8 %), v nemocnici NMNM také 1 respondent (6 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (13 %).



Graf 23 – Způsob edukace o radiačních rizicích
(zdroj: vlastní výzkum)

*** *Otázka č. 9* – Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 7 ano, byly pro Vás tyto informace dostačující?**

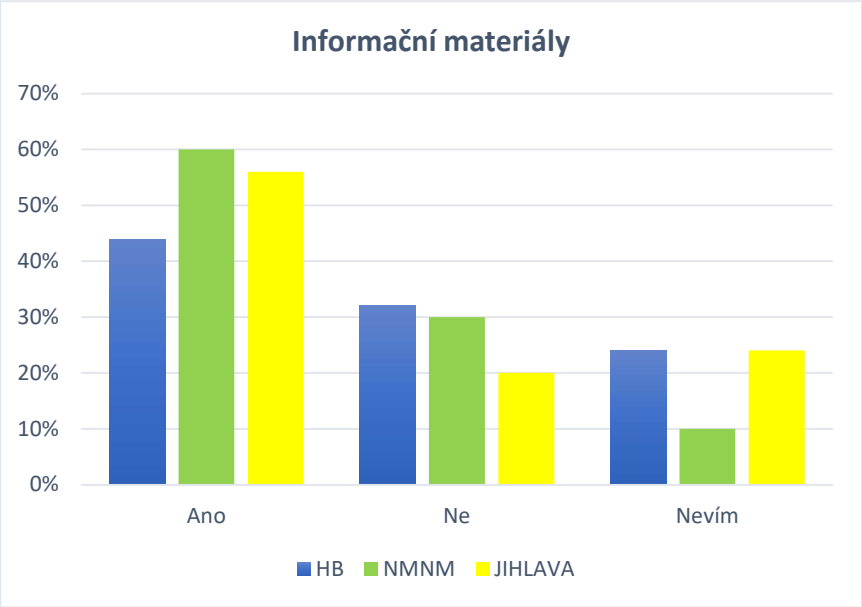
Stejně jako předchozí otázka i tato je spojena s otázkou č. 7. I u této otázky je vycházeno ze souboru 44 respondentů. Z grafu 24 je zřejmé, že podané informace byly pro většinu respondentů dostatečné. Odpověď „ano“ označilo v nemocnici HB 10 respondentů (83 %), v nemocnici NMNM 15 respondentů (88 %) a v nemocnici Jihlava 11 respondentů (73 %). Další 2 respondenti vybrali odpověď „ne“. Jedná se o 1 respondenta (6 %) z nemocnice HB a 1 respondenta (7 %) z nemocnice Jihlava. Zbylí respondenti označili poslední z nabízených možností, tj. „nevím“. V nemocnici HB se jedná o 2 respondenty (17 %), v nemocnici NMNM 1 respondent (6 %) a v nemocnici Jihlava 3 respondenti (20 %).



Graf 24 – Dostatečnost podaných informací
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 10* – Ocenil/a byste v čekárnách RTG oddělení více informačních materiálů o radiačních rizicích?**

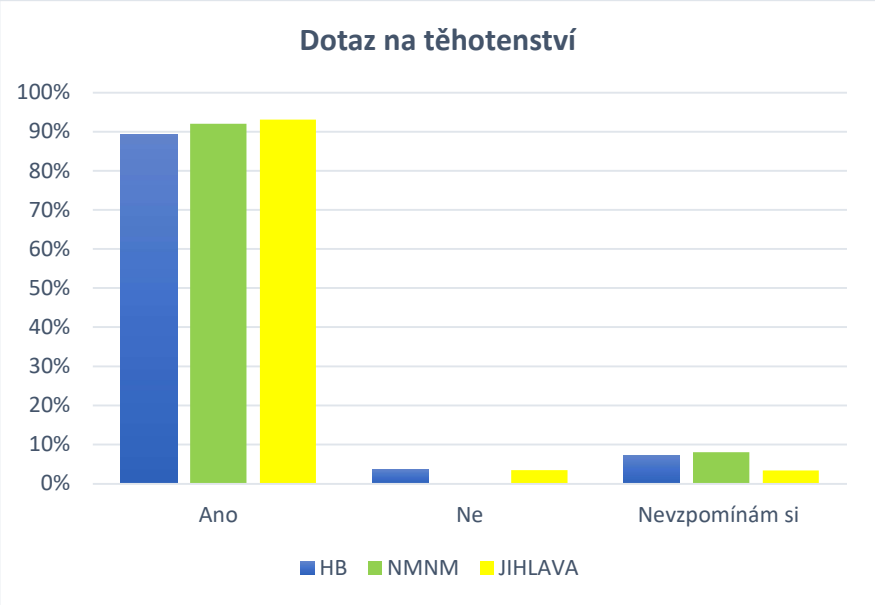
V grafu 25 je uvedeno, zda mají respondenti zájem o více informačních materiálů zaměřených na radiační rizika. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 22 respondentů (44 %), v nemocnici NMNM 30 respondentů (60 %) a v nemocnici Jihlava 28 respondentů (56 %). Odpověď „ne“ vybralo v nemocnici HB 16 respondentů (32 %), v nemocnici NMNM 15 respondentů (30 %) a v nemocnici Jihlava 10 respondentů (20 %). Odpověď „nevím“ zvolilo v nemocnici HB a v nemocnici Jihlava 12 respondentů (24 %), v nemocnici NMNM 5 respondentů (10 %).



Graf 25 – Informační materiály o radiačních rizicích
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 11* – V případě, že jste žena v reprodukčním věku, byla jste před vyšetřením dotázána na možnost těhotenství z důvodu možného poškození plodu?**

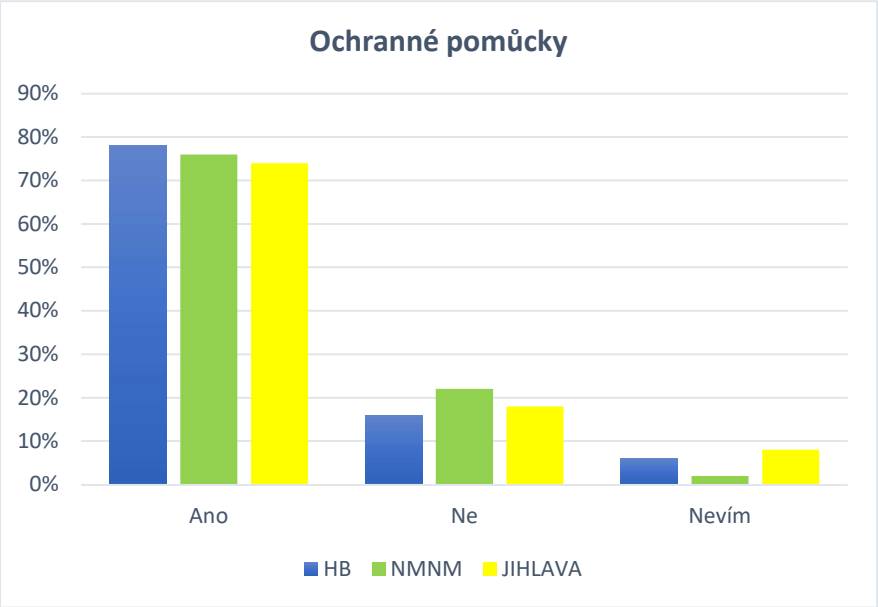
Tato otázka je mířena pouze na ženské pohlaví, proto není vycházeno ze souboru 150 dotazovaných, ale pouze z počtu 82 žen. Z grafu 26 je zřejmé, že převážná část respondentek označila odpověď „ano“. V nemocnici HB se jedná o 25 respondentek (89 %), v nemocnici NMNM 23 respondentek (92 %) a v nemocnici Jihlava 27 respondentek (93 %). Pouze 2 respondentky uvedli, že nikdo z pracovníků těhotenství nezjišťoval. Jedná se o 1 respondentku (4 %) z nemocnice HB a 1 respondentku (3 %) z nemocnice Jihlava. Další respondentky označily poslední z možností, tedy „nevzpomínám si“. V nemocnici HB jsou to 2 respondentky (7 %), v nemocnici NMNM 2 respondentky (8 %) a v nemocnici Jihlava 1 respondentka (3 %).



Graf 26 – Kontrola těhotenství u žen
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 12* – Byly Vám při vyšetření v oblasti břicha a/nebo pánve poskytnuty ochranné pomůcky?**

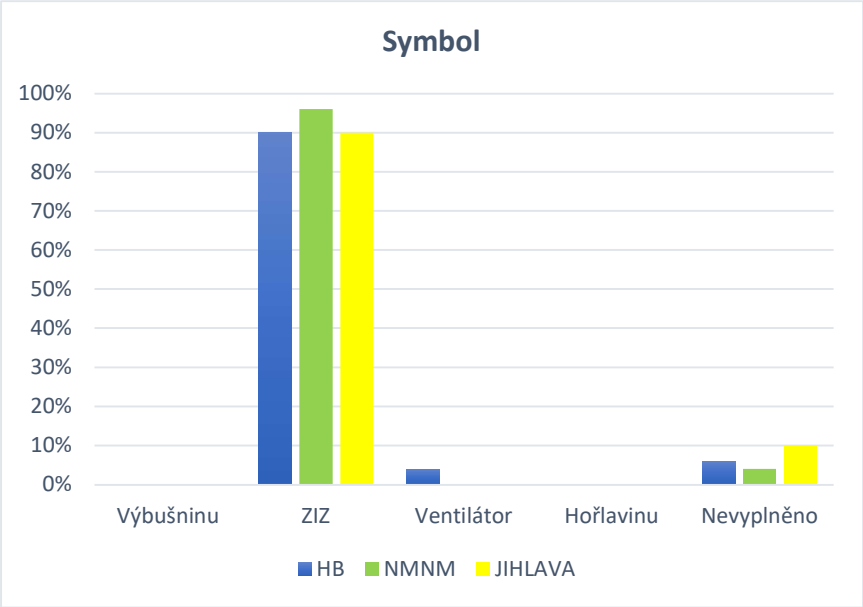
V grafu 27 je uvedeno, zda byly respondentům při vyšetření v oblasti břicha/pánve poskytnuty ochranné pomůcky. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 39 respondentů (78 %), v nemocnici NMNM 38 respondentů (76 %) a v nemocnici Jihlava 37 respondentů (74 %). Odpověď „ne“ vybralo v nemocnici HB 8 respondentů (16 %), v nemocnici NMNM 11 respondentů (22 %) a v nemocnici Jihlava 9 respondentů (18 %). Odpověď „nevím“ zvolili v nemocnici HB 3 respondenti (6 %), v nemocnici NMNM 1 respondent (2 %) a v nemocnici Jihlava 4 respondenti (8 %).



Graf 27 – Použití ochranných pomůcek
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 13* – Co podle Vašeho názoru vyjadřuje tento symbol?**

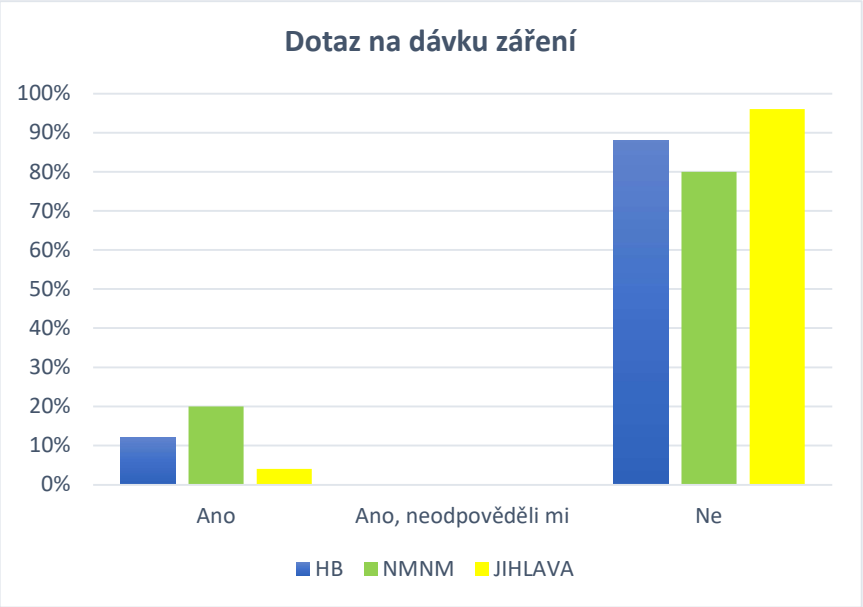
Graf 28 zobrazuje, zda respondenti znají symbol IZ. Při vyhodnocování bylo zjištěno, že velká část respondentů věděla, že se jedná o „ZIZ“. V nemocnici HB a v nemocnici Jihlava zvolilo tuto možnost 45 respondentů (90 %), v nemocnici NMNM 48 respondentů (96 %). V nemocnici HB další 2 respondenti (4 %) uvedli, že tento symbol znamená „ventilátor“. Zbylý počet respondentů tuto otázku nevyplnilo. V nemocnici HB se jedná o 3 respondenty (6 %), v nemocnici NMNM 2 respondenti (4 %) a v nemocnici Jihlava 5 respondentů (10 %).



Graf 28 – Znalost symbolu ZIZ
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 14* – Zajímal/a jste se někdy, jakou dávku záření obdržíte při konkrétním RTG vyšetření?**

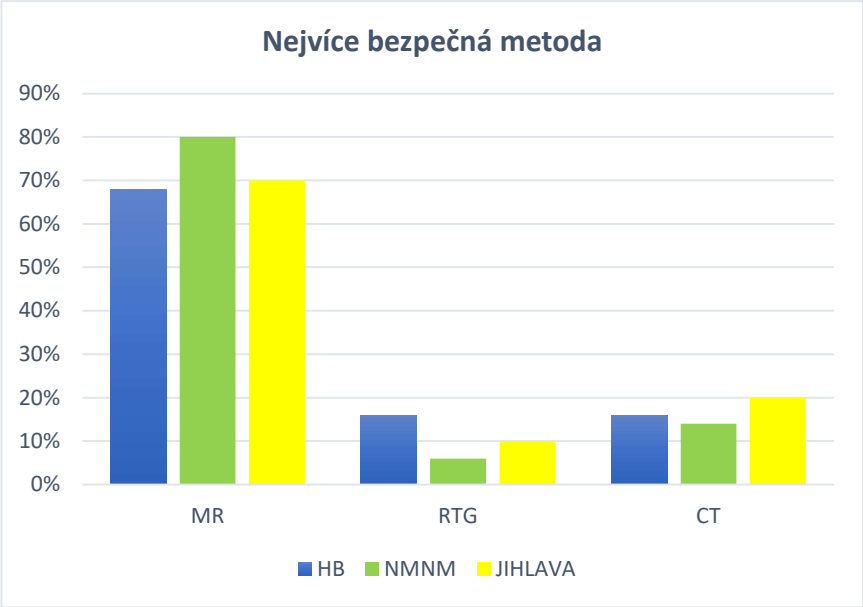
V grafu 29 je uvedeno, zda se respondenti zajímali o velikost dávky záření, kterou při určitém RTG vyšetření obdrží. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 6 respondentů (12 %), v nemocnici NMNM 10 respondentů (20 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (4 %). Odpověď „ano, ale nebylo mi odpovězeno“ nevybral žádný z respondentů. Odpověď „ne“ vybralo v nemocnici HB 44 respondentů (88 %), v nemocnici NMNM 40 respondentů (80 %) a v nemocnici Jihlava 48 respondentů (96 %).



Graf 29 – Dotaz na dávku záření při určitém RTG vyšetření
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 15* – Která z těchto zobrazovacích metod je podle Vašeho názoru nejvíce bezpečná vzhledem k účinkům ionizujícího záření (RTG, CT, Magnetická resonance)?**

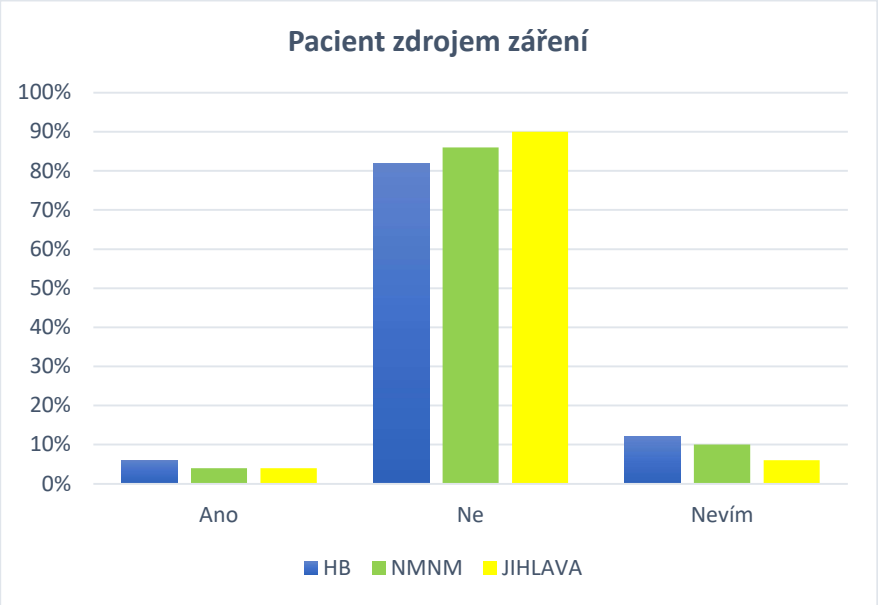
V přiloženém grafu 30 je uvedeno, kterou ze zobrazovacích metod pacienti považují za nejvíce bezpečnou. Variantu „MR“ zvolilo v nemocnici HB 34 respondentů (68 %), v nemocnici NMNM 40 respondentů (80 %) a v nemocnici Jihlava 35 respondentů (70 %). Variantu „RTG“ vybralo v nemocnici HB 8 respondentů (16 %), v nemocnici NMNM 3 respondenti (6 %) a v nemocnici Jihlava 5 respondentů (10 %). Variantu „CT“ zvolilo v nemocnici HB 8 respondentů (16 %), v nemocnici NMNM 7 respondentů (14 %) a v nemocnici Jihlava 10 respondentů (20 %).



Graf 30 – Nejvíce bezpečná zobrazovací metoda
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 16* – Myslíte si, že se pacient po RTG vyšetření stává zdrojem záření pro ostatní osoby?**

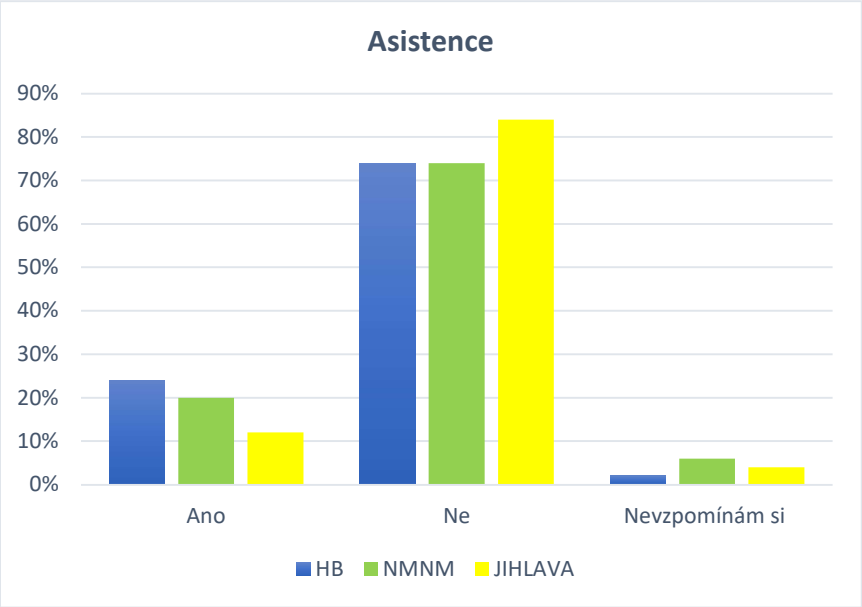
V grafu 31 je uvedeno, jak velká část respondentů se domnívá, že se pacient po RTG vyšetření stává zdrojem záření pro ostatní osoby. Odpověď „ano“ zvolili v nemocnici HB 3 respondenti (6 %), v nemocnici NMNM 2 respondenti (4 %) a v nemocnici Jihlava také 2 respondenti (4 %). Odpověď „ne“ vybralo v nemocnici HB 41 respondentů (82 %), v nemocnici NMNM 43 respondentů (86 %) a v nemocnici Jihlava 45 respondentů (90 %). Odpověď „nevím“ označilo v nemocnici HB 6 respondentů (12 %), v nemocnici NMNM 5 respondentů (10 %) a v nemocnici Jihlava 3 respondenti (6 %).



Graf 31 – Pacient jako zdroj záření po RTG vyšetření
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 17* – Asistoval/a jste někdy při RTG vyšetření jiné osoby?**

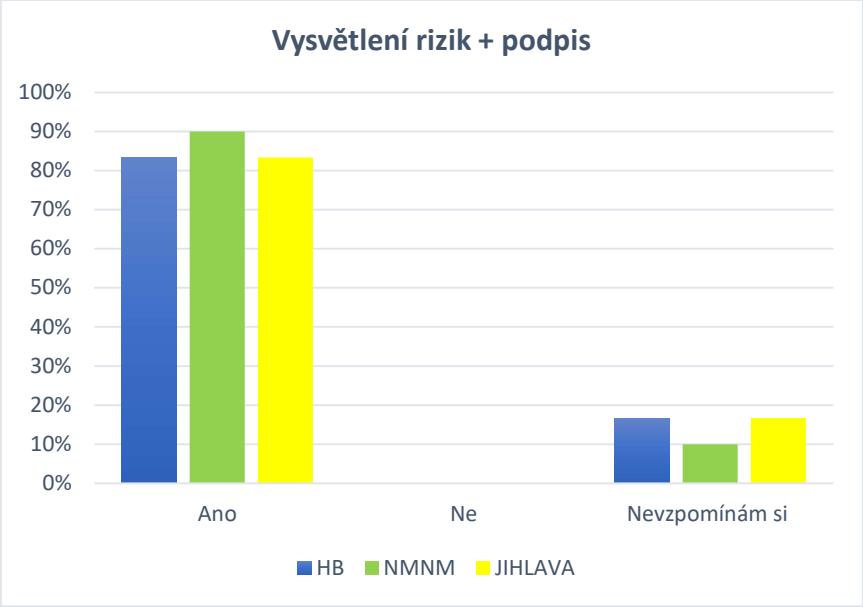
Graf 32 uvádí, zda respondenti asistovali při RTG vyšetření jiné osoby. Variantu „ano“ vybralo v nemocnici HB 12 respondentů (24 %), v nemocnici NMNM 10 respondentů (20 %) a v nemocnici Jihlava 6 respondentů (12 %). Variantu „ne“ zvolilo v nemocnici HB 37 respondentů (74 %), v nemocnici NMNM také 37 respondentů (74 %) a v nemocnici Jihlava 42 respondentů (84 %). Variantu „nevzpomínám si“ vybral v nemocnici HB 1 respondent (2 %), v nemocnici NMNM 3 respondenti (6 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (4 %).



Graf 32 – Asistence při RTG vyšetření
(zdroj: vlastní výzkum)

**** Otázka č. 18* – Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 17 ano, byla Vám vysvětlena rizika plynoucí z asistence? Podepisovali jste případně informovaný souhlas?**

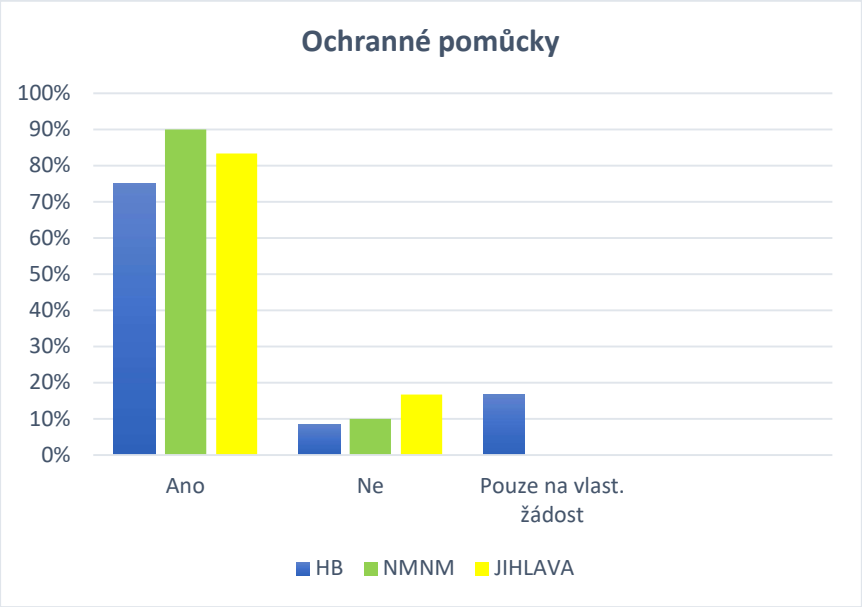
Tato otázka navazuje na otázku přechozí, proto je vycházeno ze souboru 28 respondentů. V přiloženém grafu 33 je uvedeno, zda byla respondentům vysvětlena rizika spojená s asistencí, zda podepisovali informovaný souhlas. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 10 respondentů (83 %), v nemocnici NMNM 9 respondentů (90 %) a v nemocnici Jihlava 5 respondentů (83 %). Odpověď „ne“ nezvolil žádný z respondentů. Odpověď „nevzpomínám si“ zvolili v nemocnici HB 2 respondenti (17 %), v nemocnici NMNM 1 respondent (10 %) a v nemocnici Jihlava také 1 respondent (17 %).



Graf 33 – Vysvětlení rizik a podpis informovaného souhlasu
(zdroj: vlastní výzkum)

**** Otázka č. 19* – Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 17 ano, byly Vám poskytnuty ochranné pomůcky před RTG zářením?**

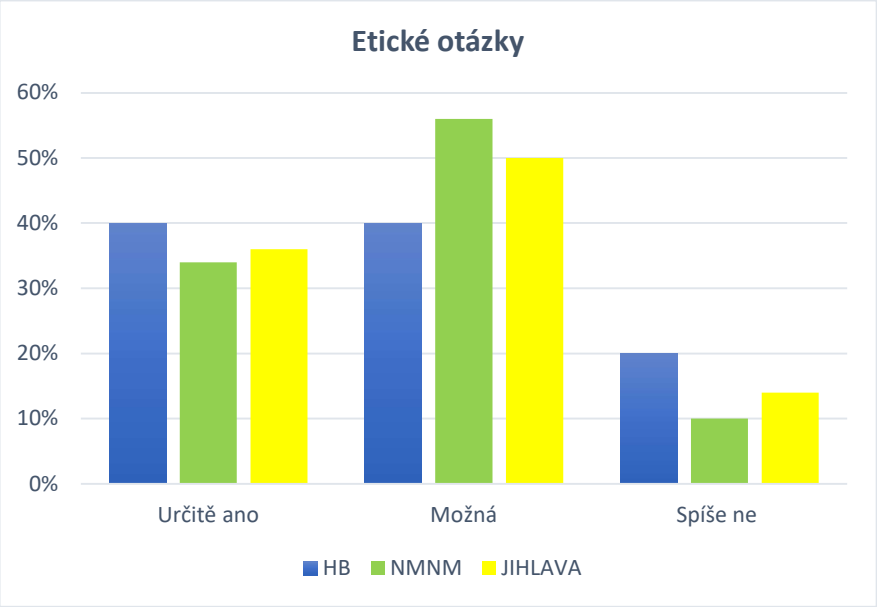
Tato otázka souvisí s otázkou č. 17, je rovněž vycházeno ze souboru 28 respondentů. Graf 34 uvádí, zda byly při asistenci respondentům poskytnuty ochranné pomůcky. Variantu „ano“ vybralo v nemocnici HB 9 respondentů (75 %), v nemocnici NMNM také 9 respondentů (90 %) a v nemocnici Jihlava 5 respondentů (83 %). Variantu „ne“ označil v nemocnici HB 1 respondent (8 %), v nemocnici NMNM 1 respondent (10 %) a v nemocnici Jihlava také 1 respondent (16,7 %). Poslední z možností, tj. „poskytnutí pomůcek na žádost pacienta“, vybraly v nemocnici HB 2 respondenti (17 %), v dalších dvou nemocnicích tuto odpověď nevybral žádný respondent.



Graf 34 – Poskutnutí ochranných pomůcek asistujícím osobám (zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 20* – Myslíte si, že v souvislosti s radiační ochranou mohou vznikat etické otázky/problémy?**

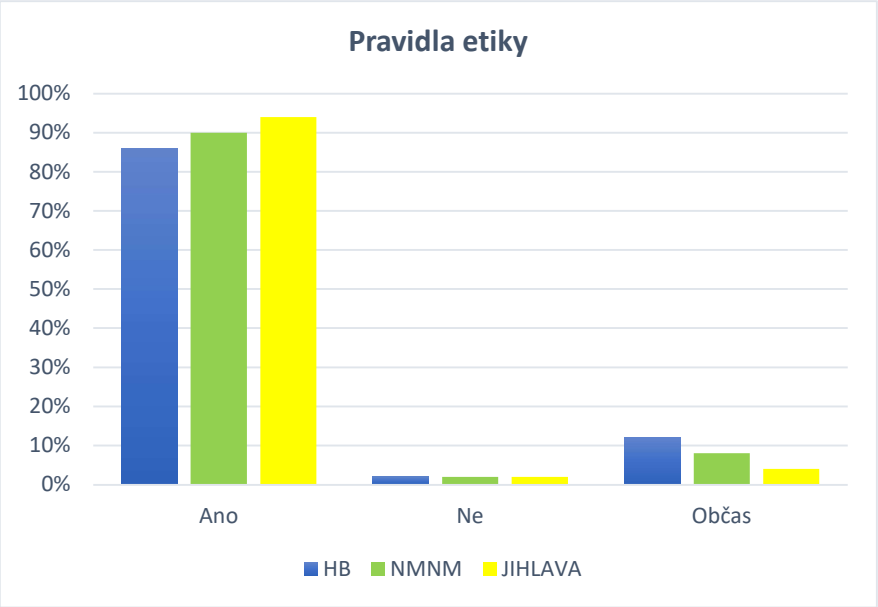
V grafu 35 je znázorněn názor respondentů na vznik etických otázek, které souvisí s RO. Odpověď „určitě ano“ zvolilo v nemocnici HB 20 respondentů (40 %), v nemocnici NMNM 17 respondentů (34 %) a v nemocnici Jihlava 18 respondentů (36 %). Odpověď „možná“ zvolilo v nemocnici HB 20 respondentů (40 %), v nemocnici NMNM 28 respondentů (56 %) a v nemocnici Jihlava 25 respondentů (50 %). Odpověď „spíše ne“ zvolilo v nemocnici HB 10 respondentů (20 %), v nemocnici NMNM 5 respondentů (10 %) a v nemocnici Jihlava 7 respondentů (14 %).



Graf 35 – Vznik etických otázek v souvislosti s RO
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 21* – Domníváte se, že zaměstnanci RTG oddělení postupují při své práci dle pravidel etiky?**

V grafu 36 je uvedeno, zda zaměstnanci RTG oddělení postupují při své práci dle pravidel etiky. Variantu „ano“ označilo v nemocnici HB 43 respondentů (86 %), v nemocnici NMNM 45 respondentů (90 %) a v nemocnici Jihlava 47 respondentů (94 %). Variantu „ne“ zvolili pouze 3 respondenti, tj. 1 respondent (2 %), v každé ze tří zmíněných nemocnic. Variantu „občas“ označilo v nemocnici HB 6 respondentů (12 %), v nemocnici NMNM 4 respondenti (8 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (4 %).



Graf 36 – Dodržování pravidel etiky
(zdroj: vlastní výzkum)

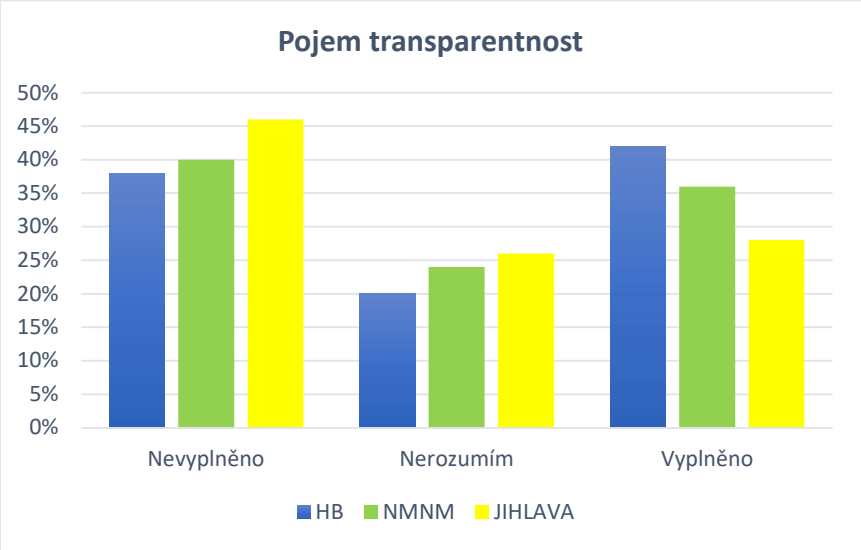
***Otázka č. 22* – Co si v souvislosti s Vaším vyšetřením představíte pod pojmem transparentnost (poctivost)?**

Část respondentů tuto otázku nevyplnila anebo uvedli, že dané otázce nerozumí. Z tohoto důvodu je pro lepší orientaci otázka zpracována do grafu 37. V nemocnici HB nevyplnilo tuto otázku 19 respondentů (38 %), v nemocnici NMNM 20 respondentů (40 %) a v nemocnici Jihlava 23 respondentů (46 %). Odpověď „nerozumím“ uvedlo v nemocnici HB 10 respondentů (20 %), v nemocnici NMNM 12 respondentů (24 %) a v nemocnici Jihlava 14 respondentů (28 %).

Ostatní respondenti napsali některou z níže zmíněných odpovědí:

- profesionalita RA, znalost jejich práce
- sdělování potřebných informací
- přihlédnutí k zdravotnímu stavu pacientů a těhotenství u žen
- dostatečný zájem o pacienty a dodržování etického kodexu
- vstřícné jednání
- podání informací o dávce záření a případných rizicích
- vše probíhá tak jak má, pečlivé zpracování výsledků
- poučení a vysvětlení průběhu daného vyšetření
- správné provedení vyšetření a použití ochranných pomůcek

- dodržování časového intervalu určeného k danému vyšetření
- použití vhodné dávky záření
- provádět RTG vyšetření jen v případě potřeby



Graf 37 – Pojem transparentnost v souvislosti s RTG vyšetřením (zdroj: vlastní výzkum)

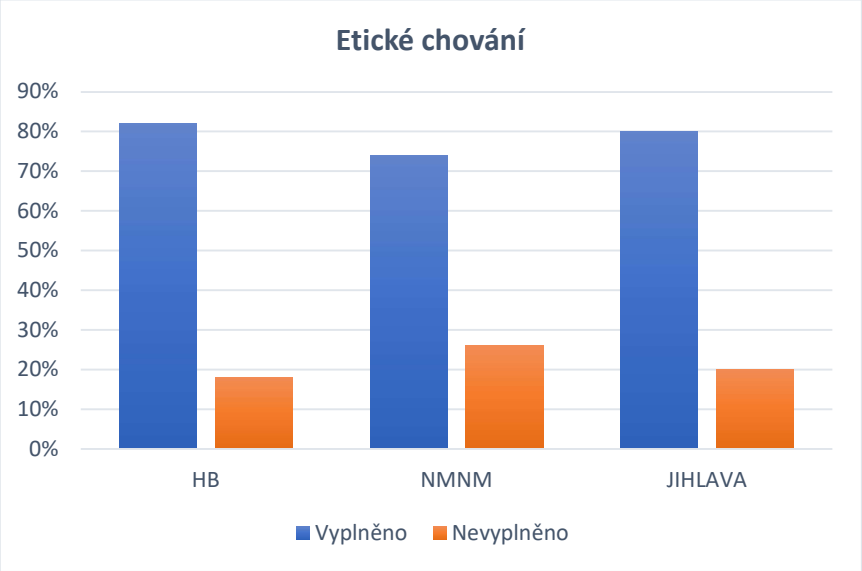
***Otázka č. 23* – Co očekáváte od etického chování zaměstnanců RTG oddělení?**

Několik respondentů tuto otázku nevyplnilo v nemocnici HB se jedná o 9 respondentů (18 %), v nemocnici NMNM 13 respondentů (26 %) a v nemocnici Jihlava 10 respondentů (20 %). Tuto skutečnost zobrazuje graf 38.

K nejčastějším odpovědím napříč všemi vybranými nemocnicemi patří:

- ohleduplnost, úcta ke stáří
- empatie, trpělivost a vlídné chování
- slušnost, poučení, diskrétnost
- dodržování soukromí zejména u žen
- profesionalita, mlčenlivost
- korektnost, zodpovědnost
- ochota, upřímnost
- srozumitelnost a loajalita
- dodržování zásad slušného chování
- ochota podávat informace

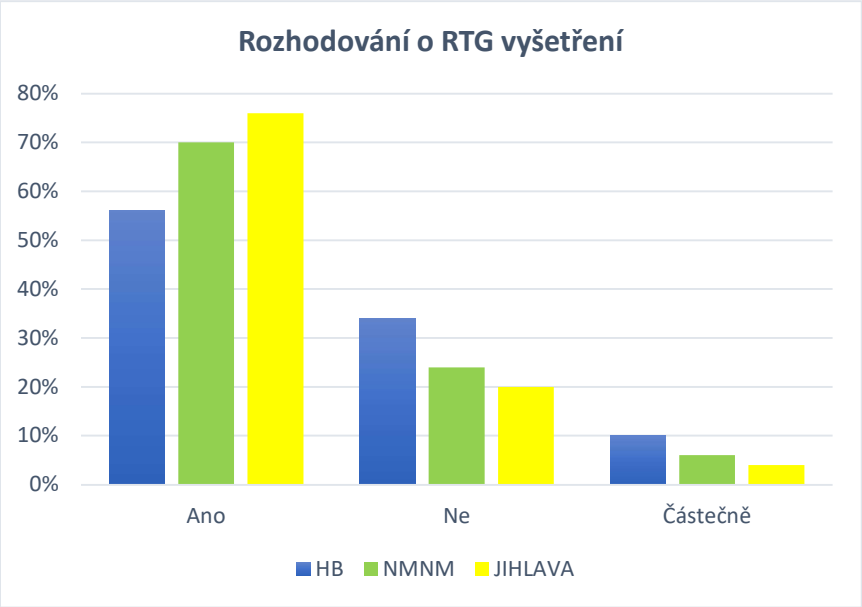
- respekt k pacientovi
- postupy v souladu s legislativou
- odbornost a příjemné vystupování



Graf 38 – Očekávání od etického chování
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 24* – Domníváte se, že jste byl/a zapojen/a do rozhodování o RTG vyšetření?**

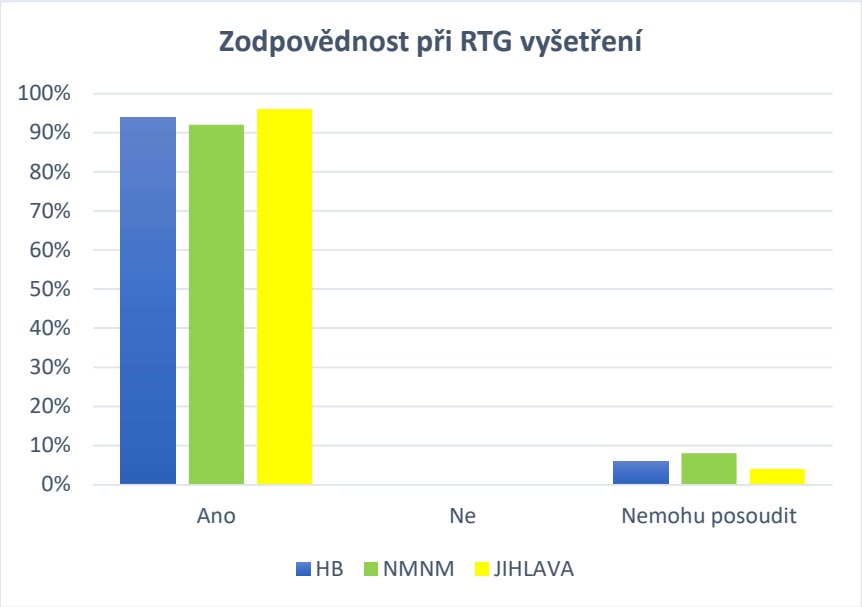
Graf 39 uvádí, zda byli respondenti zapojeni do rozhodování o provedení RTG vyšetření. Odpověď „ano“ zvolilo v nemocnici HB 28 respondentů (56 %), v nemocnici NMNM 35 respondentů (70 %) a v nemocnici Jihlava 38 respondentů (76 %). Odpověď „ne“ označilo v nemocnici HB 17 respondentů (34 %), v nemocnici NMNM 12 respondentů (24 %) a respondentů (10 %), v nemocnici NMNM 3 respondenti (6 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (4 %). v nemocnici Jihlava 10 respondentů (20 %). Odpověď „částečně“ zvolilo v nemocnici HB 5 respondentů (10 %), v nemocnici NMNM 3 respondenti (6 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (4 %).



Graf 39 – Zapojení do rozhodování o RTG vyšetření
(zdroj: vlastní výzkum)

***Otázka č. 25* – Měl/ a jste pocit, že zaměstnanci RTG oddělení postupovali při vyšetření zodpovědně?**

V grafu 40 je uvedeno, zda zaměstnanci RTG oddělení postupují při vyšetření zodpovědně. Variantu „ano“ označilo v nemocnici HB 47 respondentů (94 %), v nemocnici NMNM 46 respondentů (92 %) a v nemocnici Jihlava 48 respondentů (96 %). Variantu „ne“ nevybral žádný z respondentů. Variantu „nemohu posoudit“ zvolili v nemocnici HB 3 respondenti (6 %), v nemocnici NMNM 4 respondenti (8 %) a v nemocnici Jihlava 2 respondenti (4 %).



Graf 40 – Zodpovědnost RA při RTG vyšetření
(zdroj: vlastní výzkum)

5 Diskuze

Tato práce s názvem Komunikace o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky propojuje několik oblastí, kterými jsou komunikace, radiační rizika a etika. Informace, které byly použity v této diplomové práci, byly čerpány z knižních publikací, elektronických zdrojů a právních předpisů. Základ pro vytvoření praktické části tvořily anonymní dotazníky, které byly za přítomnosti autorky práce poskytnuty RA a pacientům na odděleních radiodiagnostiky vybraných nemocnic.

Hlavním cílem výzkumu bylo zjistit názor respondentů na kvalitu předávání informací o radiačních rizicích. Z provedeného šetření vyplývá, že mezi pacienty a RA převládá názor, že informovanost pacientů o radiačních rizicích není dostatečná.

Dalším cílem bylo zhodnotit všeobecnou informovanost respondentů (RA a pacientů) v oblasti etiky. Výsledkem provedeného výzkumu je zjištění, že pro většinu respondentů (RA) nebyly otázky zaměřené na etiku obtížné. Naopak pro respondenty (pacienty) bylo vyplnění těchto otázek často problematické.

Na základě zhodnocení výzkumu pro RA bylo zjištěno, že si jsou respondenti vědomi existence etických kodexů, téměř 97 % z nich uvádí, že dle těchto kodexů postupují při své práci. Zároveň jsou přesvědčeni o důležitosti etiky v oblasti principů RO. Většina respondentů z této skupiny uvedla, že se v průběhu své praxe nesetkala s etickým dilematem zaměřeným na RO. Zbylých 25 % respondentů bylo nuceno etické dilema řešit. Jako nejčastější způsob řešení zvolili RA konzultaci s nadřízeným pracovníkem.

Specifická otázka zaměřená na důležitost inkluzivity (účast zainteresovaných stran, tedy nejen medicinského personálu, ale i pacientů) při práci s RTG zářením, byla pro menšinu dotazovaných problematická. Celkem 28 % respondentů nemělo tušení, zda je potřebná. Zbylý počet respondentů o její důležitosti nepochyboval.

Otázka týkající se pojmu transparentnost byla součástí obou dotazníků. Zatímco pacienti často nevěděli, co si pod tímto pojmem mají představit, RA na tuto otázku odpověděli převážně bez problémů. Příklady odpovědí jsou chování dle pravidel, spolehlivost, pravdivost, přehlednost.

Otázka zaměřená na způsob zapojování odpovědnosti do práce byla vyplněna všemi RA. Jedná se např. o kontrolu totožnosti pacienta před vyšetřením, ověření těhotenství žen, dodržování zásad RO.

Dále bylo zjištěno, že 60 % respondentů v průběhu své praxe nezaznamenalo porušení principů RO. Téměř 32 % respondentů odpovědělo, že toto porušení zaznamenalo a 8 % si nevzpomíná.

Po zhodnocení dotazníků zaměřených na pacienty je zřejmé, že většina z nich (62 %) podstoupila v průběhu roku pouze jedno RTG vyšetření, což je z hlediska radiačních rizik kladné zjištění. Další otázka vypovídá o znalosti negativních účinků IZ. Celkem 61 % respondentů je přesvědčeno o škodlivosti IZ. Poměrně překvapivé bylo, že 20 % respondentů uvedlo, že neví, zda je IZ škodlivé a zbylých 19 % odpovědělo, že IZ není pro člověka nebezpečné.

Na základě šetření je zřejmé, že si respondenti nejsou jisti, která z nabídnutých zobrazovacích metod je nejvíce bezpečná. Přestože většina respondentů zvolila správnou odpověď, tedy MR. Téměř 11 % respondentů zvolilo jako nejbezpečnější metodu RTG a necelých 17 % vybralo CT.

Další otázka zjišťovala, zda si respondenti myslí, že se po RTG vyšetření stávají zdrojem záření pro ostatní osoby. Téměř všichni respondenti (86 %) vybrali odpověď „ne“. Necelých 5 % respondentů zvolilo možnost „ano“ a dalších 9 % respondentů odpovědělo, že „neví“.

Otázka zaměřená na znalost symbolu IZ byla ve většině případů zodpovězena správně. Více než 1 % respondentů však odpovědělo, že se jedná o ventilátor. Téměř 7 % respondentů tuto otázku nevyplnilo vůbec.

Další otázka byla zaměřena na vznik etických otázek v souvislosti s RO. U této otázky respondenti často váhali nad správnou odpovědí. Necelých 37 % respondentů odpovědělo, že etické otázky mohou určitě vznikat. Téměř 47 % respondentů vybralo odpověď „možná“ a necelých 15 % respondentů odpovědělo, že spíše nevnikají.

Z šetření bylo dále zjištěno, že někteří respondenti měli problém s vyplněním tzv. otevřených otázek zaměřených na etiku. V případě otázky č. 22 uvedlo celkem 24 % respondentů, že otázce nerozumí a dalších 41 % respondentů neuvedlo žádnou odpověď.

Zbylí respondenti odpověděli, že si pod pojmem transparentnost představují např. profesionalitu RA, zájem o pacienty a dodržování etického kodexu, dále podání informací o dávce záření a případných rizicích.

Odpověď na otázku č. 23 neuvedlo celkem 21 % respondentů. Zbylá část respondentů uvedla, že od etického chování očekávají např. slušnost, úctu ke stáří, empatii, mlčenlivost, srozumitelnost.

Na základě výzkumných článků ze Severní Ameriky a Evropy publikovaných v letech 1995 až 2014, bylo zjištěno, že mezi pacienty a lékaři nejsou dostatečné znalosti o rizicích rakoviny vyvolaných zářením a velikosti radiační dávky spojené s CT vyšetřeními. Zároveň dochází mezi pacienty a lékaři k minimálnímu sdílení informací o potenciálních dlouhodobých radiačních rizicích. (Lam et al., 2015)

Odborníci radiologické ochrany obvykle předpokládají, že IZ je potenciálně škodlivé a neexistuje žádná prahová hodnota, pod níž by nedocházelo k žádnému škodlivému účinku. Z tohoto důvodu by mělo být vyvinuto veškeré úsilí k minimalizaci expozice záření. (Kocak, 2021)

Před provedením CT vyšetření s kontrastní látkou pacienti podepisují informovaný souhlas. Otázkou však zůstává, zda by měl být tento souhlas využíván i při vyšetřeních bez kontrastní látky. To znamená, že by pacient podepisoval informovaný souhlas zaměřený na rizika spojená s radiační zátěží. (Lambertová, 2019)

Z řady studií je zřejmé, že velká část vyšetření pomocí zobrazovacích metod je neopodstatněná. Jako hlavní faktory byly stanoveny nedostatek zdravotnického personálu, špatná integrace jednotlivých specializací, regionální dostupnost vyšetření, dále tzv. „defenzivní medicína“ neboli provedení jinak neindikovaného vyšetření z důvodu obavy právní odpovědnosti. Vyšetření může být také provedeno z „forenzních“ důvodů, například při podezření na týrání svěřené osoby, v rámci posudkové činnosti. (Kainberger, 2017; Azman et al., 2019; Lambertová, 2019)

Ricketts et al. provedli výzkum, jehož výsledkem bylo zjištění, že většina pacientů, kteří měli podstoupit radiologické vyšetření, nebyla informována o významu vyšetření ani o radiační zátěži, nebo měli chybné představy o používání IZ a souvisejících rizicích. Dostatečné znalosti neprokázali ani lékaři či studenti medicíny, kteří se domnívali, že intervenční zákroky a mamografie nejsou spojeny s radiační zátěží. Naopak Zwank et al.

provedli dotazníkovou studii, díky které bylo zjištěno, že počet pacientů, kteří vědí, že CT vyšetření může zvyšovat riziko rozvoje nádorového onemocnění, se od roku 2002 zvětšil ze 3 % na 25 %. (Ricketts et al., 2013; Zwank et al., 2014)

Pahade et al. provedli studii, na základě které bylo zjištěno, že pacienti se většinou nezajímají o alternativu ke konkrétnímu vyšetření, které by nezpůsobovalo radiační zátěž. Důležitější jsou pro ně informace zaměřené na přípravu daného vyšetření. Přibližně 50 % pacientů si potřebné informace k vyšetření vyhledávalo pomocí internetových vyhledávačů nebo přímo na stránkách konkrétního centra. (Pahade et al., 2018)

Návrhy pro zlepšení komunikace mezi pacienty a RA o radiačních rizicích na radiodiagnostickém oddělení

Autorka této diplomové práce se domnívá, že oblast etiky je důležitá nejen v každodenním životě, ale zejména ve zdravotnictví, kde je její znalost klíčová. Z tohoto důvodu je na místě zařadit výuku tohoto předmětu do všech zdravotnických oborů. Zároveň by bylo vhodné, pro již pracující RA doplnit, popřípadě rozšířit školení zaměřená na způsob komunikace s pacienty a etiku. Některá školení či semináře je v současné době možné absolvovat online, což lze považovat za velkou výhodu.

Pro zlepšení komunikace mezi pacienty a zdravotníky lze použít dotazníky spokojenosti, které mohou případné nedostatky zlepšit. Pacient, který absolvuje vyšetření na RTG pracovišti a je spokojený s přístupem RA, bude mít jistě menší obavy z případného dalšího vyšetření.

Jelikož je Publikace ICRP 138 poměrně nová, řada zdravotnických pracovníků se s ní dosud nesetkala. Bylo by jistě přínosné přeložit tuto publikaci také do českého jazyka a zajistit její distribuci na každé radiologické pracoviště. Lze předpokládat, že pro řadu zdravotníků by byla tato publikace jistě užitečná.

6 Závěr

Diplomová práce shrnuje problematiku komunikace o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky. V teoretické části se práce věnuje historii radiologie, ionizujícímu záření, jeho zdrojům a využití tohoto záření v oboru radiodiagnostiky. V práci jsou také popsány negativní účinky záření, dále jsou zmíněny principy a způsoby RO. Součástí práce je také definice LO a principy, které jsou pro tuto oblast důležité.

Další kapitoly se dotýkají provedení radiologického vyšetření a asistence při tomto vyšetření. Práce se také věnuje komunikaci, která je zaměřená na rizika. Také popisuje etiku a její souvislost s medicínou, dále vztah etiky a komunikace. V neposlední řadě jsou v práci uvedeny základní a procesní etické hodnoty, které vycházejí z publikace ICRP 138.

V praktické části diplomové práce bylo prostřednictvím dotazníků provedeno výzkumné šetření. Téma těchto dotazníků bylo zaměřeno na komunikaci o radiačních rizicích v medicíně – v radiodiagnostice.

V diskuzi jsou vyhodnoceny výsledky provedeného výzkumu. Zároveň jsou zde popsány nejdůležitější otázky z obou dotazníků, jejichž odpovědi jsou přepočítány na procentuální podíl ze všech tří nemocnic. V závěrečné části diskuze jsou zmíněny zahraniční výzkumy zaměřené na zkoumanou problematiku. Dále jsou zde popsány návrhy pro zlepšení komunikace mezi pacienty a RA o radiačních rizicích na radiodiagnostickém oddělení.

V práci byly stanovené dvě výzkumné otázky. První z nich zní: *„Je komunikace o radiačních rizicích v medicíně dostatečná?“* Z provedeného šetření bylo zjištěno, že polovina pacientů se necítí dostatečně informovaná a ocenili by zdokonalení informovanosti o radiačních rizicích. Také nadpoloviční část RA se domnívá, že by mohli být pacienti o rizicích informováni více.

Nabízí se však otázka, zda by více informací na toto téma nebylo pro pacienty spíše na škodu, z důvodu zvýšených obav ze záření a následné odmítnutí potřebných vyšetření. Zdravotní personál musí najít rozumný kompromis mezi potřebou transparentních informací a snahou neodradit pacienty od potřebných a užitečných vyšetření.

Na základě zhodnocení výzkumu je zřejmé, že názor pacientů na škodlivost IZ není mezi dotazovanými jednoznačný. I když převážná většina respondentů uvedla, že

nadměrné působení IZ není bezpečné, určité množství respondentů bylo přesvědčeno o opaku anebo si nebyli jisti správnou odpovědí. Bylo také zjištěno, že většinu pacientů nenapadlo vyhledávat si před konkrétním vyšetřením informace o radiačních rizicích. Těžko říci, zda je to z důvodu důvěry mířené k vyšetřujícím odborníkům nebo případná rizika podhodnocují.

Druhá z výzkumných otázek zní: *„Jak tato komunikace souvisí s etickými hodnotami odborníků radiologie?“* Tato komunikace souvisí s etickými hodnotami odborníků radiologie ve velké míře. Protože při každém LO je nutné dodržení nejen platné legislativy, ale také zachování důstojnosti, obezřetnosti, a jiných etických hodnot, zvlášť těch procesních, kterými jsou odpovědnost, transparentnost a inkluzivita.

RA si byli vědomi existence etického kodexu a v běžné praxi podle něho postupovali. Případné dilema řešili RA většinou se svým nadřízeným. Otázkou je, zda považují transparentní, odpovědní a inkluzivní komunikaci s pacienty do dostatečné míry za svou povinnost.

Práce může být návodem pro aktivně pracující RA nebo studenty radiologického oboru, jakým způsobem komunikovat s pacienty o radiačních rizicích. Informační letáky zaměřené na oblast LO jsou dostupné na webových stránkách SÚJB, některé z nich jsou součástí přílohy této práce.

Seznam literatury

1. AZMAN, R. R. et al., 2019. Radiation Safety in Emergency Medicine: Balancing the Benefits and Risks. *Korean Journal of Radiology*. 20(3), 399-404. DOI: 10.3348/kjr.2018.0416

2. BEAUCHAMP, T. L., J. F. CHILDRESS, 2019. Principles of Biomedical Ethics. Oxford: *Oxford University Press*. ISBN 0190640871.

3. BRENNER, D., HALL, E., 2007. Computed tomography – An Increasing Source of Radiation Exposure. *The New England Journal of Medicine*. 357, 2277–2284. DOI: 10.1056/NEJMra072149.

4. CARPEGGIANI, C., PICANO, E., 2016. The radiology informed consent form: recommendations from the European Society of Cardiology position paper. *Journal of Radiological Protection.* 36(2), 175–186. DOI: 10.1088/0952-4746/36/2/S175.

5. DOHNALOVÁ, L., 2012. *Princip skiagrafie, skiaskopie, CT a angiografie*. Fakultní nemocnice Brno. Brno: Klinika dětské radiologie. [cit. 2021-7-26]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1451/jaro2012/bp1193/32522183/Princip_skiagrafie__skiaskopie__CT_a_angiografie.pdf

6. EINSTEIN, A., 2020. Medical Radiation Exposure to the U.S. Population: The Turning Tide. *Radiology* [online]. Kanada: Radiology Society of North America, [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200200

7. Fakultní nemocnice Motol, © 2012. *Obecné informace o radioaktivitě a radiační ochraně* [online]. [cit. 2021-10-1]. Dostupné z: https://www.fnmotol.cz/kliniky-a-oddeleni/cast-pro-dospele/klinika-nuklearni-mediciny-a-endokrinologie-uk-2-l/oddeleni-radiologicke-fyziky/obecne-informace-o-radioaktivite-a-radiacni-ochran/

8. FOLEY, S. J., 2018. Effective communication on radiation risks. *Healthcare-in-europe.com* [online]. [cit. 2021-9-6]. Dostupné z: https://healthcare-in-europe.com/en/news/effective-communication-on-radiation-risks.html

9. FREITINGER SKALICKÁ, Z. et al., n.d.a. 4.2 Přírodní zdroje záření. *Radiobiologie* [online]. [cit. 2021-7-23]. Dostupné z: http://fbmi.sirdik.org/4-kapitola/42.html

10. FREITINGER SKALICKÁ, Z. et al., n.d.b. 4.3 Umělé zdroje záření. *Radiobiologie* [online]. [cit. 2021-7-23]. Dostupné z: http://fbmi.sirdik.org/4-kapitola/43.html

11. FREITINGER SKALICKÁ, Z. et al., n.d.c. 7.8.1 Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu. *Radiobiologie* [online]. [cit. 2021-7-17]. Dostupné z: https://fbmi.sirdik.org/7-kapitola/78/781.html

12. FREITINGER SKALICKÁ, Z. et al., n.d.d. 1.5 Veličiny a jednotky v oblasti ionizujícího záření. *Radiobiologie* [online]. [cit. 2021-7-17]. Dostupné z: http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/15.html

13. HAŠKOVCOVÁ, H., 1996. *Práva pacientů*, *komentované vydání*. Havířov: Nakladatelství Aleny Krtilové. ISBN 80-902163-0-7.

14. HUŠÁK, V. et al., 2009. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2350-0.

15. ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *ICRP Publication 60*. Ann. ICRP 21 (1-3).

16. ICRP, 2013. Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste. *ICRP Publication 122*. Ann. ICRP 42(3).

17. ICRP, 2007. Doporučení Mezinárodní komise radiologické ochrany. *Publication ICRP 103.* Praha: český překlad: SÚJB, 2009.

18. ICRP, 2018. Ethical Foundations of the System of Radiological Protection. *ICRP Publication 138*. Ann. ICRP 47(1).

19. JANKOVSKÝ, J., 2018. *Etika pro pomáhající profese*. 2. vyd. Praha: Trixon. ISBN 978-80-7553-414-9.

20. KAINBERGER, F., 2017. Defensive Medicine and Overutilization of Imaging an – Issue of Radiation Protection. *Wiener klinische Wochenschrift*. 129, 157–158. DOI:10.1007/s00508-016-1089-3

21. KOCAK, M., 2021. Risks of Medical Radiation. MSD MANUAL Professional Version [online]. USA: MD, *Rush University Medical Center*. [cit. 2021-

8]. Dostupné z: https://www.msdmanuals.com/professional/special-subjects/principles-of-radiologic-imaging/risks-of-medical-radiation

22. KODL, O. et al., 2007. *Radiační ochrana při zubních radiodiagnostických vyšetřeních*. Vyd. 3., přeprac. Praha: Havlíček Brain Team. Studijní pomůcky (Česká stomatologická komora). ISBN 978-80-87109-04-5.

23. KUNA, P., NAVRÁTIL, L., 2005. *Klinická radiobiologie*. Praha: Manus. ISBN 80-86571-09-2.

24. KUTNOHORSKÁ, J., 2007. *Etika v ošetřovatelství*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2069-2.

25. LAM, D. et al., 2015. Communicating Potential Radiation-Induced Cancer Risks From Medical Imaging Directly to Patients Read More. *American Journal of Roentgenology*. 205(5), 962-970. DOI: 10.2214/AJR.15.15057.

26. LAMBERTOVÁ, A., 2019. *Vnímání radiační zátěže a vyšetření u pacientů podstupujících výpočetní tomografii*. Praha. Disertační práce. Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta.

27. MALÍKOVÁ, H. et al., 2019. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-4036-5.

28. Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2020. *Věstník 7/2004*. [online]. [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: https://www.mzcr.cz/vestnik/vestnik-7-2004-2/

29. NEKULA, J. et al., 2001. *Radiologie*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-244-0259-9

30. NEKULA, J. et al., 2014. *Klinická radiologie*: skriptum. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. ISBN 978-80-7464-564-8.

31. NEKULA, J., CHMELOVÁ, J., 2005. *Vybrané kapitoly z konvenční radiologie*. Ostrava: Ostravská univerzita. ISBN 80-7368-057-2.

32. OLEJÁR, D., 2021. *Místní radiologické standardy RDG oddělení*. Poliklinika, příspěvková organizace. Žďár nad Sázavou

33. PAHADE, J. et al., 2018. What Patients Want to Know about Imaging Examinations: A Multiinstitutional U.S. Survey in Adult and Pediatric Teaching Hospitals on Patient Preferences for Receiving Information before Radiologic Examinations. *National Library of Medicine - PubMed.gov*., 287(2), 554-562. DOI: 10.1148/radiol.2017170592

34. PEJCHAL, J. et al., 2013. *Biofyzika pro záchranáře*. 2. díl. Hradec Králové: Univerzita obrany. ISBN 978-80-7231-354-9.

35. PTÁČEK, R., BARTŮNĚK, P., 2011. *Etika a komunikace v medicíně*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3976-2.

36. *Radiologie a zobrazovací metody*, 2020 [online]. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR – ÚZIS ČR. [cit. 2021-10-24]. Dostupné z: https://www.uzis.cz/res/f/008333/nzis-rep-2020-k19-a049-radiologie-a-zobrazovaci-metody-2019.pdf

37. *Rentgen bulletin*: Hodnocení lékařského ozáření, 2021. [online]. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, [cit. 2021-10-4]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/lekarske_ozareni/Bulletinlo2021.pdf

38. *Rentgen bulletin*: Máme evropskou úroveň, 2005. [online]. Praha: Státní ústav radiační ochrany, [cit. 2021-8-5]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/lekarske-ozareni/rentgen6-2005.pdf

39. *Rentgen bulletin*: Rizika únosná, avšak nezanedbatelná, 2006. [online]. Praha: Státní ústav radiační ochrany, [cit. 2021-8-5]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/lekarske-ozareni/rentgen_8_2006.pdf

40. *Rentgen bulletin*: Riziko nebo přínos pro pacienta, 2001. [online]. Praha: Státní ústav radiační ochrany, [cit. 2021-8-5]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/lekarske-ozareni/rentgen9-2001.pdf

41. RICKETTS, M. et al., 2013. Perception of Radiation Exposure and Risk among Patients, Medical Students, and Referring Physicians at a Tertiary Care Community Hospital. *Canadian Association of Radiologists Journal.* 64(3), 208-212. DOI: 10.1016/j.carj.2012.05.002

42. ŘEZÁČOVÁ, M., VÁVROVÁ, J., 2011. *Molekulární mechanismy účinku ionizujícího záření*. Hradec Králové: RNDr. František Skopec, CSc. – Nucleus HK®. ISBN 978-80-87009-82-6.

43. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, n.d. *Stručný přehled biologických účinků záření* [online]. [cit. 2021-7-29]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/

44. Státní ústav radiační ochrany, v. v. i., © 2021a. *Historie radiační ochrany*. [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/historie

45. Státní ústav radiační ochrany, v. v. i., © 2021b. *Principy radiační ochrany*. [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany

46. SEIDL, Z., 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4108-6.

47. SÚKUP, V., 2021. Význam komunikace ve zdravotnictví. *Praktická radiologie*. Olomouc: Profi – tisk group s.r.o. 2. čtvrtletí (E 11411), 33.

48. SÚKUPOVÁ, L., 2012. Princip zdůvodnění. *sukupova.cz* [online]. Praha [cit. 2021-8-19]. Dostupné z: http://www.sukupova.cz/princip-zduvodneni/

49. ŠÍPEK, A., © 2010-2014. Mutace. *Genetika – Biologie* [online]. Praha, [cit. 2021-10-14]. Dostupné z: http://www.genetika-biologie.cz/mutace

50. ŠVEC, J., 2005. *Radioaktivita a ionizující záření*. Doplňující učební texty pro předměty Bakalářská fyzika, Aplikovaná fyzika, Ochrana před zářením. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství.

51. UCSF Department of Radiology & Biomedical Imaging, 2021. Risks of Radiation [online]. San Francisco: *The Regents of the University of California*. [cit. 2021-9-8]. Dostupné z: https://radiology.ucsf.edu/patient-care/patient-safety/radiation-safety/risks-of-radiation

52. ULLMANN, V., n.d. 5. Biologické účinky ionizujícího záření: Radiační ochrana. *Astronuklfyzika* [online]. Ostrava: Klinika nukleární medicíny FN Ostrava-Poruba. [cit. 2021-10-6]. Dostupné z: https://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm#2

53. VOMÁČKA, J. et al., 2012. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3126-0.

54. *Všeobecná deklarace lidských práv*, © 2015. [online]. OSN. [cit. 2021-10-19]. Dostupné z: https://www.osn.cz/wp-content/uploads/2015/12/UDHR_2015_11x11_CZ2.pdf

55. Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016. [online]. [cit. 2022-1-30]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 172, s. 6618–6904. ISSN 1211-1244. Dostupné z: https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/start.aspx

56. WALLACE, A., CAIN, T., 2018. Radiation Risk of Medical Imaging for Adults and Children. *Inside Radiology* [online]. Sydney: The Royal Australian and New Zealand College of Radiologists. [cit. 2021-9-5]. Dostupné z: https://www.insideradiology.com.au/radiation-risk/

57. ZÖLZER, F. et al., 2007. *Mechanizmy účinků ionizujícího záření*. České Budějovice. Doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního programu „Ochrana obyvatelstva“. Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

58. ZWANK, M. et al., 2014. Emergency department patient knowledge and physician communication regarding CT scans. *National Library of Medicine - PubMed.gov*., 31(10), 824-826. DOI: 10.1136/emermed-2012-202294

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Deterministické účinky 19
Obrázek 2 – Stochastické účinky 22

Seznam grafů

Graf 1 – Věk respondentů 43
Graf 2 – Pohlaví respondentů 44
Graf 3 – Nejvyšší dosažené vzdělání 45
Graf 4 – Délka praxe RA 45
Graf 5 – Informovanost pacientů o radiačních rizicích 47
Graf 6 – Způsoby edukace o radiačních rizicích 48
Graf 7 – Informování pacientů o radiačních rizicích 49
Graf 8 – Informování o radiačních rizicích pacienta specifického typu 50
Graf 9 – Porušení principů RO 51
Graf 10 – Zavedení pravidla 10 dnů 52
Graf 11 – Informování asistující osoby o rizicích, podpis 53
Graf 12 – Školení se zaměřením na etiku ve zdravotnictví 54
Graf 13 – Etické dilema související s RO 55
Graf 14 – Způsob řešení etického dilematu 56
Graf 15 – Důležitost inkluzivity při práci s RTG zářením 57
Graf 16 – Věk respondentů 59
Graf 17 – Pohlaví respondentů 59
Graf 18 – Počet vyšetření za kalendářní rok 60
Graf 19 – Vyhledávání informací o účincích IZ 61
Graf 20 – Způsob získání informací o účincích IZ 62
Graf 21 – Názor respondentů na škodlivost IZ 63
Graf 22 – Informování o radiačních rizicích 64
Graf 23 – Způsob edukace o radiačních rizicích 65
Graf 24 – Dostatečnost podaných informací 66
Graf 25 – Informační materiály o radiačních rizicích 67
Graf 26 – Kontrola těhotenství u žen 68
Graf 27 – Použití ochranných pomůcek 69
Graf 28 – Znalost symbolu ZIZ 70
Graf 29 – Dotaz na dávku záření při určitém RTG vyšetření 71
Graf 30 – Nejvíce bezpečná zobrazovací metoda 72
Graf 31 – Pacient jako zdroj záření po RTG vyšetření 73
Graf 32 – Asistence při RTG vyšetření 74
Graf 33 – Vysvětlení rizik a podpis informovaného souhlasu 75
Graf 34 – Poskutnutí ochranných pomůcek asistujícím osobám 76
Graf 35 – Vznik etických otázek v souvislosti s RO 77
Graf 36 – Dodržování pravidel etiky 78
Graf 37 – Pojem transparentnost v souvislosti s RTG vyšetřením 79
Graf 38 – Očekávání od etického chování 80
Graf 39 – Zapojení do rozhodování o RTG vyšetření 81
Graf 40 – Zodpovědnost RA při RTG vyšetření 82

Seznam příloh

Příloha 1 – Dotazník pro RA

Příloha 2 – Dotazník pro pacienty

Příloha 3 – Veličiny a jednotky

Příloha 4 – Informace pro pacienta podstupujícího RTG vyšetření

Příloha 5 – Informační plakát – LO během těhotenství

Seznam zkratek

CT	výpočetní tomografie
DRL	diagnostické referenční úrovně
HB	Havlíčkův Brod
ICRP	Mezinárodní komise pro radiační ochranu
IZ	ionizující záření
LO	lékařské ozáření
MZČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
NMNM	Nové Město na Moravě
RA	radiologický asistent
RO	radiační ochrana
RTG	rentgen, rentgenový, rentgenové
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
ZIZ	zdroj ionizujícího záření

Příloha 1 – Dotazník pro RA

Vážená paní, vážený pane,

jmenuji se Monika Kafková a jsem studentkou oboru Civilní nouzová připravenost na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích. Tímto bych Vás chtěla požádat o vyplnění dotazníku, který je zcela anonymní. V dotazníku jsou otázky zaměřené na téma mé diplomové práce tj. „Komunikace o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky". Získané informace budou použity ke zpracování diplomové práce. Předem děkuji za Vaše odpovědi a za Váš čas.

Zakroužkujte vždy jednu odpověď. U otázek č. 22, 24, 25, popřípadě u otázek č. 20, 21, Vás prosím o slovní vyjádření.

1) **Věk:**

   a) méně než 25
   b) 25-50
   c) 50 a více

2) **Pohlaví:**

   a) žena
   b) muž
   c) nechci uvádět

3) **Nejvyšší dosažené vzdělání?**

   a) VOŠ
   b) VŠ Bc.
   c) VŠ Mgr.
   d) jiné

4) **Jak dlouhou dobu pracujete na pozici radiologický asistent?**

   a) méně než 1 rok
   b) více než 1 rok
   c) více než 5 let
   d) více než 10 let

5) **Víte, že existuje etický kodex?**

   a) ano
   b) ne

6) **Postupujete při své práci dle etických kodexů?**

   a) ano
   b) ne
   c) občas

7) Jak důležitá je podle Vašeho názoru etika v oblasti principů radiační ochrany (tj. zdůvodnění optimalizace, limitování a zabezpečení zdrojů)?

a) velmi
b) málo
c) není

8) Myslíte si, že jsou pacienti na Vašem oddělení dostatečně informování o radiačních rizicích?

a) ano
b) ne
c) nevím

9) Jakým způsobem edukace (předání informací) o radiačních rizicích na Vašem oddělení probíhá?

a) slovně
b) pomocí letáčků, plakátů
c) v podobě informovaného souhlasu
d) pacienty neinformujeme

10) Kdy jsou pacienti na Vašem oddělení informováni o radiačních rizicích?

a) před každým vyšetřením
b) někdy, v závislosti na typu vyšetření
c) nikdy

11) Informoval/a jste někdy o možných radiačních rizicích pacienta specifického typu (tj. osoba s psychiatrickou diagnózou, se smyslovým postižením, s mentální retardací)?

a) ano
b) ne
c) informoval/a jsem doprovázející osobu

12) Používáte na Vašem oddělení ochranné pomůcky pro pacienty?

a) ano, dle platných standardů
b) pouze na žádost pacienta
c) ne

13) Zaznamenal/a jste v průběhu své praxe porušení principů radiační ochrany?

a) ano
b) ne
c) nevzpomínám si

14) Řídíte se při jednotlivých lékařských ozářeních místními radiologickými standardy?

a) ano
b) ne
c) občas

15) Je na Vašem pracovišti zavedeno pravidlo 10 dnů při RTG vyšetření v oblasti pánve u žen v reprodukčním věku?

a) ano
b) ne
c) nemám tušení

16) Jak často informujete asistující osobu při RTG vyšetření (např. u osob s postižením, dítěte) o rizicích plynoucích z ozáření, vyžadujete podpis asistující osoby?

a) ano, při každém vyšetření
b) občas
c) ne, nikdy

17) Dodržujete při CT vyšetření správné referenční hodnoty pro určitý typ vyšetření z důvodu snížení rizika stochastických účinků?

a) ano
b) ne
c) občas

18) Jsou na Vašem pracovišti zaznamenávány údaje o expozici pro zpětný odhad radiační zátěže?

a) ano
b) ne
c) občas

19) Byl/a jste někdy na školení se zaměřením na etiku ve zdravotnictví?

a) ano
b) ne
c) nevzpomínám si

20) Řešil/a jste někdy v průběhu svého zaměstnání etické dilema, které souviselo s radiační ochranou?

a) ano, uveďte prosím jaké: ……...

……

b) ne

21) Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 20 ano, jakým způsobem jste etické dilema řešil/a?

a) konzultací s nadřízeným pracovníkem
b) na pracovní schůzi
c) v rámci supervizí
d) zvolil/a jsem jiný postup řešení, uveďte prosím jaký: ……

……..

……..

22) Co si představujete pod pojmem etika?

……

……

……

23) Myslíte si, že je inkluzivita (účast zúčastněných stran) důležitá při práci s RTG zářením?

a) ano
b) ne
c) nemám tušení

24) Jakým způsobem zapojujete odpovědnost do své práce?

……

……

……

25) Co pro Vás znamená pojem transparentnost (poctivost)?

……

……

……

Příloha 2 – Dotazník pro pacienty

Vážená paní, vážený pane,

jmenuji se Monika Kafková a jsem studentkou oboru Civilní nouzová připravenost na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích. Tímto bych Vás chtěla požádat o vyplnění dotazníku, který je zcela anonymní. V dotazníku jsou otázky zaměřené na téma mé diplomové práce tj. „Komunikace o radiačních rizicích v medicíně z pohledu etiky". Získané informace budou použity ke zpracování diplomové práce. Předem děkuji za Vaše odpovědi a za Váš čas.

Zakroužkujte vždy jednu odpověď. U otázek č. 22 a 23 Vás prosím o slovní vyjádření.

1) **Věk:**

   a) méně než 18
   b) 18-50
   c) 50 a více

2) **Pohlaví:**

   a) žena
   b) muž
   c) nechci uvádět

3) **Na radiodiagnostickém pracovišti jsem v letošním roce byl/a vyšetřen/a:**

   a) jednou
   b) dvakrát
   c) třikrát a více

4) **Vyhledával/a jste si (před vyšetřením) nějaké informace o účincích ionizujícího záření?**

   a) ano
   b) ne

5) *** Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 4 ano, získal/a jste potřebné informace?**

   a) z webových stránek
   b) z odborné literatury
   c) od odesílajícího lékaře
   d) jiné zdroje

6) **Myslíte si, že je ionizující (''rentgenové'') záření zdraví škodlivé?**

   a) ano
   b) ne
   c) nevím

7) **Byl/a jste před vyšetřením informován/a o možných radiačních rizicích?**

a) ano
b) ne
c) nevzpomínám si

8) *** Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 7 ano, jakým způsobem edukace (předání informací) probíhala?**

a) slovně
b) pomocí letáčků, plakátů
c) v podobě informovaného souhlasu

9) *** Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 7 ano, byly pro Vás tyto informace dostačující?**

a) ano
b) ne
c) nevím

10) **Ocenil/a byste v čekárnách radiodiagnostického pracoviště více informačních materiálů o radiačních rizicích?**

a) ano
b) ne
c) nevím

11) **V případě, že jste žena v reprodukčním věku, byla jste před vyšetřením dotázána na možnost těhotenství, z důvodu možného poškození plodu?**

a) ano
b) ne
c) nevzpomínám si

12) **Byly Vám při vyšetření v oblasti břicha a/nebo pánve poskytnuty ochranné pomůcky?**

a) ano
b) ne
c) nevím

13) **Co podle Vašeho názoru vyjadřuje tento symbol?**

a) výbušninu
b) zdroj ionizujícího záření
c) ventilátor
d) hořlavinu

14) Zajímal/a jste se někdy jakou dávku záření obdržíte při konkrétním RTG vyšetření?

a) ano
b) ano, ale nebylo mi odpovězeno
c) ne

15) Která z těchto zobrazovacích metod je podle Vašeho názoru nejvíce bezpečná vzhledem k účinkům ionizujícího záření (RTG, CT, Magnetická resonance)?

a) Magnetická resonance
b) RTG
c) CT

16) Myslíte si, že se pacient po RTG vyšetření stává zdrojem záření pro ostatní osoby?

a) ano
b) ne
c) nevím

17) Asistoval/a jste někdy při RTG vyšetření jiné osoby?

a) ano
b) ne
c) nevzpomínám si

18) * Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 17 ano, byly Vám vysvětleny rizika plynoucí z asistence? Podepisovali jste případně informovaný souhlas?

a) ano
b) ne
c) nevzpomínám si

19) * Pokud byla Vaše odpověď u otázky č. 17 ano, byly Vám poskytnuty ochranné pomůcky před RTG zářením?

a) ano
b) ne
c) pouze, v případě vlastní žádosti

20) Myslíte si, že v souvislosti s radiační ochranou mohou vznikat etické otázky/problémy?

a) určitě ano
b) možná
c) spíše ne

21) Domníváte se, že zaměstnanci RTG oddělení postupují při své práci dle pravidel etiky?

a) ano
b) ne
c) občas

22) Co si v souvislosti s Vaším vyšetřením představíte pod pojmem transparentnost (poctivost)?

……

……

……

23) Co očekáváte od etického chování zaměstanců RTG oddělení?

……

……

……

24) Domníváte se, že jste byl/a zapojen/a do rozhodování o RTG vyšetření? (např. při zlomenině končetiny jste mohl/a svobodně rozhodnout o jeho provedení či neprovedení)

a) ano
b) ne
c) částečně

25) Měl/ a jste pocit, že zaměstnanci RTG oddělení postupovali při vyšetření zodpovědně?

a) ano
b) ne
c) nemohu posoudit

Příloha 3 – Veličiny a jednotky

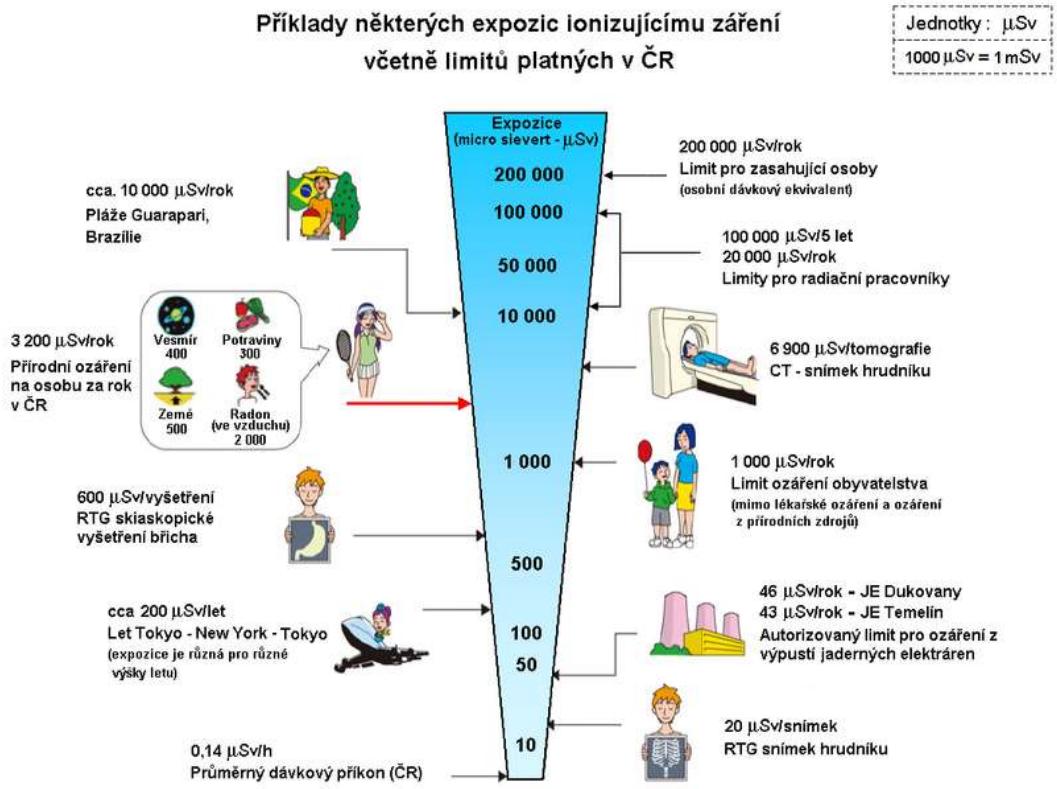
Veličiny dozimetrie ionizujícího záření				
VELIČINA			**JEDNOTKA**	
název	***značka***	***vysvětlení***	***název***	***značka***
Absorbovaná dávka	D	poměr střední energie deponované IZ v elementu ozářené látky a jeho hmotnosti $D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}$	gray ➡ Jkg^{-1}	Gy
Na základě dávky je možné odvodit biologický účinek záření, který nezávisí jen na absorbované dávce, ale také na dávkovém příkonu, druhu záření a distribuci dávky v těle.				
Dávkový příkon	D	přírůstek dávky za časový interval $D = \frac{dD}{dt}$	gray za sekundu, miligray za hodinu mikrogray za hodinu	$Gy.s^{-1}$ $mGy.h^{-1}$ nebo $\mu Gy.h^{-1}$
Kerma	K	součet počátečních kinetických energií všech nabitých částic uvolněných nenabitými ionizujícími částicemi v určitém objemu látky o hmotnosti dm. $K = \frac{dE_K}{dm}$ používá se v souvislosti s nepřímo ionizujícím zářením	gray ➡ Jkg^{-1}	Gy
Kermový příkon	K	přírůstek kermy za časový interval $K = \frac{dK}{dt}$	gray za sekundu	$Gy.s^{-1}$
Expozice	X	podíl absolutní hodnoty celkového elektrického náboje iontů, které vznikly ve vzduchu při zabrzdění všech elektronů a pozitronů uvolněných fotony ve vzduchu a hmotnosti tohoto vzduchu $X = \frac{dQ}{dm}$	coulomb na kilogram	$C.kg^{-1}$
Expoziční příkon	X	přírůstek expozice za časový interval $X = \frac{dX}{dt}$	coulomb na kilogram za sekundu	$C.kg^{-1}.s^{-1}$
Kuna, Navrátil, 2005; Švec, 2005; Hušák et al., 2009; Freitinger Skalická et al., n.d.d				

Veličiny používané v radiační ochraně

Biologický účinek IZ se odvíjí od absorbované dávky a druhu IZ. Poměr dávek záření potřebných u dvou druhů záření k vyvolání stejného stupně biologického účinku se označuje relativní biologická účinnost (RBÚ). Pro účely RO v oblasti stochastických účinků a nízkých dávek se používají jakostní činitele Q a radiační váhové faktory wR, což jsou v podstatě dohodnuté hodnoty RBÚ.

VELIČINA			**JEDNOTKA**	
název	***značka***	***vysvětlení***	***název***	***značka***
Dávkový ekvivalent	H	součin dávky (D) v uvažovaném bodě tkáně a jakostního činitele (Q) $H = Q.D$	sievert	Sv
Jakostní činitel vyjadřuje rozdílnou biologickou účinnost různých druhů záření. Jeho hodnoty jsou funkcí lineárního přenosu energie L.				
Dávkový ekvivalent je využíván v osobní dozimetrii a dozimetrii pracovního prostředí.				
Osobní dávkový ekvivalent	Hp*(d)*	dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně „d“. k monitorování osob	sievert	Sv
Pro pronikavé záření je stanovena hodnota d = 10 mm, pro nepronikavé záření a ozáření kůže d = 0,07 mm, pro ozáření oka je d = 3 mm.				
Ekvivalentní dávka	H_T	součin radiačního váhového faktoru wR a střední absorbované dávky $D_{T,R}$ v orgánu nebo tkáni T pro IZ typu R $H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$	sievert ➞ Jkg^{-1}	Sv
Hodnoty w_R	fotony, elektrony, mezony -> 1		částice alfa, štěpné fragmenty, těžké ionty -> 20	
	fotony, nabité piony -> 2		neutrony -> spojitá závislost na energii neutronů	
Efektivní dávka	E	součet součinů tkáňových váhových faktorů (wT) a ekvivalentní dávky (HT) v ozářených tkáních nebo orgánech (T) lidského těla $E = \sum_T w_T H_T$	sievert ➞ Jkg^{-1}	Sv
Hlavní výhoda této veličiny spočívá v možnosti vyjádřit (při nerovnoměrném ozáření) radiační zátěž těla jediným číslem.				
Hodnoty w_T	močový měchýř, játra, jícen, štítná žláza -> 0,04		červená kostní dřeň, tlusté střevo, plíce, žaludek, prs, ostatní tkáně -> 0,12	
	gonády -> 0,08		kůže, povrch kostí, mozek, slinné žlázy -> 0,01	
wT vyjadřuje rozdílnou radiosenzitivitu orgánů a tkání vzhledem k vzniku stochastických účinků. Součet wT se rovná 1,0.				
*ostatní tkáně: nadledvinky, horní cesty dýchací, žlučník, srdce, ledviny, lymfatické uzliny, svalstvo, sliznice dutiny ústní, slinivka, prostata, tenké střevo, slezina, brzlík, děloha/hrdlo				
Kuna, Navrátil, 2005; ICRP, 2007; Kodl et al., 2007; Hušák et al., 2009; Freitinger Skalická et al., n.d.d				

Příloha 4 – Informace pro pacienta podstupujícího RTG vyšetření



Před vyšetřením

Z vyšetření nemějte obavy

- RTG zobrazovací postupy jsou standardizovány.
- RTG zařízení prochází ze zákona pravidelnými technickými kontrolami.

Informujte lékaře

- o RTG vyšetřeních, která jste v posledním roce absolvoval(a), a to i v jiných zdravotnických zařízeních – zabrání se tím zbytečnému opakování vyšetření
- o případném těhotenství

Při vyšetření

- Respektujte pokyny aplikujících odborníků (lékařů a radiologických asistentů).
- Při použití ochranných stínících prostředků (zástěry, ochranného límce na štítnou žlázu, ochranných pomůcek na pohlavní orgány) spolupracujte se zdravotnickým personálem.

RTG vyšetření těhotné nebo dítěte

- Vyšetření dětí a těhotných se věnuje větší pozornost a to především proto, že vyvíjející se organismus je k rentgenovému záření citlivější než organismus dospělého.
- Pokud je nezbytné provést vyšetření u těhotné pacientky, vždy se zvažují podmínky vyšetření.
- U většiny běžně prováděných vyšetření (plíce, končetiny, hlava, krční páteř, atp.) jsou dávky záření v děloze zanedbatelné.
- V případě vyšetření v oblasti pánve a u náročnějších výkonů je možné stanovit individuální dávku a z ní plynoucí riziko.

Riziko ozáření

- Lékařská vyšetření a léčebné postupy jsou spojeny s určitou možností nepříznivých průvodních účinků.
- U RTG vyšetření je tímto nepříznivým účinkem možné zvýšení pravděpodobnosti vzniku rakoviny v průběhu života, které je úměrné velikosti „obdržené“ dávky. Proto není vhodné RTG vyšetření vyžadovat z vlastní iniciativy a podstupovat jej zbytečně, když to není nutné.
- Jen lékař může rozhodnout, zda je vyšetření nezbytné. Pak je riziko spojené s jeho provedením vždy menší než riziko důsledků spojených s jeho neprovedením.
- Zcela výjimečně (při velkých dávkách) by mohlo nastat bezprostřední poškození ozářené tkáně.
- Technické podmínky každého RTG vyšetření jsou nastaveny tak, aby dávka pacientovi byla co nejmenší.

- K porovnání rizika ozáření je možné použít obrázek na další straně.

Příloha 5 – Informační plakát – LO během těhotenství