

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Eva Nováková

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Eva Nováková

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

RIZIKA PŘI LÉKAŘSKÉM OZÁŘENÍ TĚHOTNÉ ŽENY

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Pokorný, Ph.D.

PLZEŇ 2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta zdravotnických studií

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Eva NOVÁKOVÁ**
Osobní číslo: **Z18B0238P**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**
Téma práce: **Rizika při lékařském ozáření těhotné ženy**
Zadávající katedra: **Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví**

Zásady pro vypracování

- Zpracovat seznam odborné literatury na vybrané téma
- Stanovit cíl kvalifikační práce
- Zpracovat teoretickou a praktickou část práce dle požadavků FZS
- Popsat metodiku praktické části
- Vypracovat diskuzi a závěr kvalifikační práce
- Dodržet formální úpravu kvalifikační práce dle požadavků FZS
- Dodržet citační normu

Rozsah bakalářské práce:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- HUŠÁK, Václav. Radiační ochrana pro radiologické asistenty. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. str. 138. ISBN 978-80-244-2350-0.
- ROZTOČIL, Aleš. Moderní porodnictví. Praha : Grada Publishing, a.s., 2008. str. 408. ISBN 978-80-247-1941-2.
- VOMÁČKA, Jaroslav. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Olomouc : HANEX, 2015. str. 160. ISBN 80-244-4508-5.
- SUKÚPOVÁ, Lucie. Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi. Praha : Grada Publishing, a.s., 2018. str. 280. ISBN 978-80-271-0709-4.
- ANDREO, Pedro. Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry. Germany : Wiley-VCH, 2017. str. 184. ISBN 9783527343522.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Pokorný, Ph.D.**
Katedra záchranářství, diagnostických oborů
a veřejného zdravotnictví

Datum zadání bakalářské práce: **1. června 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. března 2021**



PhDr. Lukáš Štich, MBA
děkan



Mgr. Stanislava Reichertová
vedoucí katedry

V Plzni dne 29. ledna 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31. 3. 2021.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nováková', is written above a horizontal dotted line.

vlastnoruční podpis

Abstrakt

Příjmení a jméno: Nováková Eva

Katedra: Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví

Název práce: Rizika při lékařském ozáření těhotné ženy

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Pokorný, Ph.D.

Počet stran - číslované: 50

Počet stran - nečíslované: 21

Počet příloh: 1

Počet titulů použité literatury: 25

Klíčová slova: ionizující záření, těhotenství, embryo/plod, obdržená dávka, deterministické účinky, stochastické účinky

Souhrn:

Bakalářská práce, ve které se zabývám tématem „*Rizika při lékařském ozáření těhotné ženy*“, je členěna na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je popsán princip rentgenového záření, radiační ochrana, účinky záření na plod a využívané zobrazovací metody. Praktická část je zpracována formou kvantitativního výzkumu, který je proveden pomocí dotazníkového šetření pro širokou veřejnost.

Abstract

Surname and name: Nováková Eva

Department: Department of Rescue, Diagnostics and Public Health

Title of thesis: Risks of medical exposure of a pregnant woman

Consultant: Ing. Tomáš Pokorný, Ph.D.

Number of pages – numbered: 50

Number of pages – unnumbered: 21

Number of appendices: 1

Number of literature items used: 25

Keywords: ionizing radiation, pregnancy, embryo/fetus, received dose, deterministic effects, stochastic effects

Summary:

The bachelor thesis in which I deal with the topic „*Risks of medical exposure of a pregnant woman*“ is divided into theoretical and practical part. The theoretical part describes the principle of X-rays, radiation protection, the effects of radiation on the fetus and the use of imaging methods. The practical part is processed in the form of quantitative research which is carried out by a questionnaire survey for the general public.

Předmluva

Téma mé bakalářské práce „*Rizika při lékařském ozáření těhotné ženy*“ jsem si vybrala, neboť jsem chtěla do této problematiky nahlédnout hlouběji a ráda bych ji přiblížila i laické veřejnosti.

Poděkování

Děkuji panu Ing. Tomáši Pokornému, Ph.D. za odborné vedení práce, poskytování cenných rad a informací. Dále děkuji za ochotu všem respondentům, kteří mi pomohli s výzkumem mé praktické části bakalářské práce.

OBSAH

SEZNAM GRAFŮ	12
SEZNAM OBRÁZKŮ	13
SEZNAM TABULEK	14
SEZNAM ZKRATEK	15
ÚVOD.....	16
TEORETICKÁ ČÁST	17
1 RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ.....	17
1.1 Zdroje RTG záření	17
1.1.1 Brzdné záření	17
1.1.2 Charakteristické záření	18
1.2 Interakce.....	18
1.2.1 Fotoefekt.....	18
1.2.2 Comptonův rozptyl.....	18
1.2.3 Tvorba elektron-pozitronových párů	19
1.3 Vlastnosti RTG záření	19
1.4 Účinky záření	20
1.4.1 Deterministické účinky.....	20
1.4.2 Stochastické účinky	21
1.5 Radiační ochrana.....	21
1.5.1 Ochrana vzdáleností	22
1.5.2 Ochrana časem.....	22

1.5.3	Ochrana stíněním.....	22
2	TĚHOTENSTVÍ.....	23
2.1	Oplodnění.....	23
2.2	Vývoj	23
3	RIZIKOVÉ TĚHOTENSTVÍ.....	26
3.1	Diabetes mellitus.....	27
3.1.1	Pregestační diabetes mellitus.....	27
3.1.2	Gestační diabetes mellitus	27
3.2	Hypertenze	28
3.2.1	Chronická hypertenze	28
3.2.2	Gestační hypertenze.....	28
3.2.3	Preeklampsie.....	28
4	REPRODUKČNÍ VĚK A RTG ZÁŘENÍ.....	30
4.1	Projev deterministických účinků na plod.....	30
4.2	Projev stochastických účinků na plod.....	31
5	METODY PRENATÁLNÍ DIAGNOSTIKY A ZOBRAZOVACÍ METODY	32
5.1	Invazivní metody	32
5.2	Neinvazivní metody	32
5.2.1	Ultrasonografie	32
5.2.2	Magnetická rezonance	33
5.2.3	RTG vyšetření	33
5.2.4	CT vyšetření	34
5.2.5	Nukleární medicína.....	35

6	KONTRASTNÍ LÁTKY	36
6.1	Kontrastní látky pro RTG diagnostiku.....	36
6.2	Kontrastní látky pro ultrasonografické vyšetření.....	37
6.3	Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci	37
7	PRÁCE RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA S TĚHOTNOU PACIENTKOU	39
8	TĚHOTNÁ RADIOLOGICKÁ ASISTENTKA.....	40
	PRAKTICKÁ ČÁST	41
9	CÍLE, PŘEDPOKLADY, VÝZKUMNÉ OTÁZKY.....	41
9.1	Cíle.....	41
9.2	Předpoklady	41
9.3	Výzkumné otázky	41
10	METODIKA VÝZKUMU	42
11	ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ.....	43
11.1	Výsledky dotazníkového šetření	43
	DISKUZE.....	62
	ZÁVĚR.....	64
	SEZNAM LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ.....	66
	SEZNAM PŘÍLOH	69
	PŘÍLOHY	70

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Procentuální zastoupení respondentů dle pohlaví	43
Graf 2 Věkové zastoupení respondentů.....	44
Graf 3 Procentuální zastoupení dosaženého vzdělání respondentů.....	45
Graf 4 Znalost respondentů o principu funkce IZ s živou hmotou.....	46
Graf 5 Počet respondentů vyšetřovaných pomocí IZ	47
Graf 6 Strach z vyšetření využívající IZ.....	48
Graf 7 Obdržení ochranných pomůcek při ozáření	49
Graf 8 Větší riziko při ozáření žen v reprodukčním věku	51
Graf 9 Otázka ohledně těhotenství před vyšetřením využívajícím IZ.....	52
Graf 10 Ozáření v průběhu těhotenství.....	53
Graf 11 Kdy je ozáření v těhotenství nejrizikovější.....	54
Graf 12 Nejvíce rizikové vyšetření v těhotenství	55
Graf 13 Přirozený potrat po expozici IZ v prvních 2 týdnech těhotenství	57
Graf 14 Pokles dávky pro plod.....	58
Graf 15 Riziko ozáření gonád rodičů před početím	59
Graf 16 Radiační ochrana při skiografii	60

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Pravděpodobnost interakce	19
---	----

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Důsledky deterministických účinků v závislosti na obdržené dávce	21
Tabulka 2 Rizika radiační zátěže na plod během těhotenství.....	31
Tabulka 3 Přehled dávek na plod	35
Tabulka 4 Zastoupení respondentů dle pohlaví.....	43
Tabulka 5 Věkové zastoupení respondentů	44
Tabulka 6 Dosažené vzdělání respondentů	45
Tabulka 7 Znalost respondentů o principu funkce IZ s živou hmotou.....	46
Tabulka 8 Počet respondentů vyšetřovaných pomocí IZ.....	47
Tabulka 9 Strach z vyšetření využívající IZ.....	48
Tabulka 10 Obdržení ochranných pomůcek při ozáření.....	49
Tabulka 11 Větší riziko při ozáření žen v reprodukčním věku	50
Tabulka 12 Otázka ohledně těhotenství před vyšetřením využívajícím IZ.....	51
Tabulka 13 Ozáření v průběhu těhotenství.....	53
Tabulka 14 Kdy je ozáření v těhotenství nejrizikovější	54
Tabulka 15 Nejvíce rizikové vyšetření v těhotenství	55
Tabulka 16 Přirozený potrat po expozici IZ v prvních 2 týdnech těhotenství	56
Tabulka 17 Pokles dávky pro plod	58
Tabulka 18 Riziko ozáření gonád rodičů před početím.....	59
Tabulka 19 Radiační ochrana při skiografii.....	60

SEZNAM ZKRATEK

ALARA	as low as reasonably achievable
CNS	centrální nervová soustava
CT	výpočetní tomografie
DM.....	diabetes mellitus
GIT	gastrointestinální trakt
Hz	hertz
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IZ	ionizující záření
kHz	kilohertz
KL.....	kontrastní látka
MeV	megaelektronvolt
mGy	miligray
MHz.....	megahertz
mmHG	milimetr rtuťového sloupce
MR	magnetická rezonance
mSv.....	milisievert
PET	pozitronová emisní tomografie
RTG	rentgen, rentgenový
USG	ultrasonografie

ÚVOD

Téma bakalářské práce „*Rizika při lékařském ozáření těhotné ženy*“ jsem si zvolila z několika důvodů. Téma zatím není často komplexně popsáno a ženám není řádně vysvětleno. Většina gravidních žen má z rentgenového záření a jeho důsledků velký strach v ohledu na vyvíjející se embryo/plod. Budoucí matky chtějí pro svého potomka vždy to nejlepší, snaží se ho tedy co nejméně ohrozit již v prenatálním období. Velká část populace je v tomto ohledu velmi neinformovaná, nebo informovaná, ale z neověřených zdrojů, například ze sociálních sítí. Z těchto důvodů jsem se rozhodla se tomuto tématu věnovat a přiblížit nejen těhotným ženám některé informace. Mezi cíle mé bakalářské práce patří popsat samotné rentgenové záření, jeho vznik, vlastnosti a účinky na lidský organismus. Vytvořit přehled zobrazovacích metod využívaných k diagnostice těhotných žen a shrnout to, jak na embryo/plod rentgenové záření působí a jaké důsledky z ozáření si s sebou nese. Práce je členěna na teoretickou a praktickou část.

Jedním z hlavních témat teoretické části je samotný popis RTG záření, jeho vlastnosti, účinky na lidský organismus a v neposlední řadě se zabírám také radiační ochranou. Dále se zabývám těhotenstvím jako takovým, popisuji oplodnění a následně vývoj embrya/plodu v těle matky měsíc po měsíci. Na to navazuji patologickým těhotenstvím, kde jsem si vybrala k popisu dva možná nejčastější faktory, kterými jsou diabetes mellitus a hypertenze v těhotenství. Znovu se vracím k deterministickým a stochastickým účinkům, tentokrát konkrétně zaměřeným na embryo/plod při ozáření matky. Dále se snažím popsat možnosti prenatální diagnostiky a zobrazovací metody (konkrétně skiagrafii, výpočetní tomografii, magnetickou rezonanci a vyšetření využívající radiofarmaka), které ženy v těhotenství mohou potkat. Ve stručnosti se zabývám kontrastními látkami a jejich kontraindikacemi k vyšetření těhotné ženy. Posledním tématem teoretické části je práce radiologického asistenta s těhotnou pacientkou a popis role samotné těhotné radiologické asistentky na pracovišti využívající ionizující záření.

Praktická část bakalářské práce je zpracována pomocí kvantitativního výzkumu. Dotazníkovým šetřením se pokusíme zjistit jaké má společnost - tedy ženy i muži, povědomí a názor na toto téma. Snahou bude potvrdit nebo vyvrátit předpoklady a výzkumné otázky, které si dopředu určíme.

TEORETICKÁ ČÁST

1 RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ

Rentgenové záření, nebo také záření X, je jednou z forem příčného elektromagnetického vlnění. Jedná se o ionizující záření, proto může být nebezpečné. Lze ho popsat jako vlnu nebo proud částic o rychlosti 3×10^8 m/s, jeho vlnovou délkou $\lambda = 10^{-8} - 10^{-12}$ metru a frekvencí $10^{17} - 10^{20}$ Hz. Intenzita rentgenového záření slábne se čtvercem vzdálenosti od zdroje záření a šíří se přímočaře. Základní částicí rentgenového záření je foton, který má nulový elektrický náboj a jeho existence je jen v pohybu. (1) (2)

1.1 Zdroje RTG záření

Přirozené záření X vzniká za velmi vysokých teplot v řádech milionů stupňů, například na slunci. Umělým zdrojem záření je rentgenka, což je dioda, která je zapojená v elektrickém obvodu s vysokým napětím. Rentgenka má dvě elektrody – kladnou anodu a zápornou katodu, které jsou uloženy ve vakuové skleněné baňce. V rentgence vzniká záření tak, že se prudce zabrzdí rychle letící elektrony, které letí hmotou o vysokém atomovém čísle. V rentgence nejprve dojde k nažhavení katody, z které jsou následně po připojení vysokého napětí emitovány elektrony směrem k anodě. Při nárazu na anodu se jejich energie změní přibližně z 99 % na teplo a z méně než 1 % na záření X. Při dopadu elektronů na anodu vzniká brzdné a charakteristické záření. Záření, které vzniklo nárazem elektronů na ohnisko anody, se nazývá primární záření. Je pro nás velmi užitečné, protože tvoří obraz. Zatímco sekundární záření, které vzniká při průchodu primárního záření hmotou, je neužitečné, protože se šíří všemi směry a nepomáhá při tvorbě obrazu. Naopak zhoršuje ostrost a kontrast obrazu. (2)

1.1.1 Brzdné záření

Brzdné záření vzniká v rentgence, kdy elektron, který letí z katody na anodu postupně, nebo najednou, ztrácí svoji kinetickou energii, která se následně vyzáří ve formě brzdného fotonu. (1) (3)

1.1.2 Charakteristické záření

Charakteristické záření vzniká tak, že elektron letící z katody rentgenky vyrazí ze slupky blízkých jádra atomu anody elektron a na uvolněné místo přeskóčí elektron ze vzdálenější slupky. Jelikož energie elektronu ve vzdálenější slupce je větší než energie elektronu, který je blízko jádra, uvolní se přebytek energie jako charakteristické X záření. Velikost energie charakteristického záření závisí na tom, z jakého materiálu je anoda rentgenky vyrobena. Čím větší je protonové číslo kovu anody, tím vyšší bude energie záření. (1) (3)

1.2 Interakce

Průběh interakce závisí na energii, neboli na charakteru záření – nízkenergetické záření reaguje s celými atomy, středně-energetické záření reaguje s elektrony a nízkenergetické záření reaguje s jádry atomů, a na složení, neboli materiálu látky, kterou záření prochází. Čím větší je energie fotonu, tím větší je pravděpodobnost, že projde objektem interakce (3).

1.2.1 Fotoefekt

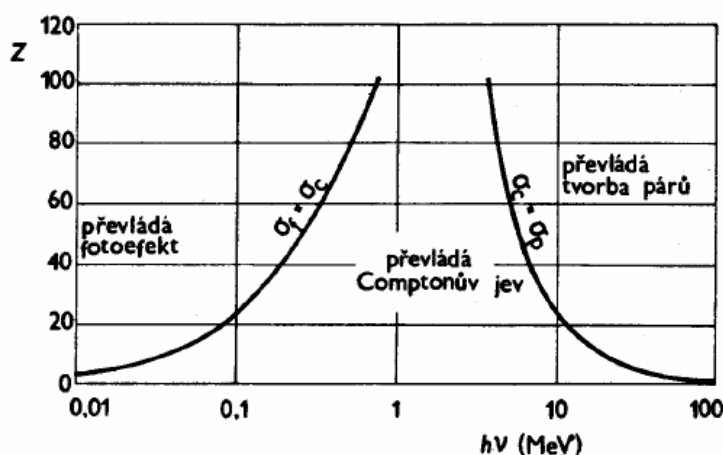
Fotoefekt je interakce, kdy letící foton doletí do blízkosti jádra, interaguje s elektrony v nejbližších vrstvách jádra. Foton narazí do elektronu, předá mu veškerou svou energii, takže foton zaniká. Podle předané energie se elektron buď uvolní z vazby, nebo dojde k excitaci. Pokud je energie málo, nestane se nic. Fotoefekt tedy způsobuje absorpci. (3)

1.2.2 Comptonův rozptyl

Při Comptonově rozptylu letící foton interaguje daleko od jádra s elektronem, kterému předá část své energie, čímž se sníží energie fotonu a dojde ke změně jeho letu, tudíž vzniká sekundární záření. Comptonův rozptyl spíše způsobuje negativní aspekty, jako například zhoršení ostrosti obrazu. Ke zlepšení kontrastu rentgenového snímku slouží sekundární clona, která je uložena mezi pacientem a detektorem. Lamely mřížky sekundární clony vycytávají sekundární rozptýlené záření a propouští jen primární rentgenové záření. (1) (3)

1.2.3 Tvorba elektron-pozitronových párů

Při energii fotonu nad 1,2 MeV dochází k přeměně fotonu v blízkosti atomového jádra na elektron a pozitron. Takto tvrdé záření se avšak v diagnostice nepoužívá. (3)



Obrázek 1 Pravděpodobnost interakce

Zdroj: (4)

1.3 Vlastnosti RTG záření

- je neviditelné (3)
- proniká hmotou (penetrance) – při průchodu hmotou je rentgenové záření zeslabováno, na tomto efektu se účastní absorpce, rozptyl a případně tvorba elektron-pozitronových párů (2) (3)
- diferencovaná absorpce – interaguje s různou hmotou jinak, záleží na protonovém čísle určitého materiálu a na tloušťce předmětu, kterým záření prochází, tento jev vysvětluje fotoefekt (2) (5)
- ionizuje – díky dopadu kvanta fotonů na elektron atomu (2) (3)
- biologické účinky – rentgenové záření může poškodit tkáň živého organismu, dodnes není znám celý mechanismus vzniku biologických účinků (2) (3)
- luminiscenční efekt – záření vyvolá při dopadu na určité druhy látek jejich světélkování, takové látky se označují jako luminofory (3)
- fotochemický efekt – tento jev umožňuje natrvalo zachytit viditelný obraz na fotografický materiál tak, že se iont stříbra a iont bromu mění v neutrální atom stříbra a bromu, které jsou schopné vyvolání (1) (2)

1.4 Účinky záření

Biologické a lékařské poznatky o účincích ionizujícího záření jsou získávány už od dvacátých let 20. století. Dnes jsou rozsáhlé, ale ne úplné. Znalost biologických účinků je důležitá pro stanovení radiační ochrany, dále především v ohledu na omezování dávek u pacientů i pracovníků se zdroji IZ. (6) (7)

Soubor jednotlivých orgánů a tkání tvoří dohromady lidský organismus. Různé orgány a tkáně mají různou citlivost na ozáření, tzv. radiosenzitivitu. To znamená, že při stejné dávce záření se na každém orgánu projeví biologické účinky jinak. Největší radiosenzitivitu mají tkáně, kde probíhá rychlé buněčné dělení. Nejcitlivější jsou kmenové buňky, lymfatická tkáň, kostní dřev, střevní epitel a pohlavní orgány. Z hlediska dávky a účinku záření rozdělujeme dva základní typy účinků – deterministické a stochastické účinky. Cílem radiační ochrany je vyloučit deterministické účinky a snížit pravděpodobnost vzniku stochastických účinků na přijatelnou úroveň. (6) (7)

1.4.1 Deterministické účinky

Deterministické účinky (také nestochastické účinky) jsou biologické účinky záření, které se projevují po překročení tzv. prahové dávky. Závažnost vzniku postižení se zvyšuje se stoupající dávkou. Většina projevů poškození přicházejí krátce po obdržení minimální prahové dávky. Nastávají v důsledku smrti ozářených buněk v určité tkáni nebo orgánu, jedná se tedy o somatické tělní buňky. (6)

Deterministické účinky se dělí podle projevu na časné (akutní) a pozdní (chronické). Mezi onemocnění z ozáření v důsledku deterministických účinků ionizujícího záření se řadí akutní nemoc z ozáření, nauzea, zákal oční čočky, epilace, chronická radiační dermatitida, nekróza, dočasné poruchy fertility především u mužů, poškození zárodku a plodu. Jestliže je dávka pod prahem vzniku deterministických účinků, tyto důsledky nenastanou. (7)

Významný činitel při poškození embrya (3. - 8. týden těhotenství) či plodu (po 9. týdnu těhotenství) je absorbovaná dávka v plodu, ale také to, v jakém čase od oplodnění k ozáření došlo. V prvních dvou týdnech těhotenství dojde vlivem překročení prahu ozáření s vysokou pravděpodobností ke smrti zárodku, nebo ani nedojde díky postižení zárodku k uhníždění oplozeného vajíčka v děložní sliznici. Malformace, zpomalení růstu a další degenerativní změny plodu se mohou vyskytnout v důsledku ozáření v období

organogeneze, tedy v rozsahu třetího až osmého týdne gravidity, již při dávkách přesahujících 100 mGy. Snížené IQ narozeného dítěte může způsobit ozáření plodu mezi osmým a patnáctým týdnem těhotenství při dávce nad 1 Gy. Ozáření i v dalších týdnech těhotenství je vždy spojeno s rizikem vzniku různých onemocnění. (7)

Tabulka 1 Důsledky deterministických účinků v závislosti na obdržené dávce

TKÁŇ	ÚČINEK	PRAHOVÁ DÁVKA (Gy)
ovaria	sterilita	2,5 - 8 Gy
varlata	dočasná sterilita / trvalá sterilita	0,1 - 0,3 Gy / < 3 Gy
kůže	erytém / nekróza	2 - 4 Gy / 50 Gy
čočka	šedý zákal	1,5 - 2 Gy

Zdroj: (7)

1.4.2 Stochastické účinky

Stochastické účinky jsou biologické účinky záření, které vznikají náhodně. Jelikož jsou to účinky náhodné, nikdy nelze předpovědět, zda dojde ke vzniku poškození v důsledku ozáření. Závažnost stochastických účinků nezávisí na dávce, ale s rostoucí dávkou se pravděpodobnost vzniku poškození zvyšuje. Pravděpodobnost výskytu vzrůstá lineárně s narůstající dávkou. Mohou se objevit již při velmi nízkých dávkách. Stochastické účinky jsou podmíněny mutacemi buněk, zhoubný nádor se tedy nemusí objevit u pacienta, ale až u jeho potomka. Mutace mohou být somatické, to znamená, že postihují ozářenou osobu, nebo genetické, to jsou mutace, které se projevují v zárodečných buňkách a postihují potomstvo ozářené osoby. Projev poškození může být zjevný až několik let po ozáření. (7)

Biologické záření plodu tedy nejsou pouze deterministického charakteru, ale také stochastického. Může dojít k bezprahovému výskytu malignit v dětství narozeného dítěte v důsledku ozáření dělohy matky dítěte. (7)

1.5 Radiační ochrana

Mezi základní principy radiační ochrany při lékařském ozáření patří princip zdůvodnění, který zdůrazňuje to, že ozáření musí být odůvodněno přínosem převažujícím nad riziky, které z ozáření mohou vznikat. Újma může být radiační, ale také neradiační, například stres z vyšetření nebo alergická reakce na kontrastní látku. V tomto ohledu je

důležitá komunikace mezi indikujícím lékařem a radiologických asistentem nebo přímo radiologem. (7)

Dále princip optimalizace, který se řídí pravidlem ALARA („as low as reasonably achievable“). Lékařské ozáření musí být tak nízké, aby se zachovala kvalita diagnostické informace a aby pacient i personál byl co nejméně ozářen. To znamená v radiodiagnostice použití správných zobrazovacích metod, aby se i při nízkých dávkách zachovala diagnostická informace. (7)

Dalšími dvěma principy jsou limitace a bezpečnost zdrojů ionizujícího záření. Pracovníci jsou vybaveni osobními dozimetry, pomocí nichž je kontrolován roční limit efektivní dávky záření, který je 20 mSv/rok. Vzdálenost, čas a stínění patří mezi základní způsoby radiační ochrany. Nedílnou součástí radiační ochrany jsou také ochranné pomůcky. (8) (7)

1.5.1 Ochrana vzdáleností

Dávkový příkon klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje. Všechny osoby na pracovišti se musí držet v co největší vzdálenosti od zdroje záření. To nesmí být na úkor provedení dokonalé přípravy pacienta a dohledu nad pacientem při vyšetření. (7)

1.5.2 Ochrana časem

Ochrana časem se nejčastěji uplatňuje při skiaskopii a vede k výraznému snížení dávek. Využitím pulzního režimu se dávka záření sníží až o 70 % oproti kontinuální skiaskopii, která byla využívána dříve. Personál by se měl na pracovišti s vysokými dávkami ionizujícího záření důkladně střídat, jelikož radiační zátěž roste s časem stráveným v blízkosti zdroje IZ. V zájmu radiologického asistenta je vyvarování se u pacienta opakování snímků, mělo by být řádně indikováno vyšetření a nastavena správná expozice. (2) (7)

1.5.3 Ochrana stíněním

Nejpoužívanějším materiálem pro rentgenové záření je olovo. Pacient se chrání pomocí olověných vest a límců. Ochranné pomůcky mohou být použity pouze za předpokladu, že není snížena kvalita obrazu a následné informace vyplývající z daného vyšetření. (7)

2 TĚHOTENSTVÍ

Těhotenství je proces, kdy se v těle ženy vyvíjí nový jedinec. Začíná početím a končí porodem. V porodnictví se délka těhotenství počítá od prvního dne poslední menstruace, trvá tedy přibližně 280 dnů, což je 40 týdnů. Je rozděleno do tří trimestrů a na deset lunárních měsíců. (9)

2.1 Oplodnění

K oplodnění může dojít během ovulace, což je fáze menstruačního cyklu, kdy se ve vaječniku uvolňuje zralé vajíčko, které sestupuje vejcovodem směrem k děloze. Vajíčka jsou haploidní ženské reprodukční buňky. Jakmile se vajíčko sloučí s jednou spermií, vzniká diploidní zygota. Oplozené vajíčko (zygota) se ve vejcovodech dělí mitózou, dochází k tzv. rýhování a vzniká morula. Dalším dělením vzniká z moruly blastocysta, z té následně vzniká gastrula, z které se vyvíjí všechny orgánové soustavy. Tento proces se nazývá organogeneze. (9)

2.2 Vývoj

Vývoj lidského jedince se dělí na embryonální a fetální období. Embryonální vývoj trvá 9 - 10 týdnů od početí. Začíná nidací vajíčka do děložní sliznice, následuje vývoj základu všech orgánových struktur a končí plně vyvinutou placentou. Na konci embryogeneze má embryo okolo 1 cm. Po ukončení embryonálního vývoje se začíná hovořit o plodu (fětu). Fetálním obdobím se označuje fáze těhotenství od třetího do devátého měsíce. Placenta vytvořená již v embryonálním vývoji slouží k výživě plodu, tvoří ochrannou bariéru a slouží k výměně dýchacích plynů a exkrecí. Plod na konci fetálního vývoje váží přibližně 3 kg a měří cca 50 cm. (9) (10)

První lunární měsíc

Trvá 0. až 4. týdnů od početí. Desátý den po oplození se shluk buněk začne přeměňovat v embryo. Graviditu lze potvrdit buď pozitivním těhotenským testem, nebo krevními testy. V tomto období by měla nastávající matka setrvávat v klidu, omezit alkohol a jiné drogy. (10)

Druhý lunární měsíc

Trvá od 4. do 8. týdne. V tomto období může budoucí matka trpět nevolnostmi a většími změnami nálad. Embryu se v této chvíli vyvíjí mozek a v srdci začíná kolovat krev. Při vyšetření jsou patrné srdeční ozvy. V tomto období končí embryogeneze a následuje fetální vývoj. (10)

Třetí lunární měsíc

Období od 8. do 12. týdne těhotenství. V tomto období už hovoříme o plodu, dochází tedy k fetálnímu období. Ve 12. týdnu má plod 7 - 9 centimetrů a 13 - 15 gramů, vyvíjí se obličej, mozek a centrální nervová soustava. Hlava tvoří skoro polovinu těla plodu. Budoucí matka zatím nepociťuje pohyby plodu, ty lze ale při ultrasonografickém vyšetření zjistit. (9) (10) (11)

Čtvrtý lunární měsíc

Trvá od 12. do 16. týdne. Ve 14. týdnu těhotenství začíná druhý trimestr. Děloha se zvětšuje, organismus se přizpůsobuje těhotenství a nevolnosti už nejsou na místě. Placenta plně vyživuje plod, který je cca 16 centimetrů velký. Roste svalovina a plná kostra, plod začíná vnímat zvuky. Plod je pokryt drobnými chloupky, tzv. lanugo. (9) (10) (11)

Pátý lunární měsíc

Období od 16. do 20. týdne gravidity. V tomto období lze odhalit pohlaví plodu. Dochází k růstu vlasů a nehtů, plod již slyší srdeční ozvy matky. Dále se začínají vyvíjet plíce, ale výměna plynů v plicích zatím nelze. V této fázi těhotenství jsou cítit první pohyby dítěte, což značí ukončení první poloviny těhotenství a lze určit přibližné datum porodu. (10) (9) (12)

Šestý lunární měsíc

Trvá od 20. do 24. týdne těhotenství. Plod je velký asi 24 centimetrů a dochází k významnému nárůstu hmotnosti, váží 400 - 800 gramů. Drobné chloupky na povrchu těla dítěte začínají vypadávat. V této fázi jsou již vyvinuty oči a dochází k pomalému vyvíjení plic. Rovněž se ukládá podkožní tuk. (9) (11) (12)

Sedmý lunární měsíc

Období od 24. do 28. týdne. Plod se velmi pohybuje a polyká malé množství plodové vody. Dokončuje se vývoj plic, nadále se zdokonaluje vývoj nervového a dýchacího systému. V tomto období je dítě schopno přežít mimo tělo matky. Po 28. týdnu těhotenství nelze provést interrupci. (9) (11)

Osmý lunární měsíc

Trvá od 28. do 32. týdne těhotenství. Ve 28. týdnu těhotenství začíná třetí trimestr. Dítě má přibližně 40 centimetrů a okolo 2 kilogramů. Kosti plodu jsou stále měkké, ale již plně vyvinuté. Dochází k ukládání vápníku a fosforu. U chlapců začínají sestupovat varlata do šourku, u děvčat dochází k dotvoření vnějších pohlavních orgánů. (9) (11)

Devátý lunární měsíc

Období od 32. do 36. týdne gravidity. Plod zaujímá definitivní polohu, ve většině případů hlavičkou dolů. Pokračuje ukládání podkožního tuku, lanugo se pomalu vytrácí, plod dosahuje hmotnosti 2,5 kilogramů. (9) (11)

Desátý lunární měsíc

Trvá od 36. do 40. týdne. Plod je velký přibližně 50 centimetrů a jeho váha je cca 3 kilogramy, rostou mu nadále vlasy i nehty. Dítě je plně připraveno na porod. (9)

3 RIZIKOVÉ TĚHOTENSTVÍ

Těhotenství a porod patří mezi fyziologické procesy, které ve většině případů proběhnou bez jakýchkoli problémů. Pouze v malém procentu se mohou objevit komplikace ohrožující jak těhotnou ženu, tak i vyvíjející se plod a po porodu i novorozence. Většina patologických těhotenství vzniká u rizikových skupin žen, které často vstupují do těhotenství bez zjištěných příznaků na určité choroby, ale jsou zatíženy tzv. rizikovými faktory. U těchto žen se hovoří o rizikovém těhotenství, díky kterému vzniká pravděpodobnost neúspěchu dokončení vývoje plodu. (13) (11)

Patologické těhotenství je často způsobeno i samotnou těhotnou. Některé ženy nepovažují prenatální péči za důležitou a lékaře nenavštěvují pravidelně. Dále to jsou ženy, které mají jiné choroby a také ty, které mají strach přijít k lékaři z důvodu jeho nedoporučení otěhotnět. V neposlední řadě vzniká patologické těhotenství u žen užívajících jak v minulosti, tak i v přítomné době drogy a jiné omamné látky, kterými komplikují své těhotenství, ale také ohrožují novorozence abstinenčními příznaky po příchodu na svět. S některými stavy žena už do těhotenství s vědomím vstupuje. Mezi patologické stavy vytvořené před těhotenstvím se řadí například chronická hypertenze, onemocnění plic a ledvin, diabetes mellitus zejména 2. typu, vývojové vady dělohy, hereditární onemocnění a další choroby. (14) (13)

Rizikové faktory se zjišťují na základě osobní a rodinné anamnézy a laboratorních vyšetření již při první prenatální kontrole. Rizikové faktory se vyskytují asi u čtvrtiny všech těhotných žen, avšak k patologickému porodu ohrožujících ženu nebo její plod na životě dochází pouze u 20 - 30 % žen s rizikovým těhotenstvím. Všeobecný (plošný) screening se provádí u všech těhotných žen jako první krok prenatální diagnostiky. Dalším krokem pro odhalení je specifický screening, který ten všeobecný doplňuje a rozvíjí. Díky tomu se specifikuje prevence pro danou osobu a zároveň se vyloučí ženy, u kterých se rizikové faktory nepotvrdily. U jedné ženy se může vyskytovat několik rizikových faktorů najednou a současně může závažnost rizikových faktorů během těhotenství vymizet. Patologie, které vznikají v průběhu gravidity, jsou například krvácení, předčasný porod včetně předčasného odtoku plodové vody, gestační diabetes, vrozené vývojové vady, nenormální pozice plodu v děloze, anémie a další komplikace. (13)

3.1 Diabetes mellitus

Diabetes mellitus (dále jen DM) se v těhotenství klasifikuje podle toho, jestli byl přítomen již před početím, tomuto typu se říká pregestační diabetes mellitus, nebo zda byl diagnostikován až v průběhu těhotenství, pak se hovoří o gestačním diabetu. Přičemž asi v 90 % je diabetes přítomen až v těhotenství. Diabetes mellitus v těhotenství je rizikem pro matku i plod. Díky hyperglykémii má vliv na vznik vrozených vývojových vad. (13) (11)

3.1.1 Pregestační diabetes mellitus

Pregestační diabetes mellitus se kategorizuje na DM 1. typu a 2. typu. První zmiňovaný je obrovským rizikem pro graviditu, zvyšuje riziko samovolných a předčasných porodů, malformací a vyšší pravděpodobností je plod s větší hmotností. V České republice má DM 1. typu asi 1 % těhotných žen, většina porodů těchto žen je prováděna císařským řezem. Diabetes mellitus spadá do skupiny hereditárních onemocnění. Riziko vzniku DM v průběhu života dítěte je vyšší, pokud má DM otec dítěte. Pokud má DM pouze matka, riziko vzniku je o něco menší. Má-li DM matka i otec dítěte, pravděpodobnost vzniku DM u potomka je asi 30%. Obezita a vyšší věk těhotných žen je spojován s výskytem DM 2. typu. Jelikož je dnes věk těhotných žen často vyšší, než býval v dřívějších dobách, incidence DM 2. typu v populaci stále roste. (13) (11)

3.1.2 Gestační diabetes mellitus

Po gestačním diabetu je důležité u těhotných pacientek pátrat, jelikož je zcela asymptomatický. Mezi rizikové faktory gestačního diabetu se řadí obezita, stáří matky nad 30 let, gestační DM v předchozím těhotenství nebo vývoj makrosomického plodu. Gestační DM se vyskytuje asi u 2 - 5 % těhotných žen, přičemž u 40 % žen s gestačním diabetem je v následujících letech diagnostikován diabetes mellitus 1. nebo 2. typu. Pro včasnou diagnózu gestačního DM se využívá orálního glukózo-tolerančního testu u všech těhotných. Screeningový test se provádí dvoufázově. První fáze probíhá ve 14. týdnu těhotenství, druhá fáze od 24. do 28. týdne těhotenství. U rizikových skupin a starších rodiček se realizuje už ve 12. týdnu gravidity. Gestační DM zpravidla odeznívá v šestinedělí. (13) (11)

3.2 Hypertenze

Další z nejčastějších rizikových faktorů v průběhu těhotenství je vysoký krevní tlak neboli hypertenze. Vyskytuje se u 5 - 10 % všech těhotných. Jestliže je hodnota krevního tlaku rovna nebo vyšší než 140/90 mmHg, již se považuje za hypertenzi. Tato hodnota se vyskytuje velice často, hypertenzí trpí každá desátá těhotná žena. (13)

Podle anamnézy, laboratorních vyšetření, fyzikálních odběrů a doby vzniku (před nebo v průběhu těhotenství) se dělí hypertenze do několika druhů – chronická hypertenze, gestační hypertenze a preeklampsie. (11)

3.2.1 Chronická hypertenze

Chronická hypertenze předchází těhotenství nebo je zjištěna při běžném měření tlaku již do 20. týdne gravidity. Chronická hypertenze se dělí na esenciální a sekundární. Esenciální chronická hypertenze je nejčastějším druhem hypertenze v graviditě. Sekundární chronická hypertenze je příznakem jiného onemocnění, například endokrinního onemocnění. Jestliže žena trpí chronickou hypertenzí, často (asi z 20 % případů) se toto onemocnění postupně rozvine v preeklampsii. (11)

3.2.2 Gestační hypertenze

Hypertenze bez přítomnosti proteinů v moči zjištěná až po 20. týdnu těhotenství se označuje jako gestační neboli těhotenská. U mnoha žen s diagnostikovanou gestační hypertenzí se následně projeví i proteinurie a tím i preeklampsie. V ojedinělých případech se po zpřesnění diagnózy hovoří o pozdějším projevu arteriální (esenciální) hypertenze v těhotenství. (11)

3.2.3 Preeklampsie

Preeklampsie je specifické onemocnění, jehož důležitým příznakem je hypertenze, ale i další příznaky ovlivňující celý organismus. Jedná se o nejzávažnější komplikaci v graviditě, je nejčastější příčinou mateřské mortality, ohrožuje plod a je příčinou předčasných porodů. Tato patologie se vyskytuje asi u 4 - 8 % těhotenství, zpravidla u prvorodiček. Projevuje se až v druhé polovině těhotenství a její etiologie je dosud neznámá. U těhotné ženy může dojít k poruše různých orgánů – CNS, ledvin, jater, placenty a dalších orgánů. V důsledku porušení placenty je ohroženo cévní zásobení plodu, může dojít k růstové retardaci až ke smrti plodu. Bolesti hlavy, vysoký krevní tlak, rychlý

přírůstek váhy a vyloučení více než 300 miligramů bílkovin v moči za 24 hodin jsou hlavními příznaky preeklampsie. Mezi léčebné procesy patří klidový režim a hospitalizace z důvodu rychlé progresse onemocnění. U těžkých a akutních forem tohoto onemocnění bývá nutností přerušeni těhotenství, často císařským řezem. (11)

4 REPRODUKČNÍ VĚK A RTG ZÁŘENÍ

Radiační ochrana žen v reprodukčním věku je nedílnou součástí každého vyšetření ve spojení s ionizujícím zářením. V dnešní době se využívají k vyšetření velmi moderní přístroje, které redukují ozáření na co nejnižší možnou dávku. Ženy ve fertilním věku musí být vždy před rentgenovým vyšetřením poučeny, bez informovaného souhlasu není možné vyšetření provést. Pokud si žena není stoprocentně jista, jestli je nebo není těhotná, je první volbou v diagnostice využití ultrasonografického vyšetření, které nevyužívá ionizující záření. U gravidních žen se jako druhá volba po ultrasonografickém vyšetření využívá magnetická rezonance. Vyšetření magnetickou rezonancí se v prvním trimestru nedoporučuje, vyšetření lze provést až v druhém a třetím trimestru. (15)

V těhotenství se žádná dávka pro plod nedá označit jako bezpečná, ale pokud je vyšetření klinicky zdůvodněno, není na místě velká obava z poškození plodu. Gravidní ženy jsou nejčastěji vystavovány rentgenové expozici z důvodu plicní embolie, polytraumatického zranění nebo z důvodu cévní mozkové příhody. Při vyšetření těchto poruch slouží výpočetní tomografie. (15)

4.1 Projev deterministických účinků na plod

Každý rok je až tisíce gravidních žen vyšetřených s použitím rentgenového záření. Dávky na plod z rentgenových výkonů, tedy ze skiagrafiických, skiaskopických i z CT vyšetření, provedených mimo oblast břicha a pánve jsou zanedbatelné. Dávky na plod při skiagrafii v oblasti břicha nebo pánve jsou v jednotkách mSv, což znamená, že se nepřibližují prahu, po kterém se dostaví deterministické účinky ozáření. (15) (16)

Dávky na plod při CT vyšetření, skiaskopických a intervenčních výkonech v oblasti břicha a pánve mohou vyšplhat až na 100 mSv, což už představuje úroveň prahu pro vznik deterministických účinků. Při těchto výkonech se musí stanovit kvalifikovaný odhad dávky, kterou plod může obdržet pomocí speciálních výpočtů se zaměřením na expoziční parametry. Jestliže dávka přesáhne hranici 500 mSv, je pravděpodobné, že plod bude poškozen. Zda-li se dávka pohybuje mezi 100 - 500 mSv, je důležité zohlednit týden gravidity a podle toho se rozhodovat, jaký postup bude pro pacientku nejlepší. Vyvíjející se embryo je nejvíce citlivé v období úplného začátku, tedy ve fázi preimplantace (0. - 2. týden gravidity) a organogeneze (3. - 8. týden gravidity) a celkově ve fázi prvního

trimestru. Ve fázi preimplantace se při rentgenovém ozáření vsází na efekt „všechno nebo nic“ – může dojít k usmrcení embrya nebo se v lepším případě embryo nadále vyvíjí absolutně normálně. Ve fázi organogeneze dochází v souvislost s rentgenovým ozářením nejčastěji ke vzniku malformací, nejvíce ve spojení s vývojem centrální nervové soustavy, s výjimkou mentální retardace. K této poruše dochází nejčastěji v 8. - 15. týdnu těhotenství, kdy dávka nad 1 Sv na plod způsobí mentální retardaci až u 50 % jedinců. K mentální retardaci může dojít také při ozáření plodu v 15. - 25. týdnu gravidity, kdy opět dávka větší než 1 Sv způsobí onemocnění u 10 - 20 % jedinců. Ve druhém trimestru je citlivost plodu na ozáření menší a ve třetím trimestru je skoro nepatrná. Je-li dávka na plod menší než 100 mSv, riziko z hlediska deterministických účinků je zanedbatelné, tedy nepředstavuje žádná větší rizika (15) (16).

4.2 Projev stochastických účinků na plod

Stochastické účinky se projevují náhodně, proto nelze určit, zda se vyskytnou nebo nevyskytnou. Stochastické účinky jsou bezprahové, ale s rostoucí dávkou na plod se zvyšuje pravděpodobnost jejich výskytu. Základem těchto účinků je pozměněná DNA, nikoliv fáze vývoje plodu. Jestliže se do 15 let věku dítěte objeví rakovina, nazývá se „dětskou“ rakovinou. Ta se vyskytuje s pravděpodobností až 0,3 %. Pravděpodobnost vzniku dětské rakoviny je stejná při ozáření plodu v děloze, jako ozáření rentgenovým zářením ve věku do 5 let dítěte. (15) (16)

Tabulka 2 Rizika radiační zátěže na plod během těhotenství

TÝDEN TĚHOTENSTVÍ	MOŽNÝ TYP PORUCHY	PŘIROZENÝ VÝSKYT	ZVÝŠENÍ RIZIKA – DÁVKA 100mSv	ZVÝŠENÍ RIZIKA – DÁVKA 1mSv
0 - 2	spontánní potrat	25 - 50 %	0,5 %	zanedbatelné
4 - 10	růstová retardace	5 %	0,01 %	není
8 - 25	mentální retardace	5 %	0,01 %	není
3 - 13	karcinogeneze, leukémie	0,05 %	0,02 %	zanedbatelné
13 - 40	karcinogeneze, leukémie	0,05 %	0,02 %	zanedbatelné
8 - 40	redukce IQ	1 %	0,01 %	není

Zdroj: (5)

5 METODY PRENATÁLNÍ DIAGNOSTIKY A ZOBRAZOVACÍ METODY

Prenatální diagnostika zahrnuje několik vyšetření, které jsou určeny pro diagnostiku plodu v děloze ženy. Tato vyšetření mají odhalit případnou přítomnost vrozených vývojových vad embrya/plodu. Kombinace laboratorních, klinických a ultrasonografických vyšetření patří do základní prenatální diagnostiky. Mezi metody prenatální diagnostiky se řadí invazivní a neinvazivní metody. (11)

5.1 Invazivní metody

Do invazivních metod patří například amniocentéza, což je nejčastější invazivní metoda a spočívá v tom, že se odebere několik mililitrů plodové vody z různých hledisek indikací. Pro získání biologického materiálu se využívá fetoskopie, odběr choriových klků a kordocentéza. (11)

5.2 Neinvazivní metody

Neinvazivní metody často využívají k vyšetření ionizující záření. Tato vyšetření se provádí v momentě, kdy neexistují jiné vhodnější vyšetření, která by těhotnou ženu méně ohrozila. Přínos z těchto vyšetření vždy musí přesahovat nad riziky, které se s vyšetřením pomocí ionizujícího záření pojí. Lékařské ozáření využívající ionizující záření je vždy řízeno mnohými národními a mezinárodními legislativními předpisy. V průběhu těhotenství jsou ženy ozařovány i jiným způsobem než jen případným lékařským a to ozářeními z přírodních zdrojů. Sečtením dávek po dobu celého těhotenství z přírodních zdrojů se rovná dávce obdržené při jedné sekvenci CT mozku. Mezi neinvazivní metody prenatální diagnostiky se nejčastěji využívá ultrasonografie, magnetická rezonance, RTG a CT vyšetření, ale také nukleární medicína (17).

5.2.1 Ultrasonografie

Jde o metodu, která je neinvazivní, má velkou výpovědní hodnotu, je dostupná a levná. Největší výhodou je, že nevyužívá ionizujícího, tedy pro plod škodlivého, záření. Jde o mechanické podélné vlnění o frekvenci větší než 20 kHz, v diagnostice se však využívá frekvence mezi 1 - 15 MHz. Znáročňuje tkáň plodu, strukturu vnitřních orgánů a informace o placentě. Zaznamenává také pohyby plodu a znázorňuje srdeční činnost

dítěte. Díky ultrazvukovému vyšetření se lehce určí předpokládané datum porodu. Ultrasonografie tedy nezatěžuje matku ani plod, proto je možné ho několikrát v průběhu těhotenství opakovat. Vyšetření v průběhu těhotenství se dělí na základní stupeň ultrazvukové diagnostiky, který je v prvním trimestru těhotenství, poté na první a druhý screening. (2) (11)

5.2.2 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance využívá silné magnetické pole a vysokofrekvenční elektromagnetické vlnění, proto na rozdíl od jiných vyšetřovacích diagnostických metod nevznikají rizika způsobená škodlivým zářením. Magnetická rezonance je založená na vysokém tkáňovém kontrastu, zobrazuje i malé změny zejména v měkkých tkáních. (2)

V prenatalní diagnostice se magnetická rezonance používá spíše jako doplňková metoda, například v případě podezření na různé vývojové vady a anomálie. Hlavním důvodem je vyšší cena vyšetření a nedostupnost, která nad ultrasonografií velmi převyšuje. Vždy je vhodné, aby ultrazvukové vyšetření magnetické rezonancí předcházelo, jelikož udává základní informace, které magnetická rezonance doplní, rozšíří nebo vyvrátí. Vyšetření magnetickou rezonancí se v prvním trimestru vůbec nedoporučuje, i když nejsou známy žádné důkazy ohledně vývojových změn na embryu/plodu. V dalším průběhu těhotenství v případě nutnosti provádět lze, ale pouze nativně. Aplikace gadoliniové kontrastní látky je absolutní kontraindikací, jelikož prochází placentou a kumuluje se v plodové vodě. Magnetická rezonance velmi dobře hodnotí a rozšiřuje informace týkající se nervového systému, především v hodnocení stupně gyrifikace a hodnocení komorového systému plodu. Úspěšně odhaluje vady ledvin a močových cest. Dále se tato metoda používá například při odhalování různých tumorů jak u matky, tak i dítěte, k diagnostice trombózy a hodnocení pánevního vchodu v případě velkého plodu nebo při poloze plodu koncem pánevním. Velkou nevýhodou magnetické rezonance u vyšetření plodu je stále velmi vysoká hlučnost přístroje. (2) (12)

5.2.3 RTG vyšetření

Před RTG vyšetřením je nutné shrnout všechny indikace těhotné ženy k provedení snímku. Když už se lékař rozhodne, aby gravidní žena podstoupila expozici rentgenovým zářením, musí se přesně dodržovat princip zdůvodnění a optimalizace. Princip optimalizace znamená, že výše dávky musí být taková, aby zhotovení RTG snímku bylo

kvalitní a přinášelo dostatečnou diagnostickou informaci za předpokladu co nejmenší radiační zátěže pro pacientku. Riziko neprovedení diagnózy u těhotných pacientek vždy musí být větší než rizika vzniklá z ozáření, tedy je zcela indikované. Při vyšetření gravidní ženy se bere ohled na dávku, kterou obdrží děloha a na fázi těhotenství. Při skiagrafii je velmi nepravděpodobné, že by dávka na plod byla vyšší než prahová dávka, tedy více než 100 mSv. (17) (18)

Skiagrafické snímky hrudníku, končetin, lebky, zubů a mamografické snímky mohou být provedeny kdykoli během těhotenství, protože plod není v primárním svazku záření. Naproti tomu při snímku břicha a pánve je již plod v primárním svazku záření. Tělo matky by mělo sloužit jako ochrana plodu, tudíž by obdržená dávka měla být pro plod poloviční než pro ozařovanou matku. Výhodou skiagrafického snímku je to, že po expozici dochází k absolutnímu vymizení ionizujícího záření. Při skiagrafii se navíc využívá ochranných pomůcek, které by měly nadbytečné záření při určitých vyšetření zcela odstínit. (17) (18)

5.2.4 CT vyšetření

Mezi nejhojnější vyšetření, které využívá rentgenového záření, u těhotných žen patří výpočetní tomografie. Nejčastějším důvodem tohoto vyšetření bývá plicní embolie, polytraumatické zranění nebo při podezření na cévní anomálie a nitrolební tumory. Pro ostatní indikace se volí metody bez ionizujícího záření, tedy ultrasonografie a magnetická rezonance. V dřívějších dobách bylo vyšetření těhotné pacientky pomocí výpočetní tomografie díky nedostatečnému použití kolimace mnohem nebezpečnější, v dnešní době jsou clony využívány mnohem efektivněji. U vyšetření končetin, hlavy a jiných částí těla, kde se nenachází plod je radiační zátěž sice větší než u klasického rentgenového snímku, ale stále netvoří pro plod velké riziko, jelikož se dávka nepřibližuje zdaleka té prahové. Riziko vzniku deterministických a stochastických účinků je pravděpodobné pouze v případě, že je plod od primárního svazku RTG záření vzdálen pouze několik centimetrů. Dávka na plod se vypočítává až zpětně. Pokud je stanovená dávka v rozmezí 100 - 500 mSv, dochází ke konzultaci s lékařem a pacientkou o možném riziku. K velice pravděpodobným závažným poškozením plodu dochází při dávkách překračujících 500 mSv. (15) (17) (12)

Tabulka 3 Přehled dávek na plod

VYŠETŘENÍ	DÁVKA NA PLOD
CT mozku	< 0,005 mSv
CT hrudníku	0,06 - 1 mSv
CT břicha	8 - 50 mSv
CT pánve	25 - 80 mSv

Zdroj: (15)

Z tabulky vyplývá, že z oblastí mimo břicho a pánev plod obdrží dávku menší než 1 mSv, což by nemělo způsobit žádné deterministické poškození. U CT břicha a CT pánve by se také neměla překročit prahová dávka 100 mSv, stává se tomu jen v extrémních případech. K přiblížení nebo překročení prahové dávky nejčastěji dochází u skiaskopických vyšetření v oblasti bederní páteře. Mezní dávka pro plod by možná byla dosažena při desítkách těchto vyšetření. V tuto chvíli by bylo na místě zvážit, jestli riziko pro plod není vyšší než přínos vyšetření pro matku. (15) (17)

5.2.5 Nukleární medicína

K vyšetření na oddělení nukleární medicíny nejčastěji přichází gravidní pacientky z důvodu prokázání plicní embolie a onkologických malignit. Tato vyšetření se provádí jiným způsobem než klasická diagnostická vyšetření využívající IZ. Do těla pacienta je aplikována radioaktivní látka, která sama podléhá radioaktivní přeměně. Obecně se aplikace radiofarmaka těhotné ženě nedoporučuje, ale pokud je to nezbytně nutné, poté dávka na plod nesmí překročit 2 mGy. V ozáření plodu dochází nejčastěji v důsledku vychytávání radioaktivní látky v močovém měchýři matky, který těsně naléhá na dělohu, kde je uložen plod. Důležité je po skončení vyšetření doplňovat dostatečné množství tekutin, tím se urychlí vyloučení radioaktivní látky z těla ven. Z hlediska ohrožení plodu je nejrizikovější provádět vyšetření v období mezi třetím a patnáctým týdnem těhotenství. Stejně jako u vyšetření pomocí výpočetní tomografie se pacientka nemusí u jednoho vyšetření PET/CT radiační zátěží plodu trápit. Kdyby se mělo vyšetření opakovat, je na místě opět zvážit ze strany indikace, přínosu a rizika jeho důležitost. (17) (19)

6 KONTRASTNÍ LÁTKY

Kvalita RTG obrazu vždy závisí na ostrosti a kontrastu. Některé tkáně a orgány mají však podobnou absorpci rentgenového záření, je mezi nimi tedy špatný kontrast. Proto se při diagnostických vyšetřeních využívají kontrastní látky, které zvyšují rozlišení různých anatomických struktur. Podle zobrazovacích metod, kde se používají, se kontrastní látky rozdělují na KL pro RTG diagnostiku, KL pro ultrasonografické vyšetření a KL pro MR vyšetření. KL jsou obecně kontraindikovány těhotenstvím. (20)

Na kontrastní látky jsou uvedeny nejrůznější požadavky. Mezi ty patří například aplikační forma – kontrastní látku lze podat intravenózně (do žíly), intraarteriálně (do tepny), intraartikulárně (do kloubu), per os (ústy), per rectum (konečníkem), nástříkem do dutin a dalšími způsoby. KL by měla v těle setrvat jen nezbytně dlouhou dobu, následně musí být zcela vyloučena z těla ven. Neměla by způsobovat vedlejší účinky a nesmí ovlivňovat činnost jakýchkoli orgánů v těle. Vždy před podáním KL musí každý pacient potvrdit svým podpisem informovaný souhlas. (20)

6.1 Kontrastní látky pro RTG diagnostiku

RTG diagnostika využívá kontrastní látky při skiaskopii, angiografii a dnes už velmi často při výpočetní tomografii. Kontrastní látky pro RTG diagnostiku mají základní rozdělení na KL pozitivní a negativní. Pozitivní KL zvyšují absorpci RTG záření a na obraze se vybarví světle, zatímco negativní KL snižují absorpci RTG záření a v místě výskytu je tmavé zobrazení. Negativní KL se v dnešní době samostatně zcela nepoužívají, pouze v kombinaci s pozitivními KL při tzv. dvojkontrastním vyšetření. Negativním KL náleží například vzduch, oxid uhličitý, kyslík, voda a methylcelulóza. (2) (20)

Pozitivní kontrastní látky jsou baryové a jodové. Síran barnatý je základní složkou baryových kontrastních látek. Tyto KL se využívají zpravidla při zobrazování trávicího traktu, jejich aplikace je tedy nejčastěji per os nebo per rectum. Baryová KL se nesmí dostat do cévního systému, tudíž jen podezření na perforaci GIT je totální kontraindikací. Jodové KL se rozdělují na olejové a vodné. Jodové vodné KL obsahují benzenové jádro nesoucí tři atomy jódu. Aplikují se nejčastěji při angiografických vyšetřeních a při CT vyšetřeních, aplikační forma je tedy cévní cestou (intravenózně, intraarteriálně). Zpravidla se vylučují ledvinami. V dřívějších dobách se praktikovaly také pevné jodové kontrastní

látky ve formě tablet, které se vylučovaly hepatotrofně. Jodové kontrastní látky zahrnují mnoho relativních kontraindikací. Mezi jednu z nich spadá skupina těhotných žen, z důvodu průchodu kontrastní látky placentou. (2)

6.2 Kontrastní látky pro ultrasonografické vyšetření

Základem kontrastních látek pro USG jsou mikroskopické plynové bubliny fluoridu sírového o velikosti 2 - 4 mikrometry. Kontrastní látky zvyšují echogenitu tkání a orgánů při USG vyšetření. Nejčastěji se tyto kontrastní látky uplatňují při posuzování cévních patologií, lézí v játrech, ledvinách a slezině, při změnách mízních uzlin a měkkých tkání, také k zobrazení srdečních vad. KL se aplikují intravenózně, díky mikrobublinám jsou KL schopny procházet kapilárním řečištěm. KL není vylučována ledvinami, ale plyn odchází z těla plicemi a lipoproteinová membrána, kterou je obalený fluorid sírový, je pohlcena buňkami v určitém orgánu, tudíž se může použít i u pacientů s onemocněním ledvin. Tyto kontrastní látky však nejsou povolené k vyšetření těhotných žen a dětí. (2) (20)

6.3 Kontrastní látky pro magnetickou rezonanci

Kontrastní látky při vyšetření magnetickou rezonancí zkracují relaxační čas T1 a zvyšují tak signál v T1 váženém zobrazení. Pro KL používající se při vyšetření MR jsou typické paramagnetické vlastnosti, pro MR se využívá gadolinium. Gadolinium je kovový prvek ze skupiny lanthanoidů, tělu je toxický, proto je v lékařském využití vázáno ve formě chelátových komplexů. V těle člověka koluje KL v krvi, neprostupuje do buněk. Podání nemusí být jen intravenózní, ale také perorální. V tomto případě se podává voda naředěná paramagnetickou látkou. KL se vylučuje zpravidla ledvinami, rychlost vyloučení závisí na jejich funkčnosti, může to trvat 90 minut, ale také až 30 hodin. KL pro MR vykazují stejně jako KL pro CT nejrůznější vedlejší nežádoucí účinky, jako jsou alergické reakce, nevolnost, svědění, otoky v důsledku úniku KL mimo cévu a v horších případech se projevují bronchospasmem, zástavou dechu nebo dokonce srdeční zástavou. (1) (2) (20)

Pacientům s poruchou funkce ledvin je KL kontraindikována v souvislosti se vznikem nefrogenní systémové fibrózy. Příznaky tohoto onemocnění se mohou projevit v delším časovém úseku po podání KL. Jsou jimi například otoky, erytém, svědění až následná fibróza kůže, jater i srdce a v horších stádiích dokonce úbytek svaloviny, hubnutí a smrt. U pacientů s touto anamnézou se upřednostňuje vyšetření pomocí výpočetní tomografie s podáním jodové KL. V případě vyšetření magnetickou rezonancí těhotné ženy

nelze gadoliniovou kontrastní látku podat, jelikož prostupuje placentou, plod KL následně vylučuje do plodové vody a poté ji polyká. Podání gadoliniové KL je možné pouze v případě, kdy se uvažuje o přerušení těhotenství v důsledku ohrožení života těhotné ženy. V těchto případech znamená podání KL záchranu života gravidní ženy. (2) (20) (21)

7 PRÁCE RADIOLOGICKÉHO ASISTENTA S TĚHOTNOU PACIENTKOU

Radiologický asistent vždy dostává do ruky žádanku s indikací od lékaře, podle které poté postupuje. Indikující lékař by měl své rozhodnutí vždy zcela zdůvodnit. Na pracovišti, kde by mohla pacientka ve věku 15 - 50 let přijít do kontaktu s ionizujícím zářením, musí písemně potvrdit, že není těhotná. Komunikace mezi radiologickým asistentem a pacientkou je velmi důležitá a měla by být z pozice radiologického asistenta dominantní. Pacientka po zodpovězení konkrétních dotazů možná začne více přemýšlet o tom, zda nemůže být gravidní. Jestliže se potvrdí, že je pacientka gravidní a indikující lékař, tedy ten, který vydal žádanku na rentgenové ozáření pacientky, o tom neví, radiologický asistent mu to musí neprodleně sdělit. Poté se lékař rozhodne, jestli je postup i tak správný a lékařsky zdůvodněný. (5)

Zájmem všech zúčastněných je, aby vyšetření proběhlo pouze v případě, jestliže nelze využít jinou vhodnější a bezpečnější metodu. Přínos z vyšetření musí vždy převažovat rizika, která z něj mohou vyplývat. Vyšetření gravidní ženy tedy musí být pokaždé přínosné pro matku a vykazovat zanedbatelný vliv na plod. Teprve pokud si je indikující lékař i radiologický asistent tímto jist, vyšetření lze provést. Radiologický asistent si vždy hlídá, aby bylo použito takové množství záření, aby nebyl ohrožený plod ani matka a aby snímek byl zhotoven v dostatečné kvalitě k popisu lékaři. (1) (5)

Radiologický asistent by měl pacientku správně poučit, zodpovědět všechny její dotazy a vysvětlit, jak bude celé vyšetření probíhat. Zároveň by měl použít správnou kolimaci a zodpovědně použít ochranné olověné pomůcky, aby byla pacientka co nejvíce chráněna a radiační zátěž byla tedy co nejnižší. Redukce dávek je jedna ze základních výkonů radiologického asistenta při vyšetření gravidní ženy ionizujícím zářením. Tato pravidla už jsou v režii pouze radiologických asistentů, nikoliv indikujícího lékaře, který pacientku na vyšetření posílá. (17)

8 TĚHOTNÁ RADIOLOGICKÁ ASISTENTKA

Radiační dávky pro pracovníky vystavené práci se zdroji ionizujícího záření jsou obecně nízké a je nepravděpodobné, že by se dávky měly přiblížit k určitému prahu poškození. Odpovědnost pracovnice v tomto zařízení spočívá v tom, že by měla zjištěné těhotenství neprodleně oznámit svému nadřízenému a společně se domluvit na následující opatření. Těhotná zaměstnankyně může pokračovat v práci na radiodiagnostickém oddělení, ale zaměstnavatel by měl práci gravidní pracovnice omezit tak, aby dávka na plod nepřekročila 1 mSv po dobu gravidity, tak jak se uvádí ve Vyhlášce č. 499/2005, § 23, odstavec 2, Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002, která zní: *„Ozáření plodu u těhotných žen pracujících na pracovištích I. až IV. kategorie se neprodleně poté, co žena těhotenství oznámí zaměstnavateli, omezí úpravou podmínek práce tak, aby bylo nepravděpodobné, že součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření plodu alespoň po zbývající dobu těhotenství překročí 1 mSv“.* (6)

V celkovém pohledu práce v kontrolovaném pásmu obdrží pracovníci velmi malé efektivní dávky záření, tudíž dávky na plod těhotné ženy pracující se zdroji ionizujícího záření bude ještě mnohem menší. Dle ICRP 84 nemusí těhotná radiologická asistentka opustit stávající pracoviště, například CT, může být ale přesunuta na jiné pracoviště, kde efekt ozáření bude nižší než na nynějším pracovišti. Každá žena by se tedy měla rozhodnout podle svého uvážení, podle své psychiky a také brát ohled na to, že práce radiologického asistenta zahrnuje i jiné faktory než ozáření, například zvedání a přemisťování pacientů, časté ohýbání se a podobně. (18)

PRAKTICKÁ ČÁST

9 CÍLE, PŘEDPOKLADY, VÝZKUMNÉ OTÁZKY

9.1 Cíle

Hlavním cílem výzkumu bakalářské práce bylo zjistit, jaké povědomí má celá populace o ozáření žen v reprodukčním věku, těhotných žen a gonád obou rodičů, i když některé výzkumné otázky byly směřovány s ohledem na těhotenství pouze na ženy.

9.2 Předpoklady

P1: Předpokládáme, že většina lidí v populaci se rentgenového ozáření v důsledku jejich neznalostí o účincích záření bojí.

P2: Předpokládáme, že z 80 % nemusí lékařské ozáření v těhotenství ženy podstoupit.

9.3 Výzkumné otázky

VO1: V jakém měsíci těhotenství je lékařské ozáření pro embryo/plod nejvíce rizikové?

VO2: Jaký druh diagnostického vyšetření je pro těhotnou ženu nejvíce rizikový?

VO3: Ovlivňuje ozáření gonád rodičů před početím vzniklé vrozené vývojové vady u jejich potomka?

VO4: Jakým způsobem dokáže radiologický asistent zajistit správnou radiační ochranu pacienta/pacientky při skiagrafii?

10 METODIKA VÝZKUMU

Bakalářská práce je zpracovaná pomocí kvantitativního výzkumu formou dotazníkového šetření. Vypracovala jsem dotazník přes internetovou stránku Survio.cz a zveřejnila jej na sociálních sítích, kde ho během 14 dnů vyplnilo 305 respondentů. Dotazník obsahuje 16 otázek, kde mají respondenti na výběr z určitých možností a vybírají jednu z odpovědí a 3 textové odpovědi, kterými většinou rozvíjí odpověď na předchozí otázku. Data jsou analyzována pomocí přehledných tabulek a grafů.

11 ANALÝZA A INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

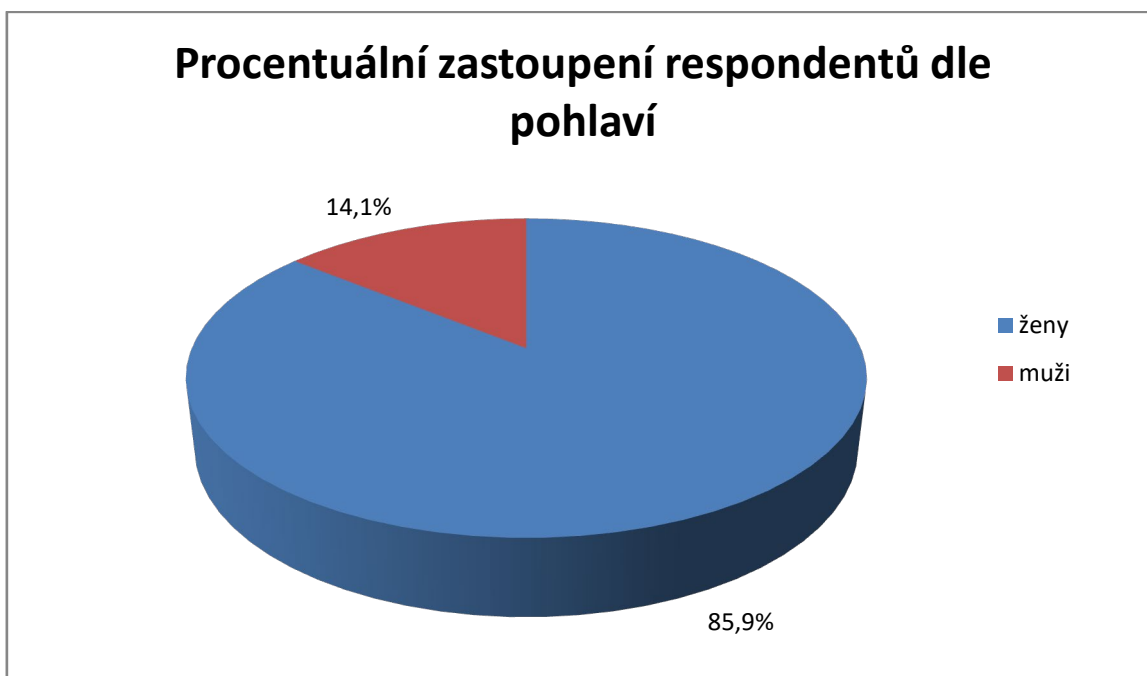
11.1 Výsledky dotazníkového šetření

Otázka č. 1: Jaké je Vaše pohlaví?

Tabulka 4 Zastoupení respondentů dle pohlaví

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
žena	262	85,9 %
muž	43	14,1 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 1 Procentuální zastoupení respondentů dle pohlaví

Zdroj: vlastní zpracování

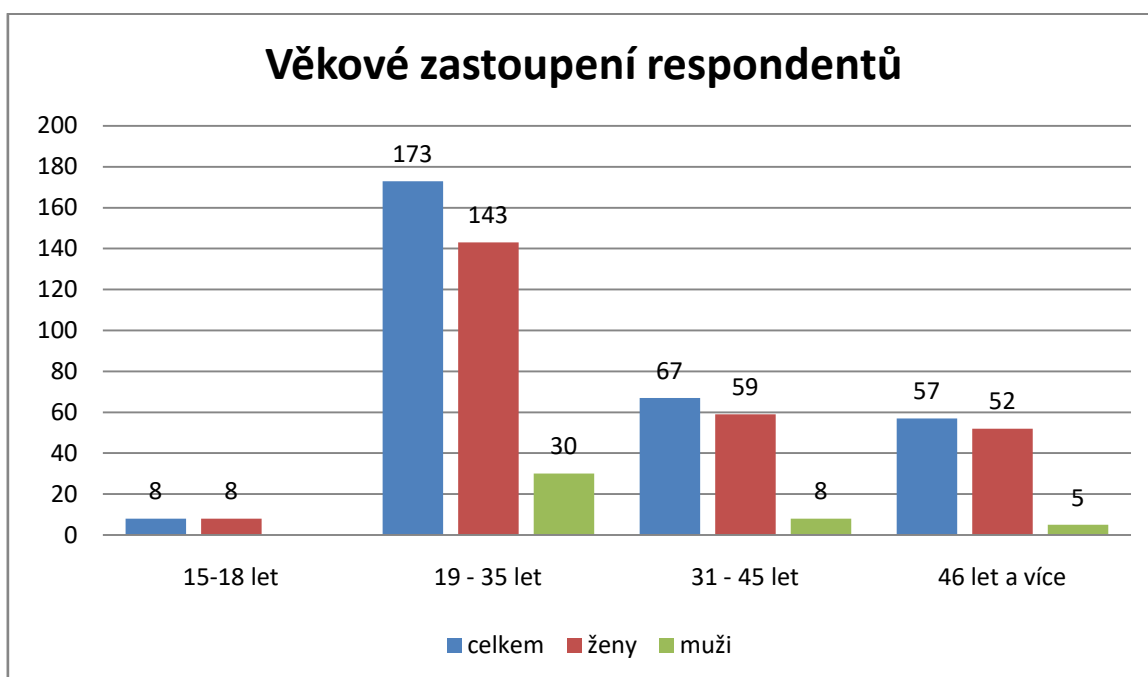
Graf číslo 1 zobrazuje procentuální zastoupení respondentů, kteří vyplnili dotazník. Dle tabulky a grafu je evidentní, že jej vyplnilo více žen než mužů. Z 305 celkových respondentů tak provedlo 262 žen (85,9 %) a pouze 43 mužů (14,1 %), což se z hlediska problematiky, kterou se dotazník zabývá, dalo předpokládat.

Otázka č. 2: Kolik je Vám let?

Tabulka 5 Věkové zastoupení respondentů

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
15 - 18 let	8	2,6 %
19 - 30 let	173	56,7 %
31 - 45 let	67	22 %
46 let a více	57	18,7 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 2 Věkové zastoupení respondentů

Zdroj: vlastní zpracování

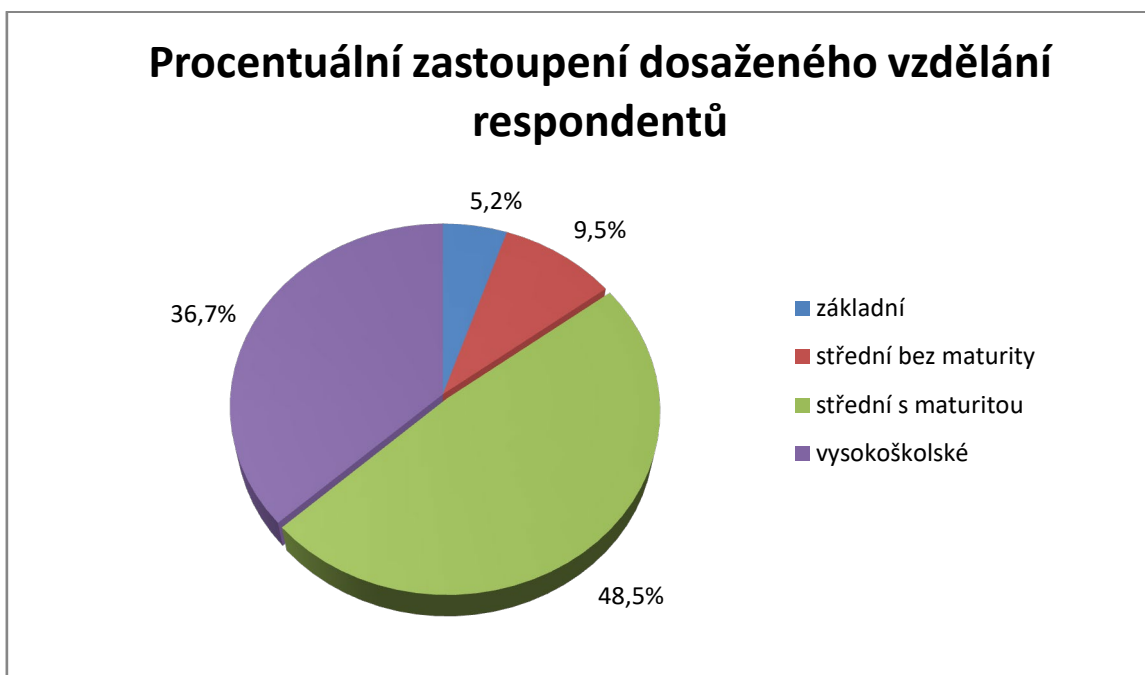
Z tabulky a grafu lehce vyčteme, že dotazník zodpověděli z více než 50% zastoupení lidé ve věku 19 - 30 let, konkrétně v tomto věkovém rozpětí odpovědělo 143 žen a 30 mužů. Nejméně respondentů bylo ve věkové kategorii 15 - 18 let, bylo jich pouze 8 a všechny byly ženy. Vzhledem k tématu bakalářské práce je to zcela pochopitelné. Ve věkových kategoriích 31 - 45 let a 46 let a více nebyly v počtu respondentů větší rozdíly.

Otázka č. 3: Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

Tabulka 6 Dosažené vzdělání respondentů

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
základní	16	5,2 %
střední bez maturity	29	9,5 %
střední s maturitou	148	48,5 %
vysokoškolské	112	36,7 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 3 Procentuální zastoupení dosaženého vzdělání respondentů

Zdroj: vlastní zpracování

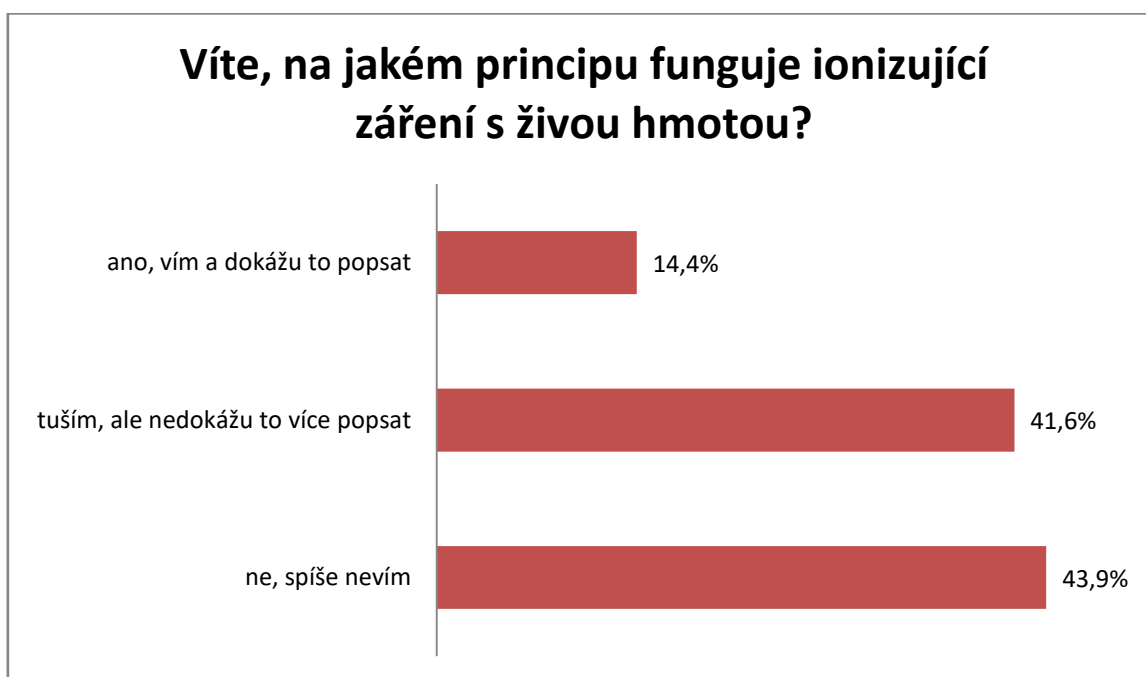
Nejvíce respondentů dosáhlo středoškolského vzdělání s maturitou nebo vysokoškolského vzdělání. Nejméně respondentů dosáhlo pouze základního vzdělání, což může souviset s předchozí otázkou týkající se věku respondentů.

Otázka č. 4: Víte, na jakém principu funguje ionizující záření s živou hmotou?

Tabulka 7 Znalost respondentů o principu funkce IZ s živou hmotou

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
ano, vím a dokážu to popsat	44	14,4 %
tuším, ale nedokážu to více popsat	127	41,6 %
ne, spíše nevím	134	43,9 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 4 Znalost respondentů o principu funkce IZ s živou hmotou

Zdroj: vlastní zpracování

V této části zjišťujeme velmi důležitou otázku celého dotazníku. Zda jsou dotazovaní vzdělání v oboru radiobiologie, potažmo radiační ochrany, nebo jestli jsou v tomto odvětví spíše laiky.

Z tabulky a grafu vyplývá, že necelých 15 % respondentů, což představuje 44 lidí, tomuto oboru rozumí. Mohou mezi ně patřit studenti radiologie a jiných oborů, které znalost ionizujících účinků záření vyžadují, nebo například již vystudovaní radiologičtí asistenti, kteří se této práci věnují. Je méně pravděpodobné, že by laická společnost dokázala popsat to, jak rentgenové záření s živou hmotou reaguje. Proto se nelze divit tomu, že z 305 respondentů by se do laické skupiny dalo zařadit až 261 z nich. Z této

skupiny respondentů 134 lidí, což představuje skoro 44 % všech dotazovaných, nemá tušení, na jakém principu funguje ionizující záření s živou hmotou. 127 respondentů, což tvoří necelých 42 % z celé sumy, má tušení, na jakém principu tato problematika funguje, ale nedokázala by určité jevy konkrétněji popsat. Tento dotazník je tedy vyplněn z 80 % laickou společností, což bylo naším cílem.

Otázka č. 5: Byl/a jste někdy v životě na vyšetření využívající ionizující záření? (např. rentgen, CT vyšetření)

Tabulka 8 Počet respondentů vyšetřovaných pomocí IZ

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
ano, byl/a	296	97 %
ne, nebyl/a	9	3 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 5 Počet respondentů vyšetřovaných pomocí IZ

Zdroj: vlastní zpracování

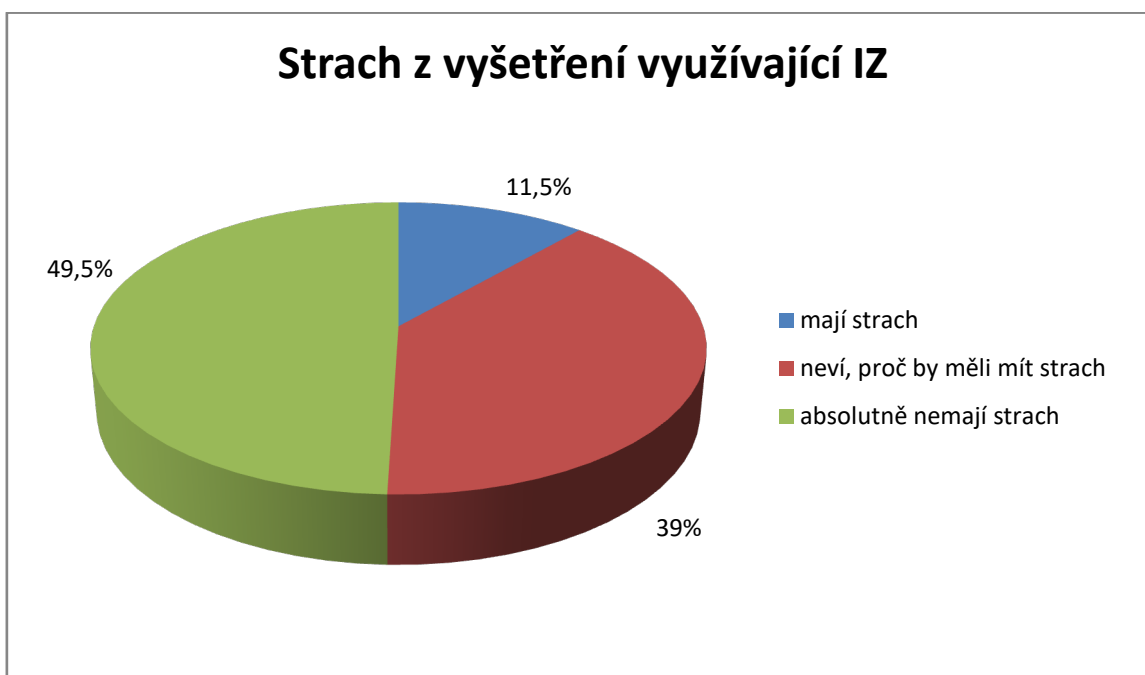
Na vyšetření využívající ionizující záření bylo 97 % všech respondentů, což tvoří 296 z 305 všech, kteří na otázku odpověděli.

Otázka č. 6: Máte strach z vyšetření využívající ionizující záření? (např. rentgen, CT vyšetření)

Tabulka 9 Strach z vyšetření využívající IZ

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
mám strach	35	11,5 %
nevím, proč bych měl/a mít strach	119	39 %
absolutně nemám strach	151	49,5 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 6 Strach z vyšetření využívající IZ

Zdroj: vlastní zpracování

Tato otázka souvisí s předpokladem č. 1, kdy očekáváme, že se v důsledku neznalosti biologických účinků ionizujícího záření budou lidé obávat. Opak je ale pravdou. Strach z vyšetření využívající ionizující záření má pouze 11,5 % ze všech respondentů, což tvoří skupina 35 lidí. Skoro 50 % dotazovaných z vyšetření nemají absolutně žádný strach a 39 % respondentů neví, proč by se vyšetření měli obávat. Takto odpovídali pravděpodobně lidé, kteří jsou ozařováni ve svém životě zřídka a nemusejí takovým vyšetřením podstupovat pravidelně, tím pádem nad účinky, které jim škodlivé záření může způsobit, ani neuvažují.

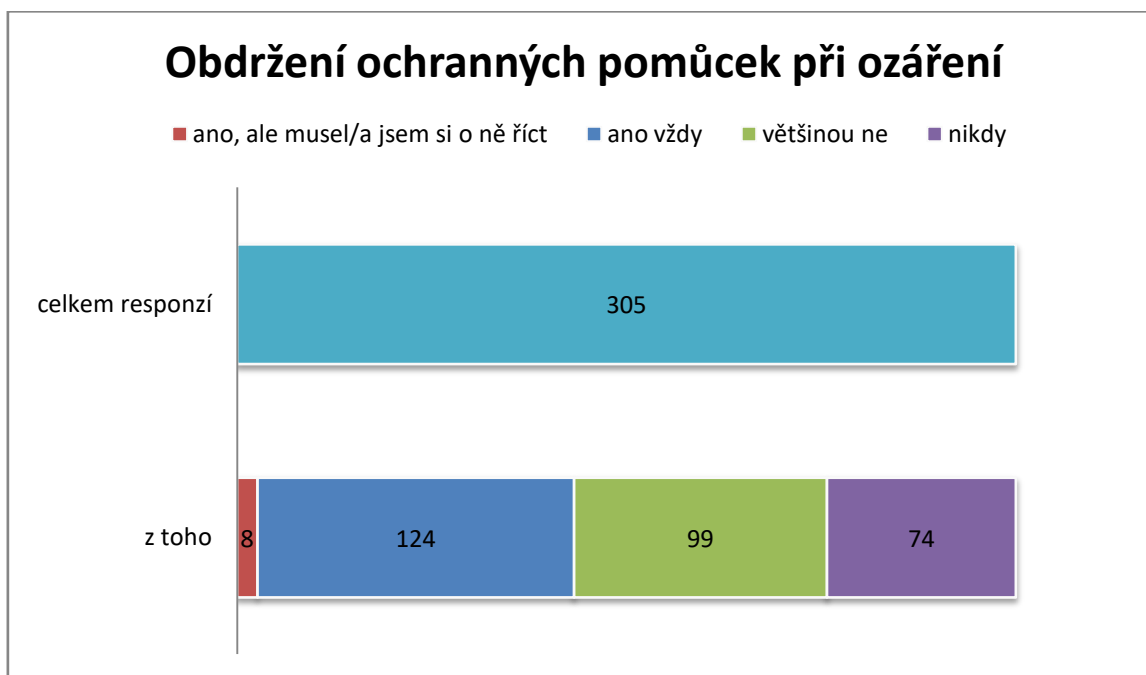
Na otázku číslo 6 navazovala jedna ze tří doplňujících otázek s otevřenou textovou odpovědí, která byla směřována na skupinu lidí, která v předchozí otázce odpověděla tak, že mají z vyšetření strach. Požádala jsem respondenty, zda by uvedli, z čeho konkrétně mají v důsledku s vyšetřením obavu. Nejčastější odpovědí bylo rakovinné bujení, vznik nádorů a poškození tkání z radioaktivního záření. Často se opakovala odpověď, že se ženy obávají krátkodobé neplodnosti v důsledku plánování otěhotnění v blízké době po expozici. Další odpovědi často nesouvisely se vznikem následků z ozáření, ale například hrůza z využívání kontrastních látek během vyšetření nebo ze stísněných prostor při CT.

Otázka č. 7: Pokud jste byl/a vyšetřován/a pomocí ionizujícího záření, dostal/a jste ochranné pomůcky na tzv. „kritické orgány“? (břicho, gonády, štítná žláza, ...)

Tabulka 10 Obdržení ochranných pomůcek při ozáření

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
ano, vždy	124	40,7 %
ano, ale musel/a jsem si o ně říct	8	2,6 %
většinou ne	99	32,5 %
nikdy	74	24,3 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 7 Obdržení ochranných pomůcek při ozáření

Zdroj: vlastní zpracování

Z 305 účastníků ankety ochranné stínění při ozáření obdrželo pokaždé 124 lidí. 8 respondentů ochranné pomůcky dostalo, ale museli o ně sami personál požádat. Přičemž 74 dotazovaných nikdy ochranné pomůcky při vyšetření neobdrželo a 99 respondentů je ve většině případů také nedostalo.

Jako východisko této ankety bych považovala fakt, že respondenti jakožto laici nemusí vědět, při jakém vyšetření se ochranné pomůcky využívají. Například při ozáření fraktury ruky nebo fraktury pánve se nebudou ochranné pomůcky na gonády využívat, ale respondent mohl odpovědět tak, že ochranné pomůcky neobdržel.

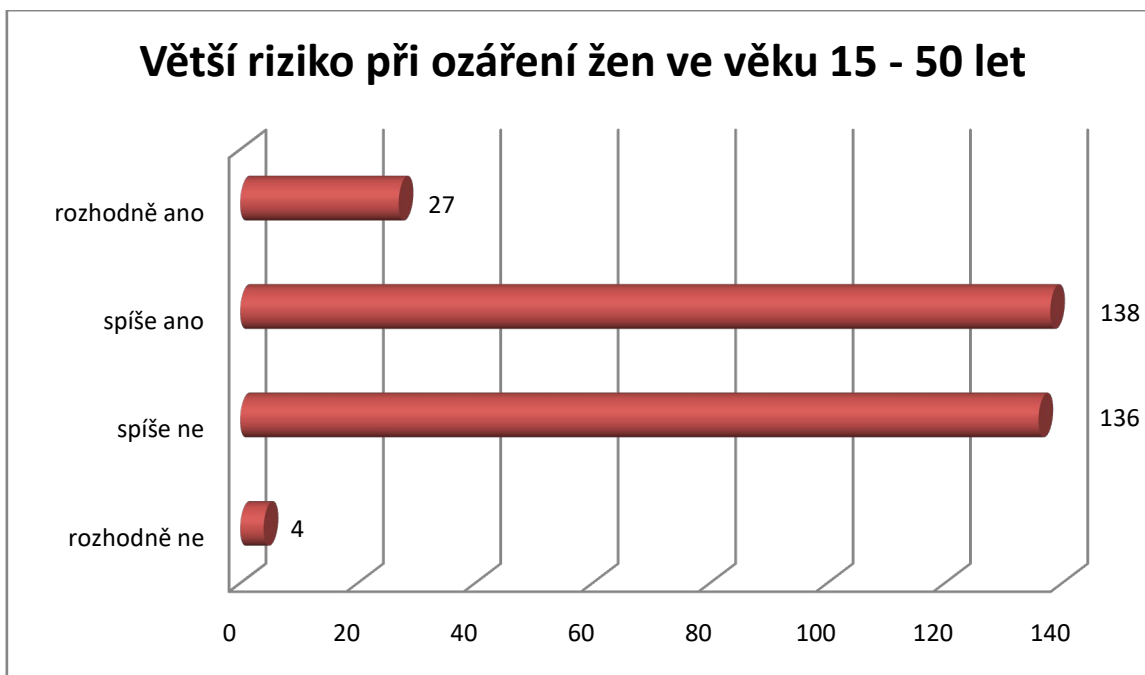
Stínění oblastí těla, která nejsou přímým objektem vyšetření, je jedno z mnoha technických faktorů, které dokážou ovlivnit obdrženou dávku pacienta. Mezi další aspekty patří především správné nastavení expozičních parametrů, použití přídavné filtrace, která redukuje nízkoenergetické záření a vyclonění pole pouze na oblast zájmu. Jako další faktor můžeme uvádět fixační pomůcky, které zabraňují pohybu pacienta při expozici, využívají se zejména u dětí. (1) Podle doktorky Súkupové by se díky redukci dávek ve srovnání s minulým stoletím mělo od využívání ochranných pomůcek ustupovat. Její studie považuje za důležitější vhodnou kolimaci a správné nastavení expozičních parametrů. (22)

Otázka č. 8: Myslíte si, že je v reprodukčním věku žen (15-50 let) větší riziko při ozáření?

Tabulka 11 Větší riziko při ozáření žen v reprodukčním věku

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
rozhodně ano	27	8,9 %
spíše ano	138	45,2 %
spíše ne	136	44,6 %
rozhodně ne	4	1,3 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 8 Větší riziko při ozáření žen v reprodukčním věku

Zdroj: vlastní zpracování

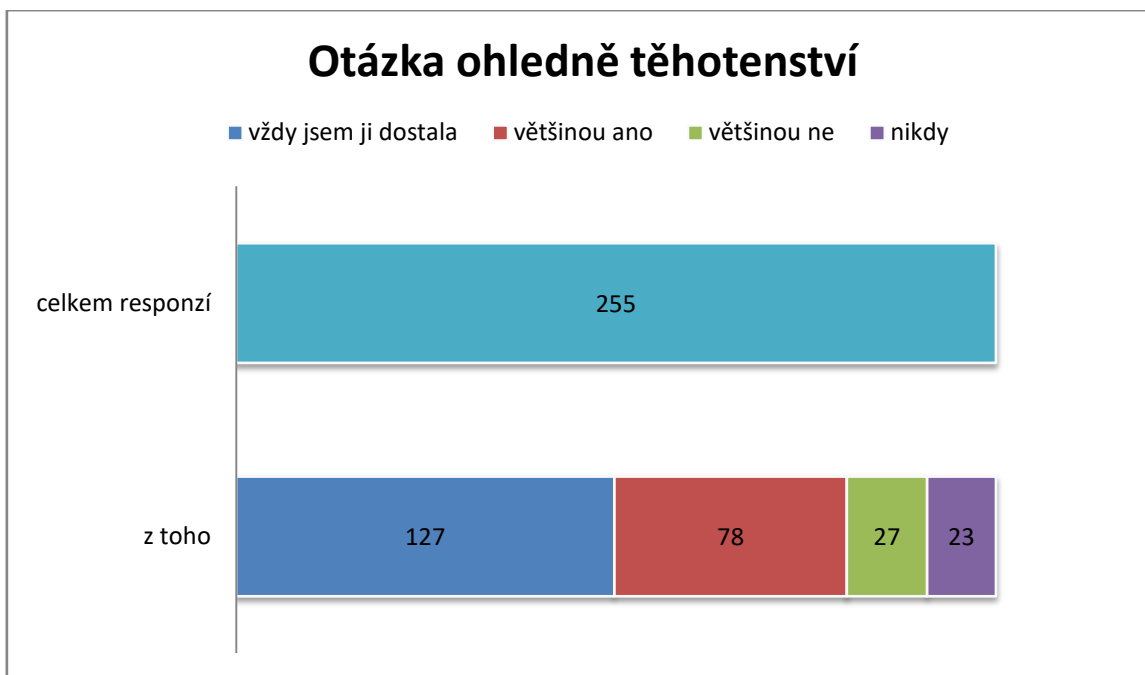
Z tabulky a grafu je zřejmé, že se názory respondentů v tomto ohledu výrazně liší. 45,2 % všech dotazovaných si myslí, že v reprodukčním věku žen je spíše větší riziko při ozáření. Zatímco 44,6 % se domnívají, že větší riziko ozáření ve věku 15 - 50 let spíše není. Pouhý 0,6% rozdíl mezi těmito dvěma odpověďmi tvoří 2 respondenti. 27 respondentů z 305 si je jisto, že větší riziko při ozáření rozhodně je. Naopak 4 dotazovaní mají pocit, že určitě větší riziko při ozáření v reprodukčním věku není.

Otázka č. 9: Pokud jste žena ve věku 15 - 50 let, dostala jste před vyšetřením otázku od indikujícího lékaře nebo radiologického asistenta, jestli jste těhotná?

Tabulka 12 Otázka ohledně těhotenství před vyšetřením využívajícím IZ

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
vždy jsem ji dostala	127	49,8 %
většinou ano	78	30,6 %
většinou ne	27	10,6 %
nikdy	23	9 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 9 Otázka ohledně těhotenství před vyšetřením využívajícím IZ

Zdroj: vlastní zpracování

V této části jsme provedli výzkum, ve kterém zjišťujeme, zda pacientky před ozářením dostávají velmi důležitou otázku od indikujícího lékaře nebo od radiologického asistenta, tedy jestli si nejsou vědomy těhotenství. Analýzou dat jsme zjistili, že z 255 všech respondentek otázku ohledně těhotenství obdrželo pokaždé 127 žen. Dalších 78 z nich uvedlo, že otázku většinou dostaly a 27 naopak odpovědělo, že většinou ne. 23 žen, což tvoří 9 % celku, nikdy otázku ohledně těhotenství před ozářením nedostaly.

Jako výsledek této studie se dá považovat fakt, že s 80% pravděpodobností otázku ohledně těhotenství ženy dostávají. Zbýlých 20 % je však negativní aspekt. Položit ženě otázku ohledně těhotenství před expozicí je jedno ze základních pravidel, které by indikující lékař i radiologický asistent měli dodržovat.

Otázka č. 10: Pokud jste žena, musela jste být v průběhu těhotenství vystavena expozici ionizujícího záření?

Tabulka 13 Ozáření v průběhu těhotenství

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
ano	5	3 %
ne	140	97 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 10 Ozáření v průběhu těhotenství

Zdroj: vlastní zpracování

Na tuto otázku odpovědělo 145 žen, z nichž pouze 5 muselo podstoupit lékařské ozáření v těhotenství. Toto tvrzení potvrzuje náš předpoklad č. 2, tedy že 80 % žen není v těhotenství vystavena expozici ionizujícího záření. V tomto výzkumu to činí dokonce 97% segment.

Na otázku č. 10 se vázala jedna ze tří doplňujících otázek dotazníku s textovou odpovědí. Ženy, které v předchozí otázce odpověděly, že byly v těhotenství ozářeny, měly uvést, jaké vyšetření musely podstoupit. Třem ženám z pěti byly ozařovány končetiny, čtvrtá žena podstoupila rentgen zubů. V těchto případech je plod absolutně mimo oblast zájmu, tudíž nehrozí žádné nebezpečí. (23) Páté z žen, které musely podstoupit vyšetření

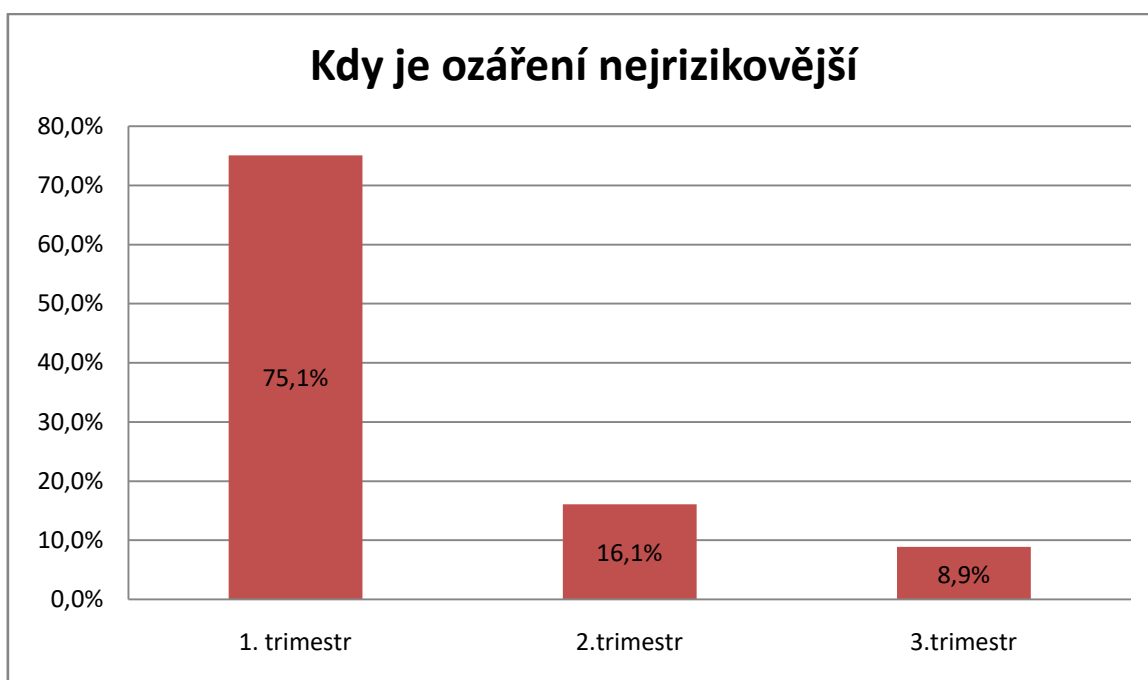
využívající ionizující záření, byl pořízen skiagrafický snímek hrudníku, v tomto případě činí dávka pro plod méně než 0,01 mSv. (15) Ani v jednom případě ozářených žen v tomto dotazníku se dávka po expozici zdaleka neblížila k prahové dávce pro vznik deterministických účinků, která činí více než 100 mSv. (15)

Otázka č. 11: V jaké části těhotenství je podle Vašeho názoru ozáření nejrizikovější?

Tabulka 14 Kdy je ozáření v těhotenství nejrizikovější

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
1. trimestr	229	75,1 %
2. trimestr	49	16,1 %
3. trimestr	27	8,9 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 11 Kdy je ozáření v těhotenství nejrizikovější

Zdroj: vlastní zpracování

Na tuto otázku odpovědělo 75,1 % respondentů zcela správně, tedy 229 z 305 dotazovaných. Ozáření je nejrizikovější v 1. trimestru těhotenství, kdy se vsází na tzv. efekt „všechno nebo nic“. V prvních dvou týdnech těhotenství dochází k zániku embrya nebo se může naopak nadále vyvíjet normálně. V prvním trimestru těhotenství mohou nejčastěji vznikat po ozáření plodu vrozené vývojové vady. Důvodem toho je

probíhající organogeneze, kdy dochází ke vzniku jednotlivých orgánů embrya. Organogeneze končí ve 12. týdnu gravidity. (16) (12)

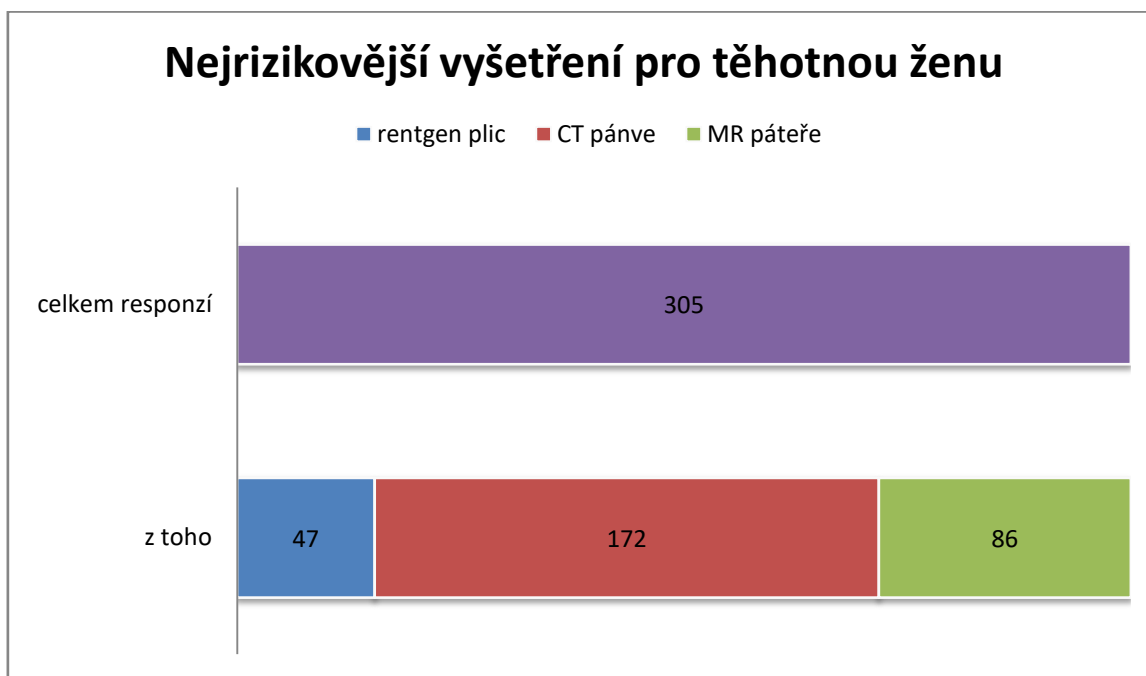
Respondentů, kteří si myslí, že je ozáření nejrizikovější ve druhém trimestru, bylo 49, což tvoří 16,1 % hlasů. Ozáření ženy ve třetím trimestru je nejvíce rizikové pro plod podle 8,9 % respondentů, což odpovídá 27 zodpovězeným. V těchto částech těhotenství je plod vůči ozáření více odolný, než v průběhu prvního trimetru. Pokud dávka pro plod nepřekročí hodnotu 100 mSv, je riziko vzniku následků účinků z ozáření velmi nepravděpodobné. (16)

Otázka č. 12: Jaké vyšetření je pro těhotnou ženu nejvíce rizikové?

Tabulka 15 Nejvíce rizikové vyšetření v těhotenství

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
rentgen plic	47	15,4 %
CT pánve	172	56,4 %
magnetická rezonance páteře	86	28,2 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 12 Nejvíce rizikové vyšetření v těhotenství

Zdroj: vlastní zpracování

Za nejrizikovější vyšetření pro těhotnou ženu zvolilo 172 respondentů, což je více než 50 % ze všech dotazovaných, správnou odpověď - CT pánve. Za druhé nejméně bezpečné vyšetření zvolilo 86 lidí magnetickou rezonanci páteře. Rentgen plic je nejrizikovějším vyšetřením podle 47 respondentů.

Respondenti v doplňující otázce k dotazu č. 12 měli napsat, proč uvedli zrovna takové vyšetření. Ti, kteří uvedli výpočetní tomografii, v následující části napsali, že oblast pánve je nejbližší k děloze a ženským pohlavním orgánům, tedy místo vývoje plodu. Dále že obecně při CT je největší radiační zátěž.

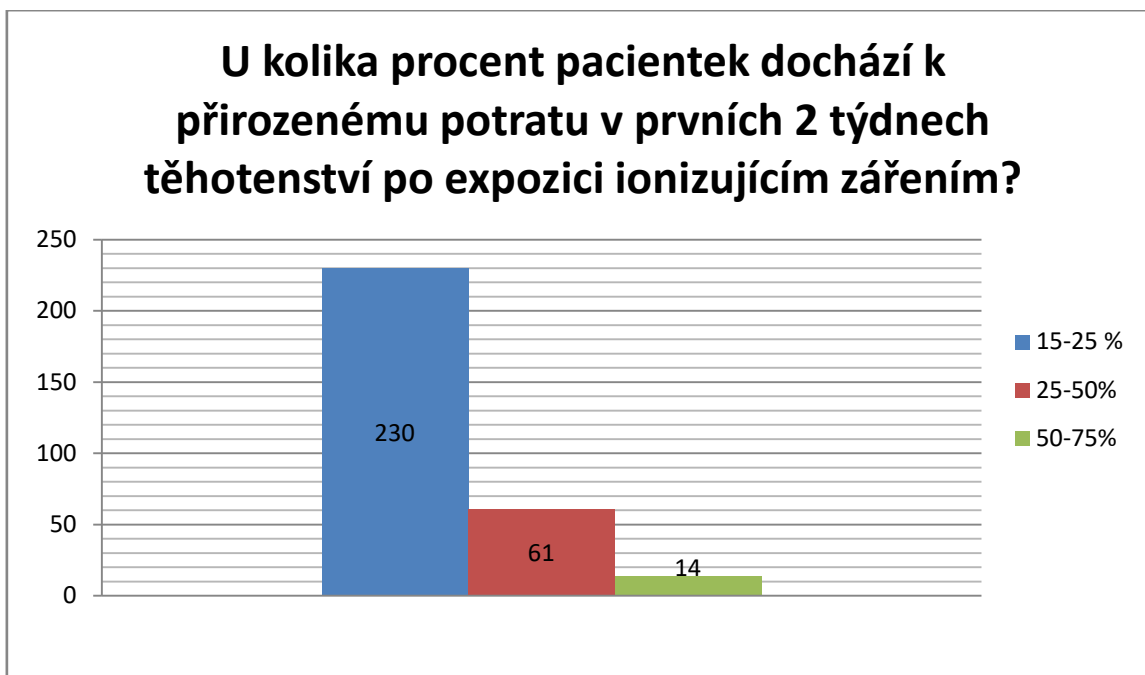
Při analýze těchto výsledků je zřejmé, že respondenti jsou z 80 % laiky, jak už bylo zjištěno při analýze otázky č. 4. Ti, kteří odpověděli RTG plic, nejčastěji zmiňovali, že rentgenové záření je tělu škodlivé a pravděpodobně díky neznalosti této problematiky dotazovaní netuší, že při CT vyšetření se též využívá rentgenové záření. Většina respondentů, kteří zvolili nejvíce rizikovou magnetickou rezonanci, opět netuší, na jakém principu vyšetření vlastně funguje, že nevyužívá ionizující záření. Často byly uváděny stísněné prostory, hluk, dlouhý čas vyšetření a velký úsek vyšetřované oblasti.

Otázka č. 13: U kolika procent těhotných pacientek si myslíte, že dochází k přirozenému potratu po expozici ionizujícím zářením v prvních 2 týdnech těhotenství?

Tabulka 16 Přirozený potrat po expozici IZ v prvních 2 týdnech těhotenství

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
15 - 25 %	230	75,4 %
25 - 50 %	61	20 %
50 - 75 %	14	4,6 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 13 Přirozený potrat po expozici IZ v prvních 2 týdnech těhotenství

Zdroj: vlastní zpracování

Analyzováním výsledků problematiky této otázky bylo zjištěno, že 230 respondentů (75,4 %) se domnívá, že 15 - 25 % všech těhotenství zaniká v prvních 2 týdnech od početí, jestliže žena v tomto období musí být ozářena. 61 dotazovaných (20 %) zvolilo 25 - 50 % pacientek, u kterých dochází k potratu v této fázi těhotenství. Až 50 - 75 % všech těhotenství zaniká po expozici ionizujícím zářením podle 14 respondentů (4,6 %).

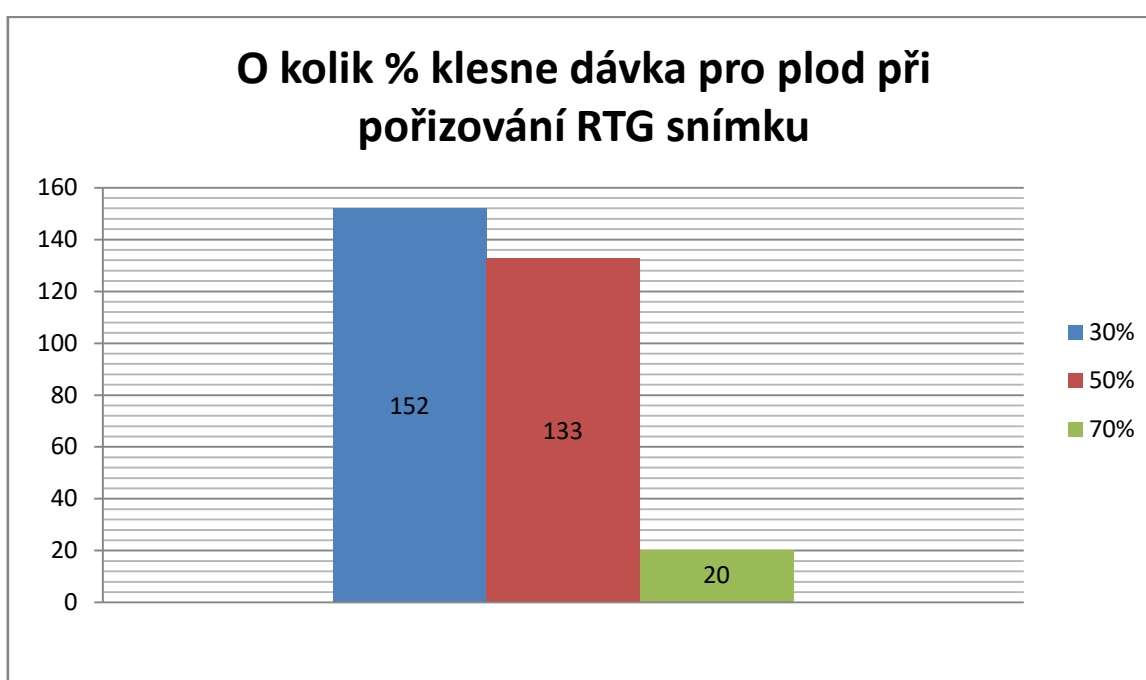
Odolnost embrya v prvních 2 týdnech po oplodnění na expozici škodlivin, mezi které mimo jiné patří i RTG záření nebo například alkohol a některé léky, je velmi nízká. Důsledkem poškození vyvíjejících se buněk (nervové, krevní nebo buňky ledvin) dochází k odumření plodu - k potratu. Ženy v tomto období ve většině případů nemají zatím tušení, že jsou gravidní, proto například expozici záření podstoupí. (11)

Otázka č. 14: Při pořizování rentgenového snímku v oblasti břicha nebo pánve v období těhotenství funguje tělo matky jako „ochrana“ dítěte. O kolik procent si myslíte, že přibližně klesne dávka pro plod?

Tabulka 17 Pokles dávky pro plod

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
30 %	152	49,8 %
50 %	133	43,6 %
70 %	20	6,6 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 14 Pokles dávky pro plod

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky a grafu lze vyčíst, že 152 respondentů si myslí, že tělo matky chrání dítě v děloze natolik, že dávka pro plod klesne o 30 %. 133 dotazovaných uvádí, že klesne o 50 % a zbylých 20 se domnívá, že dávka se sníží až o 70 %. Podle článku doktora Ptáčka, doktorky Súkupové, a Ing. Prchalové je dávka pro plod při skiografii o 50 % nižší než v místě, kde svazek proniká do těla ozařované matky. (17) Na tuto otázku odpovědělo tedy pouze 43,6 % dotazovaných správně.

Otázka č. 15: Myslíte si, že ozáření gonád rodičů před početím je spojeno s vyšším rizikem vzniku rakoviny nebo malformace (tzn. vrozené vývojové vady) u dětí?

Tabulka 18 Riziko ozáření gonád rodičů před početím

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
ano	139	45,6 %
ne	166	54,4 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 15 Riziko ozáření gonád rodičů před početím

Zdroj: vlastní zpracování

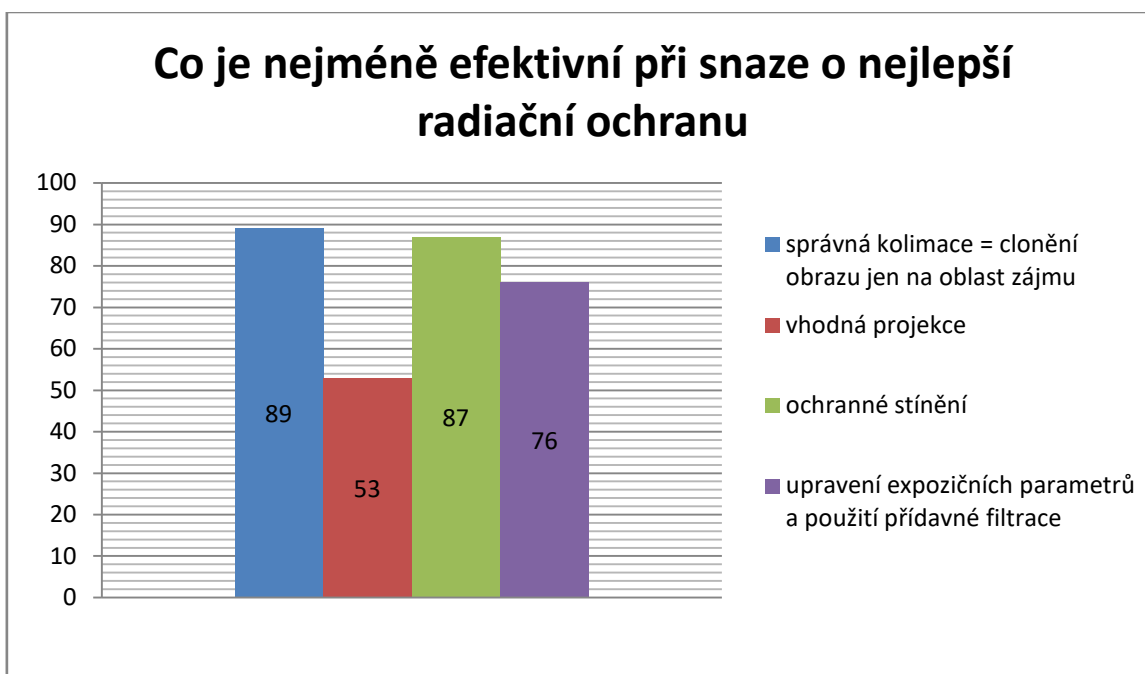
Ozáření gonád rodičů před početím je podle 46 % dotazovaných, tedy 139 z 305 lidí, spojeno s vyšším rizikem vzniku rakoviny a malformací u dětí. Zatímco 54 % respondentů, což tvoří 166 lidí, se domnívá, že ne. Přestože je zde rozdíl v názoru téměř vyrovnaný, výsledkem této ankety jsme se shodli se studií v článku doktorky Sukupové, která též uvádí, že ozáření gonád rodičů není spojeno s větším rizikem vzniku malformace u jejich potomka. (24)

Otázka č. 16: Jaká z uvedených možností je nejméně efektivní při snaze o nejlepší radiační ochranu pacienta/pacientky při skiagrafickém vyšetření (tzn. rentgenu)?

Tabulka 19 Radiační ochrana při skiografii

Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
správná kolimace = clonění obrazu jen na oblast zájmu	89	29,2 %
vhodná projekce	53	17,4 %
ochranné stínění	87	28,5 %
upravení expozičních parametrů a použití přídavné filtrace	76	24,9 %

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 16 Radiační ochrana při skiografii

Zdroj: vlastní zpracování

Rozbor dat tohoto dotazu znázorňuje, že jen 2 hlasy rozhodly o nejméně efektivním faktoru při snaze o nejlepší radiační ochranu při skiografii, kterým je podle 89 respondentů správná kolimace. 87 dotazovaných se domnívá, že ochranné stínění je méně účelné než zbývající nabízené možnosti. Upravení expozičních parametrů a použití přídavné filtrace zvolilo 76 lidí a za nejméně efektivní činitel při snaze o radiační ochranu pacienta zvolilo 53 respondentů užití vhodné projekce.

Kdybychom měli porovnat analýzu těchto výsledků se článkem, ve kterém se řeší stejná problematika, došli bychom k závěru, že právě zmiňované 2 hlasy, které rozhodly o pomyslném „vítězi“ v této anketě byly rozhodující. V článku se doktorka Sůkupová jednoznačně přiklání k tomu, že ochranné stínění je oproti zbylým nabízeným variantám nejméně efektivní. (22) V naší anketě je ochranné stínění podle dotazovaných respondentů na druhém místě.

DISKUZE

Hlavním cílem výzkumu bylo zjistit, jaké povědomí a jaký názor má celá populace na určité aspekty spojené s lékařským ozářením obecně žen v reprodukčním věku, těhotných žen a gonád. Dále jsme si stanovili dva předpoklady a určili čtyři výzkumné otázky. K prověření předpokladů a výzkumných otázek jsme využili kvantitativní výzkum formou dotazníkového šetření. Do výzkumu se zapojilo 305 respondentů.

Prvním předpokladem byl fakt, že se většina lidí v důsledku jejich neznalosti o účincích záření budou obávat. Analýzou výsledků dotazníku bylo zjištěno, že více než 80 % respondentů netuší, na jakém principu funguje ionizující záření s živou hmotou, tudíž neznají jeho účinky na lidský organismus. Z 305 respondentů za svůj život podstoupilo minimálně jednou lékařské ozáření 294 z nich. Předpoklad č. 1 vyvrátila otázka č. 6, kdy bylo potvrzeno, že skoro 50 % respondentů (149 z 305 lidí) z ozáření strach nemají a 39 % respondentů (119 z 305 dotazovaných) neví, proč by se ozáření vlastně mělo obávat. Druhý předpoklad byl na rozdíl od prvního předpokladu potvrzen. Předpokládali jsme, že 80 % žen nemusí v těhotenství lékařské ozáření podstoupit. Tuto domněnku nám potvrdilo 140 ze 145 žen, které se v těhotenství nemusely lékařskému ozáření podrobit.

Výzkumná otázka č. 1 zněla: „V jakém měsíci je lékařské ozáření pro embryo/plod nejvíce rizikové?“. Analýzou výsledků výzkumu bylo zjištěno, že 75 % respondentů se domnívají, že je ozáření nejrizikovější v 1. trimestru. Tento výsledek se shoduje se studií doktorky Súpupové, která uvádí, že nejcitlivější na ozáření je embryo/plod v průběhu prvního trimestru, vždy ale záleží na absorbované dávce. (16)

Výzkumná otázka č. 2 zněla: „Jaký druh diagnostického vyšetření je pro těhotnou ženu nejvíce rizikový?“. Dotazovaní měli na výběr z odpovědí rentgen plic, CT pánve a MR páteře. Nejvíce z nich se přiklonilo k CT vyšetření. Magnetická rezonance zde byla použita spíše jako tzv. chyták, jelikož při vyšetření není využito ionizující záření. Dodnes nebyla rizika plynoucí z potencionálního negativního vlivu silného magnetického pole na embryo/plod žádnou studií prokázána, i přesto je v 1. trimestru vyšetření magnetickou rezonancí kontraindikováno. (12) (25) Při CT vyšetření v oblasti pánve se dávka pohybuje okolo 25 - 80 mSv, v extrémních případech se dávka přibližuje už té prahové. Při takových výkonech je nutné provádět odhady dávky pro plod, aby se případně s pacientkou

konzultovala rizika její gravidity. Skiografický snímek hrudníku nepředstavuje pro gravidní ženu žádné riziko, dávka pro plod je menší než 0,01 mSv. (15)

Výzkumná otázka č. 3 zněla: „Ovlivňuje ozáření gonád rodičů před početím vzniklé vrozené vývojové vady u jejich potomka?“. Analýzou dat bylo zjištěno, že většina respondentů zastává názor, že ozáření gonád rodičů před početím nesouvisí se vznikem vrozených vývojových vad u jejich potomka. Podle článku doktorky Súkupové má právě větší polovina v souvislosti s touto problematikou pravdu. Tedy je fakt, že ozáření pohlavních orgánů rodičů před početím nevznikají žádná rizika poškození jejich budoucího potomka. (24)

Výzkumná otázka č. 4 zněla: „Jakým způsobem dokáže radiologický asistent zajistit správnou radiační ochranu pacienta/pacientky při skiagrafii?“. Respondenti v dotazníku měli uvádět, jaký z uvedených aspektů považují za nejméně důležité v souvislosti s radiační ochranou pacienta/pacientky. Interpretací výsledků nebyl prokázán jednotný názor společnosti. Mezi jednotlivými odpověďmi nebyl velký rozdíl v počtu responzí, přesto můžeme uvést jako nejméně důležité hledisko podle necelých 30 % dotazovaných správnou kolimaci. Doktorka Súkupová ve svém článku jednoznačně označuje za nejméně efektivní ochranné stínění. Zmiňuje se o tom, že byl samozřejmě rozdíl v obdržené dávce v minulém století, než kterou obdrží pacienti dnes. Ochranné stínění v oblasti mimo primární svazek záření nemá smysl. V případě stínění ochrannými pomůckami v oblasti primárního svazku musíme brát na vědomí expoziční automatiku, která často expozici prodlouží, jelikož detekuje objemnější objekt. Často také dochází k nesprávnému použití ochranných pomůcek, následkem toho je nutnost opakování expozice. (22) Závěrem této problematiky můžeme shrnout, že při snaze o nejlepší radiační ochranu pacienta je nejdůležitější použít vhodnou projekci, kolimovat primární svazek pouze na oblast zájmu, upravit správně expoziční parametry a případně použít přídavnou filtraci, která zbaví primární svazek o nízkoenergetické záření, které nepřispívá na vzniku kvalitního obrazu.

ZÁVĚR

Bakalářská práce na téma „*Rizika při lékařském ozáření těhotné ženy*“ je rozdělena na dvě části - teoretickou a praktickou část.

V teoretické části jsme si důkladně popsali X záření a jeho vznik. Definovali jsme si jeho vlastnosti a účinky na lidský organismus. Byly zde popsány základní informace o deterministických a stochastických účincích a rozdíl mezi nimi. Dále jsme se v souvislosti s prvním tématem okrajově seznámili s principy a způsoby radiační ochrany v radiodiagnostice. V další části bakalářské práce se zabýváme těhotenstvím od oplodnění, přes vývoj, kdy stručně popisujeme 10 lunárních měsíců. Na toto téma navazuje s ním spojené rizikové těhotenství, definujeme si rizikové faktory a zaměřili jsme se konkrétně na dvě patologie. Dále jsme se pokusili shrnout projevy deterministických a stochastických účinků na plod. Jedním z cílů bylo vytvořit přehled zobrazovacích metod, které se k diagnostice těhotných žen využívají, proto jsme zde uvedli jak invazivní metody prenatální diagnostiky, tak hlavně metody neinvazivní. Konkrétně jsme se zaměřili na USG, MR, RTG a CT vyšetření, na využití nukleární medicíny a na vlastnosti kontrastních látek pro určitý typ vyšetřovací metody. V neposlední řadě jsme shrnuli práci radiologického asistenta s těhotnou pacientkou a to, jak by se v případě otěhotnění měla zachovat sama radiologická asistentka. Teoretická část byla zaměřena na 3 cíle, které jsme se pokusili řádným popisem této problematiky splnit.

Z praktické části vyplývá, že o RTG záření nemá populace téměř žádné povědomí. Rizika, která mohou s expozicí přicházet, si jen malé procento vzorku dotazovaných připouští, jedná se převážně o ženy. Jako pozitivní poznatek výzkumu hodnotíme velmi malé procento ozářených žen v těhotenství. Naopak jako negativní hodnotíme časté zmínky o neobdržení otázky ohledně těhotenství před ozáření žen v reprodukčním věku.

Ze získaných poznatků odborné literatury, které byly použity pro vypracování bakalářské práce, můžeme konstatovat, že se těhotné ženy nemusí lékařského ozáření obávat, protože na plod nemá téměř žádný účinek, je zde velmi nepravděpodobný vznik deterministických účinků. Jestliže indikující lékař i radiologický asistent postupují podle předpisů a standardů, nemělo by lékařské ozáření gravidní ženu, ani jejího budoucího potomka nijak ohrozit. Nejvíce ohrožující diagnostickou metodou pro embryo/plod je

vyšetření těhotné ženy na nukleární medicíně, potom také výpočetní tomografie v oblasti břicha a pánve. Naopak za nejvíce bezpečnou metodu se dá považovat skiografie.

Bakalářská práce by mohla splňovat účel jako nástroj pro doplnění znalostí studentů oboru radiologický asistent. Dále by mohla posloužit těhotným ženám, které z určitých indikací musí podstoupit lékařské ozáření nebo obecně i laické veřejnosti, jež by o danou problematiku měla zájem.

SEZNAM LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

1. **Seidl Zdeněk, a kol.** *Radiologie pro studium i praxi*. Praha : Grada publishing, a.s., 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
2. **Vomáčka Jaroslav, Nekula Josef, Kozák Jiří.** *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4508-3.
3. **Chudáček, Zdeněk.** *Radiodiagnostika 1. část*. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví BRNO, 1995. ISBN 80-7013-114-4.
4. **Súkupová, Lucie.** *sukupova.cz. Interakce rentgenových fotonů*. [Online] 30. 6 2014. [Citace: 31. 1 2021.] <http://www.sukupova.cz/interakce-rentgenovych-fotonu-3/>.
5. **Malíková Hana, a kol.** *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. Praha : Univerzita Karlova, Karolinum, 2019. ISBN 978-80-2464036-5.
6. **SÚJB.cz.** *Státní úřad pro jadernou bezpečnost*. [Online] [Citace: 3. duben 2020.] <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/>.
7. **Hušák, Václav.** *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.
8. **suro.cz.** *Radiační ochrana*. [Online] Plone Foundation, 2020. [Citace: 3. duben 2020.] <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>.
9. **Gymnázium Milady Horákové.** *Vznik a vývoj jedince*. [Online] [Citace: 4. 11 2020.] http://www.gymh.cz/vyuka/biologie/prehledy/4clo_14_vyvoj_jedince.pdf.
10. **Hourová, Martina.** *maminka.cz. Přehled měsíc po měsíci*. [Online] Copyright CZECH NEWS CENTER a.s. a dodavatelé obsahu, 8. 1 2009. [Citace: 4. 11 2020.] <https://www.maminka.cz/clanek/prehled-mesic-po-mesici>.
11. **Procházka Martin, Pilka Radovan.** *PORODNICTVÍ pro studenty lékařství a porodní asistence*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2018. ISBN 978-80-244-5322-4.
12. **Roztočil Aleš, a kol.** *Moderní porodnictví*. Praha : Grada publishing, a.s., 2008. ISBN 978-80-247-1941-2.

13. **Hájek, Zdeněk.** *Rizikové a patologické těhotenství.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2004. ISBN 80-247-0418-8.
14. **Hájek Zdeněk, Čech Evžen, Maršál Karel.** *Porodnictví: 3., zcela přepracované a doplněné vydání.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2014. ISBN 978-80-247-4529-9.
15. **Súkupová L., Vachata P.** Riziko poškození plodu v důsledku rentgenových výkonů u gravidních žen. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie.* 2017, 3.
16. **Súkupová, Lucie.** *sukupova.cz. Riziko poškození plodu ozářením v těhotenství.* [Online] 16. březen 2015. [Citace: 3. duben 2020.] <http://www.sukupova.cz/riziko-poskozeni-plodu-ozarenim-v-tehotenstvi/>.
17. **Ptáček Jaroslav, Súkupová Lucie, Prchalová Dana.** *zoommagazin.iprima.cz. Je rentgen v těhotenství nebezpečný?* [Online] Prima ZOOM, 2. březen 2019. [Citace: 3. duben 2020.] <https://zoommagazin.iprima.cz/zajimavosti/je-rentgen-v-tehotenstvi-nebezpecny>.
18. *iaea.org. Radiation protection of pregnant women in radiology.* [Online] International Atomic Energy Agency, 2019. [Citace: 3. duben 2020.] <https://www.iaea.org/resources/rpop/health-professionals/radiology/pregnant-women#9>.
19. **Malán, Alexander.** *Vybrané kapitoly z nukleární medicíny.* Rokycany : KC Solid spol. s.r.o., 2013.
20. **Ferda Jiří, Mírka Hynek, Baxa Jan, Malán Alexander.** *Základy zobrazovacích metod.* Praha : Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.
21. **Vymazal, Josef.** *Solen. Medicína pro praxi.* 2007, 11.
22. **Súkupová, Lucie.** *sukupova.cz. Používat ochranné stínění u rtg a CT vyšetření?* [Online] 25. 2 2019. [Citace: 15. 2 2021.] <http://www.sukupova.cz/pouzivat-ochranne-stineni-u-rtg-a-ct-vysetreni/>.
23. **Súkupová, Lucie.** *sukupova.cz. Rentgenové vyšetření v těhotenství.* [Online] 25. 11 2017. [Citace: 16. 2 2021.] <http://www.sukupova.cz/rentgenove-vysetreni-v-tehotenstvi/>.
24. **Súkupová, Lucie.** *sukupova.cz. Lékařské ozářením v těhotenství.* [Online] 16. 12 2013. [Citace: 17. 2 2021.] <http://www.sukupova.cz/lekarske-ozareni-v-tehotenstvi/>.

25. ABCtěhotenství. *Magnetická rezonance v těhotenství*. [Online] 8. 3 2014. [Citace: 4. 3 2021.] <https://www.abctehotenstvi.cz/txt/magneticka-rezonance-v-tehotenstvi>.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Dotazník.....	70
-------------------------	----

PŘÍLOHY

Příloha 1 Dotazník

Rizika při lékařském ozáření

1 Jste

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- žena muž

2 Kolik je Vám let?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- 15 - 18 let 19 - 30 let 31 - 45 let 45 let a více

3 Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- základní střední bez maturity střední s maturitou vysokoškolské

4 Víte, na jakém principu funguje ionizující záření s živou hmotou?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- ano, vím a dokážu to popsat tuším, ale nedokážu to více popsat ne, spíše nevím

5 Byl/a jste někdy v životě na vyšetření využívající ionizující záření? (např. rentgen, CT vyšetření)

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- ano, byl/a ne, nebyl/a

6 Máte strach z vyšetření využívající ionizující záření? (např. rentgen, CT vyšetření)

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- mám strach nevím, proč bych měl/a mít strach absolutně nemám strach

7 Pokud máte strach, uveďte prosím z čeho konkrétně.

8 Pokud jste byl/a vyšetřován/a pomocí ionizujícího záření, dostal/a jste ochranné pomůcky na tzv. "kritické orgány" ? (břicho, gonády, štítná žláza,..)

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- ano, vždy ano, ale musel/a jsem si o ně říct většinou ne nikdy

9 Myslíte si, že je v reprodukčním věku (15-50 let) větší riziko při ozáření?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- rozhodně ano spíše ano spíše ne rozhodně ne

10 Pokud jste žena ve věku 15-50 let, dostala jste před vyšetřením otázku od indikujícího lékaře nebo radiologického asistenta, jestli jste těhotná?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- vždy jsem ji dostala většinou ano většinou ne nikdy nepatřím do této skupiny

11 Pokud jste žena, musel/a jste být v průběhu těhotenství vystavena ionizujícímu záření?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- ano ne nepatřím do této skupiny

12 Pokud jste v předchozí otázce odpověděla ano, uveďte prosím, jaké ozáření jste podstoupila.

13 V jaké části těhotenství je podle Vašeho názoru ozáření nejrizikovější?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

1. trimestr 2. trimestr 3. trimestr

14 Jaké vyšetření je pro těhotnou ženu nejvíce rizikové?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- rentgen plic CT pánve magnetická rezonance páteře

15 Zde můžete doplnit, proč jste zvolil/a zrovna to vyšetření..

16 U kolika procent těhotných pacientek si myslíte, že dochází k přirozenému potratu po expozici ionizujícím zářením v prvních 2 týdnech těhotenství?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- 15 - 25 % 25 - 50 % 50 - 75 %

17 Při pořizování rentgenového snímku v oblasti břicha nebo pánve v období těhotenství funguje tělo matky jako „ochrana“ dítěte. O kolik procent si myslíte, že přibližně klesne dávka pro plod?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- 0 - 44 % 45 - 55 % 56 - 100 %

18 Myslíte si, že ozáření gonád rodičů před početím je spojeno s vyšším rizikem vzniku rakoviny nebo malformace (tzn. vrozené vývojové vady) u dětí?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- ano ne

19 Jaká z uvedených možností je nejméně efektivní při snaze o nejlepší radiační ochranu pacienta/tky při skiagrafickém vyšetření (tzn. rentgenu) ?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- správná kolimace = clonění obrazu jen na oblast zájmu vhodná projekce ochranné stínění upravení expozičních parametrů a použití přidavné filtrace

Zdroj: vlastní zpracování