



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

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

**Komunikace rizik při lékařském ozáření dětských  
pacientů v nukleární medicíně**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Studijní program:

**OCHRANA OBYVATELSTVA**

**Autor:** Bc. Petra Sovadinová

**Vedoucí práce:** Ing. Eva Zemanová, Ph.D., MBA.

České Budějovice 2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem „*Komunikace rizik při lékařském ozáření dětských pacientů v nukleární medicíně*“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 9. května 2023

.....

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala paní Ing. Eva Zemanová, Ph.D., MBA. za odborné vedení, trpělivost, odborné rady, připomínky a čas, který mi věnovala během zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat pracovišti, kde byla zpracována výzkumná část diplomové práce, za milý a velmi ochotný přístup po dobu zpracování výzkumného šetření. Na závěr bych ráda poděkovala svojí rodině za podporu během mých studijních let.

# **Komunikace rizik při lékařském ozáření dětských pacientů v nukleární medicíně**

## **Abstrakt**

Radiační ochrana u dětských pacientů je momentálně velmi aktuálním tématem. Využití ionizujícího záření v medicíně u dětí je nedílnou součástí diagnostiky nebo léčbě mnoha onemocnění. Radiosenzitivitě u dětí je mezinárodně věnována pozornost. Důvod je ten, že dětský organismus je mnohem citlivější na záření než dospělý a mnoho rodičů se obává své dítě vystavit rizikům ionizujícího záření. Může dojít i k tomu, že vyšetření mohou odmítnout, avšak důsledná a srozumitelná komunikace odborníků s rodiči může přispět k větší důvěře a psychickému klidu rodičů i jejich dětského pacienta.

V teoretické části je popsána problematika ionizujícího záření, jeho účinků na lidský organismus a využití ionizujícího záření v medicíně, konkrétně při vyšetření na oddělení nukleární medicíny. Diplomová práce je zaměřena na rizika u dětských pacientů, kteří podstupují vyšetření, při němž je použito ionizující záření. Hlavním cílem diplomové práce je zdůraznit důležitost ionizujícího záření v medicíně a zjistit jakým způsobem probíhá komunikace mezi rodiči a odborným pracovníkem před vyšetřením. Zároveň apeluje na pozitivní přínos vyšetření převažující nad riziky. Součástí výzkumného šetření je zjistit informovanost rodičů o vyšetření, které jejich dítě podstupuje a zda přispívá ke zmírnění jejich obav z aplikace ionizujícího záření. Výzkumná část je zpracována formou dotazníkového šetření s rodiči dětských pacientů a rozhovorů s odbornými pracovníky nukleární medicíny.

## **Klíčová slova:**

Rizika; nukleární medicína; dětský pacient; edukace; komunikace; ionizující záření; radiofarmaka; radiosenzitivita; lékařské ozáření

# **Radiation Risk Communication for Paediatric Patients in Nuclear Medicine**

## **Abstract**

Radiation protection in pediatric patients is a very current topic as the use of ionizing radiation in children's medicine is an integral part of the diagnosis or treatment of many diseases. International attention is paid to radiosensitivity in children. This is because a child's organism is much more sensitive to radiation than an adult's, and many parents are afraid of exposing their child to the risks of ionizing radiation. It may also happen that they may refuse the examination, but consistent and understandable communication between experts and parents can contribute to greater trust and mental peace of both the parents and their child patient.

In the theoretical part, the problem of ionizing radiation, its effects on the human organism and the use of ionizing radiation in medicine, specifically in examinations at the nuclear medicine department, are described. The diploma thesis is focused on the risks in pediatric patients who undergo an examination in which ionizing radiation is used. The main goal of the diploma thesis is to emphasize the importance of ionizing radiation in medicine and to find out how communication between parents and a specialist takes place before the examination. It also appeals to the positive benefits of the examination outweighing the risks. A part of the research investigation is to find out whether parents are aware of the examination their child is undergoing and whether it contributes to alleviating their fears about the application of ionizing radiation. The research part is processed in the form of a questionnaire survey with the parents of child patients and interviews with experts in nuclear medicine.

## **Keywords:**

Risks; nuclear medicine; pediatric patient; education; communication; ionizing radiation; radiopharmaceuticals; radiosensitivity; medical radiation

# Obsah

ÚVOD.....	8
<b>1 TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>9</b>
1.1 RADIOAKTIVITA .....	9
1.2 IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ.....	10
1.2.1 Druhy ionizujícího záření .....	10
1.2.2 Záření $\alpha$ .....	11
1.2.3 Záření $\beta$ .....	11
1.2.4 Záření $\gamma$ .....	11
1.2.5 Protony a Neutrony.....	12
1.2.6 Rentgenové záření.....	12
1.2.7 Účinky ionizujícího záření na člověka .....	12
1.2.8 Časné poruchy způsobené ozářením.....	16
1.2.9 Pozdní poruchy způsobené ozářením.....	18
1.3 RADIAČNÍ OCHRANA .....	18
1.4 PRINCIPY RADIAČNÍ OCHRANY .....	19
1.4.1 Hodnocení lékařského ozáření.....	21
1.4.2 Veličiny radiační ochrany.....	21
1.5 NUKLEÁRNÍ MEDICÍNA .....	22
1.5.1 Jednofotonová emisní výpočetní tomografie – SPECT.....	23
1.5.2 Pozitronová emisní tomografie – PET.....	23
1.6 RADIOFARMAKA .....	24
1.6.1 Možnosti aplikace radiofarmak .....	25
1.6.2 Příprava radiofarmak .....	26
1.6.3 Aplikované dávky dospělým pacientům .....	27
1.6.4 Aplikované dávky pediatrických pacientů.....	27
1.7 NÁRODNÍ RADIOLOGICKÉ STANDARDY V NUKLEÁRNÍ MEDICÍNĚ.....	31
1.8 RIZIKA A CITLIVOST DĚTSKÝCH PACIENTŮ NA VYŠETŘENÍ V NUKLEÁRNÍ MEDICÍNĚ .....	37
1.9 KOMUNIKACE S RODIČI O RIZICÍCH VYŠETŘENÍ ZA POUŽITÍ RADIOFARMAK.....	38
1.9.1 Informovaný souhlas dospělých pacientů .....	39
1.9.2 Informovaný souhlas rodičů dětských pacientů.....	40
1.9.3 Zásady komunikace s dětskými pacienty.....	40
1.10 VÝVOJOVÁ OBDOBÍ DÍTĚTE .....	42
1.11 VYŠETŘENÍ DĚTÍ V NUKLEÁRNÍ MEDICÍNĚ.....	44
1.11.1 Příprava dětí k vyšetření.....	45
1.11.2 Dynamická scintigrafie ledvin a statická scintigrafie ledvin.....	45

1.11.3	<i>Scintigrafie skeletu</i> .....	46
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA</b> .....	<b>48</b>
<b>3</b>	<b>METODIKA</b> .....	<b>49</b>
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>50</b>
4.1	DOTAZNÍKY RODIČŮM.....	50
4.2	ROZHOVORY S PRACOVNÍKY NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY .....	81
4.2.1	<i>Rozhovor číslo 1</i> .....	82
4.2.2	<i>Rozhovor číslo 2</i> .....	85
<b>5</b>	<b>DISKUZE</b> .....	<b>89</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>96</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>99</b>
	<b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....	<b>104</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>105</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>106</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ</b> .....	<b>108</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>109</b>

## ÚVOD

V současné době je diagnostika a léčba pomocí ionizujícího záření nedílnou součástí moderní medicíny a pomáhá diagnostikovat a léčit mnoho onemocnění. Problematika radiační ochrany u dětských pacientů je stále velmi aktuální téma. Radiosenzitivita u dětí je stále řešenou oblastí a je jí mezinárodně věnována velká pozornost. Jelikož je vyšetření pro dítě jedno z náročnějších, je důležité podotknout, že se v praxi setkáváme s rodiči, kteří se bojí své dítě tomuto riziku vystavit. Předpokladem úspěchu je však schopnost odborných pracovníků, srozumitelnou a důslednou komunikací zmírnit obavy a zajistit si tak větší důvěru mezi rodiči dětských pacientů a pozitivní přístup k vyšetření.

V teoretické části diplomové práce bude nahlédnuto do problematiky ionizujícího záření. Bude podrobně vysvětlena charakteristika ionizujícího záření. K čemu se v medicíně využívá a podrobněji se seznámíme s radiační ochranou v této oblasti. Důraz je věnován nukleární medicíně, a právě komunikaci s rodiči a s dětským pacientem před vyšetřením.

Cílem diplomové práce bylo zdůraznit důležitost ionizujícího záření v diagnostice i léčbě mnoha onemocnění při minimálních rizicích v důsledku aplikace ionizujícího záření. Podstatná část výzkumné části je věnována informovanosti rodičů v oblasti nukleární medicíny a rizik spojenými s vyšetřením. Výzkumná část diplomové práce je zpracována formou dotazníkového šetření, které probíhalo na vybraném pracovišti nukleární medicíny. Dotazníkové šetření bylo směřováno na rodiče dětských pacientů s cílem dozvědět se, jak odborní pracovníci komunikují s rodiči a dětskými pacienty před vyšetřením a jaká je edukovanost rodičů v této oblasti. V druhé části výzkumu jsou zpracovány dva rozhovory. První rozhovor je zpracován s lékařem pracujícím na nukleární medicíně a druhý rozhovor s radiologickým asistentem. Rozhovory jsou zaměřeny především na informace o komunikaci s rodiči, jejichž dítě podstupuje vyšetření na nukleární medicíně.



# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Radioaktivita

*„Radioaktivita neboli radioaktivní rozpad je samovolná přeměna jader některých prvků na jiná jádra. Tato přeměna je doprovázena ionizujícím zářením, které je tvořeno tokem hmotných částic nebo fotonů elektromagnetického záření.“* (Beneš et., al. 2015a s. 237)

### a) Přírozená radioaktivita

Charakteristické pro přirozenou radioaktivitu je schopnost velkých jader se samovolně rozpadat, při tomto ději dochází ke snížení počtu protonů jádra. K tomuto procesu dochází zejména u prvků, jako je například uran. Při tomto rozpadu se z jádra do okolí uvolňuje ionizující záření (Chajda, 2018).

### b) Umělá radioaktivita

Umělá radioaktivita byla objevena v roce 1934 a vzniká uměle vytvořenými jadernými reakcemi. Tento druh radioaktivity vzniká v urychlovačích nebo v atomovém reaktoru (Beneš et. al., 2015a).

## Radioaktivní rozpad

Radioaktivní rozpad, při kterém dochází k přeměně jádra je, děj pravděpodobnostní a můžeme ho matematicky popsat rozpadovým zákonem.

$$N=N_0e^{-\lambda t}$$

$N_0$  je prvotní množství radioaktivních jader v čase  $t=0$ .  $N$  je množství doposud nerozpadlých jader v čase  $t$ . Základ přirozených logaritmů označujeme písmenem  $e$  a rozpadovou konstantu označujeme jako  $\lambda$  (Beneš et. al. 2015b).

Mezi veličiny vyjadřující rychlost rozpadu patří tzv. poločas rozpadu. Jedná se o dobu, za kterou se rozloží právě polovina počtu radioaktivních jader. Tuto veličinu označujeme  $T_{1/2}$ . (Ulman, © 2023).

S poločasem rozpadu souvisí rozpadová konstanta  $\lambda$ , která je tabelovaná vzorečkem

$$T_{1/2}=\frac{\ln 2}{\lambda}$$

(Ústav fyziky Masarykovy univerzity v Brně, © 2016)

## 1.2 Ionizující záření

*„Ionizující záření se vyznačuje tím, že při interakcích s látkou ionizuje atomy této látky. Při ionizaci dochází k vyražení jednoho z vnějších elektronů původně neutrálního atomu, který se potom stává kladným iontem. Ionizující záření se vyskytuje v podobě částic nebo fotonů elektromagnetického záření s dostatečnou energií k tomu, aby sekundární nabitě částice uvolněné těmito fotony při interakcích v absorbátoru byly schopny ionizovat prostředí.“ (Kubinyi et. al, 2018 s. 18).*

Ionizující záření můžeme charakterizovat jako danou formu energie. Tato forma energie je do místa působení rozšiřována ve formě částic nebo vlnění. Pokud se ionizující záření dostává do vzájemného působení s látkou, tak záření atomy této látky ionizuje nebo excituje. Při ionizaci dochází k zániku elektricky neutrálního atomu a z tohoto atomu následně vzniká iont, který popisujeme jako elektricky nabitou částici. Atom je tvořen kladně nabitými částicemi, které jsou obsaženy v jádru. Naopak okolí jádra je tvořeno záporně nabitými elektrony, kompletní atom je však neutrální (Rosina, 2013; Navrátil a Rosina, 2019).

Ionizující záření se vyskytuje všude kolem nás, pochází z přírodních zdrojů ionizujícího záření a způsobuje přírodní radiační pozadí. Velikost přírodního pozadí je dána především místem, kde se zrovna nacházíme, nadmořskou výškou a charakteristikou podloží. Dle United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) je s porovnáním s celosvětovým průměrem v České republice vyšší radiační zátěž z přírodního pozadí. Hlavní příčinou jsou převážně přírodní radionuklidy, které jsou obsaženy především v horninách, kde se vyskytuje radon, ale najdeme je i v ovzduší, vodě a některých potravinách.

Vedle přírodních zdrojů ionizujícího záření máme umělé zdroje ionizujícího záření, které jsou vyrobeny nebo uměle připraveny. Mezi ně řadíme přístroje, tzv. generátory záření. Tyto přístroje jsou v dnešní době nejčastěji využívány především v medicíně, energetice a průmyslu (Azeem et al., 2012).

### 1.2.1 Druhy ionizujícího záření

Druhy ionizujícího záření můžeme podle náboje dělit na přímo ionizující a nepřímo ionizující. Přímě ionizující záření je charakteristické přítomností nabitých částic. Jedná

se, o elektrony (beta +, beta -), alfa částice a protony. Mezi nepřímo ionizující záření řadíme záření gama  $\gamma$ , rentgenové záření a neutrony.

### **1.2.2 Záření $\alpha$**

Jedná se o těžké nabitě částice helia s krátkým doletem, které nejsou schopny pronikat kůží. Záření alfa stíníme papírem, vzduchem aj. Z hlediska radiační ochrany je tento typ záření nebezpečný pouze ve chvíli, kdy je záření vdechováno nebo proniká do lidské tkáně pomocí otevřených ran. Radioaktivní přeměna záření  $\alpha$  je povětšinou doprovázena zářením gama, které je pronikavější než záření  $\alpha$ . Záření alfa je nemožné detekovat přes slabou vrstvu vody, nečistoty nebo papír. Příčinou je jeho velmi malá pronikavost, tj. krátký dolet.

### **1.2.3 Záření $\beta$**

Záření beta je tok elektronů s kladným nebo záporným nábojem (elektrony, pozitrony) a je považováno za středně pronikavé. Za jeho vznik odpovídá především větší množství uměle a přírodně vytvořených radionuklidů. K jeho stínění je zapotřebí materiál o větší hustotě než pro záření alfa. Částice záření dokážou pronikat do hlubších částí kůže dle jejich energie. K tomu, abychom zabránili proniknutí záření kůží a předešli jejímu poškození je zapotřebí stínění nebo oblečení, které je schopné pohltit většinu beta záření. Tímto materiálem je například plexisklo, hliník, dřevo a jiné.

### **1.2.4 Záření $\gamma$**

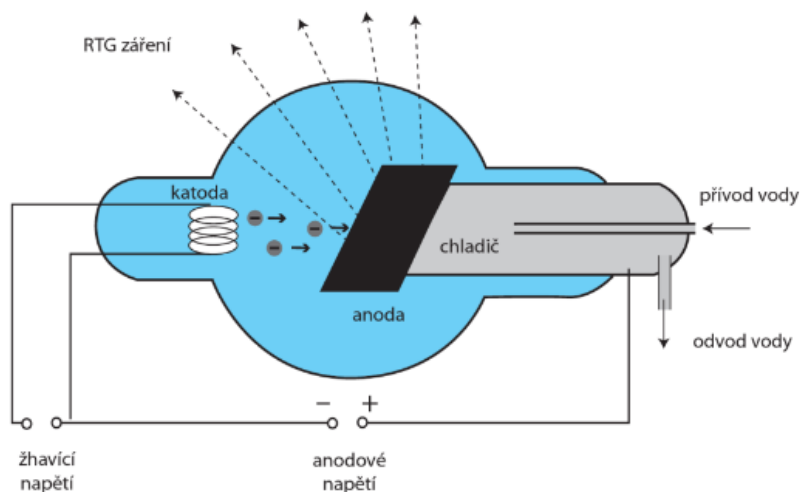
Záření gama se řadí mezi elektromagnetické vlnění, které je charakteristické velmi krátkou vlnovou délkou 1-10 pm. Tento typ záření je většinou doprovázen zářením  $\alpha$  a  $\beta$  a vzniká během radioaktivního rozpadu. Gama záření patří mezi nejpronikavější. Záření je schopné vyzařovat několik metrů vzduchem a je schopné proniknout hluboko do lidské tkáně. Používají se materiály s vysokou hustotou, tímto materiálem je například železo, beton, olovo, baryt a jiné. (Navrátil a Rosina. 2019; Rosina, 2013; Basics of radiation, © 2023).

### 1.2.5 *Protony a Neutrony*

Neutron je subatomární neutrální částice, proton je kladně nabitá částice a společně tyto částice tvoří nukleony, které jsou součástí atomového jádra. K jejich uvolnění dojde štěpnou reakcí např. jádra uranu. (Beneš et. al., 2022).

### 1.2.6 *Rentgenové záření*

Rentgenové záření je druh záření, které je charakteristické svou krátkou vlnovou délkou  $10\text{ nm} - 1\text{ pm}$  ( $10^{-8} - 10^{-12}\text{ m}$ ). Je velmi podobné gama záření, mají velmi podobné vlastnosti a jsou pro člověka stejně nebezpečné. Zdrojem rentgenového záření je tzv. rentgenka, ta se skládá ze skleněného materiálu a obsahuje katodu a anodu. Tento druh záření je využíván především v medicíně k zobrazení částí těla. Využívá se však i v jiných oborech. Rentgenové záření má velkou pronikavost, jeho energii při vyšetření regulujeme napětím a materiálem anody dle hustoty vyšetřované tkáně v těle. Intenzita rentgenového záření se odvíjí od množství elektronů, které dopadnou na anodu (Pasler, 2021).



Obr. č. 1. Schéma rentgenky

Zdroj: (Beneš et. al., 2015b s. 181)

### 1.2.7 *Účinky ionizujícího záření na člověka*

Účinky ionizujícího záření na člověka spadají dále do historie, v roce 1898 poprvé objevil rentgenové paprsky Wilhelm Conrad Roentgen. Ten bohužel o negativních účincích rentgenového záření neměl tušení a později sám zemřel na rakovinu střeva. Hovoří se také o tom, že koncem padesátých let minulého století se stalo rentgenové záření osudné

zhruba 359 pracovníkům, kteří pracovali s tímto zářením. Byli to většinou lékaři nebo výzkumníci. V letech 1928 se konala konference, která se zabývala právě ochranou pracovníků před rentgenovým zářením.

Nejdůležitější výzkumy, které se zabývaly právě účinkem tohoto záření, jsou z roku 1945, kdy proběhlo atomové bombardování v Hirošimě a Nagasaki. Výzkum byl tedy prováděn na lidech, kteří bombardování přežili. Následující data, která byla důležitá pro zjištění nebezpečnosti záření jsou z roku 1986, kdy došlo k havárii v jaderné elektrárně Černobyl.

V první řadě je nutné zmínit, že závažnost působení ionizujícího záření na člověka nebo na jakýkoliv živý organismus spočívá hlavně v dávce záření, jeho druhu a také době, po kterou byl živý organismus vystaven tomuto záření. Existuje hodnocení, kterým se stanovuje míra závažnosti ozáření. Hodnocení dle United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation ve zkratce UNSCEAR.

Pásma dávek podle UNSCEAR		
Vysoké dávky	Více než ~ 1 Gy	Těžké radiační nehody (např. hasiči v Černobylu)
Střední pásmo dávek	~ 100 mGy až ~ 1 Gy	Pracovníci provádějící sanační práce v Černobylu
Nízké dávky	~ 10 mGy až ~ 100 mGy	Vícefázová počítačová tomografie (CT)
Velmi nízké dávky	Méně než ~ 10 m Gy	Běžné rentgenové snímky (tj. bez použití CT)

Obr. č. 2 Pásma dávek podle UNSCEAR,

Zdroj: (Program OSN pro ochranu životního prostředí, © 2016 Ionizující záření – účinky a zdroje, s. 12)

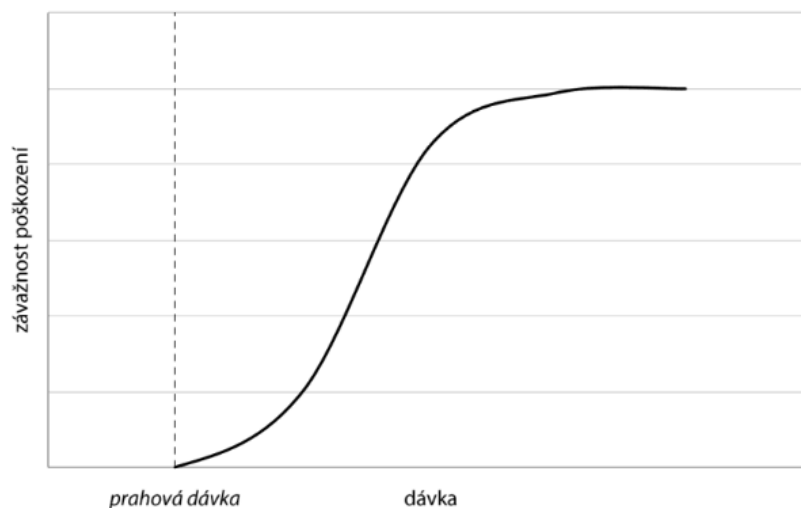
V tabulce je využívána jednotka Gy což znamená Gray. Pokud je dávka větší než 1 Gy jedná se o velmi vysokou dávku záření, tato dávka záření byla vyzařována do okolí například při radiační havárii v Černobylu. Pokud je naopak méně než 10 mGy jedná se o velmi nízkou dávku záření a lze ji přirovnat k lékařským vyšetřením jako je například

rentgenování, vyjma CT vyšetření (Program OSN pro ochranu životního prostředí, © 2016).

Biologické účinky ionizujícího záření dělíme na dva typy, které nazýváme deterministické a stochastické.

a) Deterministické

Jedná se o účinky ionizujícího záření, které jsou tzv. prahové. To znamená, že nad prahovou dávkou typickou pro jednotlivé tkáně se tento deterministický účinek projeví. Projevem může být radiační dermatitida, která se často projevuje mezi 1–24 hodinou, pokud dávka záření, která působí na kůži překročí 2 Gy. Dalším poškozením je katarakta oční čočky, postižení fertility nebo neplodnost. Příkladem deterministického typu při vysokých dávkách je např. akutní nemoc z ozáření.



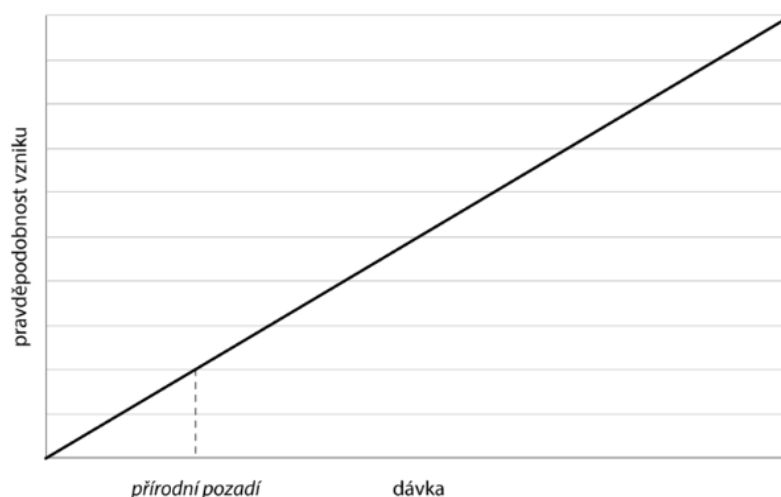
Obr. č. 3. Závažnost deterministických účinků v závislosti na dávce

Zdroj: (Súkupová, 2018 s. 178)

b) Stochastické

Stochastické účinky jsou účinky, které mohou být zaznamenány náhodně nebo si nejsme jisti, zda se objeví. Nesledujeme u nich žádnou prahovou dávku. Mezi projevy těchto účinků, patří především pozdější vznik rakoviny nebo genetické poškození přenesené do další generace. Příkladem těchto účinků je například zvýšený výskyt rakoviny štítné žlázy po jaderné katastrofě v Černobylu. Charakteristické pro tyto účinky je působení záření na buněčnou DNA. Každým

dnem dochází v těle k poškození buněk DNA, příčinou jsou vnější vlivy jako je například záření, chemické látky ale i stárnutí. Tato buněčná poškození jsou však zpravidla rychle rozpoznána a dochází k jejich reparaci bez následků na lidský organismus. Jestliže je poškození takového rozsahu, že k nápravě buněk nedojde, může tato změna vést ke karcinogenezi (Heřman, 2014; Kubinyi et. al., 2018; Súkupová, 2018; Kumar a De Jesus, 2022).



Obr. č. 4. Pravděpodobnost výskytu stochastických účinků v závislosti na dávce  
Zdroj: (Súkupová, 2018 s. 180)

Ionizující záření poškozuje především tkáně, které nejsou proti záření dost odolné. Mezi tyto tkáně řadíme například lymfatickou tkáň, kostní dřeň, epidermis, epitel trávicího ústrojí a jiné tkáně u kterých dochází k rychlému dělení buněk. Citlivé pro záření se stává také embryo, spermatogeneze a reprodukční systém (ovaria) ženy. Proto je důležité zvážit, zda je nevyhnutelné ozařování žen v oblasti malé pánve a pacientů dětského věku. Naopak méně citlivými jsou buňky, u kterých nedochází k dělení. Mezi tyto buňky řadíme například svalové buňky, jaterní buňky (hepatocyty), povrchy kostí aj. Je tedy známo, že ionizující záření působí na buňky v těle a dle radiosenzitivity buněk dochází k jejím zániknutí nebo poškození přímým efektem na vlákna DNA v chromozomech. Pokud dojde působením záření k tomuto zániknutí nebo poškození buněk. Dalším možným poškozením v důsledku záření je tzv. mutace buňky. Velkým rizikem u mutace buněk je vznik rakoviny. Jestliže k mutaci dojde v buňce, která je schopna přenášet genetické informace může být výsledkem dědičná porucha. (Nečas, 2021)

## Působení záření na lidský organismus

### Shrnutí a přehled účinků záření na lidský organismus

Tab. č. 1: Přehled účinků záření u člověka

Časné	Pozdní		
Somatické			Genetické
<ul style="list-style-type: none"><li>• akutní nemoc z ozáření</li><li>• akutní lokální změny</li><li>• akutní radiodermatitida</li><li>• poškození fertility</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• nenádorová pozdní poškození</li><li>• chronická radiodermatitida</li><li>• zákal oční čočky</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zhoubné nádory</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• genetické účinky u potomstva</li></ul>
poškození vývoje plodu			
nestochastické		stochastické	

Zdroj: (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, © 2023)

#### 1.2.8 Časné poruchy způsobené ozářením

Mezi časné poruchy patří především ty, které nastávají hned nebo v krátkém časovém intervalu po ozáření. Jedná se o deterministické účinky. Do časných poruch řadíme popálení kůže, ztráta vlasů, poškození plodnosti. Tyto problémy nastávají tehdy, pokud byly v určitých časových intervalech překročeny prahové dávky záření pro danou tkáň. V tomto případě dochází k úplnému zániku nebo obsáhlému poškození buněk. Pokud by člověk dostal jednorázovou dávku ozáření více než 50 Gy, dojde k smrti v krátkém intervalu od ozáření. Dávky ozáření, které mají i nižší hodnoty než 8 Gy jsou velmi nebezpečné. V tomto případě můžeme hovořit o akutním radiačním syndromu (Program OSN pro ochranu životního prostředí, © 2016).

##### 1.2.8.1 Akutní radiační syndrom

Akutní radiační syndrom dříve nazýván jako nemoc z ozáření je velmi vážný stav. Můžeme ho charakterizovat jako jednorázové ozáření 60% těla, které je vyšší než 1 Gy. Tento syndrom má několik fází. Závažnost syndromu lze odhadnout právě od doby ozáření do objevení prvních příznaků. Tato doba je pro nás velmi důležitá, právě kvůli diagnostice a přibližné zjištění prognózy ozářené osoby. Prvotní příznaky se objevují



v první fázi ozáření, hlavním příznakem je zvracení. Zvracení je často doprovázeno nauzeou, nechutenstvím, bolestí hlavy, zčervenání kůže, pacient je často opocení, má průjem, klesá mu krevní tlak, a naopak se mu zvedá tělesná teplota. Poté dochází k fázi, kdy se objevuje bezpříznakové období nebo minimálně dojde k velkému poklesu příznaků. Po bezpříznakovém období dochází ke kritickému stádiu neboli fázi projevení onemocnění. Poslední fází je rekonvalescence. V této fázi dojde buď k uzdravení ozářeného pacienta nebo naopak k jeho úmrtí. Od roku 2005 byla přijata diagnostika METREPOL, na základě, které jsou hodnoceny čtyři kategorie příznaků. První příznak je hematopoetický, kdy dochází k poškození krvetvorby v kostní dřeni. Druhou kategorií jsou gastrointestinální příznaky, tyto projevy lze zachytit daleko dříve než hematopoetické, dochází především k porušení střevní funkce, která má za následek ztrátu elektrolytů a tekutin. Mezi další dva příznaky řadíme kožní a neurologické. Jako nejzávažnější označujeme neurologické, ty vznikají při silném jednorázovém ozáření. V tomto případě je až 100% úmrtnost. Léčba spočívá především v úlevě od příznaků, kdy jsou podávány analgetika, sedativa aj. Ozářený podstupuje tzv. paliativní péči (Štětina, 2014; Pelclová, 2014).

Tab. č. 2 *Klinické formy a stupně závažnosti ANO vyvolané celkovým zevním relativně rovnoměrným ozářením*

Dávka (Gy)	Klinická forma	Stupeň závažnosti	Prognóza	Mortalita (%)	Doba úmrtí (dny)
0,7–2	dřeňová	I (lehký)	zcela příznivá	0	–
2–4		II (střední)	relativně příznivá	5	40–60
4–6		III (těžký)	poměrně příznivá	50	30–40
6–10		IV (velmi těžký)	zcela nepříznivá	nepříznivá	95
10–20	střevní			100	8–16
20–50	toxemická (cévní)			100	4–7
nad 50	cerebrální			100	1–3

Zdroj: (Havránková, 2020 s. 103)

### 1.2.9 Pozdní poruchy způsobené ozářením

Pozdní poruchy, které jsou způsobeny překročením dávky ionizujícího záření již od 0,5 Gy se mohou objevit za několik měsíců po ozáření nebo dokonce za několik let. Rovněž je však řadíme mezi deterministické projevy. Důležitou roli hraje především závažnost poškozeného orgánu. Pokud dojde k poškození centrálního nervového systému (CNS), dochází u ozářeného k poruše kognitivních funkcí. Mezi kognitivní funkce řadíme paměť, pozornost, schopnost tvorby řeči aj. Dále dochází k poškození motorických funkcí, což je nemožnost plynulého pohybu a vzniku problémů spojených s pohybem. Mezi pozdní poruchy spojené s ozářením řadíme také poruchy gastrointestinálního traktu, poruchy močového ústrojí, kataraktou neboli zákalem oční čočky, ten vzniká již při dávce okolo 6 Gy. Jestliže záření bude mít za příčinu mutaci buněk, může dojít u ozářeného pacienta ke vzniku nádorového onemocnění a hovoříme o stochastickém účinku. Nejčastějším zaznamenaný typ nádorového onemocnění, který je spojen s pozdním ozářením je leukémie, poté následuje nádorové onemocnění štítné žlázy, plic, prsu a kostí. Dále je ozářením nebezpečné také pro mužské a ženské pohlavní buňky, v důsledku působení záření již při dávce 5 Gy může dojít až ke sterilitě (Nečas, 2021).

Tab. č. 3. Charakteristika některých tkání a orgánů z hlediska jejich radiosenzitivity

Citlivost jednotlivých tkání a orgánů na vyvolání rakoviny v důsledku ozáření		
vysoká	střední	nízká
kostní dřeň prs (premenopauzální) štítná žláza (dítě) plíce gonády výstelka střev	žaludek vaječníky tračník močový měchýř kůže	mozek kost děloha ledvina jícen játra

Zdroj: (Kubinyi et. al., 2018 s. 118)

### 1.3 Radiační ochrana

Zásady a pravidla radiační ochrany jsou ukotveny v zákoně 263/2016 Sb., atomový zákon a jeho prováděcích předpisech, např. ve vyhlášce č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.

## 1.4 Principy radiační ochrany

V první řadě je nutné si připomenout, že dávky ionizujícího záření, kterým je vystaven pacient i v lékařství jsou obecně velmi nízké a riziko plynoucí z radiosenzitivity jednotlivých tkání vůči záření je při zobrazovacích metodách v nukleární medicíně nepatrné. Obecně se lékařské ozáření vždy řídí principy, které je nutno od počátku až po ukončení léčby nebo diagnostiky dodržovat.

Prvním principem je **odůvodnění**. Je nutné primárně zjistit, zda pacient tento druh vyšetření již podstoupil v nedávné době nebo někde jinde. Je nutné, aby použití ionizujícího záření bylo pro pacienta přínosné a nebylo bráno jako zbytečné. V první řadě je důležité rozhodnout, zda pacient nemůže podstoupit jiné vyšetření, ve kterém není zatížen ionizujícím zářením. Často lze vyšetření provést pomocí ultrazvuku nebo magnetické rezonance. V některých případech je tato diagnostika nedostačující, a proto se přistupuje k vyšetření pomocí ionizujícího záření. Lékaři nesmí tento princip porušovat ani u pacientů, kteří jsou samoplátci a vyšetření požadují i přesto, že by u nich dané vyšetření nezměnilo průběh nemoci ani léčbu a nepřineslo prokazatelný přínos.

Druhým principem je **optimalizace**. Princip optimalizace je postaven na akronymu ALARA, což znamená „*udržení takové úrovně radiační ochrany, aby ozáření fyzické osoby a životního prostředí bylo tak nízké, jakého lze rozumně dosáhnout při uvážení všech hospodářských a společenských hledisek,*“ (Zákon č. 263/2016 Sb. Zákon atomový zákon).

ALARA byla vytvořena s cílem zajistit, aby byla přijata všechna opatření ke snížení radiační zátěže při akceptování technické a finanční dostupnosti (Frane a Bitterman, 2022; Nagy et. al., 2023).

Hlavním nástrojem pro optimalizaci při lékařském ozáření jsou tzv. **Diagnostické referenční úrovně**. „*Diagnostické referenční úrovně (DRÚ) jsou úrovněmi ozáření, jejichž překročení se při vyšetření dospělého pacienta o hmotnosti 70 kg při použití standardních postupů a správné praxe neočekává.*“ (Věstník MR ČR 2/2016 s. 216).

NDRÚ – Národní diagnostické referenční úrovně pro jednotlivé typy vyšetření jsou stanoveny ve vyhlášce č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.

Každé pracoviště, které provádí lékařské ozáření musí stanovit tzv. **Místní diagnostické referenční úrovně – MDRÚ.**, Místní diagnostická referenční úroveň pro dané vyšetření je stanovena jako průměrná hodnota dávek pro daný typ vyšetření na pracovišti (Petrová et. al., 2021).

Hodnoty, které jsou uvedeny jako MDRÚ jsou průměrné dávky lékařského ozáření, které se vtažují k jednotlivým výkonům prováděným na pracovišti nukleární medicíny. Pokud dojde k odchýlení od uvedené dávky, musí být daná odchylka zaznamenána a poté prošetřena. MDRÚ musí být vždy nižší než NDRÚ. (Petrová et. al., 2021).

Třetím důležitým principem je **nepřekročení limitů**. Limity ozáření v efektivní dávce vyjadřují hodnotu, která je přijatelným rizikem stochastických účinků. Ve veličině ekvivalentní dávka je vyjádřena hodnota, která nesmí být překročena pro odvrácení deterministického účinku. Tyto limity jsou uvedeny ve vyhlášce č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Je nutné však zmínit, že lékařské ozáření (tj. patientské dávky) nepodléhají limitům ozáření, neboť jsou regulovány NDRÚ.

Ve čtvrtém principu je zahrnuto **zajištění bezpečnosti zdroje**. Každý, kdo využívá zdroj ionizujícího záření, je povinen dodržovat zásadní bezpečnostní opatření. Osoba, která je zodpovědná za zabezpečení zdroje ionizujícího záření musí dodržet:

- Zabezpečení radionuklidového zdroje. Zdroj nesmí být přístupný pro osoby, které nemají ke zdroji přístup, aby nedošlo k jeho zneužití.
- Zodpovídá za pracovníka, který má ke zdroji přístup a ověřuje jeho znalosti v oblasti zabezpečení.

Podmínky zabezpečení radionuklidového zdroje jsou stanoveny ve vyhlášce č. 422/2016 Sb., vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Radionuklidový zdroj je nutno pravidelně kontrolovat a zajišťovat jeho technickou bezpečnost. Kontrolou rozumíme měření a hodnocení vlastností zdroje ionizujícího záření

Bezpečnost zdrojů dělíme na fyzickou bezpečnost, zde řadíme zabezpečení zdroje ionizujícího záření proti zneužití, jako je například krádež, terorismus, neúmyslné ozáření. Dále máme provozní bezpečnost. Zdroj ionizujícího záření musí být provozně spolehlivý a jeho provozní vlastnosti stále stejné (Neira a Kelley, 2016; Sůkupová, 2018; Radiační ochrana pro vybrané pracovníky, © 2019).

### 1.4.1 Hodnocení lékařského ozáření

Hodnocení lékařského ozáření je vždy závislé na druhu aplikovaného záření, dávce a také na charakteristice jednotlivých orgánů a tkání. Některé orgány k záření více odolné a některé naopak náchylnější k poškození. Vyšetření, při kterém je využito ionizující záření musí být pro pacienta vždy přínosné.

Většinu pacientů, kteří podstupují vyšetření v nukleární medicíně, při kterém se aplikuje radiofarmakum zajímá jejich konkrétní dávka a zda je pro ně přínosné dané vyšetření podstoupit. K hodnocení odhadu rizika a přínosu se využívá následující tabulka.

Tab. č. 4. Hodnocení rizika při ozáření malými dávkami

Velikost efektivní dávky	Riziko
nižší než 0,1 mSv	Zanedbatelné
0,1 mSv - 1 mSv	Minimální
1 mSv - 10 mSv	Velmi nízké
10 mSv - 100 mSv	Nízké

Zdroj: (Petrová et. al. Hodnocení lékařského ozáření, SÚJB, 2021 s. 9)

### 1.4.2 Veličiny radiační ochrany

Mezi veličiny radiační ochrany řadíme **ekvivalentní dávku** a **efektivní dávku**. Obě tyto veličiny není možné měřit, ale můžeme je monitorovat.

*„Tyto veličiny mají za cíl poskytovat konzervativní odhad hodnoty veličin ochrany vztahených k expozicím (ozáření) nebo potencionálním expozicím osob za převažujících podmínek ozáření.“ (Navrátil a Rosina, 2019 s. 270).*

#### Absorbovaná dávka

*„Absorbovanou dávkou se určuje energie záření vygenerovaná ionizujícím zářením v živé hmotě. Absorbovaná dávka je kvocient z absorbované energie, která je zářením přenesen do hmoty v jednotce objemu, a z množství materiálu s hustotou jednotky objemu. Z hodnot naměřených dozimetrem ve vzduchu lze pak pomocí převodních koeficientů spočítat absorbovanou dávku.“ (Pasler, 2021 s. 29).*

$$D = \frac{dE}{dm}$$

Jednotkou absorbované dávky je 1 gray (Gy) (Pasler, 2021).

**Efektivní dávka** je veličina k hodnocení dávek ionizujícího záření vztažená ke stochastickým účinkům.

Efektivní dávka je vyjádřena v sievertch (Sv)

$$H = Q \cdot D$$

H označujeme jako dávkový ekvivalent, Q jakostní činitel a D jako dávka (Radiobiologie, © 2023).

**Ekvivalentní dávka** je absorbovaná dávka zohledňující biologickou účinnost daného typu ionizujícího záření a vztahuje se ke kvantifikaci deterministických účinků. Jednotkou ekvivalentní dávky je Sievert (Sv) jejími násobky jsou mSv a mikroSv (Navrátil a Rosina, 2019; Státní ústav radiační ochrany, © 2023).

## 1.5 Nukleární medicína

Nukleární medicína zasahuje do konce 40. let minulého století, kdy začala být používána jako samostatný medicínský obor. Charakteristické pro tento druh oboru je diagnostika a léčba prostřednictvím otevřených radioaktivních zdrojů, které jsou pacientovi či vyšetřované osobě aplikovány do těla pomocí radiofarmak. Rozlišujeme dva principy:

### a) Stopovací princip

Tento princip je založený na rozpoznání ionizujícího záření vyzařujícího z těla vyšetřované nebo léčené osoby.

### b) Princip cílené aplikace

Jedná se o podání radioaktivní látky, která má za cíl efektivně působit na vymezený objekt v těle, jako je například tkáň nebo orgán. Tento princip napomáhá léčebným záměrům.

Dnešní nukleární medicína je ojedinělá především tím, že dokáže získat zprávy o stavu vyšetřované osoby, kterou není možné diagnostikovat jinými dostupnými způsoby. Hlavním důvodem je hlavně to, že nukleární medicína sleduje především funkčnost vyšetřovaného místa, metabolické procesy a jiné fyziologické činnosti v místě

diagnostikované části těla. Spousta onemocnění zanechávají na orgánech změny, které jsou již možné diagnostikovat pomocí nukleární medicíny ještě dřív, než dojde k morfologickým změnám. Vyšetření pomocí radionuklidů se výborně doplňuje s ostatními zobrazovacími metodami například magnetickou rezonancí (Kupka et. al., 2015; Kubinyi et. al., 2018).

### ***1.5.1 Jednofotonová emisní výpočetní tomografie – SPECT***

Jednofotonová emisní výpočetní tomografie se řadí mezi zobrazovací metody používané v nukleární medicíně. SPECT je charakteristické tím, že dokáže zobrazit funkčnost jednotlivých orgánů, nebo metabolickou činnost ve vyšetřované části těla. Mezi nejčastější izotopy, které jsou během vyšetření aplikovány jsou  $^{99m}\text{Tc}$  – Technecium,  $^{131}\text{I}$  a  $^{201}\text{Tl}$  – Thalium. Po jejich aplikaci je orgán zobrazován tzv. gama kamerou, která má za úkol registrovat záření, které vychází z pacienta a poté ho vyobrazit na snímku. Tato vyšetřovací metoda lze využít také v oblasti onkologie, kardiologie nebo neurologie. Lékař může zaznamenat tkáně, které jsou špatně okysličené, určit lokalizaci zánětu nebo zobrazit prokrvení mozku, při Alzheimerově chorobě. Aby bylo vyšetření co nejpřesnější SPECT je často doprovázen CT. Počítačová tomografie neboli CT poskytuje anatomické sdělení. Díky kombinaci vyšetření PET/CT je výsledek vyšetření přesnější a detailnější, pomáhá lékařům lépe určit diagnózu (Petrová et. al., 2021; Mohammadi a Akhlaghi, 2022).

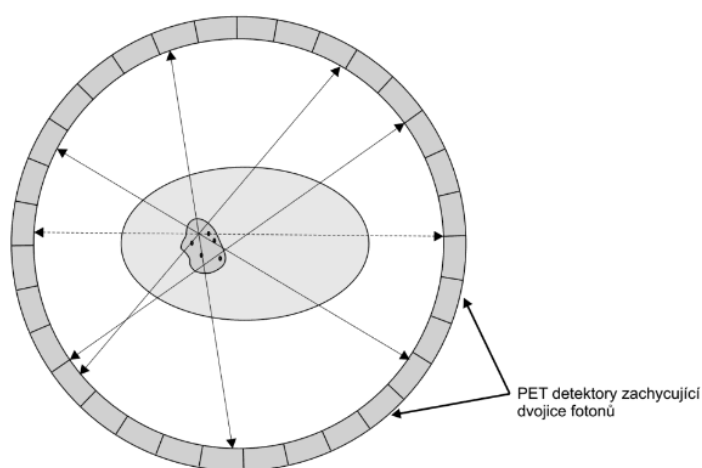
**Výpočetní tomografie – CT** je považována za jednu ze základních zobrazovacích metod a je velmi přínosná v diagnostice. Negativum vyšetření je radiační zátěž, proto se využívá tzv. nízko dávkové CT. Vyšetření se provádí aplikací velmi malého množství radiofarmaka. V důsledku aplikace malého množství radiofarmaka je nižší kvalita snímku, kvalita by však měla být dostačující k diagnostice. Nízko dávkové CT je velmi užitečné právě v oblasti pediatrie, kde je nutná aplikace co nejnižšího množství radiofarmaka nebo u pacientů, kde je nutné vyšetření opakovat vícekrát a snížit tak radiační zátěž, např. u pacientů s intrakraniálním krvácením (WU D et. al., 2020; Malíková, 2022).

### ***1.5.2 Pozitronová emisní tomografie – PET***

Pozitronová emisní tomografie je vyšetření nejčastěji využívané v oblasti neurologie a onkologie. Při vyšetření je do těla aplikováno radiofarmakum. Tento druh radiofarmaka

je biologicky aktivní. Nejčastěji používaný je 18-Fluor, který bývá vázán jako fluorodeoxyglukóza. Aplikovaná radioaktivní látka se začne v těle hromadit ve tkáních, kde dochází k nejvyšší metabolické aktivitě. K detailnějšímu a přesnějšímu výsledku vyšetření je PET často doprovázeno CT (Petrová et. al., 2021).

*„Obecným principem PET je registrace záření emitovaného z pacienta po podání vhodného radiofarmaka. Při přeměně radionuklidu je emitován pozitron (antičástice elektronu), který anihiluje s blízkým elektronem za vzniku dvou fotonů elektromagnetického záření vzdalujících se od sebe po přímce.“ (Orel a Procházka, 2017 s. 98)*



Obr. č. 5 Princip PET

Zdroj: (Orel a Procházka, 2017 s. 99)

## 1.6 Radiofarmaka

Radiofarmaka označujeme jako speciální léčivé prostředky, používány v nukleární medicíně. Napomáhající diagnostikovat vážná onemocnění nebo se podílejí na jejich terapii. Jsou charakteristické svým složením, většinou mluvíme o jednom nebo větším počtu radioaktivních izotopů. Při jejich výrobě, využití, ale také při jakékoliv manipulaci s těmito radiofarmaky je nutné dodržovat přísná opatření pro radiační ochranu. Právě z důvodu vyzařování ionizujícího záření je nutné, aby zdravotnické zařízení, které vyrábí nebo manipuluje s radiofarmaky mělo povolení vydané Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. Důraz je kladen hlavně na zacházení s radiofarmaky dle předpisů. Radiofarmaka můžeme rozlišovat dle délky poločasu přeměny. S dlouhým poločasem



označujeme radiofarmaka, u nichž je poločas rozpadu stanoven na dny až týdny. Tato radiofarmaka můžeme vyrábět ve větším množství. Dalším druhem jsou radiofarmaka s krátkým poločasem přeměny. U tohoto typu radiofarmak dochází k přeměně v řádu hodin, minut nebo sekund a s jejich přípravou se můžeme setkávat přímo na oddělení nukleární medicíny (Kováčik et. al., 2021).

Tab. č. 5 Běžné radionuklidy používané v nukleární medicíně

Mateřské	Poločas rozpadu	Dceřinné	Poločas rozpadu
$^{99}\text{Mo}$	2,75 dnů	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	6 hodin
$^{82}\text{Sr}$	25 dnů	$^{82}\text{Rb}$	1,25 minut
$^{68}\text{Ge}$	288 dnů	$^{68}\text{Ga}$	68 minut
$^{90}\text{Sr}$	28,5 let	$^{90}\text{Y}$	2,67 dní
$^{227}\text{Ac}$	22 let	$^{223}\text{Ra}$	11 dní
$^{81}\text{Rb}$	4,7 hodin	$^{81\text{m}}\text{Kr}$	13 sekund

Zdroj: (Radiopharmacy: An Update, 2019 s. 49)

### 1.6.1 Možnosti aplikace radiofarmak

Radiofarmaka jsou do těla pacienta aplikována různými způsoby v závislosti na vyšetřované oblasti nebo různosti terapie. Vpravení radiofarmaka závisí také na lékové formě, která je pacientovi podána.

#### a) Perorální podání

První způsob je perorální neboli do úst pacienta. Formy těchto perorálních jsou především tuhé, emulze nebo ve formě tekuté. Charakteristické pro tento typ podání je vyšetření jícnu nebo léčba radiojódem. Mnohdy jsou spíše používány tvrdé tablety, které jsou podobné želatinovým tobolkám.

#### b) Intravenózní podání

Druhým způsobem je vpravení radiofarmak injekčně do žilního systému pacienta. Tomuto způsobu říkáme intravenózní a je tak možné pacientovi podat suspenze, pravé roztoky, koloidní suspenze a jiné.

#### c) Inhalační podání

Inhalačním podáním rozumíme jako vpravení radioaktivního plynu nebo aerosolu do dýchacího systému pacienta. (Kubiniy at. al., 2018; Kováčik et. al., 2021)

### 1.6.2 Příprava radiofarmak

Příprava radiofarmak je poněkud komplikovanější hlavně z důvodu ozáření a bezpečnosti personálu, kteří radiofarmaka připravují. Jejich doručení na pracoviště v požadovaný termín musí být předem naplánováno vzhledem k jejich krátkému poločasu rozpadu (tj. 6 hodin u metastabilního izotopu  $^{99m}\text{Tc}$ , který je nejčastěji používaným radionuklidem. Radiofarmaka můžeme zdravotnickým zařízením poskytnout dvěma způsoby. Prvním způsobem je příprava léků u výrobců, kteří tyto druhy léčiv připravují a následně dopraví na oddělení nukleární medicíny. Dalším způsobem je výroba radiofarmak v laboratořích. Tato laboratoř je součástí oddělení nukleární medicíny a musí splňovat veškerá bezpečnostní opatření a řídit se předpisy pro ochranu zdraví před ionizujícím zářením. Příprava radiofarmak se skládá ze čtyř důležitých kroků.

1. Prvním krokem je nutné získat radionuklid, ten můžeme získat třemi způsoby.
  - Radionuklid zhotoven v jaderných reaktorech.
  - Vytvoření radionuklidu pomocí radionuklidového generátoru
  - V Cyklotronu neboli urychlovači těžce nabitých částic
2. Za pomoci radiochemických metod jsou sloučeniny označeny k přípravě. Nejčastěji využívanou je izotopová výměnná reakce. Při této reakci jsou zachovány chemické, ale i biologické vlastnosti radiofarmak. První způsob je perorální neboli do úst pacienta. Formy těchto perorálních jsou především tuhé, emulze nebo ve formě tekuté. Charakteristické pro tento typ podání je vyšetření jícnu nebo léčba radiojódem. Mnohdy jsou spíše používány tvrdé tablety, které jsou podobné želatinovým tobolkám. Výměnná reakce vznikne tehdy, pokud radionuklid stejného prvku nahradí stabilní izotop ve sloučenině. Nejčastěji používaným radionuklidem je technecium. Naším cílem je, aby radionuklid zůstal po vyšetření v těle co nejkratší dobu, proto se nejčastěji používá technecium s krátkým poločasem rozpadu.
3. Třetím důležitým krokem je přeměna sloučenin do požadované lékové formy. Tato přeměna zajišťuje reaktivním látkám a neaktivnímu materiálu přeměnu na léčivý přípravek.
4. Posledním krokem k výrobě léčiv je tzv. kontrola kvality dané lékové formy. Při injekčním podání se kontroluje, zda je injekční roztok čirý, analyzuje se obsah radioaktivních složek, musí být zajištěna jeho sterilita a zejména musí být ověřena

jeho aktivita těsně před podáním. (Kubinyi et. al., 2018; Kováčik et. al., 2021; Beneš et. al., 2022)

### 1.6.3 Aplikované dávky dospělým pacientům

„Aktivita radionuklidu je fyzikální veličina charakterizující intenzitu jeho radioaktivní přeměny“ (Kováčik et. al., 2021 s. 172).

Becquerel (Bq) je jednotka aktivity. *1 becquerel (Bq) odpovídá jedné radioaktivní přeměně za 1 s.* (Beneš, 2015 s. 275). Množství 1 Bq je rovno jednomu radioaktivnímu rozpadu, které označujeme jako extrémně malé množství. V praxi se používají jednotky odvozené např. aktivita hmotnostní (Bq/g), objemová (Bq/ml) nebo molární (Bq/mol).

Aplikovanou aktivitu pacientovi je možno přirovnat například k množství přirozené radioaktivity v potravinách. V tabulce níže je znázorněno množství radionuklidů v běžných potravinách, které každodenně konzumujeme (Neira a Kelley, 2016; Kováčik et. al., 2021).

Tab. č. 6 Množství radioaktivní látky v potravinách

Množství radioaktivity v potravinách	
Banán	0.037 Bq/kg
brazilské ořechy	37–260 Bq/kg
Mrkev	0.02–0.1 Bq/kg
bílé brambory	0.037–0.09 Bq/kg
červené maso	0.02 Bq/kg

Zdroj: (Neira a Kelley, 2016)

### 1.6.4 Aplikované dávky pediatrických pacientů

Vyšetření, které spočívá v podání radioaktivních nuklidů pomocí inhalace, požití nebo injekce na oddělení nebo klinice nukleární medicíny není tak častý jak u dospělých. U dětí jsou nejčastěji vyšetřovány ledviny a pohybový aparát. Aktivity radiofarmak u dětských pacientů jsou znatelně nižší než u dospělého člověka, protože dítě je odlišné velikosti

a má menší orgány i mnohem blíže u sebe než dospělý člověk. K určení potřebné aktivity podaných radiofarmak dětským pacientům slouží dle hmotnostních kategorií doporučení EANM, 2016 - tzv. Dosage Card.

Dávkovací karta shrnuje názory pediatrických a dozimetrických výborů European Association of Nuclear Medicine. První část dávkovací karty je zaměřena na výpočet aktivity podané dětskému pacientovi. Je zde uvedený postup, jak danou aktivitu vypočítat. Jestliže je výsledná aktivita nižší než doporučená, podává se nejnižší možná aktivita. Doporučené aktivity jsou uvedeny pro obvykle používané gama kamery nebo pozitrony emisní tomografie (EANM Pediatric Dosage Card, © 2016; Dickson et. al., 2021).

## Dosage Card (Version 5.7.2016)

### Multiple of Baseline Activity

Weight kg	Class A	Class B	Class C	Weight kg	Class A	Class B	Class C
3	1	1	1	32	3.77	7.29	14.00
4	1.12	1.14	1.33	34	3.88	7.72	15.00
6	1.47	1.71	2.00	36	4.00	8.00	16.00
8	1.71	2.14	3.00	38	4.18	8.43	17.00
10	1.94	2.71	3.67	40	4.29	8.86	18.00
12	2.18	3.14	4.67	42	4.41	9.14	19.00
14	2.35	3.57	5.67	44	4.53	9.57	20.00
16	2.53	4.00	6.33	46	4.65	10.00	21.00
18	2.71	4.43	7.33	48	4.77	10.29	22.00
20	2.88	4.86	8.33	50	4.88	10.71	23.00
22	3.06	5.29	9.33	52-54	5.00	11.29	24.67
24	3.18	5.71	10.00	56-58	5.24	12.00	26.67
26	3.35	6.14	11.00	60-62	5.47	12.71	28.67
28	3.47	6.43	12.00	64-66	5.65	13.43	31.00
30	3.65	6.86	13.00	68	5.77	14.00	32.33

$$A[\text{MBq}]_{\text{Administered}} = \text{Baseline Activity} \times \text{Multiple}$$

- For a calculation of the administered activity, the baseline activity value has to be multiplied by the multiples given above for the recommended radiopharmaceutical class (see reverse).
- If the resulting activity is smaller than the minimum recommended activity, the minimum activity should be administered.
- The national diagnostic reference levels should not be exceeded!

#### Examples:

- $^{18}\text{F}$  FDP-PET Brain, 50 kg: activity to be administered [MBq] =  $14.0 \times 10.71$  [MBq] = 150 MBq
- $^{123}\text{I}$ mIBG, 3 kg: activity to be administered [MBq] =  $28.0 \times 1$  [MBq] = 28 MBq < 37 MBq (Minimum Recommended Activity)  
→ activity to be administered: 37 MBq

### Recommended Amounts in MBq

Radiopharmaceutical	Class	Baseline Activity (for calculation purposes only)	Minimum Recommended Activity <sup>1</sup>
		MBq	MBq
<sup>123</sup> I (Thyroid)	C	0.6	3
<sup>123</sup> I Amphetamine (Brain)	B	13.0	18
<sup>123</sup> I HIPURAN (Abnormal renal function)	B	5.3	10
<sup>123</sup> I HIPURAN (Normal renal function)	A	12.8	10
<sup>123</sup> I mIBG	B	28.0	37
<sup>123</sup> I mIBG	B	5.6	35
<sup>18</sup> F FDG-PET torso	B	25.9	26
<sup>18</sup> F FDG-PET brain	B	14.0	14
<sup>18</sup> F Sodium fluoride	B	10.5	14
<sup>67</sup> Ga Citrate	B	5.6	10
<sup>68</sup> Ga-labelled peptides	B	12.8	14
<sup>99m</sup> Tc ALBUMIN (Cardiac)	B	56.0	80
<sup>99m</sup> Tc COLLOID (Gastric Reflux)	B	2.8	10
<sup>99m</sup> Tc COLLOID (Liver/Spleen)	B	5.6	15
<sup>99m</sup> Tc COLLOID (Marrow)	B	21.0	20
<sup>99m</sup> Tc DMSA	B	6.8	18.5
<sup>99m</sup> Tc DTPA (Abnormal renal function)	B	14.0	20
<sup>99m</sup> Tc DTPA (Normal renal function)	A	34.0	20
<sup>99m</sup> Tc ECD	B	51.8	100
<sup>99m</sup> Tc HMPAO (Brain)	B	51.8	100
<sup>99m</sup> Tc HMPAO (WBC)	B	35.0	40
<sup>99m</sup> Tc IDA (Biliary)	B	10.5	20
<sup>99m</sup> Tc MAA / Microspheres	B	5.6	10
<sup>99m</sup> Tc MAG3	A	11.9	15
<sup>99m</sup> Tc MDP	B	35.0	40
<sup>99m</sup> Tc Pertechnetate (Cystography)	B	1.4	20
<sup>99m</sup> Tc Pertechnetate (Ectopic Gastric Mucosa)	B	10.5	20
<sup>99m</sup> Tc Pertechnetate (Cardiac First Pass)	B	35.0	80
<sup>99m</sup> Tc Pertechnetate (Thyroid)	B	5.6	10
<sup>99m</sup> Tc RBC (Blood Pool)	B	56.0	80
<sup>99m</sup> Tc SestaMIBI/Tetrofosmin (Cancer seeking agent)	B	63.0	80
<sup>99m</sup> Tc SestaMIBI/Tetrofosmin <sup>2</sup> (Cardiac rest scan 2-day protocol min)	B	42.0	80
<sup>99m</sup> Tc SestaMIBI/Tetrofosmin <sup>2</sup> (Cardiac rest scan 2-day protocol max)	B	63.0	80
<sup>99m</sup> Tc SestaMIBI/Tetrofosmin <sup>2</sup> (Cardiac stress scan 2-day protocol min)	B	42.0	80
<sup>99m</sup> Tc SestaMIBI/Tetrofosmin <sup>2</sup> (Cardiac stress scan 2-day protocol max)	B	63.0	80
<sup>99m</sup> Tc SestaMIBI/Tetrofosmin <sup>2</sup> (Cardiac rest scan 1-day protocol)	B	28.0	80
<sup>99m</sup> Tc SestaMIBI/Tetrofosmin <sup>2</sup> (Cardiac stress scan 1-day protocol)	B	84.0	80
<sup>99m</sup> Tc Spleen (Denatured RBC)	B	2.8	20
<sup>99</sup> Tc TECHNEGAS (Lung ventilation) <sup>3</sup>	B	49.0	100

Obr. č. 6 Karta dávek vydaná EANM v roce 2016

Zdroj: (EANM Pediatric Dosage Card, © 2016)

Hlavním cílem je provést co nejkvalitnější vyšetření, za použití malého množství radiofarmaka a absolvování vyšetření co nejkratší dobu. Ke splnění postupů vyšetření je nutné znát přesnou anatomii a fyziologii dítěte, aby byla použita co nejmenší dávka radiofarmak, ale zároveň aby s podaným množstvím bylo možno provést vyšetření co nejkvalitněji (Fahey et. al., 2017).

## **1.7 Národní radiologické standardy v nukleární medicíně**

Národní radiologické standardy v nukleární medicíně jsou zveřejněny ve Věstníku ministerstva zdravotnictví č. 2/2016. Každý standart je rozdělen na části obecné, specifické a radiologickou fyziku.

### **Obecná část**

#### **1. Způsobilost k výkonu povolání zdravotnického pracovníka a jiného odborného pracovníka**

Způsobilost k výkonu je uvedena v zákonech:

- č. 95/2004 Sb. Zákon o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání lékaře, zubního lékaře a farmaceuta
- č. 96/2004 Sb. Zákon o nelékařských zdravotnických povoláních

*Odpovědnost za lékařské ozáření v nukleární medicíně nese osoba dle „§70 odst. 2 zákona 373/2011 Sb. se klinickou odpovědností za lékařské ozáření rozumí odpovědnost za jednotlivá lékařská ozáření, která zahrnuje zejména odůvodnění lékařského ozáření, včetně zhodnocení cílů lékařského ozáření, jeho optimalizaci, klinické hodnocení, praktickou spolupráci s jinými ošetřujícími zdravotnickými pracovníky, popřípadě získávání informací o předchozím poskytování zdravotních služeb, poskytování informací nebo záznamů o provedeném lékařském ozáření jiným indikujícím lékařům nebo aplikujícím odborníkům na jejich žádost a poskytování informací o riziku ionizujícího záření ozařovaným osobám. Nositelem klinické odpovědnosti je aplikující odborník v rozsahu své způsobilosti k výkonu povolání.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 210).*

## **2. Personální zajištění a požadavky na způsobilost k výkonu povolání**

*„Personální zajištění a požadavky na způsobilost k výkonu povolání se řídí platnými právními předpisy (zákon č. 95/2004 Sb. a č. 96/2004 Sb. a č. 372/2011 Sb., vyhláška č. 99/2012 Sb.). Na zajištění radiační ochrany se podílí dohlížející osoba a osoby s přímou zodpovědností ve smyslu zákona č. 18/1997 Sb. a souvisejících vyhlášek.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 210).*

## **3. Účel a definice radiologického standardu**

*„Účelem tohoto dokumentu je poskytnout pracovištím NM ve formě NRS podklady pro vytvoření místních RS pro lékařská ozáření v souladu s ustanovením §71 zákona 373/2011 Sb. a čl. 6 Směrnice Rady 2013/59/ EURATOM.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 210).* Na základě těchto požadavků si jednotlivá pracoviště nukleární medicíny vytvoří své radiologické standardy, které se budou vztahovat na dané místo, personál a přístrojovou techniku na konkrétním pracovišti.

Dle národního radiologického standardu musí být v místním radiologickém standardu popsány *„nutné specifikovat parametry zobrazovacích (scintilační kamery, CT) a měřicích zařízení, na kterých se dané výkony mohou provádět.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 210)*

Standartní výkon je výkon, který je prováděn na pracovišti nukleární medicíny alespoň 10x za jeden rok.

*„NRS v diagnostické NM obsahují pokyny k aplikacím pouze nezbytného množství RF, které zaručuje dostatečnou diagnostickou informaci při co nejnižší radiační zátěži pacienta, v souladu s požadavky § 62 vyhlášky č. 307/2002 Sb. NRS pro lékařské ozáření pomocí RF při terapeutických aplikacích zahrnují pokyny pro ozáření cílového objemu, na který je léčba zaměřena, v rozsahu nezbytném k dosažení požadovaného účinku, přičemž ozáření ostatních tkání má být tak nízké, jakého lze rozumně dosáhnout bez omezení léčby v souladu s požadavky vyhlášky č. 307/2002 Sb.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 210)*

## **4. Struktura NRS**

*„NRS v diagnostické NM mají tyto části:*

- *název diagnostické metody a účel vyšetření,*
- *vybavení pracoviště NM použitý přístroj a vybavení použité při lékařském ozáření v NM,*



- *personální zajištění,*
- *RF, výše a rozmezí aplikované aktivity RF v běžné klinické praxi, diagnostická referenční úroveň,*
- *indikace a kontraindikace,*
- *příprava pacienta, údaje potřebné k provedení vyšetření, preventivní opatření,*
- *vlastní provedení metody,*
- *kontrola kvality výsledku diagnostického ozáření,*
- *uchování informací o diagnostickém lékařském ozáření,*
- *stanovení a hodnocení radiační zátěže dospělé osoby a pětiletého dítěte.*

*NRS při terapeutické aplikaci RF v NM sestávají z těchto částí:*

- *název terapeutického postupu a jeho účel,*
- *pracoviště NM,*
- *přístroje a vybavení použité při lékařském ozáření v NM,*
- *personální zajištění,*
- *RF a rozmezí aplikovaných aktivit RF,*
- *indikace a kontraindikace,*
- *příprava pacienta, údaje potřebné k provedení vyšetření, preventivní opatření,*
- *vlastní provedení postupu terapeutické aplikace RF,*
- *kontrola kvality terapeutického lékařského ozáření,*
- *uchování informace o terapeutickém lékařském ozáření.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 210-211)*

## **5. Požadavky na zobrazovací systémy (scintilační kamery) a nezobrazovací zařízení (detekční systémy s vyhodnocovacím zařízením – počítačem); kontrola kvality**

*„ 5.1 Obecné požadavky. Pracoviště musí být vybaveno přístrojovou technikou v souladu s vyhláškou č. 92/2012 Sb.*

*5.2 Druhy a frekvence provozních zkoušek (kontrola kvality) – provozní zkoušky zobrazovacích a měřicích systémů se uskutečňují dle příslušných SOP a podle doporučení výrobce. Účelem systému pravidelných provozních zkoušek je ověřit, zda parametry přístrojové techniky jsou v přípustné toleranci s výsledky*

*předávacích zkoušek nebo s hodnotami obvykle u přístroje měřenými.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 211)*

Jestliže přístrojová technika nesplní provozní zkouškou dle SOP, musí být vyřazena z provozu a nesmí se již používat.

„5.3 Požadavky na používání měřidel při lékařském ozáření v nukleární medicíně podle zákona č. 18/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 211)

## **6. Požadavky na radiofarmaka, kontrola kvality, diagnostické referenční úrovně a místní diagnostické referenční úrovně**

*„Nakládání s RF i dalšími léčivými přípravky se řídí zákony č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů, a zákonem č. 18/1997 Sb.“ (Věstník MZ č. 2/2016 s. 216)*

## **7. Indikace a kontraindikace**

Indikace k diagnostickému vyšetření nebo k terapii v nukleární medicíně je potřebná, aby indikace splňovala podmínky principů radiační ochrany. Mluvíme zde především o prvních dvou principech – zdůvodnění a optimalizace. Nukleární medicína se musí ohlížet na tzv. indikační kritéria pro zobrazovací metody. Ty jsou uvedeny ve Věstníku MZ ČR 11/2003.

Kontraindikací podání radiofarmak je těhotenství a kojení. Těhotná žena může podstoupit vyšetření jen pokud je to opravdu nutné a není jiná možnost. Velká opatrnost se vztahuje na kojící ženy, musí být v úvahu, zda není možné vyšetření podstoupit v době kdy žena přestane kojit. Těhotné a kojící ženy nepodstupují terapii v nukleární medicíně. (Věstník MR ČR č. 2/2016).

## **8. Požadavky na přípravu pacienta, údaje potřebné k provedení vyšetření nebo léčby, preventivní opatření**

Celková příprava pacienta před vyšetření nebo terapií je rozdělena do tří kroků. Prvním krokem je příprava obecná. Je nutné získat souhlas pacienta s vyšetřením nebo terapií. Dále je nutné zjistit, zda pacientka není těhotná. U některých druhů

vyšetření je nezbytná příprava před vyšetřením, například u vyšetření ledvin (zvýšená hydratace apod.)

Druhým krokem je získání potřebných údajů pro vyšetření. Sběr anamnestických údajů (anamnéza – osobní, rodinná, alergie, prodělané nemoci, chirurgické výkony, farmakologická anamnéza apod.). Poté je nutné prověřit indikační kritéria pro zobrazovací metody dle Věstníku MZ ČR 11/2003.

Posledním krokem jsou preventivní opatření. Důležité je poučení pacienta po výkonu a aplikaci radiofarmak. Jestliže žena dochází na terapii je důležité ji poučit o době odkladu těhotenství (Věstník MR ČR č. 2/2016).

## 9. Vlastní provedení metody

*„Vlastní provedení metody se skládá z těchto kroků:*

- a) ověření dat o vyšetření,*
- b) přesná identifikace pacienta: jméno, příjmení a číslo pojištěnce, není-li tímto číslem rodné číslo*
- c) pacienta, a kód zdravotní pojišťovny,*
- d) poučení pacienta o průběhu a významu vyšetření; získání souhlasu pacienta s vyšetřením;*
- e) anamnéza,*
- f) způsob aplikace RF,*
- g) poloha pacienta při vyšetření a případná součinnost pacienta,*
- h) akvizice scintigramů,*
- i) zpracování obrazu, výpočty parametrů nutných k interpretaci nálezu a vyhodnocení vyšetření,*
- j) vytvoření závěru z vyšetření,*
- k) ch) založení zdravotnické dokumentace,*
- l) likvidace radionuklidy kontaminovaného odpadu po vyšetření.“ (Věstník MR ČR č. 2/2016 s 218).*

## 10. Hodnocení kvality výsledků vyšetření a léčby

*„Při hodnocení kvality výsledku vyšetření se kontroluje:*

- technické provedení (shoda oblasti indikované k vyšetření s polem zabraným na snímku, kontrast obrazu, kvalita obrazu ze statistického hlediska, artefakty aj.),*

- zda byly získány informace, jež povedou ke stanovení diagnózy nebo ke změně dosavadního terapeutického postupu, nebo zda bylo získáno zobrazení tkání potřebné k provedení výkonu.“ (Věstník MR ČR 2/2016 s. 218).

## **11. Neshody**

*„Neshodou je nesplnění specifikovaného požadavku ve vlastnostech, dokumentaci, identifikaci nebo postupu, v důsledku něhož se jakost položky pokládá za neshodnou s danou specifikací. Neshodou je i mimořádná událost, soustavné překračování diagnostické referenční úrovně nebo referenčních úrovní podle programu monitorování, chybná aplikace RF apod.*

*Závažné odchylky od NRS, případně místních RS v diagnostických a terapeutických postupech, zjištěné systematickým ověřováním a hodnocením lékařských postupů v oblasti lékařského ozáření za účelem zlepšení kvality a výsledků péče o pacienty (klinický audit – viz Vyhláška č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů) nebo zjištěné SÚJB, musí být projednány s vedoucím pracovníkem a musí být zajištěna náprava. Neshody zaviněné chybným postupem nebo nedodržením předepsaných nebo kontrolních postupů musí být evidovány a označovány v záznamové dokumentaci.“ (Věstník MR ČR 2/2016 s. 218).*

## **12. Záznamy**

*„Zdravotnická dokumentace v souvislosti s lékařským ozářením podle záznamu o rozsahu poskytnuté nebo vyžádané zdravotní péče obsahuje dle zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování, ve znění pozdějších předpisů, a vyhlášky č. 98/2012 Sb., o zdravotnické dokumentaci, ve znění pozdějších předpisů:*

- jméno, popřípadě jména, příjmení, rodné číslo pacienta, není-li přiděleno, datum narození, adresu místa trvalého pobytu pacienta nebo jinou kontaktní adresu, je-li odlišná od adresy místa trvalého pobytu; - žádost o provedení vyšetření, - písemný souhlas pacienta nebo jeho zákonného zástupce s poskytnutím vyšetřovacího, terapeutického nebo jiného zdravotního výkonu, jestliže povinnost písemné formy souhlasu stanoví zvláštní právní předpis, nebo jestliže s ohledem na charakter zdravotního výkonu byl souhlas v písemné formě zdravotnickým zařízením vyžádán,

- záznam o poskytnutí nebo předepsání léčivých přípravků nebo zdravotnických prostředků, včetně podaného množství
- záznam o předpisu konkrétního RF, o jeho množství a způsobu jeho aplikace (název výkonu, věk, pohlaví a onemocnění pacienta, hmotnost pacienta, druh RF, aplikovaná aktivita RF a způsob jeho aplikace, umožňujících odhad radiační zátěže pacienta při diagnostických a terapeutických aplikacích v NM
- dávek v orgánech a efektivní dávky; tyto záznamy umožní v případě potřeby statistické vyhodnocení údajů o radiační zátěži pacientů a její porovnávání mezi pracovišti) nebo o předpisu lékařského ozáření bez podání RF (např. CT vyšetření) podle příslušného místního RS,
- výsledky vyšetření, včetně grafických, audiovizuálních, digitálních nebo jiných obdobných záznamů těchto vyšetření,
- záznam o vystavení příkazu ke zdravotnickému transportu (pokud byl vystaven), - jméno, popřípadě jména, příjmení, titul a podpis zdravotnického pracovníka, který provedl zápis do zdravotnické dokumentace, datum zápisu.“ (Věstník MR ČR 2/2016 s. 218-219).

### **13. Způsob provedení odhadu a hodnocení radiační zátěže pacienta**

*„Případné provedení odhadu a hodnocení radiační zátěže pacienta probíhá podle NRS RF pod odpovědností klinického radiologického fyzika (vyjma orientačních odhadů zátěže, určených například pro poučení pacienta a konzultace s indikujícími lékaři). Parametry, které je třeba zaznamenat pro pozdější odhad radiační zátěže pacienta při diagnostických a terapeutických aplikacích v NM a které jsou specifikovány v NRS-RF, se uvádějí ve zdravotnické dokumentaci.“ (Věstník MR ČR 2/2016 s.219).*

#### **1.8 Rizika a citlivost dětských pacientů na vyšetření v nukleární medicíně**

Nejčastěji uváděnými riziky jsou rizika dermatózní neboli poškozením kůže, při kterých dochází k buněčné smrti a poškození tkání. Na kůži pacienta můžeme vidět začervenání, vypadávání vlasů nebo také šedý zákal. Avšak při nepřekročení prahové dávky pro deterministické účinky, tato rizika vyloučíme, To je cílem radiační ochrany. Citlivost dětských pacientů k ionizujícímu záření je probíraným tématem. Častou otázkou je, zda má účinnost podávání, tak malého množství radioaktivní látky nějaký vliv na zvýšené riziko tvorby rakovinových buněk v pozdějším věku. To však není známo. Pokud jsou

daná vyšetření prováděny správně a dle předpisů je pro pacienta dané vyšetření daleko přínosnější než braní v úvahu rizika spojené s nimi. Mladší věk je celkově citlivější než normální dospělý pacient, jelikož v dětském těle dochází rychlému dělení buněk. Hlavním důvodem je citlivost některých druhů nádorů, které se vyskytují převážně v dětském věku. Tyto druhy nádorů jsou na záření daleko citlivější než jiné. Děti jsou daleko citlivější na vznik rakoviny štítné žlázy, mozku, kůže, prsu a leukémie. Life Span studie, jedná se o výzkumný program, jejímž úkolem je zkoumání dlouhodobých účinků záření atomové bomby na pozdější výskyt rakoviny. Tento program dělal výzkum u lidí, kteří přežili atomovou bombu v Hirošimě. Z výzkumu vyplývá, že děti, kterým bylo v tu dobu zhruba deset let, jejich radiosenzitivita k radiačnímu záření byla větší než u dospělých jedinců ve věku čtyřicet let a může se u nich objevit rakovina v pozdějších letech. Kromě toho mají děti větší potenciál k delšímu životu než dospělí pacienti.

Při využití zobrazovací metody je zapotřebí brát ohledy na tyto problémy:

- a) Na některé druhy nádorů jsou děti daleko náchylnější než dospělí lidé. K ostatním druhům nádorů však nejsou dostatečné informace, zda by byly děti náchylnější. Zprávy za poslední dobu uvádějí, že by děti mohly být citlivější k ionizujícímu záření dvakrát až třikrát.
- b) Onkologická onemocnění, která vznikla v souvislosti vystavením záření v dětském věku mají za příčinu kratší životnost osob než u lidí, kteří byli vystaveni záření v dospělosti.
- c) Onkologická onemocnění se však mohou několik let skrývat, než propuknou. Například leukémie se objevuje v intervalu do pěti let, ale některé druhy nádorů se mohou objevit až v intervalech desetiletí.
- d) V případě vyšetřování velmi malých dětí nebo kojenců se musí přenastavit aplikovaná radiofarmaka k vyšetření, aby nedošlo k ozáření dítěte vyšší dávkou, než je u tak malého dítěte přijatelné (Neira a Kelley, 2016).

## **1.9 Komunikace s rodiči o rizicích vyšetření za použití radiofarmak**

V posledních letech téma o možných rizicích spojených s vyšetřením dětí metodami nukleární medicíny vzrostl, a proto je důležitá komunikace s rodiči před vyšetřením, aby strach z těchto rizik byl minimalizován. Je důležité, aby lékař nebo radiologický asistent dokázal komunikovat s rodiči dětí a snížil tak jejich obavy z těchto rizik. V naší společnosti se nachází odborníci, kteří mají na záření odlišný názor než veřejnost. Pokud

se rodiče ptají na rizika spojená s vyšetřením nebo na aplikovanou aktivitu radiofarmaka, většinou k ujištění rodičů nestačí, že jsou postupy správné a bezpečné. Důležité je se vcítit do rodin a pochopit jejich obavy z vyšetření. Je podstatné poukázat na důležitost a přínos z daného vyšetření a poskytnutí lékaři informace o diagnóze, díky které může navrhnout efektivní způsob léčby. Rodičům by mělo být vysvětleno, že je použito co nejmenší možné množství radiofarmak a dávka záření je srovnatelná s aplikovanou dávkou při využití rentgenového zařízení. Je důležité, aby rodičům byly sdělovány informace o rizicích spojené s tímto zářením. Odborníci, kteří komunikují s rodinami dětí nebo staršími dětmi před vyšetřením by měli být ve svých odpovědích jednotní, právě z důvodu minimalizování strachu z daného vyšetření. Některé dotazy rodičů je však nutné předávat lékaři nebo radiologickému fyzikovi k podrobnějšímu dovysvětlení.

Bylo by dobré, kdyby rodiče vyšetřovaných dětí měli přístup k informačním brožurám a informacím o vyšetření, protože většina z nich dochází na vyšetření s obavami např. ze zavedení kanyly nebo z radiační zátěže.

Velmi důležitou součástí vyšetření je komunikace s dětmi. S dětmi by měl komunikovat pediatr, radiologický fyzik, nebo radiologický asistent. Komunikace s dětmi od 3. do 15. let je odlišná, musíme brát ohled na věkovou rozdílnost. Vždy je nutné se tomuto kritériu přizpůsobit. U malých dětí je možné použít i hračky, díky kterým je jednodušší malému dítěti vysvětlit postup daného vyšetření. Při tomto vyšetření je důležité, aby byl rodič seznámen se všemi riziky a byla mu vysvětlena celá charakteristika vyšetření, které jeho dítě podstupuje. Hlavním důvodem je fakt, že rodič je zodpovědný za své dítě a bere na vědomí rizika spojená s vyšetřením (Treves, 2014; Neira a Kelley, 2016).

### ***1.9.1 Informovaný souhlas dospělých pacientů***

Pacient podstupující vyšetření nebo léčbu v oblasti nukleární medicíny, kdy jsou aplikovány radiofarmaka je povinen podepsat informovaný souhlas. Pacienta je nutné seznámit s výkonem nebo léčbou a vysvětlit mu daný postup a také rizika, které vyšetření nebo léčba přináší.

Pacient dostane souhlas, který by měl obsahovat tyto části.

- Aplikace radiofarmaka a jeho způsob podání, většinou je radiofarmakum podáváno nitrožilně, výjimečně ho může pacient inhalovat nebo podávat per os.

- Popis jednotlivého vyšetření, které pacient podstupuje. Seznámení s problematikou ionizujícího záření a rizika spojené s ním.
- Rizika spojená s vyšetřením a podáním radiofarmak.
- Příprava pacienta před vyšetřením.
- Poučení o tom, jaká opatření by měl pacient dodržovat po skončení vyšetření.

Důležité je s pacientem komunikovat a seznámit ho s informovaným souhlasem. Pomocť mu pochopit danou problematiku a dovysvětlit mu terminologii obsaženou v souhlase, které nemusí rozumět. Po seznámení se s výkonem, přípravou a riziky je nutné, aby pacient informovaný souhlas podepsal (Kubinyi et. al., 2018).

### ***1.9.2 Informovaný souhlas rodičů dětských pacientů***

Jestliže pacient není starší 18 let je nutné, aby informovaný souhlas podepsal jeho zákonný zástupce. V tomto případě je nutné poučit především rodiče nebo jiného zákonného zástupce o okolnostech spojené s vyšetřením, protože za své dítě zodpovídají. Pokud je již dítě staršího věku nebo již chápe podstatu vyšetření měla by být edukace směřována i k němu (Kubinyi et. al., 2018).

### ***1.9.3 Zásady komunikace s dětskými pacienty***

Důležitým prvkem před zahájením vyšetření je správná komunikace s dětským pacientem. V mnoha případech dochází ze strany rodičů k negativnímu postoji při sdělování informací dítěti. Je důležité komunikovat i s rodiči a ujistit je, že v žádném případě nedojde k ničemu, s čím nebudou souhlasit. Rodičům je důležité vysvětlit, že dítě je v situaci, kdy pociťuje nejistotu a tuší, že se bude něco dít. Proto je důležité, aby se i dítě dostalo do lepší psychické pohody. V mnoha případech jsou rodiče rádi, že personál komunikuje i s dítětem a pomůže jim danou situaci dítěti vysvětlit. Jednou z dalších možností je danou situaci správně vysvětlit rodičům a poté je navést, jak s dítětem komunikovat a celkovou situaci s vyšetřením mu vysvětlit. Tento přístup často zvolí rodiče jejichž děti jsou příliš malé, bojí se zdravotnického personálu nebo jsou nějakým způsobem handicapovaní. Jestliže se setkáme s případem, kdy rodiče nechtějí v žádném případě dítěti podat informace, musíme jejich rozhodnutí respektovat, musíme přistoupit k tomu, že rodiče znají své dítě a vědí co je pro něj správné. Komunikace s dětmi záleží hlavně na jejich věku, proto je nutné ke každému dítěti přistupovat individuálně. Dětský věk rozdělujeme do šesti vývojových období (Plevová a Slowik, 2010).



Komunikace mezi pacientem a odbornými pracovníky probíhá v souladu s Národním radiologickým standardem. Tento standard je uveden ve věstníku č. 2/2016 MZ ČR, tento standard byl aktualizován v roce 2022 ve věstníku č. 14/2022 MZ ČR. Zde jsou uvedeny specifika komunikace snímkování v dětské radiologii.

### **Specifika snímkování v dětské radiologii**

*„RA zjistí komunikaci s pacientem nebo s jeho doprovodem míru pacientovy samostatnosti – zda bude nutná asistence doprovázející osoby, nebo zda pacient vyšetření zvládne sám. Musí být zajištěna bezpečnost dítěte (prevence pádu, úrazu). V případě, že není nutná asistence doprovodu dítěte při snímkování, doprovod není přítomen při snímkování. Je nutné správně vysvětlit, že neúčinné záření je sice zanedbatelné, avšak i v tomto případě platí princip zdůvodnění.“ (Věstník MZ ČR 14/2022 s. 32).*

#### „Snímkování dětí vyžaduje speciální přístup

- *Skiagrafickým vyšetření prochází široká věková škála pacientů – od nezralých novorozenců po dospívající jedince. Důležitá je proto komunikace s malými pacienty i s jejich zákonným zástupcem.*
- *Rodičům/zákonným zástupcům je praktické stručně objasnit účinky IZ a minimalizovat tak radiofobii, uklidnit jejich obavy, a zároveň rodiče/zákonného zástupce použít. Vysvětlení může provést indikující lékař, radiolog, nebo RA v souladu s národními doporučeními [26]. Pokud je to vzhledem k věku dítěte možné a adekvátní, vysvětlí se dítěti, co ho čeká, empaticky se požádá o spolupráci během vyšetření a podobně. S výhodou je užití jednoduchých pokynů, například otoč se k oknu, ke zdi, namísto doprava, doleva a podobně.“ (Věstník MZ ČR 14/2022 s. 32)*

*„[26] Státní úřad pro jadernou bezpečnost: Informační letáky v oblasti lékařského ozáření. Státní úřad pro jadernou bezpečnost – Odbor usměrňování expozic: Radiační ochrana: Informační letáky v oblasti lékařského ozáření [online]. Praha: SÚJB. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacniochrana/lekarske-ozareni/informacni-letaky-v-oblasti-lekarskeho-ozareni>.“*

*(Věstník MZ ČR 14/2022 s. 8)*

## **1.10 Vývojová období dítěte**

### **Novorozenecké období**

Novorozenecké období je charakterizováno od narození do jednoho měsíce života. V tomto období dochází hlavně k adaptaci na prostředí. Dítě žije pomocí reflexů a vrozených způsobů chování. Novorozenec většinu dne prospí a dobu, kdy nespí využívá k uspokojení svých biologických potřeb. I když novorozenec není schopen vnímat spoustu podnětů, důležitou roli v tomto období hraje učení, to mu napomáhá se správně rozvíjet do následujících období. Správnou komunikací v tomto věku je hlavně kontakt s matkou, která by měla být s dítětem, aby se cítilo v bezpečí a bylo klidné (Vágnerová a Lisá, 2021).

### **Kojenecké období**

Jedná se o období od prvního měsíce do třetího roku života. Charakteristické pro toto období je velmi rychlý vývoj. K tomuto vývoji přispívá hlavně mateřská péče, která je přípravou pro další vývojové období, ve kterém dochází k většímu osamostatnění dítěte. Je nutné zdůraznit, že každé dítě se vyvíjí individuálně a vývoj závisí také na spoustě faktorů jako je např. adaptabilita, schopnost učení se, dispoziční základy aj. Hlavním nástrojem pro poznávání okolí je hmat a ústa. Důležitým bodem u kojeneckého období je komunikace, dítě by mělo být doprovázeno komentáři ze strany lidí, které má okolo sebe, mělo by být chváleno za jakékoliv pokroky, projevovat radost. Tato komunikace je velmi důležitá z důvodu, že kojenecké období je přípravou na tzv. řečové období, kde se rozvíjí řeč dítěte a první slova. Okolo sedmého měsíce života se u dětí objevuje tzv. strach z okolních vjemů jako jsou například cizí lidé, strach z cizích věcí aj. Důležité je u dítěte tento strach eliminovat, ukazovat mu věci ze kterých má strach a seznamovat ho s nimi, tak abychom strachu předcházeli a dítě se tak cítilo v bezpečí. Během osmého a devátého měsíce dochází k období objevování, dítě začíná lézt a poznává samo své okolí (Plevelová a Slowik, 2010; Vágnerová a Lisá, 2021).

### **Batolecí období**

Batolecí věk trvá od jednoho roku do tří let. Období je charakteristické velkým rozvojem schopností a dovedností ať už schopnosti pohybové, řečové nebo jiné, které jsou rozvíjeny v tomto období. U dítěte se rozvíjí především samostatnost, dochází k uvolňování vazeb na matku. Z dítěte se stává samostatná osobnost, dochází

k prosazování sebe samo a objevuje svoje limity. Hlavní ukázkou je tím vývoj motorických dovedností, kdy dítě poznává svoje schopnosti pohybu a učí se ovládat svoje tělo. Jedná se o novou zkušenost, kterou dítě neustále opakuje, a tak docílí k zdokonalení pohybových dovedností. K hlavní části motorického vývoje se řadí také schopnost řídit vyměšování. Řečové dovednosti u batolete se velmi rychle rozvíjí, nejprve dojde k porozumění jednoduchých slov, které obsahují jednu nebo dvě slabiky. Začíná chápat jednoduché úkony spojeny s řečí jako je například (paci – paci) nebo chápe zákaz jako je „ne.“ Výskyt prvních slov u dětí je také velmi individuální a souvisí také se spoustu faktorů. U některých dětí se vyskytují první slova již na úplném začátku, což může být přelom kojeneckého a batolecího období. Tyto slova jsou často označovány jako tzv. „žvatlanice“ a po většině případů jim rozumí pouze rodiče. Dítě tak rodičům sděluje své potřeby nebo něco co právě chce. Přibližně v roce a půl dítě zná větší objem slov a chápe jejich význam. Po dokončení druhého roku už zná přibližně dvacet až třicet slov a umí je použít v běžném životě. Ve druhé polovině batolecího období již zná dítě asi 300 slov. Tato slova nejsou nijak složitá. Na konci batolecího období, což je přibližně ve třetím roce života, chce dítě znát souvislosti mezi slovy a tak přichází otázka „a proč?“ (Plevelová a Slowik, 2010; Vágnerová a Lisá, 2021).

### **Předškolní věk**

Předškolní věk trvá od tří let do šesti let, tedy až do nástupu do základní školy. V tomto období je dítě přivedeno do mateřské školy, kterou navštěvuje až do nástupu do základní školy. Důležitou součástí při navštěvování mateřské školy je začlenění jedince do společnosti mezi ostatní děti a dochází tak k socializaci. Hlavními znaky předškoláka jsou především zvýšená schopnost paměti. Dítě se zlepšuje a rozvíjí ve zpracování nových informací a učí se řešit situace, do kterých je dítě přivedeno. Dochází k upevnění emocí a schopnost spolupracovat a prosazovat se ve společnosti. Důležitou roli v tomto období je také přizpůsobovat se pravidlům, které musí dítě dodržovat například v mateřské škole. Dochází k potřebě dobrého rodinného zázemí a přítomnost rodičů, kteří se dítěti plně věnují. Předškolní období je nejdůležitějším obdobím pro vývoj řeči. Řeč je jedním z nástrojů, jak komunikovat s ostatními. Díky řeči se dítě začleňuje do společnosti, ale je ovlivněna různými vlivy jako je například vnímání, společenské prostředí a v neposlední řadě také motorikou. Jednou z velmi podstatných věcí je, že dítě dokáže prolínat řeč s myšlením (Kučera, 2013; Bednářová a Šmardová, 2015).

## **Školní věk**

Školní věk můžeme chápat jako období od nástupu do školy až po ukončení základní školní docházky. Věkové rozmezí školního věku začíná mezi 6. -7. rokem a končí v 15 letech. Vývoj centrálního nervového systému je ukončen již před začátkem tohoto období. Dochází k výraznému rozvoji paměti a představivosti. Období můžeme rozdělit do tří skupin, které nazýváme: mladší školní věk, střední školní věk a starší školní věk.

Mladší školní věk je období trvající od 6 do 12 let. Je to období od nástupu do základní školy zhruba po dokončení prvního stupně povinné školní docházky. Nástupem dítěte na základní školu vzniká v jeho životě radikální změna. Hlavním důvodem je přizpůsobení se školní docházce a adaptace na určitá pravidla, která musí ve škole dodržovat. Pro dané období jsou charakteristické velké bio-psycho-sociální změny.

Střední školní věk je rozmezí od 9 do 11 let. V tomto období se dítě nejlépe adaptuje na určité pohybové aktivity. Dochází k přestupu na druhý stupeň a také k přípravě na dospívání. Dítě je dobře adaptováno na prostředí a získává si místo ve skupině svých vrstevníků.

Starší školní věk neboli tzv. pubescence, je období zhruba do 15 let. V tomto období dochází ke změnám ať už psychickým tak také fyzickým. Dítě se odpoutává od své rodiny (Perič a Březina, 2019; Vágnerová a Lisá, 2021).

### **1.11 Vyšetření dětí v nukleární medicíně**

Nukleární medicína neboli scintigrafická vyšetření mají za úkol pomocí radiofarmak vyšetřit, zda daný orgán, který je vyšetřován má správnou funkci. Zjišťuje se rozklad a rychlost reakcí látek v těle. V pediatrii jsou touto vyšetřovací metodou vyšetřovány především ledviny. Vpravení radiofarmak u dětí a adolescentů je však odlišné od dospělých pacientů. Nejčastěji používané radiofarmakum k vyšetření ledvin je <sup>99m</sup>technecium (<sup>99m</sup>Tc) jedná se o gama zářič. Charakteristické pro tento druh radiofarmaka je poločas rozpadu přibližně 6 hodin (Seeman a Janda, 2021).

Nukleární medicína v oblasti pediatrie má uplatnění v mnoha oborech jako je například kardiologie, onkologie, neurologie, urologie a jiné. V České republice se pomocí nukleární medicíny vyšetřují především ledviny. Nukleární medicína v pediatrii dokáže

zachytit onemocnění v nejranějších stádiích a díky v mnoha případech dítěti lepší prognózu vyléčení. (Fahey at. al., 2017)

### ***1.11.1 Příprava dětí k vyšetření***

Před daným vyšetřením není nutné, aby děti dodržovaly lačnění. Jelikož se jedná o vyšetření ledvin může být dětem před vyšetřením nařízeno zvýšení pitného režimu. Důležitou součástí vyšetření je dle věku příprava dítěte po psychické stránce, aby zvládlo dané vyšetření. Tato příprava je velmi důležitá hlavně z toho důvodu, že statické a dynamické scintigrafie mohou a ve většině případů trvají delší dobu. Pokud však není možná spolupráce s dítětem je nutné použít premedikaci hypnotiky nebo sedativy. Dítě po celou dobu vyšetření může doprovázet rodič nebo jiný rodinný příslušník, který je momentálně pro dítě velkou oporou a pomáhá mu zvládnout průběh vyšetření. Důležitou součástí vyšetření, která bývá pro děti mnohdy více traumatizující, než samotné vyšetření je zavedení intravenózní kanyly. Často je proto zavedena kanyla již na dětském oddělení a s odstupem je provedeno vyšetření, kdy je radiofarmakum zavedeno do intravenózní kanyly. V mnoha případech je také nutné po vyšetření aplikovat diuretikum, což je lék, díky kterému dochází ke zvýšené diuréze neboli močení s následným vyplavením radiofarmaka z těla (Seeman a Janda, 2021).

### ***1.11.2 Dynamická scintigrafie ledvin a statická scintigrafie ledvin***

Důležitou podmínkou **dynamické scintigrafie ledvin** je pacienta před vyšetřením dostatečně hydratovat. Kojenci, kteří jsou pouze kojene většinou postačí před vyšetřením, aby pili každé tři hodiny, tak jak jsou zvyklé. U větších dětí, kteří jsou schopni spolupracovat je standardní půl hodiny až hodinu před vyšetřením podat vyšší množství tekutin, které se odvíjí od hmotnosti dítěte. Pokud větší dítě nespolupracuje nebo z nějakých důvodů není schopné před vyšetřením zvýšit příjem tekutin je možné aplikovat tekutiny intravenózně. Nedostatečná hydratace může mít za příčinu zkreslený výsledek vyšetření. Důvodem špatně provedeného vyšetření může být i příliš naplněný močový měchýř, proto je nutné některé pacienty vyšetřit se zavedeným močovým katetrem, který má za úkol odvést moč z močového měchýře ven. Nejčastěji používaným radiofarmakem k vyšetření ledvin se používá merkaptoacetyltriglycin značený metastabilním techneciem neboli  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG 3. Dalším radiofarmakem, které lze použít je  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA neboli kyselina diethylentriaminpentaoctová jedná se o typ radiofarmaka, které je filtrováno glomerulem. Tím pádem je možné měřit rychlost glomerulární filtrace.

Dále je možné vyšetření relativní funkce, pyelonefritidu, a především renální zjizvení (Seeman a Janda, 2021; Emma a Goldstein, 2022).

Tab. č 7 - NRS dynamické scintigrafie ledvin – radiační zátěž dospělého a dětského pacienta

Scintigrafie ledvin dynamická [ <sup>99m</sup> Tc]-DTPA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,062 močový měchýř	0,0049
Děti 5 let	0,095 močový měchýř	0,009

Scintigrafie ledvin dynamická [ <sup>99m</sup> Tc]-MAG3		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,11 močový měchýř	0,007
Děti 5 let	0,18 močový měchýř	0,012

Zdroj: (Věstník MZ ČR 2/2016 s. 261)

**Statická scintigrafie ledvin** je vyšetření, při kterém je možné zobrazit ložiskové změny na ledvinách. Dokáže zjistit jejich velikost a také přesné umístění. Aplikované radiofarmakum je <sup>99m</sup>Tc-DMSA (Hora a Dolejšová, 2020).

Tab. č. 8 - NRS statická scintigrafie ledvin – radiační zátěž dospělého a dětského pacienta

Scintigrafie ledvin statická [ <sup>99m</sup> Tc]-DMSA		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,18 ledviny	0,0083
Děti 5 let	0,43 ledviny	0,021

Zdroj: (Věstník MZ ČR 2/2016 s. 261)

### 1.11.3 Scintigrafie skeletu

Scintigrafie skeletu je druh vyšetření, které patří do oboru nukleární medicíny. Vyšetření je velmi přínosné k posouzení kosterního systému. Velkým přínosem je v oboru onkologie, kde se používá u pacientů k odhalení výskytu metastáz nebo kostní tumory. Scintigrafie skeletu je používána i u neonkologických onemocněních jako je například bolest kostí neznámého typu, Pagetova choroba, osteomyelitida, metabolická onemocnění, zlomeniny a jiné. Používaným radiofarmakem k vyšetření je <sup>99m</sup>Tc-methylen difosfonát, který je zaveden intravenózně. Po aplikaci radiofarmak se zahajuje

vyšetření zhruba mezi 3-6 hodinou. U dospělého pacienta je prováděn celotělový sken, naopak u dítěte se preferuje statický scintigram (Jenšovský a Džupa, 2018; Montilla-Soler et. al., 2017).

Tab. č. 9 NRS scintigrafie skeletu – radiační zátěž dospělého a dětského pacienta

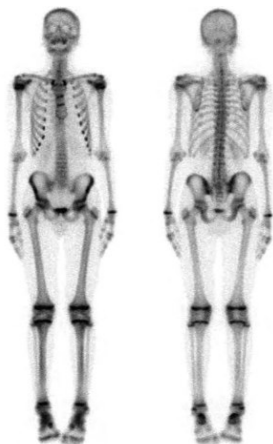
Scintigrafie skeletu [ $^{99m}\text{Tc}$ ]-fosfonáty a fosfáty		
	Orgán s nejvyšší absorbovanou dávkou [mGy/MBq]	Efektivní dávka [mSv/MBq]
Dospělí	0,063 povrchy kostí	0,0057
Děti 5 let	0,22 povrchy kostí	0,014

Zdroj: (Věstník MR ČR 2/2016 s. 285)



Obr. č. 7. Snímek scintigrafie skeletu u dospělého pacienta

Zdroj: (Jenšovský a Džupa, 2018 s. 77)



Obr. č. 8. Snímek scintigrafie skeletu u dětského pacienta

Zdroj: (Jenšovský a Džupa, 2018 s. 77)

## **2 CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA**

### **Cíl práce**

Cílem diplomové práce je:

Zdůraznit důležitost využití ionizujícího záření v medicíně a zjistit jakým způsobem komunikují odborní pracovníci s rodiči a dětmi před zahájením vyšetření nebo léčby v oboru nukleární medicíny.

### **Výzkumné otázky**

Jakým způsobem je věnována pozornost komunikaci rizik aplikovaného ionizujícího záření s rodiči dětských pacientů?

Je tato komunikace dostačující a přínosná nebo pouze formální v rámci naplnění platné legislativy pro lékařské ozáření?



### 3 METODIKA

Ke zpracování teoretické části diplomové práce byla použita odborná literatura, články z odborných časopisů, dostupné elektronické databáze a legislativa. Druhou částí diplomové práce je část praktická. Praktická část je složena ze dvou částí. První částí je dotazníkové šetření, které se řadí mezi kvantitativní formu výzkumu. Po zpracování dotazníku, bylo telefonicky a pomocí emailu osloveno několik pracovišť nukleární medicíny v menších nemocnicích a většina fakultních nemocnic v České republice. Některá z vybraných pracovišť nukleární medicíny výzkumné šetření odmítli. Hlavním důvodem byla většinou vysoká vytiženost pracoviště nebo nízký počet vyšetřovaných dětských pacientů. Výzkumné šetření bylo nakonec zpracováno na jednom oddělení nukleární medicíny. Vytvořené dotazníky byly zaslány na vybrané pracoviště, kde je poté vyplnili rodiče dětských pacientů. Na stejném pracovišti byly také později zpracovány rozhovory s odbornými pracovníky nukleární medicíny. Personál na pracovišti byl velmi ochotný spolupracovat na výzkumném šetření.

Sběr dat byl uskutečněn od října 2022 až do března 2023. Během období bylo zodpovězeno 14 dotazníků, a to rodiči pacientů mladších osmnácti let, kteří za své dítě zodpovídají (dotazník k nahlédnutí viz. Přílohy). Respondenti byli seznámeni s účelem vyplnění dotazníku a následně jeho anonymního zpracování v praktické části diplomové práce. Nízký počet respondentů je z důvodu citlivého tématu, kdy rodiče neměli zájem odpovídat na podané otázky. Hlavním důvodem je však nízký počet vyšetřovaných pacientů na oddělení nukleární medicíny.

Dotazník je složen celkem z 25 otázek. Otázky byly zaměřeny především na informovanost zákonných zástupců dětských pacientů o účincích ionizujícího záření, způsob edukace odbornými pracovníky nukleární medicíny o rizicích spojených s aplikací radiofarmak.

Druhou částí výzkumu diplomové práce jsou rozhovory s odbornými pracovníky na oddělení nukleární medicíny. Byly zpracovány dva rozhovory, kdy jednoho rozhovoru se účastnil lékař, který vyšetřuje pediatrické pacienty na oddělení nukleární medicíny. Druhého rozhovoru se účastnil radiologický pracovník. V rozhovoru bylo zodpovězeno celkem čtrnáct otázek, které se zaměřují především na edukaci rodiče před vyšetřením jejich dítěte a míru porozumění rizik spojených s daným vyšetřením.

První částí výzkumného šetření k diplomové práci je dotazníkové šetření. Výsledky dotazníkového šetření jsou popsány pomocí tabulky a následně grafu, kde jsou znázorněny jednotlivé odpovědi. Pro malé množství výzkumného vzorku byla každá odpověď vyhodnocována zvlášť i když na ni nezodpověděli všichni respondenti.

## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 Dotazníky rodičům

1. Jaké vyšetření Vaše dítě podstupuje?

- a) Statická scintigrafie ledvin
- b) Dynamická scintigrafie ledvin
- c) Scintigrafie skeletu
- d) Jiné (doplňte)

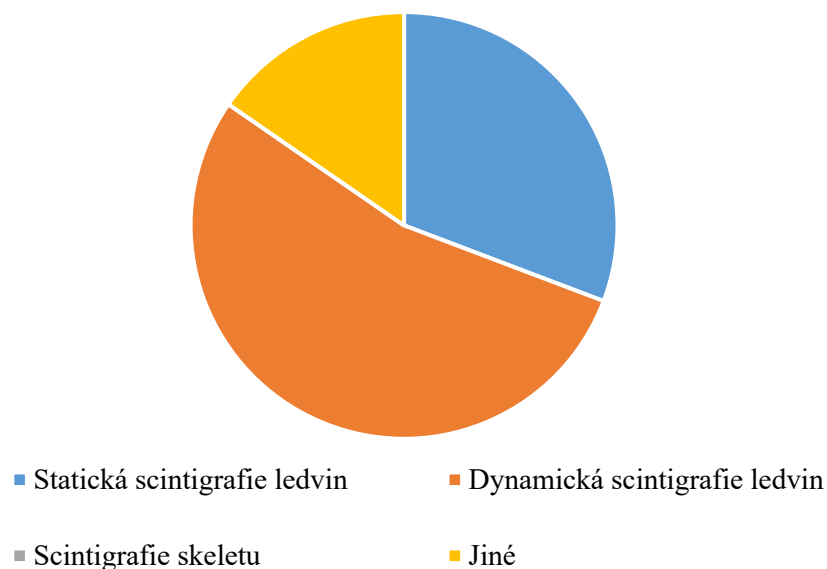
**Zodpovězeno:** 13

**Nezodpovězeno:** 1

Tab. č. 10 Otázka číslo 1

<b>Odpověď</b>	<b>Respondenti</b>	<b>Podíl</b>
Statická scintigrafie ledvin	4	31 %
Dynamická scintigrafie ledvin	7	54 %
Scintigrafie skeletu	0	0 %
Jiné	2	15 %
<b>Celkem</b>	<b>13</b>	<b>100 %</b>

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf. č. 1 Otázka číslo 1

Zdroj: (Vlastní, 2023)

První otázka dotazníkového šetření se zaměřuje na zjištění vyšetření, které dětské pacienty nejčastěji podstupují. Na první otázku odpovědělo 13 rodičů ze 14. Z odpovědí vyplývá, že nejčastějším vyšetřením, které podstupují dětské pacienty je dynamická scintigrafie ledvin, toto vyšetření podstoupilo 7 dětí ze 13 (54 %). Druhým nejčastějším vyšetřením je statická scintigrafie ledvin. Vyšetření podstoupily 4 děti ze 13 (31 %). Scintigrafii skeletu nepodstoupil žádný dětský pacient, který byl zahrnut do výzkumného šetření. Jedno dítě podstoupilo vyšetření jiného typu. Jednalo se o scintigrafii kolen. Jeden z rodičů uvedl, že nebyl informovaný o vyšetření, které jeho dítě podstupuje.

2. Kdo Vás edukoval před vyšetřením? (možno označit více odpovědí)

- a) Lékař pracující na pracovišti nukleární medicíny
- b) Radiologický asistent
- c) Pediatri
- d) Nikdo
- e) Nevím
- f) Informace byla písemná bez komentáře
- g) Jiná odpověď .....

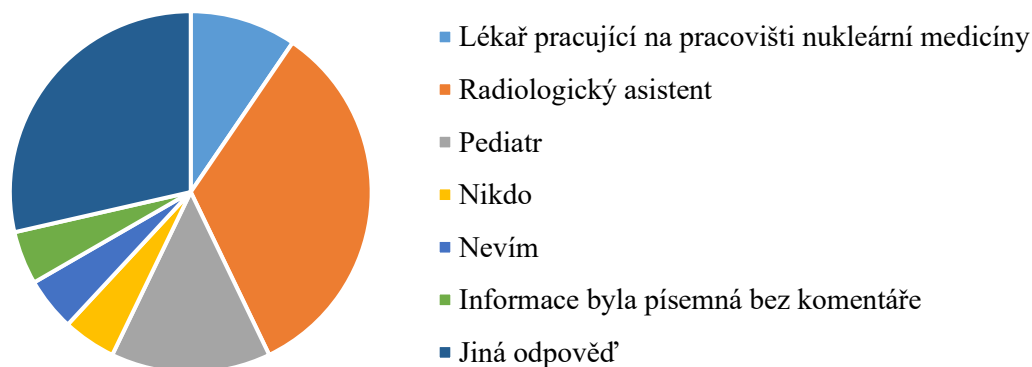
**Zodpovězeno:** 14

**Nezodpovězeno:** 0

Tab. č. 11 Otázka č. 2

Odpověď	Počet odpovědí	Podíl
Lékař pracující na pracovišti nukleární medicíny	2	10 %
Radiologický asistent	7	33 %
Pediatr	3	14 %
Nikdo	1	5 %
Nevím	1	5 %
Informace byla písemná bez komentáře	1	5 %
Jiná odpověď	6	29 %
<b>Celkem odpovědí</b>	<b>21</b>	<b>100 %</b>

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 2 Otázka č. 2

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem druhé otázky v dotazníku bylo zjistit, který odborný pracovník se nejvíce zapojuje do edukačního procesu před vyšetřením. Druhou otázku zodpověděli všichni účastníci šetření (14 účastníků). Účastník měl možnost zakroužkovat více odpovědí, pokud ho edukovalo více odborných pracovníků. Z výsledků vyplývá, že nejčastěji se do edukace zapojuje radiologický pracovník, tuto odpověď zvolilo 7 ze 14 účastníků, celkem tedy (33 %). Druhou nejčastější odpovědí byla možnost jiné, zde účastníci uváděli nejčastěji lékaře, který je na vyšetření zaslal. Nejčastěji to byl nefrolog, urolog a jiné. Třetí nejčastější odpovědí byl pediatr 3 účastníci (14 %), poté lékař pracující na pracovišti nukleární medicíny 2 účastníci (10 %). Jeden účastník uvedl, že neví, kdo ho edukoval, druhý účastník uvedl, že ho needukoval nikdo. Jedna edukace probíhala písemnou formou pomocí informovaného souhlasu.

3. Jak dlouho edukace probíhala? Pokud jste byli poučeni více odborníky, zakroužkujte i čas:

- a) Lékař pracující na pracovišti nukleární medicíny  
2-3 minut 4–6 minut 6–10 minut
- b) Radiologický asistent  
2-3 minut 4-6 minut 6-10 minut
- c) Pediatr  
2-3 minut 4-6 minut 6-10 minut
- d) Nikdo
- e) Jiná odpověď .....  
2-3 minut 4-6 minut 6-10 minut
- f) Písemně, jak dlouho jste listinu četli ..... (doplňte čas)

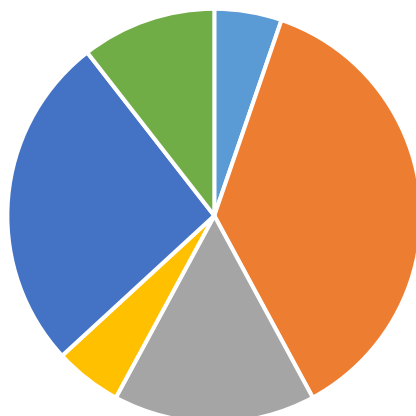
**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 12 Otázka č. 3

<b>Odpověď</b>	<b>dodatečná odpověď</b>	<b>Počet odpovědí</b>	<b>Podíl</b>
Lékař pracující na oddělení NM	2-3 min. (1)	1	5 %
Radiologický asistent	2-3 min. (3) 4-6 min. (3)	7	37 %
Pediatr	4-6 min. (2) 6-10 min. (1)	3	16 %
Nikdo		1	5 %
Jiná odpověď	2-3 min. (2) 4-6 min. (2) 6-10 min. (1)	5	26 %
Písemně	1 min. (2)	2	11 %
<b>Celkem</b>	<b>2-3 min. (6) 4-6 min. (7) 6-10 min. (2)</b>	<b>19</b>	<b>100 %</b>

Zdroj: (Vlastní, 2023)



- Lékař pracující na oddělení NM
- Radiologický asistent
- Pediater
- Nikdo
- Jiná odpověď
- Písemně

Graf č. 3 - Otázka č. 3

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Třetí otázka je zaměřena na dobu, po kterou byl účastník edukován. Opět byla možnost vybrat si z více odpovědí, poté účastník zakroužkoval čas, po který byl vybraným odborníkem edukován. Nejčastější odpověď je 4-6 minut, tuto možnost zodpovědělo 7 účastníků výzkumu, poté následoval čas 2-3 minuty, odpovědělo 6 účastníků výzkumu. Nejdelší čas 6-10 minut zodpověděli pouze 2 účastníci.

Pokud bychom měli jednotlivé časy přiřadit k odborným pracovníkům, tak nejčastějším edukátorem je radiologický asistent, který edukoval v průměru 2-3 minuty a 4-6 minut. Pediater a odborníci, kteří poslali účastníka k vyšetření edukovali 2-3, 4-6 a 6-10 minut.

Poslední možností formy edukace písennou formou, která proběhla u dvou účastníků výzkumu a trvala přibližně 1 minutu. Naopak jednou se objevila odpověď, kdy účastník nebyl edukován vůbec.

4. Byla pro Vás edukace o potřebném vyšetření přínosná?

- a) Ano
- b) Ne

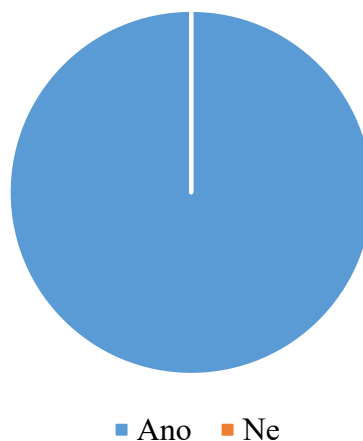
**Zodpovězeno:** 13

**Nezodpovězeno:** 1

Tab. č. 13 – Otázka č. 4

Odpověď	Respondenti	Podíl
Ano	13	100 %
Ne	0	0 %
Celkem	13	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 4. Otázka č. 4

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem čtvrté otázky bylo zjistit, zda pro ně byla edukace přínosná. Na otázku odpovědělo celkem 13 respondentů. Nezodpověděl pouze 1 respondent. Všech 13 (100 %) respondentů se shodli na tom, že pro ně byla edukace přínosná.



5. Porozuměli jste všem slovům, která byla použita během edukace?

- a) Ano, všemu jsem rozuměl/a
- b) Všem slovům jsem nerozuměl/a, ale doptal/a jsem se na jejich význam
- c) Některým slovům jsem nerozuměl/a, ale na význam jsem se neptal/a

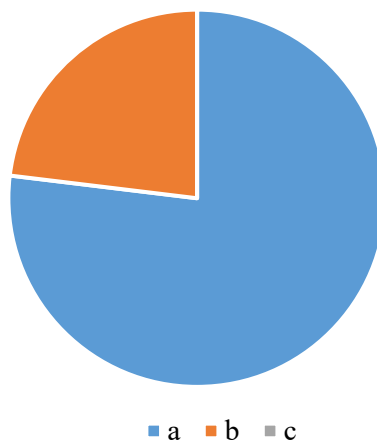
**Zodpovězeno:** 13

**Nezodpovězeno:** 1

Tab. č. 14 Otázka č. 5

Odpověď	Respondenti	Podíl
a	10	77 %
b	3	23 %
c	0	0 %
Celkem	13	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf. č. 5 Otázka č. 5

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka číslo pět je zaměřena především odborné terminologii obsažené v informovaných souhlasech a během edukace. Otázkou bylo, zda respondenti této terminologii rozuměli a pokud nerozuměli, zda se během rozhovoru s odborným pracovníkem doptali na terminologii, které nerozuměli. Na otázku odpovědělo celkem 13 respondentů, 1 respondent neodpověděl. Většina respondentů 10 (77 %) rozuměla všemu co jim bylo řečeno během edukace. Zbylí 3 respondenti (23 %) nerozuměli všemu, ale poté se doptali.

6. Uveďte místo, kde edukace probíhala.

- e) Chodba
- f) Vyšetřovna
- g) Písemně v čekárně

Pokud písemně měl/a jste dostatek času a klidu na přečtení informací?

Ano/Ne (zakroužkujte)

- h) Jiné (doplňte).....

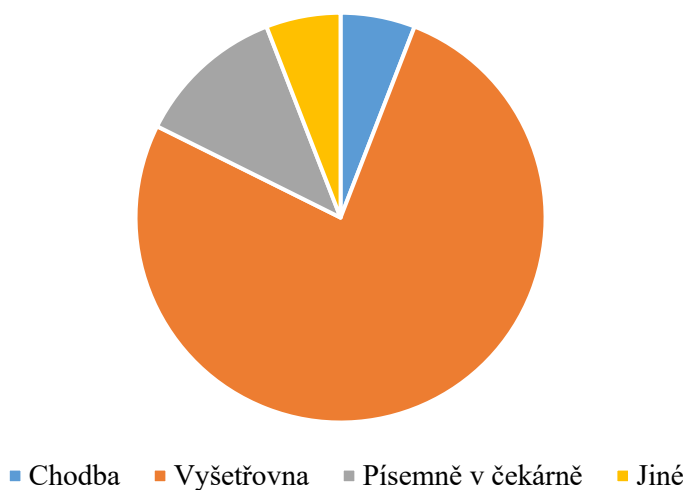
**Zodpovězeno: 13**

**Nezodpovězeno: 1**

Tab. č. 15 Otázka č. 6

Odpověď	Celkem odpovědí	Dodatečná odpověď	Podíl
Chodba	1		6 %
Vyšetřovna	13		76 %
Písemně v čekárně	2	Ano (2) Ne (0)	12 %
Jiné	1		6 %
Celkem	17		100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 6 Otázka č. 6

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky číslo šest bylo zjistit, kde nejčastěji probíhá edukace pacienta a jeho zákonného zástupce. Na otázku odpovědělo celkem 13 respondentů. Někteří respondenti vybrali více míst, kde byli edukováni. Výsledky šetření ukázaly, že nejčastějším místem pro edukaci je vyšetřovna, zde bylo edukováno 13 respondentů (76 %), jako druhým nejčastějším místem byla čekárna, zde byla dodatečná odpověď, zda měli respondenti dostatek času k seznámení se s informovaným souhlasem. U obou odpovědí bylo uvedeno, že měli dostatek času se seznámit s výkonem. Jeden respondent uvedl, že byl edukován na chodbě a jeden přes mobilní telefon.

7. Byl personál schopen vcítit se do vaší situace a porozumět jí?

- i) Spíše ano
- j) Spíše ne
- k) Určitě ano
- l) Určitě ne

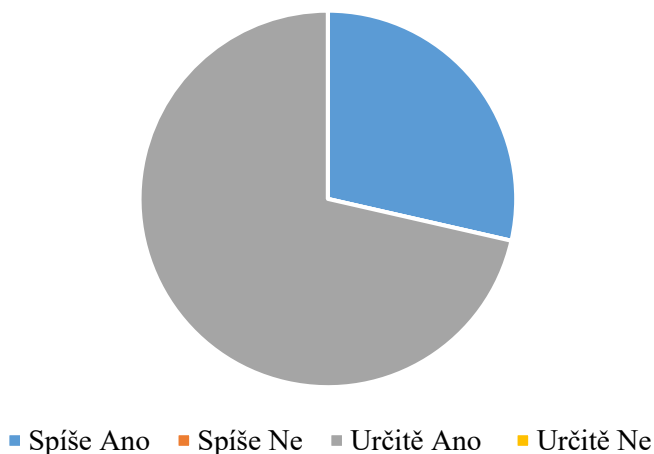
**Zodpovězeno:** 14

**Nezodpovězeno:** 0

Tab. č. 16 Otázka č. 7

Odpověď	Respondenti	Podíl
Spíše ano	4	29 %
Spíše ne	0	0 %
Určitě ano	10	71 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 7 Otázka č. 7

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka číslo sedm je zaměřena na empatii personálu, zda byl schopen se vcítit do jejich situace. Na otázku odpovědělo všech 14 respondentů. Většina respondentů 10 ze 14 (71 %) odpověděli určitě ano a zbylí 4 (29 %) odpověděli, že spíše ano.

## 8. Měli jste obavy podstoupit vyšetření?

- m) Spíše ano
- n) Spíše ne
- o) Určitě ano
- p) Určitě ne
- q) Nevím

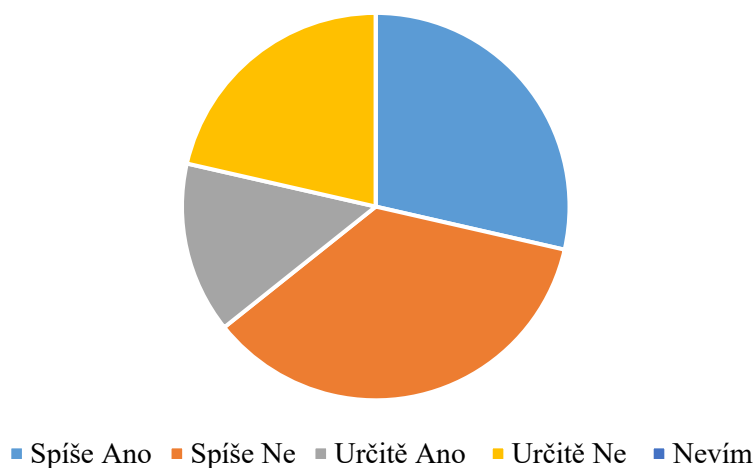
**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 17 Otázka č. 8

Odpo věď	Respondenti	Podíl
Spíše ano	4	29 %
Spíše ne	5	36 %
Určitě ano	2	14 %
Určitě ne	3	21 %
Nevím	0	0 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 8 Otázka č. 8

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky číslo osm bylo zjistit, zda rodiče nebo pacienti měli obavy s podstoupením vyšetření. Na otázku odpovídalo všech 14 respondentů. Výsledky byly různé, malá většina z vyšetření spíše strach neměla 5 respondentů (36 %), 4 respondenti měli spíše strach (29 %). Odpověď určitě ne zodpověděli 3 respondenti (21 %) a 2 uvedli, že mají určitě strach z podstoupení vyšetření (14 %)

9. Měl/a jste strach z radiační zátěže spojené s vyšetřením Vašeho dítěte před informováním?

- a) Spíše ano
- b) Spíše ne
- c) Určitě ano
- d) Určitě ne
- e) Nevím

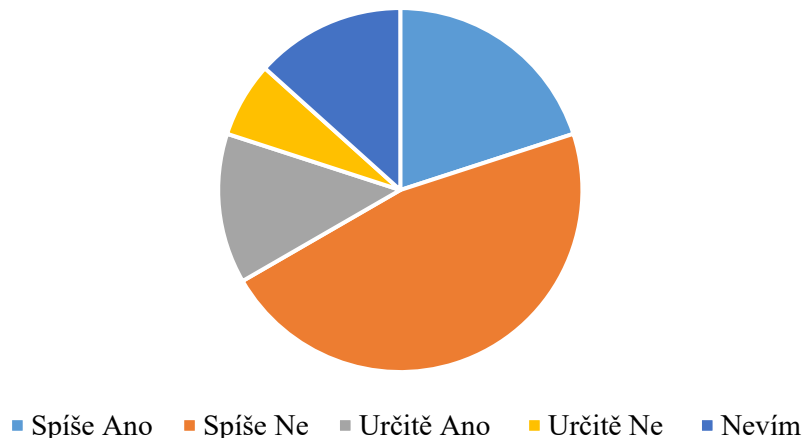
**Zodpovězeno: 13**

**Nezodpovězeno: 1**

Tab. č. 18 otázka č. 9

Odpo věď	Respondenti	Podíl
Spíše ano	3	23 %
Spíše ne	7	54 %
Určitě ano	2	15 %
Určitě ne	1	8 %
Nevím	2	15 %
Celkem	13	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 9 Otázka č. 9

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka číslo devět je zaměřena na strach z radiační zátěže před proběhlou edukací. Na otázku odpovědělo celkem 13 respondentů, 7 (54 %) strach spíše nemělo. „*Spíše ano*“ odpověděli 3 respondenti (23%) a „*určitě ano*“ odpověděli 2 (15 %). Zbytek respondentů nevědělo 2 (15 %) a 1 (8 %) strach vůbec neměl.

10. Pokud ano, zmírnila Vaše obavy edukace?

- a) Spíše ano
- b) Spíše ne
- c) Určitě ano
- d) Určitě ne

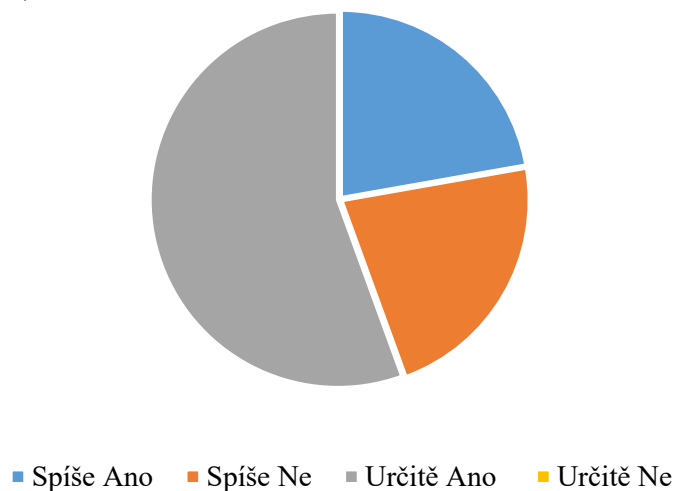
**Zodpovězeno: 9**

**Nezodpovězeno: 5**

Tab. č. 19 otázka č. 10

Odpo věď	Respondenti	Podíl
Spíše ano	2	22 %
Spíše ne	2	22 %
Určitě ano	5	56 %
Určitě ne	0	0 %
Celkem	9	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 10 Otázka č. 10

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky číslo deset bylo zjistit, zda po proběhlé edukaci byly zmírněny obavy z vyšetření. Na otázku odpovědělo 9 z 13 respondentů. Pět respondentů odpovědělo, že jejich obavy byly určitě zmírněny (56 %), další 2 respondenti se přiklání k odpovědi spíše ano (22 %) a zbylí 2 uvedli, že edukace je spíše neuklidnila (22 %).

11. Bylo Vám vysvětlena radiační zátěž a srovnání například s přírodním pozadím, zátěži při letu letadlem nebo na jiném příkladu?

- a) Ano, vše mi bylo vysvětleno
- b) Ne, nikdo mi nic nevysvětlil
- a) c) Ano, ale vysvětlení bylo nedostačující

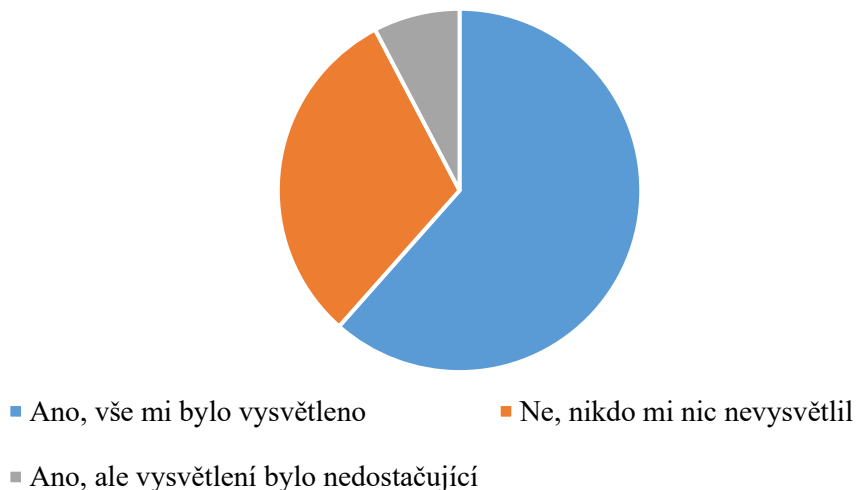
**Zodpovězeno:** 13

**Nezodpovězeno:** 1

Tab. č. 20 Otázka č. 11

Odpověď	Respondenti	Podíl
Ano, vše mi bylo vysvětleno	8	62 %
Ne, nikdo mi nic nevysvětlil	4	31 %
Ano, ale vysvětlení bylo nedostačující	1	8 %
Celkem	13	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 11 Otázka č. 11

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka číslo jedenáct je zaměřena na srovnání radiační zátěže s přírodním pozadím a zda tohle přirovnání používají odborní pracovníci během edukace. Na otázku odpovědělo 13 respondentů, kdy 8 (62 %) z nich tvrdí, že ano a bylo jim vše vysvětleno. Zbylí respondenti zvolili odpověď ne, nikdo mi nic nevysvětlil 4 (31 %) a 1 (8 %) uvedl, že ano, ale vysvětlení bylo nedostačující.



12. Rozuměl/a jste tomuto srovnání?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Jen trochu

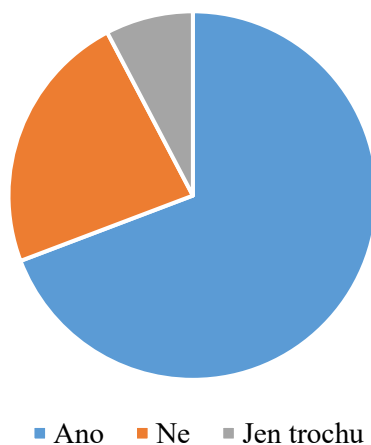
**Zodpovězeno: 13**

**Nezodpovězeno: 1**

Tab. č. 21 Otázka č. 12

Odpověď	Respondenti	Podíl
Ano	9	69 %
Ne	3	23 %
Jen trochu	1	8 %
Celkem	13	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 12 Otázka č. 12

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky bylo zjistit, zda předchozí srovnání radiační zátěže s přírodním pozadím bylo srozumitelné. Na otázku odpovědělo 13 respondentů, 9 (69 %) z nich uvedlo, že srovnání rozuměli. Zbýlí 3 (23 %) respondenti uvedli, že srovnání nerozuměli a 1 (8 %) uvedl, že rozuměl jen trochu.

13. Měl/a jste dostatečný čas k přečtení a porozumění informovaného souhlasu s vyšetřením?

- a) Ano
- b) Ne

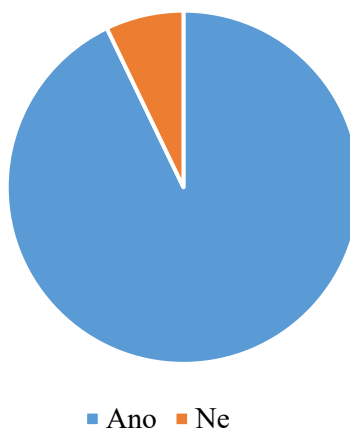
**Zodpovězeno:** 14

**Nezodpovězeno:** 0

Tab. č. 22 Otázka č. 13

Odpověď	Respondenti	Podíl
Ano	13	93 %
Ne	1	7 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 13 Otázka č. 13

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky číslo třináct je, zda měli respondenti dostatek času seznámit se s informovaným souhlasem a informacemi obsaženými v něm. Na otázku odpověděli všichni respondenti, kdy 13 (93 %) uvedlo, že měli dostatek času si informovaný souhlas přečíst a seznámit se s informacemi, 1 (7 %) respondent uvedl, že měl nedostatek času si informovaný souhlas přečíst.

14. Dohledával/a jste si informace po skončení edukace? Pokud ano kde:

- a) Internet
- b) Knihy
- c) Jiné: (doplňte).....
- d) Informace jsem nedohledával/a

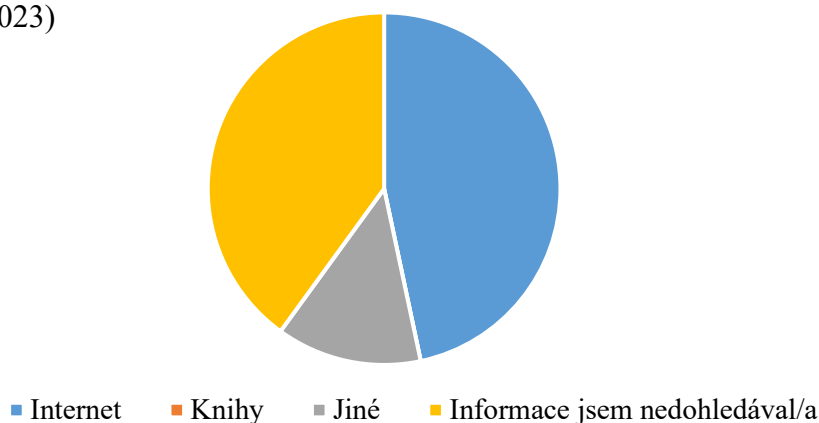
**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 23 Otázka č. 14

<b>Odpověď</b>	<b>Respondenti</b>	<b>Podíl</b>
Internet	7	50 %
Knihy	0	0 %
Jiné	2	14 %
Informace jsem nedohledával/a	6	43 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 14 Otázka č. 14

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka čtrnáct se zaměřuje na to, kde respondenti nejčastěji získávali informace o vyšetření. Na otázku odpověděli všichni respondenti. Polovina z nich 7 (50 %) respondentů uvedlo, že informace nejčastěji vyhledávali na internetu. Dalších 6 (43 %) respondentů odpovědělo, že si informace nedohledávali. Jeden z respondentů, co vybral možnost, „jiné“ uvedl, že znal informace již z předchozího vyšetření.

15. Bylo Vám vysvětleno, co jsou radiofarmaka?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Ano bylo, ale už si to nepamatují

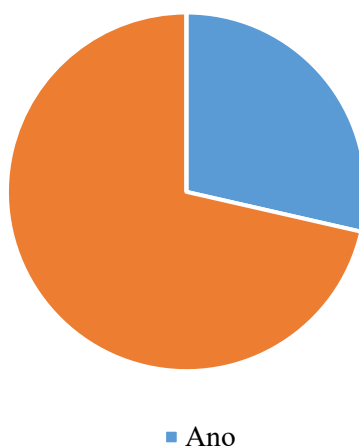
**Zodpovězeno:** 14

**Nezodpovězeno:** 0

Tab. č. 24 Otázka č. 15

<b>Odpověď</b>	<b>Respondenti</b>	<b>Podíl</b>
Ano	4	29 %
Ne	10	71 %
Ano bylo, ale už si to nepamatují	0	0 %
<b>Celkem</b>	<b>14</b>	<b>100 %</b>

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 15 Otázka č. 15

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky číslo patnáct bylo zjistit, zda respondenti vědí, co jsou radiofarmaka. Na otázku odpovědělo 14 respondentů, kdy 10 (71 %) odpovědělo, že neví, co jsou radiofarmaka a zbylí 4 (29 %) uvedlo, že vědí, co jsou radiofarmaka.

16. Byl/a jste seznámena s riziky spojenými s vyšetřením jako je například modřina nebo zánět v místě vpichu radiofarmak?

- a) Asi ano
- b) Asi ne
- c) Určitě ano
- d) Určitě ne
- e) Už si to nepamatuji

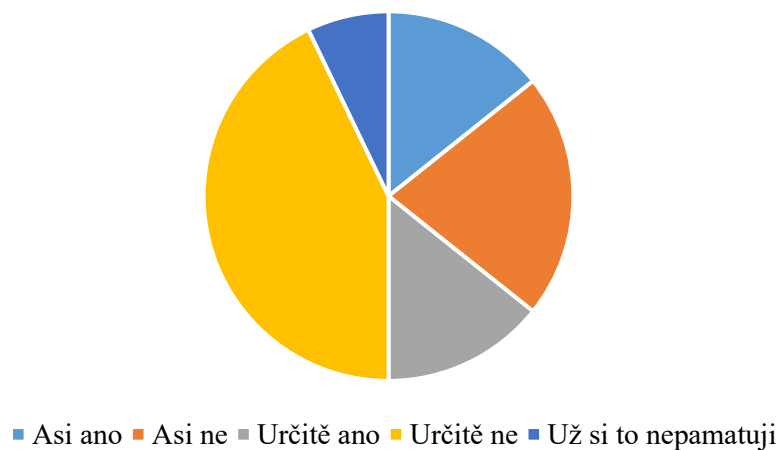
**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 25 Otázka č. 16

Odpověď	Respondenti	Podíl
Asi ano	2	14 %
Asi ne	3	21 %
Určitě ano	2	14 %
Určitě ne	6	43 %
Už si to nepamatuji	1	7 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 16 Otázka č. 16

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka číslo šestnáct je zaměřena především na informovanost o rizicích spojených s aplikací radiofarmak. Na tuto otázku odpovědělo všech 14 respondentů, kdy 6 (43 %) uvedlo, že určitě ne. Další 3 (21 %) uvedlo že asi ne. Zbylí 2 (14 %) odpověděli „asi ano“ a 2 (14 %) uvedli, že určitě ano. Informaci si nepamatuje 1 (7 %) respondent.

17. Bylo Vám vysvětleno, jak po skončení vyšetření zacházet s kontaminovaným odpadem v domácím prostředí jako jsou například pomočené pleny dítěte?

- a) Ano
- b) Ne

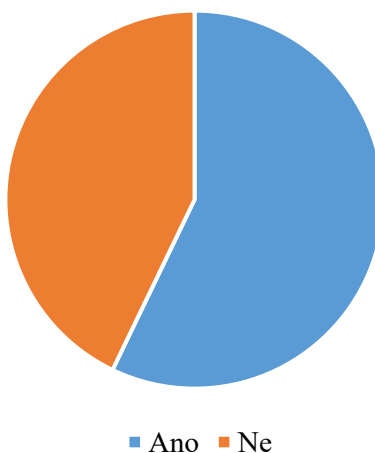
**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 26 Otázka č. 17

Odpověď	Respondenti	Podíl
Ano	8	57 %
Ne	6	43 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 17 Otázka č. 17

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka číslo sedmnáct byla zaměřena na chování po proběhlém vyšetření. Na otázku odpovědělo všech 14 respondentů, 8 z nich uvedlo, že byli informováni o tom, jak zacházet s kontaminovaným materiálem. Zbýlých 6 (43 %) uvedlo, že s tímto opatřením seznámeni nebyli.

18. Byl/a jste informován/a o pravidlech kontaktu Vašeho dítěte s ostatními osobami po skončení vyšetření?

- a) Ano, byl/a jsem informován/a ústně a stvrdil/a do zdravotní karty podpisem
- b) Ne, nikdo mě o těchto pravidlech neinformoval
- c) Podepsal/a jsem převzetí písemné informace

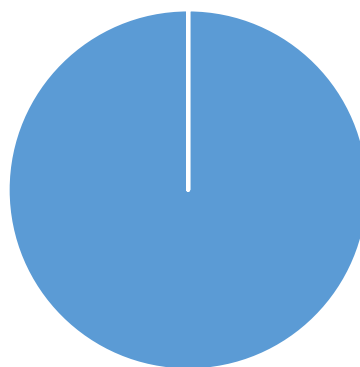
**Zodpovězeno:** 14

**Nezodpovězeno:** 0

Tab. č. 27 Otázka č. 18

Odpověď	Respondenti	Podíl
Ano, byl/a jsem informován/a ústně a stvrdil/a do zdravotní karty podpisem	14	100 %
Ne, nikdo mě o těchto pravidlech neinformoval	0	0 %
Podepsal/a jsem převzetí písemné informace	0	0 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



- Ano, byl/a jsem informován/a ústně a stvrdil/a do zdravotní karty podpisem
- Ne, nikdo mě o těchto pravidlech neinformoval
- Podepsal/a jsem převzetí písemné informace

Graf č. 18 Otázka č. 18

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky číslo osmnáct bylo, zda respondenti byli poučeni o kontaktech s osobami po vyšetření. Na otázku odpověděli všech 14 respondentů a všichni odpověděli, že byli informováni o těchto pravidlech.



19. Byly Vašemu dítěti před vyšetřením podány léky na zklidnění?

a) Ano

b) Ne

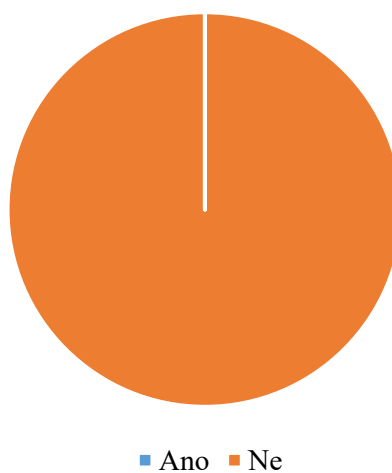
**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 28 Otázka č. 19

<b>Odpověď</b>	<b>Respondenti</b>	<b>Podíl</b>
Ano	0	0 %
Ne	14	100 %
<b>Celkem</b>	<b>14</b>	<b>100 %</b>

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 19 Otázka č. 19

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka číslo devatenáct je zaměřena na zjištění, zda byly dítěti podány léky na zklidnění. Na otázku odpověděli všichni respondenti a všech 14 (100 %) respondentů také odpověděli, že v jejich případě nebyly podány léky na zklidnění.

20. Jak dlouho probíhalo vyšetření, které Vaše dítě podstoupilo?

- a) 25–45 minut
- b) 46–60 minut
- c) déle než 60 minut

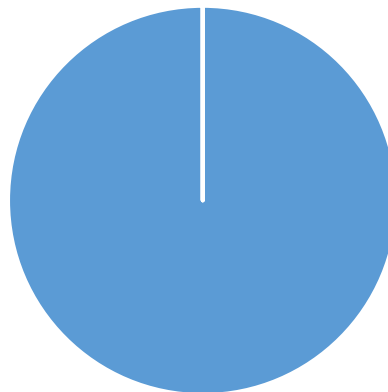
**Zodpovězeno:** 13

**Nezodpovězeno:** 1

Tab. č. 29 Otázka č. 20

Odpověď	Respondenti	Podíl
25–45 minut	13	93 %
46–60 minut	0	0 %
déle než 60 minut	0	0 %
Celkem	13	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



■ 25-45 minut ■ 46- 60 minut ■ déle než 60 minut

Graf č. 20 Otázka č. 20

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky bylo zjistit po jakou dobu nejčastěji vyšetření trvá. Na otázku odpovědělo všech 14 respondentů. Všichni respondenti 13 (100 %) uvedli, že vyšetření trvalo v rozmezí 25–45 minut. Jeden z respondentů uvedl, že vyšetření trvalo 5 minut (tato možnost nebyla v nabídce).

21. Absolvovali jste vyšetření poprvé nebo opakovaně?

- a) poprvé
- b) opakovaně

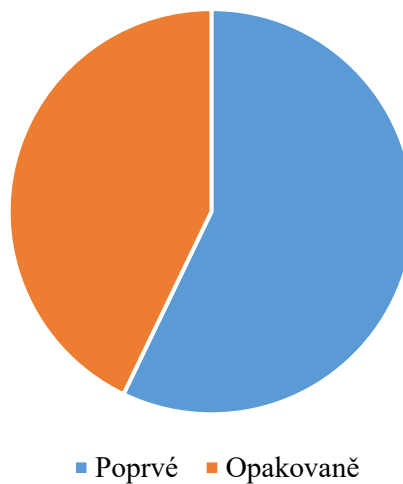
**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 30 Otázka č. 21

Odpověď	Respondenti	Podíl
Poprvé	8	57 %
Opakovaně	6	43 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 21 Otázka č. 21

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky dvacet jedna bylo zjistit, zda děti podstupují vyšetření poprvé nebo opakovaně. Na otázku odpověděli všichni respondenti (14), 8 respondentů (57 %) uvedlo, že podstupují vyšetření poprvé. Zbýlých 6 (43 %), již vyšetření absolvovalo.

22. Chyběly Vám během edukace některé informace, které byste potřebovala dovysvětlit?

- a) Určitě ano, uveďte, které informace: .....
- b) Žádné informace mi nescházely, neměl/a jsem o více zájem
- c) Vše mi bylo dostatečně vysvětleno v potřebném rozsahu

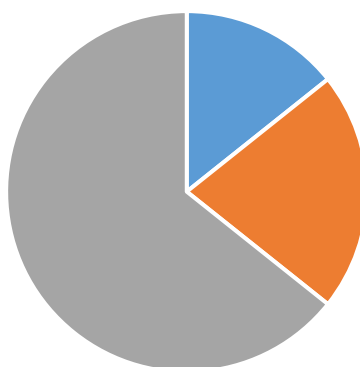
**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 31 Otázka č. 22 + dodatečné informace k odpovědi a)

Odpověď	Respondenti	Podíl
Určitě ano, uveďte, které informace:	2	14 %
Žádné informace mi nescházely, neměl/a jsem o více zájem	3	21 %
Vše mi bylo dostatečně vysvětleno v potřebném rozsahu	9	64 %
<b>Celkem</b>	<b>14</b>	<b>100 %</b>
<b>Dodatečné informace k odpovědi a)</b>		
Vše		
Detailní postup vyšetření		
Možné komplikace		
Více informací o záření pro organismus dítěte		

Zdroj: (Vlastní, 2023)



- Určitě ano, uveďte, které informace:
- Žádné informace mi nescházely, neměl/a jsem o více zájem
- Vše mi bylo dostatečně vysvětleno v potřebném rozsahu

Graf č. 22 Otázka č. 22

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky dvacet dva bylo zjistit, zda se respondenti během edukace dozvěděli všechny potřebné informace k vyšetření, které dítě podstupuje. Jestliže jim informace scházely, bylo možné uvést které. Na otázku odpověděli všichni respondenti (14). Respondenti 9 (64 %), zvolili odpověď, „*Vše mi bylo dostatečně vysvětleno v potřebném rozsahu,*“ 3 respondenti (21 %) uvedli, že edukace byla dostačující a nemuseli se doptávat na žádné podrobnější informace. Informace, které scházely 2 (14 %) respondentům byl detailní postup vyšetření, komplikace spojené s vyšetřením, více informací o záření pro organismus dítěte. Jednou bylo uvedeno, že chyběly všechny informace.

23. Co byste doporučil/a zdravotnickému zařízení nebo si přál/a, aby bylo ještě učiněno pro zajištění Vašeho komfortu i klidu dítěte v rámci reálných možností?

**Zodpovězeno:** 5

**Nezodpovězeno:** 9

Tab. č. 32 Otázka č. 23

<b>Odpovědi</b>
1. Lékař(ka) by se měl s rodiči v klidu posadit a vyšetření lépe objasnit, případně zodpovědět dotazy rodiče, informace o zákroku jsem dostala ale v neucelené formě – část osobně od asistenta, část po telefonu, zbytek jsem si dohledala sama. Personál byl ale velmi hodný a vstřícný.
2. Zkrácení čekací doby v čekárně (55 minut) na aplikaci látky. Doporučila bych mluvit s pacientem a informovat rodiče o zákroku.
3. Jsou tu úžasné sestry
4. Nic – vše bylo dostačující a milé a klidné
5. Vše v pořádku – příjemný a ochotný personál

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Cílem otázky dvacet tři bylo nechat respondentům prostor pro vyjádření, co by mohlo zdravotnické zařízení udělat, aby byl pro děti a rodiče během vyšetření zajištěn ještě větší komfort. První dvě odpovědi jsou ze strany respondentů zaměřeny na nedostatky, které respondenti zaznamenali po dobu vyšetření.

Ve zbylých odpovědích respondenti uváděli pozitiva zařízení a sdělili, že je vše v pořádku.

24. Je Vaše dítě dívka nebo chlapec (zakroužkujte)

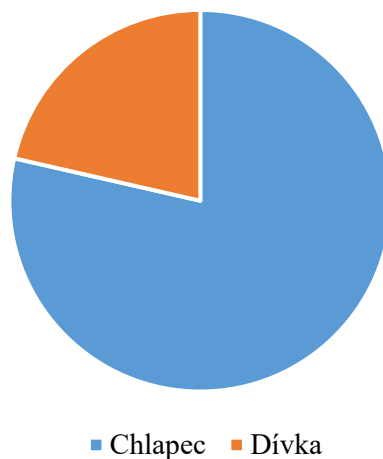
**Zodpovězeno:** 14

**Nezodpovězeno:** 0

Tab. č. 33 Otázka č. 24

<b>Odpověď</b>	<b>Respondenti</b>	<b>Podíl</b>
Chlapec	11	79 %
Dívka	3	21 %
Celkem	14	100 %

Zdroj: (Vlastní, 2023)



Graf č. 24 Otázka č. 24

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Otázka číslo dvacet čtyři poukazovala na to, zda vyšetření podstupují spíše chlapci nebo dívky. Na otázku odpověděli všichni respondenti (14). Většina respondentů 11 (79 %) zvolili možnost chlapec, zbylí respondenti 3 (21 %), uvedli dívku.

25. Věk dítěte .....

**Zodpovězeno: 14**

**Nezodpovězeno: 0**

Tab. č. 34 Otázka č. 25

<b>Věk dítěte</b>		
7 týdnů	4 roky	9 let
4 měsíce	5 let	11 let
5,5 měsíce	6 let	13 let
1 rok	7 let	14 let
4 roky	8 let	

Zdroj: (Vlastní, 2023)

Poslední otázkou v dotazníkovém šetření bylo uvést věk dítěte. Věk vyplnilo všech 14 respondentů. V tabulce č. 31 můžeme vidět, že věk nejmladšího dítěte, které vyšetření podstoupilo je malý a vyšetření se provádí u dětí již od útlého věku.



## 4.2 Rozhovory s pracovníky nukleární medicíny

Součástí výzkumné části diplomové práce jsou dva rozhovory s odbornými pracovníky. Rozhovoru se účastnil radiologický asistent a lékař nukleární medicíny. Oba rozhovory obsahovaly celkem čtrnáct otázek. Všechny otázky byly zodpovězeny. Rozhovory probíhaly na oddělení nukleární medicíny, kde bylo uskutečněno i dotazníkové šetření. Účastníci rozhovoru byli seznámeni s účely rozhovoru a vyzváni, zda by bylo možné rozhovor nahrát z důvodu lepší kvality ke zpracování rozhovoru a aby nebylo nutné je v průběhu odpovědí přerušovat z důvodu zapsání poznámek. Pracovníci s těmito podmínkami souhlasili. Otázky k rozhovoru:

1. Setkáváte se často s rodiči, kteří mají obavy z rizik spojených s vyšetřením radionuklidů, které jejich dítě podstupuje?
2. Z čeho mají rodiče vyšetřovaných dětí největší strach?
3. Setkáváte se s rodiči, kteří naopak z rizik lékařského ozáření nemají vůbec strach?
4. Odmítli někteří rodiče vyšetření svého dítěte právě ze strachu z lékařského ozáření? Pokud Ano, jak v tomto případě postupujete?
5. Jaké jsou jejich nejčastější dotazy během edukace o vyšetření, které jejich dítě podstupuje?
6. Používáte během edukace srovnání radiační zátěže například s přírodním pozadím (zátěž při letu letadlem a jiné)?
7. Myslíte, že rodiče vyšetřovaných dětí dodržují pravidla kontaktu s osobami a zacházení s věcmi, jako jsou například pomocené pleny po skončení vyšetření? Máte s tím nějaké zkušenosti? Jaké?
8. Můžete uvést příklad edukace na naší osobě?
9. Používáte pouze informované souhlasy nebo komunikujete s rodiči a dětmi osobně?
10. Kolik času Vám zabere edukace rodičů a dětí?
11. Snažíte se rodiče nějakým způsobem uklidnit nebo necháte, aby situaci zvládli sami?
12. Pokud je dítě starší vysvětlujete postup, průběh a opatření, které by měl dodržovat po vyšetření spíše jemu nebo se zaměřujete pouze na rodiče?
13. Můžete uvést od jakého věku komunikujete spíše s dítětem?
14. Máte nějaké postupy, jak zbavíte dítě nebo rodiče strachu z tohoto vyšetření?

#### 4.2.1 Rozhovor číslo 1

1. **Setkáváte se často s rodiči, kteří mají obavy z rizik spojených s vyšetřením radionuklidy, které jejich dítě podstupuje?**

*„Já si myslím, že z toho nějaký obavy nemají“*

2. **Z čeho mají rodiče vyšetřovaných dětí největší strach?**

*„Mají největší strach z píchání, že musíme píchnout ten izotop do žíly, takže se ta žíla musí najít, což je někdy když je třeba batole, který je obézní, tak je to někdy problém, takže spíš jako mají a z toho že to dítě tady musí vlastně prakticky půl hodiny nehnutě ležet. Takže spíš tady z těch technických věcí než jako z toho záření.“*

3. **Setkáváte se s rodiči, kteří naopak z rizik lékařského ozáření nemají vůbec strach?**

*„Já si myslím že jo, oni lidi o tomhle zase tak informovaní nejsou, že prostě to nějak neřeší to záření. Výrazněji bych řekla já teda.“*

4. **Odmítli někteří rodiče vyšetření svého dítěte právě ze strachu z lékařského ozáření? Pokud Ano, jak v tomto případě postupujete?**

*„Ne, neodmítli“*

5. **Jaké jsou jejich nejčastější dotazy během edukace o vyšetření, které jejich dítě podstupuje?**

*„ Jak to potom vyhodnotíme, chtějí vědět často výsledek. Oni se jako na moc ani neptají.“*

6. **Používáte během edukace srovnání radiační zátěže například s přírodním pozadím (zátěž při letu letadlem a jiné)?**

*„Ne, nepoužíváme“*

**7. Myslíte, že rodiče vyšetřovaných dětí dodržují pravidla kontaktu s osobami a zacházení s věcmi, jako jsou například pomočené pleny po skončení vyšetření? Máte s tím nějaké zkušenosti? Jaké?**

*„To si myslím že určitě, to je informujeme, že pleny musí vyhodit, že nesmí přijít do kontaktu, pokud by ta maminka byla těhotná, tak s tím dítětem nesmí přijít do kontaktu na delší dobu, prostě kojení všechno je poučujeme, takže to si určitě myslím, že dodržují teda.“*

**Máte zkušenosti, že nedodržují?**

*„To nemůžu kontrolovat, když odjedou odtud domů, tak nevím jestli to doma potom dodržují nebo ne, ale většinou jsou ty rodiče jako docela svědomití, takže si myslím, že to dodržují, ale jestli to doma potom opravdu dělají tak nevím.“*

**8. Můžete uvést příklad edukace na mojí osobě?**

*„Tak Vás poučím o tom, že budete vyšetřována na vyšetření ledvin. Každá vyšetření jsou trochu jiný. Většinou si myslíte tu dynamickou. Takže tady se napijete určité tekutiny, to vám řeknou sestřičky a potom tam přicházím co se týče většinou já, pokud je to dospělá osoba, tak mají všechno v kompetenci sestřičky, pokud se jedná o malý dítě tak tam přicházím já prostě a potom jim vysvětluji, že budete píchnutá do žíly, že tam budete pod tou kamerou nehnutě ležet, že se bude kontrolovat jestli to odtéká z té ledviny, v případě že to neodtéká, že se Vám píchne furosemid, dneska sestřičky píchají flexily, takže se nepíchá podruhé, ale dává se to rovnou do té flexily, takže takhle ten postup. Potom Vás budeme informovat o tom, že po skončení vyšetření nemáte přijít do styku s těhotnými osobama a malýma dětma zhruba šest hodin je ten poločas rozpadu toho izotopu. Více pít.“*

**9. Používáte pouze informované souhlasy nebo komunikujete s rodiči a dětmi osobně?**

*„Osobně“*

**10. Kolik času Vám zabere edukace rodičů a dětí?**

*„5 minut“*

**11. Snažíte se rodiče nějakým způsobem uklidnit nebo necháte, aby situaci zvládli sami?**

*„Snažím se je uklidnit, protože často, prostě to nesou to píchání negativně, prostě celkově to prostředí i to, že to dítě musí ležet relativně v klidu, takže se snažím uklidnit, prostě no.“*

**12. Pokud je dítě starší vysvětlujete postup, průběh a opatření, které by měl dodržovat po vyšetření spíše jemu nebo se zaměřujete pouze na rodiče?**

*„Společně, dítě to poslouchá a rodiče informuju, protože často ty rodiče, tam sedí a tak no.“*

**13. Můžete uvést od jakého věku komunikujete spíše s dítětem?**

*„Od té doby co je to dítě schopný se mnou spolupracovat, to znamená, že od těch dvou let.“*

**14. Máte nějaké postupy, jak zbavíte dítě nebo rodiče strachu z tohoto vyšetření?**

*„No tak jednak se je snažím uklidnit, že kromě toho píchnutí o nic nejde a jednak teda se snažím zpívat eventuelně, dáváme na dudlík cukr, což taky jako docela někdy to dítě zklidní, že mu ho rodiče většinou nedávaj, je to něco novýho, takže to dítě tím cukrem jako překvapený, chutná mu to a často se zklidní, dáváme mu hračky různý, sestřičky si s ním povídaj, prostě takže se snažíme odvést pozornost toho dítěte od toho vyšetření.“*

#### 4.2.2 Rozhovor číslo 2

##### 1. Setkáváte se často s rodiči, kteří mají obavy z rizik spojených s vyšetřením radionuklidy, které jejich dítě podstupuje?

„Většinou bývají lidi rozumní a také záleží na výchově dětí, jak oni je vedou, když jako je moc nevychoávají, že vlastně jim dovolují všechno, tak oni jsou potom rodiče sami vystrašení taky, ale většinou teda máme zkušenosti dobrý, že prostě jim vysvětlíme už předtím, že dostanou jen nějakou injekci malou. Když je ten doktor, který je posílá, kam jdou, protože mnohdy se stane, že on jim neřekne nebo je nepoučí a poučujeme je až my tady, tak oni jsou potom z toho vylekaní. Hlavně z těch injekcí se bojí. Riziko záření, někteří jsou takový, že se opravdu bojí toho záření, tak jim to musíme řádně vysvětlit, že teda opravdu je to přiměřený záření k tomu věku dítěte, k váze a každé vyšetření má prostě jinou dávku toho radiofarmaka a zbytečně vlastně u těch dětí se neprovádí zbytečně CT vyšetření, my máme některý vyšetření spojená s CT, takže to CT u těch dětí se dělá opravdu výjimečně nebo má opravdu jen zřídka, že prostě se opravdu nepoužívá, aby zbytečně nebylo to záření navíc.“

##### 2. Z čeho mají rodiče vyšetřovaných dětí největší strach?

„Spíš se obávají výsledku, když potom vidí, že tomu dítěti něco je, tak jako spíš se obávají toho výsledku, aby to bylo v pořádku, ale no mají někdy i z toho záření strach, ale když se jim to vysvětlí, vždycky to s něma jde. Někdy právě u těch dětiček je problematické najít žílu, často se stává, že vlastně posíláme už je to domluvený, že oni jdou napřed na dětský na zavedení kanylky, takový ty malý děti, ale nechodí tam pravidelně, ale kolikrát se stane, že tam to dělají 4x nebo 5x, když se to nepodaří, tak ti lidi jsou potom už otrávení z toho a kolikrát už když se to nepovedlo, tak řekli že normálně vyšetření ruší, jakože prostě nepřijdou, že na to kašlou, ale taky se stalo, že jako třeba se zavedla ta kanylka, jenže ty vlasečky samozřejmě to nevydrží, přišli sem a ono to bylo para jo. Když jsme to proplachovali, tak prostě už to nebylo v žíle. Jako většinou se to vyšetření udělá, povede se, že napícheme, my tady máme tu paní doktorku, ta napichuje dětičky nebo někdy i my sami to napichujeme, když potom tu není paní doktorka tak to pícháme sami, ty vlasečky, nezavádíme už potom teda kanylu, ale rovnou to dáváme tu látku.“

**3. Setkáváte se s rodiči, kteří naopak z rizik lékařského ozáření nemají vůbec strach?**

*„Taky se setkáme no, že to hodí za hlavu, neřeší vůbec to riziko záření.“*

**4. Odmítli někteří rodiče vyšetření svého dítěte právě ze strachu z lékařského ozáření? Pokud Ano, jak v tomto případě postupujete?**

*„Já myslím, že jako měli strach, ale když jim to lékař vysvětlil, takže jako vyloženě aby to odmítli, to se nestalo. Nebo jako chvíli jako třeba váhají a pak jako přijdou, že jo. Samozřejmě odmítnout to může každý i dospělák i dítě. Rodiče jako zástupci toho dítěte.“*

**5. Jaké jsou jejich nejčastější dotazy během edukace o vyšetření, které jejich dítě podstupuje?**

*„No jak dlouho to bude, jednak chtějí vědět jak dlouho trvá vyšetření, jak dlouho se mají vyhejbat. My jim taky říkáme, že jestli mají doma ještě nějaký malý sourozenec a takhle, aby se jim vyhybali, tak jako jak dlouho to trvá a další den, jestli už to bude v pořádku. Jestli jim něco nemůže bejt z toho nějaká reakce jako alergická nebo tak podobně. No to u nás opravdu ty alergie, může to být na kontrast, ale tady na ty látky to nebejvají alergie vůbec. Já za tu dobu, co jsem tu třicet let, tak vlastně jsme alergickou reakci na radiofarmakum nikdy neměli.“*

**6. Používáte během edukace srovnání radiační zátěže například s přírodním pozadím (zátěž při letu letadlem a jiné)?**

*„No u dětí ne, ale u dospěláků jsem to použila několikrát. Někdy oni, totiž ti lidi se ptají jako jestli to záření, nás vůbec nepovažují za lidi, oni se ptají, jestli pro kočku to není nebo pro psa nebezpečný. Já říkám je to nebezpečný pro každého koho potkáte, ono to začíná už náma, že vám aplikujeme, my vlastně máme tu dávku nejvyšší, protože po tý době dostane tu dávku nejvyšší a pak se to rozpadá, je tam ten poločas rozpadu, pak se to vlastně ještě tím že čůrá, tak se snižuje ta dávka v těle, protože tam to radiofarmakum se vylučuje močí, ale oni mají furt strach o všechny jiný, ale nás nikdy do toho jako nezahrnou. A oni ježiš. Víte, co já už tady pracuju 30 let, a ještě jsem neumřela. Někteří jako mají takový jako v těch hlavách nasazeno, že jako je to hodně škodlivý. Já říkám to by jsme ty vyšetření nemohli dělat, kdyby to bylo tak škodlivý. Musí to mít nějaký efekt že jo.“*

**7. Myslíte, že rodiče vyšetřovaných dětí dodržují pravidla kontaktu s osobami a zacházení s věcmi, jako jsou například pomočené pleny po skončení vyšetření? Máte s tím nějaké zkušenosti? Jaké?**

*„My jim to tedy říkáme i tady když potom ty děti přebalují, tak my jim vlastně tu plenu, kterou oni nám tady dají, protože před tím vyšetřením musí to dítě přebalit, před tím focením vlastně, když vlastně to radiofarmakum mají v sobě, potom se už ta látka vylučuje močovým cestama, tak mi to dáváme zvlášť do igelitového pytle, popisujeme a odnášíme to do vymírací místnosti a říkáme jim, že doma by to měli házet rovnou někam do koše, aby u toho nebyli a přebalovat často a hodně pít. Věříme, že to tak dělají, jde o jejich děti, tak většinou jsou úzkostlivý.“*

**8. Můžete uvést příklad edukace na mojí osobě?**

*„Když přijdete tak Vás zkontroluju, Vaše jméno, celé, datum narození, řeknu Vám o jaké vyšetření se jedná. Zeptám se jestli jste měla něco dělat, tak jestli jste vysadila léky nebo na lačno, tak to musím zkontrolovat jestli jste to provedla, no a pak Vás seznámím s vyšetřením, že dostanete, že některé izotopy se rovnou aplikují a potom máte nějakou dobu na to, než se začnou dělat obrázky, tak Vám řeknu, že dostanete tu a tu látku, že máte vyšetření třeba ledvin, statické vyšetření ledvin. Naaplikuju Vám látku, na obrázky se vrátíte za dvě hodiny, mezi tím, že můžete být normálně, ale vyhýbat se dětem a těhotným. Takže to edukujeme takhle všechny lidi a myslím si, že to tak děláme všechny.“*

**9. Používáte pouze informované souhlasy nebo komunikujete s rodiči a dětmi osobně?**

*„Komunikujeme vždycky osobně samozřejmě.“*

**10. Kolik času Vám zabere edukace rodičů a dětí?**

*„5-10 minut, my většinou se jdeme ještě podívat, než je jdeme položit, že za nima vyjdeme, zeptáme se jak jsou připravení a trošku je připravíme na to, co bude následovat a potom si je tam vezmeme a řešíme to s nima ještě na místě, tam na vyšetřovně, jako na aplikačce.“*

**11. Snažíte se rodiče nějakým způsobem uklidnit nebo necháte, aby situaci zvládli sami?**

*„Snažíme se je uklidnit, taky samozřejmě, protože někteří jsou z toho vyplašení, co to bude, oni všichni mají představu, že tady děláme. Oni si často zaměňují nukleární medicínu a onkologii totiž. Tak se bojí jednak i těch výkonů, co bude. Já říkám, nic to není opravdu. Jenom to malý píchnutí do žíly, většinou a nic jinýho. I když je víc aplikací, že dáváme více těch látek vyšetřovacích, tak vlastně kdyžtak zavedeme kanylku, aby jsme je neobtěžovali víckrát. Snažíme se jim to usnadnit.“*

**12. Pokud je dítě starší vysvětlujete postup, průběh a opatření, které by měl dodržovat po vyšetření spíše jemu nebo se zaměřujete pouze na rodiče?**

*„I dítěti, i rodičům. No protože si je vezmem spolu. Rodič tam musí být jako zákonný zástupce, tak mu to říkáme tomu dítěti a rodiče jsou u toho, když něco chtějí zeptají se, řekneme jim jak to bude, jaké omezení mají dodržovat potom doma a všechno.“*

**13. Můžete uvést od jakého věku komunikujete spíše s dítětem?**

*„Už od mala, to malý díátko. My se je snažíme získat na svoji stranu, že jim dáme nějakou hračku, potom jim dáme omalovánky nebo něco takového, máme tady od nějakých pojišťoven, nějaký takovýhle věci, takže řekneme, že se nesmí hýbat, aby prostě vydržely chvíli, že jim vyfotíme břicho a podobně, tak samozřejmě ty malinký děti, tím že je podržíme, omezíme je vlastně v pohybu, protože při tom se nesmí hýbat samozřejmě, tak to se jim nelíbí hodně často, ale když dobře spolupracují rodiče, tak to jde. I u těch malých, i u těch velkých.“*

**14. Máte nějaké postupy, jak zbavíte dítě nebo rodiče strachu z tohoto vyšetření?**

*„Snažíme se, aby tady nebyl takový ten chaos, protože oni ti děti to vycítí a nejhorší je, když rodiče ten strach přenáší ze sebe na ně, protože to dítě znejistí ještě víc takže proto říkáme těm rodičům, že to vlastně ať se nebojí, vysvětlíme jim to co se bude dít a že to bude vlastně jen to píchnutí a že ty dávky jsou propočteny opravdu na váhu toho dítěte a tak aby se teda to vyšetření z něho něco vytěžilo samozřejmě. Nemá cenu dávat úplně minimální dávku, když jako z toho nic nevidí, to vyšetření se neprovede pořádně.“*



## 5 DISKUZE

Problematice na téma komunikace rizik při lékařském ozáření dětských pacientů v nukleární medicíně je obecně věnována pozornost i na mezinárodní úrovni. Je to téma často diskutované v doporučeních IAEA, EANM, ICRP a dalších mezinárodních organizací. Např. v roce 2021 se konal webinář, který organizovala European Federation of Radiographer Societies (EFRS) ve spolupráci s MAAE (Mezinárodní agentura pro atomovou energii) a EANM. Tato práce reflektuje potřebu o této problematice hovořit a zjišťovat reálný stav a úroveň komunikace, která vyžaduje specifický přístup pro různorodost úrovně vzdělání rodičů a vysvětlování poměrně odborné záležitosti laickému publiku.

Za tímto účelem jsem provedla dotazníkové šetření a rozhovory s odbornými pracovníky oddělení nukleární medicíny.

Z dotazníkového šetření vyplývá, že bylo vyplněno celkem 14 dotazníků rodiči pacientů, z toho některé z nich byly vyplněny pouze částečně. Hlavním důvodem nízkého počtu dotazníků byla především nízká vyšetřovanost dětských pacientů. Dalším důvodem mohl být fakt, že rodiče nechtěli dotazník vyplnit, neboť měli z vyšetření strach. Pozitivní stránkou nízkého počtu respondentů je skutečnost, že děti jsou zatěžovány ionizujícím zářením v medicíně opravdu minimálně. Věřím, že spousta odborníků, volí méně zatěžující způsob diagnostiky, než je nukleární medicína. Záměrem výzkumu, bylo také zjistit, jak edukace probíhá v různých zdravotnických zařízeních České republiky a následně porovnat výsledky. Bohužel došlo k tomu, že vybraná zdravotnická zařízení nechtěla být do výzkumu zapojena. Hlavním důvodem byla pracovní vytíženost daného pracoviště, nízká nebo téměř žádná vyšetřovanost dětských pacientů na oddělení nukleární medicíny. Využila jsem tedy jediné možnosti, kterou jsem měla, a to spolupráci s personálem a rodiči na oddělení nukleární medicíny ve zdravotnickém zařízení, kde pracuji.

Dotazník vyplněný zákonnými zástupci doprovázející dítě na vyšetření obsahoval celkem 25 otázek. Otázky byly zaměřeny především na míru informovanosti v oblasti vyšetření, při němž je využíváno ionizující záření. Dotazníky vyplnili po rozhovoru s odborným pracovníkem, který je o vyšetření informoval. Úvodní otázka v dotazníku byla zaměřena na zjištění, jaká vyšetření nejčastěji podstupují děti. Dle výzkumů ve vybraném zařízení

děti nejčastěji podstupují dynamickou scintigrafii ledvin, tuto možnost zodpověděla větší polovina respondentů - 54 %. Druhým nejčastějším vyšetřením je statická scintigrafie ledvin - 31 %. V dotazníkovém šetření jsem se zabývala tím, zda vyšetření podstupují převážně chlapci nebo dívky. Z výsledku vyplývá, že častěji vyšetření podstupují chlapci a to ze 79 %. Věk dítěte je v tomto případě různorodý. Dle výsledků je zřejmé, že se vyšetřují děti od útlého věku až po osmnáct let. Nejmladšímu pacientovi, který podstoupil vyšetření a byl zahrnut do výzkumného šetření, bylo pouhých sedm týdnů. Druhá a třetí otázka měla za úkol zjistit, který z odborných pracovníků nejčastěji provádí informování o vyšetření. Nejčastějším edukátorem je dle výsledků radiologický asistent - 33 %. Velkou většinu respondentů edukuje i odborný lékař, který jim doporučuje vyšetření na nukleární medicíně. Tuto možnost zvolilo 21 % respondentů. Dále jsem zjišťovala, jak dlouho edukace odborným pracovníkem trvá. Na základě výsledků jsem došla k tomu, že edukace probíhala nejčastěji v rozmezí 4-6 minut. Hned druhou možností bylo časové rozmezí okolo 2-3 minut. Nejčastějším místem, kde edukace probíhala byla v 76 % vyšetřovna.

Záměrem následujících otázek v dotazníku bylo zjistit, jak moc byla edukace přínosná, jestli jí respondenti porozuměli nebo naopak se vyskytli v situaci, kdy si museli informace o vyšetření dohledávat sami. Edukaci odborným pracovníkem brali všichni respondenti ze 100 % jako přínosnou. Téměř většina - 77 % odpovědělo, že neměli problém s odbornou terminologií během rozhovoru s odborným pracovníkem. Pokud se ovšem vyskytl problém a respondent daným slovům nerozuměl, tak se na jejich význam doptal. Empatii odborných pracovníků všichni respondenti vnímali jako pozitivní a cítili, že jsou schopni vcítit se do jejich situace. Zjištění, zda respondenti měli obavy z daných vyšetření byl také záměr dotazníkového šetření. Respondenti v 37 % uvedli, že strach spíše neměli, dalších 29 % však uvedlo že strach spíše měli. Otázkou je, co bylo důvodem jejich obav, zda to byla právě radiační zátěž nebo obavy byly spíše jiného charakteru. Více než polovina 54 % uvedla, že strach z radiační zátěže před informováním neměla, ale našli se samozřejmě i tací, kteří strach z radiační zátěže měli, proto je nutné přistupovat ke každému individuálně. Avšak více než polovina respondentů - 56 %, která tyto obavy měla, uvedla, že po informování tyto obavy odezněly. Důležité také je, jak srozumitelně dokáže odborný pracovník informace o vyšetření předat a jaký je charakter edukace. V dotazníku se vyskytly také otázky, zda pracovníci během edukace využívají srovnání

radiační zátěže s přírodním pozadím. Většina respondentů - 62 % uvedla, že jim tato přirovnání byla vysvětlena a v 69 % tomuto přirovnání rozuměli.

Před každým vyšetření na nukleární medicíně je nutné, aby pacient nebo zákonný zástupce podepsal informovaný souhlas. Cílem šetření bylo také zjistit, zda respondenti měli dostatek času na to, aby si informovaný souhlas přečetli, seznámili se s informacemi v něm a popřípadě se doptali personálu na informace, kterým v souhlasu nerozuměli. Na otázku, zda tento čas byl k seznámení dostačující, odpověděla většina respondentů - 93 %. Mnozí z respondentů však dohledávali informace o vyšetření z jiných zdrojů. Nejčastějším z těchto dostupných zdrojů byl internet, tuto odpověď uvedlo 50 % respondentů. Ve 43 % však nebylo nutné informace dohledávat nikde. V tom případě předpokládám, že jim během edukace byly sděleny všechny potřebné informace.

Důležitou součástí edukace je především vysvětlení respondentům, co jsou radiofarmaka, k čemu se aplikují během vyšetření, jaká jsou rizika a jak se chovat po jejich aplikaci a po zbytek dne, než dojde k jejich rozpadu a biologickému vyloučení. Velká většina respondentů - 71 % uvedla, že jim nebylo vysvětleno, co radiofarmaka jsou. Naopak je možné, že edukátor použil jiný termín pro radiofarmakum a poté si respondenti nemuseli tyto informace spojit. To se ovšem nedozvíme a je to uvedeno pouze jako domněnka. Po aplikaci radiofarmaka je jednou z možných rizik modřina nebo zánět v místě v pichu. S touto informací nebyla většina - 43 % respondentů vůbec seznámena. Naopak větší polovina respondentů - 57 % byli poučeni, jak zacházet s kontaminovaným odpadem po skončení vyšetření. Důležitým poznatkem, který by měl každý respondent chápat a dodržovat, je kontakt s ostatními osobami po vyšetření. Do tohoto kontaktu zařazujeme především malé děti a těhotné ženy. V tomto případě musí být kontakt s dítětem, které podstoupilo vyšetření, na určitou krátkou dobu omezen a minimalizován dle možností. Všichni respondenti - 100 % byli o této informaci poučeni.

V některých případech respondenti - 43 % uvedli, že vyšetření u jejich dětí proběhlo opakovaně. Zbýlých 57 % podstupovalo vyšetření poprvé. Všichni respondenti - 100 % uvedli, že během vyšetření nebylo zapotřebí podávat léky na zklidnění, i když vyšetření v 93 % probíhalo 25–45 minut, což někdy může být pro malé dítě velmi dlouhá doba. U 64 % respondentů bylo zaznamenáno, že nepotřebovali dovysvětlit žádné informace ohledně vyšetření a všechny informace považovali za dostatečně vysvětlené, avšak najde se stále nějaké procento respondentů, které by potřebovalo podrobnější vysvětlení

detailnějšího postupu vyšetření a více informací o ionizujícím záření včetně působení na organismus dítěte.

Na závěr byla v dotazníku zpracována otázka, která je zaměřena na komfort dítěte během vyšetření a doporučení, co by dané zařízení mělo ještě zlepšit, aby se tam děti cítily během vyšetření co nejlépe. I když tato otázka byla zodpovězena v nejmenším počtu, většina respondentů uváděla, že jsou se zařízením spokojeni, že zde pracuje příjemný a ochotný personál. Naopak jednou se objevila odpověď, kde bylo uvedeno, že by respondent uvítal více ucelenou informovanost o daném vyšetření. Jelikož jeho edukace probíhala velmi neuceleně (část po telefonu a část od asistenta).

Druhou částí výzkumného šetření byly rozhovory s odbornými pracovníky nukleární medicíny. Dva odborní pracovníci odpovídali celkem na čtrnáct stejných otázek. Otázky byly zaměřeny také na edukaci, ale z opačného pohledu, tedy z pohledu pracovníka a zákonného zástupce s dítětem. Byly zpracovány celkem dva rozhovory. První rozhovor byl vytvořen s lékařem pracujícím na oddělení nukleární medicíny a druhým odborným pracovníkem byl radiologický asistent. Na otázku, zda se setkávají s tím, že mají rodiče strach z vyšetření z obou rozhovorů vyplývá, že většinou strach nemají a pokud mají, většinou po edukaci se jejich obavy zmírní. Druhá otázka byla zaměřena na to, z čeho mají rodiče opravdu největší obavy, když jejich dítě podstupuje vyšetření. Oba rozhovory se shodují v tom, že největším problémem je zavedení kanyly, aby bylo možné aplikovat radiofarmakum. Poněvadž je u malých dětí problematictější najít žílu. V jednom rozhovoru bylo poté uvedeno, že se rodiče ve většině případech obávají závěrečného výsledku z vyšetření. V rozhovorech bylo také uvedeno, že se vyskytují rodiče, kteří obavy opravdu nemají a nebojí se vyšetření podstoupit a že se doposud v jejich praxi neobjevil žádný rodič, který by vyšetření kvůli obavám odmítl. Z rozhovoru s lékařem vyplývá, že se rodiče nejčastěji ptají pouze na výsledek z vyšetření. Radiologický asistent uvedl, že nejčastější dotazy jsou především zaměřeny na časovou dobu, jak dlouho zhruba bude vyšetření trvat a jak dlouho musí dodržovat omezení po skončení vyšetření, tím je myšleno především kontakt s mladším sourozencem, s těhotnou ženou nebo kamarády. Tato tvrzení vyplývá i z dotazníkového šetření. Všichni respondenti uvedli, že v této oblasti jsou poučeni. Oba pracovníci uvedli, že jsou rodiče i děti v těchto oblastech poučeni. Lékař zmínil však, že nemůže vědět, zda tato opatření dodržují v domácím prostředí. Naopak radiologický asistent si myslí, že rodiče tato opatření dodržují právě

z toho důvodu, že se jedná o jejich děti a ve většině případech jsou rodiče v tomto ohledu úzkostliví.

Lékař v rozhovoru sdělil, že nevyužívá srovnání radiační zátěže s přírodním pozadím, naopak radiologický pracovník toto srovnání používá, ale především u dospělých pacientů, u dětí ne. Ve výsledcích z dotazníkového šetření někteří z respondentů uvedli, že během edukace odborný pracovník srovnání použil, mohlo se však jednat o jiného odborného lékaře nebo pediatra. Důležité je podotknout, že se oba odborní pracovníci shodli na tom, že dávají přednost především edukaci formou osobního rozhovoru než písemnou formou, komunikují s rodiči i dětmi vždy společně bez ohledu na věk dítěte. Tato edukace trvá přibližně 5-10 minut a z pohledu radiologického asistenta jsou informace opakovány i po edukaci, právě při vyšetření v aplikační místnosti.

V obou případech jsem poprosila odborného pracovníka, zda by mohl předvést edukaci pacienta na mojí osobě. V obou případech edukace obsahovala tyto informace:

- Radiologický pracovník ještě před vyšetřením zkontroluje vaše osobní údaje (jméno, příjmení, datum narození apod.). Poté se se Vás zeptá, pokud jste měli nějakou specifickou přípravu před vyšetřením, zda jste přípravu provedl (např. vysazení léků, lačnění apod.).
- V obou případech je pacientovi a rodiči vysvětleno, co je to za vyšetření, jakým způsobem vyšetření probíhá a co je důležité při vyšetření dodržet.
- Aplikace radiofarmaka, jakým způsobem se podává a co se po té aplikaci sleduje.
- Závěrem je poučení o dodržení opáření spojené s aplikací radiofarmaka, například zacházení s kontaminovaným materiálem nebo kontaktu s dětmi a těhotnými ženami.

V některých případech může dojít k tomu, že dítě i rodič mohou být ve stresu, proto byli pracovníci osloveni, zda mají nějaké metody, jak zabránit strachu z vyšetření. Z rozhovorů vyplývá, že je důležité rodiče uklidnit a vysvětlit mu, o co se jedná a co bude následovat. Radiologický pracovník uvedl, že se často setkává s tím, že rodiče zaměňují nukleární medicínu za onkologii, proto je nutné jim vysvětlit tento rozdíl. Z obou rozhovorů plyne, že děti mají strach z vyšetření i z cizího prostředí, proto je odborní pracovníci uklidňují například zpíváním, omalovánkami či hračkami. Tímto způsobem chtějí odvést jejich pozornost od vyšetření.

Pokud jde o odpověď na výzkumnou otázku: „Jakým způsobem je věnována pozornost komunikaci rizik aplikovaného ionizujícího záření s rodiči dětských pacientů?“, z výzkumného šetření vyplývá, že se odborní pracovníci snaží co nejvíce komunikovat s rodiči a dětmi tak, aby chápali důležitost vyšetření, které dítě podstupuje. Množství aplikovaného radiofarmaka je nízké, podáváno dle hmotnosti dítěte, aby vyšetření bylo co nejvyšší a pomohlo tak odhalit diagnózu.

Jsou různé typy rodičů. Někteří o škodlivosti ionizujícího záření nevědí a informace si ani nedohledávají. Tento typ rodičů dle mého pohledu zvládá vyšetření nejlépe. Poté jsou rodiče, kteří se radiosenzitivitou u dětí zabývají a mají z vyšetření strach, proto je úkolem odborného pracovníka, aby tyto obavy zmírnil a rodiče uklidnil. Domnívám se však, že nedochází k dostatečnému informování rodičů o radiační zátěži z vyšetření dětí. Příčinou mohou být právě obavy a vystrašení rodičů právě ze záření. Jak vyplývá i z výzkumného šetření mnoho rodičů hledá informace na internetu, kde mnohdy nemusí být informace spolehlivé a rodič si je může vyložit i jiným způsobem. Proto je nutné u rodičů, kteří mají velký strach z radiosenzitivity u dětí, přistupovat individuálně a o vyšetření rodiče edukovat takovým způsobem, aby se jejich obavy co nejvíce zmírnily. Je nutné zmínit, že téma je velmi citlivé a spousta rodičů problematice radiosenzitivity nerozumí. Proto je nutné, aby odborný pracovník uměl s rodiči komunikovat, aby byl dostatečně empatický, uměl problematiku účinků ionizujícího záření vysvětlit tak, aby jí porozuměli, ale zároveň neměli z vyšetření strach. Z mého pohledu je srovnání radiační zátěže s přírodním pozadím vhodnou volbou komunikace, pokud má rodič vůbec představu, co to přírodní pozadí je a čím je způsobeno. Taková komunikace může být někdy problémem z důvodu nedostatku časového prostoru, který na pracovišti nukleární medicíny odborní pracovníci mají.

Dále lze diskutovat o výzkumné otázce „Je tato komunikace dostačující a přínosná nebo pouze formální v rámci naplnění platné legislativy pro lékařské ozáření?“ Podle požadavku, který je uvedený v národních radiologických standardech, probíhá komunikace mezi pacientem a odbornými pracovníky v souladu s tímto požadavkem. Pacient nebo zákonný zástupce je řádně poučen a poté podepíše informovaný souhlas, že s výkonem souhlasí a rozumí všem informacím, které jsou v informovaném souhlasu obsaženy. Také dle výsledků dotazníkového šetření všichni respondenti uvedli, že pro ně byly informace, které jim byly sděleny během edukace přínosné. Odborní pracovníci jsou povinni dodržovat národní radiologické standardy a dodržovat postupy v komunikaci

s pacientem a je jeho povinností ho podrobně informovat o vyšetření, které jeho dítě podstupuje a popřípadě zodpovědět na jeho dotazy.

Komunikace mezi pacientem a odbornými pracovníky probíhá v souladu s Národním radiologickým standardem. Tento standard je uveden ve věstníku č. 2/2016 MZ ČR, tento standard byl aktualizován v roce 2022 ve věstníku č. 14/2022 MZ ČR. Zde jsou uvedeny specifika snímkování v dětské radiologii.

### **Specifika snímkování v dětské radiologii**

*„RA zjistí komunikací s pacientem nebo s jeho doprovodem míru pacientovy samostatnosti – zda bude nutná asistence doprovázející osoby, nebo zda pacient vyšetření zvládne sám. Musí být zajištěna bezpečnost dítěte (prevence pádu, úrazu). V případě, že není nutná asistence doprovodu dítěte při snímkování, doprovod není přítomen při snímkování. Je nutné správně vysvětlit, že neúčinné záření je sice zanedbatelné, avšak i v tomto případě platí princip zdůvodnění.“ (Věstník MZ ČR 14/2022 s. 32).*

#### „Snímkování dětí vyžaduje speciální přístup

- *Skiagrafickým vyšetření prochází široká věková škála pacientů – od nezralých novorozenců po dospívající jedince. Důležitá je proto komunikace s malými pacienty i s jejich zákonným zástupcem.*
- *Rodičům/zákonným zástupcům je praktické stručně objasnit účinky IZ a minimalizovat tak radiofobii, uklidnit jejich obavy, a zároveň rodiče/zákonného zástupce použít. Vysvětlení může provést indikující lékař, radiolog, nebo RA v souladu s národními doporučeními [26]. Pokud je to vzhledem k věku dítěte možné a adekvátní, vysvětlí se dítěti, co ho čeká, empaticky se požádá o spolupráci během vyšetření a podobně. S výhodou je užití jednoduchých pokynů, například otoč se k oknu, ke zdi, namísto doprava, doleva a podobně.“ (Věstník MZ ČR 14/2022 s. 32).*

Dle Tomà etl all., který se zabývá ochranou dětí a těhotných žen před zobrazováním pomocí ionizujícího záření uvedl ve svém článku, že rizika spojená s malými dávkami při vyšetření v nukleární medicíně se odhadují jako velmi malá. Ve svém článku se také zmiňuje, že Americká asociace fyziků v medicíně (AAPM) podporuje názor, že pokud je pro pacienta expozice ozáření z lékařského hlediska přínosnější než kterákoliv malá potenciaální rizika při lékařském ozáření (Tomà et al., 2019).

## 6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zdůraznit důležitost využití ionizujícího záření v medicíně a zjistit jakým způsobem komunikují odborní pracovníci s rodiči a dětmi před zahájením vyšetření nebo léčby v oboru nukleární medicíny.

V teoretické části diplomové práce jsem se podrobně zabývala využitím ionizujícího záření v medicíně a zjistila, že ionizující záření je logicky nedílnou součástí moderní medicíny, využívá se k radiodiagnostice, ale i terapeuticky při léčbě nádorových onemocnění, v případě dětských pacientů však velmi ojediněle.

1. Ve výzkumné části bylo provedeno dotazníkové šetření u 14 rodičů dětských pacientů.

### Shrnutí výsledků:

Výsledky dotazníkového šetření ukazují, že nejčastějším vyšetřením, které podstupují dětští pacienti na oddělení nukleární medicíny je dynamická scintigrafie ledvin. Věkové rozmezí pacientů je různé od kojenců až po adolescenty. Vyšetření častěji podstupují chlapci. U většiny probíhalo vyšetření v časovém rozsahu 25–45 minut a u nikoho nemusely být podány léky na zklidnění. V mnoha případech byl hlavním edukátorem radiologický pracovník a edukace probíhala nejčastěji na vyšetřovně po dobu přibližně 4–6 minut. Všichni respondenti hodnotili edukaci jako přínosnou a velká většina rozuměla odborné terminologii, která byla během edukace využita. Někteří z rodičů z radiační zátěže neměli strach, ale byli i rodiče, kteří strach z radiační zátěže měli. U více jak poloviny tento strach odezněl po rozhovoru s odborným pracovníkem. Někteří respondenti nepotřebovali dále dohledávat informace, ale někteří si však více informací dohledávali na internetu. Bylo také zmíněno, že odborní pracovníci jsou velmi milí a ochotní, dokážou se vcítit do situace rodičů. U více jak poloviny respondentů odborní pracovníci využívali srovnání radiační zátěže s přírodním pozadím. Většina respondentů uvedla, že nevědí, co jsou radiofarmaka. Po skončení vyšetření musí být pacient a jeho zákonný zástupce informován o opatření, které musí dodržovat po skončení vyšetření. Asi polovina respondentů uvedla, že byli poučeni o zacházení s kontaminovaným odpadem. Všichni respondenti po vyšetření věděli, že nesmí do kontaktu s těhotnými ženami a dětmi.



2. Druhou částí výzkumu byly rozhovory s personálem.

### Shrnutí výsledků

Z rozhovorů s odbornými pracovníky nukleární medicíny vyplývá, že rodiče ve většině případů strach z radiační zátěže nemají a pokud mají, jsou po edukaci zmírněny. Během jejich praxe se nestalo, že by některý z rodičů vyšetření odmítl. Jako největší problém vyhodnocují zavedení kanyly, který je mnohdy u malých dětí komplikovanější. Rodiče se nejčastěji obávají výsledků z vyšetření. Jejich nejčastější dotazy jsou směřovány především na výsledky vyšetření, jak dlouho bude vyšetření trvat a jaká jsou následná opatření, které musí po vyšetření dodržovat. Z pohledu pracovníků trvá edukace 5–10 minut a nejčastěji probíhá ve vyšetřovně. Odborní pracovníci edukují dítě společně s rodičem.

### **Odpovědi na výzkumné otázky:**

1. Jakým způsobem je věnována pozornost komunikaci rizik aplikovaného ionizujícího záření s rodiči dětských pacientů?

Komunikace s rodiči dětských pacientů probíhá osobně ústní formou a nejčastěji ve vyšetřovně, kde mají odborní pracovníci a rodiče soukromí. Rodiče dětských pacientů chápou důležitost vyšetření a jsou ze strany odborných pracovníků velmi kvalitně edukováni. Následně jsou vyzváni k podpisu informovaného souhlasu. Pacient nebo zákonný zástupce je řádně poučen a poté podepíše informovaný souhlas, že s výkonem souhlasí a rozumí všem informacím, které jsou v informovaném souhlasu obsaženy.

2. Je tato komunikace dostačující a přínosná nebo pouze formální v rámci naplnění platné legislativy pro lékařské ozáření?

Komunikace mezi pacientem a odbornými pracovníky probíhá v souladu s Národním radiologickým standardem pro nukleární medicínu a splňuje základní požadavek zákona č. 373/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Dle odezvy rodičů je většina respondentů s komunikací personálu na oddělení nukleární medicíny spokojena a ve většině případů byla edukace přínosná, její výsledky naplnily očekávání a zmírnily strach rodičů z podstupujícího vyšetření. Během edukace by mohl být kladen větší důraz na vysvětlení, co jsou radiofarmaka. Bylo prokázáno, že nejde pouze o formální naplnění legislativy

v oblasti informovanosti pacienta a zákonného zástupce, ale že tato edukace plní svůj praktický účel.

Ke zmírnění obav rodičů z radiační zátěže byl vytvořen edukační letáček, kde je vysvětleno, co jsou radiofarmaka, jaká je radiační zátěž při vyšetření, porovnání s přírodním pozadím a jiné dobře pochopitelné informace pro laické publikum. Letáček je přílohou č. 2 této práce.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. AZEEM, Kateřina, Helena KOLLÁROVÁ et. al. 2012. Ionizující záření a karcinom ledviny. *Urologie pro praxi* [online]. 13(1): 34-38 [cit. 2023-02-19]. ISSN 1803-5299. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2012/01/07.pdf>
2. Basics of Radiation. ORISE - Oak Ridge Institute for Science and Education. [online]. 2023 [cit. 19.02.2023]. Dostupné z: <https://orise.orau.gov/resources/reacts/guide/basics-ofradiation.html>
3. BEDNÁŘOVÁ, Jiřina a Vlasta ŠMARDOVÁ, 2015. *Diagnostika dítěte předškolního věku: co by dítě mělo umět ve věku od 3 do 6 let*. 2. vydání. Brno: Edika. Moderní metodika pro rodiče a učitele. ISBN 978-80-266-0658-1.
4. BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK, 2015a. *Základy lékařské fyziky*. 4. vydání. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2645-1.
5. BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK, 2015b. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4712-5.
6. BENEŠ, Jiří, Daniel JIRÁK a František VÍTEK, 2022. *Základy lékařské fyziky*. 5. vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-5398-3.
7. Crişan G, Moldovean-Cioroianu NS, Timaru DG, Andrieş G, Căinap C, Chiş V. Radiopharmaceuticals for PET and SPECT Imaging: A Literature Review over the Last Decade [online], 2022. 23(9) [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: doi:10.3390/ijms23095023
8. ČESKÁ REPUBLIKA, 2016. Věstník ministerstva zdravotnictví č. 2/2016: Národní radiologické standardy. In: . Česká republika: Ministerstvo zdravotnictví ČR, ročník 2016, částka 2. Dostupné také z: <https://www.mzcr.cz/vestnik/vestnik-c-2-2016/>
9. ČESKÁ REPUBLIKA, 2022. Věstník č. 14/2022: NÁRODNÍ RADIOLOGICKÉ STANDARDY A INDIKAČNÍ KRITÉRIA – SKIAGRAFIE DĚTÍ. In: Česká republika: Ministerstvo zdravotnictví ČR, částka 14. Dostupné také z: [https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/2022/11/Vestnik-MZ\\_14-2022.pdf](https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/2022/11/Vestnik-MZ_14-2022.pdf)

10. Dickson, John et al. The effect of modern PET technology and techniques on the EANM paediatric dosage card [online], 2021. 49(6), 1964–1969 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: doi:10.1007/s00259-021-05635-2
11. EANM Pediatric Dosage Card [online]. In: . August 2016 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: [https://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2017/01/EANM\\_Dosage\\_Card\\_040214.pdf](https://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2017/01/EANM_Dosage_Card_040214.pdf)
12. Frane N, Bitterman A. Radiation Safety and Protection. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; May 23, 2022. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557499/>
13. HAVRÁNKOVÁ, Renata, ed. al., 2020. *Klinická radiobiologie*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4098-0.
14. HEŘMAN, Miroslav, 2014. *Základy radiologie*. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.
15. HORA, Milan a Olga DOLEJŠOVÁ, 2020. *Urologie pro studenty všeobecného lékařství*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-4544-5.
16. CHAJDA, Radek, 2018. *Velká kniha mladého technika*. V Brně: Edika. ISBN 978-80-266-1332-9.
17. EMMA, Francesco a Stuart el. GOLDSTEIN, 2022. *Pediatric Nephrology*: Eighth edition. 8. Switzerland: Springer. ISBN 978-3-030-52718-1.
18. Fahey FH, Goodkind AB, Plyku D, et al. Dose Estimation in Pediatric Nuclear Medicine [online], 2016. 47(2), 118–125 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:10.1053/j.semnuclmed.2016.10.006
19. JENŠOVSKÝ, Jiří, DŽUPA, Valér, ed. al., 2018. *Diagnostika a léčba osteoporózy a dalších onemocnění skeletu*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3741-9.
20. KOVÁČIK, Andrej, Barbora VRANÍKOVÁ a Kateřina ŽILKOVÁ, 2021. Technology and preparation of radiopharmaceutical preparations at the departments of nuclear medicine. *Praktické lékařství* [online]. 17(3), 171-174 [cit. 2023-02-19]. ISSN 18012434. Dostupné z: doi:10.36290/lek.2021.035
21. KUČERA, Dalibor, 2013. *Moderní psychologie: hlavní obory a témata současné psychologické vědy*. Praha: Grada. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4621-0.
22. KUBINYI, Jozef, Jozef SABOL a Andrej VONDRÁK, 2018. *Principy radiační ochrany v nukleární medicíně a dalších oblastech práce s otevřenými radioaktivními látkami*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0168-9.

23. Kumar R, De Jesus O. Radiation Effects On The Fetus. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; October 17, 2022.  
Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33232028/>
24. KUPKA, Karel, Jozef KUBINYI a Martin ŠÁMAL, 2015. *Nukleární medicína*. 6. vydání (2. vydání v Nakladatelství P3K). V Praze: P3K. ISBN 978-80-87343-54-8.
25. MALÍKOVÁ, Hana, 2022. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. 2., aktualizované vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-5190-3.
26. NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, 2019. *Medicínská biofyzika*. 2., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0209-9.
27. Mohammadi N, Akhlaghi P. Evaluation of radiation dose to pediatric models from whole body PET/CT imaging [online], 2022. 23(4) [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:10.1002/acm2.13545
28. Montilla-Soler JL, Makanji R. *Skeletal Scintigraphy* [online], 2017. 24(2), 137-146. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:10.1177/107327481702400206
29. Nagy E, Tschauner S, Schramek C, Sorantin E. Paediatric *Paediatric CT made easy* [online], 2022. 53(4), 581–588. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:10.1007/s00247-022-05526-0
30. NEČAS, Emanuel, 2021. *Obecná patologická fyziologie*. 5. vydání, upravené. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4633-6.
31. NEIRA, Dr Maria a Dr Edward KELLEY, 2016. *Communicating radiation risks in paediatric imaging: Information to support healthcare discussions about benefit and risk*. Switzerland: WHO Press, World Health Organization. ISBN 978-92-4-151034-9.
32. OREL, Miroslav a Roman PROCHÁZKA, 2017. *Vyšetření a výzkum mozku: pro psychology, pedagogy a další nelékařské obory*. Praha: Grada. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-5539-7.
33. PASLER, Friedrich Anton, 2021. *Stomatologická radiologie: překlad* 6. vydání. Přeložil Martin ZVEJŠKA. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1039-1.
34. PELCLOVÁ, Daniela, 2014. *Nemoci z povolání a intoxikace*. 3., doplněné vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2597-3.

35. PERIČ, Tomáš a Jan BŘEZINA, 2019. *Jak nalézt a rozvíjet sportovní talent: průvodce sportováním dětí pro rodiče i trenéry*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0527-4.
36. PLEVOVÁ, Ilona a Regina SLOWIK, 2010. *Komunikace s dětským pacientem*. Praha: Grada. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-2968-8.
37. PETROVÁ, Karla et. al. 2021. *hodnocení lékařského ozáření*. 1. vydání. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost
38. Program OSN pro ochranu životního prostředí, 2016. IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ: ÚČINKY a ZDROJE [online]. Česká republika: Program OSN pro ochranu životního prostředí [cit. 2022-10-13]. ISBN 978-92-807-3600-7. Dostupné z: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb\\_2017-1.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb_2017-1.pdf)
39. Radiobiologie: *VELIČINY POUŽÍVANÉ V RADIAČNÍ OCHRANĚ* [online]. [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/15/155.html>
40. Radiační ochrana: *Pro vybrané pracovníky* [online], 2019. Brno [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/skoldohprac/zoz\\_ro.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/skoldohprac/zoz_ro.pdf)
41. Radiační ochrana: základní pojmy. *Státní ústav radiační ochrany*, v. v. i. [online]. 2023 [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/zakladni-pojmy>
42. Radiopharmacy: An Update. In: *European Association of Nuclear Medicine* [online]. October 2019 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: [https://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2019/11/EANM\\_2019\\_TechGuide.pdf](https://www.eanm.org/content-eanm/uploads/2019/11/EANM_2019_TechGuide.pdf)
43. ROSINA, Jozef, 2013. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4237-3.
44. SEEMAN, Tomáš a Jan JANDA, 2021. *Dětská nefrologie*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-3283-6.
45. SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0709-4.
46. Státní úřad pro jadernou bezpečnost: Stručný přehled biologických účinků záření. [online]. [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickyh-ucinku-zareni/Radioaktivni-rozpady>.

47. Státní úřad pro jadernou bezpečnost: Informační letáky v oblasti lékařského ozáření. Státní úřad pro jadernou bezpečnost – Odbor usměrňování expozic: Radiační ochrana: Informační letáky v oblasti lékařského ozáření [online]. Praha: SÚJB. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacniochрана/lekarske-ozareni/informacni-letaky-v-oblasti-lekarskeho-ozareni>.
48. ŠTĚTINA, Jiří, 2014. *Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4578-7.
49. Tomà, P., Bartoloni, A., Salerno, S. et al. *Protecting sensitive patient groups from imaging using ionizing radiation: effects during pregnancy, in fetal life and childhood* [online], 2019. 124(8), 736-744. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:10.1007/s11547-019-01034-8
50. TREVES, S.Ted, 2014. *Pediatric Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 4. vydání. New York: Springer. ISBN 978-1-4614-9550-5.
51. ULMAN, Vojtěch. *Jaderná a radiační fyzika: Radioaktivita. Astro Nukl Fyzika* [online]. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika2.htm>
52. Ústav fyziky Masarykovy univerzity v Brně. [online]. [cit. 14. 3. 2023]. Dostupné z: <http://www.physics.muni.cz/~blazkova/dp/Jadro8.htm>
53. VÁGNEROVÁ, Marie a Lidka LISÁ, 2021. *Vývojová psychologie: dětství a dospívání. Vydání třetí, přepracované a doplněné*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4961-0.
54. Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. *Zákony pro lidi*. [online]. [cit. 05.04.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>
55. Wu D, Wang G, Bian B, Liu Z, Li D. Benefits of Low-Dose CT Scan of Head for Patients With Intracranial Hemorrhage [online], 2020. 18(1) [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: doi:10.1177/1559325820909778
56. Zákon č. 263/2016 Sb. *Atomový zákon. Zákony pro lidi*. [online]. [cit. 05.04.2023]. Dostupné z: [https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263\\_2](https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263_2).

## SEZNAM ZKRATEK

aj. – a jiné

např. – například

apod. – a podobně

UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

tzv. – tak zvaně

pm. – petametr

Gy – Gray

s. – strana

č. – číslo

CT – Počítačová tomografie

CNS – centrální nervový systém

ALARA - as low as reasonably achievable

DRÚ-diagnostické referenční úrovně

NDRÚ – Národní diagnostické referenční úrovně

MDRÚ – Místní diagnostické referenční úrovně

Sb. – Sbírek

MZ – Ministerstvo zdravotnictví

ČR - Česká republika

mSv – milisievert

SPECT - Jednofotonová emisní výpočetní tomografie

PET – Počítačová emisní tomografie

Bq – Becquerel

g – gram

kg – kilogram

EANM - European Association of Nuclear Medicine

MAAE - Mezinárodní agentura pro atomovou energii



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Schéma rentgenky

Obr. č. 2 Pásma dávek podle UNSCEAR

Obr. č. 3 Závažnost deterministických účinků v závislosti na dávce

Obr. č. 4 Pravděpodobnost výskytu stochastických účinků v závislosti na dávce

Obr. č. 5 Princip PET

Obr. č. 6 Karta dávek vydaná EANM v roce 2016

Obr. č. 7 Snímek scintigrafie skeletu u dospělého pacienta

Obr. č. 8 Snímek scintigrafie skeletu u dětského pacienta

## SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Přehled hlavních typů účinků záření u člověka

Tab. č. 2 Klinické formy a stupně závažnosti ANO vyvolané celkovým zevním relativně rovnoměrným ozářením

Tab. č. 3. Charakteristika některých tkání a orgánů z hlediska jejich radiosenzitivity

Tab. č. 4. Hodnocení rizika při ozáření malými dávkami

Tab. č. 5 Běžné radionuklidy používány v nukleární medicíně

Tab. č. 6 Množství radioaktivní látky v potravinách

Tab. č. 7 - NRS dynamické scintigrafie ledvin – radiační zátěž dospělého a dětského pacienta

Tab. č. 8 - NRS statická scintigrafie ledvin – radiační zátěž dospělého a dětského pacienta

Tab. č. 9 NRS scintigrafie skeletu – radiační zátěž dospělého a dětského pacienta

Tab. č. 10 Otázka číslo 1

Tab. č. 11 Otázka číslo 2

Tab. č. 12 Otázka číslo 3

Tab. č. 13 Otázka číslo 4

Tab. č. 14 Otázka číslo 5

Tab. č. 15 Otázka číslo 6

Tab. č. 16 Otázka číslo 7

Tab. č. 17 Otázka číslo 8

Tab. č. 18 Otázka číslo 9

Tab. č. 19 Otázka číslo 10

Tab. č. 20 Otázka číslo 11

Tab. č. 21 Otázka číslo 12

Tab. č. 22 Otázka číslo 13

Tab. č. 23 Otázka číslo 14

Tab. č. 24 Otázka číslo 15

Tab. č. 25 Otázka číslo 16

Tab. č. 26 Otázka číslo 17

Tab. č. 27 Otázka číslo 18

Tab. č. 28 Otázka číslo 19

Tab. č. 29 Otázka číslo 20

Tab. č. 30 Otázka číslo 21

Tab. č. 31 Otázka č. 22 + dodatečné informace k odpovědi a)

Tab. č. 32 Otázka číslo 23

Tab. č. 33 Otázka číslo 24

Tab. č. 34 Otázka číslo 25

## SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 Otázka č. 1

Graf č. 2 Otázka č. 2

Graf č. 3 Otázka č. 3

Graf č. 4 Otázka č. 4

Graf č. 5 Otázka č. 5

Graf č. 6 Otázka č. 6

Graf č. 7 Otázka č. 7

Graf č. 8 Otázka č. 8

Graf č. 9 Otázka č. 9

Graf č. 10 Otázka č. 10

Graf č. 11 Otázka č. 11

Graf č. 12 Otázka č. 12

Graf č. 13 Otázka č. 13

Graf č. 14 Otázka č. 14

Graf č. 15 Otázka č. 15

Graf č. 16 Otázka č. 16

Graf č. 17 Otázka č. 17

Graf č. 18 Otázka č. 18

Graf č. 19 Otázka č. 19

Graf č. 20 Otázka č. 20

Graf č. 21 Otázka č. 21

Graf č. 22 Otázka č. 22

Graf č. 23 Otázka č. 23

Graf č. 24 Otázka č. 24

Graf č. 25 Otázka č. 25

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 Dotazník

Příloha č. 2 Informační leták

## Příloha č. 1 Dotazník

Dobrý den,

Jmenuji se Petra Sovadinová a studuji obor ochrana obyvatelstva na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích. V současné době píš diplomovou práci na téma Komunikace rizik při lékařském ozáření dětských pacientů v nukleární medicíně. Součástí práce je také výzkumné šetření v podobě dotazníků. Cílem tohoto dotazníku je zjistit, zda jste jako rodiče byli poučeni o rizicích použití radionuklidů v nukleární medicíně při vyšetření Vašeho dítěte, a zda Vám bylo dostatečně vysvětleno, na jakém principu se dané vyšetření prováděno, jeho význam a také postup. Cílem je zajistit dostatečnou komunikaci personálu s rodiči a dětmi, které vyšetření podstupují, pochopení nezbytnosti použití metody, eliminování stresu a obav v největší možné míře ve prospěch dítěte a jeho rodičů. Prosím o vyplnění dotazníku zákonným zástupcem dítěte podstupující vyšetření.

1. Jaké vyšetření Vaše dítě podstupuje?

- a) Statická scintigrafie ledvin
- b) Dynamická scintigrafie ledvin
- c) Scintigrafie skeletu
- d) Jiné (doplňte).....

2. Kdo Vás edukoval před vyšetřením? (možno označit více odpovědí)

- a) Lékař pracující na pracovišti nukleární medicíny
- b) Radiologický asistent
- c) Pediatr
- d) Nikdo
- e) Nevím
- f) Informace byla písemná bez komentáře
- g) Jiná odpověď .....

3. Jak dlouho edukace probíhala? Pokud jste byli poučeni více odborníky, zakroužkujte i čas:

- a) Lékař pracující na pracovišti nukleární medicíny

2-3 minut 4-6 minut 6-10 minut

a) Radiologický asistent

2-3 minut 4-6 minut 6-10 minut

b) Pediatr

2-3 minut 4-6 minut 6-10 minut

e) Nikdo

f) Jiná odpověď .....

2-3 minut 4-6 minut 6-10 minut

c) Písemně, jak dlouho jste listinu četli .....(doplňte čas)

4. Byla pro Vás edukace o potřebném vyšetření přínosná?

a) Ano

b) Ne

5. Porozuměli jste všem slovům, která byla použita během edukace?

a) Ano, všemu jsem rozuměl/a

b) Všem slovům jsem nerozuměl/a, ale doptal/a jsem se na jejich význam

c) Ně kterým slovům jsem nerozuměl/a, ale na význam jsem se neptal/a

6. Uved'te místo, kde edukace probíhala.

a) Chodba

b) Vyšetřovna

c) Písemně v čekárně

d) Pokud písemně měl/a jste dostatek času a klidu na přečtení informací?

Ano/Ne (zakroužkujte)

e) Jiné (doplňte).....

7. Byl personál schopen vcítit se do vaší situace a porozumět jí?

a) Spíše ano

- b) Spíše ne
- c) Určitě ano
- d) Určitě ne

8. Měli jste obavy podstoupit vyšetření?

- a) Spíše ano
- b) Spíše Ne
- c) Určitě ano
- d) Určitě ne
- e) Nevím

9. Měl/a jste strach z radiální zátěže spojené s vyšetřením Vašeho dítěte před informováním?

- a) Spíše ano
- b) Spíše ne
- c) Určitě ano
- d) Určitě ne
- e) Nevím

10. Pokud ano, zmírnila Vaše obavy edukace?

- a) Spíše ano
- b) Spíše ne
- c) Určitě ano
- d) Určitě ne

11. Bylo Vám vysvětlena radiální zátěž a srovnání například s přírodním pozadím, zátěží při letu letadlem nebo na jiném příkladu?

- a) Ano, vše mi bylo vysvětleno
- b) Ne, nikdo mi nic nevysvětlil
- c) Ano, ale vysvětlení bylo nedostačující



12. Rozuměl/a jste tomuto srovnání?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Jen trochu

13. Měl/a jste dostatečný čas k přečtení a porozumění informovaného souhlasu s vyšetřením?

- a) Ano
- b) Ne

14. Dohledával/a jste si informace po skončení edukace? Pokud ano kde:

- a) Internet
- b) Knihy
- c) Jiné: (doplňte).....
- d) Informace jsem nedohledával/a

15. Bylo Vám vysvětleno, co jsou radiofarmaka?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Ano bylo, ale už si to nepamatuji

16. Byl/a jste seznámena s riziky spojenými s vyšetřením jako je například modřina nebo zánět v místě vpichu radiofarmak?

- a) Asi ano
- b) Asi ne
- c) Určitě ano
- d) Určitě ne
- e) Už si to nepamatuji

17. Bylo Vám vysvětleno, jak po skončení vyšetření zacházet s kontaminovaným odpadem v domácím prostředí jako jsou například pomočené pleny dítěte?

- a) Ano
- b) Ne

18. Byl/a jste informován/a o pravidlech kontaktu Vašeho dítěte s ostatními osobami po skončení vyšetření?

- a) Ano, byl/a jsem informován/a ústně a stvrdil/a do zdravotní karty podpisem
- b) Ne, nikdo mě o těchto pravidlech neinformoval
- c) Podepsal/a jsem převzetí písemné informace

19. Byly Vašemu dítěti před vyšetřením podány léky na zklidnění?

- a) Ano
- b) Ne

20. Jak dlouho probíhalo vyšetření, které Vaše dítě podstoupilo?

- a) 25-45 minut
- b) 46- 60 minut
- c) déle než 60 minut

21. Absolvovali jste vyšetření poprvé nebo opakovaně?

- a) poprvé
- b) opakovaně

22. Chyběly Vám během edukace některé informace, které byste potřebovala dovysvětlit?

- a) Určitě ano, uveďte které informace: .....
- b) Žádné informace mi nescházely, neměl/a jsem o více zájem
- c) Vše mi bylo dostatečně vysvětleno v potřebném rozsahu

23. Co byste doporučil/a zdravotnickému zařízení nebo si přál/a, aby bylo ještě učiněno pro zajištění Vašeho komfortu i klidu dítěte v rámci reálných možností?

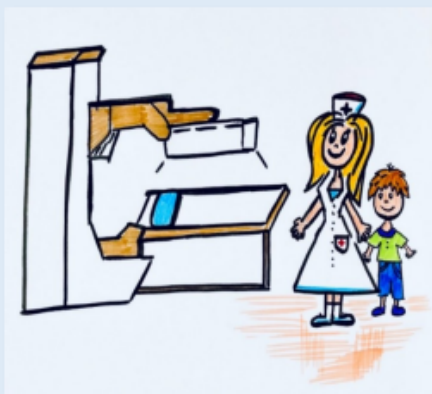
.....  
.....

24. Je Vaše dítě dívka nebo chlapec (zakroužkujte)

25. Věk dítěte .....

Děkuji moc za Váš čas a vyplnění dotazníku 😊

## Informační leták před vyšetřením dětí na oddělení nukleární medicíny



Součástí nukleární medicíny jsou scintigrafická vyšetření. Jsou to vyšetření, při nichž je do těla aplikováno radiofarmakum. Po jeho aplikaci je na základě záření možné vyšetřit funkčnost vyšetřovaných orgánů pomocí gama kamery.

**Radiofarmaka** jsou látky, které obsahují jeden nebo více radionuklidů. Slouží k diagnostickému zobrazení nebo i léčbě. Z organismu se brzy vyloučí a mají krátkou dobu, po kterou vyzařují.

Díky nukleární medicíně lze diagnostikovat a léčit řadu onemocnění.

Neobávejte se radiační zátěže, je velmi malá.

Podává se nejnižší možná dávka radiofarmaka, tak aby byl organismus minimálně zatížen zářením a zobrazení proběhlo kvalitně.

Vyšetření trvá přibližně 25-45 minut.

Na úrovni jednotek mSv nebyl pozorován žádný biologický efekt na organismus. Tzv. přírodní pozadí v ČR je 3,2 mSv/rok

Před vyšetřením si podrobně přečtěte informovaný souhlas.

Po vyšetření je nutné dodržovat režim týkající se ochrany před zářením po dobu, kterou Vám sdělí lékař.

Víte, že každý den jste vystaveni radiační zátěži přírodními zdroji záření?

Srovnání radiační zátěže z přírodních radionuklidů.

Jeden banán obsahuje draslík, který způsobí radiační zátěž 0,0001 mSv

Dynamická scintigrafie ledvin dítěte (5 let) způsobí radiační zátěž 0,009 mSv

↓  
90 banánů