



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

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

**Vliv pandemie COVID-19 na práci na radiologických
odděleních ve vybraných nemocnicích v České republice**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Marcela Dobiášová

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

České Budějovice 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem „*Vliv pandemie COVID-19 na práci na radiologických odděleních ve vybraných nemocnicích v České republice*“ 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. srpna 2022

.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala mé vedoucí práce Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D. za její snahu, odborné vedení a velmi cenné rady a věcné připomínky při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat panu prof. MUDr. Josefu Vymazalovi, D.Sc., panu prof. MUDr. Pavlu Eliášovi, CSc., paní primářce MUDr. Renátě Kacířové, paní doc. MUDr. Lidmile Hamplové, Ph.D., za poskytnutý čas, za jejich cenné rady a poskytnutí potřebných informací ke zpracování výzkumné části. V neposlední řadě patří poděkování mé rodině, za podporu při celém studiu.

Vliv pandemie COVID-19 na práci na radiologických odděleních ve vybraných nemocnicích v České republice

Abstrakt

V březnu roku 2020 se v České republice začali vyskytovat první pacienti s onemocněním COVID-19, proto musela být přijata opatření k ochraně jak pracovníků nemocnic, tak i pacientů. Na tuto situaci musely reagovat i nemocnice, jako poskytovatelé zdravotní péče. Se vzrůstajícím výskytem epidemie, vznikaly v nemocnicích covidové jednotky, často na úkor běžných lůžek, ale někdy i celých oddělení. Tato omezení ovlivnila i chod na radiologických odděleních, kde docházelo k omezení plánovaných vyšetření.

Cílem diplomové práce bylo provést analýzu vlivu pandemie COVID-19 na práci na radiologických odděleních a současně provést analýzu a strukturu vyšetření na radiologických odděleních v období březen 2019 až únor 2021 ve vybraných nemocnicích. V teoretické části diplomové práce jsou definovány pojmy z radiologického oddělení, zejména vyšetřovací metody, jsou zde popsány a rozděleny kontrastní látky, ale také jejich nežádoucí účinky. Další část se věnuje principům radiační ochrany, její využití ve zdravotnictví, ochraně radiologických pracovníků v období pandemie COVID-19, v poslední kapitole teoretické části jsou uvedeny dosud zjištěné poznatky o původci způsobující onemocnění COVID-19, ale také použití ochranných pomůcek. Výzkumná část seznamuje s výsledky dotazníkového šetření mezi 64 respondenty, popisuje, jaká opatření přijala nemocnice na ochranu personálu v období pandemie COVIDU-19. Byla vyhodnocena a analyzovaná poskytnutá data o počtu a struktuře vyšetření z jednotlivých nemocnic. 86 % respondentů odpovědělo, že pandemie COVID-19 ovlivnila počty a strukturu vyšetření.

Klíčová slova

Radiologie; radiologická vyšetření; radiační ochrana; kontrastní látky; COVID-19; pandemie

The impact of the COVID-19 pandemic on the work radiology departments in selected hospitals in the Czech Republic

Abstract

In March 2020, the first patients with the disease COVID-19 began to appear in the Czech Republic, therefore measures had to be taken to protect both hospital workers and patients. Hospitals also had to respond to this situation, as health care providers. With the increasing incidence of the epidemic, covid units were created in hospitals, often at the expense of regular beds, but sometimes even entire departments. These restrictions also affected work in the radiology departments, where there were restrictions on planned examinations.

The aim of the thesis was to analyze the impact of the COVID-19 pandemic on work in radiology departments and at the same time to analyze and structure examinations in radiology departments in the period from March 2019 to February 2021 in selected hospitals. In the theoretical part of the thesis, terms from the radiology department are defined, especially examination methods, contrast agents are described and divided, as well as their side effects. The next part is devoted to the principles of radiation protection, its use in the healthcare sector, the protection of radiological workers during the COVID-19 pandemic, the last chapter of the theoretical part presents the findings so far about the causative agent of the disease COVID-19, as well as the use of protective equipment. The research part introduces the results of a questionnaire survey among 64 respondents, describes what measures the hospital took to protect staff during the COVID-19 pandemic. The provided data on the number and structure of examinations from individual hospitals was evaluated and analyzed. 86 % of respondents answered that the COVID-19 pandemic affected the number and structure of examinations.

Keywords:

Radiology; radiological examinations; radiation protection; contrast agents; COVID-19; pandemic

Obsah

1 TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1.1 Zobrazovací metody.....	10
1.1.1 Skiografie	10
1.1.2 Skiaskopie.....	12
1.1.3 Angiografie.....	13
1.1.4 Mamografie.....	15
1.1.5 Výpočetní tomografie	17
1.1.6 Ultrasonografie.....	19
1.1.7 Magnetická rezonance	22
1.2 Kontrastní látky.....	26
1.2.1 Negativní KL	26
1.2.2 Pozitivní KL.....	27
1.2.3 Nežádoucí účinky kontrastních látek.....	31
1.3 Radiační ochrana.....	32
1.3.1 Principy radiační ochrany	32
1.3.2 Dokumentace a záznamy vedené na radiologických pracovištích.....	35
1.3.3 Ochrana personálu na pracovišti a ochranné pomůcky	39
1.4 Onemocnění SARS-CoV-2.....	40
1.4.1 Osobní ochranné pomůcky.....	45
1.4.2 Ochrana personálu při provedení vyšetření na RDG oddělení u pacientů s podezřením na COVID-19	47

2	CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÁ OTÁZKA	50
	2.1 Cíl práce	50
	2.2 Výzkumná otázka.....	50
3	METODIKA	51
4	VÝSLEDKY	52
	4.1 Výsledky dotazníkového šetření	52
	4.2 Výsledky počtu a struktury jednotlivých vyšetření.....	71
5	DISKUZE	81
	5.1 Diskuze k jednotlivým dotazníkovým otázkám.....	81
	5.2. Diskuze k počtu a struktuře jednotlivých vyšetření	84
	5.3 Odpovědi na výzkumné otázky.....	89
6	ZÁVĚR	90
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	91
8	SEZNAM ZKRATEK	96
9	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	98
10	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	100
11	SEZNAM PŘÍLOH	101

ÚVOD

Tato diplomová práce je věnována vlivu pandemie COVID-19 na práci na radiologických odděleních vybraných nemocnic v ČR. Právě toto onemocnění ovlivnilo práci v nemocnicích, omezil se provoz některých oddělení, z některých oddělení se stala covidová oddělení, na zdravotnický i nezdravotnický personál byly kladeny vysoké nároky, ať již fyzické či psychické, které vyústily ve značné pracovní zatížení lékařů a sester.

Stěžejní roli v péči o pacienty s COVID-19 v našich podmínkách hrála infekční oddělení/kliniky, jejichž pokrytí se v rámci České republiky liší podle jednotlivých krajů. V době provádění restriktivních opatření při narůstajícím počtu nakažených případů (březen 2020) byla kapacita pro pacienty, kteří nevyžadovali intenzivní péči, dostačující. Situace byla ale odlišná při nutnosti intenzivní péče, neboť v ČR je celkem sedm infekčních oddělení/klinik, které mají jednotky intenzivní péče (JIP). Až časem, při plném zatížení systému, kdy byla tato lůžková kapacita infekčních oddělení vyčerpána, se projevila možnost změny přístupu k mezioborovým pacientům a hospitalizaci na jednotlivých oborových JIP. (Chrdle, 2020)

Na radiologická oddělení byli v rámci onemocnění odesíláni pacienti s pneumonií, kde byly na rentgenovém snímku plic a výpočetní tomografii nacházeny vícečetné lobulární a subsegmentární bilaterální opacity mléčného skla a konsolidace plicního parenchymu. (Chrdle, 2020)

Důležitou roli při zvládnutí pandemie byl také správný výběr a způsob použití osobních ochranných prostředků a pomůcek, který snižuje přenos infekčního onemocnění ve zdravotnickém zařízení a chrání pracovníky před nákazou. Použití osobních ochranných pomůcek bylo pouze součástí celého řetězce opatření, který začíná obecnou opatrností a důslednou hygienou rukou.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Radiologie je obor lékařství zabývající se medicínskými zobrazovacími metodami. Dříve se užíval pojem rentgenologie nebo dnes modernější radiodiagnostika. Tyto názvy jednoho oboru nezohledňují plně používané metody a možnosti, protože ultrazvuk ani magnetická rezonance nevyužívají rentgenové paprsky k vytvoření obrazu. Zároveň se v rámci oboru neprovádí jenom diagnostická vyšetření, ale též intervenční léčebné výkony pod kontrolou zobrazovacích metod. Asi nejmóstižnější název pro tento obor je medicínské zobrazovací metody (angl. medical imaging), jednoslovný název radiologie je však kratší a snáze vyslovitelný. (Nekula, 2014)

V některých zemích (např. USA) zahrnuje obor radiologie též medicínské zobrazování s využitím radioaktivních látek (tzv. radiofarmak), v České republice je toto náplní samostatného oboru zvaného nukleární medicína. Některá specializovaná radiologická vyšetření se postupem času odštěpila od hlavního proudu radiologie a stala se součástí jiných oborů. Například angiografická vyšetření srdce a věnčitých tepen probíhají dnes téměř výhradně v rámci oboru kardiologie, shodně také ultrazvuková vyšetření srdce jsou prováděna kardiology jako tzv. echokardiografie, ultrazvuková vyšetření ženských pohlavních orgánů a plodu jsou součástí oboru gynekologie a porodnictví. (Nekula, 2014)

Také lékaři dalších specializací (např. vnitřního lékařství, urologie a dalších) čím dál více sami používají zobrazovacích metod (především ultrazvuk). Navíc s rozvojem přístrojové techniky dochází ke sdružování různých modalit v rámci jednoho vyšetření, což dále přispívá ke štěpení oboru radiologie. Radiologické metody jsou také velmi často využívány na operačních sálech během různých operačních výkonů ke kontrole jejich správného průběhu. (Nekula, 2014)

V souvislosti s rozvojem přístrojové i výpočetní techniky jsme v současné době svědky pozvolného odklonu od pacienta zatěžujících a s riziky spojených diagnostických metod k moderním a co nejméně invazivním postupům. Například jsou čím dál více využívány výpočetní tomografie či angiografie magnetickou rezonancí, které nevyžadují katetrizaci tepen, namísto klasických invazivních angiografických výkonů. Mimo cévní systém jsou prováděny např. různé drenáže, zaváděny rozličné trubičky a výztuže,

zpevňovány osteoporózou postižené obratle, teplem ničeny nádory (tzv. radiofrekvenční ablace), aplikovány léky na přesně určená místa lidského těla (např. při tzv. kořenových obstricích). Některé speciální radiologické metody nyní dokonce umožňují hodnotit nejen vzhled, ale např. i prokrvení, či přímo funkci jednotlivých orgánů (např. funkční magnetická rezonance (MR) mozku nebo kinematické MR zobrazení srdce). (Vomáčka, 2015)

Podle použitého fyzikálního principu lze radiologické metody rozdělit na vyšetření (Malíková, 2019):

- rentgenová: skiografie, skiaskopie, mamografie, angiografie (AG) a výpočetní tomografie (CT);
- ultrazvuková: sonografie (UZ);
- vyšetření magnetickou rezonancí: též označovaná zkratkami NMR, MR či MRI.

1.1 Zobrazovací metody

Zobrazovací metody v lékařství jsou techniky umožňující získat informace o morfologii či funkci tkání a orgánů v živém organismu. V humánní, ale i veterinární medicíně se používají k diagnostice nemocí a poruch. (Malíková, 2019)

1.1.1 Skiografie

Skiografie (obr. 1) se provádí krátkou expozicí rtg záření, která prochází tělem pacienta, částečně se v něm absorbuje, rozptyluje a dopadá na detekční médium, které slouží k vytvoření snímku. V minulosti se používaly světlotěsné kazety se zesilujícími fóliemi a filmem, který se chemicky vyvolával podobně jako fotografie. V současné době se využívají digitální technologie. Snímky se až na výjimky zhotovují ve dvou na sebe kolmých projekcích (nejčastěji předozadní a boční), které poskytnou informaci o prostorových poměrech ve vyšetřované oblasti a umožňují zobrazit některé struktury, které nejsou na jedné projekci pro sumaci viditelné. Na okrajích snímku jsou uvedeny informace o pacientovi, případně technice provedení a značky určující strany (L/P nebo R/L). Hlavními výhodami jsou snížení radiační zátěže, možnost dodatečných úprav snímků, nezávislé prohlížení na více počítačích a archivace v digitální podobě.

Nepřímá digitalizace využívá tzv. paměťové fólie uložené v obalech podobných kazetám pro filmy. Po expozici se z nich získá za použití speciálního skeneru digitální obraz, který je odeslán do datového úložiště. Přímá digitální radiografie využívá matici (plochý detektor – flat panel) převádějících záření přímo nebo přes viditelné světlo na elektrický signál, který je transformován do digitální podoby a dále zpracováván. Spolu s rozvojem digitálních rentgenových technik se rozvíjí digitální archivace. Systémy pro archivaci obrazů dlouhodobě uchovávají snímky, distribuují je na vyhodnocovací a prohlížečské stanice a odesílají je po síti do jiných zdravotnických zařízení. Pro digitální obrazová data v medicíně se na celém světě používá formát DICOM 3. (Ferda, 2015)



Obrázek 1: Rentgenový přístroj Ysio Max (zdroj: siemens-healthineers.com)

Rentgenového záření se využívá k zobrazování například (Rosina, 2021):

- dýchacích cest: bronchografie;
- srdečně cévního systému: angiokardiografie, koronarografie, flebografie;
- trávicího systému: rentgen žaludku, nativní snímek břicha, irigografie, cholecystografie, cholangiografie;
- močového systému: vylučovací urografie, pyelografie, cystografie;

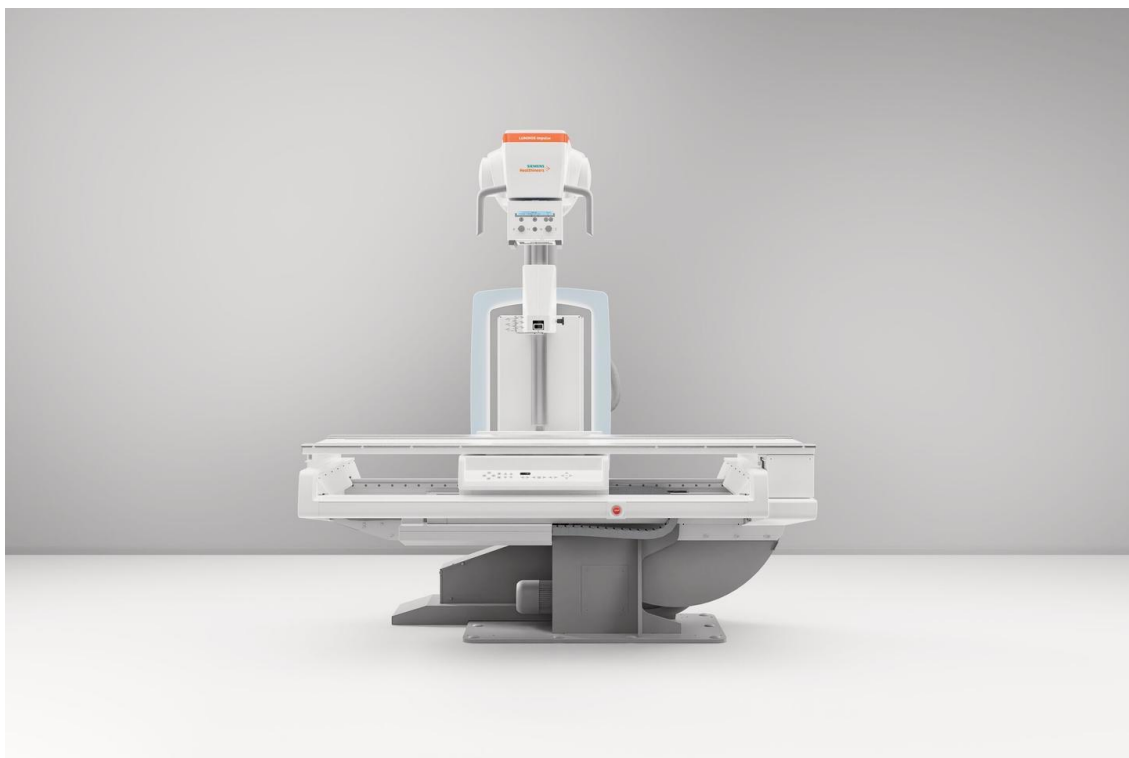
- nervového systému: nativní snímek, tomografie, angiografie mozku a míchy, kyfotická angiografie.

1.1.2 Skiaskopie

Skiaskopie spočívá v kontinuálním prosvěcování rentgenovým zářením o nízké energii, které umožňuje hodnotit dynamické děje, jako jsou pohyby části těla nebo postup kontrastní látky. Rentgenové záření procházející tělem vyšetřované osoby dopadá na štít obsahující luminiscenční látku, na němž se vytváří viditelný obraz. Ten je zesílen v zesilovači obrazu a poté převeden televizním řetězcem nebo digitální kamerou na monitor. V současnosti i skiaskopická vyšetření využívají detekci záření pomocí plochého detektoru a dochází k přímé analogově-digitální konverzi na plně digitální obraz přímo na panelu detektoru. Vzhledem k použití záření o nižší energii je kvalita obrazů horší než při skiagrafii. Z tohoto důvodu umožňují skiaskopické přístroje (obr.2), také provedení skiagrafické expozice. U skiaskopických přístrojů se používají sklopné stoly, které umožňují převedení pacienta do šikmé nebo vzpřímené polohy a pohyblivá ramena držící rentgenku. Během některých operací se využívají mobilní skiaskopické přístroje umožňující provádět skiaskopii přímo na operačním stole a například hodnotit postavení zlomenin nebo polohu rentgen kontrastních implantátů. (Ferda, 2015)

Nevýhodou je, že se provádí v dokonale zatemněné místnosti, takže lékař, který vyšetřuje, se musí adaptovat na vidění ve tmě. Adaptace na vidění ve tmě je delší než adaptace na světlo. Hlavní nevýhodou je ale daleko větší dávka rentgenového záření absorbovaná pacientem než při skiagrafii. Výhodou skiaskopie je, že umožňuje prostorovou představu při lokalizování patologického ložiska, např. pozorování dýchacích pohybů bránice, pulzaci srdce, pohybů žaludku, střev apod. (Rosina, 2021)

Skiaskopie se používá na zobrazení dynamických jevů, jako jsou zachycení polykacího aktu, pasáže tenkým střevem, zobrazení píštělí, vyšetření cév, kontrola léčebných postupů – biopsií, peroperační a pooperační kontrola ortopedických, neurochirurgických, kardiologických výkonů. (Malíková, 2019)



Obrázek 2: Skiaskopický přístroj LUMINOS Impulse (zdroj: siemens-healthineers.com)

1.1.3 Angiografie

Zobrazení cév se provádí pomocí **angiografie**, lze je zobrazit buď neinvazivně pomocí technik dopplerovské ultrasonografie, CT angiografie, MR angiografie nebo invazivně angiografií. Při angiografii je intravaskulárně indikována kontrastní látka a následuje její znázornění rentgenovými metodami. Angiografická vyšetření jsou prováděna na specializovaných pracovištích, jejichž základní součástí je angiografický komplet. Ten umožňuje skiaskopickou kontrolu nutnou pro zavádění instrumentaria (katetry, vodiče) i snímkování. (Heřman, 2014)

Angiografie se dělí podle oblasti diagnostického zájmu (Podzimek, 2021):

- arteriografie (vyšetření tepen);
- flebografie (vyšetření žil).

Angiografický systém (obr. 3) je rtg systém, který je vybaven výkonnou rentgenkou s protilehlým receptorem obrazu (nejčastěji v současné době jde o flat panel detektor), které jsou umístěny na protilehlých stranách jednoho C-ramena. Pro některé typy

výkonů může systém disponovat dvěma C-rameny, která pak umožňují získání relevantního obrazu ve dvou na sebe kolmých projekcích současně – jde o tzv. biplanární systémy. Další součástí angiografického systému je pohyblivý patientský stůl, který musí splňovat požadavky na malou absorpci záření, ale současně na velkou zatížitelnost (hmotnost některých pacientů přesahuje 150 kg). Nejčastěji je vyráběn z uhlíkových vláken. Mezi další části systému patří ovládací konzole umístěná na sále a/nebo v ovládací místnosti, displej pro sledování instrumentária v reálném čase, monitor životních funkcí a v některých případech také angiografický injektor. (Súkupová, 2018)



Obrázek 3: Angiografický přístroj ARTIS icono (zdroj: siemens-healthineers.com)

Při většině angiografií se používá technika digitální subtrakční angiografie. Základním principem je digitalizace skiaskopického obrazu a počítačová subtrakce obrazu před a po nástřiku kontrastní látky. Subtrakce vede k odstranění struktur patrných

na nativním obraze, proto se zobrazí pouze cévy naplněné kontrastní látkou. (Heřman, 2014)

1.1.4 Mamografie

Mamografie (MG) je rentgenová metoda využívající nízkoenergetické (měkké) ionizující záření (napětí na rentgence je přibližně 20–40 kV), které je vhodné pro zobrazení měkkých tkání a umožňuje vyšetřit prsy s dostatečným kontrastem i rozlišením. Moderní mamografie je výhradně digitální (digital mammography – DM, možný název full field digital mammography – FFDM). Tzv. filmová mamografie, kde byl receptorem obrazu film se zesilovací fólií, je již zcela obsoletní. DM přinesla lepší kvalitu zobrazení, nižší dávku záření a v detekci karcinomu vyšší senzitivitu, zejména u žen s bohatou žlázou (s denzními prsy typu C a D), u žen pre – a perimenopauzálních a pod 50 let věku. DM má všechny výhody digitální zobrazovací metody, například možnost dodatečné úpravy obrazu (postprocessing), digitální archivace a jednodušší komunikace a sdílení dat, posílání obrazů na dálku (teleradiologie), prohlížení obrazů na několika pracovních stanicích apod. Zásadní je také stálá kvalita obrazu, minimální opakování expozic, lepší prokreslení u denzních prsů (linearita odpovědi). Standardní screeningová mamografie zahrnuje pro každý prs 2 snímky ve dvou projekcích – projekci mediolaterální šikmé (MLO) a kраниokaudální (shora dolů, CC). Jedině šikmé projekce zachytí co největší část prsu včetně axily. Celkem tedy máme u ženy s oběma prsy 4 obrazy (snímky). Při diagnostické mamografii (kdy se vyšetřují ženy s příznaky onemocnění prsu či podrobněji zkoumají abnormality zachycené na standardní mamografii) se často doplňují další projekce, snímky cílené na určité místo (spot compression) nebo snímky se zvětšením (magnification). Někdy je však nejasný nález na screeningu dovyšetřen jinými zobrazovacími metodami bez použití ionizujícího záření (např. ultrazvuk nebo magnetická rezonance). Prs se při snímkování stlačí (komprimuje) mezi kompresní desku a podložní deskou s detektorem. Pro různé velikosti prsů se volí různé kompresní desky, je tak možné vyšetřit prakticky všechny typy prsů (velké i malé, včetně prsu mužského). (Súkupová, 2018; Daneš, 2021)

Cílem MG vyšetření je nalezení patologie, pokud možno v raném stádiu, kdy je řada onemocnění lépe léčitelná. V současné době existují dva typy MG vyšetření. Prvním typem je mamografický screening, který se zaměřuje na vyhledávání počátečních stádií rakoviny prsu u asymptomatických pacientů. Druhým typem vyšetření je diagnostická mamografie, která je indikovaná u žen s nejasným nálezem na screeningové mamografii. Požadavky kladené na prohlížení obrazové dokumentace v mamografii jsou podstatně vyšší než pro ostatní rtg modality. Je to zejména tím, že jde z velké části o mamografický screening, kdy jsou vyšetřovány zdravé pacientky, proto musí být kvalita celého zobrazovacího řetězce co nejvyšší. Pro zobrazení v mamografii lze použít pouze diagnostické monitory dedikované pro mamografii. Je nutné, aby splňovaly požadované hodnoty jasu a počtu pixelů. (Súkupová, 2018)

V současné době se hledá místo pro kontrastní spektrální mamografii (CESM). Brzdou využití i pro screening (například u denzních prsů či rizikových žen) je nutnost nitrožilní aplikace jodové kontrastní látky, což je spojeno s řadou nevýhod (riziko alergické reakce, delší vyšetřovací čas, vyšší cena výkonu, menší komfort ženy, nutnost vybavení automatickým injektorem a speciální mamografickou aplikací). (Daneš, 2021)

Rtg mamografický přístroj (obr. 4) může být doplněn zařízením pro mamografickou stereotaxi, což umožňuje přesně zaměření zobrazených struktur podezřelých z nádorového procesu, jejich lokalizaci a označení vhodným markerem, s možností odběru vzorku pomocí biopsie pro histologické vyšetření. (Podzimek, 2021)



Obrázek 4: Mamografický přístroj MAMMOMAT Select (zdroj: siemens-healthineers.com)

1.1.5 Výpočetní tomografie

Výpočetní tomografie (CT) je založena na matematické rekonstrukci anatomických vrstevových obrazů (řezů) získaných z informací o absorpci záření v mnoha průmětech po obvodu kruhu. Metoda byla vyvinuta na přelomu 60. a 70. let 20. století. První klinicky využitelný počítačový tomograf byl zkonstruován v roce 1971. Zavedení CT znamenalo zásadní přelom v lékařském zobrazování a její objevitelé Godfrey N. Hounsfield (konstruktér prvního CT přístroje) a Allan M. Cormack (autor teoretických základů metody) získali v roce 1979 Nobelovu cenu za fyziologii a lékařství. Výpočetní tomografy konvenční jsou realizovány na základě dvou konstrukčních principů, a to konstrukce vějířové, nebo kruhové. Rozdíl spočívá ve skutečnosti, že u vějířového přístroje se otáčí jak rentgenka, tak detektorová soustava, zatímco u kruhového tomografu pouze rentgenka a detektory jsou umístěné po celém obvodu přístroje. V praktickém využití zvítězily vějířové. (Seidl, 2012; Ferda, 2015)

Za posledních několik let se CT (obr. 5) stalo běžně dostupnou zobrazovací metodou, která přispívá k lepší diagnostice onemocnění, ale na druhé straně to vede k tomu,

že je mnoha CT vyšetření nesprávně indikovaných, tj. není zřejmé, že by benefit plynoucí z CT výkonů převýšil riziko spojené s provedením výkonu. (Súkupová, 2018)



Obrázek 5: CT přístroj SOMATOM X.cite (zdroj: siemens-healthineers.com)

CT vyšetření je dnes velmi rychlé vyšetření, celé tělo lze oskenovat během vteřin a také proto je především nástrojem akutní medicíny, je indikováno u akutních cévních mozkových příhod (CMP) pro vyloučení krvácení, CT angiografie mozku se zde využívá i pro posouzení uzávěru tepen u ischemických iktů. Zásadní roli hraje CT v traumatologii, kdy u polytraumat i jiných závažných, život ohrožujících stavů je nejrychlejším komplexním zobrazením všech orgánů těla. V neurgentních stavech je CT využíváno jako vyšetření druhé volby v případě, kdy základní primární zobrazení nedokázalo stanovit diagnózu (Cimfllová, 2019; Malíková, 2019):

- CT hrudníku, jako druhá volba po klasickém RTG snímku plic;
- CT břicha, jako druhá volba po ultrazvukovém vyšetření;
- CT skeletu, jako druhá volba po klasickém RTG snímku.

1.1.6 Ultrasonografie

Ultrazvuk (UZ) se začal využívat pro diagnostické účely v medicíně přibližně od 40. let 20. století. První práce popisující vizualizaci mozkových nádorů pomocí ultrazvuku byla publikována v roce 1942 rakouským lékařem Dussikem. V 50. a 60. letech 20. století pak došlo k prudkému rozvoji metody a objevily se i první přenosné přístroje. V řadě oborů se UZ (obr. 6) stal nejen cenným pomocníkem, ale postupně základní diagnostickou metodou. Dnes si nejen radiologové, ale i gynekologové nebo kardiologové nedovedou bez UZ představit svou každodenní praxi. Do intenzivní medicíny (IM) začal ultrazvuk pronikat v 80. letech 20. století. Lékaři resuscitačních jednotek intenzivní péče využívali ultrazvukovou diagnostiku již dříve formou konziliární činnosti kolegů radiologů nebo kardiologů, ale postupně si začali jednotlivá vyšetření provádět sami. (Burša, 2021)



Obrázek 6: Ultrazvukový systém ACUSON Sequoia (zdroj: siemens-healthineers.com)

Pierre Curie jako první objevil tzv. piezoelektrické vlastnosti speciálních krystalů, díky kterým je možné proměnit elektrický proud na mechanickou energii (ultrazvukové vlny) a naopak (elektrický proud působí mechanickou vibraci krystalů, a tím vznikají ultrazvukové vlny; a naopak – ultrazvukové vlny působí vibraci krystalů a vibrace posléze generuje elektrický signál). Tento fenomén je využíván v ultrazvukové technologii a vyšetřování pacienta. Ultrazvuková sonda slouží jako zásobník těchto krystalů a rovněž jako generátor (vysílač) a přijímač signálů. Ultrazvukový signál je generovaný ve dvou možných módech (Durila, 2021):

- kontinuální mód;
- pulzní mód.

Při kontinuálním módu ultrazvuková sonda funguje jako systém dvou skupin krystalů: jedna skupina krystalů kontinuálně vysílá ultrazvukové paprsky a druhá skupina krystalů kontinuálně přijímá (poslouchá) vracející se echa. Při pulzním módu jedna skupina krystalů ultrazvukové sondy intermitentně vysílá signály ve velice krátkých intervalech a posléze tatáž skupina krystalů přijímá vracející se signály ve formě echa. (Durila, 2021)

Lékařská sonografie je diagnostická zobrazovací technika založená na registraci ultrazvuku odraženého od tkání. Užíváme piezoelektrické sondy o frekvencích 2–18 MHz. Do těla vyšetřovaného pacienta je vysíláno ultrazvukové vlnění vytvářené piezoelektrickým měničem. Akustická impedance (prostupnost ultrazvuku prostředím), a tedy i rychlost šíření ultrazvukového vlnění, však není ve všech tkáních zcela stejná. Na rozhraní dvou tkání s odlišnou akustickou impedancí dochází k částečnému odrazu UZ vlnění. V ideálním případě je plocha rozhraní kolmá na směr šíření ultrazvukového vlnění. Aby bylo možné registrovat odražené vlnění, vysílá se ultrazvuk v mikrosekundových impulzech s opakovací frekvencí (nikoliv kontinuálně) a registruje se intenzita odražených signálů i doba, za jakou se po vyslání vrátí do senzoru. Intenzita ultrazvukového vlnění klesá exponenciálně, proto je třeba pro dobrou vizualizaci detekovaný signál dále upravit, resp. provést zesílení signálu úměrně době, která uplynula od jeho vyslání. Protože vzduch má pro ultrazvukové vlnění velmi vysokou impedanci, je třeba zajistit, aby vlnění procházelo jen vodním prostředím. Obvyklým řešením je důkladné pokrytí povrchu sondy gelem, který zajistí dobrý průchod vlnění ze sondy do kůže. (Seidl, 2012)

Ultrazukové sondy se liší podle konstrukce a frekvence vysílaného vlnění. Podle tvaru kontaktní plochy se sondy dělí na lineární, konvexní a sektorové. Lineární sondy se používají pro vyšetřování povrchově uložených struktur. Obraz má tvar obdélníku. Konvexní sondy jsou vhodné pro zobrazení břišních orgánů a pánve. Sektorová sonda se používá v oblastech, kde je malý prostor pro průchod ultrazvuku do těla. Obrazy u konvexních a sektorových mají tvar vějíře. Používají se, ale také speciální sondy pro endosonografická (např. transrektální, transvaginální) nebo peroperační vyšetření. (Ferda, 2015)

Ultrazvuk má oproti většině ostatních zobrazovacích metod velkou výhodu v tom, že při běžném diagnostickém využití nemá prakticky kontraindikace a nežádoucí účinky. Existují dva potenciální nežádoucí účinky ultrazvuku, které vyplývají z jeho podstaty mechanického vlnění, ohřev tkání při předání energie ultrazvukovou vlnou, a možnost kavitací při periodických změnách tlaku. Snad jedinou výjimkou je omezení nadbytečných ultrazvuků v těhotenství, neboť vyvíjející tkáň plodu je k termickým účinkům senzitivnější. (Malíková, 2019)

Ultrazukové vyšetření s aplikací kontrastní látky (CEUS) se v poslední době dostává stále více do popředí v algoritmech zobrazovacích metod u širokého spektra onemocnění. Vlastnosti kontrastních látek třetí generace, které jsou v současné době používány, umožňují jejich standardní použití v klinické praxi. Samotná aplikace kontrastní látky je jednoduchá. Po smísení prášku s fyziologickým roztokem se podává směs intravenózně, s následnou infuzí menšího množství fyziologického roztoku. K syčení jednotlivých tkání pak dochází prakticky do několika sekund, a to přetrvává několik desítek sekund až minut. Významnou výhodou kontrastního ultrazvuku stále zůstává absence ionizujícího záření bez nutnosti aplikace jódové kontrastní látky (a s tím spojeného rizika nežádoucích účinků a komplikací), poměrně dobrá dostupnost, časová nenáročnost a možnost okamžitého použití v návaznosti na nativní UZ, po němž pacient nemusí čekat někdy i týdny na ověření nálezu a nemusí absolvovat další vyšetření. (Mechl, 2018)

1.1.7 Magnetická rezonance

Mezi technicky nejsložitější vyšetřovací metody patří **magnetická rezonance (MR)**. Princip je založen na sledování odezvy jader atomů, které jsou vloženy do silného magnetického pole a interagují s vysokofrekvenčním radiofrekvenčním (RF) elektromagnetickým vlněním a následném počítačovém vyhodnocení této odezvy. Podmínkou použití magnetické rezonance je přítomnost atomů s jádrem s nenulovým magnetickým momentem hybnosti ve snímaných biologických tkáních. Při zobrazování pomocí magnetické rezonance dávají nejlepší signál vodíková jádra, která se významně podílejí na prostorovém rozlišení a kontrastu pořízených snímků. Magnetická rezonance je neinvazivní zobrazovací metoda, která poskytuje informace o vnitřní stavbě lidského těla a o fyziologii, patofyziologii a funkci jednotlivých orgánů. Jednou z jejích největších předností je, že nepoužívá ionizující záření a má nepřekonatelný měkko tkáňový kontrast. (Rosina, 2021)

Magnetická rezonance (obr. 7) využívá magnetických vlastností jader atomů určitých prvků vykazujících tzv. spin, který vytváří jejich magnetický moment. Magnetický moment lze charakterizovat velikostí a směrem. Orientace magnetických momentů je náhodná a závisí na teplotě. Pokud jsou jádra umístěna do vnějšího magnetického pole, dojde k částečnému uspořádání těchto magnetických momentů, a to paralelně a antiparalelně vzhledem k vnějšímu magnetickému poli. Jejich energie může být změněna díky schopnosti přijímat radiofrekvenční energii a tu pak zpětně emitovat při návratu do původního nízkoenergetického stavu.

Podélná relaxace T1 (spin-mřížková relaxace), po aplikaci 90° RF pulzu dojde k vytvoření příčné magnetizace v rovině XY a po přerušení pulzu dochází okamžitě k postupné relaxaci k původnímu ekvilibriu díky výměně energie s okolní tkání. Různé látky se pak odlišují délkou časové konstanty T1 podélné relaxace. Rozdíl v relaxačních časech vytváří základní kontrast v MR obrazu. T1 relaxační čas je časový interval, který uběhne od excitace, dokud podélná magnetizace tkáně nezíská zpět 63 % své původní rovnovážné hodnoty. Typická klinická hodnota kolísá mezi desítkami milisekund až sekundami. T1 relaxační čas je závislý na velikosti magnetického pole B_0 a je tím delší, čím je vyšší B_0 . Volná voda má relativně delší T1 relaxační čas ve srovnání s relaxačním časem T1 ostatních tkání, např. tukem. Paramagnetické látky na bázi gadolinia T1 relaxační čas silně zkracují. (Pleva, 2012)



Obrázek 7: MR přístroj MAGNETOM vida (zdroj: siemens-healthineers.com)

Příčná relaxace T2 (spin-spinová relaxace), druhým nezávislým dějem, který nastává současně s podélnou relaxací, je relaxace příčné složky magnetizace. Při aplikaci RF excitačního pulzu dochází k fázové synchronizaci, a tím se vytvoří transverzální komponenta magnetizace. Proto je možno naměřit v rovině XY silný signál FID (free induction decay). Díky spin-spinové interakci však dochází ke ztrátě fázové koherence, a tím i ztrátě transverzální složky magnetizace a MR signálu. T2 relaxační čas je časový interval potřebný na to, aby příčná magnetizace tkáně ztratila 63 % své původní transverzální magnetizace. Čas T2 ve tkáních kolísá od několika desítek milisekund po sekundy. Ve srovnání s tukem má voda dlouhý T2 relaxační čas. (Pleva, 2012)

Oba relaxační mechanismy nastávají současně. Obecně příčná spin-spinová relaxace je významně kratší než spin-mřížková. Tkáně s typicky krátkým T1 mají i krátký T2 (např. tuk) a tkáně s dlouhým T1 mají i dlouhý T2 (např. tkáně s velkým obsahem vody). (Pleva, 2012)

MR má výsadní postavení v diagnostice degenerativních onemocnění CNS, cévních příhod, vrozených vad, a především nádorů mozku a míchy. Vzhledem k tomu, že z tukové tkáně lze získat pomocí MR velmi silný signál, je možné použít MR k diagnostice kostní dřeně a mediastina. Umožňuje snadné odlišení cév od solidních tkání (lymfatických uzlin, tumorů). Dále lze MR využít při neinvazivní diagnostice nemocí pohybového ústrojí, např. lézí chrupavek. Přínosem je využití MR u kardiovaskulárních onemocnění pomocí MR angiografie. Nespornou výhodou je skutečnost, že při tomto vyšetření není pacient vystaven ionizujícímu záření. Nemohou však být vyšetřováni pacienti s kardiostimulátory nebo s předměty z magnetických materiálů apod. (Rosina, 2021)

Magnetická rezonance má tyto zásadní přednosti (Vomáčka, 2015):

- podrobné detailní zobrazení měkkých tkání;
- primárně vyšetření ve třech rovinách;
- zobrazení mozkových tepen bez podání kontrastní látky;
- neionizující typ vyšetření.

MR je zobrazovací metoda s nejlepším tkáňovým kontrastem, vzhledem k její horší dostupnosti a vyšší ceně, je většinou indikována jako metoda druhé či třetí volby po jednodušších, dostupnějších a levnějších zobrazovacích vyšetřeních (např. rtg snímku, CT či ultrazvukovém vyšetření). V některých případech je dnes již ale třeba uvažovat o indikaci MR jako metodě první volby. Jde o indikace, kdy jiné typy zobrazení nejsou schopny určitě struktury posoudit. Při zvažování, zda indikovat CT nebo MR je třeba vzít v úvahu i absenci ionizujícího záření, proto MR upřednostňujeme především u dětí a mladých žen ve fertilním věku. (Malíková, 2019)

Indikace, kdy by MR měla být primární metodou zobrazení (Malíková, 2019):

- MR mozku – především posouzení zadní jámy, hypofýzy, postižení bílé hmoty;
- MR páteře – především při podezření na postižení míchy;
- MR malé pánve – posouzení tumorů dělohy, prostaty, rekta.

Při **angiografii magnetickou rezonancí (MRA)** je obraz ovlivňován pohybem tkáňových struktur, tedy i tokem tekutin. Pokud vyšleme elektromagnetický pulz

do tkáně s cévami, tak v době přijímání signálu budou jádra uvnitř cévy ovlivněná elektromagnetickým pulzem mimo rovinu řezu a budou nahrazena v důsledku rychlosti toku krve jádry neovlivněnými. Průřez cévou bude bez signálu, a tedy zbarven černě. Časováním vyšetřovací sekvence lze dosáhnout i opačného efektu, kdy signál z cévy, kterou protéká krev, bude zesílen. (Rosina, 2021)

Při srovnání s angiografií je výhodou MRA neinvazivita, odpadá také použití ionizujícího záření. Pomocí MRA je možné zobrazit žíly a tepny. Z tepen jsou vyšetřovány téměř všechny oblasti od tepen zásobujících mozek přes aortu a její odstupy až po tepny dolních končetin. Z žil jsou nejčastěji zobrazovány mozkové splavy, velké systémové žíly a portální oběh. (Heřman, 2014)

Pomocí **spektroskopie magnetickou rezonancí (MRS)** se provádí chemická analýza. Jako analytická metoda je prováděna in vitro, lze ji však provést i in vivo na přístrojích používaných v klinické praxi. Nejčastěji se provádí tzv. vodíková spektroskopie, ale studují i jiné prvky s lichým protonovým číslem, např. izotop uhlíku ^{13}C , fluoru ^{19}F , sodíku ^{23}Na , fosforu ^{31}P . Výsledkem těchto studií jsou křivky, z nichž lze určit zastoupení látek a jejich množství ve vybrané oblasti. Do klinické praxe se MRS prosazuje zejména při hodnocení patologických procesů mozku, prostaty a myokardu. (Heřman, 2014)

MRS umožňuje neinvazivní hodnocení metabolitů vyšetřované tkáně a poskytuje informaci o složení intrakraniálních lézí. Oproti konvenčním strukturálním MR metodám tak může poskytnout informaci o charakteristice vlastní nádorové tkáně. MRS tedy zvyšuje specifitu konvenční magnetické rezonance a může tak ovlivnit léčbu pacientů a případná rozhodnutí o změně léčebné strategie. Strukturální MR a MR spektroskopie jsou založeny na stejných fyzikálních principech snímání signálu, ale odlišují se způsobem, kterým jsou data zpracovávána, zobrazena a interpretována. Namísto strukturálních obrázků je jejich výstupem křivka, tzv. spektrum koncentrací metabolitů ve vyšetřovaném objemu v závislosti na typu vyšetřované tkáně. Tyto metabolity jsou zachyceny v daném spektru, pokud se skládají z protonů (H^+), jsou obsaženy v koncentraci $\geq 0,5$ mmol/l, rezonují podél osy chemického posunu v různých frekvencích a je-li zároveň dosaženo potlačení signálu vody. (Bulik, 2016)

Funkční magnetická rezonance (fMRI) patří již déle než dvě dekády mezi metody, které jsou využívány k výzkumu lidského mozku, ale také při sledování funkčních změn ve spojitosti s patologickými procesy. Použití fMRI pro mapování funkčních mozkových center v procesu přípravy na neurochirurgický zákrok je jedno z nejstarších, nejpraktičtějších a nejpřímějších aplikací této metody. Určení lokalizace adekvátních 33 funkcí a jejich vztahu (vzdálenosti) k resekované patologii je pro chirurga cennou znalostí a dovoluje naplánovat operaci tak, aby došlo k co nejmenšímu poškození funkční mozkové tkáně. (Tintěra, 2017)

Využívá se při ní fyziologického poznatku, že aktivně pracující část mozku mají vyšší průtok krve než oblasti neaktivní. Zvýšený průtok krve lze registrovat pomocí speciálních rychlých sekvencí. Slouží např. ke studiu mozkových funkcí u zdravých nepatologických osob, jejich změn při různých onemocněních mozku. (Heřman, 2014; Vomáčka, 2015)

1.2 Kontrastní látky

Kontrastní látky (KL) slouží k lepšímu zobrazení anatomických struktur a orgánů, případně jejich funkce. Nejčastěji jsou aplikovány do cévního řečiště, mohou být podávány i do preformovaných dutin lidského těla. Rtg kontrastní látky modifikují absorpci rtg záření v cílovém orgánu, fungují na principu změny absorpce záření v cílovém orgánu. Pozitivní KL absorpci Rtg záření zvyšují, jsou na bázi prvků, které mají vyšší protonové číslo než tkáň nebo orgán, do kterých jsou aplikovány. Negativní KL absorpci naopak snižují. (Seidl, 2012)

1.2.1 Negativní KL

Negativní KL mají za cíl zvýšit transparentci vyšetřovaného orgánu tak, aby byl od okolních tkání relativně dobře diferencovatelný. V rtg diagnostice se využívají pro dnes již vzácně prováděná dvojkontrastní vyšetření trávicího traktu, kdy se podávají současně s baryovou KL, která vytvoří tenký průhledný film na stěně, zatímco lumen je vyplněné negativní KL. Tímto způsobem je možné zobrazit jemnější detaily než pomocí mono kontrastního vyšetření. Negativní KL se stále častěji využívají

v počítačové tomografii, kdy se vpravují do lumen gastrointestinálního traktu (GIT) a umožňují lépe zobrazit jeho šíří a patologické změny ve střevní stěně. (Ferda, 2015; Malíková, 2019)

Mezi negativní kontrastní látky patří (Malíková, 2019):

- voda: podaná per os či per rektum;
- manitol či sorbitol: je látka, která se využívá rovněž pro perorální podání;
- CO₂: se využívá extrémně výjimečně při angiografiích, nebo pro distenzi střeva při virtuální kolonografii;
- prostý vzduch: se aplikuje per os nebo per rectum při vyšetření GIT;
- methylcelulóza: se používá při enterografiích.

1.2.2 Pozitivní KL

Pozitivní KL, způsobují změnu absorpce (zvyšují absorpci) rtg záření. Mezi pozitivní kontrastní látky patří (Malíková, 2019):

- baryové kontrastní látky: látky, které se podávají pouze při vyšetření GIT, a to per os nebo per rektum;
- jodové kontrastní látky: látky, které lze podat prakticky univerzálně, nejčastěji se podávají intravenózně, ale běžnou indikací je intraarteriální a intraartikulární (do kloubní dutiny) aplikace, aplikace do tělesných dutin, patologických dutin a píštělí, ale lze je podat i do GIT;
- gadoliniové kontrastní látky: jsou schváleny pouze pro intravenózní a intraartikulární aplikace;
- kontrastní látky na bázi mikrobublin, které se používají v některých omezených indikacích při ultrasonografii a aplikují se intravenózně.

Baryové KL se používají při vyšetřování trávicí trubice. Nejdůležitější kontrastní látkou je síran barnatý BaSO₄, jeho použití se datuje již od roku 1910, je to jediná sloučenina barya, která není toxická a nerozpouští se ve vodě. Podává se ve formě suspenze – ne roztoku! Kromě základní látky obsahuje i další pomocné látky. Podávají se pouze do GIT, z GIT se nevstřebávají a procházejí jím v nezměněné podobě.

V případě proniknutí mimo GIT, do mediastina nebo peritoneální dutiny, působí velmi toxicky a ohrožují pacienta těžkou toxickou mediastinitidou či peritonitidou. Používají se při skiaskopickém vyšetření trávicí trubice jako je pasáž GIT, vyšetření polykacího aktu a vyšetření tlustého střeva – irigografie či vyšetření defekačního aktu.

Stabilizátory zpomalující sedimentaci barya brání jeho vložkování a dále chuťová korigencia, která zlepšují nepříjemnou chuť samostatného barya. V současnosti jsou nejpoužívanější baryové KL Micropaque a Prontobario. (Nekula, 2014; Malíková, 2019)

V současnosti používané **jodové kontrastní látky** (JKL) jsou ve vodě rozpustné, tudíž jsou všeobecně využitelné, neionické (jde o neutrální částice) a nízkoosmolární či isoosmolární (290–900 mosm/kg). Jodové kontrastní látky se mohou aplikovat intravenózně, intraarteriálně, intraartikulárně, intrathekálně, perorálně, do píštělí, drenů, do dutin. Jodové kontrastní látky mají řadu nežádoucích účinků a vlastností, které je vždy třeba vzít na zřetel. (Malíková, 2019)

Obecně se dělí JKL na:

- hepatotropní jsou vylučovány játry;
- nefrotropní jsou vylučovány ledvinami.

Chemické složení těchto nejpoužívanějších **nefrotropních KL** se neustále vyvíjí. Dříve se používaly KL se dvěma atomy J, nyní se třemi. Přídavné chemické látky výrazně zvyšují toleranci KL. Množství jodu a jeho koncentrace – mg jodu/1 ml KL – je popsáno přesně u každé KL, často je výrazně označeno – 270, 300, 320, 350, 370, 400. Větší koncentrace zvyšuje kontrast, proto můžeme použít menší množství KL. Ideální nefrotropní KL je ta, která dává velký kontrast, nepoškozuje fyziologické funkce a rychle se vylučuje ledvinami. Nefrotropní jodové KL (obr. 8) se distribuují v extracelulárním prostoru, nemetabolizují se a vylučují se v nezměněné formě glomerulární filtrací. U normální funkce ledvin se 90 % vyloučí do moči během 2 hodin, celkové množství by se mělo vyloučit během 1 dne. Jodové kontrastní látky pronikají přes poškozenou hematoencefalickou bariéru a pronikají placentou. Maximální doporučená dávka pro intravenózní podání jodových kontrastních látek by neměla překročit u zdravých dospělých jedinců 300ml/den. (Nekula, 2014; Malíková, 2019)



Obrázek 8: Kontrastní látka Lomeron (zdroj: Bracco Imaging)

Při vyšetření magnetickou rezonancí se používají **gadolinové KL**. Naopak nejčastěji užívané jsou sloučeniny gadolinia, manganu nebo železa. V zásadě je dělíme do dvou skupin – látky paramagnetické (ve vodě rozpustné) a superparamagnetické (ve vodě omezeně rozpustné a do těla jsou vpravovány ve formě suspenzí – v nižších koncentracích jsou účinnější). Dostupné jsou t.č. pouze látky paramagnetické.

Gadolinium se pro aplikaci chemicky váže k vhodným látkám (nosičům), např. DTPA – diethylen-triamino-penta-octové kyselině. Kontrastní látky mají značně odlišnou Larmorovou frekvenci, proto ovlivňují relaxační mechanismy, tj. relaxační časy T1 a T2. Větší bývá ovlivnění T1 relaxačního času (desítky procent), ovlivnění relaxačního času T2 bývá mnohem menší (jednotky procent). Lze pak zviditelnit i struktury, které nebyly v nativním obraze rozlišitelné. Vzhledem k široké biologické variaci se relaxační časy normální a abnormální tkáně překrývají. Tato skutečnost do značné míry omezuje schopnost MR detekovat patologickou tkáň. Kromě použití velmi speciálních sekvencí se dále s výhodou uplatňuje i aplikace kontrastní látky, která mění relaxační časy tkání, a tím i jejich signální intenzitu. (Súkupová, 2018; Švihovec, 2018; Rosina, 2021)

Farmakokinetika gadoliniových preparátů je podobná jako u jodových vodných kontrastních látek – jsou vylučovány ledvinami. Závažné nežádoucí reakce jsou při srovnání s jodovými kontrastními látkami významně méně časté. Dostupnými

paramagnetickými látkami jsou kyselina gadopentetová, kyselina gadoterová, gadodiamid, gadoteridol, gadoversetamid, kyselina gadobenová, gadobutrol a kyselina gadoxetová. (Heřman, 2014; Švihovec, 2018)

KL na bázi mikrobublin slouží k zesílení ultrazukových odrazů tepen, srdečních dutin a drobných cév parenchymatózních orgánů. Jejich použití vede k zesílení odrazu ultrazukového vlnění, což je způsobeno přítomností plynových mikrobublin o průměru 2–4 μm . Na českém trhu je k dispozici přípravek SonoVue (obr. 9), tato KL je tvořena bublinami fluoridu sírového (SF_6) obalenými lipoproteinovou membránou průměrné velikosti 2,5 μm . Distribuce této kontrastní látky je výhradně intravaskulární (nepřechází do okolních tkání), zobrazuje tedy v tkáních mikrovaskularizaci. KL se aplikuje intravenózně, její účinek je jen krátkodobý (po dobu několika minut), postupně se eliminuje z těla plícemi. Při srážce UZ vlny s mikrobublinou dojde střídavě k její kompresi a následné expanzi. Stlačení je díky plynu limitováno, expanze je mnohem větší než komprese (poloměr bubliny se zvětší až o několik set procent). Důsledkem je asymetrická nelineární oscilace bublin, která produkuje vyšší harmonické frekvence (mikrobubliny rezonují s dopadajícím ultrazukovým vlněním, a tím zvyšují intenzitu odrazů). Tyto vyšší harmonické frekvence jsou detekovány speciálními technikami, které jsou senzitivní na velmi malé odrazy od mikrobublin. (Seidl, 2012; Heřman, 2014)



Obrázek 9: Kontrastní látka SonoVue (zdroj: Bracco Imaging)

1.2.3 Nežádoucí účinky kontrastních látek

Nežádoucí účinky kontrastních látek zahrnují spektrum od alergoidních reakcí po chemotoxické reakce. Z hlediska vzniku nežádoucích reakcí jsou nejrizikovější jodové kontrastní látky. Můžeme se s nimi ale setkat i u ostatních typů kontrastních látek. Z tohoto důvodu musí každé pracoviště, na kterém se kontrastní látky podávají, disponovat vybavením pro zvládnutí akutních nežádoucích účinků a kardiopulmonální resuscitaci. (Ferda, 2015)

Alergoidní reakce je vyvolaná uvolněním histaminu a serotoninu. U moderních nízkoosmolárních kontrastních látek se vyskytuje u méně než 1 % případů. Klinické příznaky nezávisí na množství podané KL a není podmínkou předchozí senzibilizace. Reakce se obvykle rozvíjejí ihned po aplikaci KL. Pozdní reakce jsou vzácné a bývají většinou mírnější. Při reakcích mírného stupně vzniká urtika. Středně těžké reakce jsou provázeny poklesem tlaku, tachykardií, bronchospazmem a laryngálním edémem. V nejtěžších případech se rozvíjí anafylaktický šok se selháním oběhu. (Ferda, 2015)

Reakce se dle závažnosti dělí na (Seidl, 2012):

- reakce lehké, které se projevují urtikou, zarudnutím pokožky, nevolností, škrábáním v krku;
- reakce střední zahrnují tachykardii s poklesem tlaku, bronchospasmus, laryngospasmus – pacientovi se hůř dýchá, má pocit, že se dusí;
- těžké generalizované alergoidní reakce na JKL, kdy může dojít ke kardiovaskulárnímu selhání a anafylaktickému šoku.

Terapie alergické reakce závisí na konkrétních projevech. Obecně je nutné (Seidl, 2012):

- zastavit přísun alergenu;
- zajistit i. v. přístup, pokud není (týká se především pozdní reakce, protože během celého výkonu musí být zavedena kanyla do žíly);
- podat kortikoidy, beta-2-mimetika, antiemetika;
- podat kyslík;
- přivolat resuscitační tým;
- monitorovat vitální funkce;

- podat adrenalin,
- provést kardiopulmonální resuscitace (KPR).

Chemotoxická reakce znamená přímé ovlivnění určitého orgánu, zejména sem patří kontrastní nefropatie a kardiotoxicita. Tato reakce může být provázena pocitem horka, nauzeou a zvracením. Více jsou ohroženi nemocní v nestabilním klinickém stavu. Velikost reakce je přímo úměrná množství podané kontrastní látky. Hlavní zásadou snížení chemotoxicity je použití co nejmenšího možného množství KL a dostatečná hydratace nemocného před vyšetřením a po něm. (Heřman, 2014)

1.3 Radiační ochrana

V průběhu předešlých několika desetiletí došlo k významnému pokroku v zobrazovacích technologiích, který měl dva hlavní dopady. Jednak tento pokrok umožnil snížení dávek pacientům při skiagrafických výkonech: např. při rtg vyšetření lebky došlo k poklesu orgánové dávky na mozek z hodnot okolo cca 20 mGy, uváděných v letech 1930–1959, na aktuální hodnoty okolo 1–2 mGy; podobně pro plíce, kdy došlo k poklesu původních orgánových dávek na plíce okolo 0,4–0,5 mGy, uváděných letech 1930–1959, na současných cca 0,25 mGy. Druhý dopad moderních technologií je v tom, že umožňují získání diagnostické informace v mnohem větší míře, avšak někdy i za cenu vyšší dávky pacientům, typicky u CT. V neposlední řadě však moderní technologie umožňují provádět výkony, o kterých by se nám dříve ani nesnilo, např. transkatérovou implantaci srdeční chlopně. (Kubinyi, 2018)

1.3.1 Principy radiační ochrany

Cílem radiační ochrany je vyloučit vznik deterministických účinků a snížit míru rizika vzniku stochastických účinků na minimum, resp. na úroveň přijatelnou pro jednotlivce a společnost. Cíl radiační ochrany vychází ze současných poznatků o účincích ionizujícího záření a je jej dosahováno uplatňováním principů radiační ochrany. Prvním principem je **princip optimalizace**, kdy je nutné zajistit, aby velikost individuálních dávek, pravděpodobnost ozáření a počet jednotlivců vystavených ozáření byly na co nejnížší úrovni s přihlédnutím k současným odborným znalostem

a hospodářským a sociálním faktorům. Tento princip se označuje jako ALARA, což je akronym sloganu „As Low As Reasonably Achievable“. Při implementaci principu optimalizace při lékařském ozáření sem vstupuje ještě získání diagnostické informace, tj. je nutné získat dostatečnou diagnostickou informaci za co nejnižších dávek s přihlédnutím k hospodářským a společenským faktorům. Ideálně je výsledkem rtg snímek dostatečné kvality získaný při co nejnižší dávce. Součástí optimalizace je i zavedení, používání a pravidelná revize diagnostických referenčních úrovní (DRÚ). DRÚ jsou úrovně dávek v lékařských radiodiagnostických nebo intervenčních radiologických činnostech pro typické vyšetření skupiny standardních pacientů pro obecně definované typy vybavení. DRÚ jsou směrné hodnoty pro lékařské ozáření, které přispívají k usměrnění lékařských expozic. Nemají charakter závazných ukazatelů a jsou metodou prvního přiblížení k posouzení optimalizace (Vyhláška 422/2016, Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.). Jejich časté překračování je podnětem k prošetření příčin nepřiměřeně vysoké zátěže pacientů a k nápravným opatřením týkajícím se zpravidla techniky vyšetření. (Súkupová, 2018)

Radiologický standard je písemný postup pro každý standardní typ lékařského ozáření. Součástí postupu musí být i způsob stanovení a hodnocení dávek pacientům. K hodnocení dávek pacientům slouží místní diagnostické referenční úrovně (MDRÚ). Národní radiologické standardy (NRS) jsou souborem doporučení a návodem pro tvorbu místních radiologických standardů (MRS) na pracovištích využívajících ionizující záření. Podle NRS vypracuje každé pracoviště využívající ionizující záření pro lékařské účely své MRS, kterými se řídí při provádění výkonu. MRS je tedy standard, který je vyhlášen a používán na daném pracovišti. Radiologické standardy byly zavedeny, aby se do určité míry sjednotila praxe včetně dávek záření při provádění výkonů, tj. není možné, aby se na různých pracovištích prováděly stejné výkony s naprosto odlišnými postupy a dávkami. (Súkupová, 2018)

Druhým principem je **princip zdůvodnění**, který uvádí, že z každé metody v lékařství využívající ozáření pacienta ionizujícím zářením by měl plynout dostatečný benefit pro ozářeného pacienta nebo pro společnost, aby došlo k vyvážení újmy způsobené ozářením. Jednoduše řečeno to znamená, že podstoupí-li pacient nějaký radiodiagnostický výkon s použitím ionizujícího záření, které je škodlivé a způsobuje tedy určitou újmu pacientovi, měl by z tohoto výkonu plynout dostatečný benefit

pro pacienta, např. diagnostika onemocnění nebo zlepšení stavu nemoci (při intervenčních výkonech). Prakticky se princip zdůvodnění uplatňuje následovně. Před žádostí o vyšetření s použitím ionizujícího záření by se mělo uvážit, zda lze získat požadovanou diagnostickou informaci bez použití ionizujícího záření. Zde se nabízí UZ nebo vyšetření MR. Není-li možné použít UZ ani MR, měla by být jasně stanovena indikace, proč je vyšetření s použitím ionizujícího záření požadováno, aby bylo možné zhodnotit benefit plynoucí z tohoto vyšetření. Typickým příkladem nedodržování principu zdůvodnění je např. provádění rentgenového vyšetření srdce a plic u každého pacienta, který navštíví určitou ordinaci. Kvůli principu zdůvodnění nejsou téměř nikdy prováděna vyšetření s použitím ionizujícího záření na dobrovolnících, zatímco např. u MR vyšetření je v rámci výzkumu skoro vždy vyšetřovanou skupinou i skupina dobrovolníků. Přesto existuje výjimka, kdy je vyšetření s použitím ionizujícího záření provedeno na dobrovolnících, a to v rámci některých výzkumů nebo při zavádění nových vyšetřovacích metod do praxe. (Súkupová, 2018)

Třetím principem je princip **dávkových limitů**, který uvádí, že celková dávka kterémukoliv jednotlivci z kontrolovaných zdrojů v plánovaných expozičních situacích, s výjimkou lékařské expozice pacientů, by neměla překročit příslušné limity. Závazné dávkové limity jsou stanoveny regulujícím orgánem s přihlédnutím k mezinárodním doporučením a aplikují se u pracovníků a jednotlivých obyvatel v plánovaných expozičních situacích. Na radiační pracovníky se vztahují **limity pro radiační pracovníky (tab. 1)**, které byly stanoveny tak, aby bylo redukováno riziko výskytu stochastických účinků na nižší úroveň než jeden výskyt na 10 000 pracovníků/rok, což odpovídá „bezpečnému“ zaměstnání. Současně jsou limity stanoveny tak, aby při jejich dodržení nedošlo ke vzniku deterministických účinků, např. ke vzniku katarakty. (Súkupová, 2018; Navrátil, 2019)

Posledním je **princip bezpečnosti zdrojů ionizujícího záření**, který vyžaduje, aby všechny zdroje ionizujícího záření podléhaly pravidelné kontrole, zejména kvůli ověření stability a spolehlivosti daného zdroje, resp. rtg systému. Před prvním použitím rtg systému pro klinické účely je provedena přijímací zkouška a následně se parametry pravidelně kontrolují prostřednictvím zkoušek dlouhodobé stability a zkoušek provozní stálosti. Rozsah a četnost zkoušek, kdo je smí provádět, jak postupovat v případě nesouladu a jiné skutečnosti s tím související jsou stanoveny

ve vyhlášce č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje a doporučeních státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB). (Súkupová, 2018)

**Tabulka 1: Dávkové limity v rámci plánovaných expozičních situací
(zdroj: vyhláška č. 422/2016 Sb.)**

Dávkové limity				
	Součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazku efektivních dávek z vnitřního ozáření	H_T pro oční čočku	Pro průměrnou H_T v 1 cm² kůže	Pro H_T na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky
Obecné limity pro obyvatele	1 mSv	15 mSv	50 mSv	
Limity pro radiační pracovníky	50 mSv	100 mSv/5let a současně 50 mSv/rok	500 mSv	500 mSv
Limity pro žáky a studenty	6 mSv	15 mSv	150 mSv	150 mSv

1.3.2 Dokumentace a záznamy vedené na radiologických pracovištích

Zásady radiační ochrany na radiologických (RDG) pracovištích v ČR vycházejí ze zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon a opírají se o příslušné prováděcí vyhlášky SÚJB, zejména ty, které se týkají radiační ochrany obecně. Tak jako každá činnost i radiační ochrana se musí opírat o dokumentaci, která zpracovává v místních

podmínkách požadavky zákona, prováděcích vyhlášek, ale také doporučení radiační ochrany. Vzhledem k závažnosti problematiky je těchto dokumentů několik a určují různé aspekty radiační ochrany na pracovišti. Souborně jde o organizační řád, program monitorování, program zajištění radiační ochrany (dříve program zabezpečování jakosti), vnitřní havarijní plán a některé další. Přitom je nutné zdůraznit, že každý, kdo chce nakládat se zdrojem ionizujícího záření, musí žádat o povolení od SÚJB. Součástí žádosti o toto povolení je pak celý soubor zpracovaných opatření, která vedou k ochraně pracovníků, pacientů, veřejnosti i životního prostředí. Po kladném vyřízení žádosti se žadatel stává držitelem povolení k používání zdroje ionizujícího záření. (Kubinyi, 2018)

Základním dokumentem určujícím charakteristiku a organizační strukturu pracoviště je **organizační řád**. Musí v něm být uvedeny základní údaje o pracovišti (název a adresa zdravotnického zařízení, název a adresa pracoviště, vedení pracoviště a telefonická a emailová spojení). Je zde uvedena organizační struktura pracoviště, kompetence, odpovědnosti a pravomoci vedoucích pracovníků, určena řídicí a kontrolní činnost. (Kubinyi, 2018)

Nejobsáhlejším dokumentem radiologického pracoviště je **provozní řád**. Je zde uvedena charakteristika a zaměření pracoviště, personální zajištění, struktura, vymezení prostor a hygienicko-epidemiologický režim pracoviště. V přílohách je stanoven rozsah činnosti pracoviště, vyšetřovací a léčebné postupy, specifikace zdrojů ionizujícího záření, monitorování pracoviště a pracovníků a způsob monitorování radiační zátěže pacientů. Stanovena je veškerá kontrolní činnost na pracovišti. Dále zdravotní způsobilost zaměstnanců a jejich vzdělávání. Závěrem je v provozním řádu uveden způsob řešení mimořádných událostí. (Kubinyi, 2018)

Pro radiační ochranu je stěžejní **program zajištění radiační ochrany**. V tomto dokumentu je podrobně popsán celý systém kontroly radiační ochrany na pracovišti. Z hlediska radiační ochrany jsou zde popsány všechny kompetence a odpovědnosti řídicích a ostatních pracovníků, všechny vyšetřovací a léčebné postupy. Z personálního hlediska je zde uvedena kvalifikace a zdravotní způsobilost zaměstnanců a systém dalšího vzdělávání. Zvláštní kapitolu tvoří dokumentace pacienta, způsob jejího vedení, náležitosti a kontrola. Závěr je věnován možným chybám při diagnostickém nebo terapeutickém postupu a způsobu jejich řešení,

předcházení a řešení mimořádných událostí. V položkách společných s provozním řádem lze v tomto programu odkázat na příslušné přílohy. (Kubinyi, 2018)

Program monitorování je dokument, který určuje způsob a frekvenci monitorování osob a pracoviště. Jsou v něm uvedeny způsoby monitorování pracovníků a dalších osob vstupujících do kontrolovaného a sledovaného pásma např. ve zdravotnictví. Monitorování slouží jednak k měření veličin, jednak k jejich interpretaci. K řízení a kontrole ochrany před ionizujícím zářením jsou zavedeny monitorovací úrovně, které vymezují kritéria, podle nichž se při monitorování rozhoduje o postupech nebo opatřeních. (Seidl, 2012; Kubinyi, 2018)

Jsou tři druhy monitorovacích úrovní (Vyhláška č. 422/2016, Sb.):

- záznamová úroveň – určuje, od jaké hodnoty dávky se mají výsledky monitorování zaznamenávat. Zpravidla 1/10 ročního limitu ozáření;
- vyšetřovací úroveň – se stanovuje na úrovni 3/10 limitu ozáření, při jejím překročení musí být provedeno šetření příčin a zjištění důsledků výkyvu sledované veličiny radiační ochrany;
- zásahová úroveň – jejíž dosažení je pokynem k provedení předem stanoveného opatření k nápravě vzniklého stavu a zabránění nežádoucího rozvoje vzniklého stavu.

Účelem osobního monitorování je především kontrola, zda nebyl překročen limit osobního dávkového ekvivalentu (50 mSv za rok) a osobního dávkového ekvivalentu na kůži za rok (500 mSv za rok) a zda nebyly na pracovišti překročeny monitorovací úrovně. Dozimetrie se zajišťuje pro všechny pracovníky kategorie A, pro pracovníky kategorie B se nepožaduje. Osobní dozimetr musí měřit všechny druhy záření, které se podílejí na zevním ozáření pracovníka. Monitorovací období bývá zpravidla stanoveno na 1 měsíc. Vyhodnocování dozimetrů provádí oprávněná dozimetrická služba. O zjištěných dávkách je informováno pracoviště, pracovník a také SÚJB. Osobní dozimetr u pracovníků musí být umístěn na standardním místě, zevně na pracovním oděvu vepředu vlevo na hrudníku. Toto místo se nazývá referenční. Pokud pracovník používá ochrannou zástěru, musí být umístěn vně zástěry. V případě nehody a podezření, že došlo k jednorázovému ozáření pracovníka, se provádí vyhodnocení osobního dozimetru okamžitě. (Seidl, 2012)

Osobní filmové dozimetry jsou založeny na fotochemických účincích ionizujícího záření. Dozimetr sestává z umělohmotné kazety, na jejíž vnitřní straně jsou filtry z mědi, olova a plastiku o různých tloušťkách. Základem filmového dozimetru je políčko fotografického filmu, světlotěsně zabalené do černého papíru. Ionizující záření prochází obalem filmu a ve fotoemulzi vytváří latentní obraz, který se vyvoláním zviditelní. V důsledku filtrů je film pod jednotlivými poli různě exponován, porovnáním zčernání lze určit energii fotonového záření a s využitím kalibrovaného standardu i velikost ozáření filmů. Indikuje tím dávku záření, která by byla absorbována v tkáni vystavené této expozici, výslednou měřenou hodnotou je efektivní dávka (mSv). Filmový dozimetr umožňuje také zjistit, ze které strany došlo k ozáření a zda bylo ozáření jedno – či vícerázové. Také dá informaci o typu záření (rentgenové, gama, beta). (Seidl, 2012)

Prstové dozimetry používají pracovníci, jejichž prsty jsou vystaveny zvýšené expozici (angiografické pracoviště) a nosí je navíc k filmovým dozimetrům. Prstové dozimetry se obvykle umísťují na vnitřní stranu prsteníku té ruky, která je více exponována. (Seidl, 2012)

Termoluminiscenční dozimetry (TLD) využívají vlastnosti vhodné látky, v níž ionizující záření vyvolává excitace elektronů z valenčního do vodivostního pásu s následným záchytem v záchytných centrech. Zahřátím potom získají elektrony dostatečnou energii k opuštění záchytného centra a k rekombinaci při současném vyzáření ultrafialového záření nebo viditelného světla, které je detekováno pomocí fotonásobičů. Celková vyzářená energie je úměrná energii ionizujícího záření absorbované v termoluminiscenčním materiálu. Výhodou TLD je jejich vysoká citlivost, možnost přesného měření odezvy, poměrně široká oblast lineární závislosti mezi dávkou a odezvou dozimetru, možnost opakovaného použití dozimetru a také možnost použití látek, které lze považovat za tkáňově ekvivalentní. (Kubinyi, 2018)

V dozimetrické praxi nachází uplatnění také **opticky stimulovaná luminiscence (OSL)**, kde při ozáření viditelným světlem dochází k deexcitaci a elektrony se vracejí zpět na nižší energetické hladiny. Uvolněná excitační energie je vyzářována ve formě fotonů viditelného světla – dochází k luminiscenci (světélkování) materiálu, většinou v modrozeleném světle. Luminiscence je vybuzena osvětlením ozářeného detektoru

ultrafialovým světlem. Stejně jako u TLD je vyzářené světlo úměrné energii záření absorbované v detektoru. Její přednosti (vysoká citlivost, rychlé vyhodnocení s možností automatizace) umožňují, že integrální osobní OSL dozimetr se stal ve světě velmi rychle rozšířeným prostředkem pro osobní monitorování pracovníků se zářením. Vyhodnocovací zařízení pro čtení těchto dozimetrů je zcela automatické, přičemž vyhodnocení jednoho dozimetru trvá přibližně 20 s. (Súkupová, 2018)

Kromě velmi rozšířených pasivních dozimetrů, které se vyžadují pro monitorování osobního ozáření pracovníků, se v posledních letech stále více používají **elektronické osobní dozimetry**, které využívají aktivní čidla záření. Tyto dozimetry většinou slouží jako doplňkové monitory, které poskytují řadu výhod (Kubinyi, 2018):

- poskytují informaci o okamžitém příkonu osobního dávkového ekvivalentu nebo celkového osobního dávkového ekvivalentu za dobu monitorování;
- umožňují upozornit světelným nebo zvukovým signálem na překročení nastavené úrovně ozáření;
- lze pomocí nich sledovat ozáření v jednotlivých dnech (výsledky monitorování se ukládají do paměti);
- jsou neocenitelné v speciálních situacích, např. při výměně radioaktivních zářičů v zařízení a při zásazích v případě nehody nebo havárie;
- umožňují sledovat ozáření při jednotlivých pracovních činnostech (což je výhodné zejména při zavádění nových postupů nebo vyšetření).

1.3.3 Ochrana personálu na pracovišti a ochranné pomůcky

Radiační ochrana pracovníků se vztahuje na aplikující odborníky (radiology, kardiology a radiologické asistenty), kteří provádějí výkony s použitím zdrojů ionizujícího záření, zejména s použitím rtg systémů. Předpokladem je kompetence k nakládání s rtg systémy získaná odpovídajícím výcvikem a znalostí radiační ochrany. Tyto osoby musí být poučeny o možném riziku jejich práce s ionizujícím zářením. Na radiační pracovníky se vztahují limity pro radiační pracovníky, které byly stanoveny tak, aby bylo redukováno riziko výskytu stochastických účinků na nižší úroveň než jeden výskyt na 10 000 pracovníků/rok, což odpovídá „bezpečnému“ zaměstnání. Současně jsou limity stanoveny tak, aby při jejich dodržení nedošlo ke vzniku deterministických

účinků, např. ke vzniku katarakty. Radiační ochrana pracovníků v radiodiagnostice se liší v závislosti na tom, které konkrétní činnosti vykonávají, např. radiační ochrana lékaře provádějícího intervenční výkon se liší od radiační ochrany radiologického asistenta, který pracuje u ovládací konzole CT skeneru. Ochrana pracovníků a pacientů spolu výrazně souvisí, proto snížení dávek pacientům vede ke snížení dávek pracovníkům, zejména při intervenčních výkonech. Při radiační ochraně pracovníků v radiodiagnostice, tj. lékařů (radiologů, kardiologů, anesteziologů a jiných), radiologických asistentů, zdravotních sester a radiologických fyziků, je důležité si uvědomit, co je zdrojem jejich ozáření. Mezi základní způsoby radiační ochrany před zevním ozářením patří **stínění časem** (čím kratší je expozice, tím nižší dávka), **stínění vzdáleností** (čím větší vzdálenost od zdroje záření, nižší dávka) a **stínění ochrannými prostředky**. Mezi ochranné prostředky patří závěsná stínění a mobilní zástěny. Mezi osobní ochranné pomůcky patří zástěry, límce, brýle a rukavice. Materiál ochranných stínění, který zeslabuje záření, musí být rozložen rovnoměrně a musí obsahovat prvky o atomovém čísle větším než 47. U ochranných stínících prostředků je nezbytné, aby byla pravidelně kontrolována jejich celistvost. Ochranné zástěry jsou vyráběny se stínícím ekvivalentem 0,25 mm Pb, 0,35 mm Pb, 0,50 mm Pb a 1,00 mm Pb. Límce na ochranu štítné žlázy nesmí mít menší stínící ekvivalent než 0,35 mm Pb. U ochranných rukavic musí být stínící ekvivalent alespoň 0,25 mm Pb, přičemž efektivita stínících pomůcek je vyšší pro nižší energie záření. Ochranná zástěra s ekvivalentem 0,25 mm, 0,5 mm Pb a 1,0 mm Pb odstíní rozptýlené záření s účinností 66 %, 88 % a 99 %. Avšak ochranná zástěra s ekvivalentem 1,0 mm Pb je velmi těžká a při intervenčních výkonech není příliš často používána. Další opatření na ochranu pracovníků jsou osobní monitorování, soustavné vzdělávání, plánovaná údržba a obnova techniky a řádné provádění zkoušek rtg systémů. Mimo osobní monitorování pracovníků se provádí na rtg pracovištích taktéž monitorování pracovišť. (Súkupová, 2018)

1.4 Onemocnění SARS-CoV-2

Syndrom akutního respiračního selhání (SARS), s vysokou morbiditou a smrtností, je novou nemocí 21. století. V prvních pěti měsících roku 2003 se onemocnění rozšířilo z jihovýchodní Asie, Číny a Hongkongu do celého světa – vyvolalo pandemické šíření.

Postihlo více než 8000 osob, z nichž zemřelo 812. Až začátkem léta 2003 se pandemie díky výraznému úsilí Světové zdravotnické organizace (WHO), Centra pro kontrolu a prevenci nemocí (CDC) a národních zdravotnických managementů dostala plně pod kontrolu. (Prymula, 2006)

Pandemie SARS prolomila systém zdravotnického zabezpečení v jednotlivých státech, došlo k nákaze zdravotnického personálu, sester, lékařů i pomocných zdravotnických pracovníků. V některých oblastech průběh pandemie ukázal na nepřipravenost zdravotnictví v oblasti intenzivní péče a v možnostech zabezpečení protiepidemických opatření. V průběhu pandemie bylo nezbytné uzavření škol, nemocnic, ale i izolace větších územních celků. Ekonomický dopad pandemie byl obrovský, především v oblasti letecké dopravy, školství, zaměstnanosti, výrobních kapacit, infrastruktury aj. Průběh pandemie poukázal na specifickou hrozbu SARS, nutnost okamžité reakce a sjednocení zdravotnických postupů na mezinárodní úrovni. Potvrdil nutnost přípravy národních zdravotnických složek na realizaci základních protiepidemických opatření při výskytu vysoce virulentních nákaz: izolaci, karanténizaci a průběžnou kontrolu infekcí, včetně epidemiologického šetření kontaktů. Odpověď WHO a odborné komunity v průběhu pandemie byla okamžitá. Doposud neznámý původce byl po vydání globální výstrahy identifikován v průběhu měsíce. Průběh pandemie potvrdil význam a efektivitu vědecké spolupráce a nezbytnost rychlé komunikace. (Prymula, 2006)

SARS je vyvolán zcela novým koronavirem, který způsobuje těžké postižení respiračního traktu s rozvojem atypické pneumonie a následným respiračním selháním. Epidemie těžkých atypických pneumonií byla pozorována v provincii Guangdong a hlášena WHO 11. února 2003. Prvotně byla spojována s etiologickým agens viru ptačí chřipky A H5N1, které bylo izolováno od nemocných dětí v Hongkongu. Již dříve (v roce 1997) tento virus vyvolal epidemii u lidí. Ptačí chřipka jako etiologické agens SARS byla však rychle vyloučena. Při vyšetření vzorků od nemocných v Hongkongu byly v elektronovém mikroskopu prokázány částice podobné paramyxovirům. V průběhu dalšího šetření byla pozornost zaměřena na čeled' Paramyxoviridae. Laboratorní šetření prokázalo přítomnost lidského metapneu ve velkém počtu vzorků, ale ne u všech pacientů SARS. V té době Čína potvrdila průkaz chlamydiových partikulí u nemocných, kteří zemřeli na atypickou pneumonii

v provincii Guangdong. Jejich nálezy ale nebyly potvrzeny v jiných ohniscích SARS mimo Čínu.

17. března 2003 WHO organizovala virtuální síť 11 světových laboratoří a zahajovala multicentrický výzkum zaměřený na průkaz etiologického agens a na vývoj diagnostických testů (World Health Organisation Multicentric Collaborative NetWork for Severe Acute Respiratory Syndrome – SARS). Poprvé byl nový humánní koronavirus H-CoV identifikován výzkumnými pracovníky v Hongkongu, USA a Německu v materiálu odebraném od nemocných koncem března 2003. Virus byl izolován na tkáňových kulturách, prokázán elektron-mikroskopicky a pomocí PCR provedena sekvenční analýza genomu. Poté byl proveden průkaz protilátek v testu nepřímé imunofluorescence. V dubnu 2003 na pracovní konferenci laboratorních expertů ze 13 světových laboratoří v Ženevě WHO deklarovala, že bylo identifikováno infekční agens SARS, které nebylo dosud izolováno u zvířat ani u lidí. (Prymula, 2006)

Pandemie nového koronavirového onemocnění 2019 (COVID-19) měla kořeny v listopadu 2019 v čínském Wu-chanu a je připisována tomu, co se začalo nazývat koronavirus těžkého akutního respiračního syndromu (SARS-CoV-2). U prvních pacientů se objevily příznaky těžkého zápalu plic, včetně horečky, suchého kašle a respiračních potíží. Vzhledem k vysoké přenosové rychlosti, která je pro tento virus charakteristická, představuje pro zdravotnické systémy po celém světě problém kontroly. Ačkoli se uvádí, že míra infekce v Číně byla kontrolována prostřednictvím přísných opatření v oblasti veřejného zdraví, několik evropských zemí v poslední době zaznamenalo exponenciální nárůst počtu nakažených a zemřelých pacientů s COVID-19. (Cieszanowski, 2020)

Onemocnění se vyskytlo u lidí, kteří pracovali nebo navštívili trh, kde jsou prodávány zejména živé ryby, mořské plody, kuřata, netopýři, svišti, ptáci a jiné živočišné produkty, a kde dochází i k jejich zpracování a konzumaci. Počáteční ohnisko ve Wu-chanu se rychle rozšířilo a onemocnění zasáhlo další části Číny. Případy nového onemocnění byly brzy odhaleny nejprve v několika dalších zemích jihovýchodní Asie a v Austrálii, postupně se onemocnění rozšířilo i do Evropy, Afriky a Ameriky. Dne 30. ledna 2020 WHO vyhlásila globální stav zdravotní nouze, 11. března 2020 WHO prohlásila šíření koronaviru za pandemii. První případ onemocnění v České republice byl evidován 1. března 2020. (Göpfertová, 2020)

Pacienti infikovaní COVID-19 mají klinické projevy, které zahrnují horečku a kašel jako primární klinické projevy a další jsou dušnost a myalgie atd. Někteří pacienti mohou mít vážné komplikace, jako je syndrom akutní respirační tísně a cytokinová bouře, která může vést ke smrti. Odběr vhodných vzorků je velmi zásadní pro detekci většiny infikovaných případů COVID-19. Výtěr z nosohltanu se obvykle odebírá, ale v některých případech můžeme detekci přehlédnout; proto mohou být alternativní volbou vzorky z dolních cest dýchacích, jako je sputum, bronchoalveolární laváž. (Mathuria, 2020)

Infekčnost je srovnatelná s chřipkou, SARS-CoV-2 je přenášen především kapénkami a zcela výjimečně vzdušnou cestou, proto osobní bariérová ochrana používáním roušek, základní hygieny kašláním a rukou a společenským odstupem jsou velmi účinné proti jeho přenosu. Rizikové faktory těžkého průběhu infekce jsou analyzovány od začátku epidemie. Vysoký věk a mužské pohlaví patří mezi nejvýznamnější. Původně se uváděl jako rizikový věk vyšší než 65 let, ale nově se spíše zdůrazňuje, že se riziko hospitalizace, intenzivní péče a úmrtí kontinuálně s věkem zvyšuje. Druhý nejzávažnější rizikový faktor představuje obezita, a to nejenom u seniorů. Mezi další rizikové faktory patří arteriální hypertenze a další kardiovaskulární choroby, chronické plicní choroby (CHOPN, astma bronchiale, cystická fibróza), diabetes mellitus a nádorová onemocnění. (Stejskal, 2020)

Obecně se přijímá, že kapénky obsahující viry mají dosah cca 1,5 m při respiračních aktivitách zdroje nákazy. Mezi nejvýznamnější aktivity patří kýchaní, křik, zpěv a další respirační aktivity provázené prudkým výdechem. Respirační kapénky jsou v průměru větší než 5–10 μm , zatímco menší kapénky po vyschnutí (jádra kapének) jsou označovány jako aerosol. Přenos vzduchem znamená šíření infekčního agens způsobené diseminací infekčních aerosolů, vznášejících se ve vzduchu na vzdálenost několika metrů a po dlouhou dobu. Respirační sekrety nebo kapénky vylučované infikovaným jedincem mohou kontaminovat povrchy a předměty. Životaschopný virus nebo RNA detekovanou RT-PCR lze nalézt na kontaminovaných površích po dobu hodin až dnů v závislosti na okolním prostředí (včetně teploty a vlhkosti) a typu povrchů, zvláště ve vysokých koncentracích ve zdravotnických zařízeních, kde jsou léčeni pacienti s COVID-19. K přenosu může docházet nepřímo dotykem kontaminovaných povrchů nebo předmětů (např. stetoskopy, teploměry) a následně

dotykem úst, nosu nebo očí. Často používaným a velmi sledovaným koeficientem pro charakteristiku šíření nákazy a tvorbu prognóz je reprodukční číslo R. Je to praktický ukazatel, který udává průměrný počet dalších osob nakažených jednou infikovanou osobou. Základní reprodukční číslo udává počáteční hodnotu v dané populaci před přijetím protiepidemických opatření, postupně se snižuje na tzv. efektivní reprodukční číslo, které odráží pozitivní ovlivnění epidemie přijatými opatřeními. Reprodukční číslo je podmíněno kontagiozitou dané nákazy, četností kontaktů, délkou doby nakažlivosti a dobou do izolace, ev. karantény. (Göpfertová, 2020)

I když je diagnóza COVID-19 potvrzena identifikací virové RNA v polymerázové řetězové reakci s reverzní transkriptázou (RT-PCR), zobrazení hrudníku hraje důležitou roli v diagnostice pacientů s možným nebo suspektním onemocněním. V souvislosti s pandemií COVID-19 se všechna zdravotnická zařízení potýkala s naléhavou potřebou vytvořit nové organizační modely a přizpůsobit protokoly týkající se managementu pacientů s COVID-19. Radiologická oddělení také musela přizpůsobit své pracovní postupy a organizovat pracovní síly podle nových okolností. Mezinárodní radiologická společnost (ISR) a Evropská radiologická společnost (ESR) uznaly potřebu získat přehled o organizaci radiologického oddělení během pandemie COVID-19, a proto provedly globální průzkum s cílem shromáždit informace o současné praxi radiologická oddělení v péči o pacienty s COVID-19. (Blažić, 2021)

V období od 1. 3. 2020 do 28. 2. 2021 bylo do informačního systému infekčních nemocí (ISIN) nahlášeno celkem více než 1 000 225 tisíc případů COVID-19. Z tohoto počtu bylo zatím identifikováno 1400 potvrzených opakovaných symptomatických onemocnění COVID-19, z toho 744 u žen a 656 u mužů. "Věkové rozpětí u osob, které prodělaly reinfekci onemocnění COVID-19 je 1 až 100 let, medián 42 let. Interval mezi první a druhou epizodou onemocnění byl v rozmezí 68 až 359 dní". Kromě tohoto počtu bylo identifikováno ještě 1 456 případů možných reinfekcí COVID-19, u nichž však minimálně jedna z epizod onemocnění proběhla bezpříznakově. Vzhledem k evidovaným případům reinfekcí u řady osob společně s nejasnostmi ohledně vytvoření, přetrvávání a protektivity imunitní odpovědi, stále platí doporučení očkovat proti COVID-19 i osoby, které v minulosti tuto infekci již prokazatelně prodělaly, byť s určitým časovým odstupem. (SZÚ, 2021)

1.4.1 Osobní ochranné pomůcky

Použití osobních ochranných pomůcek (OOP) je pouze součástí celého řetězce opatření, který začíná obecnou opatrností a důslednou hygienou rukou. Mytí rukou teplou vodou a mýdlem po dobu nejméně 20 vteřin způsobem, při kterém jsou mechanicky otřeny všechny plochy rukou, je doporučeno u znečištěných rukou, u rukou bez viditelného znečištění je stejně účinné použití dezinfekčního gelu do zaschnutí. K respirační etiketě patří kašláním, smrkáním a kýchním do jednorázového kapesníčku, který se ihned vyhodí, nebo kašláním a kýchním do rukávu, nikdy ne do ruky. Použití ústenky/roušky u symptomatických osob při prokázaném komunitním šíření snižuje riziko nákazy a množství infekčních kapének v okolí nakaženého. Jako bezpečná vzdálenost se uvádí minimálně 1 metr, ideálně 2 metry. (Chrdle, 2020)

Zřizovatel zdravotnického zařízení je povinen zajistit pracovně lékařské a pracovně bezpečnostní posouzení pracovního prostředí a identifikovat rizika a zajistit ochranu pracovníkům, kteří v takovém riziku pracují, včetně zohlednění zvýšené fyzické zátěže při používání OOP. Osobní ochranné prostředky jsou pomůcky používané na základě doporučení mezinárodních a národních zdravotnických orgánů pro ochranu před nákazou COVID-19. Osobní ochranné prostředky používané v covidové době neměly úředně prokázanou účinnost na plnou ochranu, ale pouze certifikace o technických parametrech, nikoli o účinné ochraně před biologickým rizikem. Respirátory jsou ochranné pomůcky, které splňují normy průchodu pevných částic a aerosolů. Většina respirátorů je testovaná pro průmyslové použití, pouze ojedinelí výrobci testují respirátory pro použití ve zdravotnictví. Respirátory se označují N95 v USA, FFP2 v EU (norma EN 149:2001+A1:2009), KN95 v Číně, a musí odfiltrovat nejméně 95 % olejových kapének nebo částic NaCl o velikosti 0,075 μm . Vyšší stupeň filtrace se označuje FFP3 nebo N99, a tyto respirátory mají odfiltrovat 99 % částic a kapének. Chirurgické roušky (medical masks) jsou definovány normami ASTM F2100, EN14683 a měly by odfiltrovat více než 85 % kapének o velikosti 3 μm ve vydechaném vzduchu. (Chrdle, 2020)

K **ochraně dýchacích cest** jsou nejčastěji využívány jednorázové filtrační polomasky FFP2 a FFP3, které spadají do kategorie III OOP podle nařízení (EU) 2016/425, o osobních ochranných prostředcích. Při použití respirátoru je nutné natvarování kovové

výztuže na kořeni nosu přitlačením směrem dolů tak, aby nosní díl poskytoval dostatečné těsnění. (Saibertová, 2021)

CDC doporučuje **ochranu očí** pro celou řadu možných expozic, při nichž mohou být pracovníci vystaveni riziku nákazy infekčním agens. Zdravotničtí pracovníci by si měli být vědomi, že běžné dioptrické brýle a kontaktní čočky nejsou považovány za ochranu očí. Oči mohou být kontaminovány infekčním agens buď přímo kapénkovým přenosem, anebo s kontaktem s kontaminovanými prsty nebo jinými předměty. Vhodně zvolená ochrana očí musí odpovídat konkrétní pracovní situaci a závisí na okolnostech expozice, dalších použitých OOP a potřebě korekce vidění konkrétní osoby. Místo brýlí se často používají obličejové štíty. Na rozdíl od brýlí může ochranný štít poskytovat ochranu i jiným oblastem obličeje. Aby byla zajištěna vyšší ochrana obličeje a očí před aerosolem, měl by být obličejový štít ovínut kolem obličeje tak, aby stříkající roztok nemohl projít kolem okraje štítu a zasáhnout oči. Jednorázové obličejové štíty pro zdravotnický personál vyrobené z lehkých filmů, které jsou připevněny k chirurgické masce nebo volně přiléhají k obličejí, nemusí mít požadovanou optimální ochranu. (Saibertová, 2021)

Neméně důležitá je i **ochrana kůže** před poškozením vlivem používání OOP. Poškození a poranění kůže související s používáním OOP jsou často považována za mírná podráždění pokožky a jsou tak mnohdy přehlížena a podceňována. Mezi nejčastější poškození kůže v souvislosti s používáním OOP patří tlakové léze (kožní i slizniční dekubity, exkoriace a exantém). Způsobeny jsou jak mechanickým drážděním pomůcky při dlouhodobém užívání, tak chemickými látkami (pot, sliny) a fyzikálními vlivy (zvýšená teplota kůže). Poranění kůže pod respirátorem představuje vstupní bránu pro průnik mikroorganismů do těla a vytváří i vhodné prostředí pro bakteriální, virové nebo plísňové „nozokomiální“ infekce. (Saibertová, 2021)

Častou komplikací při použití OOP jsou bolesti hlavy spolu s dalšími psychologickými dopady, včetně úzkosti, deprese, emoční oploštělosti nebo rozvoje posttraumatické stresové poruchy. Kromě únavy a poruchy termoregulace jsou při použití OOP popisovány kožní reakce především na obličejí a rukou. Součástí péče o zdravotníky v první linii tedy musí být i pracovně lékařské poradenství. (Chrdle, 2020)

Nejčastější chyby při používání OOP v epidemiích vysoce infekčních chorob, jako je nynější pandemie onemocnění COVID-19, kdy jsou zdravotničtí pracovníci v rámci osobního kontaktu s biologickým materiálem infikovaných pacientů vystaveni mnohem většímu riziku infekce než běžná populace. K danému účelu slouží speciální celotělové kombinézy (včetně speciální ochranné obuvi, či návleků na obuv), obličejové ochranné štíty, obličejové masky a polomasky s filtrem různé ochrany a respirátory různé kategorie, typu a míry ochrany. Je faktem, že systematicky bylo k používání specifických OOP vyškoleny jen málo zdravotnických pracovníků, kteří byli připravováni na kontakt s pacienty s vysoce infekčním onemocněním. OOP nemusí plně bránit proniknutí infekčních agens na tělo zdravotnických pracovníků. Je zřejmé, že při expozici infekčním agens a dodržení všech standardizovaných postupů by měla být infekční agens zachycena na OOP, ale ochrana není stoprocentní. Jedním z kritických aspektů účinnosti OOP při ochraně zdravotnických pracovníků je způsob, jakým je prováděno oblékání a svlékání ochranných pomůcek. Obecně platí, že veškeré OOP se svlékají velmi pomalu a opatrně a směrem od těla. Při snímání ochranného obleku je nezbytné vždy použít ochranné rukavice a s nimi pak také manipulovat jako s kontaminovaným materiálem. Jako nejvýznamnější prediktor, který vede ke kontaminaci zdravotnického pracovníka, je uváděn jeho kognitivní stav s vysokou hladinou stresu, který má vliv na provádění hrubých chyb při oblékání, vysvlékání či manipulaci s kontaminovanými OOP. (Saibertová, 2021)

1.4.2 Ochrana personálu při provedení vyšetření na RDG oddělení u pacientů s podezřením na COVID-19

Personál, který neprovádí přímé ošetření nemocného nebo je s pacientem v krátkém kontaktu, tedy radiologický asistent provádějící vyšetření v ovladovně: používá aktivní běžnou ochranu, kde patří hygiena rukou a nedotýká se obličeje. Personál, který provádí přímé ošetření nemocného nebo je s pacientem v přímém, krátkodobém kontaktu, tedy radiologický asistent provádějící polohování nemocného ve vyšetřovně, používá ke své ochraně tyto ochranné pomůcky – běžná rouška těsně lnoucí, brýle nebo jiná forma ochrany obličeje, čepice, dvojce rukavice, empír a igelitová zástěra nebo celotělový igelitový plášť. (Ferda, 2020)

Obecná pravidla pro ochranu personálu (Cieszanowski, 2020):

- personál absolvuje povinné školení v používání osobních ochranných prostředků zejména sejmutí masek, brýlí, obličejových štítů, pláštíků a zástěrek;
- masky, včetně chirurgických masek a částicových respirátorů určených pro kontakt s infekčními respiračními chorobami;
- protože existuje riziko přenosu infekce prostřednictvím papírových záznamů, používají se elektronické verze;
- ruce je třeba často mýt a dezinfikovat;
- nošení šperků, hodinek apod. je kontraindikováno;
- oblečení se mění před odchodem personálu z práce;
- povrchy (stolní desky, klávesnice počítačů atd.) jsou pravidelně dezinfikovány
- pokud je to možné, dodržují se vzdálenosti mezi lidmi (nejlépe ≥ 2 m);
- pacienti, u kterých je podezření na infekci SARS-CoV2, nosí masku;
- zobrazovací studie u pacientů s COVID-19 se nejlépe provádějí v méně navštěvovaných oblastech RDG, aby se zabránilo zbytečné expozici personálu a dalších pacientů;
- po provedení vyšetření jsou stroje dezinfikovány, před dekontaminací (pokud je v nemocnici k dispozici) a 30–60 minutovou výměnou vzduchu;
- týmové brífinky a další (např. multidisciplinární) schůzky jsou během epidemie zrušeny a informace jsou namísto toho přenášeny prostřednictvím videokonference a e-mailu;
- kdykoli je to možné, technici, sestry a lékaři pracují na jednom místě, aniž by se střídali, personál by měl být rozdělen do nekomunikujících týmů;
- kdykoli je to možné, radiologové pracující v infekčních nemocnicích zvažují izolaci od svých rodin, dokud epidemie SARS-CoV-2 přetrvává.

Mobilní rentgen a ultrazvuk je určen pro použití na izolačním oddělení, aby se omezila přeprava pacientů na radiologické oddělení. Rtg hrudníku a UZ v místě péče se používá u pacientů s COVID-19 jako pomoc při diagnostice, při třídění a stratifikaci rizika a případně při sledování těchto pacientů. Ideální je mít rezervu přenosného ultrazvukového a rentgenového zařízení pro potvrzené nebo suspektní pacienty s COVID-19.(Parry, 2021)

K dezinfekci zařízení a zobrazovací místnosti bylo použito 62–75 % etanolu, který snižuje infekčnost SARS-CoV-2 3 až 4krát po 1 minutě kontaktu. Roztok chlornanu látek (NaClO) v koncentraci 0,1–0,5% snižuje infekčnost viru 3krát po kontaktní době 1 minutu. 2% glutaraldehyd a 0,5% peroxid vodíků je stejně účinný a snižuje infekčnost 3krát po 1 minutě doby kontaktu. Další látky účinné proti SARS-CoV-2 jsou propan-1-ol a propan-2-ol. Portálový stůl se po každém použití otírá měkkým hadříkem namočeným v dezinfekčním roztoku na bázi chlóru s koncentrací chlóru 2000 mg/l. K dezinfekci CT přístroje by se neměly používat tekuté dezinfekční roztoky ve spreji, protože páry dezinfekčního prostředku mohou proniknout do zařízení a způsobit zkrat nebo korozi. Podlaha místnosti by měla být otřena dezinfekčním roztokem na bázi chlóru o koncentraci 2000 mg/l nejméně 4krát denně. Často dotykové kontaktní plochy, jako je ovládací konzole, klávesnice, stolní desky, spínače, kliky dveří a židle a područky, se čistí hadříkem namočeným v dezinfekčním prostředku na bázi alkoholu. Dezinfekci vzduchu v místnosti lze provádět pomocí podtlakové ventilace. V případě jeho nedostupnosti by mělo stačit větrání čerstvým vzduchem po dobu od 1 do 3 hodin. Pokud se okna zobrazovací místnosti neotevřou (větrání s uzavřeným okruhem), měla by být k recyklaci vzduchu používána vysoce účinná filtrace částic vzduchu. (Parry, 2021)

2 CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÁ OTÁZKA

2.1 Cíl práce

Cílem předložené diplomové práce bylo:

- Analyzovat vliv pandemie COVID-19 na chod radiologických oddělení ve vybraných nemocnicích.
- Analyzovat strukturu vyšetření na radiologických odděleních v období březen 2019 až únor 2021 ve vybraných nemocnicích.

2.2 Výzkumná otázka

K dosažení cíle byly stanoveny dvě výzkumné otázky:

- Jak vnímali pracovníci radiologických oddělení ve vybraných nemocnicích vliv pandemie COVID-19 na jejich chod?
- Jak ovlivnila pandemie COVID-19 počty a strukturu vyšetření ve vybraných nemocnicích?

3 METODIKA

Byla provedena analýza odborných publikací, časopisů a vybraných on-line zdrojů. Dále bylo provedeno dotazníkové šetření mezi zaměstnanci radiologických oddělení níže uvedených nemocnic. V této části diplomové práce byly analyzovány a porovnány počty a struktura vyšetření na radiologických odděleních v období březen 2019 až únor 2021 ve vybraných nemocnicích v ČR.

Výzkumnou metodou byla použita kvantitativní metoda šetření, kde sběr dat byl uskutečněn vyplněním dotazníku u 64 osob. Dotazování respondenti byli informováni, za jakým účelem je dotazník vyplňován, a jak mají postupovat při jeho vyplňování. Dotazník, viz **Příloha A**, je složen z 18 otázek. Dotazování zaměstnanci odpovídali dvěma způsoby: zakřížkováním nebo slovně. U otázky 1 až 6 odpovídali dotazování na obecné informace, které se týkaly jejich nejvyššího dosaženého vzdělání, věku, pracovní pozice na radiologickém oddělení a počtu odpracovaných let v zaměstnání. U otázky 7 až 18 odpovídali dotazování na otázky týkající se charakteru poskytované zdravotnické péče. Zda v období pandemie COVID-19, došlo ke zvýšení počtu vyšetření, jaké bylo početní zastoupení vyšetřovacích metod v rámci postcovidové péče a také jaká přijala opatření nemocnice k ochraně svých pracovníků v období pandemie. V druhé části výzkumu byla graficky zpracována poskytnutá data početního zastoupení a struktury konkrétních vyšetření.

Dotazníkové šetření proběhlo v těchto nemocnicích:

- Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o.;
- Fakultní nemocnice Ostrava, p. o.;
- Nemocnice Na Homolce, p. o.;
- Nemocnice Hranice, a.s.;
- Nemocnice Strakonice, a.s.;
- Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o.;
- Karlovarská krajská nemocnice a.s., Nemocnice Cheb

4 VÝSLEDKY

Tato kapitola popisuje výsledky dotazníkového šetření formou grafů a zpracovává poskytnutá data o počtu a struktuře vyšetření.

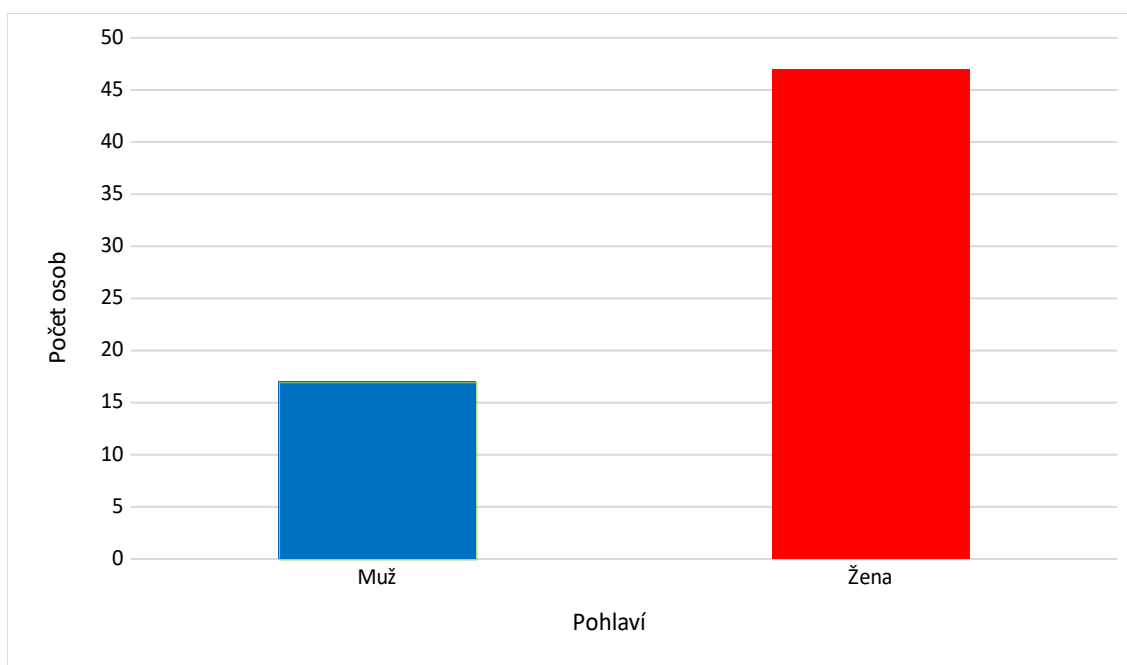
4.1 Výsledky dotazníkového šetření

Tato část se zabývá otázkami uvedenými v dotazníku a prezentuje jednotlivé odpovědi.

1. Jaké je Vaše pohlaví?

- žena
- muž

Obrázek 10 znázorňuje odpověď na otázku č. 1: *Jaké je Vaše pohlaví?*



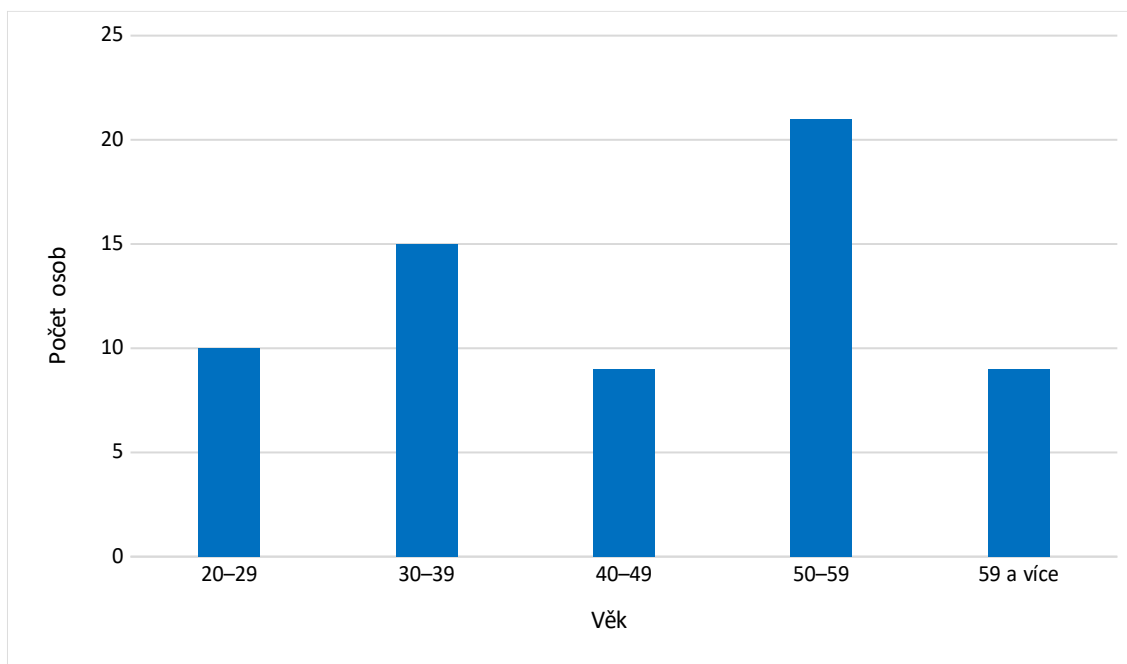
Obrázek 10: Pohlaví respondentů (zdroj: vlastní)

Celkový počet respondentů je 64 (100 %). S početní převahou 47 žen (73 %) a 17 mužů (27%).

2. Kolik je Vám let?

- 20–29
- 30–39
- 40–49
- 50–59
- 59 a více

Obrázek 11 znázorňuje odpověď na otázku č. 2: *Kolik je Vám let?*



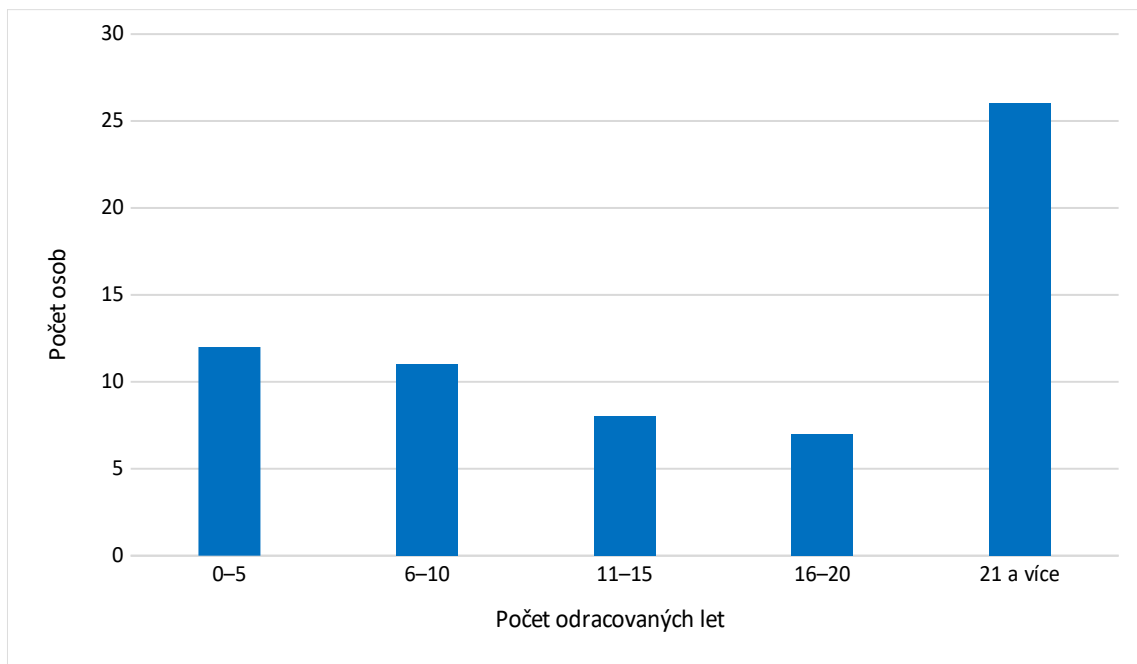
Obrázek 11: Věk respondentů (zdroj: vlastní)

Nejvíce respondentů je ve věku 50–59 let, jež tvoří soubor 21 osob (33 %). Druhou skupinu tvoří respondenti ve věku 30–39 let, jejich počet je 15 osob (23 %). Respondenti ve věku 20–29 let tvoří soubor 10 osob (16 %), skupinu ve věku 59 a více let tvoří 9 respondentů (14 %), stejně jako věkovou skupinu 40–49 let, také 9 respondentů (14 %)

3. Kolik let pracujete na radiologickém oddělení?

- 0–5
- 6–10
- 11–15
- 16–20
- 21 a více

Obrázek 12 znázorňuje odpověď na otázku č. 3: *Kolik let pracujete na radiologickém oddělení?*



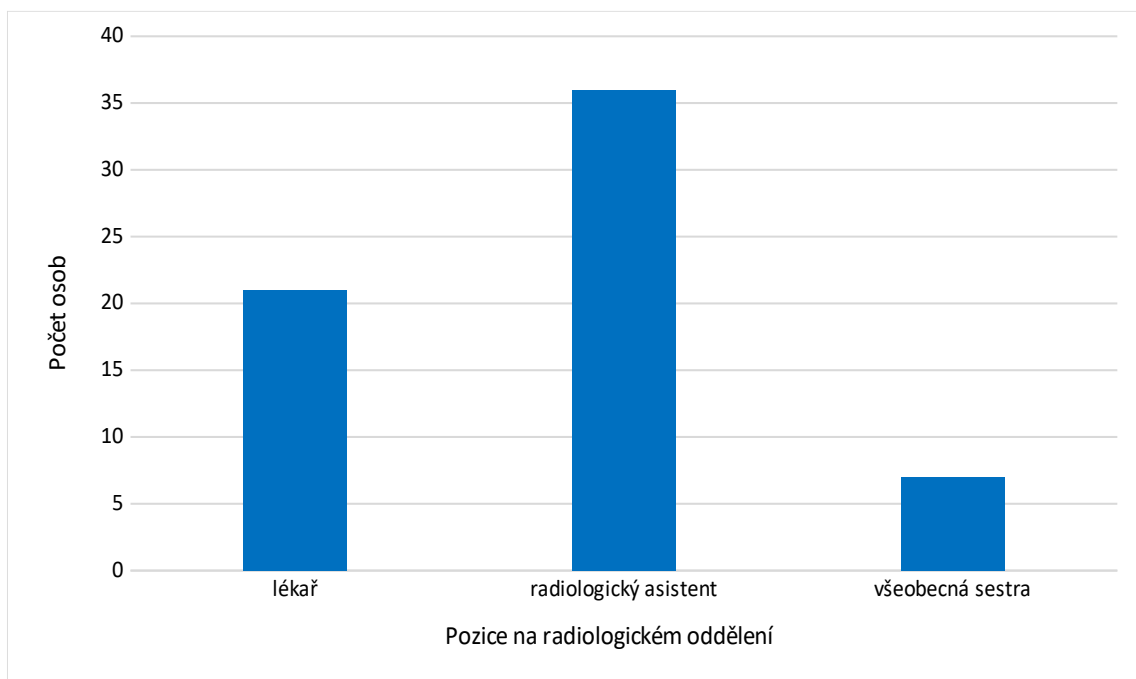
Obrázek 12: Počet odpracovaných let (zdroj: vlastní)

Nejvíce respondentů je na radiologickém oddělení zaměstnáno déle než 21 let, soubor tvoří 26 osob (40 %). Odpracováno 0–5 let má 12 osob (19 %), třetí nejčastěji zastoupenou skupinou jsou zaměstnanci pracující 6–10 let 11 osob (17 %). Zaměstnanců pracujících na radiologickém oddělení 11–15 let je skupina tvořena 8 osobami (13 %) a poslední kategorii osob pracujících 16–20 let v nemocnici představuje 7 osob (11 %).

4. Na jaké pozici na radiologickém oddělení pracujete?

- lékař
- radiologický asistent
- všeobecná sestra

Obrázek 13 znázorňuje odpověď na otázku č. 4: *Na jaké pozici na radiologickém oddělení pracujete?*



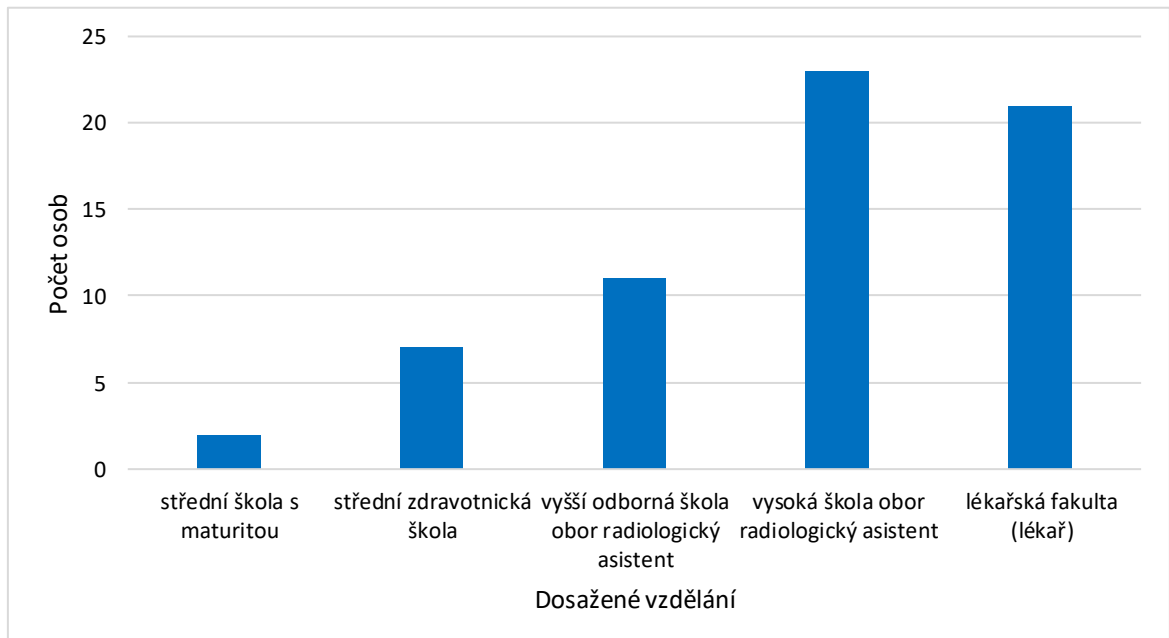
Obrázek 13: Pracovní pozice respondentů (zdroj: vlastní)

Nejvíce zastoupenou skupinou oslovených osob jsou radiologičtí asistenti 36 (56 %), dále lékaři, kteří tvoří soubor 21 osob (33 %) a 7 všeobecných sester (11 %).

5. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

- střední škola s maturitou
- střední zdravotnická škola
- vyšší odborná škola obor Radiologický asistent
- vysoká škola obor Radiologický asistent
- lékařská fakulta (lékař)

Obrázek 14 znázorňuje odpověď na otázku č. 5: *Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?*



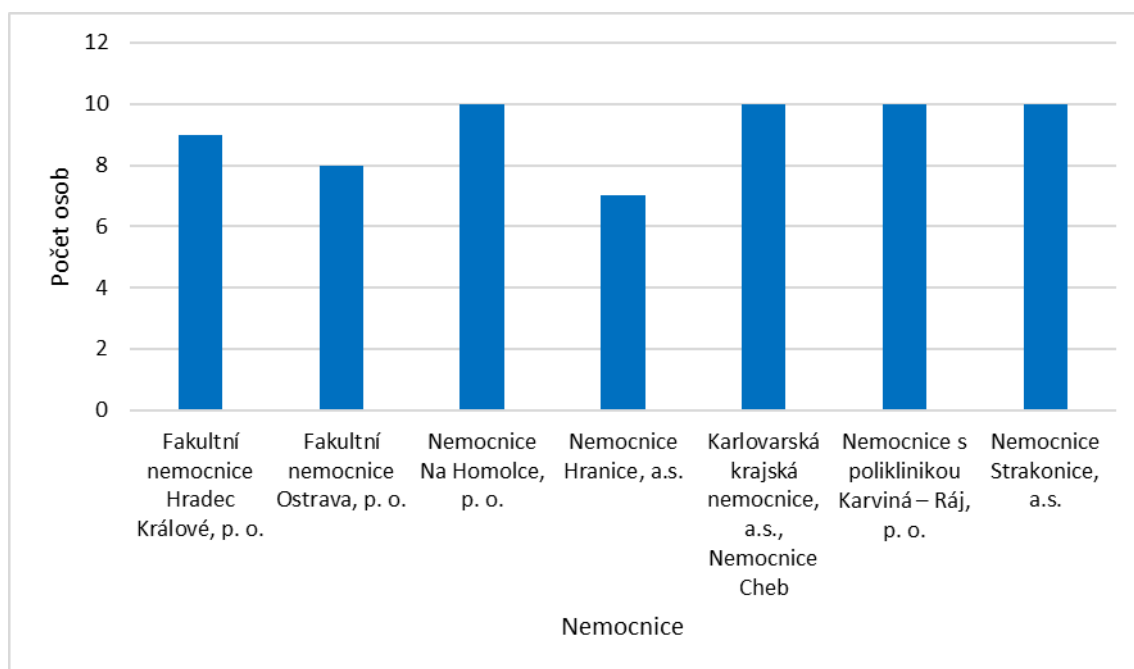
Obrázek 14: Vzdělání respondentů (zdroj: vlastní)

Z celkového počtu 64 respondentů (100 %) měli pouze 2 respondenti (3 %) střední školu s maturitou. Nejčastěji zastoupenou skupinou jsou zaměstnanci, kteří dosáhli vysokoškolského vzdělání obor Radiologický asistent 23 (36 %), vysokou školu ukončenou lékařskou fakultou měla skupina 21 osob (33 %). Třetí možností nejčastěji ukončené formy vzdělání dotazovaných respondentů je vyšší odborná škola, obor Radiologický asistent 11 osob (17 %) a nejméně častou odpovědí byla uvedena střední zdravotnická škola 7 (11 %).

6. Ve které nemocnici pracujete

- Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o.
- Fakultní nemocnice Ostrava, p. o.
- Nemocnice Na Homolce, p. o.
- Nemocnice Hranice, a.s.
- Karlovarská krajská nemocnice a.s., Nemocnice Cheb
- Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o.
- Nemocnice Strakonice, a.s.

Obrázek 15 znázorňuje odpověď na otázku č. 6: *V které nemocnici pracujete?*



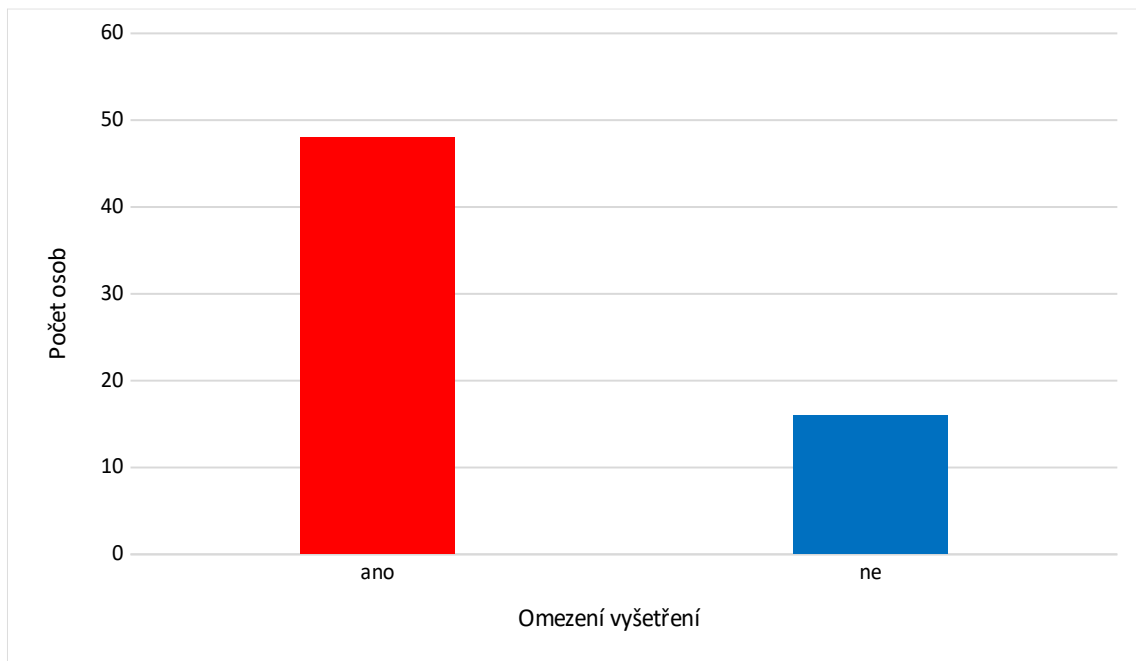
Obrázek 15: Nemocnice, kde pracují respondenti (zdroj: vlastní)

Shodný počet dotazovaných respondentů 10 osob (16 %) tvořili zaměstnanci čtyř nemocnic: Nemocnice Na Homolce, p. o., Karlovarské krajské nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb, 10 osob (16 %) a Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., 10 osob (16 %) a Nemocnice Strakonice a.s. Respondenti z Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o. tvoří 9 osob (14 %). Fakultní nemocnici Ostrava, p. o. zastupuje 8 (12 %) respondentů a v Nemocnici Hranice a.s. bylo 7 (10 %) respondentů.

7. Došlo v období pandemie 3/2020 až 2/2021 k omezení plánovaných vyšetření na Vašem oddělení?

- Ano
- Ne

Obrázek 16 znázorňuje odpověď na otázku č. 7: *Došlo v období pandemie 3/2020–2/2021 k omezení plánovaných vyšetření?*



Obrázek 16: Omezení vyšetření (zdroj: vlastní)

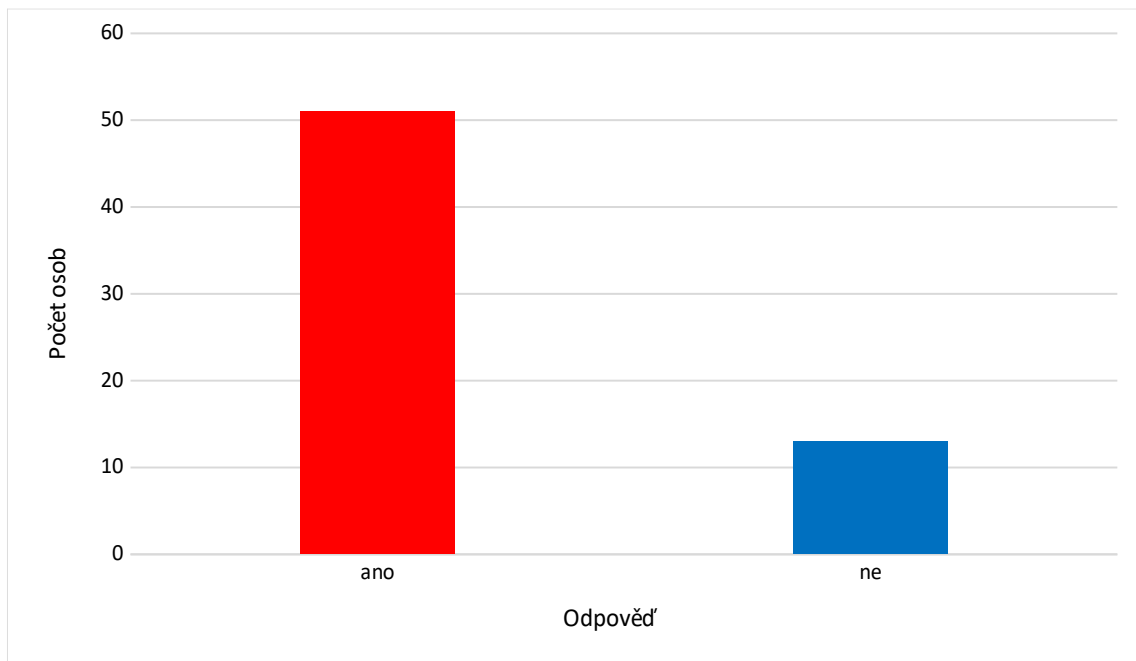
V dotazníkovém šetření odpovídali respondenti na otázku: *Došlo v období pandemie 3/2020–2/2021 k omezení plánovaných vyšetření na Vašem oddělení?* 48 respondentů (75 %) uvedlo, že došlo k omezení plánovaných vyšetření a 16 (25 %) respondentů uvedlo, že na jejich pracovištích nedošlo k omezení plánovaných vyšetření.

8. Ovlivnila pandemie COVID-19 počty vyšetření na Vašem oddělení?

Ano

Ne

Obrázek 17 znázorňuje odpověď na otázku č. 8: *Ovlivnila pandemie COVID-19 počty vyšetření na Vašem oddělení?*



Obrázek 17: Počty vyšetření (zdroj: vlastní)

Další otázkou, na kterou respondenti odpovídali byla: *Ovlivnila pandemie COVID-19 počty vyšetření na Vašem oddělení?* 51 respondentů (80 %) označilo možnost ano. Jen 13 (20 %) respondentů uvedlo, že pandemie COVID-19 neovlivnila počty vyšetření na oddělení.

9. Jak ovlivnila pandemie Vaši práci, změnil se chod Vašeho pracoviště? (doplňte slovně)

Na otázku č. 9, zda pandemie změnila chod Vašeho pracoviště respondenti odpovídali:

- *na začátku byly vytvořeny kolektivy (směny) pracovníků, abychom se nepotkávali;*
- *došlo k omezení provozu nejen vlivem karantény, ale také absence kvůli hlídání dětí;*
- *došlo k nárůstu rtg a CT plic;*
- *změnilo se spektrum vyšetření;*

- *zvýšení hygieny;*
- *oblékání do ochranných pomůcek, ke covidovým pacientům;*
- *úprava organizace provozu – vyčlenění času pro vyšetření covid pozitivních pacientů;*
- *ubylo vyšetření páteří a jiných chronických onemocnění, zvýšilo se ale vyšetření plic, hlavně rtg plic;*
- *úprava organizace provozu – vyčlenění času pro vyšetření covid pozitivních pacientů;*
- *ubylo vyšetření páteří a jiných chronických onemocnění, zvýšilo se ale vyšetření plic, hlavně rtg plic;*
- *v první vlně jsme byli rozděleni na teamy, které se střídali obden;*
- *dochází k více vyšetřením hrudníku v rámci covidové a postcovidové péče, v rámci dne specifické časy vyšetření covid pozitivních pacientů;*
- *neustále nasazený respirátor, náročnější pracovní podmínky kvůli ochranným pomůckám;*
- *samotná práce v respirátorech je zatěžující → větší únava zdravotníků;*
- *špatná nálada na pracovišti → psychicky náročnější;*
- *časově a personálně náročnější → více pacientů + absence radiologických pracovníků;*
- *viděli jsme, jak se o nás stát a vedení nemocnice postará v krizové době.*

10. Jaké opatření přijala Vaše nemocnice k ochraně svých pracovníků v období pandemie? (doplňte slovně)

Na otázku č. 10, jaké opatření přijala Vaše nemocnice k ochraně svých pracovníků respondenti odpovídali:

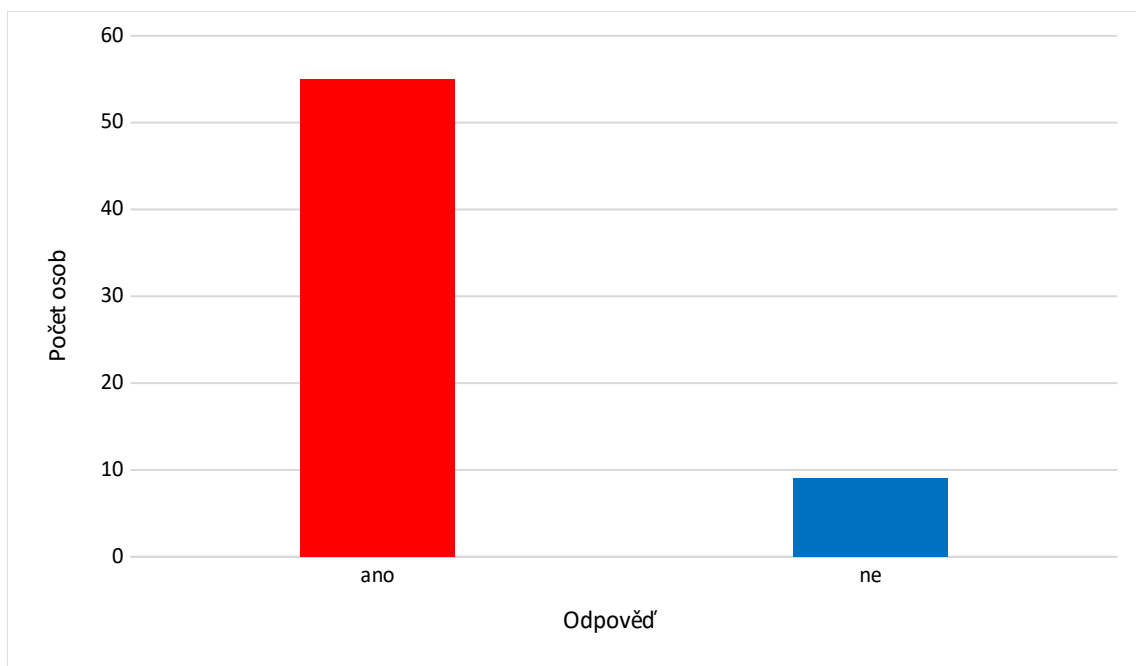
- *zásobení ochrannými pomůckami, které bylo ale na začátku pandemie podle mého názoru nedostatečné;*
- *reorganizace práce, došlo k úpravě provozu pro vyšetřování covid pozitivních – vyčlenění prostoru i personálu;*
- *nově použití respirátorů, štítů, ochranných obleků;*
- *zvýšená dezinfekce;*
- *zákaz návštěv;*
- *uzavření jídelny pro zaměstnance, dostávali jsme pouze balenou stravu;*
- *očkování;*
- *výrazně se navýšil počet ochranných pomůcek, které jsme před covidem nepoužívali – respirátory, štíty, pláště;*
- *vyčlenění jednoho CT přístroje jen na covid pozitivní pacienty;*
- *došlo ke zrušení hromadných setkání – společná hlášení;*
- *zrušení vizit;*
- *dodržování rozestupů, včetně jídelny;*
- *zvýšená hygienická opatření – nošení roušek;*
- *zvláštní vstup pro pacienty, měření teploty;*
- *dostupné testy na COVID-19;*
- *instruktažní videa – jak se správně obléct/svléct do overalu, jak přistupovat ke covid pozitivnímu pacientovi;*
- *používání dálkového přístroje během vyšetření;*
- *pravidelné testování zaměstnanců;*
- *návštěva ministra zdravotnictví sebou přinesla odvoz několika desítek pacientů do jiných pracovišť, koordinace s jinými nemocnicemi;*
- *nemocnice zakoupila germicidní lampy.*

11. Zvýšil se počet vyšetření v rámci postcovidové péče?

Ano

Ne

Obrázek 18 znázorňuje odpověď na otázku č. 11: *Zvýšil se počet vyšetření v rámci postcovidové péče?*



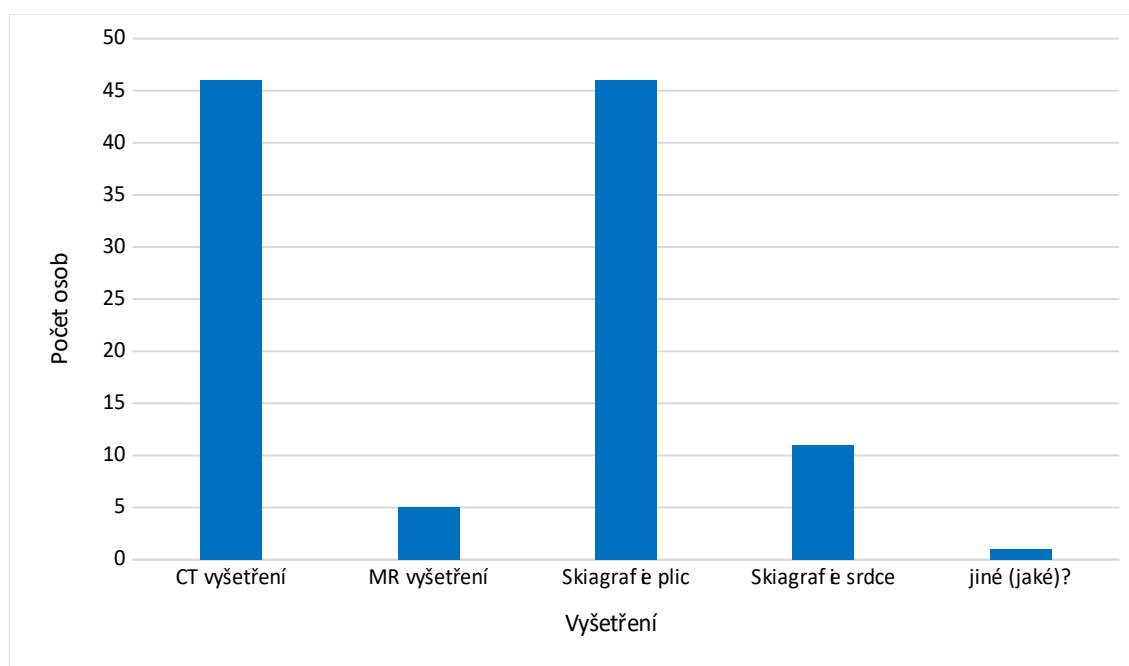
Obrázek 18: Počet vyšetření v rámci postcovidové péče (zdroj: vlastní)

U této otázky 55 (86 %) respondentů odpovědělo, že v rámci postcovidové péče se zvýšil počet vyšetření, 9 (14 %) respondentů odpovědělo, že nedošlo ke zvýšení počtu provedených vyšetření.

12. Jaká vyšetření v rámci postcovidové péče převažovala?

- CT vyšetření
- MR vyšetření
- Skiografie plic
- Skiografie srdce
- jiné (jaké)?

Obrázek 19 znázorňuje odpověď na otázku č. 12: *Jaká vyšetření v rámci postcovidové péče převažovala?*



Obrázek 19: Převaha vyšetření (zdroj: vlastní)

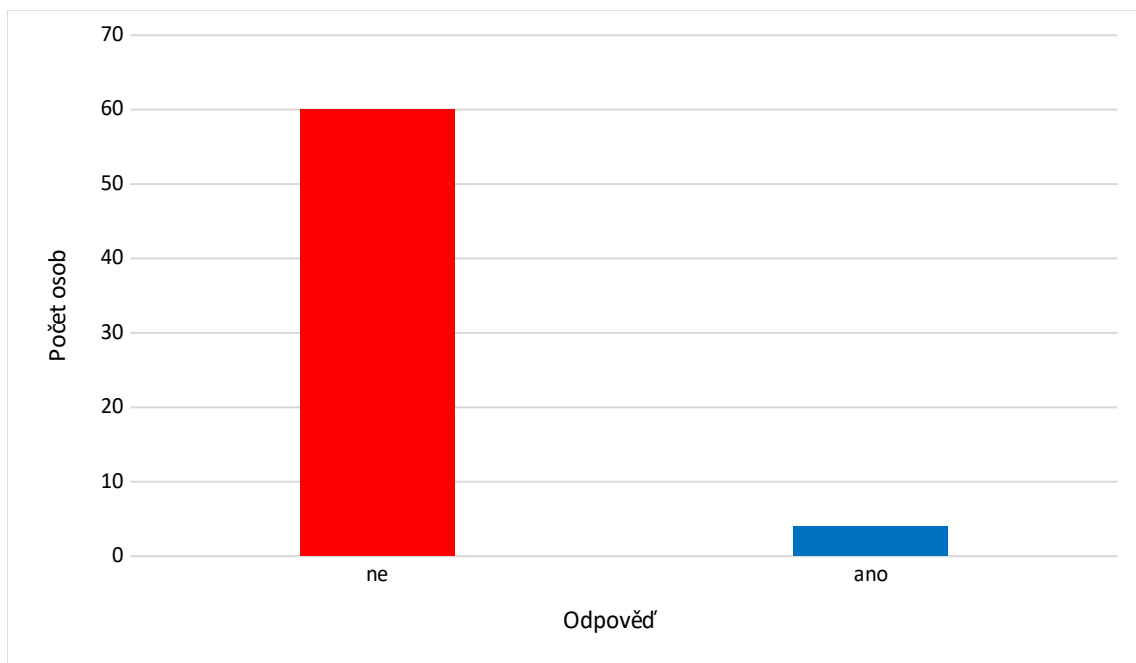
V rámci postcovidové péče respondenti odpověděli shodně CT vyšetření 46 (42 %) a skiografie plic 46 (42 %), skiografie srdce 11 (10 %), vyšetření MR 5 (5 %) a jiné 1 (1 %), zde se jednalo o UZ vyšetření.

13. Pracoval/a jste v období pandemie i na jiném oddělení? Pokud ano, doplňte na jakém.

Ne

Ano

Obrázek 20 znázorňuje odpověď na otázku č. 13: *Pracoval/a jste v období pandemie i na jiném oddělení?*



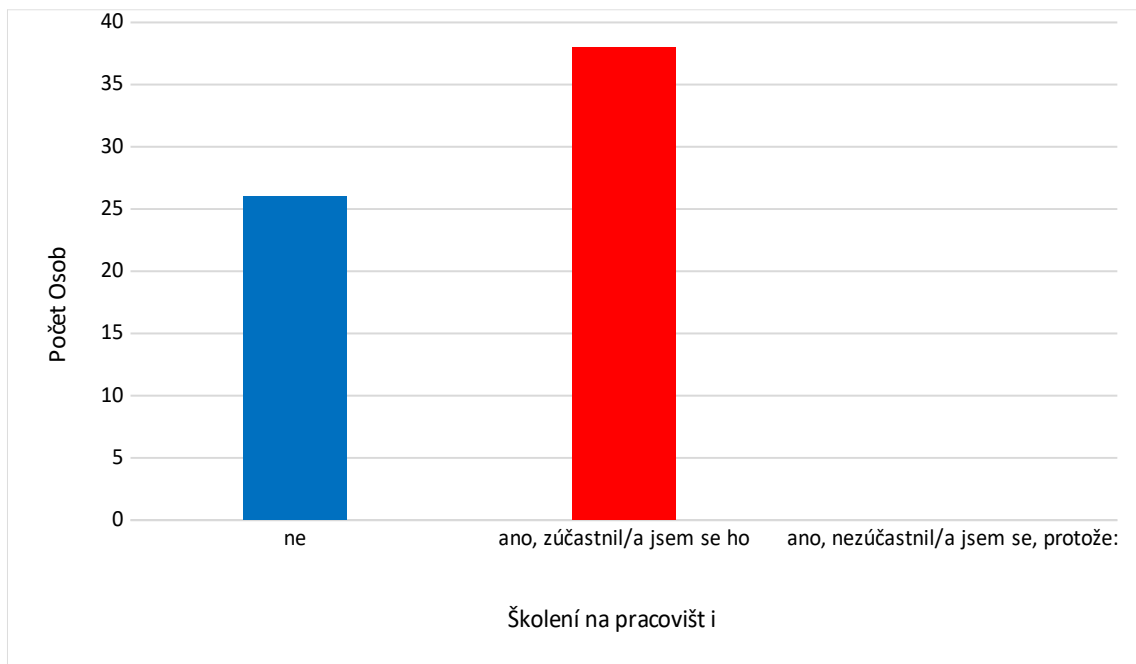
Obrázek 20: Práce na jiném oddělení (zdroj: vlastní)

Z celkového počtu 64 (100 %) respondentů pracovali mimo své stabilní pracoviště pouze 4 (7 %) zaměstnanců, kteří přechodně pracovali na covidovém oddělení. Zbývajících 60 (93 %) osob během pandemie pracovalo na svém stávajícím radiologickém oddělení.

14. Proběhlo na Vašem pracovišti školení o zdravotních účincích vystavení škodlivým činitelům na pracovišti a jak těmto účinkům zabránit?

- Ne
- Ano, zúčastnil/a jsem se ho
- Ano, nezúčastnil/a jsem se, protože:

Obrázek 21 znázorňuje odpověď na otázku č. 14: *Proběhlo na Vašem pracovišti školení o zdravotních účincích vystavení škodlivým činitelům na pracovišti a jak těmto účinkům zabránit?*



Obrázek 21: Školení na pracovišti (zdroj: vlastní)

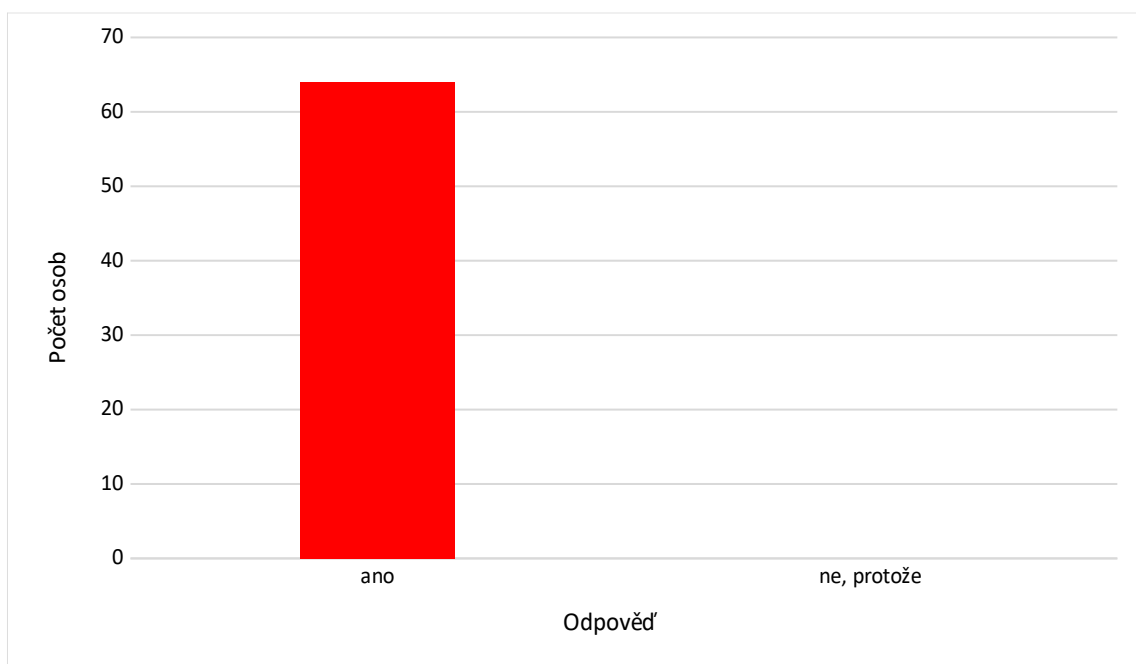
Z celkového počtu 64 (100 %) respondentů, odpovědělo na otázku, zda proběhlo na Vašem pracovišti školení o zdravotních účincích vystavení škodlivým činitelům a jak těmto účinkům zabránit, 38 (60 %) ano, zúčastnil/a jsem se ho a 26 (40 %) odpovědělo ne.

15. Cítíte se adekvátně informován/a o zdravotních a bezpečnostních pravidlech platných na Vašem pracovišti?

Ano

Ne, protože:

Obrázek 22 znázorňuje odpověď na otázku č. 15: *Cítíte se adekvátně informován/a o zdravotních a bezpečnostních pravidlech platných na Vašem pracovišti?*



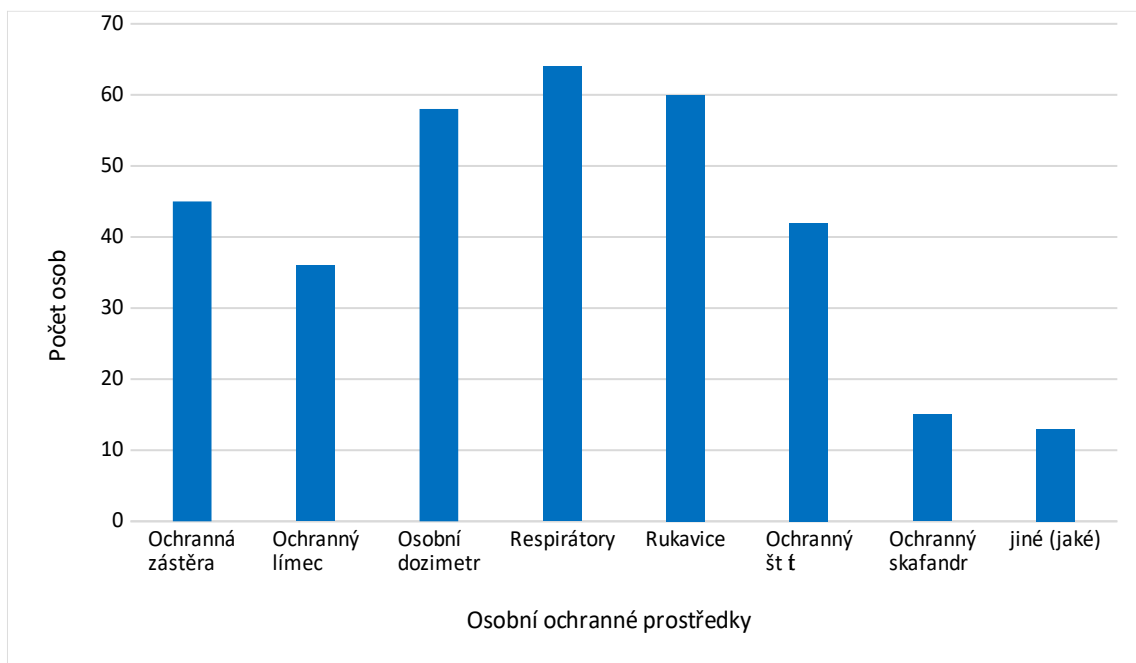
Obrázek 22: Zdravotní a bezpečnostní pravidla (zdroj: vlastní)

Na otázku, zda se cítíte být informováni o zdravotních a bezpečnostních pravidlech platných na Vašem pracovišti, odpovědělo 64 (100 %) respondentů ano.

**16. Které z těchto osobních ochranných prostředků používáte při své práci?
(možnost více odpovědí)**

- Ochranná zástěra
- Ochranný límeček
- Osobní dozimetr
- Respirátory
- Rukavice
- Ochranný štít
- Ochranný skafandr
- jiné (jaké)

Obrázek 23 znázorňuje odpověď na otázku č. 16: *Které z těchto osobních ochranných prostředků používáte při své práci?*



Obrázek 23: Osobní ochranné prostředky (zdroj: vlastní)

Na otázku: „Které z těchto osobních ochranných prostředků používáte při své práci? “ odpovědělo 64 respondentů (19 %), že používají respirátor, 60 (18 %) rukavice, 58 (17 %) osobní dozimetr, 45 (14 %) ochranou zástěru, 42 (12 %) ochranný štít, 36 (11 %) ochranný límeček, 15 (5 %) ochranný skafandr a 13 (4 %) jiné – jednorázový plášť, návleky na nohy, ochranné brýle, jednorázové čepice, dezinfekce.

17. Jak vnímáte v této době práci na radiologickém oddělení?

Na otázku č. 17, jak vnímáte v této době práci na radiologickém oddělení respondenti odpovídali:

- *věřím, že se budeme moci vrátit do stavu před pandemií;*
- *obdivuji zaměstnance, i přes náročné období zvládají práci na 100 %;*
- *práce je psychicky náročnější, z počátku vyšší riziko nákazy při chybějícím očkování;*
- *jsem ráda, že mohu v této nelehké době být nápomocná společnosti, ale někdy je naše práce psychicky a fyzicky náročná;*
- *práci vnímám pozitivně, i pro mě osobně bylo paradoxně pracovní nejpohodlnější období, kdy jsme chodili do práce, jen každý druhý den;*
- *jako velmi přínosnou a důležitou;*
- *stále pozitivně, jsem optimista;*
- *více vyšetření, obecně více stresu i u ostatních zdravotníků;*
- *více stresu → více akutních a urgentních vyšetření + někdy špatná koordinace;*
- *obtížné podmínky při práci v ochranném oděvu a v ochranných pomůckách;*
- *depresivní pocity při pohledu na pacienty s onemocněním COVID-19;*
- *větší zátěž → více pacientů, více vyšetření, pacienti v horším stavu;*
- *více ostražitosti a používání ochranných prostředků;*
- *stále pociťuji zvýšenou psychickou zátěž + rozbroje mezi pracovníky ohledně očkování;*
- *jako více rizikové, co se týče nákazy covidu, u některých pacientů nevíme, jestli jsou pozitivní nebo ne;*

- *práce je více náročná kvůli chování pacientů – nevraživost, podrážděnost, někdy až sprosté chování jak vůči nám, tak i k ostatním pacientům, někdy se nakažený posadí mezi ostatní pacienty.*

18. Je něco, co byste na Vašem oddělení chtěl/a změnit?

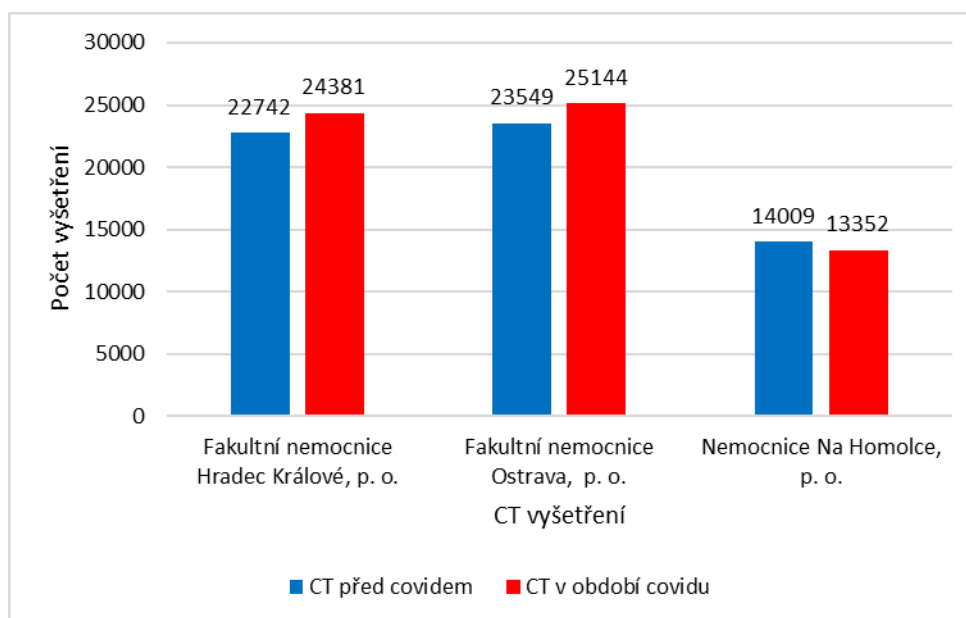
Na otázku č. 18, je něco, co byste chtěli na Vašem oddělení změnit respondenti odpovídali:

- *mám pocit, že je velmi obtížné udržet oddělené vyšetřování covid pozitivních, suspektních a negativních pacientů, nemocnice, ani RDG oddělení nejsou takto stavebně koncipovány a obávám se, že řada pacientů se nakazila až v nemocnici, právě z důvodu nemožnosti udržet nakažené nemocné mimo nenakažené;*
- *snažíme se maximálně vyhovět potřebám pacientů i kolegům z jiných oborů nemocnice;*
- *pracuji jako vedoucí radiologická asistentka a pokud je potřeba, měním chod oddělení operativně;*
- *vždy se něco najde, ale důležité věci u nás fungují správně;*
- *zastaralé vybavení ordinací;*
- *zlepšit pozitivní vnímání lidí;*
- *kolektivní soudržnost, míru vzájemné empatie;*
- *nemáme příplatek za biologické riziko;*
- *není dobře vyřešen hygienický režim covid pozitivních pacientů, čekárna před CT je chodba na jiné ambulance, covid pozitivní pacienti jsou dopravováni na CT pracoviště kolem bufetu a dialýzy;*
- *obnova přístrojového vybavení, lepší vzájemná komunikace a tolerance mezi spolupracovníky;*
- *lepší hodnocení práce, lepší povědomí o práci radiologického asistenta;*
- *počet zbytečně indikovaných vyšetření;*
- *i když jsme někdy unaveni, lépe se chovat k pacientům; zmírnit nátlak od státu na očkování proti COVIDU-19;*
- *více volna, trávíme více času v práci místo s rodinami, velký nátlak této doby → peníze/čas.*

4.2 Výsledky počtu a struktury jednotlivých vyšetření

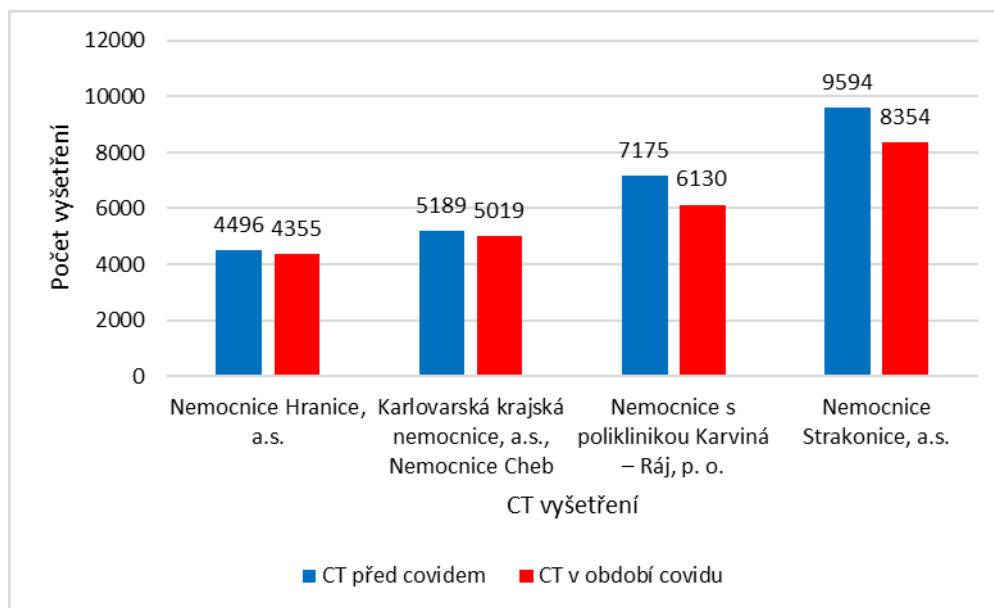
V této výsledkové části diplomové práce byla zpracována získaná data o počtu a struktuře jednotlivých poskytovaných rentgenologických vyšetření ve vybraných zdravotnických zařízeních. První část srovnávaného souboru tvořily velké nemocnice – Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., Fakultní nemocnice Ostrava, p. o., Nemocnice Na Homolce, p. o. Druhou část souboru zastupovaly menší nemocnice – Nemocnice Hranice, a.s., Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb, Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., Nemocnice Strakonice, a.s. Pro analýzu a vzájemné porovnávání bylo zvoleno období března 2019 až února 2021. Získaná data jsou za období jednoho roku před vznikem pandemie covidu 3/2019–2/2020 a jednoho roku v období covidové pandemie 3/2020–2/2021.

Na obr. 24 jsou počty CT vyšetření v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o.



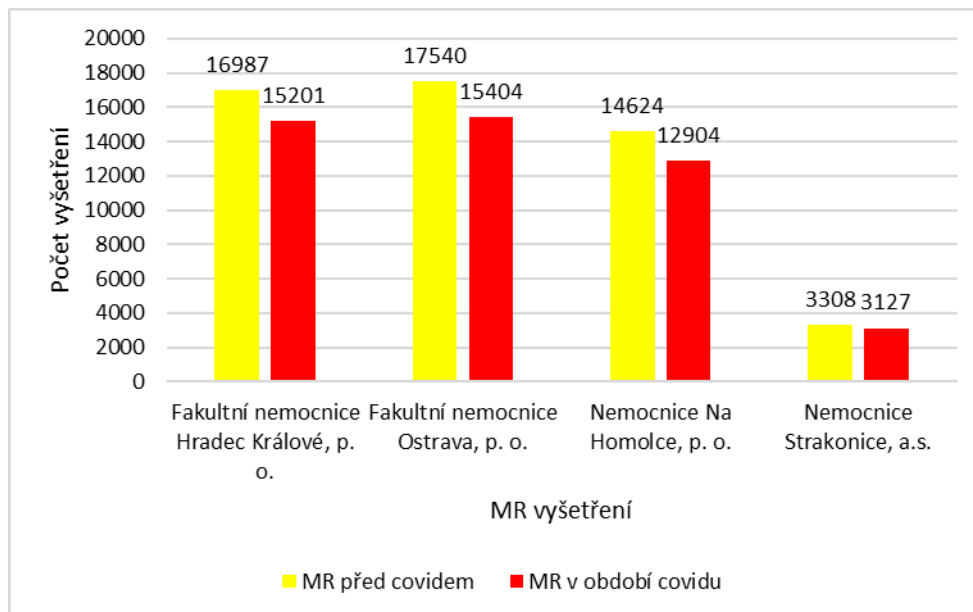
Obrázek 24: Počty vyšetření CT velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Na obr. 25 jsou vidět počty CT vyšetření v období 3/2019–2/2021 v menších nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl v Nemocnici Strakonice, a.s., na druhém místě v počtu vyšetření byla Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., na třetím místě byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb, na čtvrtém místě byla Nemocnice Hranice, a.s.



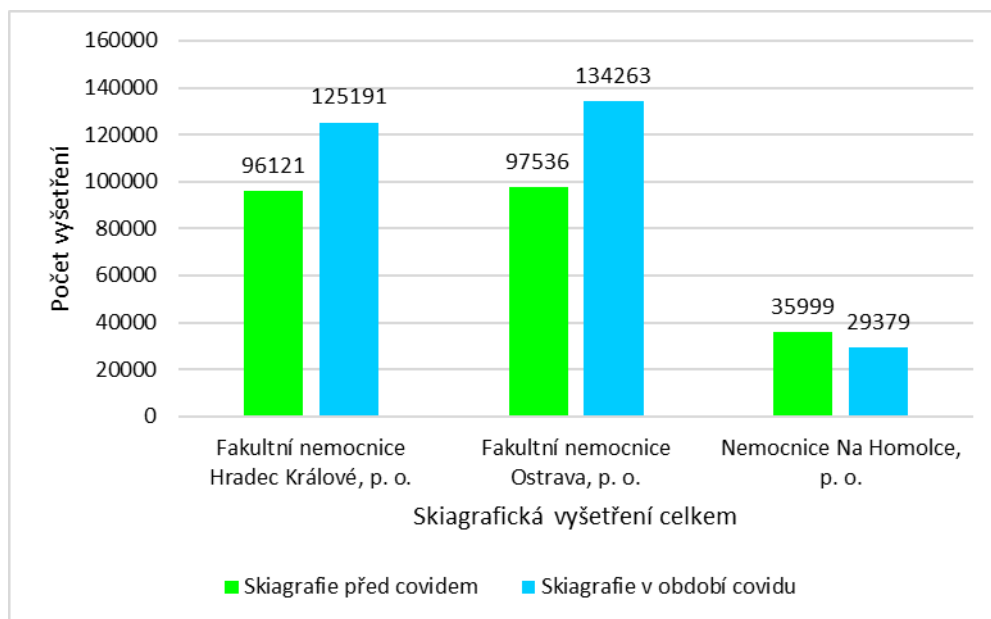
Obrázek 25: Počty vyšetření CT menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Z obr. 26 vyplývá, že počty provedených vyšetření MR ve velkých nemocnicích, ve sledovaném období před covidem-19 byly vyšší než v období pandemie. Nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o., čtvrté místo obsadila Nemocnice Strakonice, a.s., z důvodu – ostatní sledované menší nemocnice neposkytují vyšetření MR.



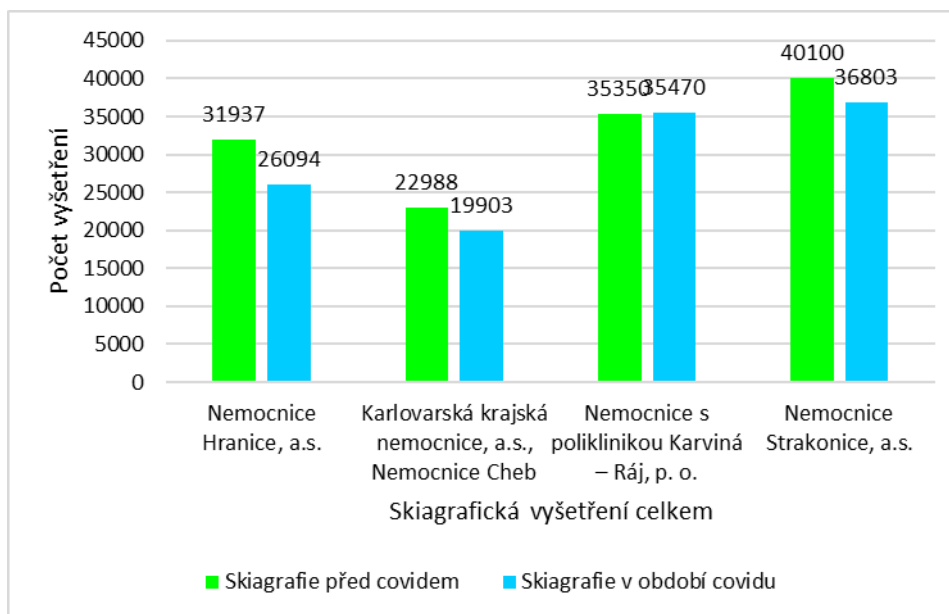
Obrázek 26: Počty vyšetření MR (zdroj: vlastní)

Obr. 27 znázorňuje celkově počty skiagrafičických vyšetření celkem v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o.



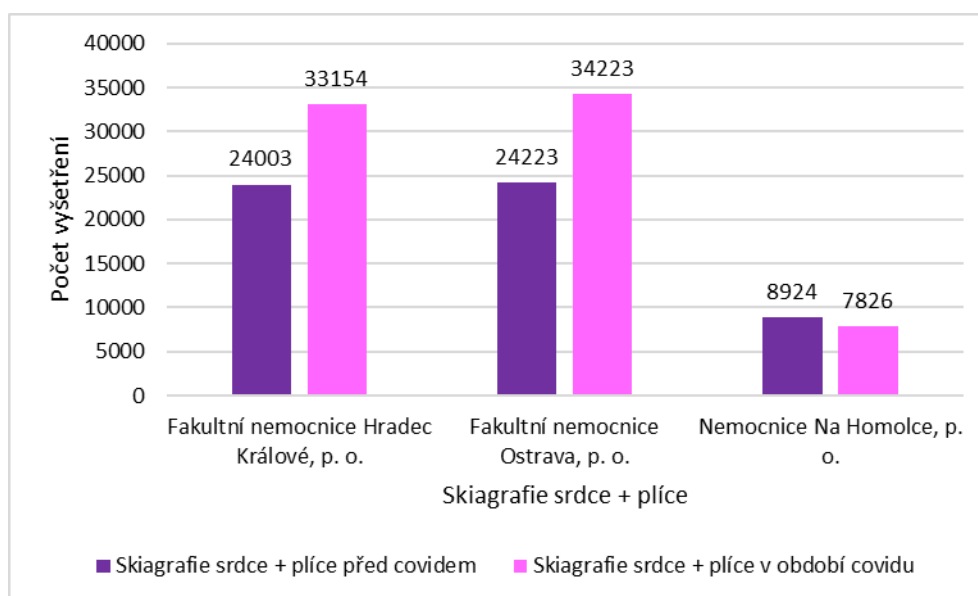
Obrázek 27: Počty skiografického vyšetření celkem velké nemocnice (zdroj: vlastní

Obr. 28 znázorňuje počty skiografického vyšetření celkem v období 3/2019–2/2021 provedených v menších nemocnicích. V Nemocnici Strakonice, a.s. byl nejvyšší počet provedených vyšetření v obou sledovaných obdobích. K výraznému navýšení v oblasti poskytovaného skiografického vyšetření došlo v Nemocnici s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., v Nemocnici Hranice, a.s., Karlovarská krajská nemocnice, a.s. Nemocnice Cheb nezaznamenala výrazný rozdíl v počtu poskytovaných vyšetření



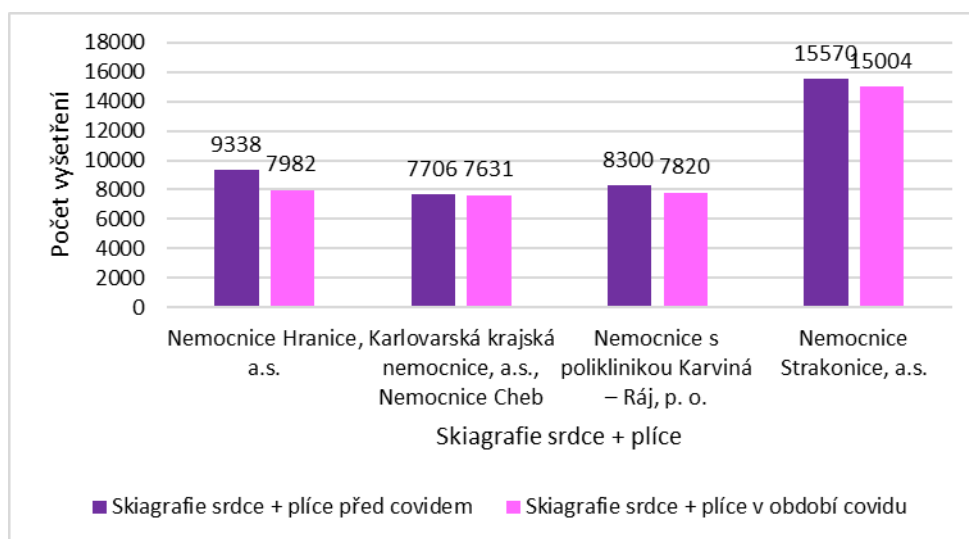
Obrázek 28: Počty skiagrafického vyšetření celkem menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obr. 29 znázorňuje počty skiagrafického vyšetření srdce + plíce v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o.



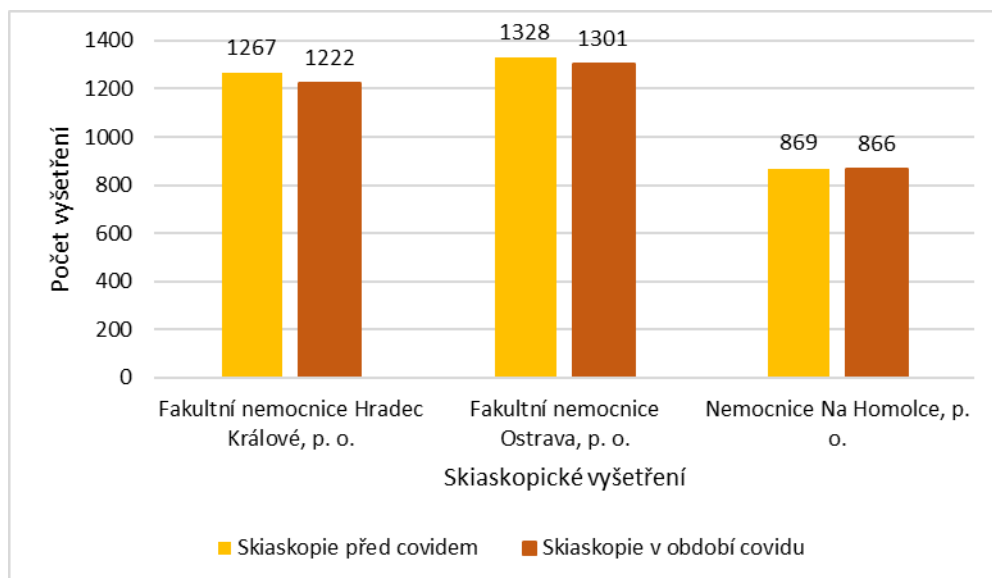
Obrázek 29: Počty skiagrafického vyšetření srdce + plíce velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obr. 30 znázorňuje počty skiagrafického vyšetření srdce + plíce v období 3/2019–2/2021 v menších nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích byl v Nemocnici Strakonice, a.s., na druhém místě v počtu vyšetření byla Nemocnice Hranice a.s., na třetím místě byla Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., na čtvrtém místě byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb.



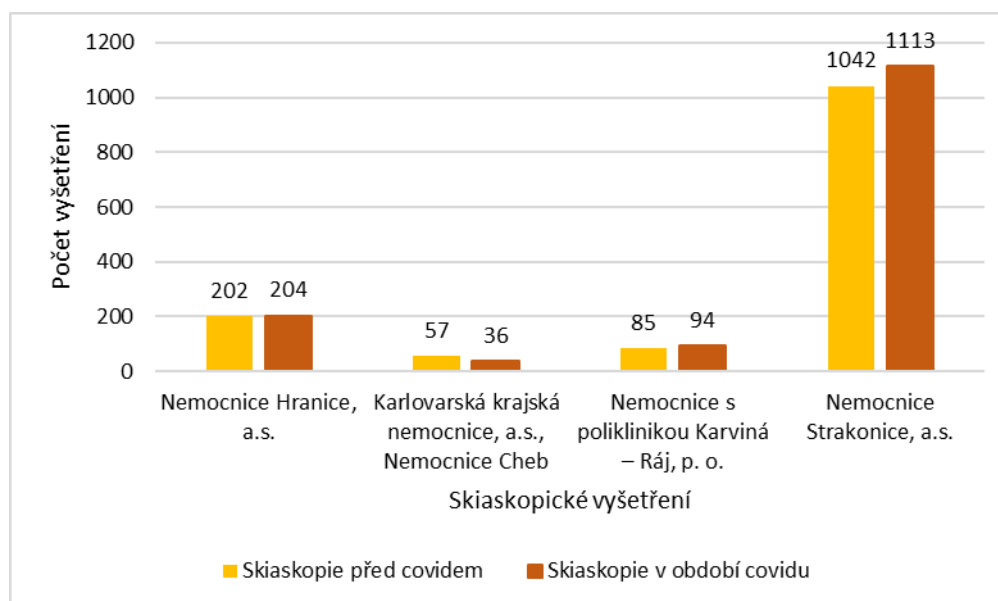
Obrázek 30: Počty skiagrafického vyšetření srdce + plíce menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obr. 31 znázorňuje počty skiaskopického vyšetření v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, nejvyšší počet skiaskopického vyšetření v obou sledovaných obdobích byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o.



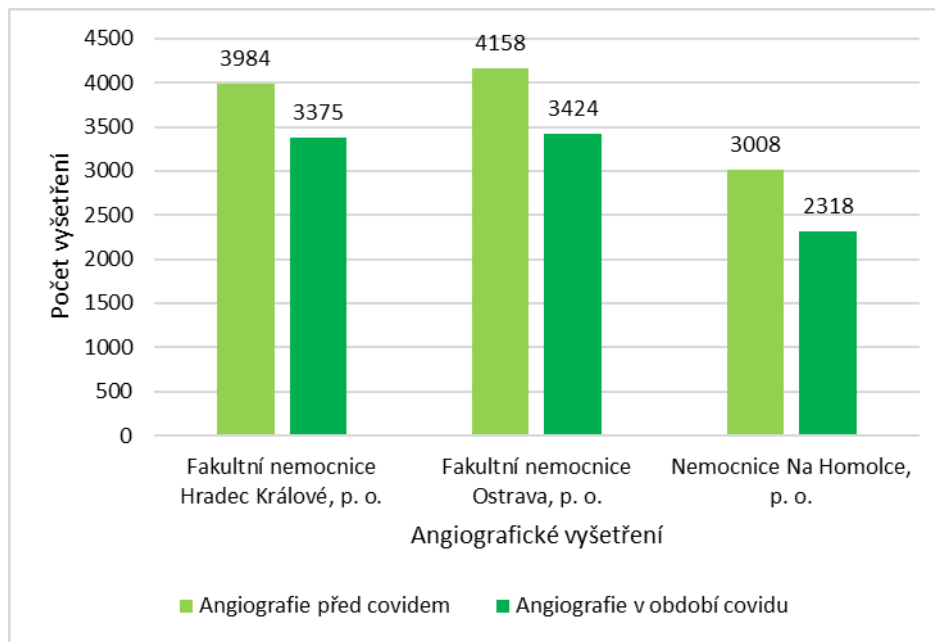
Obrázek 31: Počty skiaskopického vyšetření velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obr. 32 znázorňuje počty skiaskopického vyšetření v období 3/2019–2/2021 v menších nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích byl v Nemocnici Strakonice, a.s., na druhém místě v počtu vyšetření byla Nemocnice Hranice a.s., na třetím místě byla Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., na čtvrtém místě byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb.



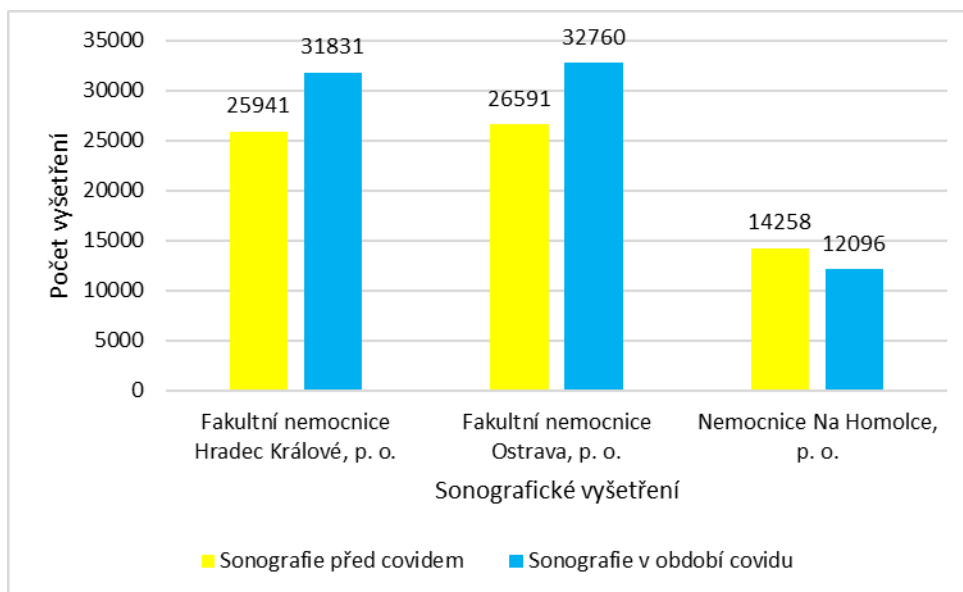
Obrázek 32: Počty skiaskopického vyšetření menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obr. 33 znázorňuje počty angiografických vyšetření provedených v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích. Nejvyšší četnost vyšetření v obou sledovaných obdobích byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o.



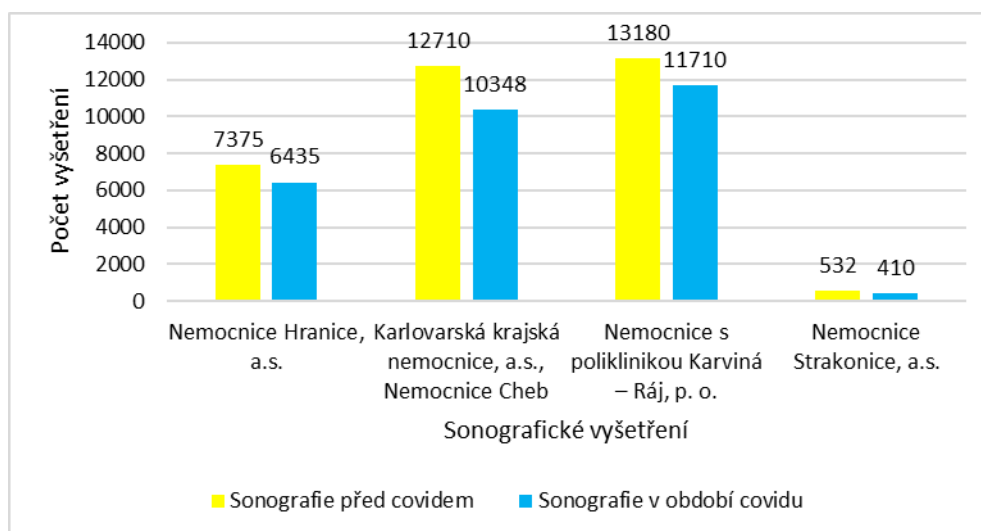
Obrázek 33: Počty angiografického vyšetření velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obr. 34 znázorňuje počty sonografického vyšetření v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o.



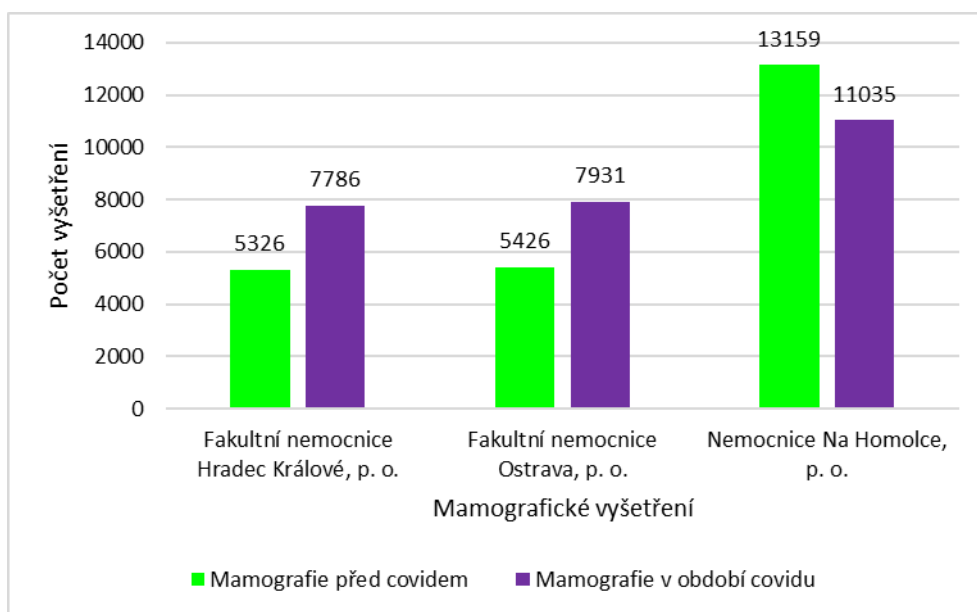
Obrázek 34: Počty sonografického vyšetření velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obr. 35 znázorňuje počty sonografického vyšetření v období 3/2019–2/2021 v menších nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl v Nemocnici s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb, na třetím místě byla Nemocnice Hranice a.s., na čtvrtém místě byla Nemocnice Strakonice, a.s.



Obrázek 35: Počty sonografického vyšetření menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obr. 36 znázorňuje počty mamografického vyšetření v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl v nemocnici Na Homolce, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Ostrava, p. o., na třetím místě byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o.



Obrázek 36: Počty mamografického vyšetření velké nemocnice (zdroj: vlastní)

5 DISKUZE

Cílem diplomové práce bylo zjistit a analyzovat vliv pandemie COVID-19 na chod vybraných radiologických oddělení v konkrétně definovaných nemocnicích ČR. Zároveň analyzovat strukturu a počty provedených poskytovaných vyšetření na radiologických odděleních v období březen 2019 až únor 2021.

V teoretické části je provozně popsáno radiologické oddělení. Jsou zde stanoveny cíle a principy radiační ochrany, příslušná dokumentace a záznamy, které jsou vedené na RDG a jejich nutné monitorování provozu. V další části jsou popsány konkrétní zobrazovací metody, také jsou zde rozděleny kontrastní látky dle jejich použití při jednotlivých vyšetřeních, i jejich případné nežádoucí účinky. Poslední část je věnována onemocnění COVID-19, onemocnění způsobené SARS-CoV-2. Nástupu pandemie COVID-19, nutnosti používání osobních ochranných pomůcek, ale také ochraně personálu při provádění vyšetření na RDG odděleních.

Pro výzkumnou část diplomové práce byl vytvořen dotazník, který obsahoval 18 otázek, na který dotazovaní odpovídali zakřížkováním anebo u některých otázek doplňovali svou odpověď slovně. V druhé části výzkumu byla zpracována poskytnutá data o počtu a struktuře jednotlivých vyšetření.

5.1 Diskuze k jednotlivým dotazníkovým otázkám

Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 64 osob, ze 7 vybraných zdravotnických zařízení napříč celou ČR. Dotazovaní respondenti byli v převaze 73 % ženy a jen 27 % tvořili muži. Nejvíce dotazovaných respondentů, 33 % bylo ve věku 50–59 let. Druhou nejčetnější skupinu tvořili respondenti ve věku 30–39 let a to 23 %. Osoby ve věku 20–29 let tvořili 16 %, skupinu ve věku 59 a více let tvořilo 14 % respondentů, stejně jako věkovou skupinu 40–49 let, shodně také 14 %. Nejvíce respondentů pracuje na radiologickém oddělení déle než 21 let a to 40 %. Praxi 0–5 let uvedlo 19 %, třetí nejčastěji zastoupenou skupinou byli zaměstnanci pracující 6–10 let a to 17 %. Doba zaměstnání 11–15 let byla tvořena 13 % respondentů a poslední

kategorii zaměstnanců pracujících 16–20 let v nemocnici představovalo 11 % dotazovaných respondentů.

Nejčastěji zastoupenou profesí 56 %, respondentů z řad pracovníků RDG oddělení tvoří radiologičtí asistenti. Dotazovaní, lékaři tvořili skupinu 33 % osob a zaměstnanci na profesní pozici všeobecné sestry pouze 11 % z celkového souboru dotazovaných osob. Nejméně, a to pouze 3 % respondentů uvedlo, že jejich nejvyšší vzdělání bylo středoškolské zakončené maturitní zkouškou. Naopak nejčastěji zastoupenou skupinou byli zaměstnanci, kteří dosáhli vysokoškolského vzdělání, obor Radiologický asistent a to 36 %. Z celkového počtu 64 osob uvedlo 33 % respondentů jako své nejvyšší vzdělání lékařskou fakultu. Dále nejčteněji ukončené vzdělání bylo uvedeno: vyšší odborná škola obor Radiologický asistent 17 % a střední zdravotnická škola 11 %.

Dotazovaní respondenti pracovali v těchto sedmi zdravotnických zařízeních. Nejčteněji byli zastoupeni respondenti 16 % z Nemocnice Na Homolce, p. o., 16 % z Karlovarské krajské nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb, 16 % z Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., 16 % Nemocnice Strakonice a.s., Fakultní nemocnici Hradec Králové, p. o., tvořilo 14 % respondentů, Fakultní nemocnici Ostrava, p. o. 12 % respondentů a Nemocnice Hranice a.s. byla zastoupena 10 % respondentů.

Během pandemie v období 3/2020–3/2021 75 % respondentů uvedlo, že došlo k omezení plánovaných vyšetření. Naopak 25 % respondentů nezaznamenalo, že na jejich pracovištích omezení plánovaných poskytovaných vyšetření.

Respondenti dále hodnotili, zda ovlivnila pandemie COVID-19 počty vyšetření na svých pracovištích: více než 80 % respondentů označilo možnost ano, tedy onemocnění COVID-19 ovlivnilo poskytovanou zdravotní péči. Jen 20 % respondentů hodnotilo, že pandemie COVID-19 neovlivnila počty provedených vyšetření na srovnávaných pracovištích.

Respondenti v 86 % odpověděli, že v rámci postcovidové péče se zvýšil počet poskytnutých radiologických vyšetření, ale 14 % respondentů sdělilo, že nedošlo ke zvýšení počtu vyšetření ve sledovaném časovém období.

V rámci „postcovidové“ zdravotnické péče odpověděli respondenti shodně na otázku, jaká vyšetření převažovala. V případě CT vyšetření to bylo 42 %, skiagrafické vyšetření

plic 42 % a ostatní vyšetření byla již v menšinovém zastoupení, jednalo se o skiografii srdce 10 %, vyšetření MR 5 % a v 1 %, bylo uvedeno UZ vyšetření.

Z celkového počtu 64 respondentů pracovalo mimo své stabilní pracoviště pouze 7 % zaměstnanců. Tito respondenti byli zařazeni na výpomoc svým kolegům na covidová oddělení, která nutně vznikla napříč všemi zdravotnickými zařízeními. Skoro naprostá většina dotazovaných 93 % osob během pandemie pracovalo pouze na svém stávajícím radiologickém oddělení.

Nadpoloviční většina osob 60 % uvedla, že na jejich pracovištích došlo k proškolení zaměstnanců v oblasti bezpečnosti práce a hygienických a protiepidemiologických pravidlech. Ale 40 % osob uvedlo, že nebyli proškoleni.

Všech 100 % respondentů bylo adekvátně informováno o bezpečnostních pravidlech platných na RDG pracovišti.

Zaměstnanci během pandemie byli nuceni pro svou ochranu používat OOPP. O které konkrétní pomůcky se jednalo, odpověděli respondenti takto: 19 % respondentů používalo respirátor, 18 % rukavice, 17 % osobní dozimetr, 14 % ochranou zástěru, 12 % ochranný štít, 11 % ochranný límec, 5 % ochranný skafandr a 4 % jiné, (jednalo o jednorázový plášť, návleky na nohy, ochranné brýle, jednorázové čepice, dezinfekce).

Pandemie COVID-19 ovlivnila provozně chod na dotazovaných RDG oddělení, a to ve všech sledovaných nemocnicích. Došlo zde k omezení běžného provozu, dále se zvýšil počet poskytovaných vyšetření rtg a CT. Respondenti se museli chránit před infekčním agens, a proto se oblékali do ochranných pomůcek, dále došlo ke zpřísnění hygienických režimů v nemocnicích. Z pracovních kolektivů byly vytvořeny ustálené skupiny zaměstnanců (teams), s jediným cílem, aby se pracovníci vzájemně nepotkávali. Nemocnice byly nuceny zajistit si zásobování ochrannými pomůckami, zvýšila se hygienická dezinfekce rukou, docházelo k zrušení velkých vizit a hromadných setkání. V některých nemocnicích došlo k uzavření zaměstnanecké jídelny pro veřejnost.

Jak vnímali respondenti práci na oddělení v období pandemie? Respondenti subjektivně vnímali poskytovanou péči jako přínosnou a důležitou. Došlo sice k navýšení poskytovaných výkonů, které vedlo k pocitu stresu. Práce byla pro ně více náročná

z nutnosti používání OOPP i z důvodu chování pacientů. Ti byli podráždění, nevraživí, někdy bylo sprosté chování k respondentům, i ostatním pacientům. Pandemie, nám ukázala, co by bylo možné na odděleních změnit. Respondenti shodně odpovídali, že by bylo dobré obnovit přístrojové vybavení, dále snížit počet nadbytečně indikovaných vyšetření lékaři a lépe ohodnotit práci zaměstnanců na odděleních RDG.

5.2. Diskuze k počtu a struktuře jednotlivých vyšetření

Počty CT vyšetření v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích se vzájemně lišily. Nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., kde počet vyšetření v „covidovém“ období byl o 1 595 vyšší než v období před vznikem covidové pandemie, na pomyslném na druhém místě v četnosti provedených vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o. Naopak v Nemocnici Na Homolce, p. o., došlo během „covidového“ období k mírnému snížení počtu provedených CT vyšetření. Lze se domnívat, že zde hospitalizovaní pacienti vyžadovali podrobnější vyšetření. Počty provedených CT vyšetření v období 3/2019–2/2021 v menších nemocnicích se vzájemně lišily. Nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích byl v Nemocnici Strakonice, a.s., kde v „covidovém“ období došlo ke snížení o 1 240 vyšetření oproti období před pandemií. Tento nečekaný pokles mohl být způsoben spektrem hospitalizovaných pacientů. Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., měla v porovnávaném období méně provedených výkonů.

Dále ve vzájemném srovnání menších nemocnic, tzv. okresního typu, byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb a Nemocnice Hranice, a.s. Z grafického znázornění shromážděných dat vyplynulo, že ve všech sledovaných menších nemocnicích došlo ke snížení počtu provedených CT vyšetření v „covidovém“ období. Donedávna platná česká národní doporučení vycházela z názorů expertů a byla zaměřena zejména na zobrazovací metody (rtg či CT plic), funkční plicní vyšetření včetně vyšetření plicní difúze a měření saturace v klidu i při zátěži. Sledování pak bylo doporučeno zejména u pacientů po prodělané pneumonii, po hospitalizaci, případně s přetrvávající symptomatologií (Radvan, 2021)

Počty provedených vyšetření MR v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, ukazují shodnou skutečnost jako u CT vyšetření, že došlo ke snížení jejich provedení.

Je to dáno specifikací a charakterem vyšetřovací metody. „Covidové plíce“ (postižená plicní tkáň) byly dostatečně diagnostikovány prostým snímkem RTG, pro zobrazení plicního parenchymu byla tato metoda dostatečná, finančně dostupná a zejména pro insuficientní, dušné pacienty tolerovatelná (Ferda, 2015). Shromážděná data uvádí, že nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., kde byl počet vyšetření před pandemií o 2 136 větší než v období pandemie. Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., provedla méně výkonů, Nemocnice Na Homolce, p. o., ještě méně oproti výše uvedeným. Nejméně výkonů bylo v Nemocnici Strakonice, a.s

Z počtu provedených skiagrafického vyšetření ve sledovaném období provedených ve velkých nemocnicích je jasně patrný razantní nárůst. Toto zjištění odpovídá charakteru poskytované péče. Docentka Hamplová (2020), uvádí, že onemocnění COVID-19 se typicky projevuje postižením plicní tkáně a prostý RTG snímek je dostačující zobrazovací metoda s minimem invazivity pro vyšetřovaného pacienta. Nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích byl proveden ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., kde došlo v covidovém období k navýšení počtu vyšetření o 36 727 oproti období před covidem. Pokud bychom srovnávaly počty provedených vyšetření, tak na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., kde došlo v covidovém období k navýšení počtu vyšetření o 29 070, na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o. K překvapivému zjištění bylo dotazníkovým šetřením vysledováno, že v menších nemocnicích došlo ke snížení celkového počtu skiagrafických vyšetření v období covidové pandemie. Bylo zjištěno, že nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích byl v Nemocnici Strakonice, a.s., počty vyšetření před pandemií byly o 3 297 vyšší než v období pandemie, na druhém místě v počtu vyšetření byla Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Hranice, a.s., na čtvrtém místě byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb.

Dle Radvana, který zmiňuje, že respirační symptomatologie, výsledky zobrazovacích metod plic, nálezu na body pletysmografii a šestiminutovém testu chůze (6-MWT) předkládá stratifikaci jedinců s post-covid syndromem do čtyř tříd (A–D) a přidává i příznaky extrapulmonální. Rovnou pak stanovuje i minimálních rozsah potřebných vyšetření a frekvenci sledování v jednotlivých třídách:

A) pacient bez respiračních symptomů a bez patologie na rtg, TLCO (transfer faktor, plicní difúze), 6-MWT;

B) pacient trpí respiračními symptomy, není však patrná žádná patologie při rtg, není sníženo TLCO ani není přítomna desaturace během fyzické zátěže (například při 6-MWT);

C) pacient netrpí respiračními symptomy, nicméně má přítomnou patologii na rtg (či CT) a/nebo má redukci TLCO, či desaturuje při fyzické zátěži;

D) pacient trpí respiračními symptomy a současně má patologii na rtg (či CT) a/nebo redukci TLCO či desaturuje při fyzické zátěži (například při 6-MWT).

Z mého pohledu je až neuvěřitelné, že mohlo dojít k tak enormnímu navýšení počtu skiagrafických vyšetření srdce + plíce během pandemie provedených ve velkých nemocnicích. Konkrétně ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., se jednalo o navýšení počtu vyšetření o 10 000 provedených výkonů. Z dotazníkového šetření vyplývá, že i Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., za hodnotící období pandemie měla nárůst provedených výkonů o 9 151, shodně hovoří i získaná data z Nemocnice Na Homolce, p. o. Tyto získané počty provedených vyšetření přímo korelují s daty ÚZIS (2020), který uvádí, že ve sledovaném covidovém období dosahovala incidence onemocnění COVID-19 vysokého % populace. Z tohoto zjištění lze vyvodit souvislost mezi incidencí choroby a zvýšeného tlaku na zdravotnická zařízení v oblasti rtg diagnostiky. Pro celkový pohled na tuto vyšetřovací metodu netřeba připomínat, že poskytovatelé zdravotních služeb reagují na požadavky lůžkových zařízení, ale i praktických lékařů. Zdravotní stav covid pozitivních pacientů, zejména těch mladších, nevyžadoval vždy lůžkovou hospitalizační péči. Z tohoto důvodu ve zvýšené míře ordinující praktičtí lékaři požadovali pro diagnostickou rozvahu RTG snímek plic. (Ferda, 2020)

Počty skiagrafického vyšetření srdce + plíce v období 3/2019–2/2021 v menších nemocnicích, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl v Nemocnici Strakonice, a.s., kde byl počet vyšetření v covidovém období o 566 nižší než v období před pandemií, na druhém místě v počtu vyšetření byla Nemocnice Hranice a.s., na třetím místě byla Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., na čtvrtém místě byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb. Z obrázku vyplývá,

že ve všech menších nemocnicích došlo k mírnému snížení počtu vyšetření v covidovém období.

Počet skiaskopického vyšetření v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, nejvyšší počet skiaskopického vyšetření v obou sledovaných období byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., kde byl počet vyšetření o 27 vyšší v období před pandemií než v covidovém období, na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o., z obrázků ale také vyplývá, že počty skiaskopického vyšetření jsou oproti například CT vyšetření minimální. V menších nemocnicích, byl nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období v Nemocnici Strakonice, a.s., kde byl počet v covidovém období o 71 vyšší než v období před pandemií, na druhém místě v počtu vyšetření byla Nemocnice Hranice a.s., na třetím místě byla Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o., na čtvrtém místě byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb.

V období „covidové“ pandemie došlo ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o. prudkému snížení počtu provedených angiografických vyšetření. Pokles za sledované období byl o 734 vyšetření. Stejný trend poskytování péče byl i v ostatních dotazovaných pracovištích, a to ve Fakultní nemocnici Hradec Králové, p. o., v Nemocnici Na Homolce, p. o. Pro svoji specifitu bylo angiografické vyšetření prováděno, pouze ve velkých nemocnicích, v menších sledovaných nemocnicích se toto neprovádí. Mohu se tedy domnívat, že zjištěný pokles provedených vyšetření je v přímé souvislosti s omezením zbytné operační péče. K omezení plánovaných operací docházelo ze strany poskytovatelů zdravotnické péče z důvodu zvýšené nemocnosti personálu i z důvodu provozních. Lékaři a sestry, kteří bývají přítomni na operačních sálech a zajišťují anestézii operovaného pacienta byli přednostně přítomni na covidových stanicích.

U počtu sonografických vyšetření v období 3/2019–2/2021 ve velkých nemocnicích, došlo ve FN ke zvýšení počtu vyšetření v covidovém období v Ostravě o 6 169 a v Hradci Králové o 5 890, nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných období byl ve Fakultní nemocnici Ostrava, p. o., na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o., na třetím místě byla Nemocnice Na Homolce, p. o. Oproti tomu, v menších nemocnicích v menších nemocnicích, byl nejvyšší počet vyšetření v obou sledovaných obdobích v Nemocnici s poliklinikou

Karviná – Ráj, p. o., kde byl počet vyšetření v období před pandemií o 1 470 vyšší než v covidovém období, na druhém místě v počtu vyšetření byla Karlovarská krajská nemocnice, a.s., Nemocnice Cheb, na třetím místě byla Nemocnice Hranice a.s., na čtvrtém místě byla Nemocnice Strakonice, a.s., kde počty sonografického vyšetření bylo minimální.

Nejvyšší počet vyšetření mamografického v obou sledovaných období byl v nemocnici Na Homolce, p. o., kde byl počet vyšetření o 2 124 vyšší v období před pandemií než v covidovém období, na druhém místě v počtu vyšetření byla Fakultní nemocnice Ostrava, p. o., na třetím místě byla Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o. Mamografická vyšetření, probíhala pouze ve vybraných nemocnicích.

Zároveň v internetovém průzkumu, který byl provedený mezi radiology, došlo ke zjištění těchto informací a byla vypracována konkrétní doporučení, včetně následujících (Coppola, 2021):

- Investovat do odborného školení všech zúčastněných pracovníků, usilovat o poskytování univerzálního přístupu k OOP a zároveň podporovat vhodné používání takového vybavení, a tím maximalizovat bezpečnost a zamezit zneužití OOP nebo plýtvání.
- Podporovat odpovědné používání zobrazování u radiologů, doporučujících lékařů a pacientů zlepšením dodržování zavedených směrnic a systémů podpory klinického rozhodování, aby bylo možné co nejúčinněji využívat dostupné zobrazovací zdroje a zároveň minimalizovat zbytečné postupy (a tedy potenciálně se vyhnout expozici pacientů a personálu na infekci COVID-19).
- V maximální možné míře oddělit cesty pacientů s COVID-19 od cest ostatních pacientů vyhrazením konkrétních prostředí a pracovních směn na radiologických odděleních a modernizací těchto oddělení, aby byla zaručena vzdálenost, čistota a absence kontaminace.
- Zvýšit frekvenci střídání směn pro celý radiologický personál, podporovat týmovou práci (v maximální možné míře s ohledem na požadavky na distancování a dostupnost personálu) a poskytovat psychologickou podporu, aby se minimalizovalo riziko syndromu vyhoření a psychické nepohodlí. Je třeba zvážit také finanční podporu pro soukromé pracovníky.

Dle Mahajana (2021) měla pandemie COVID-19, také psychologický dopad na radiologii. I když se zdá, že měla pandemie COVID-19 ochromují účinek na globální systém zdravotní péče, způsobila obrovskou nejistotu a paniku v životě zdravotníků s velkým dopadem na jejich produktivitu. Významnou část těchto postižených zdravotnických osob tvořili pracovníci radiologického oddělení. Přestože hlavním cílem všech zdravotníků bylo neustále snižovat počet nových případů minimálním přenosem, zachraňovat životy infikovaných pacientů s účinnou léčbou a provádět pečlivý výzkum s cílem vyvinout preventivní vakcínu, nevědomky dáváme velmi málo zohlednění kritických otázek týkajících se psychické pohody předních linií.

5.3 Odpovědi na výzkumné otázky

Z výzkumného šetření vyplývá, že organizační opatření přijatá ve sledovaných nemocnicích v souvislosti s onemocněním COVID-19 byla dostatečná a efektivní. Opatření, které zavedly jednotlivé nemocnice vnímali zaměstnanci jako důležitá pro zvládnutí pandemického výskytu onemocnění, například používání OOP. Všem pacientům, byla poskytnutá péče na radiologickém oddělení v plném rozsahu.

Jak vnímali pracovníci radiologických oddělení ve vybraných nemocnicích vliv pandemie COVID-19 na jejich chod? Dotazníkovým šetřením, jsem zjistila, že dotazovaní vnímali svou práci stále pozitivně, jako důležitou a přínosnou i když byla práce fyzicky i psychicky náročnější.

Jak ovlivnila pandemie COVID-19 počty a strukturu vyšetření ve vybraných nemocnicích? Dotazníkovým šetřením, jsem zjistila, že se v období pandemie změnila struktura vyšetření. Vzrostl počet CT vyšetření, ale také i počet skiagrafičkových vyšetření, zejména srdce + plíce.

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo provést analýzu vlivu pandemie COVID-19 na chod na radiologických oddělení ve vybraných nemocnicích a shrnout přijatá organizační opatření při poskytování zdravotní péče na radiologických odděleních v souvislosti s onemocněním COVID-19. Dále zjistit, jak ovlivnila pandemie strukturu vyšetření na radiologických odděleních v období březen 2019 až únor 2021.

Proto jsem si položila dvě výzkumné otázky. Jak vnímali pracovníci radiologických oddělení ve vybraných nemocnicích vliv pandemie COVID-19 na jejich chod? Jak ovlivnila pandemie COVID-19 počty a strukturu vyšetření ve vybraných nemocnicích?

Zjistila jsem, že pracovníci vnímali práci na radiologickém oddělení v období pandemie za velmi důležitou, oddělení nastavila střídání směn jednotlivých teamu, aby se snížilo riziko nákazy onemocnění mezi zaměstnanci, zavedla použití ochranných pracovních prostředků. Zároveň jsem zjistila dotazníkovým šetřením, že pandemie COVIDU-19 ovlivnila počty a strukturu vyšetření v jednotlivých nemocnicích dle 86 % dotazovaných. Došlo k navýšení počtu CT vyšetření a skiagrafičkových vyšetření, zejména v oblasti plíce + srdce, která byla onemocněním COVID-19 nejvíce zasažena. Ve větších nemocnicích byly počty vyšetření vyšší, jelikož z jiných oddělení vznikala oddělení covidová, proto i množství pacientů bylo vyšší.

Cíle práce „*Analyzovat vliv pandemie COVID-19 na chod radiologických oddělení ve vybraných nemocnicích*“ a „*Analyzovat strukturu vyšetření na radiologických odděleních v období březen 2019 až únor 2021 ve vybraných nemocnicích*“ byly v diplomové práci splněny.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

BLAŽIČ, Ivana et al. The use of imaging in COVID-19— results of a global survey by the International Society of Radiology. *European Radiology*. 2021, vol. 31, issue 3, p. 1185–1193. ISSN 1432-1084.

BULIK, Martin et al., 2016. Protonová MR spektroskopie v neuroonkologii. *Neurologie pro praxi*. (5), s. 283–286. ISSN 1803-5280. BURŠA, Filip, 2021. *Ultrasonografie v intenzivní a urgentní medicíně*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-80-7345-611-5.

COPPOLA, Francesca, et al. Impact of the COVID-19 outbreak on the profession and psychological wellbeing of radiologists: a nationwide online survey. *Insights into Imaging*. 2021, vol. 12, issue 1, p. 1-12. ISSN 1869-4101.

CIESZANOWSKI, Andrzej, et al. Management of patients with COVID-19 in radiology departments, and indications regarding imaging studies – recommendations of the Polish Medical Society of Radiology. *Polish Journal of Radiology*. 2020, vol. 85, p. e209-e214. ISSN 1733-134X.

CIMFLOVÁ, Petra et al., 2019. Diagnostika ischemických CMP – přehled zobrazovacích metod a jejich využití v praxi. *Česká radiologie*. 73(3), s. 150–159. ISSN 1210-7883.

DANEŠ, Jan, 2021. *Screening a diagnostika karcinomu prsu: pro každodenní praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1239-5. DURILA, Miroslav, 2021. *Point of care ultrazvuk u kritických stavů: Point of care ultrasonography in critical care*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-3058-0.

FERDA, Jiří et al., 2015. *Základy zobrazovacích metod*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-164-3.

FERDA, Jiří et al., 2020. Využití výpočetní tomografie v diagnostice covid-19. *Farmakoterapeutická revue*. 5(Suppl 1), s. 46–49. ISSN 2533-6878.

FERDA, Jiří et al., 2021. Rok se zobrazováním onemocnění COVID-19, od tomografie výpočetní k pozitronové emisní tomografii – pocta k 125. výročí objevení radioaktivity Henrim Antoinem Becquerelem. *Česká radiologie*. 75(1), s. 11-30. ISSN 1210-7883.

GÖPFERTO VÁ, Dana et al., 2020. Epidemiologická charakteristika onemocnění covid-19: úvaha nad současnými poznatky o onemocnění. Farmakoterapeutická revue. 2020, 5(Suppl 1), s. 30–36. ISSN 2533-6878. 76

GARCÍA SANTOS, José M., et al. Radiology departments as COVID-19 entry-door might improve healthcare efficacy and efficiency, and emergency department safety. Insights into Imaging. 2021, vol. 12, issue 1, p. 1-11. ISSN 1869-4101.

HAVRÁNKOVÁ, Renata et al., 2018. Základy radiobiologie. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 978-80-7394-696-8.

HEŘMAN, Miroslav, 2014. Základy radiologie. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.

HOLM, František, 2015. Jodové kontrastní látky a alergie na jód: mýty a fakta. Intervenční a akutní kardiologie. (4), s. 142–143. ISSN 1803-5302.

HOWLETT, David C., et al. The current status of uptake of European Basic Safety Standard (2013/59/Euratom) requirements: results of a follow-up survey in European radiology departments. Insights into Imaging. 2021, vol. 12, issue 1, p. 1-8. ISSN 1869-4101.

HUBÁČEK, Petr, 2020. Nově popsany koronavirus SARS-CoV-2 a jeho biologické souvislosti. Farmakoterapeutická revue. 5(Suppl 1), s. 15–22. ISSN 2533-6878.

CHRDLE, Aleš et al., 2020. Osobní ochranné prostředky u zdravotníků v kontextu pandemie covid-19. Farmakoterapeutická revue. 5(Suppl 1), s. 79–84. ISSN 2533-6878.

CHRDLE, Aleš et al., 2021. Covid-19: diagnostika a léčba mimo nemocnice. Klinická mikrobiologie a infekční lékařství. 27(2), s. 36–40. ISSN 1211-264X.

CHUDÁČEK, Zdeněk, 1995. Radiodiagnostika. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. Učební text (Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví). ISBN 80-7013-114-4.

IERARDI, Anna Maria et al. Preparation of a radiology department in an Italian hospital dedicated to COVID-19 patients. La radiologia medica. 2020, vol. 125, issue 9, p. 894–901. ISSN 1826-6983.

KUBINYI, Jozef et al., 2018. Principy radiační ochrany v nukleární medicíně a dalších oblastech práce s otevřenými radioaktivními látkami. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0168-9.

KUNA, Pavel et al., 2005. Klinická radiobiologie. Praha: Manus. ISBN 80-86571-09-2. 77

LOWERY, Bryce, et al. The Role of Imaging Informatics in Disaster Preparedness During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Digital Imaging*. 2021, vol. 34, issue 2, p. 330–336. ISSN 1618-727X.

MAHAJAN, Abhishek a Prerit SHARMA. Psychological impact of COVID-19 on radiology: Emotional wellbeing versus psychological burnout. *Indian Journal of Radiology & Imaging*. 2021, vol. 31, p. 11-14. ISSN 0971-3026.

MALÍKOVÁ, Hana, 2019. Základy radiologie a zobrazovacích metod. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4036-5.

MATHURIA, J., et al., 2020. Laboratory diagnosis of SARS-CoV-2—A review of current methods. *Journal of Infection and Public Health*. Published by Elsevier Ltd on behalf of King Saud Bin Abdulaziz University for Health Sciences, 13(7), 901-905. ISSN 1876-035X.

MECHL, Marek et al., 2018. Ultrazvukové vyšetření s kontrastní látkou. *Časopis lékařů českých*. 4(157), s. 175–180. ISSN 0008–7335.

MESSINA, Mark D., et al. Impact of the COVID-19 pandemic on radiology department emergency ultrasound utilization. *Emergency Radiology*. 2021, vol. 28, issue 5, p. 869–875. ISSN 1438-1435.

MODI, Tanvi, et al. COVID-19: How the Radiology Department Should Combat this Global Pandemic. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*. 2020, vol. 14, issue 9, p. 1-6. ISSN 0973-709X.

Národní radiologické standardy a indikační kritéria – vyšetření výpočetní tomografií v rámci pilotního programu časného zachytu karcinomu plic. *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky*. 2021, č. 3, s. 19-34. ISSN 1211-0868.

Národní radiologické standardy – skiografie, dospělí. Soubor doporučení a návod pro tvorbu místních radiologických standardů pro dospělé pacienty na skiografických pracovištích v České republice. Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky. 2019, č. 3, s. 1-95. ISSN 1211-0868.

NAVRÁTIL, Leoš et.al., 2019. Medicínská biofyzika. 2., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0209-9.

NEKULA, Josef, 2014. Klinická radiologie: skriptum. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě. ISBN 978-80-7464-564-8.

NEKULA, Josef et al., 2008. Radiologie. Olomouc: Univerzita Palackého Olomouc. ISBN 978-80-244-1011-7. 78

PARRY, Arshed et al. Management of a diagnostic radiology department amid Coronavirus disease-19 (COVID-19) pandemic. Indian Journal of Radiology & Imaging. 2021, vol. 31, p. 192-195. ISSN 0971-3026.

PLEVA, Martin et.al., 2012. MRI srdce: praktické využití z pohledu kardiologa. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3931-1. PODZIMEK, František, 2021. Radiologická fyzika. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-06829-8.

PRYMULA, Roman et al., 2006. SARS: syndrom akutního respiračního selhání. Praha: Grada. ISBN 80-247-1550-3.

RADVAN, Martin, et al. Následná péče po prodělaném covidu-19 a její úskalí. *Vnitřní lékařství = Internal Medicine*. 2021, roč. 67, č. 1, s. 30-36. ISSN 0042-773X.

ROSINA, Jozef et al., 2021. Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory. 2., doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-2526-5.

SAIBERTOVÁ, Simona et al., 2021. Nejčastější chyby při používání osobních ochranných pomůcek. *Medicína pro praxi*. 18(1), s. 75–78. ISSN 1214-8687.

SEDLÁŘ, Martin et.al., 2014. Zobrazovací metody využívající neionizující záření. Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-7156-8.

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

- SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0709-4.
- ŠEDIVÁ, Anna, 2020. Imunita u covid-19. Farmakoterapeutická revue. 5(Suppl 1), s. 23-28. ISSN 2533-6878.
- ŠTEFAN, Marek et al., 2021. Covid-19: diagnostika a léčba. Klinická mikrobiologie a infekční lékařství. 27(2), s.61-87. ISSN 1211-264X.
- ŠVIHOVEC, Jan et al., 2018. Farmakologie. Ilustroval Miroslav BARTÁK. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5558-8.
- TINTĚRA, Jaroslav et al., 2017. Funkční MR zobrazování: metodický přehled a nové perspektivy. Česká radiologie. 71(4), s. 331–344. ISSN 1210-7883. 79
- VÁLEK, Vlastimil et al., 2001. Základy anatomie v zobrazovacích metodách. Brno: Vydavatelství IDVPZ. ISBN 80-7013-334-1.
- VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.
- Vyhláška č.422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016. In: Sbírka zákonů České republiky, částka 172, s. 6618-6904, ISSN 1211-1244
- VYMAZAL, Josef, 2017. Vyjádření k současné situaci s kontrastními látkami pro magnetickou rezonanci na bázi chelátů gadolinia. Česká radiologie. 71(4), s. 261–264. ISSN 1210-7883
- Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, 2016. In: Sbírka zákonů České republiky, částka 102, s. 3938-4066, ISSN 1211-1244

8 SEZNAM ZKRATEK

AG	Angiografie
CC	Craniokaudální
CDC	Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí
CESM	Kontrastní spektrální mamografie
CEUS	Ultrazvukové vyšetření kontrastní látkou
CNS	Centrální nervová soustava
CT	Výpočetní tomografie
DM	Digital mammography
DRÚ	Diagnostická referenční úroveň
DTPA	Kyselina diethylen-triamino-penta-octová
ESR	Evropská radiologická společnost
FFDM	Full field digital mammography
fMRI	Funkční magnetická rezonance
GIT	Gastrointestinální trakt
CHOPN	Chronická plicní choroba
IM	Intenzivní medicína
ISIN	Informační systém infekčních nemocí
ISR	Mezinárodní radiologická společnost
JIP	Jednotka intenzivní péče
JKL	Jodová kontrastní látka
KL	Kontrastní látka

KPR	Kardiopulmonální resuscitace
MDRÚ	Místní diagnostické referenční úrovně
MG	Mamografie
MLO	Mediolaterální
MR	Magnetická rezonance
MRA	Angiografie magnetickou rezonancí
MRS	Spektroskopie magnetická rezonance
MRS	Místní radiologické standardy
NRS	Národní radiologické standardy
OSL	Opticky stimulovaná luminiscence
RDG	Radiologické oddělení
RF	Radiofrekvenční
SARS	Syndrom akutního respiračního selhání
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TLD	Termoluminiscenční dozimetry
UZ	Ultrazvuk
WHO	Světová zdravotnická organizace

9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Rentgenový přístroj Ysio Max (zdroj: siemens-healthineers.com)

Obrázek 2: Skiaskopický přístroj LUMINOS Impulse (zdroj: siemens-healthineers.com)

Obrázek 3: Angiografiický přístroj ARTIS icono (zdroj: siemens-healthineers.com)

Obrázek 4: Mamografický přístroj MAMMOMAT Select (zdroj: siemens-healthineers.com)

Obrázek 5: CT přístroj SOMATOM X.cite (zdroj: siemens-healthineers.com)

Obrázek 6: Ultrazvukový systém ACUSON Sequoia (zdroj: siemens-healthineers.com)

Obrázek 7: MR přístroj MAGNETOM vida (zdroj: siemens-healthineers.com)

Obrázek 8: Kontrastní látka Lomeron (zdroj: Bracco Imaging)

Obrázek 9: Kontrastní látka SonoVue (zdroj: Bracco Imaging)

Obrázek 10: Pohlaví respondentů (zdroj: vlastní)

Obrázek 11: Věk respondentů (zdroj: vlastní)

Obrázek 12: Počet odpracovaných let (zdroj: vlastní)

Obrázek 13: Pracovní pozice respondentů (zdroj: vlastní)

Obrázek 14: Vzdělání respondentů (zdroj: vlastní)

Obrázek 15: Nemocnice, kde pracují respondenti (zdroj: vlastní)

Obrázek 16: Omezení vyšetření (zdroj: vlastní)

Obrázek 17: Počty vyšetření (zdroj: vlastní)

Obrázek 18: Počet vyšetření v rámci postcovidové péče (zdroj: vlastní)

Obrázek 19: Převaha vyšetření (zdroj: vlastní)

Obrázek 20: Práce na jiném oddělení (zdroj: vlastní)

Obrázek 21: Školení na pracovišti (zdroj: vlastní)

Obrázek 22: Zdravotní a bezpečnostní pravidla (zdroj: vlastní)

Obrázek 23: Osobní ochranné prostředky (zdroj: vlastní)

Obrázek 24: Počty vyšetření CT velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 25: Počty vyšetření CT menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 26: Počty vyšetření MR (zdroj: vlastní)

Obrázek 27: Počty skiagrafického vyšetření celkem velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 28: Počty skiagrafického vyšetření celkem menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 29: Počty skiagrafického vyšetření srdce + plíce velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 30: Počty skiagrafického vyšetření srdce + plíce menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 31: Počty skiaskopického vyšetření velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 32: Počty skiaskopického vyšetření menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 33: Počty angiografického vyšetření velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 34: Počty sonografického vyšetření velké nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 35: Počty sonografického vyšetření menší nemocnice (zdroj: vlastní)

Obrázek 36: Počty mamografického vyšetření velké nemocnice (zdroj: vlastní)

10 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1: Dávkové limity v rámci plánovaných expozičních situací (zdroj: vyhláška č. 422/2016 Sb.)

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Dotazník

PŘÍLOHY

Příloha A: Dotazník

Dobrý den, jmenuji se Marcela Dobiášová a jsem studentkou navazujícího magisterského oboru Civilní nouzová připravenost na Zdravotně sociální fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Tento dotazník je součástí mé diplomové práce na téma „*Vliv pandemie COVID-19 na práci na radiologických odděleních ve vybraných nemocnicích v České republice*“ a jeho cílem je zjistit jak pandemie COVID-19 ovlivnila chod radiologického oddělení. Praktická část mé práce bude postavená na výsledcích dotazníkového šetření, proto bych Vás ráda touto cestou požádala o vyplnění následujícího krátkého dotazníku. Otázky a odpovědi na ně jsou anonymní, a Vaše výsledky budou cennou a nenahraditelnou součástí kvantitativního výzkumu, přičemž tyto výsledky budou použity pouze pro potřeby mé diplomové práce. Označte prosím odpověď, o které se domníváte, že je správná, případně dopište Vaši odpověď. Předem děkuji za Vaši spolupráci.

Vždy je správná pouze jedna odpověď, pokud v zadání není uvedeno jinak.

1. Jaké je Vaše pohlaví?

žena

muž

2. Kolik je Vám let?

20–29

30–39

40–49

50–59

59 a více

3. Kolik let pracujete na radiologickém oddělení?

0–5

6–10

11–15

16–20

21 a více

4. Na jaké pozici na radiologickém oddělení pracujete?

lékař

radiologický asistent

všeobecná sestra

5. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

střední škola s maturitou

střední zdravotnická škola

vyšší odborná škola obor radiologický asistent

vysoká škola obor radiologický asistent

lékařská fakulta (lékař)

6. Ve které nemocnici pracujete

- Fakultní nemocnice Hradec Králové, p. o.
- Fakultní nemocnice Ostrava, p. o.
- Nemocnice Na Homolce, p. o.
- Nemocnice Hranice, a.s.
- Karlovarská krajská nemocnice a.s., Nemocnice Cheb
- Nemocnice s poliklinikou Karviná – Ráj, p. o.
- Nemocnice Strakonice, a.s.

7. Došlo v období pandemie 3/2020–2/2021 k omezení plánovaných vyšetření na Vašem oddělení?

- Ano
- Ne

8. Ovlivnila pandemie COVID-19 počty vyšetření na Vašem oddělení?

- Ano
- Ne

9. Jak ovlivnila pandemie Vaši práci, změnil se chod Vašeho pracoviště? (doplňte slovně)

10. Jaké opatření přijala Vaše nemocnice k ochraně svých pracovníků v období pandemie? (doplňte slovně)

11. Zvýšil se počet vyšetření v rámci postcovidové péče?

Ano

Ne

12. Jaká vyšetření v rámci postcovidové péče převažovala?

CT vyšetření

MR vyšetření

Skiografie plic

Skiografie srdce

jiné (jaké)?

13. Pracoval/a jste v období pandemie i na jiném oddělení? Pokud ano, doplňte na jakém.

Ne

Ano

14. Proběhlo na Vašem pracovišti školení o zdravotních účincích vystavení škodlivým činitelům na pracovišti a jak těmto účinkům zabránit?

Ne

Ano, zúčastnil/a jsem se ho

Ano, nezúčastnil/a jsem se, protože:

15. Cítíte se adekvátně informován/a o zdravotních a bezpečnostních pravidlech platných na Vašem pracovišti?

Ano

Ne, protože:

16. Které z těchto osobních ochranných prostředků používáte při své práci? (možnost více odpovědí)

Ochranná zástěra

Ochranný límec

Osobní dozimetr

Respirátory

Rukavice

Ochranný štít

Ochranný skafandr

jiné (jaké)

17. Jak vnímáte v této době práci na radiologickém oddělení?

18. Je něco, co byste na Vašem oddělení chtěl/a změnit?