



Bakalářská práce

Radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator

Studijní program:

B0914P360009 Radiologická asistence

Autor práce:

Kateřina Tomanová

Vedoucí práce:

Ing. Eva Plačková

Fakulta zdravotnických studií

Liberec 2023



Zadání bakalářské práce

Radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator

<i>Jméno a příjmení:</i>	Kateřina Tomanová
<i>Osobní číslo:</i>	D20000221
<i>Studijní program:</i>	B0914P360009 Radiologická asistence
<i>Zadávající katedra:</i>	Fakulta zdravotnických studií
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

Zásady pro vypracování:

Cíle práce:

- Výhody a nevýhody ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu.
- Porovnání ozařovacích plánů jednotlivých pacientek s karcinomem prsu v hlubokém nádechu a za volného dýchání.

Teoretická východiska (včetně výstupu z kvalifikační práce):

Teoretická část práce se bude zabývat anatomii prsu, diagnostikou a histologií karcinomu prsu. Dále bude zaměřena na indikaci jednotlivých léčebných modalit a jejich kombinací. Tato část se také bude soustředit na princip fungování Active Breathing Coordinatoru, na pracovní postup při přípravě ozařování, na edukaci pacientek a vlastní ozařování pacientek v hlubokém nádechu.

Výzkumné předpoklady / výzkumné otázky:

Předpokladem je, že použití hlubokého nádechu v radioterapii, bude pro pacientky přínosem především v menším ozáření OAR (Organs At Risk – srdce, plíce), čímž dojde ke snížení rizika nežádoucích účinků ozáření OAR.

Výzkumné otázky: Kvantifikace zmenšení absorbované dávky obdržené stejnostrannou plící a srdce (u jednostranného postižení) u jednotlivých radioterapeutických plánů. Prozkoumání kontraindikací a omezení použití této metody.

Metoda:

Kvantitativní metoda.

Technika práce, vyhodnocení dat:

Z plánovacího systému Monaco budou získána data o ozařovacích plánech jednotlivých pacientek na CT setech pořízených za volného dýchání a v hlubokém nádechu. Data zatížení kritických orgánů pro jednotlivé pacientky budou pro názornost vynesena do grafů. Grafy budou zobrazovat dávky obdržené jednotlivými OAR při volném dýchání a v hlubokém nádechu. Data budou analyzována a statisticky zpracována. Výsledky by měli potvrdit snížení dávek na OAR za použití hlubokého nádechu při radioterapii.

Místo a čas realizace výzkumu:

Výzkum se bude provádět v Krajské nemocnici v Liberci.

Vzorek:

Výzkum se bude provádět na datech pacientek ozařovaných touto metodou v letech 2021–2023. Z plánovacího systému Monaco budou získána data o ozařovacích plánech jednotlivých pacientek na CT setech pořízených za volného dýchání a v hlubokém nádechu. Data zatížení kritických orgánů pro jednotlivé pacientky budou vynesena do grafů a dále statisticky zpracována pro všechny pacientky. Vzhledem k tomu, že se jedná o novou metodu ozařování, je předpoklad, že vzorek respondentů bude mezi 20 až 30.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy: 50-70 stran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: Čeština

Seznam odborné literatury:

- ABRAHÁMOVÁ, Jitka et al. 2019. *Co byste měli vědět o rakovině prsu*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-2055-0.
- BAZIRA, Peter J., H. ELLIS a V. MAHADEVAN. 2022. *Anatomy and physiology of the breast. Surgery (Oxford)*. **40**(2). 79-83. ISSN 02639319. Dostupné z: 0.1016/j.mpsur.2021.11.015.
- BÜCHLER, Tomáš. 2020. *Speciální onkologie*. 2. vydání. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-651-1.
- COUFAL, Oldřich et al. 2011. *Chirurgická léčba karcinomu prsu*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3641-9.
- ČIHÁK, Radomír. 2016. *Anatomie 3*. 3. vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5636-3.
- HEŘMAN, Miroslav. 2014. *Základy radiologie*. 1. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-2901-4.
- MCCONNELL, Kristen et al. 2021. *Variability of Breast Surface Positioning Using an Active Breathing Coordinator for a Deep Inspiration Breath Hold Technique*. *Cureus*. **13**(6). doi:10.7759/cureus.15649.
- PILKA, Radovan. 2017. *Gynekologie*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-530-9.
- SEIDL, Zdeněk et al. 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4108-6.
- SKOVAJSOVÁ, Miroslava. 2012. *Screening nádorů prsu v České republice*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-310-7.
- ŠLAMPA, Pavel et al. 2021. *Radiační onkologie: pro postgraduální přípravu i každodenní praxi*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-674-0.

Vedoucí práce: Ing. Eva Plačková
Fakulta zdravotnických studií

Datum zadání práce: 14. června 2022
Předpokládaný termín odevzdání: 5. května 2023

L.S.

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc.,
MBA
děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala paní Ing. Evě Plačkové za odborné vedení bakalářské práce, za přínosné konzultace k teoretické i praktické části bakalářské práce a za cenné rady, podněty a připomínky ke zpracování bakalářské práce. Také bych ráda poděkovala všem radiologickým fyzikům a radiologickým asistentům z Krajské nemocnice Liberec, a.s. za sběr dat pacientek, pomocí kterých jsem zpracovávala praktickou část bakalářské práce. Velké díky, patří také mým rodičům, kteří mě podporovali.

ANOTACE

Radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™

Jedním z cílů této bakalářské práce je zjištění výhod a nevýhod radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™. Druhým cílem této bakalářské práce je porovnání ozařovacích plánů jednotlivých pacientek s karcinomem prsu v hlubokém nádechu a za volného dýchání. K vypracování praktické části bakalářské práce je použita kvantitativní metoda. Výsledkem této bakalářské práce je, že pacientkám, které podstoupily radioterapii karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití ABC, byly více šetřeny OaR (srdce, plíce) než při radioterapii karcinomu prsu za volného dýchání. Závěrem této práce je doporučení k většímu využívání radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití ABC.

Klíčová slova

Active Breathing Coordinator™, karcinom, nádech, ozařování, prs.

ANNOTATION

Breast Cancer Radiotherapy in Deep Inspiration Breath-Hold Using Active Breathing Coordinator™

One of the aims of this thesis is to determine the advantages and disadvantages of deep-breathing radiotherapy for breast cancer using the Active Breathing Coordinator™. The second aim of this bachelor thesis is to compare the radiation plans of individual breast cancer patients in deep inspiration and under free breathing. A quantitative method is used to develop the practical part of the bachelor thesis. The result of this bachelor thesis is that patients who underwent radiotherapy of breast cancer in deep inspiration using ABC were more spared OaR (heart, lungs) than during radiotherapy of breast cancer under free breathing. This paper concludes with a recommendation to increase the use of deep breath radiotherapy for breast cancer using ABC.

Keywords

Active Breathing Coordinator™, breast, breath, cancer, irradiation.

Obsah

Seznam symbolů a zkratek	11
1 Úvod.....	14
2 Teoretická část.....	15
2.1 Anatomie prsu	15
2.1.1 Mléčná žláza.....	15
2.1.2 Mízní systém	15
2.1.3 Vývojové změny prsu.....	15
2.2 Diagnostika karcinomu prsu	16
2.2.1 Ultrasonografie (USG, SONO)	16
2.2.2 Mamografie (MG)	17
2.2.3 Duktografie, duktoskopie.....	17
2.2.4 Počítačová tomografie (CT).....	18
2.2.5 Magnetická rezonance (MR, MRI).....	19
2.2.6 Radioizotopové metody	19
2.3 Histologie karcinomu prsu	20
2.3.1 Biopsie prsu.....	21
2.4 Karcinom prsu (C50)	21
2.4.1 Duktální karcinom	22
2.4.2 Lobulární karcinom	22
2.5 TNM klasifikace.....	22
2.5.1 T – primární tumor	22
2.5.2 N – regionální mízní uzliny	23
2.5.3 M – vzdálené metastázy.....	23
2.5.4 Stádia karcinomu prsu	24
2.5.5 Karcinom prsu u mužů.....	24
2.5.6 Rizikové faktory karcinomu prsu	25

2.6 Léčba karcinomu prsu.....	25
2.6.1 Chirurgická léčba karcinomu prsu.....	26
2.6.2 Chemoterapie karcinomu prsu	26
2.6.3 Radioterapie – teleterapie	27
2.6.4 Intraoperační radioterapie	29
2.6.5 Brachyterapie karcinomu prsu	30
2.6.6 Protonová radioterapie.....	31
2.6.7 Hormonální léčba karcinomu prsu	31
2.7 Radioterapie karcinomu prsu na lineárním urychlovači v KNL	32
2.7.1 Plánování radioterapie karcinomu prsu	32
2.7.2 Radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu	32
2.8 Active Breathing Coordinator™	33
3 Praktická část.....	35
3.1 Cíle.....	35
3.2 Metodika	35
3.3 Analýza výzkumných dat.....	35
3.4 Vyhodnocení cílů a výzkumných otázek	35
3.5 Procentuální zatížení kritických orgánů u jednotlivých pacientek.....	36
3.5.1 Procentuální zatížení plicí u jednotlivých pacientek	36
3.5.2 Procentuální zatížení srdce u jednotlivých pacientek.....	42
3.6 Procentuální zatížení plicí u vybraných pacientek	47
3.7 Procentuální zatížení srdce u vybraných pacientek.....	49
3.8 Zatížení kritických orgánů průměrnou dávkou u jednotlivých pacientek .51	
3.8.1 Zatížení plicí průměrnou dávkou u jednotlivých pacientek	51
3.8.1 Zatížení srdce průměrnou dávkou u jednotlivých pacientek	57
3.9 Zatížení plicí průměrnou dávkou u vybraných pacientek	63
3.10 Zatížení srdce průměrnou dávkou u vybraných pacientek.....	65

3.11 Procentuální zatížení kritických orgánů u pacientky s prsním implantátem a pacientky bez prsního implantátu	67
3.12 Zatížení kritických orgánů průměrnou dávkou u pacientky s prsním implantátem a u pacientky bez prsního implantátu	69
4 Diskuze	71
5 Návrh doporučení pro praxi	74
6 Závěr	75
Seznam použité literatury	76
Seznam tabulek a grafů	81
Seznam příloh	84

Seznam symbolů a zkratk

3D	trojdimenzionální, trojrozměrný
3D CRT	trojdimenzionální technika konformní radioterapie
a.	arteria
ABC	Active Breathing Coordinator™
AC	adjuvantní chemoterapie
aj.	a jiné
AP	anteriorposterior
apod	a podobně
a.s.	akciová společnost
BRCA	breast cancer (syndrom spojený s karcinomem prsu)
cca.	přibližně
cm	centimetr
CRT	konformní radioterapie
CT	počítačová/výpočetní tomografie
CTV	clinical target volume, klinický cílový objem
DCIS	duktální karcinom in situ
DIBH	deep inspiration breath hold, hluboké zadržení dechu
DM	digital mammography, digitální mamografie
DVH	dose-volume histogram, dávkově-objemový histogram
FFDM	full field digital mammography
g	gram
Gy	gray

GTV	gross tumor volume, objem nádoru
h	hodina
HDR	high dose rate
HU	Hounsfieldové jednotky
IMRT	intensity modulated radiotherapy
IORT	Intraoperative radiotherapy
i.v.	intravenózní podání
IZ	ionizující záření
k.l.	kontrastní látka
KNL	Krajská nemocnice Liberec, a.s.
kV	kilovolt
l	litr
lat.	latinsky
m.	musculus
MDCT	Multi Detector CT
MDT	multidisciplinární tým
MeV	megaelektrovolt
MG	mamografie
MHz	megahertz
mm	milimetr
MR, MRI	magnetická rezonance
MRM	magnetická rezonance prsu
NAC	neoadjuvantní chemoterapie

např.	na příklad
OaR	organs at risk, rizikové orgány
PET	pozitronová emisní tomografie
PTV	planning target volume, plánovaný cílový objem
RTG	rentgenové záření
s	sekund
s.	strana
SLN	sentinelová lymfatická uzlina
SONO	ultrasonografie
T	tesla
T1	podélná relaxace
T2	příčná relaxace
TDLU	terminální duktolobulární jednotka
tj.	to je
TNM	mezinárodní klasifikace zhoubných novotvarů
tzv.	tak zvaně, takzvaný
USG	ultrasonografie
VMAT	volumetric modulated arc therapy
x	krát

1 Úvod

Karcinom prsu, s kódovým označením C50, je jedním z nejčastějších zhoubných ženských onemocnění, a také je druhou nejčastější příčinou úmrtí u žen. Incidence tohoto onemocnění každoročně celosvětově vzrůstá. Karcinom prsu se vyskytuje asi 100krát častěji u žen než u mužů. Pomocí moderních diagnostických metod se karcinom prsu diagnostikuje v časných stádiích. Díky včasnému zachytu tohoto onemocnění mají pacientky větší šanci na úspěšnost léčby a následné přežití bez tohoto onemocnění. Mezi nejpoužívanější léčebné modalitty karcinomu prsu patří radioterapie. V současné době se začíná více využívat radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM (ABC). Tento typ radioterapie se využívá z důvodu většího šetření kritických orgánů (srdce a plíce), protože pomocí tohoto typu ozařování prsu tyto kritické orgány obdrží méně záření.

V teoretické části této bakalářské práce jsou zpracovány základní informace o anatomii prsu, diagnostice a histologii karcinomu prsu. Dále jsou v teoretické části rozebírány léčebné modalitty karcinomu prsu.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na porovnávání ozařovacích plánů patientek z Krajské nemocnice Liberec, a.s., kterým byl ozařován karcinom prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM, a plánů, kdyby byly ozařovány za volného dýchání. Cílem je zjištění výhod a nevýhod radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM.

2 Teoretická část

2.1 Anatomie prsu

Prs (lat. mamma) je párový orgán nacházející se na ventrální části thoraxu po obou stranách laterálně od sternu (hrudní kosti). Prs je umístěn v oblasti 2.–6. žebra (Bazira, Ellis a Mahadevn, 2021). „Prs je tvořen tukovou tkání obklopující mléčnou žlázu“ (Pilka et al, 2022, s. 307). Jak uvádí Čihák (2016) je pokryt tenkou a světlou kůží, bohatě inervovanou, která na konci vyústí do kruhového dvorce o průměr zhruba 3 až 5 cm. Tento kruhový dvorec je zakončen prsní bradavkou (papilla mammea).

Hmotnost nekojícího prsu je 130-200 g, ale během laktace se hmotnost mění, a to až na hmotnost 300-500 g (Čihák, 2016).

Prs je jako každý orgán zásobován cévami a nervy. Cévy, které zásobují prs, jsou a. mammaria interna (a. thoracica interna), a. mammaria externa (a. thoracica lateralis) a větve a. axillaris (a. thoracoacromialis, a. thoracica suprema). „Těsně pod kožním povrchem tvoří cévy hustou podkožní pleteň – plexus subdermalis“ (Coufal et al, 2011, s. 23). Na prs se upínají m. pectoralis major, m. pectoralis minor a m. serratus anterior.

2.1.1 Mléčná žláza

„Mléčná žláza pochází z ektodermu a je derivátem potní žlázy“ (Pavlišta et al, 2008, s. 20). Prs je složen z několika laloků, které jsou funkčně a strukturálně spojeny do 40 lobulů (lalůčků). Pomocí TDLU, která je základní jednotkou mléčné žlázy, se vytváří mléko. „Většinu objemu nekojícího prsu představuje tuková a fibrinózní (vazivová) pojivová tkáň“ (Abrahámová et al, 2019, s. 17).

2.1.2 Mízní systém

Prs je dále zásobován mízním neboli lymfatickým systémem. „Sentinelové (také „strážné“) uzliny (SLN) jsou svodné lymfatické uzliny, které jako první drénují nádor“ (Daneš et al, 2021, s. 153). „Existuje variabilní počet (20–30) axilárních lymfatických uzlin, které jsou volně rozděleny do pěti skupin“ (Bazira, Ellis a Mahadevan, 2022, s. 81). Lymfatické cévy umožňují tok lymfy jedním směrem a slouží jako filtr částic lymfy.

2.1.3 Vývojové změny prsu

Prs se v průběhu života mění. Mění se s věkem, výživou, graviditou a kojením. V období dospívání (tj. v pubertě) dochází k růstu a k zvětšování objemu prsu. V období

gravidity dochází ke zmožnění a ke změně pigmentace prsu. Další změny nastávají v období přechodu, v období menopauzy, kdy dochází ke snížení počtu lobulů a vazivová tkáň prsu se mění v tuk.

2.2 Diagnostika karcinomu prsu

Oproti minulosti je v dnešní době více možností, jak diagnostikovat karcinom prsu. K diagnostice karcinomu prsu se využívá nejen přístrojová technika, ale také laboratorní vyšetřovací metody. Avšak tím nejzákladnějším vyšetřením, díky kterému se dá včasné diagnostikovat karcinom prsu, je samovyšetření pacientky.

Samovyšetření je dobrou prevencí pro časný záchyt počínajícího karcinomu prsu. *„Samovyšetření vlastních prsů pohmatem a pohledem, prováděné ženou každý měsíc ve stejné fázi menstruačního cyklu, umožní ženě poznat své prsy a zachytit případné odchylky, kterými se může projevit karcinom prsu“* (Daneš et al, 2021, s. 69).

Dnešní medicína má mnoho typů přístrojů pro diagnostiku karcinomu prsu. Každý přístroj má jiné rozlišovací schopnosti a využívá i jiné diagnostické způsoby pro zjišťování patologií. Mezi nejpoužívanější přístrojové techniky pro diagnostiku karcinomu prsu patří SONO, MG, CT, MRI, duktografie a radioizotopové metody.

Další diagnostickou metodou pro diagnostiku karcinomu prsu je tzv. triple test. Jedná se o metodu, která kombinuje klinické vyšetření, vyšetření pomocí zobrazovacích metod (USG, MRI, MG, ...) a biopsii. *„Pokud všechny tři metody předpokládají benigní lézi nebo karcinom prsu, je triple test konkordantní“* (Pilka et al, 2022, s. 309).

2.2.1 Ultrasonografie (USG, SONO)

Ultrasonografie patří mezi jednu z nejpoužívanějších diagnostických metod pro diagnostiku karcinomu prsu. Patří také mezi první diagnostické vyšetření u mladých pacientek, které mají při samovyšetření podezření na přítomnost nějaké patologie (bulky) v prsu. Dále se ultrasonografie velmi často používá pro navigaci u intervenčního výkonu.

„V diagnostickém procesu je sonografie i přes preferenci mamografie nutným doplňkem“ (Skovajsová, 2012, s. 19). Spojením výsledků z ultrasonografie a mamografie získáme velice důležité a průkazné informace o stavu pacientky.

Ultrasonografie používá k diagnostice akustické vlnění o frekvenci 2-30 MHz. Protože SONO slouží jako scan, je proto schopeno objevit malé ložisko v prsu.

„U karcinomu prsu je vyšetření axily, nadklíčkové i podklíčkové oblasti nedílnou součástí sonografického vyšetření prsu“ (Daneš et al, 2021, s. 11). SONO nemá žádné kontraindikace.

2.2.2 Mamografie (MG)

„Základem zobrazení karcinomu prsu je mamografie“ (Kolečková, 2022, s. 139). Mamografie je radiodiagnostická metoda, která k zobrazení využívá rentgenové záření. „Preventivní mamografie byla a je prioritní ověřenou metodou snižování úmrtnosti na karcinom prsu, a to i přes možnost falešné negativity, která u mamografie souvisí s typem žlázy“ (Skovajsová, 2012, s. 17).

Diagnostika karcinomu prsu se provádí na speciálním rentgenovém přístroji, který se nazývá mamograf. Mamograf využívá měkké rentgenové záření o energii 20–30 kV. Pomocí mamografie jsme schopni rozpoznat ložisko o velikosti 5-8 mm. Ve vzácných případech se najde ložisko o velikosti 3 mm. Nízká energie záření umožňuje sledovat i malé změny hustoty v tkáních. Aby záření prošlo do detektoru a nebylo pohlceno masou prsu, celý prs se stlačí. Nahloučení hustších tkání může ukazovat na nádorové změny. Prs se snímá v mediolaterální a kraniokaudální projekci.

„Moderní mamografie je výhradně digitální (digital mammography – DM, možný název full field digital mammography – FFDM)“ (Daneš et al, 2021, s. 93). Filmová mamografie se již v dnešní době nepoužívá, protože byla spojena s větší radiologickou zátěží.

V České republice na mamografické vyšetření mají nárok pacientky starší 45 let a mohou na toto vyšetření jednou za 2 roky. Těmto pacientkám je mamografické vyšetření hrazeno pojišťovnou. Na mamografické vyšetření mají nárok také pacientky, které spadají do rizikové skupiny (výskyt v rodině).

„Správně indikovaná mamografie nemá v zásadě žádnou kontraindikaci“ (Daneš et al, 2021, s. 107). Těhotenství není pro mamografii kontraindikací, ale snažíme se buď s vyšetřením počkat nebo se mu vyhnout.

2.2.3 Duktografie, duktoskopie

Duktografie je radiodiagnostická metoda založená na zobrazování mlékovodů. Jedná se o obměnu mamografie. „Duktografie je nejmladší z intraduktálních technik“ (Pavlišta et al, 2008, s. 79). Duktografie je speciální vyšetřovací metoda, při které se

jodová kontrastní látka podá do secernujícího vývodu. Duktografie odhalí patologii v prsu o velikosti 0,1 mm.

Hlavní indikací duktografie je jednostranná krvavá nebo serózní sekrece z prsu. Tato sekrece může být projevem papilomu nebo jiných patologických změn, které postihují mlékovod.

Po aplikaci jodové kontrastní látky se provádí mamografie, ale s větší opatrností a s menším stlačením prsu, než je u mamografie běžné. *„U duktografie je důležitá zkušenost radiologa a počty provedených vyšetření“* (Daneš et al, 2021, s. 110).

Stává se, že se vyšetření pomocí duktografie nezdaří, protože se nepodaří nasondovat mlékovod. Ve vzácných případech se vyšetření nezdaří kvůli bolestivé reakci pacientky.

Kontraindikací pro duktografii je alergická reakce na jodovou k.l. a mastitida.

2.2.4 Počítačová tomografie (CT)

Počítačová neboli výpočetní tomografie patří mezi další radiodiagnostické metody pro zobrazení karcinomu prsu. *„Jde o metodu tomografickou, vyšetření se skládá z většího množství sousedících vrstev o šířce 0,5-5 mm“* (Kolečková et al, 2022, s. 149).

U počítačové tomografie se využívá transmisní rentgenová tomografie. Transmisní rentgenová tomografie zobrazuje struktury trojrozměrně. 3D zobrazení pomocí CT se vyhodnocuje série jednotlivých řezů. V dnešní době se v CT přístrojích používá MDCT (Multi Detector CT) a spinální skenování. MDCT umožňuje snímat několik transverzálních řezů vedle sebe. Spinální CT spočívá v otáčení rentgenky a detektoru současně s posunem pacienta, následně dochází ke 3D rekonstrukci.

CT k zobrazování tkání používá jejich elektronovou hustotu. Na snímcích se tedy rozlišují tkáně s různou hustotou. Denzita se na CT snímcích vyjadřuje v Hounsfieldových jednotkách (HU). Prsní žláza má denzitu mezi 40-80 HU.

Při diagnostickém vyšetření prsu pomocí CT se pacientce podává kontrastní látka, která lépe zobrazuje tkáň, tumor apod. *„Pokud je ženám indikována adjuvantní radioterapie, provádí se zaměřovací CT před touto radioterapií“* (Kolečková et al, 2022, s. 149).

2.2.5 Magnetická rezonance (MR, MRI)

Magnetická rezonance je v dnešní době označovaná za nejpoužívanější radiodiagnostickou metodu k zobrazení karcinomu prsu. „*Magnetická rezonance prsu (MR mamografie, MRM) je po mamografii a ultrazvuku třetí nejdůležitější zobrazovací metodou v diagnostice onemocnění prsu*“ (Daneš et al, 2021, s. 128).

MRI je spíše doplňující metodou k mamografii a ultrazvuku, protože dokáže odhalit nádory, i když ostatní radiodiagnostické metody neodhalí žádnou patologii. Vyšetření pomocí MRI se provádí na zádech s možností podání kontrastní látky. Optimální síla magnetu u magnetické rezonance je 1 T, lépe 1,5 T. Pro dynamické 3D techniky je lepší větší síla magnetu (Coufal et al, 2011).

Vyšetření prsu pomocí magnetické rezonance je rozděleno do několika sekvencí. Nejprve se provede nativní vyšetření prsu, poté následuje aplikace kontrastní paramagnetické látky formou i.v. a jako poslední část vyšetření se provede postkontrastní snímkování prsu. Postkontrastní snímkování prsu se provádí z důvodu hodnocení enhancementové tkáně.

Vyšetření může vyjít falešně pozitivně, což je způsobeno tím, že je vyšetření pomocí magnetické rezonance prováděno během menstruačního cyklu ženy, který hormonálně ovlivňuje změny v prsní tkáni. Proto se vyšetření pomocí magnetické rezonance provádí ve 2. týdnu cyklu a to mezi 6. až 17. dnem (Coufal et al, 2011).

Kontraindikací pro provedení vyšetření pomocí magnetické rezonance je těhotenství, kojení, alergická reakce na kontrastní paramagnetickou látku, cizí nebo implantované kovové materiály, obezita, klaustrofobie, těžké onemocnění ledvin a fibróza.

2.2.6 Radioizotopové metody

Mezi radioizotopové vyšetřovací metody patří PET/CT vyšetření a detekce sentinelové uzliny. Tyto dvě vyšetřovací metody se provádějí na Oddělení nukleární medicíny.

PET/CT, PET/MR vyšetření mohou být indikována u pacientek s podezřením na metastatický rozsev. Při vyšetření pomocí PET se vždy aplikuje radiofarmakum (radioaktivní látka). „*Role počítačové tomografie (CT), eventuálně PET/CT v mamární diagnostice je pouze pomocná, nejspíše u rozsáhlých nádorů před chirurgickým výkonem*

k určení vztahu nádoru k hrudní stěně“ (Coufal et al, 2011, s. 75). „Kombinací s CT a MR se pak přidává informace o anatomické lokalizaci, denzitě a v případě MR také o morfologii jednotlivých, hlavně měkkých tkání“ (Daneš et al, 2021, s. 137). Mezi kontraindikace patří gravidita.

Detekce sentinelové uzliny je indikována po potvrzení tumoru v prsu. Na toto vyšetření chodí pacientky pro upřesnění polohy sentinelové uzliny pro pozdější chirurgický zákrok. Pacientce se pomocí 4-5 vpichů aplikuje radiofarmakum do okolí tumoru. Po půl hodině, kdy pacientka mírně cvičí s prsem, se provádí samotné vyšetření. Prs se snímá AP a boční projekcí. Patologická uzlina je zakreslena, aby operatér věděl, kde se sentinelová uzlina přibližně nachází. Za použití detektoru IZ je uzlina během chirurgického zákroku vyjmuta.

2.3 Histologie karcinomu prsu

Histologické vyšetření se provádí k vyloučení nebo k potvrzení, zda se jedná o maligní či benigní tumor. *„Na základě patologického nálezu se nádory prsu dělí na neinvazivní a invazivní“ (Šlampa et al, 2021, s. 343). Aby se histologické vyšetření mohlo provést, je nutné odebrat vzorek tkáně pomocí punkční biopsie. Vzorek pro histologické vyšetření se odebírá silnou jehlou, která je určena na biopsii. V dnešní době je klasická histologie doplněna o další metody, kterými jsou imunohistochemické, molekulárně biologické a cytogenetické metody (Daneš et al, 2021).*

Před histologickým vyšetřením pacientky je důležité danou pacientku klinicky vyšetřit (lokalizace onemocnění, celkový zdravotní stav atd.). Po klinickém vyšetření je pacientka odeslána na biopsii. Vzorek z biopsie je odeslán patologovi, který tento vzorek vyhodnocuje, určuje diagnózu a stanovuje stádium tumoru pomocí TNM klasifikace. Poté, co patolog určí diagnózu a stádium tumoru, je proveden chirurgický zákrok, pomocí kterého se odebere celý útvar neboli tumor. Dle typu tumoru pacientka podstupuje prostou nebo radikální mastektomii. Po vyjmutí celého útvaru se posílá vzorek patologovi, který určí typ tumoru, jeho velikost a agresivitu. Patolog nevyšetřuje pouze vzorky odebrané pomocí biopsie, ale v dnešní době je i součástí MDT. Jako člen MDT se podílí nejen na diagnostice tumorů, ale také na léčbě pacientek s karcinomem prsu.

Nejčastějším typem tumoru, který je zjištěn pomocí histologického vyšetření, je duktální karcinom. Druhým nejčastějším typem je lobulární tumor. Lobulární tumory jsou dobře diferencované a mají lepší prognózu (Dubová a Zikán, 2022).

2.3.1 Biopsie prsu

Biopsie je odběr vzorku z patologické léze pro histologické vyšetření k určení, zda se jedná o maligní či benigní tumor. „*Biologický odběr materiálu slouží nejen k rozlišení mezi benigní a maligní lézí, ale také umožní přesnější typizaci nádoru podle jeho biologických vlastností a prognostických ukazatelů*“ (Daneš et al, 2021, s. 139).

Odběr patologické léze se dá odebrat pomocí několika technik. Dá se použít odběr pomocí aspirace tenkou jehlou, tkáňovou punkční biopsií (core-cut), mammotomií (vakuovou biopsií), incizní biopsií a silnou jehlou na odběr léze pro histologické vyšetření. „*Volba typu biopsie tedy „core-cut“ biopsie nebo vakuové biopsie, závisí na typu léze, na její dobré ultrasonografické nebo mamografické vizualizaci a také na rozhodnutí radiologa*“ (Kolečková, 2022, s. 153). Pacientka je během biopsie v lokální anestezii.

K biopsii se používá speciální jehla a odeberou se 2-3 vzorky na laboratorní vyšetření. Biopsie se vždy provádí pod přímou kontrolou, aby lékař věděl, kde se s jehlou nachází a mohl bezpečně odebrat vzorek. Patologická léze se odebírá pod kontrolou pomocí mamografu, ultrasonografu nebo magnetické rezonance.

2.4 Karcinom prsu (C50)

Karcinom prsu je označován pod kódem C50. Karcinom prsu patří mezi nejčastější ženská onemocnění a také se jedná o druhou nejčastější příčinu úmrtí. „*Rakovina prsu je nejčastěji diagnostikovanou rakovinou u žen po celém světě*“ (Wang a Mao, 2020).

Incidence tohoto onemocnění každoročně celosvětově vzrůstá. Ve srovnání se světem se Česká republika nachází na 133. až 135. místě. Při srovnání s Evropskými zeměmi se Česká republika nachází na 34. místě s výskytem karcinomu prsu. Výskyt je u žen asi 100krát častější, než u mužů. „*Karcinomem prsu nejčastěji onemocní ženy ve věku 60-74 let*“ (Daneš et al, 2021, s. 17). Může se ale objevit také u žen do 40. roku života, ve vzácných případech se karcinom prsu může objevit i u žen do 20 let.

Karcinom prsu může mít genetickou predispozici, jehož nosiči jsou jak ženy, tak i muži. Ve většině případů je karcinom prsu způsoben mutacemi, které se nacházejí v genech BRCA1 nebo BRCA2. Tyto geny mohou z 5-7 % za vznik karcinomu prsu. „*Nosiči mutace BRCA1 mají 40-85 % celoživotní riziko karcinomu prsu a 25-65 %*

celoživotní riziko nádorů vaječníků“ (Šlampa et al, 2021, s. 343). Pacientkám, které mají tyto typy genů, je doporučeno sledování od 25. roku života nebo i o 10 let dříve. K diagnostice pacientek zatížených těmito geny dochází každých 6 měsíců, kdy chodí na ultrazvukové vyšetření nebo na magnetickou rezonanci. Tato dvě vyšetření se střídají.

2.4.1 Duktální karcinom

Nejčastějším typem maligního karcinomu prsu je duktální karcinom. Tento typ karcinomu prsu představuje zhruba 47-80 % všech karcinomů prsu (Pilka et al, 2022). Duktální karcinom vychází ze zvětšených interlobulárních vývodů (Dubová a Zikán, 2022). K léčbě tohoto typu karcinomu se používá adjuvantní terapie či částečná mastektomie.

2.4.2 Lobulární karcinom

Druhým nejčastějším typem maligního karcinomem prsu je považován lobulární karcinom. Je dobře diferencovaný a vychází z acinů. Jako léčba tohoto tumoru se používá chirurgický zákrok.

2.5 TNM klasifikace

K určení stádia karcinomu prsu používáme tzv. TNM klasifikaci:

- **T** – primární tumor
- **N** – postižené regionální lymfatické uzliny
- **M** – vzdálené metastázy.

2.5.1 T – primární tumor

TX	Primární nádor nelze hodnotit
T0	Žádné známky primárního nádoru
Tis	Karcinom in situ
T1	Nádor do 2 cm v největším rozměru
T1mic	Mikroinvaze do 0,1 cm nebo méně v největším rozměru
T1a	Větší než 0,1 cm, ne však více než 0,5 cm v největším rozměru
T1b	Větší než 1,0 cm, ne však více než 2,0 cm v největším rozměru
T2	Větší než 2,0 cm, ne však více než 5,0 cm v největším rozměru

T3	Nádor větší než 5,0 cm v největším rozměru
T4	Nádor jiné velikosti s přímým šířením do stěny hrudní nebo kůže
T4a	Šíření do stěny hrudní
T4b	Ulcerace a edém
T4c	Jak T4a, tak T4b dohromady
T4d	Inflamatorní (zánětlivý) karcinom

2.5.2 N – regionální mízní uzliny

NX	Regionální mízní uzliny nelze hodnotit
N0	Regionální mízní uzliny bez metastáz
N1	Metastázy v pohyblivých stejnostranných mízních uzlinách
N2	Metastázy ve stejnostranné axilární mízní uzlině
N2a	Metastázy v axilárních mízních uzlinách
N2b	Metastázy v mamární uzlině
N3	Metastázy ve stejnostranné infraklavikulární mízní uzlině
N3a	Metastázy v infraklavikulární mízní uzlině
N3b	Metastázy ve vnitřní mamární a axilární mízní uzlině
N3c	Metastázy v supraklavikulární mízní uzlině

2.5.3 M – vzdálené metastázy

MX	Přítomnost vzdálených metastáz nelze hodnotit
M0	Nejsou vzdálené metastázy
M1	Přítomnost vzdálených metastáz (Šlampa et al, 2021 a Pilka et al,

2022).

2.5.4 Stádia karcinomu prsu

Tabulka 1: Stádia karcinomu prsu (Šlampa et al, 2021 a Pilka et al, 2022)

Stadium 0	Tis	N0	M0
Stadium I	T1	N0	M0
Stadium IIA	T0	N1	M0
	T1	N1	M0
	T2	N0	M0
Stadium IIB	T2	N1	M0
	T3	N0	M0
Stadium IIIA	T0	N2	M0
	T1	N2	M0
	T2	N2	M0
	T3	N1	M0
	T3	N2	M0
Stadium IIIB	T4 jakékoliv N M0	jakékoliv T N3 M0	
Stadium IV	jakékoliv T jakékoliv N M1		

„Karcinom prsu metastazuje nejčastěji do kostí, plic, jater a mozku“ (Coufal et al, 2011, s. 293).

2.5.5 Karcinom prsu u mužů

Karcinom prsu u mužů je velice vzácný. Když porovnáme incidenci mezi muži a ženami, dostáváme se k číslu 1:100 (Daneš et al, 2021). Příčina vzniku karcinomu prsu u mužů není dosud známá, ale mezi rizikové faktory, které mohou ovlivnit vznik karcinomu prsu u mužů je např. genetická predispozice, vysoký věk muže, onemocnění varlat, obezita, vliv estrogenů atd. (Daneš et al, 2021).

2.5.6 Rizikové faktory karcinomu prsu

„Nejvýznamnějšími rizikovými faktory vzniku karcinomu prsu je ženské pohlaví a věk“ (Pilka et al, 2022, s. 313). Vznik karcinomu prsu závisí na několika faktorech. V dnešní době stále nejsou všechny rizikové faktory karcinomu prsu známy. Bylo, ale zjištěno, že počet porodů a kojení snižují riziko vzniku karcinomu prsu.

Rizikové faktory se dělí na silné a slabé.

„Mezi základní, silné etiologické rizikové faktory nádorů prsu patří:

- a) *nezhoubné onemocnění prsu (cystické adenomy, duktální papilomy, hyperplazie s atypiami)*
- b) *věk prvního těhotenství (riziko stoupá s věkem prvního těhotenství)*
- c) *rasa (bělošky postiženy častěji než Afroameričanky, nejmenší riziko mají Hispánky a Asiatky)*
- d) *rodinná anamnéza (výskyt karcinomu prsu v rodině u prvostupňových pokrevních příbuzných)*
- e) *karcinom prsu v osobní anamnéze*
- f) *časný nástup menarché (před 12. rokem života)*
- g) *pozdní nástup menopauzy (po 50. roce života)*
- h) *expozice ionizujícího záření*

Mezi slabé faktory se řadí:

- a) *antikoncepce (hlavně u žen, které jí začaly užívat před 20. rokem života)*
- b) *hormonální substituční léčba (zejména kombinovaná substituce estrogen + progesteron)*
- c) *alkohol*
- d) *zvýšený příjem kalorií ve výživě*
- e) *nedostatek fyzické aktivity“ (Šlampa et al, 2021, 342).*

2.6 Léčba karcinomu prsu

Do léčby karcinomu prsu patří radioterapie, brachyterapie, chemoterapie, hormonální léčba a chirurgická léčba. „V posledních několika letech se léčba zlepšuje díky novým chirurgickým technikám, novým systémovým terapeutickým možnostem a lepšímu pochopení biologie onemocnění“ (Hausmann et al, 2020).

V dnešní době existuje mnoho technik radioterapie, které šetří OaR. Mezi tyto techniky radioterapie patří ozařování v hlubokém nádechu, protonová terapie v nádechu a brachyterapie. Brachyterapie se používá v kombinaci s některou další léčebnou technikou uvedenou výše.

Postup léčby se volí dle rozsahu onemocnění, prognostických faktorů a celkovému stavu pacientky. U léčby onkologických onemocnění se nejčastěji používá kombinace několika léčebných modalit. *„Obecně jde vždy o kombinaci lokální terapie (operace, radioterapie), systémové terapie (chemoterapie, hormonální terapie, imunoterapie) a podpůrné léčby“* (Šlampa et al, 2021, s. 346).

Největší překážkou léčby karcinomu prsu je rezistence onemocnění vůči dané terapii. O léčbě karcinomu prsu rozhoduje multidisciplinární tým, který se skládá z klinického a radiačního onkologa, chirurga, rentgenologa a patologa (Abrahámová et al, 2019 a Šlampa et al, 2021).

2.6.1 Chirurgická léčba karcinomu prsu

Chirurgická léčba karcinomu prsu je nejpoužívanější metodou léčby karcinomu prsu, pokud je pacientka schopna tento zákrok podstoupit. Rozsah chirurgického výkonu na prsu nejvíce závisí na velikosti a umístění tumoru v prsu. Je také důležité brát na vědomí věk pacientky, která má daný zákrok podstoupit.

Chirurgický zákrok se dělí na radikální a prostou mastektomii. Radikální mastektomií se rozumí odebrání prsu včetně obou pectorálních svalů, tukové a lymfatické tkáně. Oproti radikální mastektomii prostá mastektomie spočívá v odebrání prsu bez axiální lymfatické tkáně. Existuje také metoda, která se nazývá prs šetřící výkon. Tato metoda chirurgické léčby spočívá v odebrání tumoru s lemlem okolní zdravé tkáně.

Po chirurgickém zákroku se stanovuje individuální léčebná modalita. Chirurgický zákrok se plánuje 2 až 6 týdnů po ukončení chemoterapie.

2.6.2 Chemoterapie karcinomu prsu

Chemoterapie patří k základním léčebným modalitám a využívá k léčbě chemické látky, které nazýváme cytostatika. Ty zabraňují buněčnému dělení a likvidují mikrometastázy. Chemoterapie je systémová léčba, která nemá specifické účinky léčby a cytostaticky působí také na zdravé tkáně, které mohou být chemoterapií postiženy (Vokurka et al, 2018).

Chemoterapie se dá aplikovat konkomitantně společně s radioterapií. Při kombinaci chemoterapie s jinou léčebnou modalitou lze chemoterapii podávat neoadjuvantně čili před radioterapií nebo adjuvantně čili po radioterapii. „*Studie prokazují ekvivalentní přežití u karcinomů prsu léčených neoadjuvantní chemoterapií (NAC) nebo adjuvantní chemoterapií (AC)*“ (Stankowski-Drengler et al, 2020).

Adjuvantní chemoterapie je individuální záležitostí, protože záleží především na věku pacientky, histotypu tumoru a na jeho velikosti. „*Délka trvání adjuvantní systémové léčby je 3–6 měsíců*“ (Kolečková, 2022, s. 171).

„*Neoadjuvantní chemoterapie se u karcinomu prsu používá stále častěji, zejména pro snížení primárního nádoru v prsu a metastazujících axilárních lymfatických uzlin*“ (Wang a Mao 2020). Léčba neoadjuvantní chemoterapií trvá 3-8 léčebných cyklů.

Mezi kontraindikace pro léčbu chemoterapií patří špatný a nestabilní zdravotní stav pacientky, onemocnění neindikované k tomuto typu léčebné modalitě a také nesouhlas pacientky s chemoterapií. „*Mezi hlavní nežádoucí účinky patří především nevolnost a zvracení, průjem, poškození sliznic dutiny ústní, útlum krvetvorby, ztráta vlasů a flebitidy*“ (Vokurka et al, 2018, s. 48).

2.6.3 Radioterapie – teleterapie

Příprava celého procesu ozařování je sestavována ve spolupráci radiačního onkologa, radiologického fyzika a radiologických asistentů. Radioterapie patří mezi nejstarší využívané techniky k léčbě zhoubných nádorů. Hlavním cílem radioterapie je podat takovou dávku IZ, která je schopná s velkou pravděpodobností zničit nádorové buňky a zamezit tak lokální recidivě. Požadavkem na radioterapii je minimalizovat poškození okolní zdravé tkáně. Radioterapie karcinomu prsu je převážně zahájena v rozmezí 4-6 týdnů po chirurgickém zákroku, kdy je jizva zahojena. Ozařování prsu způsobí snížení pravděpodobnosti vzniku lokální recidivy a má pozitivní vliv na přežití pacientek.

Před začátkem vlastního ozařování je nutné, aby pacientka byla řádně vyšetřena. Nejdříve se pacientka klinicky vyšetří (lokalizace onemocnění, celkový zdravotní stav pacientky apod.). Po klinickém vyšetření je pacientka poslána na biopsii.

U radioterapie se nejčastěji používá normofrakcionace o celkové dávce 50 Gy (5x 2 Gy týdně) na oblast prsu či hrudní stěny, v případě postižení i lymfatických uzlin.

V posledních letech se zvyšováním přesnosti radioterapie navyšuje zastoupení hypofrakcionací (40,05 Gy v 15 frakcích nebo 42,56 Gy v 16 frakcích). Na lůžko tumoru nebo inoperabilní nádor se aplikuje ještě boost o dávce 10-16 Gy (výjimečně 20 Gy). K zevní radioterapii prsu se používá protonové nebo fotonové záření. „Podle velikosti a uložení lůžka tumoru se volí boost fotonový (nejčastěji 3D CRT technika) nebo elektronový (přímé elektronová pole“ (Šlampa et al, 2021, s. 351). Pro ozáření lůžka tumoru se pak kromě výše uvedených záření mohou použít i gamma zářiče v brachyterapii či intraoperační radioterapii.

Jako ozařovací techniky se využívají k ozařování prsu standartě 3D CRT a IMRT techniky a v individuálních případech i dynamický kyv (VMAT). 3D CRT a IMRT techniky používají k ozařování hrudníku dvě tangenciální pole (laterální, mediální a tečná k plicí). Ozařováním pomocí tangenciálních polí snižujeme dávku na plicí, případně na srdce. V dnešní době se nejčastěji používá technika IMRT (dynamické nebo step and shoot). U VMAT technik se užívá buď jednoho nebo dvou částečných kyvů.

Fotonová radioterapie probíhá na lineárním urychlovači. Pro tvarování pole na lineárním urychlovači se užívá mnoholamelový kolimátor a případně clony. Mnoholamelový kolimátor (MLC – multileaf collimator) je tvořen soustavou těsně přiléhajících kovových lamel uspořádaných v protilehlých párech. Lamely mohou být v celém rozsahu ozařovaného pole stejně nebo různě široké, závisí na výrobcí a typu lineárního urychlovače.

Pro ozařování karcinomu prsu do plánovacího CT radiační onkolog zakreslí oblasti, které chceme ozářit (cílové objemy) a kterým se chceme v mezích možností vyhnout (OaR). Pro konstrukci cílového objemu PTV (planning target volume) používáme „podobjemy“ (GTV nebo CTV), kterým přidáváme lem. Popis objemů a lemů následuje:

1. GTV – oblast tumoru
 - Stanovuje se na základě radiodiagnostických vyšetření.
 - GTV nelze definovat po totálním odstranění onemocnění.
2. CTV 1 – klinický cílový objem
 - CTV1 označuje oblast šíření (celý prs, hrudní stěna, případně postižené uzliny).

3. PTV1 – plánovací cílový objem
 - Je definován jako CTV 1 s lemem o velikosti 1 cm.
4. CTV 2 – klinický cílový objem
 - Do CTV2 zahrnuje lůžko tumoru nebo vlastní tumor.
5. PTV 2 – plánovací cílový objem
 - Je definován jako CTV 2 s lemem o velikosti 1 cm
 - Označováno jako boost (Šlampa et al, 2021).

V plánovacím systému, na základě plánovacího CT setu, je vytvořen trojrozměrný model pacientky včetně cílových objemů a OaR. Plánovací systém umožňuje rekonstruovat snímky v koronárním a sagitálním řezu. Potom se vytvoří ozařovací plán. Na celém procesu sestavení plánu a ozařování se podílí radiační onkolog, radiologický fyzik a radiologičtí asistenti.

Během radioterapie dochází i k ozáření OaR. Mezi tyto kritické orgány patří kůže, srdce, plíce a jiné dle anatomie. Plíce a srdce se nachází v těsné blízkosti záměrně ozařovaných cílových oblastí. Toto nechtěné ozáření kritických orgánů může vést k jejich poškození, u srdce může způsobit kardiotoxicitu (ischemická choroba srdeční, dysrytmie, srdeční selhání, koronární příhoda). Proto je velice důležité tyto kritické orgány co nejvíce šetřit.

Poškození OaR spadá do nežádoucích účinků radioterapie. Tyto nežádoucí účinky se dělí na akutní (časné) a chronickou (pozdní) toxicitu. Akutní toxicita se může objevit do 6 týdnů po zahájení radioterapie. Mezi příznaky akutní toxicity patří například únava, dermatitida, pneumonitida a ezofagitida. Chronická toxicita se může objevit od 6 týdnů po ukončení radioterapie a mezi její příznaky patří například chronické kožní změny, bolesti hrudníku, kardiotoxicita, lymfedém horních končetin, hypotyreóza atd. Výskyt a závažnost nežádoucích účinků je individuální. Se zpřesňující se radioterapií závažnost i výskyt nežádoucích účinků klesá.

2.6.4 Intraoperační radioterapie

„Intraoperační radioterapie (IORT) u časných stadií karcinomu prsu je technika částečného ozáření prsu“ (Harris a Small, 2017). Léčba pomocí intraoperační radioterapie spočívá v podání jednorázové dávky během operace prsu (20-22 Gy). Dávka je podána přímo do tumoru nebo do oblasti resektovaného tumoru. Díky této technice

ozáření se nemusí ozařovat celý prs. K jednorázovému ozáření tumoru prsu se používá záření elektrony nebo rentgenovými paprsky o energii 50 kV.

„Metoda IORT je indikována u celé řady solidních tumorů, zejména u nádorů s předpokladem lokálního relapsu či ležících v blízkosti radiosenzitivních orgánů a struktur po radikální či maximálně možné resekci (nádor slinivky, konečniku, žaludku, prsu aj)“ (Šlampa et al, 2021, s. 164).

Před intraoperační radioterapií je důležité předoperační a intraoperační vyšetření. Intraoperační radioterapii lze také využít jako boost a následně tak ozařovat celý prs, dá se také díky tomu kontrolovat lokální recidivy (Piotrowski et al, 2017).

Intraoperační radioterapie může být použita jako samostatná léčebná metoda nebo v kombinaci se zevní radioterapií. Výhodou intraoperační radioterapie je krátký ozařovací čas (netrvá dlouho jako normální radioterapie) a je zde menší zátěž na kritické orgány (OaR).

2.6.5 Brachyterapie karcinomu prsu

„Brachyterapie zůstává nejlepší ozařovací technikou pro dodání vysoké dávky v malém objemu“ (Sumodhee et al, 2018). Brachyterapie je invazivní nebo povrchovou radioterapeutickou metodou při léčbě karcinomu prsu. Povrchovou brachyterapií se rozumí tzv. muláže. Jedná se o zavedení aplikátorů do katetrů umístěných na povrchu postižené kůže či sliznice.

Brachyterapie je druh radioterapie, která využívá k dodání dávky radioaktivních zdrojů IZ (v poslední době i nízkoenergetických „mini“ rentgenek). Zdroj IZ je do oblasti zaveden katetry, jehlami, či dutými dráty, které jsou zaváděny přímo do tumoru nebo do jeho těsné blízkosti. U tumorů, které se nacházejí v blízkosti kůže nebo žeber není brachyterapie vhodnou léčebnou modalitou. Tumory musí být od těchto kritických orgánů ve vzdálenosti minimálně 1-2 cm pro ozařování pomocí brachyterapie, jinak hrozí poškození těchto OaR. *„Ozařování lůžka tumoru brachyterapií se provádí u pacientek s objemnějšími prsy a tumory v hloubce více než 3-4 cm pod kůží po parciální mastektomii“ (Šlampa et al, 2021, s. 355). Při použití brachyterapie se do prsu zavádí 14 až 20 flexibilních drátů nebo katetrů.*

Lůžko tumoru lze ozařovat pomocí HDR brachyterapie, která se provádí po chirurgickém zákroku nebo se vodič HDR zavádí během chirurgického zákroku. Aplikuje

se jednorázově dávka 9-10 Gy. HDR brachyterapie má dávkový příkon vyšší než 12 Gy/h, ozařování tedy trvá několik minut.

Nejčastějším nežádoucím účinkem brachyterapie je kožní toxicita. Mezi kontraindikace k brachyterapii patří špatné zavedení aplikátorů (drátů, jehel, katetrů), poškození orgánů okolo tumoru při zavádění a chronická zánětlivá onemocnění.

2.6.6 Protonová radioterapie

Protonová radioterapie používá vysokoenergetické protony urychlené na cyklotronu. Jejich výstupní energie se pohybuje kolem 230 MeV.

„Protonový svazek se vyznačuje tím specifickým průběhem absorpce se známým Braggovým píkem na konci doběhu urychlených protonů“ (Šlampa et al, 2021, s. 647). K dosažení rovnoměrné dávky na oblast zájmu lze Braggův pík rozšířit na hloubku ozařované oblasti postupným snižováním energie svazku.

Použití protonové radioterapie v praxi znamená snížení vstupní dávky, dopravení požadovaného množství energie do cíleného objemu. Poté následuje prudký pokles dávky. Výhodou protonové radioterapie je snížení dávkové zátěže na OaR. Má však i svá rizika. Mezi tato rizika patří např. vysoká citlivost na tkáňové nehomogenity, nepřesnosti pramenící z pohybu cílových objemů a kritických orgánů (Šlampa et al, 2021).

2.6.7 Hormonální léčba karcinomu prsu

Hormonální léčebná metoda patří mezi základní protinádorovou léčbu karcinomu prsu a lze ji kombinovat s ostatními léčebnými metodami. Dá se kombinovat s radioterapií (i u metastatických onemocnění), s adjuvantní a neoadjuvantní léčbou, ale také se dá používat jako preventivní léčba. Hormonální léčba se používá ve formě tablet (užití per os) či ve formě látek v injekcích (aplikace i. v.).

U neoadjuvantní léčby se hormonální terapie používá u žen po menopauze a ve vyšším věku. Délka trvání této léčby jsou 3-4 měsíce. Adjuvantní léčba se podává u nízké rizikových pacientek. Délka trvání této léčby je 5 let, ale lze tuto léčbu podávat i po dobu 7-10 let, to záleží na relapsu onemocnění.

Hormonální léčba se podává pacientkám, které mají pozitivní hormonální receptory. *„Tato léčba je spojena s vysokou účinností, přitom jsou její nežádoucí účinky poměrně mírné a v porovnání s ostatními možnostmi systémové léčby (chemoterapií, jinou*

cílenou léčbou nebo imunoterapií) více omezené a lépe zvladatelné“ (Šlampa et al, 2021, s. 143).

Mezi nežádoucí účinky hormonální léčby patří změny nálad, návaly, osteoporóza, řídnutí a vypadávání vlasů, sexuální dysfunkce, únava, ztráta libida, u žen poruchy menstruace, a u mužů erektilní dysfunkce či gynekomastie (Vokurka et al, 2018).

2.7 Radioterapie karcinomu prsu na lineárním urychlovači v KNL

2.7.1 Plánování radioterapie karcinomu prsu

Pro správné ozařování prsu je velice důležité, aby pacientka po celou dobu radioterapie ležela na ozařovacím stole ve stejné poloze. Tato ozařovací poloha se nejprve musí nastavit na přístroji, který se nazývá CT simulátor. *„Plánovací CT vyšetření má za cíl získat přesná geometrická a anatomická data o pacientovi, jež jsou nutná pro správnou a přesnou definici cílových objemů, stejně tak ale podávat aktuální informaci o rozsahu nádorového onemocnění“ (Vokurka et al, 2018, s. 63).*

Pacientky se ozařují v supinační poloze – na zádech, s elevací a fixací ipsilaterální horní končetiny, lépe obou horních končetin nad hlavou (Šlampa et al, 2021). Pro ozařování v hlubokém nádechu se používá fixační pomůcka, která se nazývá wingboard. Na CT simulátoru se pacientka napoložuje na wingboard, který se bude využívat po celou dobu radioterapie. Po obou stranách hrudníku přibližně na úrovni mečíku hrudní kosti a na střed hrudníku se pacientce zakreslí značky, pomocí kterých se radiologičtí asistenti orientují. Tyto značky jsou po celou dobu radioterapie udržovány, aby pacientka byla pokaždé ve stejné poloze a správně ozářena. Brání rotacím a stanovují pevný bod na těle pacientky. Po nastavení pacientky do ozařovací polohy se provede CT snímkování a vznikne plánovací CT set. Standardně se provádí plánovací CT hrudníku bez podání kontrastní látky. Transverzální CT řezy hrudníku jsou pořizovány po 3 mm. Pro vytvoření ozařovacího plánu se používá plánovací systém Monaco.

2.7.2 Radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu

V dnešní době se čím dál častěji používá technika ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu. Radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu je založena na nižší dávce ionizujícího záření pronikajícího do kritických orgánů. Pacientky, které podstupují radioterapii karcinomu prsu v hlubokém nádechu, mají nižší riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění než při radioterapii za volného dýchání.

U tohoto typu radioterapie je velice důležité vybírat takové pacientky, které jsou schopné se opakovaně zhluboka nadechnout a zadržet dech alespoň na 20-30 s. Je také důležité znát osobní anamnézu pacientky, nemůžeme ozařovat pacientky s respiračními potížemi. Radioterapie v hlubokém nádechu výrazně pomáhá pacientkám, které mají srdce umístěné blízko hrudní kosti. Při nádechu se srdce posune více dorzálně a kaudálně. Díky hlubokému nádechu se tedy zvětší vzdálenost srdce od ozařované oblasti.

U radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu se používá přístroj nazývaný Active Breathing Coordinator™. Díky tomuto přístroji můžeme sledovat dýchání pacientky v reálném čase a ve správnou chvíli zamezit dýchání.

2.8 Active Breathing Coordinator™

„Systém Elekta Active Breathing Coordinator™ (ABC) se používá ke kontrole dýchání a k řízení hlubokého nádechu (DIBH)“ (McConnell et al, 2021). Radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu s použitím přístroje Elekta Active Breathing Coordinator™ vede ke stabilitě a k reprodukovatelnosti zadržení dechu. Je zaručeno, že se pacientky během celého procesu radioterapie v hlubokém nádechu budou nadechovat stejně a nádech udrží po celou dobu spuštěného svazku.

Spolupráce pacientky, ABC přístroje, lineárního urychlovače a radiologického asistenta vede ke snížení dávky na OaR. Většina pacientek spolupráci zvládne. U radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu za použití ABC přístroje není zaručeno, že pacientka nebude mít žádné nežádoucí účinky jako např. kožní toxicitu.

Do systému Elekta Active Breathing Coordinator™ se musí zadávat identifikační údaje pacientky. Velikost nádechu je individuální v rozmezí přibližně 1,4 – 2,5 l. Plánovací CT set se pořizuje již v hlubokém nádechu.

Přístroj Active Breathing Coordinator™ se skládá z vozíku, notebooku, ovládacího software a spirometru. Spirometr je vybaven balónkovým ventilem, který je schopen uzavřít přívod vzduchu. Každá pacientka má své jednorázové vybavení, které zahrnuje nosní svorku a náustek s dýchací trubicí a filtrem.

Nácvik ozařování prsu začíná seznámením pacientky s ABC přístrojem. Nácvik spolupráce pacientky probíhá na CT simulátoru. Pacientka se položí na stůl na wingboard a pro zvýšení pohodlí se jí pod kolena umístí knee-support. Když je pacientka pohodlně uložená na stole, utěsní se nos, ústy sevře jednorázový náustek připojený dýchací trubicí

k ABC přístroji a nasadí se jí brýle lomící obraz, aby viděla v ozařovací poloze na obrazovku ABC umístěnou u jejích nohou. Pacientce se do rukou vloží zelený spínač, pomocí něhož oznamuje připravenost k zádrži dechu, může zádrž ukončit, i přivolat pomoc. Je důležité vysvětlit pacientce, že prs se bude ozařovat pouze po dobu, kdy bude pacientka držet zelený spínač. Pacientka by tento zelený spínač měla držet po celou dobu záření. Po stlačení a při držení tohoto spínače se na obrazovce změní barva dýchací křivky z červené na modrou. Při nácviku dýchání na CT simulátoru je také důležité, aby pacientka viděla na obrazovku, kde se zobrazuje její respirační křivka a práh zadržení dechu. Požádáme pacientku, aby volně dýchala. Po nějaké době je požádána, aby pořádně vydechla, zhluboka se nadechla a zadržela dech. Pacientku je ponechána 5-10 s v nádechu, poté je požádána, aby opět volně dýchala. Tento postup se provádí několikrát za sebou, dokud se nestanoví opakovatelně dosažitelný objem nádechu. Práh, kdy se balónkovým ventilem zamezí přísunu vzduchu, se zvolí o cca. 0,1 - 0,3 l menší, než je objem maximálního nádechu. Po stanovení prahu se s pacientkou trénuje spolupráce se systémem a zadržení dechu nejprve na 15-20 s a poté až ke 40 s. Po skončení tohoto nácviku je pacientka instruována o tom, že bude muset držet dech opakovaně 6-12x během jedné frakce.

3 Praktická část

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na vyhodnocení a porovnání dat pacientek s karcinomem prsu ozařovaných technikou v hlubokého nádechu při použití přístroje Active Breathing CoordinatorTM (ABC). V plánovacím systému byly vytvořeny ozařovací plány jednotlivých pacientek s karcinomem prsu jak za použití volného dýchání, tak za použití ozařování v hlubokém nádechu.

Pacientky, které podstoupily radioterapii karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití ABC, byly ve věku 24 let až 75 let. Bylo hodnoceno 22 pacientek s levostranným karcinomem prsu (tedy 73 %) a 8 pacientek s pravostranným karcinomem prsu (tedy 27 %).

3.1 Cíle

Prvním cílem této bakalářské práce je zjištění výhod a nevýhod ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu. Dalším cílem je porovnání ozařovacích plánů jednotlivých pacientek s karcinomem prsu v hlubokém nádechu a za volného dýchání.

3.2 Metodika

Data pro vytvoření bakalářské práce byla získána z KNL z oddělení Radioterapie z plánovacího systému Monaco. Data byla zpracována kvantitativní metodou. Porovnávání pacientek v praktické části bylo vybíráno na základě podobného objemu OaR (na plíci či na srdce).

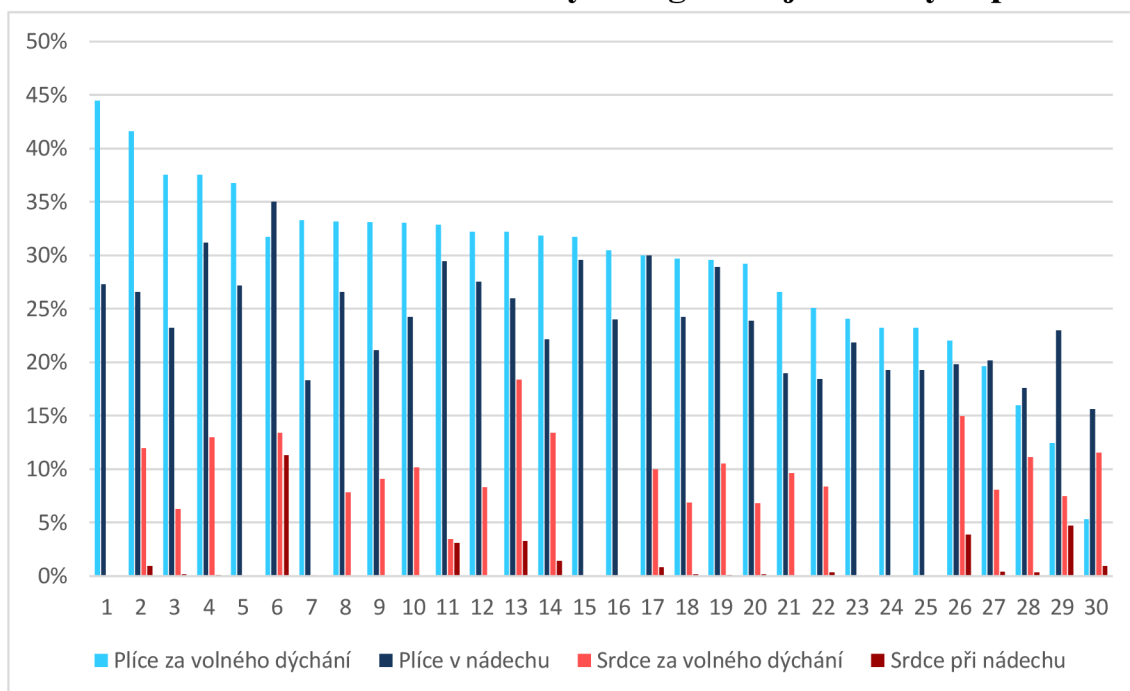
3.3 Analýza výzkumných dat

Data pacientek, které podstoupily radioterapii karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM, byla vynesena do grafů a tabulek.

3.4 Vyhodnocení cílů a výzkumných otázek

Při porovnávání jednotlivých ozařovacích plánů všech 30 pacientek z KNL je zřejmé, že radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití ABC má větší výhody používání tohoto typu ozařování než radioterapie karcinomu prsu za volného dýchání. Výhodou radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití ABC je větší šetření OaR (srdce, plíce) a nižší riziko vzniku kardiotoxicity.

3.5 Procentuální zatížení kritických orgánů u jednotlivých pacientek



Graf 1: Procentuální zatížení kritických orgánů u jednotlivých pacientek

V grafu číslo 1 jsou porovnávána data všech pacientek, kterým byl vytvořen ozařovací plán na prs za volného dýchání i v hlubokém nádechu za použití Active Breathing Coordinator™. Jsou zde vyobrazeny objemy na OaR (plíce a srdce). Při ozařování je sledován objem plíce, který obdrží 20 Gy a více, a objem srdce, který obdrží 25 Gy a více. Plíce může být ozářena maximálně z 25 % (při ozařování lymfatických uzlin až 30 %) a srdce může být ozářeno maximálně z 10 %. Po překročení těchto dávek na limitní objem výrazně narůstá pravděpodobnost nežádoucích účinků záření na jednotlivé orgány.

3.5.1 Procentuální zatížení plíce u jednotlivých pacientek

Tabulka 2: Porovnání pacientek číslo 1 a 30

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 1	44,49 %	27,28 %	17,21 %
Pacientka číslo 30	5,31 %	15,65 %	10,34 %

U pacientky číslo 1 je vidět, že kdyby byl prs ozařován za volného dýchání, obdržela by plíce dávku 20 Gy na objem 44,5 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se objem plíce sníží na 27,3 %. Pacientka číslo 1 by při ozařování prsu za volného dýchání

obdržela nadlimitní dávku na plíci. U pacientky číslo 30 je vývoj opačný. Tato pacientka má horší výsledky na plíci při ozařování prsu v hlubokém nádechu. Za volného dýchání by byl sledovaný objem plíce 5,3 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se objem plíce zvýší na 15,7 %. V obou případech je ale objem plíce ozářený 20 Gy v požadovaných limitech. U pacientky číslo 30 bylo přistoupeno k ozařování prsu v hlubokém nádechu, protože bylo nutné snížit dávku na srdce, která dosáhlo za volného dýchání nadlimitních hodnot.

Tabulka 3: Porovnání pacientek číslo 2 a 23

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 2	41,59 %	26,59 %	15 %
Pacientka číslo 23	24,04 %	21,87 %	2,17 %

Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 2 obdržela dávku 20 Gy na objem plíce o velikosti 41,6 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem snížil na 26,6 %. U pacientky číslo 23 při ozařování prsu za volného dýchání by byl sledovaný objem plíce při dávce 20 Gy 24,0 % a při ozařování prsu v hlubokém nádechu je tento objem plíce 21,9 %. Plíce pacientky číslo 2 je více šetřena než plíce pacientky číslo 23.

Tabulka 4: Porovnání pacientek číslo 3, 4 a 18

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 3	37,52 %	23,21 %	14,31 %
Pacientka číslo 4	37,56 %	31,17 %	6,39 %
Pacientka číslo 18	29,72 %	24,24 %	5,48 %

Pacientka číslo 3 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 37,5 %, pacientka číslo 4 37,6 % a pacientka číslo 18 29,7 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu pacientka číslo 3 obdržela na objem plíce 23,2 %, pacientka číslo 4 31,2 % a pacientka číslo 18 24,2 %. Nejvíce je šetřena plíce pacientky číslo 3.

Tabulka 5: Porovnání pacientek číslo 5, 9 a 21

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 5	33,76 %	27,19 %	6,57 %
Pacientka číslo 9	33,08 %	21,12 %	11,96 %
Pacientka číslo 21	26,60 %	18,95 %	7,65 %

Sledovaný objem plíce u pacientky číslo 5 při ozařování prsu za volného dýchání by byl 33,8 %, což je více, než je dovolený limit. Sledovaným objemem plíce u pacientky číslo 9 je 33,1 %. U pacientky číslo 21 je sledovaný objem plíce 26,6 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se u pacientky číslo 5 objem plíce snížil na 27,2 %, u pacientky číslo 9 se objem plíce snížil na 21,1 % a u poslední pacientky číslo 21 se tento objem plíce snížil na 19 %. U všech třech pacientek se ozářený objem při použití ABC vešel do limitů.

Tabulka 6: Porovnání pacientek číslo 6, 27, 28 a 29

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 6	31,75 %	35,05 %	3,3 %
Pacientka číslo 27	19,65 %	20,19 %	0,54 %
Pacientka číslo 28	16,01 %	17,61 %	1,6 %
Pacientka číslo 29	12,45 %	22,97 %	10,52 %

Pacientky číslo 6, 27, 28 a 29 obdržely dávku 20 Gy na velký objem plíce při ozařování prsu v hlubokém nádechu. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 6 obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 31,8 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plíce zvýšil na 35,1 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 27 obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 19,7 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plíce zvýšil na 20,2 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 28 obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 16 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plíce zvýšil na 17,7 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 29 obdržela dávku 20 Gy na objem plíce

12,5 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plic zvýšil na 23 %. U těchto pacientek bylo přistoupeno k ozařování v hlubokém nádechu pro větší šetření srdce. Pacientka číslo 6 byla nakonec odeslána na protonovou terapii z důvodu, protože metodami používanými v KNL nebylo možno dosáhnout dostatečného šetření OaR.

Tabulka 7: Porovnání pacientek číslo 7, 8, 10 a 24

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 7	33,28 %	18,29 %	14,99 %
Pacientka číslo 8	33,15 %	26,60 %	6,55 %
Pacientka číslo 10	33,04 %	24,26 %	8,78 %
Pacientka číslo 11	32,87 %	29,45 %	3,42 %
Pacientka číslo 12	32,21 %	27,53 %	4,68 %
Pacientka číslo 13	32,21 %	26,01 %	6,2 %
Pacientka číslo 24	33,21 %	19,25 %	13,96 %

Pacientky číslo 7, 8, 10 a 24 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržely dávku způsobující sledovaný objem plic nadlimitní a procentuálně podobný. Pacientka číslo 7 by obdržela 20 Gy na objem plic 33,3 %, pacientka číslo 8 by obdržela 20 Gy na objem plic 33,2 %, pacientka číslo 10 by obdržela 20 Gy na objem plic 33 % a pacientka číslo 24 by obdržela 20 Gy na objem plic 33,2 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem plic u pacientky číslo 7 snížil na 18,3 %, u pacientky číslo 8 na 26,6 %, u pacientky číslo 10 na 24,3 % a u pacientky číslo 24 na 19,3 %. U všech čtyřech pacientek se ozářený objem při použití Active Breathing Coordinator™ vešel do limitů. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientky číslo 12 a 13 obdržely stejnou dávku 20 Gy na objem plic 32,2 %, ale pacientka číslo 11 by při stejném záření obdržela dávku 20 Gy na objem plic 32,9 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se objem plic snížil u pacientky číslo 11 na 29,5 %, u pacientky číslo 12 se objem plic snížil na 27,5 % a u pacientky číslo 13 na 26 %.

Tabulka 8: Porovnání pacientek číslo 14 a 20

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 14	31,83 %	22,17 %	9,66 %
Pacientka číslo 20	29,23 %	23,91 %	5,32 %

Pacientka číslo 14 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela 20 Gy na objem plíce 31,8 %, ale při ozařování prsu hlubokém nádechu se objem snížil na 22,2 %. Pacientka číslo 20 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela 20 Gy na objem plíce 29,2 %, ale při ozařování prsu hlubokém nádechu se objem snížil na 23,9 %.

Tabulka 9: Porovnání pacientek číslo 15 a 26

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 15	31,73 %	29,60 %	2,13 %
Pacientka číslo 26	22,05 %	19,79 %	2,23 %

Sledovaný objem plíce u pacientky číslo 15 při ozařování prsu za volného dýchání by byl 31,7 %, což je více, než je dovolený limit. Ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem plíce snížil na 29,6 %. Sledovaný objem plíce u pacientky číslo 1 při ozařování prsu za volného dýchání by byl 22,1 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem plíce snížil na 19,8 %.

Tabulka 10: Porovnání pacientek číslo 16 a 17

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 16	30,49 %	24,00 %	6,49 %
Pacientka číslo 17	30,00 %	30,00 %	0 %

Plíce pacientky číslo 16 je při ozařování prsu hlubokém nádechu více šetřena od záření než plíce pacientky číslo 17. Pacientka číslo 16 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 30,5 %, ale při ozařování prsu v hlubokém

nádechu se tento objem plíce snížil na 24 %. U pacientky číslo 17 by byl při ozařování prsu za volného dýchání i v hlubokém nádechu stejný objem plíce, a sice 30 %.

Tabulka 11: Porovnání pacientek číslo 19 a 27

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 19	29,59 %	28,92 %	0,67 %
Pacientka číslo 27	19,65 %	20,19 %	0,54 %

Pacientka číslo 19 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela 20 Gy na objem plíce, který je velký 29,6 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem snížil jen velmi málo a to na 28,9 %. Pacientka číslo 27 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela 20 Gy na objem plíce 19,7 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem zvýšil na 20,2 %. U pacientky číslo 27 se přistoupilo k ozařování v nádechu z důvodu většího šetření srdce.

Tabulka 12: Porovnání pacientek číslo 22 a 25

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 22	25,06 %	18,44 %	6,62 %
Pacientka číslo 25	23,23 %	19,27 %	3,96 %

Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 22 obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 25,1 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plíce snížil na 18,4 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 25 obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 23,2 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plíce snížil na 19,3 %.

Dle grafu číslo 1 vyplývá, že nejvyšší sledovaný objem plíce při ozařování prsu za volného dýchání by měla pacientka číslo 1, která by obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 44,5 %. Oproti tomu pacientka číslo 30 by obdržela 20 Gy objem plíce pouze 5,3 %. Nejvyšší objem plíce při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržela pacientka číslo 6, která obdržela na objem plíce 35,1 %, která byla odeslána na protonové ozařování.

Nejnižší objem plíce při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržela pacientka číslo 30, která obdržela objem plíce 15,7 %.

3.5.2 Procentuální zatížení srdce u jednotlivých pacientek

Dle grafu číslo 1 by pacientky číslo 1, 5, 15, 16, 23, 24 a 25 jak při ozařování prsu za volného dýchání, tak i při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržely dávku 25 Gy na objem srdce 0,00 %. Je tomu tak, protože u těchto pacientek byla ozařována pravá strana hrudníku.

Tabulka 13: Porovnání pacientek číslo 2 a 4

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 2	11,99 %	0,98 %	11,01 %
Pacientka číslo 4	12,96 %	0,10 %	12,86 %

Pacientka číslo 2 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce, který je 12 %, což je více než dovolený limit. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem snížil na 1 %. Pacientka číslo 4 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce, který je 13 %. I v tomto případě by došlo k překročení povoleného limitu. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil na 0,1 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu jsou srdce těchto pacientek významně méně zatížena ionizujícím zářením.

Tabulka 14: Porovnání pacientek číslo 3, 18 a 20

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 3	6,27 %	0,15 %	6,12 %
Pacientka číslo 18	6,86 %	0,20 %	6,66 %
Pacientka číslo 20	6,84 %	0,20 %	6,64 %

Pacientky číslo 18 a 20 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržely téměř shodný objem srdce. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu tyto pacientky obdržely zcela shodný objem srdce, tedy 0,2 %. Tento objem je 0,2 % a vznik kardiotoxicity

vlivem ionizujícího záření je vysoce nepravděpodobný. Oproti těmto pacientkám, pacientka číslo 3 má ve všech ukazatelích lepší výsledky, než pacientky číslo 18 a 20.

Tabulka 15: Porovnání pacientek číslo 6 a 7

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 6	13,42 %	11,34 %	2,08 %
Pacientka číslo 7	0,03 %	0,00 %	0,03 %

Pacientka číslo 6 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela 25 Gy na objem srdce, který je velký 13,4 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil pouze o 2 % na hodnotu 11,3 %. Pacientka číslo 7 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela 25 Gy na objem srdce, který je 0,03 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil na 0 %. Srdce pacientky číslo 7 je zatěžováno ozařováním jen velmi málo, respektive vůbec.

Tabulka 16: Porovnání pacientek číslo 8, 9, 12 a 21

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 8	7,82 %	0,00 %	7,82 %
Pacientka číslo 9	9,11 %	0,00 %	9,11 %
Pacientka číslo 12	8,34 %	0,00 %	8,34 %
Pacientka číslo 21	9,64 %	0,00 %	9,64 %

Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 8 obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 7,8 %, pacientka číslo 9 by obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 9,1 %, pacientka číslo 12 by obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 8,3 % a pacientka číslo 21 by obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 9,6 %. Všechny tyto objemy na srdce jsou v toleranci pro ozáření srdce. Pacientky číslo 8, 9, 12 a 21 při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržely dávku 25 Gy 0 % objem srdce.

Tabulka 17: Porovnání pacientek číslo 10 a 13

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 10	10,20 %	0,06 %	10,14 %
Pacientka číslo 13	18,38 %	3,27 %	15,11 %

Pacientka číslo 10 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela 25 Gy na objem srdce, který je 10 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil na 0,1 %. Pacientka číslo 13 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela při stejné dávce na objem srdce 18,4 %, což je hodnota vyšší, než je povolený limit. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil na 3,3 %.

Tabulka 18: Porovnání pacientek číslo 11 a 29

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 11	3,48 %	3,09 %	0,39 %
Pacientka číslo 29	7,50 %	4,70 %	2,8 %

U pacientky číslo 11 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 3,5 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce nepatrně snížil na 3,1 %. Pacientka číslo 29 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 7,5 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na 4,7 %.

Tabulka 19: Porovnání pacientek číslo 14 a 26

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 14	13,38 %	1,46 %	11,92 %
Pacientka číslo 26	14,95 %	3,87 %	11,08 %

Sledovaný objem srdce u pacientky číslo 14 při ozařování prsu za volného dýchání by byl 13,4 %, což je více než dovolený limit. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se

tento sledovaný objem srdce snížil na 1,5 %. Sledovaný objem srdce u pacientky číslo 26 při ozařování prsu za volného dýchání by byl 15 %, což je více než povolený limit. Ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil na 3,9 %.

Tabulka 20: Porovnání pacientek číslo 17 a 19

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 17	10,00 %	0,81 %	9,19 %
Pacientka číslo 19	10,51 %	0,10 %	10,41 %

Pacientka číslo 17 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 10 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce klesl až na 0,8 %. Pacientka číslo 19 při ozařování prsu za volného dýchání by obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 10,5 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil jen na 0,1 %.

Tabulka 21: Porovnání pacientek číslo 22 a 27

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 22	8,38 %	0,35 %	8,03 %
Pacientka číslo 27	8,10 %	0,41 %	7,69 %

Pacientka číslo 22 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 8,4 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na 0,4 %. Pacientka číslo 27 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 8,1 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na pouhých 0,4 %.

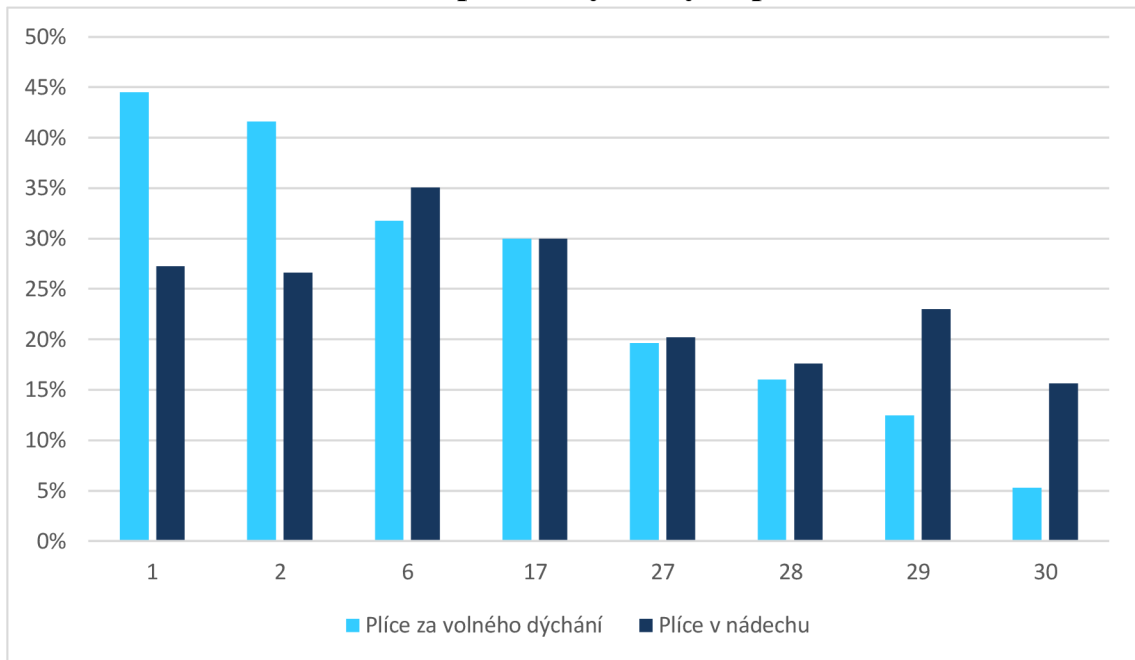
Tabulka 22: Porovnání pacientek číslo 28 a 30

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 28	11,16 %	0,38 %	10,78 %
Pacientka číslo 30	11,55 %	0,98 %	10,57 %

Sledovaný objem srdce u pacientky číslo 28 při ozařování prsu za volného dýchání by byl 11,2 %. Ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil na 0,4 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 30 obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 11,6 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na necelé 1 %.

Z grafu číslo 1 vyplývá, že největší sledovaný objem srdce při ozařování prsu za volného dýchání by obdržela pacientka číslo 13, která by obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 18,4 %. Nejnižší sledovaný objem srdce při ozařování prsu za volného dýchání by měla pacientka číslo 11, která by obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 3,5 %. Nejvyšší objem srdce při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdrželo srdce pacientky číslo 6, která obdržela objem srdce 11,3 %. Nejnižší objem srdce při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržely pacientky číslo 1, 5, 7 a 8. I srdce těchto pacientek nebyla kritickou dávkou 25 Gy vůbec ozářena.

3.6 Procentuální zatížení plíce u vybraných pacientek



Graf 2: Procentuální zatížení plíce u vybraných pacientek

V grafu číslo 2 jsou porovnávány vybrané pacientky. Jsou zde vyobrazeny objemy plíce, při ozařování prsu dávkou 20 Gy.

Tabulka 23: Porovnání pacientek číslo 1 a 2

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 1	44,49 %	27,28 %	17,21 %
Pacientka číslo 2	41,59 %	26,59 %	15 %

Pacientka číslo 1 při ozařování prsu za volného dýchání by obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 44,5 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plíce snížil na 27,3 %. Pacientka číslo 2 při ozařování prsu za volného dýchání by obdržela dávku 20 Gy na objem plíce 41,6 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plíce snížil na 26,6 %.

Tabulka 24: Porovnání pacientky číslo 17

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 17	30,00 %	30,00 %	0,00 %

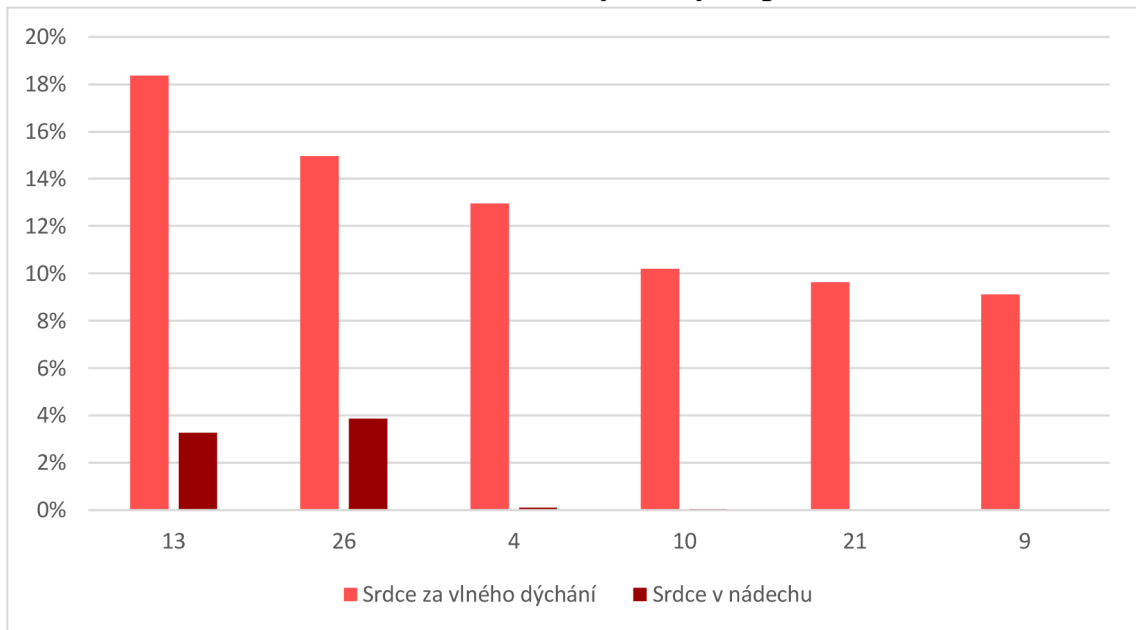
U pacientky číslo 17 by byl objem plic jak při ozařování prsu za volného dýchání, tak i při ozařování prsu v hlubokém nádechu zcela shodný, a to 30 %. Pro šetření plic není použití ABC přínosem, bylo k němu ale přistoupeno, protože se výrazně šetří srdce.

Tabulka 25: Porovnání pacientek číslo 6, 27, 28, 29 a 30

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 6	31,75 %	35,05 %	3,75 %
Pacientka číslo 27	19,65 %	20,19 %	0,54 %
Pacientka číslo 28	16,01 %	17,61 %	1,6 %
Pacientka číslo 29	12,45 %	22,97 %	10,52 %
Pacientka číslo 30	5,31 %	15,65 %	10,34 %

Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 6 získala dávku 20 Gy na objem plic 31,8 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plic zvýšil na 35,1 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 27 získala dávku 20 Gy na objem plic 19,7 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plic zvýšil na 20,2 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 28 získala dávku 20 Gy na objem plic 16 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plic zvýšil na 17,7 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 29 získala dávku 20 Gy na objem plic 12,5 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plic zvýšil na 23 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 30 získala dávku 20 Gy na objem plic 5,3 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem plic zvýšil na 15,7 %. Plic těchto pacientek jsou více zatíženy z důvodu většího šetření srdce.

3.7 Procentuální zatížení srdce u vybraných pacientek



Graf 3: Procentuální zatížení srdce u vybraných pacientek

Graf číslo 3 je zaměřen na ozáření srdce při ozařování prsu za volného dýchání a v hlubokém nádechu u vybraných pacientek. Při ozařování prsu dávkou 25 Gy na objem srdce.

V grafu číslo 3 jsou porovnávány pacientky s levostranným a pravostranným karcinomem prsu. Pacientky číslo 4, 9, 10, 13, 21 a 26 mají levostranný karcinom prsu.

Tabulka 26: Porovnání pacientek číslo 13 a 26

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 13	18,38 %	3,27 %	15,11 %
Pacientka číslo 26	14,95 %	3,87 %	11,08 %

Sledovaný objem srdce u pacientky číslo 13 při ozařování prsu za volného dýchání by byl 18,4 %, což je více než dovolený limit. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil na 3,3 %. Sledovaný objem srdce u pacientky číslo 26 při ozařování prsu za volného dýchání by byl 15 %, což je více, než je povolený limit. Ovšem při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento sledovaný objem srdce snížil na 3,9 %.

Tabulka 27: Porovnání pacientek číslo 4 a 10

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 4	12,96 %	0,10 %	12,86 %
Pacientka číslo 10	10,20 %	0,06 %	10,14 %

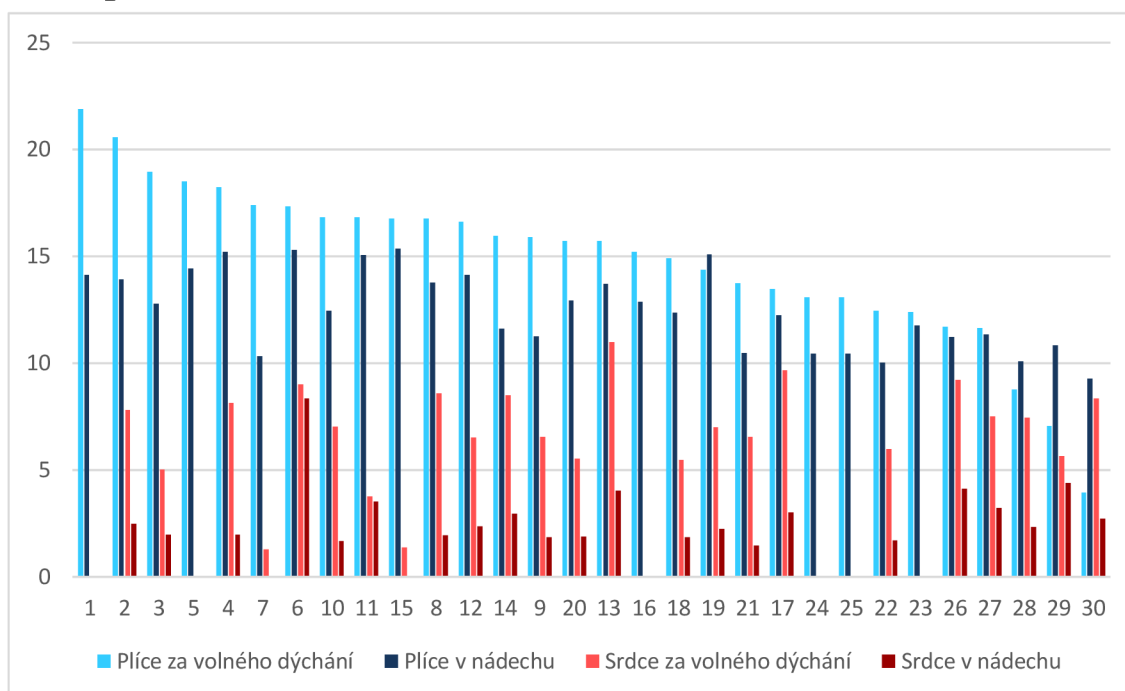
Pacientka číslo 4 při ozařování prsu za volného dýchání by obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 13 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na 0,1 %. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 10 obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 10,2 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na 0,1 %. Srdce těchto pacientek jsou při ozařování prsu v hlubokém nádechu ozářena minimálně.

Tabulka 28: Porovnání pacientek číslo 7, 9 a 21

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 9	9,11 %	0,00 %	9,11 %
Pacientka číslo 21	9,64 %	0,00 %	9,64 %

U pacientky číslo 9 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 9,1 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na 0 %. U pacientky číslo 21 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 9,6 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na 0 %. U všech těchto pacientek se maximálně projevil efekt ozařování prsu v hlubokém nádechu. Jejich srdce nebyla ozářena kritickou dávkou 25 Gy.

3.8 Zatížení kritických orgánů průměrnou dávkou u jednotlivých pacientek



Graf 4: Zatížení kritických orgánů průměrnou dávkou u jednotlivých pacientek

V grafu číslo 4 jsou porovnávány všechny pacientky, kterým byl vytvořen ozařovací plán pro ozařování prsu za volného dýchání a v hlubokém nádechu za použití Active Breathing Coordinator™. Jsou zde vyobrazeny objemy na OaR (plíce a srdce) při použití průměrné dávky. Plíce může být ozářena maximálně 12 Gy (při ozařování včetně lymfatických uzlin až 15 Gy).

3.8.1 Zatížení plicí průměrnou dávkou u jednotlivých pacientek

Tabulka 29: Porovnání pacientek číslo 1 a 2

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 1	21,887 Gy	14,143 Gy	7,744 Gy
Pacientka číslo 2	20,562 Gy	13,911 Gy	6,651 Gy

U pacientky číslo 1 by byla při ozařování prsu za volného dýchání průměrná dávka na plíci 21,9 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se dávka u této pacientky snížila na 14,1 Gy. U pacientky číslo 2 by byla při ozařování prsu za volného dýchání průměrná dávka na plíci 20,6 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se dávka u této pacientky snížila na 13,9 Gy. U obou pacientek byl ozařován prs v hluboké nádechu

včetně lymfatických uzlin. Tím pádem obdržená dávka na plíci je v tolerančním pásmu, byť se blíží k horní hranici.

Tabulka 30: Porovnání pacientek číslo 3, 4 a 5

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 3	18,950 Gy	12,785 Gy	6,165 Gy
Pacientka číslo 4	18,245 Gy	15,206 Gy	3,039 Gy
Pacientka číslo 5	18,495 Gy	14,429 Gy	4,066 Gy

Pokud by se pacientkám číslo 3, 4 a 5 ozařoval prs za volného dýchání průměrnou dávkou, pacientky by obdržely zhruba stejnou průměrnou dávkou na plíci. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se u pacientky číslo 3 dávka snížila na 12,8 Gy, u pacientky číslo 4 se dávka snížila na 15,2 Gy a u pacientky číslo 5 se dávka snížila na 14,4 Gy. Přesto že u všech pacientek byl ozařován prs včetně lymfatických uzlin, pouze u pacientek číslo 3 a 5 jsou hodnoty při ozařování plíce v hlubokém nádechu v toleranci. Pacientka číslo 4 toleranční hodnotu překročila jen nepatrně.

Tabulka 31: Porovnání pacientek číslo 6 a 7

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 6	17,336 Gy	15,306 Gy	2,030 Gy
Pacientka číslo 7	17,404 Gy	10,332 Gy	7,072 Gy

Pacientky číslo 6 a 7 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržely téměř shodnou průměrnou dávkou na plíci. Rozdíl však nastal při ozařování prsu v hlubokém nádechu, kdy pacientka číslo 7 měla lepší výsledky. Je tomu tak patrně proto, že jí byl ozařován prs v hlubokém nádechu včetně lymfatických uzlin.

Tabulka 32: Porovnání pacientek číslo 8, 10, 11 a 15

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 8	16,770 Gy	13,778 Gy	2,992 Gy
Pacientka číslo 10	16,831 Gy	12,442 Gy	4,389 Gy
Pacientka číslo 11	16,811 Gy	15,052 Gy	1,759 Gy
Pacientka číslo 15	16,777 Gy	15,366 Gy	1,411 Gy

V případě ozařování prsu za volného dýchání by pacientky číslo 8, 10, 11 a 15 získaly téměř shodnou dávku na plíci. Pacientkám číslo 8, 10 a 11 byl ozařován prs v hlubokém nádechu včetně lymfatických uzlin. Hodnoty pacientek 8 a 10 jsou v toleranci, u pacientky číslo 11 došlo k velmi malému překročení limitní dávky. U pacientky číslo 15 došlo k překročení limitní dávky jak u ozařování prsu za volného dýchání, tak i v hlubokém nádechu. Protože ale byla splněna ostatní toleranční kritéria a limit byl překročen o méně než 0,4 Gy, byla pacientka v nádechu ozářena v KNL.

Tabulka 33: Porovnání pacientek číslo 12 a 27

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 12	16,622 Gy	14,140 Gy	2,482 Gy
Pacientka číslo 27	11,637 Gy	11,337 Gy	0,300 Gy

U pacientky číslo 12 by byla při ozařování prsu za volného dýchání průměrná dávka na plíci 16,6 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se dávka u této pacientky snížila na 14,1 Gy. Pacientce číslo 12 byl ozařován prsu v hlubokém nádechu společně s lymfatickými uzlinami. Limitní dávka zde nebyla překročena. Na rozdíl od této pacientky, pacientka číslo 27 by obdržela téměř shodnou dávku jak při ozařování prsu za volného dýchání, tak i v hlubokém nádechu. U této pacientky nehraje roli, zda by byl ozařován prs za volného dýchání či v hlubokém nádechu.

Tabulka 34: Porovnání pacientek číslo 9, 14 a 16

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 9	15,905 Gy	11,241 Gy	4,664 Gy
Pacientka číslo 14	15,951 Gy	11,625 Gy	4,326 Gy
Pacientka číslo 16	15,212 Gy	12,860 Gy	2,352 Gy

Při ozařování prsu za volného dýchání by všechny tyto pacientky obdržely nadlimitní hodnotu. U pacientek číslo 9 a 14 byly kromě prsu také ozařovány lymfatické uzliny. Dávka u těchto pacientek při ozařování prsu v hluboké nádechu nebyla překročena. Pacientka číslo 16 při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržela nepatrně vyšší dávku, než pacientky číslo 9 a 14.

Tabulka 35: Porovnání pacientek číslo 13 a 20

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 13	15,707 Gy	13,723 Gy	1,984 Gy
Pacientka číslo 20	15,709 Gy	12,918 Gy	2,791 Gy

Pacientky číslo 13 a 20 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržely stejnou průměrnou dávku na plíci. Obě tyto pacientky by obdržely nejen při ozařování prsu za volného dýchání, tak i v hlubokém nádechu nadlimitní hodnoty. U obou pacientek byla ozařována prsa bez lymfatických uzlin.

Tabulka 36: Porovnání pacientek číslo 18 a 19

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 18	14,905 Gy	12,367 Gy	2,538 Gy
Pacientka číslo 19	14,368 Gy	15,087 Gy	0,719 Gy

Pacientce číslo 18 byl ozařován pouze prs bez lymfatických uzlin. Oproti ní byl pacientce číslo 19 ozařován prs včetně lymfatických uzlin. Je zajímavé, že pacientka

číslo 18 má nižší průměrnou dávku na plíci při ozařování prsu v hlubokém nádechu, než pacientka číslo 19, která překročila nadlimitní hodnotu.

Tabulka 37: Porovnání patientek číslo 17, 21, 24 a 25

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 17	13,468 Gy	12,244 Gy	1,224 Gy
Pacientka číslo 21	13,739 Gy	10,469 Gy	3,270 Gy
Pacientka číslo 24	13,074 Gy	10,447 Gy	2,627 Gy
Pacientka číslo 25	13,087 Gy	10,457 Gy	2,627 Gy

Pacientkám číslo 17 a 21 byl ozařován prs včetně lymfatických uzlin. Všechny tyto pacientky by při ozařování prsu za volného dýchání překročily nadlimitní hodnotu. Pacientky číslo 24 a 25 by měly velice podobné hodnoty jak při ozařování prsu za volného dýchání, tak i při ozařování prsu v hlubokém nádechu.

Tabulka 38: Porovnání pacientky číslo 22 a 23

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 22	12,464 Gy	10,017 Gy	2,629 Gy
Pacientka číslo 23	12,393 Gy	11,764 Gy	0,629 Gy

Oběma těmito pacientkám byl ozařován prs bez lymfatických uzlin. Při ozařování za volného dýchání byla limitní hodnota lehce překročena. Při ozařování prsu patientek v hlubokém nádechu nebyla překročena limitní hodnota.

Tabulka 39: Porovnání pacientek číslo 26 a 27

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 26	11,703 Gy	11,218 Gy	0,485 Gy
Pacientka číslo 27	11,637 Gy	11,337 Gy	0,300 Gy

Prs pacientky číslo 26 byl ozařován včetně lymfatických uzlin. Dávka na plíci jak při ozařování prsu za volného dýchání, tak i v hlubokém nádechu, je v toleranci. Plíce těchto pacientek nejsou vůbec šetřeny od záření, protože by obdržely na plíci podobné dávky.

Tabulka 40: Porovnání pacientek číslo 28, 29 a 30

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 28	8,768 Gy	10,083 Gy	1,315 Gy
Pacientka číslo 29	7,061 Gy	10,835 Gy	3,774 Gy
Pacientka číslo 30	3,937 Gy	9,272 Gy	5,335 Gy

Pacientky číslo 28, 29 a 30 mají vyšší dávku na plíci při ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu. Kdyby těmto pacientkám byl ozařován karcinom prsu za volného dýchání, taky by obdržely nadlimitně vysokou dávku na srdce. Protože srdce také patří mezi rizikové orgány stejně jako plíce, měla by být dávka na srdce co nejmenší. Díky tomu, že se pacientkám ozařoval karcinom prsu v hlubokém nádechu, a byly více ozařovány plíce, srdce těchto pacientek se šetřilo od záření. Těmto pacientkám byl ozařován prs bez lymfatických uzlin.

Dle grafu číslo 4 je patrné, že pacientkou, která by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela nejvyšší průměrnou dávku na plíci, by byla pacientka číslo 1. Tato pacientka by obdržela dávku 21,9 Gy. Pacientkou, která by obdržela při ozařování prsu za volného dýchání nejnižší průměrnou dávku na plíci, by byly pacientka číslo 30 s dávkou 3,9 Gy. Pacientka číslo 15 obdržela při ozařování prsu v hlubokém nádechu nejvyšší dávku na plíci, konkrétně dávku 15,4 Gy. Pacientkou s nejnižší dávkou na plíci

při ozařování prsu v hlubokém nádechu, je pacienta číslo 30. Ta obdržela dávku na plíci 9,3 Gy.

3.8.1 Zatížení srdce průměrnou dávkou u jednotlivých pacientek

Nejlepší výsledky při ozařování prsu v hlubokém nádechu měla pacientka číslo 1. Tato pacientka obdržela nulovou dávku na srdce. U této pacientky bylo dosaženo při ozařování prsu v hlubokém nádechu maximálního efektu šetření srdce. Je tomu tak, protože se při hlubokém nádechu srdce posunulo dostatečně daleko od ozařované hrudní stěny, než tomu bylo za volného dýchání.

Tabulka 41: Porovnání pacientek číslo 2 a 3

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 2	7,807 Gy	2,484 Gy	5,323 Gy
Pacientka číslo 3	5,035 Gy	1,968 Gy	3,067 Gy

Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 2 obdržela průměrnou dávku 7,8 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tato dávka snížila na 2,5 Gy. Při ozařování prsu za volného dýchání by pacientka číslo 3 obdržela průměrnou dávku 5 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tato dávka snížila na 2 Gy. Srdce pacientky číslo 3 je více šetřeno od záření, než srdce pacientky číslo 2. Sice pacientka číslo 2 má o 5,3 Gy nižší dávku na srdce, ale pacientka číslo 3 obdržela nižší dávku na srdce při ozařování prsu v hlubokém nádechu. Z těchto hodnot vyplývá, že srdce pacientky číslo 3 bylo více šetřeno od záření, než srdce pacientky číslo 2.

Tabulka 42: Porovnání pacientek číslo 4 a 10

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 4	8,138 Gy	1,968 Gy	6,170 Gy
Pacientka číslo 10	7,021 Gy	1,656 Gy	5,365 Gy

U pacientky číslo 4 by byla při ozařování prsu za volného dýchání průměrná dávka na srdce 8,1 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se dávka u této pacientky snížila na 2 Gy. U pacientky číslo 10 by byla při ozařování prsu za volného dýchání

průměrná dávka na srdce 7 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se dávka u této pacientky snížila na 1,7 Gy. Z tabulky číslo 42 je patrné, že srdce obou těchto pacientek byla šetřena od záření.

Tabulka 43: Porovnání pacientek číslo 7 a 15

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 7	1,290 Gy	0,000 Gy	1,290 Gy
Pacientka číslo 15	1,365 Gy	0,000 Gy	1,365 Gy

Srdce obou pacientek by i při ozařování prsu za volného dýchání byla velmi šetřena od záření. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu nedošlo ani u jedné z obou pacientek k žádnému ozáření srdce, tudíž jsou srdce maximálně šetřena.

Tabulka 44: Porovnání pacientek číslo 6 a 17

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 6	9,003 Gy	8,356 Gy	0,647 Gy
Pacientka číslo 17	9,667 Gy	3,022 Gy	6,645 Gy

Dle grafu číslo 4 a tabulky číslo 44 je patrné, že pacientky číslo 6 a 17 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržely na srdce poměrně vysoké dávky. Srdce pacientky číslo 6 je zatíženo poměrně velkým zářením i při ozařování prsu v hlubokém nádechu. Oproti tomu srdce pacientky číslo 17 je více šetřeno, i když ani její srdce není šetřeno tak, jako srdce ostatních pacientek z grafu číslo 4.

Tabulka 45: Porovnání pacientek číslo 11 a 29

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 11	3,758 Gy	3,521 Gy	0,237 Gy
Pacientka číslo 29	5,655 Gy	4,389 Gy	1,266 Gy

Pacientka číslo 11 má poměrně malý rozdíl v dávce na srdci jak při ozařování prsu za volného dýchání, tak i při ozařování prsu v hlubokém nádechu. U pacientky číslo 29 jsou obě hodnoty na srdce vyšší než u pacientky číslo 11. její srdce je v obou případech ozařování prsu za volného dýchání a v hlubokém nádechu více zatíženo.

Tabulka 46: Porovnání pacientek číslo 8, 14 a 30

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 8	8,594 Gy	1,942 Gy	6,652 Gy
Pacientka číslo 14	8,496 Gy	2,944 Gy	5,552 Gy
Pacientka číslo 30	8,344 Gy	2,714 Gy	5,630 Gy

Všechny uvedené pacientky v tabulce číslo 46 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržely poměrně vysoké a velmi podobné dávky na srdce. Oproti tomu, při ozařování prsu v hlubokém nádechu, srdce těchto pacientek nebyla tolik zatížena zářením, jak tomu bylo při ozařování prsu za volného dýchání. Nejvíce bylo šetřeno srdce pacientky číslo 8, které obdrželo o 6,7 Gy nižší dávku na srdce při ozařování prsu v hlubokém nádechu.

Tabulka 47: Porovnání pacientek číslo 9, 12 a 21

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 9	6,566 Gy	1,842 Gy	4,724 Gy
Pacientka číslo 12	6,537 Gy	2,361 Gy	4,176 Gy
Pacientka číslo 21	6,545 Gy	1,454 Gy	5,091 Gy

Srdce pacientek číslo 9, 12 a 21 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela velmi podobné dávky na srdce. Tyto dávky se pohybují okolo 6,5 Gy. Z těchto uvedených dat v tabulce číslo 47 vyplývá, že nejvíce bylo šetřeno srdce od záření pacientky číslo 21, která při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržela dávku na srdce 1,5 Gy.

Tabulka 48: Porovnání pacientek číslo 18, 20 a 22

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 18	5,462 Gy	1,856 Gy	3,606 Gy
Pacientka číslo 20	5,524 Gy	1,891 Gy	3,633 Gy
Pacientka číslo 22	5,984 Gy	1,701 Gy	4,283 Gy

Pacientky číslo 18 a 20 měly téměř shodné hodnoty, a to jak při ozařování prsu za volného dýchání, tak i při ozařování v hlubokém nádechu. Oproti tomu pacientka číslo 22 měla vyšší dávku při ozařování prsu za volného dýchání. Ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu měla nejnižší dávku na srdce ze všech tří porovnávaných pacientek z grafu číslo 4 a v tabulce číslo 48.

Tabulka 49: Porovnání pacientek číslo 13 a 26

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 13	10,977 Gy	4,023 Gy	6,954 Gy
Pacientka číslo 26	9,215 Gy	4,119 Gy	5,096 Gy

Pacientka číslo 13 by obdržela ze všech pacientek uvedených v grafu číslo 4 nejvyšší dávku na srdce při ozařování prsu za volného dýchání, a to téměř 11 Gy. Pacientka číslo 26 by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela třetí nejvyšší dávku na srdce, a to 9,2 Gy. Obě pacientky číslo 13 a 26 při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržely více jak o polovinu menší dávku na srdce, než by obdržely při ozařování prsu za volného dýchání. Přesto však jejich hodnoty při ozařování prsu v hlubokém nádechu jsou oproti pacientkám z grafu číslo 4 vyšší.

Tabulka 50: Porovnání pacientek číslo 19, 27 a 28

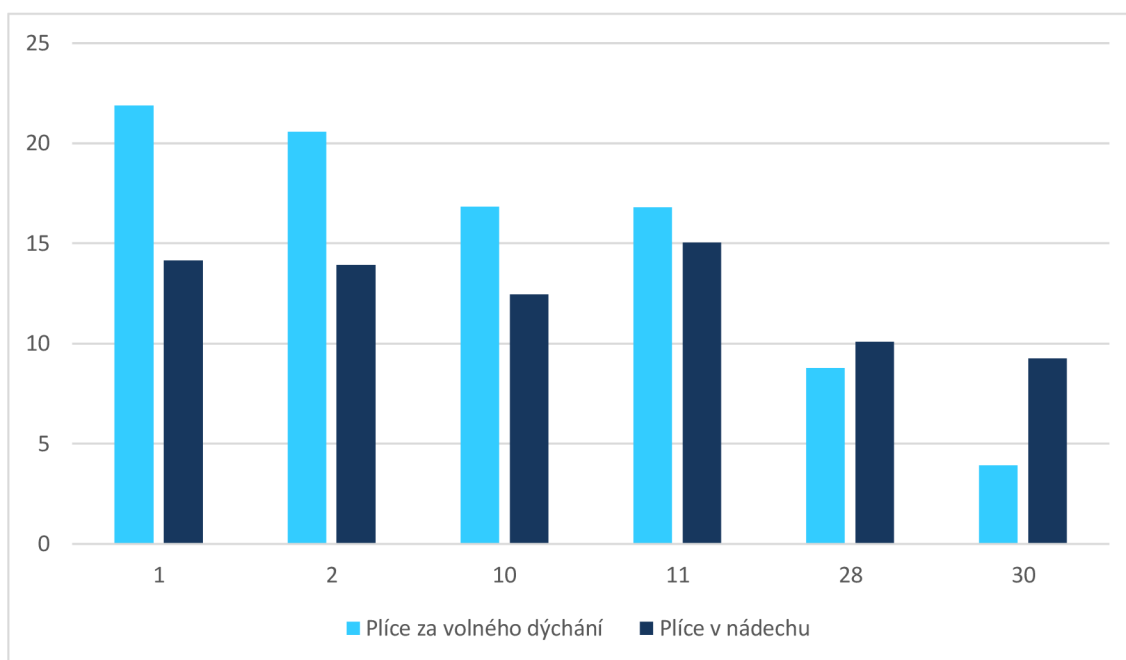
PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 19	7,007 Gy	2,236 Gy	4,771 Gy
Pacientka číslo 27	7,499 Gy	3,237 Gy	4,262 Gy
Pacientka číslo 28	7,443 Gy	2,339 Gy	5,104 Gy

Při porovnávání dat pacientek číslo 27 a 28 je patrné, že při ozařování prsu za volného dýchání by obdržely téměř shodnou dávku na srdce, a to 7,4 Gy. Pacientka číslo 19 by v porovnání s pacientkami číslo 27 a 28 obdržela při ozařování prsu za volného dýchání nižší dávku na srdce, která je 7 Gy. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu pacientky číslo 19 a 28 obdržely nižší a současně téměř shodnou dávku na srdce. V porovnání s těmito pacientkami obdržela pacientka číslo 27 při ozařování prsu v hlubokém nádechu nejvyšší dávku na srdce.

Dle grafu číslo 4 pacientkou, která by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela nejvyšší dávku na srdce, je pacientka číslo 13. Tato pacientka by obdržela dávku bez mála 11 Gy. Pacientkami, které by obdržely při ozařování prsu za volného dýchání nejnižší, v tomto případě nulovou dávku na srdce, by byla pacientka číslo 1. Nejvyšší

dávku na srdce při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržela pacientka číslo 6, která obdržela dávku 8,3 Gy. Nejnižší dávku na srdce při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržely pacientky číslo 1, 5, 7, 15, 16, 23, 24 a 25. I tyto pacientky obdržely nulovou dávku na srdce.

3.9 Zatížení plicí průměrnou dávkou u vybraných pacientek



Graf 5: Zatížení plicí průměrnou dávkou u vybraných pacientek

V grafu číslo 5 jsou porovnávána data vybraných pacientek, kterým byl vytvořen ozařovací plán pro ozařování prsu za volného dýchání a v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™. Jsou zde vyobrazeny objemy na plíce při použití průměrné dávky. Pacientky v grafu číslo 5 a v tabulkách byly vybírány na základě průměrné dávky na plíci.

Tabulka 51: Porovnání pacientek číslo 1 a 2

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 1	21,887 Gy	14,143 Gy	9,744 Gy
Pacientka číslo 2	20,562 Gy	13,911 Gy	6,651 Gy

Do porovnání byly vybrány pacientky, které by při ozařování prsu za volného dýchání obdržely dávku vyšší než 20 Gy, což je nadlimitní hodnota. Hodnoty při ozařování prsu v hlubokém nádechu se mohou jevit nadlimitní, avšak u obou pacientek byl ozařován prs včetně lymfatických uzlin. Tím pádem jsou i hodnoty při ozařování prsu v hlubokém nádechu v toleranci.

Tabulka 52: Porovnání pacientek číslo 10 a 11

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 10	16,831 Gy	12,442 Gy	4,391Gy
Pacientka číslo 11	16,811 Gy	15,052 Gy	1,759 Gy

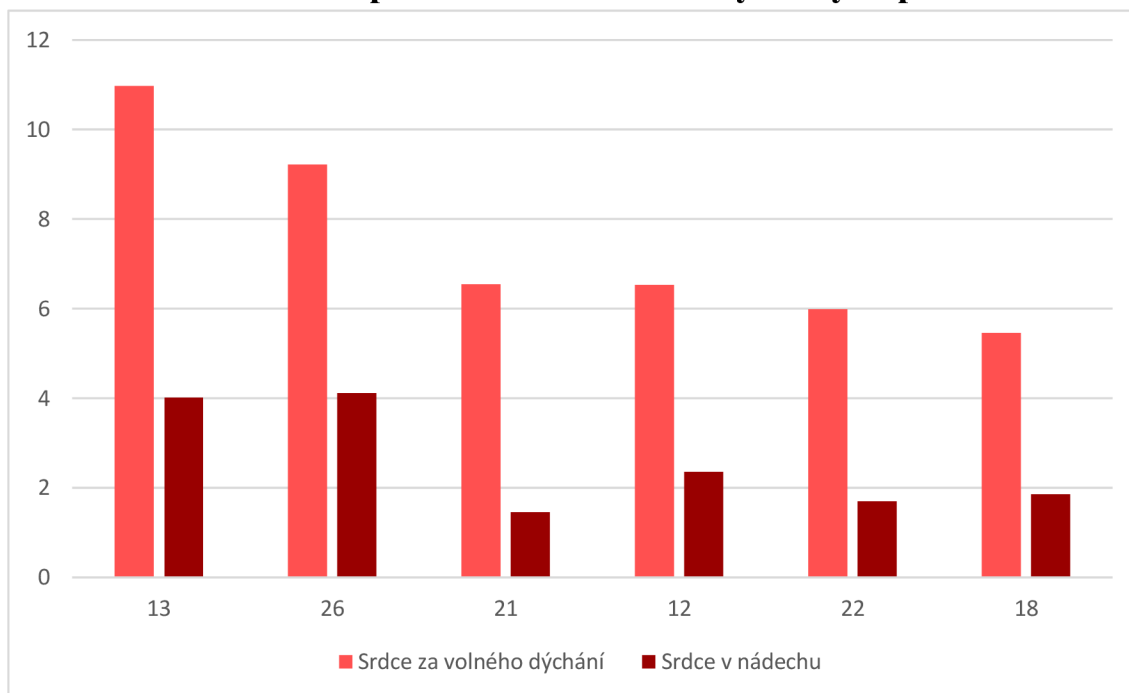
Hodnota dávky, kterou by obě pacientky obdržely při ozařování prsu za volného dýchání by byla 16,8 Gy. Rozdíl u pacientek nastal při ozařování v hlubokém nádechu. Pacientka číslo 10 s velkou rezervou splnila limit pro ozařování prsu v hlubokém nádechu, včetně lymfatických uzlin. Pacientka číslo 11 tento limit překročila, byť je nepatrně, i když i jí byl ozařován prs včetně lymfatických uzlin.

Tabulka 53: Porovnání pacientek číslo 28 a 30

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 28	8,768 Gy	10,083 Gy	1,315 Gy
Pacientka číslo 30	3,937 Gy	9,272 Gy	5,335 Gy

Podíváme-li se na pacientky číslo 28 a 30 tak je na první pohled zřejmé, že plíce těchto pacientek obdržely vyšší dávku při ozařování prsu v hlubokém nádechu, než kdyby jim byl prs ozařován za volného dýchání. Pacientky obdržely vyšší dávku na plíci při ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu za účelem většího šetření srdce. Protože, kdyby byl pacientkám číslo 28 a 30 ozařován prs za volného dýchání, tak by obdržely velikou dávku na srdce, což není vhodné. Srdce patří mezi kritické orgány, stejně jako plíce, srdce se ovšem musí více chránit, proto byly plíce těchto pacientek více ozářeny.

3.10 Zatížení srdce průměrnou dávkou u vybraných pacientek



Graf 6: Zatížení srdce průměrnou dávkou u vybraných pacientek

V grafu číslo 6 jsou porovnávány vybrané pacientky, kterým byl vytvořen ozařovací plán pro ozařování prsu za volného dýchání a v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™. Jsou zde vyobrazeny objemy na srdce při použití průměrné dávky. Pacientky v tomto grafu číslo 6 a v tabulkách byly vybírány na základě průměrné dávky na srdce.

Tabulka 54: Porovnání pacientek číslo 13 a 26

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 13	10,977 Gy	4,023 Gy	6,954 Gy
Pacientka číslo 26	9,215 Gy	4,119 Gy	5,096 Gy

Pacientky číslo 13 a 26 mají velice podobnou dávku na srdce při ozařování prsu v hlubokém nádechu. U pacientky číslo 13 by byla při ozařování prsu za volného dýchání průměrná dávka na srdce 11 Gy a u pacientky číslo 26 by byla při ozařování prsu za volného dýchání průměrná dávka na srdce 9,2 Gy. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržely obě pacientky téměř stejnou průměrnou dávku na srdce. Rozdíl hodnot u obou pacientek mezi ozařováním prsu za volného dýchání a v hlubokém nádechu je více jak 100 %.

Tabulka 55: Porovnání pacientek číslo 12 a 21

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 12	6,537 Gy	2,361 Gy	4,176 Gy
Pacientka číslo 21	6,545 Gy	1,454 Gy	5,091 Gy

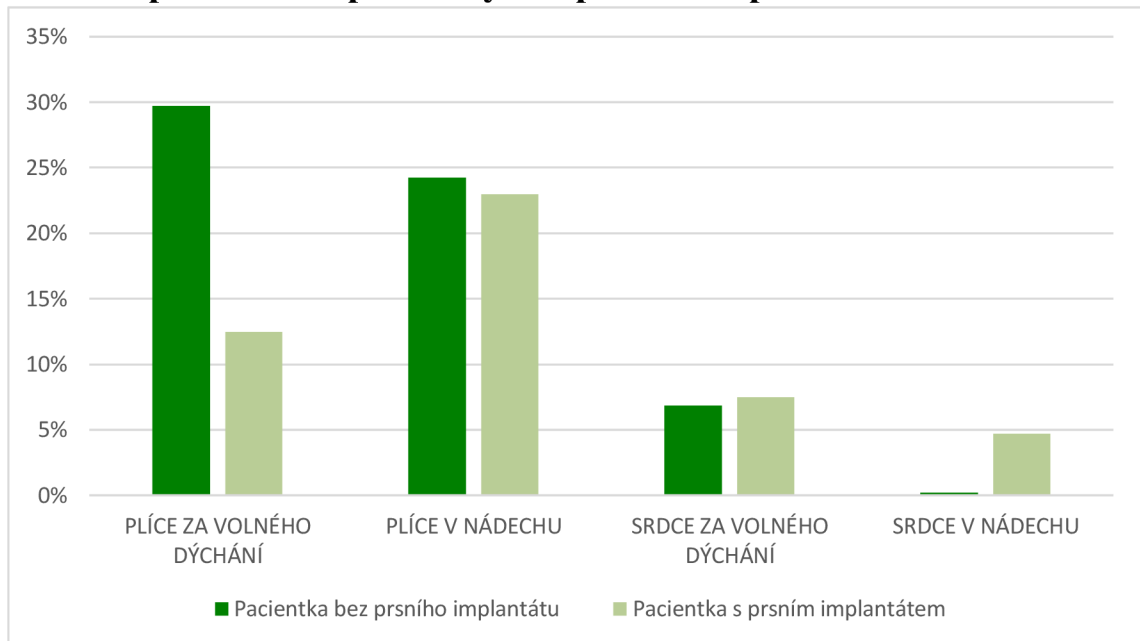
Kdyby byl pacientkám číslo 12 a 21 prs ozařován za volného dýchání, tak by srdce obdržela téměř shodnou dávku. Obě tyto hodnoty jsou bezpečně v tolerančním pásmu. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tato dávka u pacientky číslo 12 snížila na 2,4 Gy a při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tato dávka u pacientky číslo 21 snížila na 1,5 Gy. Srdce pacientky číslo 21 je více šetřeno od záření, než srdce pacientky číslo 12. Oběma těmto pacientkám byl ozařován prs společně s lymfatickými uzlinami.

Tabulka 56: Porovnání pacientek číslo 18 a 22

PACIENTKY	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU	ROZDÍL OBJEMU
Pacientka číslo 18	5,462 Gy	1,856 Gy	3,606 Gy
Pacientka číslo 22	5,984 Gy	1,701 Gy	4,283 Gy

U pacientky číslo 18 by byla při ozařování prsu za volného dýchání průměrná dávka na srdce 5,5 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se dávka u této pacientky snížila na 1,9 Gy. U pacientky číslo 22 by byla při ozařování prsu za volného dýchání průměrná dávka na srdce 6 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se dávka u této pacientky snížila na 1,7 Gy. Srdce pacientky číslo 22 je více šetřeno od záření, než srdce pacientky číslo 18.

3.11 Procentuální zatížení kritických orgánů u pacientky s prsním implantátem a pacientky bez prsního implantátu



Graf 7: Procentuální zatížení kritických orgánů u pacientky s prsním implantátem a pacientky bez prsního implantátu

Graf číslo 7 je zaměřen na porovnání pacientek, které by byly ozařovány za volného dýchání a v hlubokém nádechu. Jsou zde porovnávány dvě pacientky, kdy jedna pacientka byla ozařovaná s prsním implantátem a druhá pacientka byla ozařovaná bez prsního implantátu. Z grafu číslo 7 je hned na první pohled zřejmé, že pacientka s prsním implantátem při ozařování prsu v hlubokém nádechu byl 20 Gy ozářen nižší objem plíce než u pacientky bez prsního implantátu. Pacientka bez prsního implantátu při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržela dávku 25 Gy na objem plíce nižší než pacientka s prsním implantátem.

Tabulka 57: Objemy pacientek na plíci a na srdce ve 20 a 25 Gy

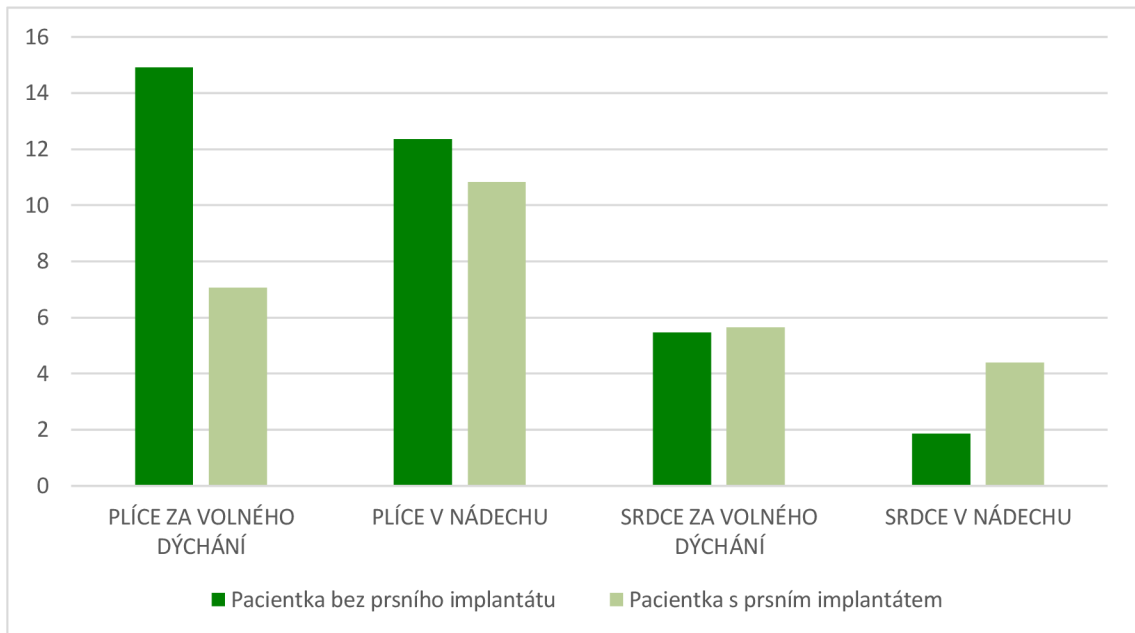
PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU
Pacientka s prsním implantátem	12,45 %	22,97 %	7,50 %	4,70 %
Pacientka bez prsního implantátu	29,72 %	24,24 %	6,86 %	0,20 %

Na plíce sledovaný objem u pacientky s prsním implantátem při ozařování prsu za volného dýchání by byl 12,5 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se na plíce tento sledovaný objem zvýšil na 23 %, což je více, než je dovolený limit. Plíce této pacientky tedy není dostatečně šetřena. Na plíce sledovaný objem u pacientky bez prsního implantátu při ozařování prsu za volného dýchání by byl 29,7 %, což je vyšší než limitní hodnota. Ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se na plíce tento sledovaný objem snížil na 24,2 %. Plíce pacientky bez prsního implantátu je více šetřena od záření než plíce pacientky s prsním implantátem. Je tomu tak, protože plíce pacientky s prsním implantátem obdržela na plíce vyšší objem při ozařování prsu v hlubokém nádechu.

Pacientka s prsním implantátem by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 7,5 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na 4,7 %. Pacientka bez prsního implantátu by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku 25 Gy na objem srdce 6,9 %, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tento objem srdce snížil na 0,2 %. Srdce pacientky bez prsního implantátu je více šetřeno než srdce pacientky s prsním implantátem.

Z dat z grafu číslo 7 a tabulka číslo 57 vyplývá, pacientka bez prsního implantátu má větší šetření OaR (srdce, plíce), než pacientka s prsním implantátem.

3.12 Zatížení kritických orgánů průměrnou dávkou u pacientky s prsním implantátem a u pacientky bez prsního implantátu



Graf 8: Zatížení kritických orgánů průměrnou dávkou u pacientky s prsním implantátem a u pacientky bez prsního implantátu

Graf číslo 8 je zaměřen na porovnání pacientek, které by byly ozařovány za volného dýchání a v hlubokém nádechu. Jsou zde porovnávány dvě pacientky kdy jedna pacientka byla ozařovaná s prsním implantátem a druhá pacientka byla ozařovaná bez prsního implantátu. V grafu číslo 8 je hned na první pohled zřejmé, že pacientka s prsním implantátem při ozařování prsu v hlubokém nádechu obdržela na plíci nižší objem než pacientka bez prsního implantátu. Na srdce pacientka s prsním implantátem obdržela vyšší objem než pacientka bez prsního implantátu.

Tabulka 58: Objemy pacientek na plíci a na srdce průměrnou dávkou

PACIENTKY	PLÍCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	PLÍCE V NÁDECHU	SRDCE VOLNÉ DÝCHÁNÍ	SRDCE V NÁDECHU
Pacientka s prsním implantátem	7,061 Gy	10,835 Gy	5,655 Gy	4,389 Gy
Pacientka bez prsního implantátu	14,905 Gy	12,367 Gy	5,462 Gy	1,856 Gy

Pacientka s prsním implantátem by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela průměrnou dávku na plíci 7,1 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tato dávka zvýšila na 10,8 Gy, což je nadlimitní hodnota a plíce není šetřena od záření. Pacientka bez prsního implantátu by obdržela průměrnou dávku na plíci 14,9 Gy, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tato dávka snížila na 12,4 Gy. Plíce pacientky s prsním implantátem je méně šetřena od záření než plíce pacientky bez prsního implantátu.

Pacientka s prsním implantátem by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela dávku na srdce 5,7 Gy a při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tato dávka snížila na 4,4 Gy. Srdce této pacientky s prsním implantátem není tolik šetřeno od záření. Pacientka bez prsního implantátu by při ozařování prsu za volného dýchání obdržela průměrnou dávku na srdce 5,5 Gy a při ozařování prsu v hlubokém nádechu se tato dávka snížila na 1,9 Gy. Srdce pacientky bez prsního implantátu je více šetřeno od záření než srdce pacientky s prsním implantátem.

Z dat z grafu číslo 8 a tabulka číslo 58 vyplývá, pacientka bez prsního implantátu má větší šetření OaR (srdce, plíce), než pacientka s prsním implantátem.

4 Diskuze

Tato bakalářská práce se zabývala šetřením kritických orgánů (srdce, plíce) při radioterapii karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™ (ABC).

Z uvedených dat je možné konstatovat, že radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™ šetří OaR (srdce, plíce) ozařovaných pacientek. Lékař Michal Falco ve své publikaci „*Deep Inspiration Breath Hold Reduces the Mean Heart Dose in Left Breast Cancer Radiotherapy*“ uvádí, že průměrná dávka záření na srdce je nižší o 1-3 Gy oproti jiným ozařovacím technikám, jako třeba radioterapii karcinomu prsu za volného dýchání (Falco, 2021). Dále lékař Falco ve své publikaci tvrdí, že při porovnání technik ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu a za volného dýchání, ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu snižuje průměrnou dávku na srdce ozařovaných pacientek (Falco et al, 2021). Lékař Hongtao Chen ve své publikaci „*The effect of respiratory capacity for dose sparing in left-sided breast cancer irradiation with active breathing coordinator technique*“ tvrdí, že ozařovací plány pacientek s karcinomem prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™ a zakreslení předepsaného objemu PTV došlo k výrazně nižšímu záření na srdce než při ozařování karcinomu prsu za volného dýchání (Chen et al, 2022). Lékař Hongtao Chen ve své publikaci prokázal, že radioterapii karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™, pomocí této léčebné modality byl snížen ozářený objem srdce, a tudíž bylo šetřeno od ozáření (Chen et al, 2022). Lékař Bomi Kim ve svém článku „*Deep inspiratory breath-hold radiotherapy for left-sided breast cancer: Initial experience with Active Breathing Coordinator™ in a regional hospital*“ srovnával ozařovací plány pacientek s karcinomem prsu (Kim et al, 2022). Z jeho poznatků vyplývá, že srdce při ozařování prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator™ obdrželo nižší objem než při ozařování prsu za volného dýchání (Kim et al, 2022). Ze studie „*Variability of Breast Surface Positioning Using an Active Breathing Coordinator for a Deep Inspiration Breath Hold Technique*“ od lékařky Kristen McConnell vyplývá, že radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu s použitím Active Breathing Coordinator™ snižuje objem záření na OaR (srdce, plíce) (McConnell et al, 2021). Lékařka McConnell také prokázala, že při řízeném dýchání během radioterapie karcinomu prsu plíce byla více šetřena než při radioterapii karcinomu prsu za volného dýchání (McConnell et al, 2021). Dle dat uvedených v

praktické části, se můžeme setkat s šetřením OaR (srdce, plíce), ale můžeme se také setkat s případem většího zatížení na plíci. Většímu ozáření na plíci dojde u pacientek, které potřebují více šetřit srdce od ozáření. Tudíž u těchto pacientek dojde k většímu ozáření na plíci.

Z dat získaných z Krajské nemocnice Liberec, a.s., která byla porovnáвана v praktické části bakalářské práce, vyplývá, že radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM, má lepší léčebné předpoklady a vyšší šetření OaR (srdce, plíce), než je tomu u radioterapie karcinomu prsu za volného dýchání. Srdce díky radioterapii karcinomu prsu v hlubokém nádechu za použití Active Breathing CoordinatorTM bylo více šetřeno, a tudíž lze předpokládat, že by se u pacientek měla snížit pravděpodobnost kardiotoxicity v budoucích letech. Plíce při radioterapii v hlubokém nádechu za použití Active Breathing CoordinatorTM nebývají šetřeny tak výrazně, jak je tomu u srdce. Plíce při ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM jsou u některých pacientek dokonce ozařovány více. Je tomu proto, že levá plíce zaujme místo, kde se za volného dýchání nacházelo srdce. V těchto případech zásadní roli patrně hraje poloha srdce vůči hrudní stěně. Na šetření srdce je ale kladen větší důraz. Ovšem většiny pacientek, kterým byl ozařován karcinom prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM, byly i plíce více šetřeny než za volného dýchání. Pacientka s prsním implantátem, které by byl ozařován prs za volného dýchání, by sice obdržela nižší objem plíce než srovnatelná pacientka bez prsního implantátu, ale při ozařování prsu v hlubokém nádechu pacientka s prsním implantátem obdržela vyšší dávku na objem srdce než pacientka bez prsního implantátu. Dle mých poznatků a jak je vidět v grafech číslo 7 a 8 a tabulkách číslo 57 a 58, lze říci, že u pacientky s prsním implantát nejsou tolik šetřeny kritické orgány (srdce, plíce) jako je tomu u pacientky bez prsního implantátu. Důvodem je vyklenutí kontralaterálního prsu implantátem nad hrudní stěnu, které omezí možný úhel mediálního pole. To vede k většímu ozáření kritických orgánů jeho výstupní dávkou.

Pacientka s prsním implantátem, které by byl ozařován prs za volného dýchání, by sice obdržela nižší objem plíce než srovnatelná pacientka bez prsního implantátu. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu pacientka s prsním implantátem obdržela vyšší dávku na objem srdce než pacientka bez prsního implantátu. Dle mých poznatků a jak je vidět v grafech číslo 7 a 8 a tabulkách číslo 57 a 58, lze říci, že u pacientky s prsním implantát nejsou tolik šetřeny kritické orgány (srdce, plíce) jako je tomu u pacientky bez

prsního implantátu. Důvodem je vyklenutí kontralaterálního prsu implantátem nad hrudní stěnu, které omezí možný úhel mediálního pole. To vede k většímu ozáření kritických orgánů jeho výstupní dávkou.

Dle mých poznatků z dat, z grafů a tabulek v praktické části, lze říci, že radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM pro pacientky s prsním implantátem nepřináší takové šetření kritických orgánů (srdce, plíce), jako je tomu u pacientky bez prsního implantátu, která také byl ozařována karcinom prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM. Tento můj poznatek ohledně radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM u pacientek s prsním implantátem a bez prsního implantátu nemohu porovnat s žádnou dostupnou publikací.

5 Návrh doporučení pro praxi

Dle získaných a uvedených dat pacientek, které jsou v grafech a tabulkách v praktické části této bakalářské práce, lze říci, že pacientkám, kterým byl ozařován prs v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM, byly více šetřeny OaR (srdce, plíce) než při radioterapii karcinomu prsu za volného dýchání. Z tohoto důvodu by měla být radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití ABC více využívána v běžné praxi. Postupně by se měla stát standardem pro všechny pacientky, které jsou ozařovány v hlubokém nádechu schopny. Mělo by tomu být i proto, že radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM je mnohem účinnější a šetřící OaR (srdce, plíce) než radioterapie karcinomu prsu za volného dýchání. Při této léčebné modalitě je velice důležité přistupovat k jednotlivým pacientkám individuálně, protože ne pro každou pacientku je radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM vhodná. V současné době je také nutné přihlížet k možnostem pracoviště, protože při ozařování v hlubokém nádechu pacientka stráví na ozařovně průměrně dvakrát tolik času, než kdyby byla terapie prováděna za volného dýchání.

6 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala problematikou týkající se radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM. V teoretické části byla popsána anatomie prsu, histologie a diagnostika karcinomu prsu. Dále v teoretické části byla popsána léčba karcinomu prsu, do které patří např. chirurgická léčba, hormonální léčba, chemoterapie, brachyterapie, protonová radioterapie, intraoperační radioterapie – teleterapie a radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu. Také zde bylo rozebíráno vlastní fungování přístroje Active Breathing CoordinatorTM.

Praktická část bakalářské práce se zabývala porovnáním dat 30 pacientek z Krajské nemocnice Liberec, a.s., které podstoupily radioterapii karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM. Byly porovnávány ozařovací plány pacientek vytvořeným na CT set pořízený v hlubokém nádechu a na CT set pořízený za volného dýchání. Bylo zde také zhodnoceno ozařování pacientky s prsním implantátem a srovnatelné pacientky bez prsního implantátu. V plánech bylo sledováno ozáření OaR (srdce, plíce).

Z dat uvedených v grafech a tabulkách v praktické části bakalářské práce lze říci, že radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM šetří pacientkám, které tento typ radioterapie podstupují OaR (srdce, plíce). Díky těmto poznatkům je možné konstatovat, že by radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing CoordinatorTM mohla být pro pacientky vhodná a měla by být v praxi co nejvíce využívána. Vždy je však nutné ke každé pacientce přistupovat individuálně.

Při ozařování pacientek v hlubokém nádechu došlo oproti ozařovacímu plánu za volného dýchání ke snížení objemu plíce, který obdržel 20 Gy a více, o 9,5 %. U srdce došlo také ke snížení sledovaného objemu, který obdržel 25 Gy a více, a to bez mála o 51 %. Při ozařování prsu v hlubokém nádechu dávkou 20 Gy došlo ke snížení zatížení plíce téměř o 8 %. U srdce došlo ke snížení zátěže, a to o 65 %. Vždy se jedná pouze o průměrné hodnoty, kterých nemusí dosáhnout všechny pacientky.

Seznam použité literatury

ABRAHÁMOVÁ, Jitka et al. 2019. *Co byste měli vědět o rakovině prsu*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-2055-0.

BAZIRA, P. J., H. ELLIS a V. MAHADEVAN. 2022. Anatomy and physiology of the breast. *Surgery (Oxford)*. **40**(2). 79-83. DOI 10.1016/j.mpsur.2021.11.015. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S026393192100260X>.

BÜCHLER, Tomáš et al. 2020. *Speciální onkologie*. 2. vyd. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-651-1.

COUFAL, Oldřich et al. 2011. *Chirurgická léčba karcinomu prsu*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3641-9.

ČIHÁK, Radomír. 2016. *Anatomie 3*. 3 vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5636-3.

DANEŠ, Jan et al. 2021. *Screening a diagnostika karcinomu prsu: pro každodenní praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-1239-5.

DUBOVÁ, Olga a Michal ZIKÁN. 2022. *Gynekologie a porodnictví: praktické repetitorium*. 2. vyd. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-716-7.

FALCO, Michał et al. 2021. Deep inspiration breath hold reduces the mean heart dose in left breast cancer radiotherapy. *Radiology and Oncology*. **55**(2), 212–220. DOI 10.2478/raon-2021-0008. Dostupné také z: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/raon-2021-0008>.

HARRIS, Eleanor E. R. a William SMALL. 2017. Intraoperative Radiotherapy for Breast Cancer. *Frontiers in Oncology*. **7**, 317. DOI 10.3389/fonc.2017.00317. Dostupné také z: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fonc.2017.00317/full>.

HAUSSMANN, Jan et al. 2020. Recent advances in radiotherapy of breast cancer. *Radiation Oncology*. **15**(1), 71. DOI 10.1186/s13014-020-01501-x. Dostupné také z: <https://ro-journal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13014-020-01501-x>.

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

HUG, Eugen B. 2018. Proton Therapy for Primary Breast Cancer. *Breast Care*. **13**(3), 168–172. DOI 10.1159/000489893. Dostupné také z: <https://www.karger.com/Article/FullText/489893>.

CHARGARI, Cyrus et al. 2019. Brachytherapy: An overview for clinicians. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. **69**(5), 386–401. DOI 10.3322/caac.21578. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.3322/caac.21578>.

CHATZIKONSTANTINO, Georgios et al. 2021. Matched-pair dosimetric comparison of cardiac radiation exposure between deep-inspiration breath-hold whole-breast radiation therapy with Active Breathing Coordinator and interstitial multicatheter high-dose-rate brachytherapy as accelerated partial breast irradiation in adjuvant treatment of left-sided breast cancer after breast-conserving surgery. *Strahlentherapie und Onkologie*. **197**(4), 308–316. DOI 10.1007/s00066-020-01702-z. Dostupné také z: <https://link.springer.com/10.1007/s00066-020-01702-z>.

CHEN, Hongtao et al. 2022. The effect of respiratory capacity for dose sparing in left-sided breast cancer irradiation with active breathing coordinator technique. *Frontiers in Oncology*. **12**, 989220. DOI 10.3389/fonc.2022.989220. Dostupné také z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fonc.2022.989220/full>.

KAUER-DORNER, Daniela a Daniel BERGER. 2018. The Role of Brachytherapy in the Treatment of Breast Cancer. *Breast Care*. **13**(3), 157–161. DOI 10.1159/000489638. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30069174/>.

KAUFMAN, Cary S. 2019. Increasing Role of Oncoplastic Surgery for Breast Cancer. *Current Oncology Reports*. **21**(12), 111. DOI 10.1007/s11912-019-0860-9. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31838584/>.

KIM, Bomi et al. 2022. Deep inspiratory breath-hold radiotherapy for left-sided breast cancer: Initial experience with Active Breathing Coordinator™ in a regional hospital. *Journal of Medical Radiation Sciences*. **69**(4), 502–509. DOI 10.1002/jmrs.597. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35607777/>.

KOLEČKOVÁ, Markéta a Katherine VOMÁČKOVÁ. 2022. *"Triple" negativní karcinomy mléčné žlázy*. Praha: Maxdorf ISBN 978-80-7345-723-5.

LU, Yongkai et al. 2022. Comparison of Deep Inspiration Breath Hold Versus Free Breathing in Radiotherapy for Left Sided Breast Cancer. *Frontiers in Oncology*. **12**, 845037. DOI 10.3389/fonc.2022.845037. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35530354/>.

MAČÁK, J., J. MAČÁKOVÁ a J. DVOŘÁČKOVÁ. 2012. *Patologie*. 2. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3530-6.

MCCONNELL, Kristen et al. 2021. Variability of Breast Surface Positioning Using an Active Breathing Coordinator for a Deep Inspiration Breath Hold Technique. *Cureus*. **13**(6), e15649. DOI 10.7759/cureus.15649. Dostupné také z: <https://www.cureus.com/articles/60561-variability-of-breast-surface-positioning-using-an-active-breathing-coordinator-for-a-deep-inspiration-breath-hold-technique>.

MUTTER, Robert W. et al. 2021. Proton Therapy for Breast Cancer: A Consensus Statement From the Particle Therapy Cooperative Group Breast Cancer Subcommittee. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*Physics*. **111**(2), 337–359. DOI 10.1016/j.ijrobp.2021.05.110. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360301621006520>.

NOVOTNÝ, Jan et al. 2016. *Onkologie v klinické praxi: standardní přístupy v diagnostice a léčbě vybraných zhoubných nádorů*. 2. vyd. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-3944-4.

O'CONNELL, Avice M. et al. 2018. Newer Technologies in Breast Cancer Imaging: Dedicated Cone-Beam Breast Computed Tomography. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. **39**(1), 106–113. DOI 10.1053/j.sult.2017.09.001. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0887217117300902>.

PAVLIŠTA, David et al. 2008. *Neinvazivní karcinomy prsu*. Praha: Maxdorf. Jessenius. ISBN 978-80-7345-173-8.

PILKA, Radovan et al. 2017. *Gynekologie*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-530-9.

PILKA, Radovan. 2022. *Gynekologie*. 2. vyd. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-743-3.

PIOTROWSKI, Igor et al. 2017. Intraoperative Radiotherapy of Breast Cancer and Its Biological Effects. *Breast Care*. **12**(2), 107–111. DOI 10.1159/000454673. Dostupné také z: <https://www.karger.com/Article/FullText/454673>.

Plačková, Eva a Vít Richter et al. 2022. *Naše zkušenosti s ozařováním karcinomu prsu v hlubokém nádechu* [prezentace]. Krajská nemocnice Liberec a Technická univerzita v Liberci.

REITZ, D. et al. 2020. Stability and reproducibility of 6013 deep inspiration breath-holds in left-sided breast cancer. *Radiation Oncology*. **15**(1), 121. DOI 10.1186/s13014-020-01572-w. Dostupné také z: <https://ro-journal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13014-020-01572-w>.

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

SKOVAJSOVÁ, Miroslava. 2012. *Screening nádorů prsu v České republice*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-310-7.

STANKOWSKI-DREGLER, Trista J. et al. 2020. Breast Cancer Outcomes of Neoadjuvant Versus Adjuvant Chemotherapy by Receptor Subtype: A Scoping Review. *Journal of Surgical Research*. **254**, 83–90. DOI 10.1016/j.jss.2020.04.011. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022480420302316>

STELCZER, Gábor et al. 2019. External beam accelerated partial breast irradiation: dosimetric assessment of conformal and three different intensity modulated techniques. *Radiology and Oncology*. **53**(1), 123–130. DOI 10.2478/raon-2019-0001. Dostupné také z: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/raon-2019-0001>.

STOWE, Hayley B. et al. 2022. Heart Sparing Radiotherapy Techniques in Breast Cancer: A Focus on Deep Inspiration Breath Hold. *Breast Cancer: Targets and Therapy*. **14**, 175–186. DOI 10.2147/BCTT.S282799. Dostupné také z: <https://www.dovepress.com/heart-sparing-radiotherapy-techniques-in-breast-cancer-a-focus-on-deep-peer-reviewed-fulltext-article-BCTT>.

STRNAD, Pavel a Jan DANEŠ. 2001. *Nemoci prsu pro gynekology*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-714-1.

SUMODHEE, S., V. STRNAD a J.-M. HANNOUN-LÉVI. 2018. Multicatheter interstitial brachytherapy for breast cancer. *Cancer/Radiothérapie*. **22**(4), 341–344. DOI 10.1016/j.canrad.2018.01.006. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1278321818300854>.

ŠLAMPA, Pavel et al. 2021. *Radiační onkologie: pro postgraduální přípravu i každodenní praxi*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-674-0.

VÍTEK, Pavel et al. 2021. *Protonová radioterapie*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-698-6.

VOKURKA, Samuel et al. 2018. *Onkologie v kostce*. Praha: Current Media. ISBN 978-80-88129-37-0.

WANG, Huan a Xiaoyun MAO. 2020. Evaluation of the Efficacy of Neoadjuvant Chemotherapy for Breast Cancer. *Drug Design, Development and Therapy*. **14**, 2423–2433. DOI 10.2147/DDDT.S253961. Dostupné také z: <https://www.dovepress.com/evaluation-of-the-efficacy-of-neoadjuvant-chemotherapy-for-breast-canc-peer-reviewed-article-DDDT>.

Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1: Stádia karcinomu prsu (Šlampa et al, 2021 a Pilka et al, 2022)	24
Tabulka 2: Porovnání pacientek číslo 1 a 30.....	36
Tabulka 3: Porovnání pacientek číslo 2 a 23.....	37
Tabulka 4: Porovnání pacientek číslo 3, 4 a 18.....	37
Tabulka 5: Porovnání pacientek číslo 5, 9 a 21.....	38
Tabulka 6: Porovnání pacientek číslo 6, 27, 28 a 29	38
Tabulka 7: Porovnání pacientek číslo 7, 8, 10 a 24.....	39
Tabulka 8: Porovnání pacientek číslo 14 a 20.....	40
Tabulka 9: Porovnání pacientek číslo 15 a 26.....	40
Tabulka 10: Porovnání pacientek číslo 16 a 17.....	40
Tabulka 11: Porovnání pacientek číslo 19 a 27.....	41
Tabulka 12: Porovnání pacientek číslo 22 a 25.....	41
Tabulka 13: Porovnání pacientek číslo 2 a 4.....	42
Tabulka 14: Porovnání pacientek číslo 3, 18 a 20	42
Tabulka 15: Porovnání pacientek číslo 6 a 7.....	43
Tabulka 16: Porovnání pacientek číslo 8, 9, 12 a 21	43
Tabulka 17: Porovnání pacientek číslo 10 a 13.....	44
Tabulka 18: Porovnání pacientek číslo 11 a 29.....	44
Tabulka 19: Porovnání pacientek číslo 14 a 26.....	44
Tabulka 20: Porovnání pacientek číslo 17 a 19.....	45
Tabulka 21: Porovnání pacientek číslo 22 a 27.....	45
Tabulka 22: Porovnání pacientek číslo 28 a 30.....	46
Tabulka 23: Porovnání pacientek číslo 1 a 2.....	47
Tabulka 24: Porovnání pacientky číslo 17.....	48
Tabulka 25: Porovnání pacientek číslo 6, 27, 28, 29 a 30	48
Tabulka 26: Porovnání pacientek číslo 13 a 26.....	49
Tabulka 27: Porovnání pacientek číslo 4 a 10.....	50
Tabulka 28: Porovnání pacientek číslo 7, 9 a 21	50
Tabulka 29: Porovnání pacientek číslo 1 a 2.....	51
Tabulka 30: Porovnání pacientek číslo 3, 4 a 5.....	52
Tabulka 31: Porovnání pacientek číslo 6 a 7.....	52
Tabulka 32: Porovnání pacientek číslo 8, 10, 11 a 15	53

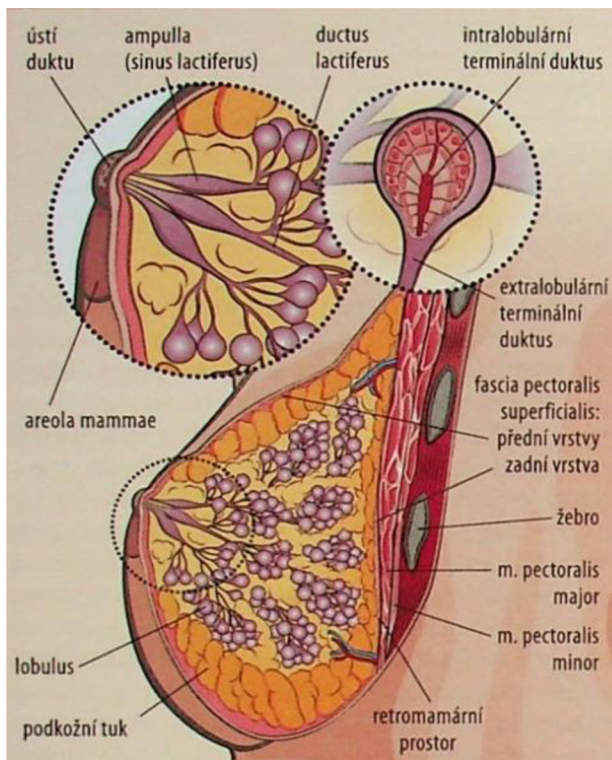
Tabulka 33: Porovnání pacientek číslo 12 a 27.....	53
Tabulka 34: Porovnání pacientek číslo 9, 14 a 16.....	54
Tabulka 35: Porovnání pacientek číslo 13 a 20.....	54
Tabulka 36: Porovnání pacientek číslo 18 a 19.....	54
Tabulka 37: Porovnání pacientek číslo 17, 21, 24 a 25	55
Tabulka 38: Porovnání pacientky číslo 22 a 23.....	55
Tabulka 39: Porovnání pacientek číslo 26 a 27.....	56
Tabulka 40: Porovnání pacientek číslo 28, 29 a 30	56
Tabulka 41: Porovnání pacientek číslo 2 a 3.....	57
Tabulka 42: Porovnání pacientek číslo 4 a 10.....	57
Tabulka 43: Porovnání pacientek číslo 7 a 15.....	58
Tabulka 44: Porovnání pacientek číslo 6 a 17.....	58
Tabulka 45: Porovnání pacientek číslo 11 a 29.....	59
Tabulka 46: Porovnání pacientek číslo 8, 14 a 30	59
Tabulka 47: Porovnání pacientek číslo 9, 12 a 21	60
Tabulka 48: Porovnání pacientek číslo 18, 20 a 22	60
Tabulka 49: Porovnání pacientek číslo 13 a 26.....	61
Tabulka 50: Porovnání pacientek číslo 19, 27 a 28	61
Tabulka 51: Porovnání pacientek číslo 1 a 2.....	63
Tabulka 52: Porovnání pacientek číslo 10 a 11.....	64
Tabulka 53: Porovnání pacientek číslo 28 a 30.....	64
Tabulka 54: Porovnání pacientek číslo 13 a 26.....	65
Tabulka 55: Porovnání pacientek číslo 12 a 21.....	66
Tabulka 56: Porovnání pacientek číslo 18 a 22.....	66
Tabulka 57: Objemy pacientek na plíci a na srdce ve 20 a 25 Gy.....	68
Tabulka 58: Objemy pacientek na plíci a na srdce průměrnou dávkou.....	70
Graf 1: Procentuální zatížení kritických orgánů u jednotlivých pacientek	36
Graf 2: Procentuální zatížení plíce u vybraných pacientek	47
Graf 3: Procentuální zatížení srdce u vybraných pacientek	49
Graf 4: Zatížení kritických orgánů průměrnou dávkou u jednotlivých pacientek	51
.....	
Graf 5: Zatížení plíce průměrnou dávkou u vybraných pacientek	63

Graf 6: Zatížení srdce průměrnou dávkou u vybraných pacientek.....	65
Graf 7: Procentuální zatížení kritických orgánů u pacientky s prsním implantátem a pacientky bez prsního implantátu.....	67
Graf 8: Zatížení kritických orgánů průměrnou dávkou u pacientky s prsním implantátem a u pacientky bez prsního implantátu.....	69

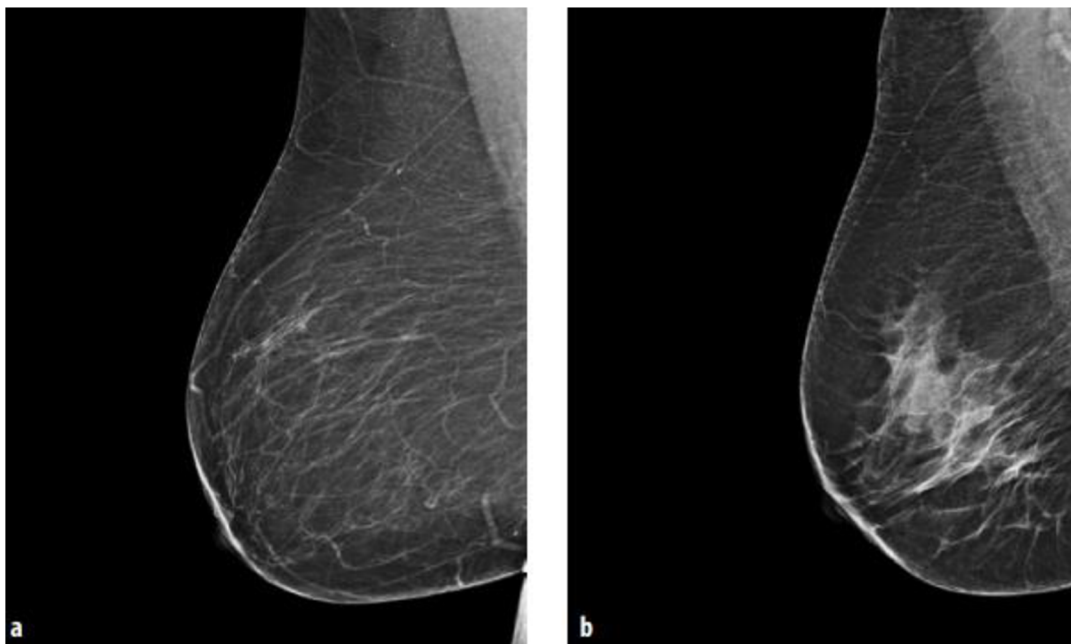
Seznam příloh

Příloha A	Anatomie prsu a snímek z mamografu
Příloha B	Ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu – CT řezy
Příloha C	Active Breathing Coordinator™
Příloha D	Ozařování v hlubokém nádechu – DVH
Příloha E	Protokol k realizaci výzkumu

Příloha A Anatomie prsu a snímek z mamografu

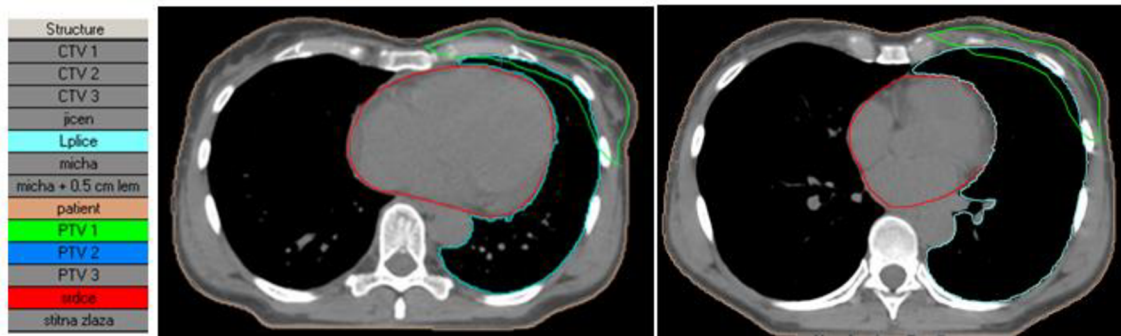


Obrázek 1 Funkční jednotka prsu (Pilka et al, 2022)

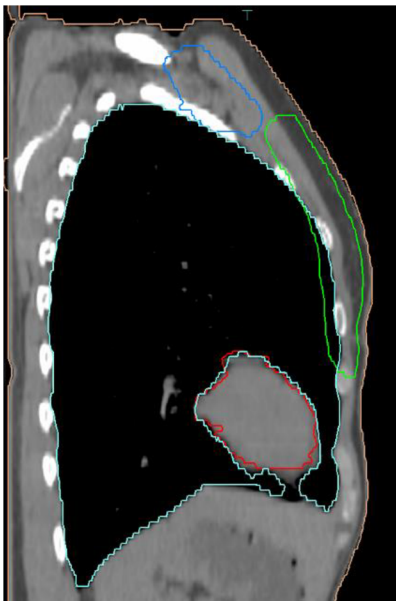


Obrázek 2 Snímek prsu z mamografu (Daneš et al, 2021)

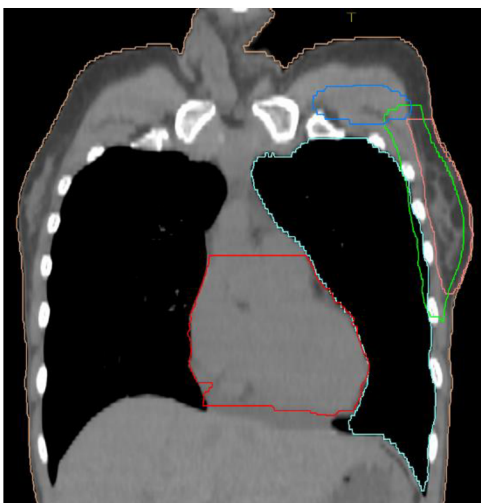
Příloha B Ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu – CT řezy



Obrázek 3 Ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu – CT řezy (Plačková et al, 2022)



Obrázek 4 Ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu – CT řezy (Plačková et al, 2022)



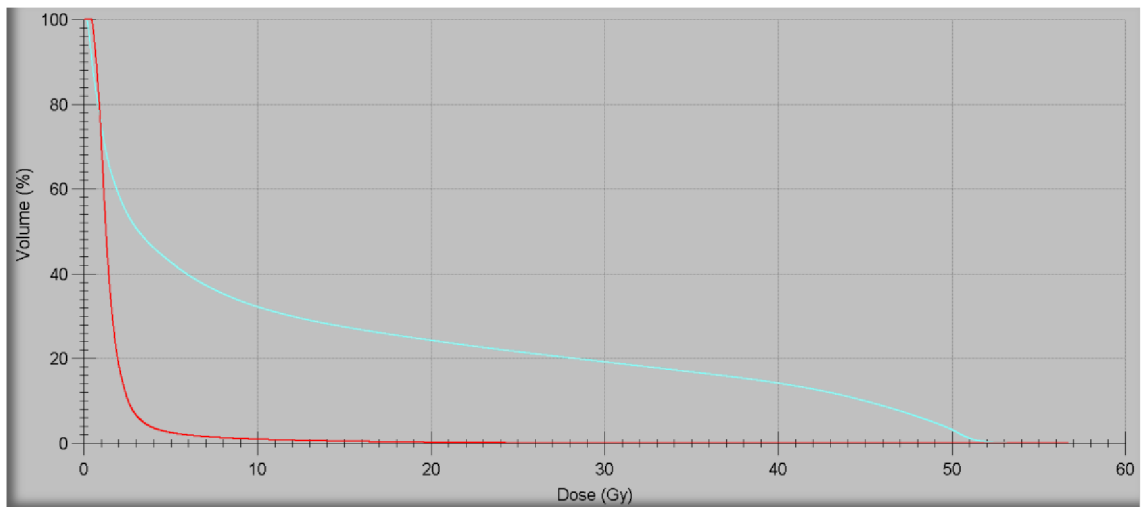
Obrázek 5 Ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu – CT řezy (Plačková et al, 2022)

Příloha C Active Breathing Coordinator™

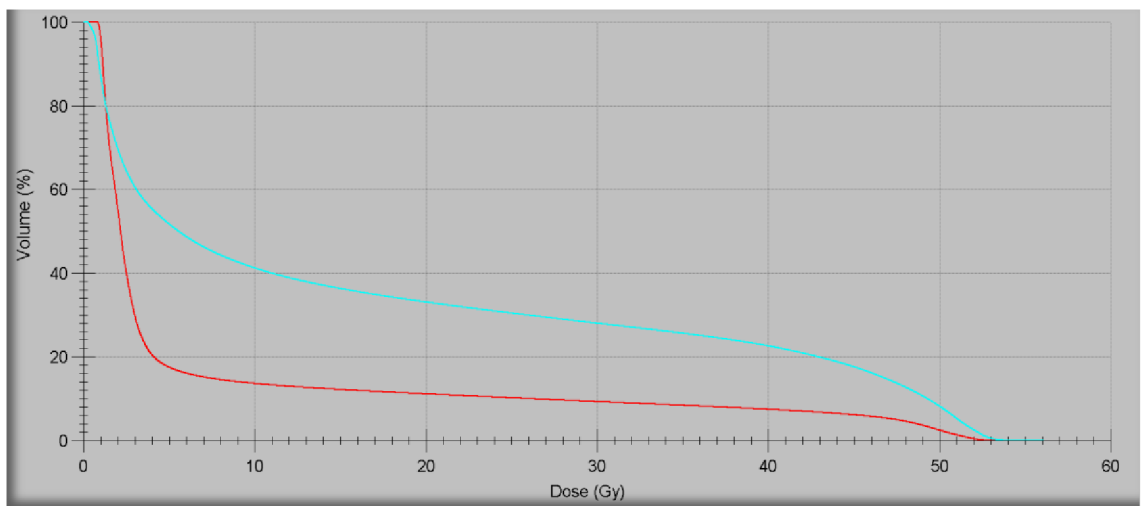


Obrázek 6 Active Breathing Coordinator™ (Plačková et al, 2022)

Příloha D Ozařování v hlubokém nádechu – DVH



Obrázek 7 Ozařování karcinomu prsu v hlubokém nádechu (Plačková et al, 2022)



Obrázek 8 Ozařování karcinomu prsu v za volného dýchání (Plačková et al, 2022)

Příloha E

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ TUL



PROTOKOL K REALIZACI VÝZKUMU

Jméno a příjmení studenta:	Kateřina Tomanová
Osobní číslo studenta:	D20000221
Univerzitní e-mail studenta:	katerina.tomanova1@tul.cz
Studijní program:	Radiologická asistence
Ročník:	3. ročník
Prohlášení studenta	
Prohlašuji, že v kvalifikační práci ani v publikacích souvisejících s kvalifikační prací nebudu uvádět osobní údaje o respondentech nebo institucích, kde byl výzkum realizován, pokud k tomu není získán souhlas v tomto protokolu. Dále prohlašuji, že budu dodržovat povinnou mlčenlivost o skutečnostech, o kterých jsem se dozvěděl při realizaci výzkumu v rámci osobní ochrany zúčastněných osob.	
Podpis studenta:	
Kvalifikační práce	
Téma kvalifikační práce:	Radioterapie karcinomu prsu v hlubokém nádechu při použití Active Breathing Coordinator
Kvalifikační práce:	<input checked="" type="checkbox"/> bakalářská <input type="checkbox"/> diplomová
Jméno vedoucího kvalifikační práce:	Ing. Eva Plačková
Metoda a technika výzkumu:	Kvantitativní metoda
Soubor respondentů:	20-30 respondentů
Název pracoviště pro realizaci výzkumu:	Krajská nemocnice Liberec, a.s. <i>Radioterapie</i>
Datum zahájení výzkumu:	19.12.2022
Datum ukončení výzkumu:	27.3.2023
Finanční zatížení pracoviště při realizaci výzkumu:	<input type="checkbox"/> ANO <input checked="" type="checkbox"/> NE
Souhlas vedoucího kvalifikační práce:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Podpis vedoucího kvalifikační práce:	
Spolupracující instituce	
Souhlas odpovědného pracovníka instituce s realizací výzkumu:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Souhlas s případným zveřejněním názvu instituce v kvalifikační práci a publikacích:	<input checked="" type="checkbox"/> souhlasím <input type="checkbox"/> nesouhlasím
Podpis odpovědného pracovníka a razítko instituce:	

Technická univerzita v Liberci | Fakulta zdravotnických studií
Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1 | www.fzs.tul.cz

Obrázek 9 Protokol k realizaci výzkumu