



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**

**Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

# **Diagnostické zobrazovací metody v mamologii**

**Bakalářská práce**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Radiologický asistent

Autor práce: **Dominika Čížková**

Vedoucí práce: Mgr. Žaneta Honová, MBA

---

**Kladno 2016**



**CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE**

---

**FACULTY OF BIOMEDICAL ENGINEERING**

**Department of Health Care Disciplines and Population Protection**

# **Diagnostic imaging methods in mammology**

## **Bachelor Thesis**

Study Programme: Specialization in Health Care

Branch of study: Radiology Assistant

Author: **Dominika Čížková**

Thesis advisor: Mgr. Žaneta Honová, MBA

## Zadání bakalářské práce

Student: **Dominika Čížková**  
Obor: Radiologický asistent  
Téma: **Diagnostické zobrazovací metody v mamologii**  
Téma anglicky: Diagnostic Imaging Methods in Mammology

### Zásady pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude porovnat jednotlivé zobrazovací metody používané v mamologii pomocí SWOT analýzy. Bakalářská práce bude rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části budou popsány jednotlivé diagnostické zobrazovací metody, které se používají v České republice v mamologii - ultrasonografie, mamografie, magnetická resonance. Dále v této části budou popsány navazující intervenční výkony, které se provádějí při podezření na karcinom prsu a následné lokalizační techniky. V praktické části bude student porovnávat jednotlivé diagnostické zobrazovací metody v následujících oblastech: věk pacientek, přednosti a omezení, časová náročnost vyšetření, cena vyšetření a cena přístroje, radiční zátěž, komfort vyšetření, včetně souvisejících intervenčních výkonů. V neposlední řadě v této části bakalářské práce bude popsána úloha radiologického asistenta při jednotlivých diagnostických zobrazovacích metodách a intervenčních výkonech. V závěru bakalářské práce budou vyhodnoceny pomocí SWOT analýzy jednotlivé diagnostické zobrazovací metody používané v mamologii.

### Seznam odborné literatury:

- [1] Daneš, J., Základy mamografie, X-Egem, 2002, 1. vydání, ISBN 80-7199-062-0
- [2] Coufal, O. a kol., Chirurgická léčba karcinomu prsu, 2011, 1. vyd., ISBN 978-80-247-3641-9
- [3] Roztočil, A. a kol., Moderní gynekologie, 2011, 1. vyd., ISBN 978-80-247-2832-2
- [4] Seidl, Z., Radiologie pro studium a praxi, 2012, 1. vyd., ISBN 978-80-247-4108-6

zadání platné do: 30.09.2017

Vedoucí: Mgr. Žaneta Honová, MBA

.....  
vedoucí katedry / pracoviště

.....  
děkan

V Kladně dne 22.02.2016

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Diagnostické zobrazovací metody v mamologii vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Kladně 20. května 2016

.....

Dominika Čížková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Žanetě Honové, MBA, za její drahocenný čas, ochotu, trpělivost a cenné rady při vedení bakalářské práce.

## **ABSTRAKT:**

Bakalářská práce se zabývá problematikou zobrazovacích metod v mamologii. V teoretické části jsou popsány jednotlivé diagnostické zobrazovací metody dostupné v České republice. Dále jsou v této části uvedeny navazující intervenční výkony a následné lokalizační techniky. Náplní praktické části je porovnání vybraných diagnostických zobrazovacích metod na základě shromážděných informací. Porovnávají se mezi sebou mamografické vyšetření, ultrasonografie, magnetická rezonance a výpočetní tomografie. Tyto metody jsou porovnány z hlediska věkového rozmezí pacientek, časové náročnosti vyšetření, ceny vyšetření a ceny přístroje, v neposlední řadě je zde popsán komfort vyšetření. Následně je popsána také úloha radiologického asistenta při jednotlivých vyšetřeních a také jeho úloha při intervenčních výkonech. K vyhodnocení porovnávaných hledisek je použita SWOT analýza, která zohledňuje silné a slabé stránky, dále příležitosti a hrozby jednotlivých diagnostických zobrazovacích metod. Cílem SWOT analýzy je vyhodnocení nejpřínosnější diagnostické zobrazovací metody v mamologii.

## **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Mamografie, ultrasonografie, magnetická rezonance, výpočetní tomografie, intervenční výkony, radiologický asistent.

## **ABSTRACT:**

The Bachelor's thesis deals with the matter of imaging methods in mammology. In the theoretical section, individual imaging methods available in the Czech Republic are described. Further, the connected intervention procedures are stated here and the following localization techniques. The content of the practical section is a comparison of selected diagnostic imaging methods based on the collected information. Mammographic examinations, ultrasonography, magnetic resonance and computed tomography are being compared between each other. These methods are compared according to the age range of the female patients, time demands of the examination, price of the examination and price of the device, and not in the least, the comfortability of the examination is described here. Consequently, also the role of a radiology assistant in individual examinations by imaging methods is described and also their role in intervention procedures. To evaluate the compared aspects, the SWOT analysis is used, which takes into account the strengths and the weaknesses, further also the possibilities and risks of the individual diagnostic imaging methods. The aim of the SWOT analysis is to evaluate the most beneficial diagnostic imaging method in mammology.

## **KEY WORDS:**

Mammography, ultrasonography, magnetic resonance, computed tomography, intervention procedures, radiology assistant.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Současný stav řešené problematiky .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Cíle práce .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Teoretická část .....</b>	<b>7</b>
4.1	Onemocnění prsu .....	7
4.1.1	Benigní onemocnění prsu .....	8
4.1.2	Maligní onemocnění prsu .....	8
4.1.3	Suspektní onemocnění prsu .....	9
4.2	Diagnostické zobrazovací metody v mamologii .....	9
4.2.1	Diagnostické zobrazovací metody využívající ionizující záření .....	10
4.2.1.1	<i>Mamografické vyšetření – mamografie</i> .....	10
4.2.1.2	<i>Tomosyntéza</i> .....	11
4.2.1.3	<i>Výpočetní tomografie</i> .....	12
4.2.1.4	<i>Digitální mamografie s kontrastem</i> .....	13
4.2.2	Diagnostické zobrazovací metody nevyužívající ionizující záření .....	13
4.2.2.1	<i>Ultrasonografie</i> .....	14
4.2.2.2	<i>Magnetická rezonance</i> .....	15
4.2.2.3	<i>Termografie</i> .....	16
4.2.2.4	<i>MEIK mamografie</i> .....	16
4.2.2.5	<i>Elastografie</i> .....	17
4.3	Intervenční výkony .....	17
4.3.1	Aspirační cytologie .....	18
4.3.2	Core-cut biopsie .....	18
4.3.3	Vakuová biopsie – mammotomie .....	19
4.3.4	Intaktní vakuová biopsie .....	20
4.4	Předoperační lokalizační techniky .....	20
4.4.1	Značení Frankovou jehlou .....	21
4.4.2	Lokalizační klipy .....	21
4.4.3	Lokalizační drátky .....	21



4.4.4	Značení pigmentem .....	21
4.4.5	Zakreslení na kůži.....	22
<b>5</b>	<b>Praktická část.....</b>	<b>23</b>
5.1	Vybrané diagnostické zobrazovací metody v mamologii .....	24
5.1.1	Mamografické vyšetření .....	24
5.1.1.1	<i>Věk pacientek.....</i>	24
5.1.1.2	<i>Časová náročnost vyšetření.....</i>	25
5.1.1.3	<i>Cena vyšetření a cena přístroje.....</i>	25
5.1.1.4	<i>Radiační zátěž.....</i>	25
5.1.1.5	<i>Komfort vyšetření .....</i>	26
5.1.1.6	<i>Úloha radiologické asistentky při mamografickém vyšetření .....</i>	26
5.1.1.7	<i>Úloha radiologické asistentky při intervenčních výkonech.....</i>	27
5.1.2	Ultrasonografické vyšetření.....	28
5.1.2.1	<i>Věk pacientek.....</i>	29
5.1.2.2	<i>Časová náročnost vyšetření.....</i>	29
5.1.2.3	<i>Cena vyšetření a cena přístroje.....</i>	29
5.1.2.4	<i>Radiační zátěž.....</i>	30
5.1.2.5	<i>Komfort vyšetření .....</i>	30
5.1.2.6	<i>Úloha radiologické asistentky při ultrasonografickém vyšetření.....</i>	30
5.1.2.7	<i>Úloha radiologické asistentky při intervenčních výkonech.....</i>	31
5.1.3	Magnetická rezonance .....	31
5.1.3.1	<i>Věk pacientek.....</i>	32
5.1.3.2	<i>Časová náročnost vyšetření.....</i>	32
5.1.3.3	<i>Cena vyšetření a cena přístroje.....</i>	32
5.1.3.4	<i>Radiační zátěž.....</i>	33
5.1.3.5	<i>Komfort vyšetření .....</i>	33
5.1.3.6	<i>Úloha radiologického asistenta při magnetické rezonanci .....</i>	33
5.1.3.7	<i>Úloha radiologického asistenta při intervenčních výkonech .....</i>	34
5.1.4	Výpočetní tomografie .....	35
5.1.4.1	<i>Věk pacientek.....</i>	35
5.1.4.2	<i>Časová náročnost vyšetření.....</i>	35

5.1.4.3	<i>Cena vyšetření a cena přístroje</i> .....	36
5.1.4.4	<i>Radiační zátěž</i> .....	36
5.1.4.5	<i>Komfort vyšetření</i> .....	36
5.1.4.6	<i>Úloha radiologického asistenta při výpočetní tomografii</i> .....	37
5.1.4.7	<i>Úloha radiologického asistenta při intervenčních výkonech</i> .....	37
5.2	Silné a slabé stránky dg. zobrazovacích metod v mamologii .....	37
5.2.1	Silné a slabé stránky mamografického vyšetření .....	37
5.2.2	Silné a slabé stránky ultrasonografického vyšetření .....	38
5.2.3	Silné a slabé stránky magnetické rezonance.....	38
5.2.4	Silné a slabé stránky výpočetní tomografie .....	39
5.3	SWOT analýza .....	40
5.3.1	Diagnostické zobrazovací metody využívající ionizující záření .....	40
5.3.2	Diagnostické zobrazovací metody nevyužívající ionizující záření .....	42
5.4	Diskuze.....	44
<b>6</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>53</b>
	<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>54</b>
	<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>58</b>
	<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>59</b>

# 1 Úvod

V 21. století stále přetrvává fakt, že zhoubná onemocnění prsu představují jeden z nejzávažnějších epidemiologických problémů. Problém se vyskytuje celosvětově a významně zasahuje i českou populaci. Důkazem je stoupající incidence tohoto druhu onemocnění, která má tendenci stoupat s věkem potencionálních pacientek. (1) Karcinom prsu je druhou nejčastější malignitou u žen. První místo zaujímá zhoubný novotvar kůže. (2)

Jelikož mechanismus vzniku karcinomu prsu není zcela objasněn, nemůže být docíleno efektivní primární prevence. Cílem mamologie je tedy alespoň včasná diagnostika nádorového bujení v návaznosti s volbou vhodné terapie, která je schopna potlačit metastázování do dalších orgánů těla ženy. Včasné odhalení nádorového procesu vede ke snížení mortality žen postižených tímto onemocněním. (3) Za účelem včasného odhalení karcinomu prsu byl v roce 2002 v České republice zaveden preventivní screeningový program. (4)

Mezi zobrazovací metody v mamologii, které jsou určeny k časnému záchytu nádorového onemocnění, se na přední místa řadí mamografie, ultrasonografie a magnetická rezonance. V případě pokročilých forem nádorových onemocnění je vhodná také výpočetní tomografie. (5)

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je kapitola pojednávající o onemocněních prsu, dále jsou v této části popsány jednotlivé diagnostické zobrazovací metody v mamologii. Kromě konvenčních metod jsou zde uvedeny i specifické metody, které v České republice nenachází tak široké uplatnění, nebo se zde vůbec nevyužívají. Všechny metody jsou popsány především z hlediska principu jejich fungování. V závěru teoretické části jsou popsány intervenční výkony a lokalizační techniky v mamologii. Praktická část je zaměřena na srovnávání vybraných diagnostických zobrazovacích metod v mamologii dle předem stanovených hledisek prostřednictvím SWOT analýzy. Vybrané diagnostické zobrazovací metody jsou srovnány z hlediska věku pacientek, časové náročnosti vyšetření, ceny přístroje, ceny vyšetření, komfortu vyšetření, dále jsou na tomto místě popsány související intervenční výkony a úloha radiologického asistenta při jednotlivých vyšetřeních. V praktické části jsou následně uvedeny slabé a silné stránky, dále příležitosti a hrozby vybraných diagnostických metod v mamologii

V závěru bakalářské práce jsou porovnány výsledky srovnávání prostřednictvím SWOT analýzy.

## 2 Současný stav řešené problematiky

Karcinom prsu patří mezi nejčastější nádorové onemocnění žen. Česká republika zaujímá v incidenci karcinomu prsu ve srovnání s ostatními zeměmi světa 118. místo a ve srovnání s evropskými zeměmi 37. místo. (6)

Současný stav výskytu karcinomu prsu lze vyčíst z dat Národního onkologického registru, který se dlouhodobě zabývá sběrem dat z oboru onkologie. Ze statistik Národního onkologického registru vyplývá, že incidence karcinomu prsu stále stoupá. Naopak mortalita se snižuje, a to především díky včasnému zachytu tohoto nádorového onemocnění za pomoci nejmodernějších diagnostických zobrazovacích metod. Kromě špičkové diagnostické techniky se na snížení mortality podílelo zvýšení počtu instalací mamografických přístrojů a v neposlední řadě zavedení screeningového programu, který byl v České republice schválen v roce 2002 za účelem prevence karcinomu prsu. (4) Screeningové vyšetření prsu se v České republice provádí pouze na akreditovaných screeningových mamografických pracovištích, které splňují požadavky Ministerstva zdravotnictví České republiky. V současné době je v České republice 68 akreditovaných screeningových mamografických pracovišť, jejichž rozložení odpovídá požadované dostupnosti. Každé z těchto pracovišť je držitelem Oprávnění k provádění screeningových mamografií a muselo projít akreditací i následujícími reakreditacemi. Tato pracoviště disponují nejen špičkovými diagnostickými přístroji, ale i velmi odborným zdravotnickým personálem. Ať se jedná o lékaře – mamodiagnostiky, či o radiologické asistentky. (7)

Nejvíce screeningových mamografických vyšetření v historii bylo v České republice provedeno v roce 2014. V tomto roce bylo vyšetřeno 683 259 žen. Z tohoto počtu byl karcinom prsu diagnostikován 3 782 ženám. Každoročně na toto nádorové onemocnění v České republice umírá 1 600 žen. (8; 4) Poslední údaj ze statistiky vydané Ústavem zdravotnických informací a statistiky České republiky informuje o tom, že v roce 2011 zemřelo na karcinom prsu v České republice 1 752 žen. (2)

V roce 2015 se předpokládá opět narůst mamografických vyšetření z důvodu pilotního programu Ministerstva zdravotnictví ČR. V rámci tohoto programu byly zvacím dopisem osloveny ženy starší 45 let, které nepodstoupily mamografické vyšetření déle než čtyři roky. (9)

### 3 Cíle práce

Cílem bakalářské práce je porovnat diagnostické zobrazovací metody v mamologii, včetně souvisejících intervenčních výkonů. Na základě shromážděných informací budou analyzovány vybrané metody dostupné v České republice. Zobrazovací metody budou jednotlivě popsány z určitých hledisek a následně vyhodnoceny prostřednictvím SWOT analýzy. Porovnávána budou tato hlediska:

- a) věkové rozmezí pacientek indikovaných k danému vyšetření;
- b) časová náročnost vyšetření;
- c) cena vyšetření a cena přístroje;
- d) radiační zátěž;
- e) komfort pacientky při vyšetření;
- f) úloha radiologického asistenta;
- g) úloha radiologického asistenta při intervenčních výkonech.

Dalším cílem je provedení SWOT analýzy na základě identifikace slabých a silných stránek jednotlivých diagnostických zobrazovacích metod v mamologii a dále jejich příležitostí a hrozeb. Podstatou SWOT analýzy v této bakalářské práci je vyhodnocení nejpřínosnější metody na poli diagnostických zobrazovacích metod v mamologii.



### 4.1.1 Benigní onemocnění prsu

Benigní neboli nezhoubná onemocnění lze rozdělit, viz obrázek č. 1, do pěti skupin. V každé z nich se nachází několik podskupin benigních onemocnění, k nimž patří:

- **nezhoubné dysplazie prsu** – fibrocystická mastopatie, proliferace epitelu, radiální jizva, fibroadenomy, papilomy, hamartomy;
- **zánětlivá onemocnění prsu** – absces, mastitida, karbunkl prsu;
- **hypertrofie prsu** – gynekomastie;
- **neurčitá bulka v prsu** – uzlíky v prsu;
- **jiná benigní onemocnění prsu** – trhlina nebo píštěl bradavky, tuková nekróza prsu, atrofie prsu, galaktorea nesdružená s porodem, výtok z bradavky, mastodynie, vtažení bradavky. (12; 11)

Z benigních onemocnění se nejčastěji diagnostikují fibroadenomy. Tímto onemocněním trpí především mladé ženy ve věku okolo 30 let. Jedná se o proliferální děj, postihující glandulární i stromální část tkáně zároveň. Výhoda ve stanovení jeho diagnózy spočívá v ostrém ohraničení od okolních struktur a v jeho pohyblivosti. (12)

Velmi častým benigním onemocněním prsu jsou cysty. Cysty jsou zduřelé žlázné struktury, které dosahují velikostí od 4 – 5 mm až po několikacentimetrové útvary. Typickým znakem je pro ně vlastní epitelová výstelka obsahující vyšší množství proteinů, steroidních hormonů, tumor markerů a dalších složek. Nejpočetnější skupinu tvoří ženy ve středním až pozdním reprodukčním věku 35 – 55 let, vyskytují se však i u mladších žen. (3)

### 4.1.2 Maligní onemocnění prsu

Klasifikace karcinomu prsu je neustále ve vývoji. Klasický a dosud oficiálně platný přístup dělí karcinomy prsu na duktální a lobulární. (13) Karcinomy prsu jsou dále rozlišovány na invazivní a neinvazivní (karcinomy in situ), které na rozdíl od karcinomů invazivních nevytváří metastázy. (14)

Základním a nejčastěji se vyskytujícím karcinomem prsu je invazivní duktální karcinom. Tento druh nádorového onemocnění se tvoří převážně v mléčných vývodech. Druhým nejčastějším typem karcinomu prsu je invazivní lobulární karcinom. Pro toto nádorové onemocnění je typický výrazně infiltrativní růst. U některých lobulárních karcinomů je problematická detekce zobrazovacími metodami. Tento druh karcinomu se často vyznačuje metastatickým rozsevem nejčastěji do kostí, kůže či viscerálních orgánů. (13)

### 4.1.3 Suspektní onemocnění prsu

Zvláštní skupinu tvoří suspektní onemocnění. Jsou to útvary či jiné abnormality, u kterých se předpokládá podezření na určitý nádor. (10) Mezi suspektní onemocnění prsu lze zařadit např. proliferativní léze, papilární léze či atypické proliferativní léze. Proliferativní léze mírně zvyšují riziko karcinomu prsu asi na dvojnásobek oproti běžné populaci. Mohou však zůstat dlouhodobě stacionární, případně mohou i regredovat. (13)

## 4.2 Diagnostické zobrazovací metody v mamologii

Zhoubným novotvarům se nedá předejít, ale lze je alespoň diagnostikovat v časných stádiích. Nezbytným prostředkem pro určení diagnózy klientky je, kromě anamnézy a fyzikálního vyšetření, správně zvolená zobrazovací metoda. Kromě samotné diagnostiky mají zobrazovací metody i funkci navigační, a to při intervenčních výkonech. (1)

Diagnostické zobrazovací přístroje se dělí dle principu detekce, viz obrázek č. 2. Některé druhy jsou založeny na využití ionizujícího záření, jiné například na působení elektromagnetického vlnění či elektrických impulzích.



Obrázek č. 2: Diagnostické zobrazovací metody v mamologii



## 4.2.1 Diagnostické zobrazovací metody využívající ionizující záření

Interakce ionizujícího záření s hmotou je základem, na kterém jsou postaveny zobrazovací metody. Ionizující záření se vyznačuje energií vyšší než 13,4 keV a vlnovou délkou menší než 100 nm. Do skupiny ionizujícího záření se řadí rentgenové záření, částicové záření  $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$  a  $\gamma$  záření. Energie rentgenového záření a  $\gamma$  záření se částečně překrývají, nicméně se liší způsobem vzniku. Zatímco rentgenové záření je způsobeno zabrzděnými elektrony ve hmotě, původ  $\gamma$  záření je v rozpadu atomu. Částice záření mohou s tkáněmi interagovat třemi základními jevy: Comptonovým, fotoelektrickým a tvorbou elektron-pozitronového páru. (15) Zdrojem rentgenového záření v radiodiagnostice je rentgenka. (16)

### 4.2.1.1 Mamografické vyšetření – mamografie

Základní zobrazovací modalitou pro vyšetření prsu je mamografické vyšetření. Toto vyšetření se provádí na speciálním rentgenovém přístroji zvaném mamograf. Hlavní odlišností od konvenčního rentgenu je rentgenka a speciální kompresní zařízení. (15) Zobrazování prsu bylo v počátcích (20. léta) prováděno pomocí konvenčního rentgenového zařízení. Pořízené snímky však nepředstavovaly valný diagnostický přínos a radiační zátěž byla příliš vysoká. První oficiální mamografický přístroj byl k dispozici v roce 1967. V následujících letech se kladl důraz na zlepšování kvality zobrazování prsu. (5)

Stejně jako ostatní přístroje i mamografický přístroj prošel mnoha vývojovými změnami. V současné době má nezastupitelnou roli digitální mamografie, která na většině pracovišť nahradila mamografii analogovou. Celková senzitivita obou modalit je srovnatelná, avšak digitální mamografické vyšetření umožňuje aplikaci speciálních technik, jako je například tomosyntéza či digitální mamografie s kontrastem. (17)

Klíčovými součástmi přístroje jsou: rentgenka s anodou, s molybdenovým či wolframovým terčíkem, kryt rentgenky, přídatný filtr svazku rentgenového záření, kolimační clony, vysokofrekvenční generátor, C-rameno, kompresní zařízení, sekundární Bucky clona, podstavce pro zvětšení a cílené snímky a expoziční automat. Tyto součásti se spolu s objektem podílejí na výsledném obrazu a na obdržené dávce v prsní žláze. (3)

Hlavní součástí mamografického zařízení je speciálně orientovaná rentgenka. Anodová část rentgenky míří dopředu k C-ramenu, katodová část k hrudní stěně. Tímto postavením je zabráněno tzv. efektu paty. Jelikož se jedná o měkkou snímkovací techniku oproti běžným skiagrafiickým zařízením, je přístroj vybaven beryliovým vstupním okénkem a molybdenovou či wolframovou anodou. Velikost ohniska se pohybuje v rozmezí

0,1 – 0,3 mm. Podstatnou částí je molybdenový, rhodiový nebo hliníkový filtr. Slouží k odloučení fotonů vyšších energií než 20 keV nebo 23 keV. Spektrum rentgenového záření je podmíněno napětím (kV), materiálem anody a filtrací svazku. S vyšší hustotou prsu se zvyšuje i napětí. Dříve se snímání provádělo za pomoci kazety s rentgenovým filmem vybaveným zesilující fólií. V současné době se používají mamografické přístroje s přímou digitalizací obrazu. Výsledný snímek je obecně pojmenován jako mamogram či mastogram. (3; 18)

Digitální mamografické přístroje lze rozdělit na dvě skupiny, a to na přímou a nepřímou digitalizaci. U přímé digitalizace je nedílnou součástí digitálního přístroje snímací detektor. U nepřímé digitalizace se jedná o klasický mamograf, u kterého je přítomna speciální fosforová mamografická kazeta a počítačová radiografie (čtečka). Nejpodstatnějším rozdílem mezi těmito dvěma skupinami je čas potřebný k získání obrazu. Časově méně náročná je přímá digitalizace. (5)

#### **4.2.1.2 Tomosyntéza**

Tomosyntéza je inovativní metoda, která je schopna vytvořit 3D zobrazení prsu s vysokým rozlišením. Přístroj se na pohled neliší od mamografického přístroje. Podobná je i síla stlačení prsu v kompresariu. (19) U metody tomosyntézy je, stejně jako u mamografického přístroje, použita rentgenka z wolframu a hliníkový filtr. Nejpodstatnějším rozdílem je princip snímání a následná rekonstrukce obrazu. Ve srovnání se screeningovým mamografickým vyšetřením, které vychází ze čtyř snímků, je tomosyntéza provedena prostřednictvím mnoha snímků z různých úhlů. Z nasbíraných snímků se získají jednotlivé řezy, které jsou poté sumovány v trojrozměrný obraz vnitřní struktury prsu. Standardně jsou snímky prováděny ze dvou výchozích projekcí, s pokynem „nadechnout a nedýchat“. Jedná se o projekci kraniokaudální a mediolaterální. Tyto projekce jsou dále doplněny o další šikmé projekce pod různými úhly. Pro mamografické stereotaktické a intervenční výkony se využívá tzv. Tuned Aperture Computed Tomography zobrazení. Základem pro rekonstrukci výsledného 3D obrazu jsou tzv. referenční body. Referenční body jednotlivých obrazů určují přesný úhel dané projekce. Prostřednictvím analýzy těchto obrazů s nádozem a referenčním bodem dojde k rekonstrukci trojrozměrného obrazu nádoru. (3)

Z tomosyntézy ženy obdrží přibližně dvojnásobně vyšší dávku než z vyšetření klasickým mamografickým přístrojem. (17)

Na vyšetření tomosyntézou jsou předně posílány ženy, které dle Tabárovky klasifikace patří do skupiny IV. nebo V. typu. Pro IV. Tabárův typ je typická glandulární struktura. Mamogram je z velké části zaplněn drobnoložiskovým uspořádáním denzit. Z tohoto mamografického snímku je velmi těžké odlišovat malé ložiskové změny. V. Tabárův typ se vyznačuje vysokou denzitou, která zakrývá velkou plochu mamogramu a splývá s podkožním prostorem. (5)

#### **4.2.1.3 Výpočetní tomografie**

V oboru radiologie má výpočetní tomografie významnou roli. V mamodiagnostice je tato metoda používána spíše jako doplňující vyšetření k lokalizaci metastáz do vrstev hrudní stěny či plic. (5)

Výpočetní tomografie je založena na digitální matematické rekonstrukci obrazu vytvořené ze souboru rentgenových snímků, získaných pod různými úhly. Primární princip spočívá v zeslabování svazku rentgenového záření při průchodu tkáněmi, kde je zčásti absorbováno. Každá tkáň má specifickou absorpční vlastnost, té je přímo úměrná míra zeslabení. (20) Míru absorpce určuje denzita, udávaná v tzv. Hounsfieldových jednotkách. Škála denzity se pohybuje v rozmezí od - 1000 do + 3000. Anatomickým strukturám s nižší absorpční schopností odpovídají záporné hodnoty (vzduch, tuk). V opačném případě, kdy struktury více pohlcují záření, jsou vyznačovány kladnou hodnotou (měkké tkáně, kosti, kontrastní látky). Nulová hodnota připadá vodě. Čím vyšší je hodnota Hounsfieldových jednotek, tím je bod v libovolné obrazové matici světlejší. (15)

Základními prvky výpočetní tomografie jsou ovládací konzole a samotný přístroj – výpočetní tomograf. Skládá se z kruhového gantry, ve kterém je umístěna rentgenka a protilehlá sada detektorů. Součástí je i mobilní vyšetřovací stůl pro pacienta. Vyšetření se začíná pořízením tzv. topogramu. Je to snímek vyšetřované oblasti, na kterém se plánuje rozsah vyšetření. Po naplánování rentgenka s detektory vykonávají rotační pohyb kolem stolu s pacientem, který postupně zajíždí směrem dovnitř i ven. Během rotace detektory registrují kvantum dopadajícího záření, procházejícího skrz anatomické struktury. Dopadající záření je konvertováno na elektrický signál, který je následně zpracován v počítači. Prostřednictvím specifických algoritmů je získán obraz s vysokým rozlišením. K tomuto kroku se využívá filtrovaná zpětná projekce nebo iterativní rekonstrukce. Snímky se mohou zobrazit v různém nastavení okna. Okna se dělí dle denzit tkání, základními okny jsou měkkotkáňové, plicní

a kostní. (16; 15) V současnosti se samotná vyšetření provádí se spirálními a multidetektorovými výpočetními tomografy. (18)

Vyšetření se provádí nativně a po aplikaci kontrastní látky. Kontrastní látka se zavádí v případě, kdy je potřeba odlišit cévy od okolí nebo rozlišit normální a patologicky změněné tkáně. (16)

Speciální metodou je počítačová emisní tomografie ve fúzi s pozitronovou emisní tomografií – PET/CT. Indikací tohoto vyšetření je určení vztahu rozsáhlejšího nádoru k hrudní stěně a hledání nádorů nejasného původu. (13) Podstatou vyšetření je intravenózní aplikace vhodného radiofarmaka, které se více akumuluje v nádorové tkáni. V případě vyšetření prsu je radiofarmakem  $^{18}\text{F}$  – fluorodeoxyglukóza. Modalita PET/CT poskytuje jak anatomickou, tak i funkční metabolickou informaci. (21)

#### **4.2.1.4 Digitální mamografie s kontrastem**

Digitální mamografie s kontrastem je novou metodou vyšetření prsu, schválenou Úřadem pro kontrolu potravin a léčiv v roce 2011. Předností této metody je současné zobrazení anatomických abnormalit a cévního zásobení. Pro vyšetření je nutné podání kontrastní látky na bázi jodu. Výsledkem snímacího procesu jsou dva snímky, a to nízkoenergetický a vysokoenergetický snímek. Tyto snímky jsou následně zpracovány tak, aby bylo dosaženo co největšího potlačení prsní tkáně v pozadí. Díky tomuto obrazovému zpracování je docílena snadnější orientace a prohlížení v oblastech projasnění. Radiační dávka digitální mamografie s kontrastem je přibližně o 20 % vyšší, než je tomu u screeningového mamografického vyšetření. Mamografie s kontrastem funguje jako přídavek k mamografickému přístroji, ale také jako alternativa magnetické rezonance. (22; 17)

#### **4.2.2 Diagnostické zobrazovací metody nevyužívající ionizující záření**

Do této skupiny patří diagnostické přístroje, které k získání informace o anatomických strukturách nevyužívají ionizující záření. Vyšetření je provedeno, aniž by pacient obdržel nežádoucí radiační dávku. V mamodiagnostice se vyskytují tyto zobrazovací techniky: ultrasonografie, magnetická rezonance, zřídka termografie a elektroimpedanční mamograf. (3; 22; 23)

#### 4.2.2.1 Ultrasonografie

Ultrazvuk je mechanické vlnění vyvolané kmitáním částic v prostředí. Ve fyzikálních vlastnostech se neliší od zvuku, není však registrovatelné lidským uchem. Frekvence ultrazvukových vln přesahuje hodnotu 20 kHz. (24) Pro lékařské účely se využívá frekvence v rozmezí 2 – 18 MHz. (18) Zdrojem ultrazvuku v medicíně jsou piezoelektrické ultrazvukové generátory uložené v ultrazvukové sondě (měnič). Sonda je navržena jako vysílač i přijímač ultrazvukových vln zároveň. Úlohou měniče je přeměna elektrického signálu na akustický a naopak. (20)

Ultrasonografický přístroj se skládá z monitoru, tiskárny a sondy s měničem. Nezbytným doplňkem je gel, který se používá za účelem vytvoření vodivého prostředí mezi kontaktní plochou sondy a povrchem těla. (15) Sondy se rozlišují na 3 základní typy, a to podle tvaru kontaktní plochy a frekvence. Sondy lineární se vyznačují obdélníkovým obrazem a měniči uspořádanými rovnoběžně v řadě. Konvexní sondy mají tvar kruhové výseče a měniče jsou řazeny v řadě, která je vypouklá. Sektorové sondy jsou typické obrazem široké kruhové výseče. (18)

Ultrasonografické vyšetření je využíváno pro zobrazení měkkotkáňových struktur. Základem je odraz ultrazvukových vln na tkáňovém rozhraní. Tkáně mají různé akustické impedance (propustnost ultrazvukových vln). Nejpriznivějším prostředím pro šíření sonografických vln jsou kapaliny. Naopak pevné látky a plyny je značně tlumí. (20; 16) Při průchodu prostředím se vlnění absorbuje, ohýbá se a odráží od akustických rozhraní. Intenzita odraženého vlnění se nazývá echogenita. Čím výraznější rozhraní je (např. měkká tkáň – kost), tím je větší echogenita a tvoří se akustický stín. Tento jev je nežádoucí, jelikož nedovoluje hodnocení hlouběji položených struktur. (15)

Ultrasonografické obrazy a další informace související se zobrazovanou strukturou se utváří prostřednictvím módů. Nejvíce se využívá dynamický B-mód. Zachycuje 2D obraz vyšetřované oblasti, vzniklý z mnoha vedle sebe umístěných odrazů. Každému jednomu odrazu je přiřazen příslušný stupeň šedi odpovídající intenzitě odrazu. (16) A-mód a M-mód jsou jednorozměrná zobrazení. A-mód zachycuje výchylky odrazů z jednotlivých rozhraní. Výsledkem je křivka, která zachycuje intenzity odrazů v závislosti na času jejich vyslání. M-mód představuje záznam B-módu v čase. (20) Novodobým zobrazením je 3D mód, který je schopen z řady 2D snímků vytvořit 3D obraz. (18)

Speciálními technikami jsou Dopplerovská ultrasonografie a ultrazvuková elastografie. Dopplerovská ultrasonografie se specializuje na měření rychlosti a směr toku

v cévách. Ultrazvuková elastografie využívá tlaku sondy na vyšetřovanou oblast. Tím je schopna zhodnotit tuhost vyšetřované tkáně. (15)

Pod ultrazvukovým obrazem je možno provádět intervence a výkony pro lokalizaci a značení ložiska. (13)

#### **4.2.2.2 Magnetická rezonance**

Principem této zobrazovací metody je jev nukleární magnetické rezonance. Vychází z faktu, že protony v jádrech vykonávají rotační pohyb kolem své osy (mají příslušný spin) a jako elektricky nabitě částice okolo sebe tvoří magnetické pole. Pravidlem pro vznik magnetického pole je atom s lichým protonovým číslem. U atomů se sudým protonovým číslem dochází k párování a vzájemnému vyrušení magnetických polí. Pro magnetickou rezonanci se díky příznivým magnetickým vlastnostem využívá vodík, který má jeden proton. (15)

V případě, kdy je tkáň umístěna do silného zevního magnetického pole, dojde k uspořádání spinů protonů do antiparalelního a paralelního směru. V paralelním směru převládá počet spinů protonů, čímž vznikne výsledný vektor, který je základem fungování magnetické rezonance po fyzikální stránce. Magnetický moment protonů rotuje kolem své osy a zároveň vykonává precesní pohyb. V momentě, kdy je vyslán radiofrekvenční pulz, dochází k vychýlení magnetického momentu a následně k synchronizaci precese protonů; tím je docíleno příčné magnetizace. Série radiofrekvenčních pulzů se označuje jako sekvence. Ukončení pulzu znamená návrat do původního stavu. Čas k tomu potřebný se označuje jako relaxační čas. Při relaxaci se rozlišují dvě časové konstanty – T1 a T2, a díky těmto konstantám se ve výsledku rozlišují T1 a T2 vážené obrazy. Relaxační časy závisí na složení tkáně. (16)

Magnetickou rezonanci lze rozdělit dle typu magnetu na permanentní, elektromagnety a supravodivé. Permanentní typ magnetické rezonance má v sobě zabudovaný silný magnet. Další výše uvedené typy jsou tvořeny statickým magnetickým polem – průchodem elektrického proudu cívkou, které slouží k přenosům radiofrekvenčního signálu. Zatímco permanentní magnet umožňuje indukci magnetického pole pouze pod 0,5 T, supravodivý magnet dokáže navodit velmi silné magnetické pole (1,5 T a více) a tím poskytuje vyšší kvalitu obrazů. Cívky slouží k vysílání radiofrekvenčního signálu a k detekci radiofrekvenčního signálu vyšetřované tkáně. Jsou buď součástí samotného přístroje, nebo jsou konstrukčně přizpůsobeny vyšetřované oblasti těla a přikládány na pacientovo tělo. (15)

Pro vyšetření prsu je nezbytnou součástí speciální mamární cívka. Pro vyšetření obou prsů najednou se používá bilaterální mamární cívka. Optimální síla magnetu je 1,5 T nebo 3 T. V případě potřeby zobrazení patologických lézí se intravenózní cestou aplikuje paramagnetická kontrastní látka (gadolinium). Nativní magnetická rezonance prsu se provádí u silikonových implantátů, za účelem posouzení podezření na rupturu. (13)

Magnetická rezonance je specifická v oblasti bezpečnostních zásad. Jelikož je ve vyšetřovně silné magnetické pole, nesmí se dovnitř vstupovat s feromagnetickými kovy. Kvůli elektrickým či magnetickým implantátům je vyšetření pro určitou skupinu pacientů omezeno. (15)

#### **4.2.2.3 Termografie**

Termografie je neinvazivní bezkontaktní metoda založená na analýze a grafickém znázornění teploty na povrchu kůže. Teplota se mění vlivem patologických dějů, například kvůli zánětlivému procesu či nádoru, a projeví se i na povrchu těla. (25)

Termografické zařízení se skládá z infračervené kamery a počítače. Výstupní snímek zachycený pomocí infračervené kamery se označuje jako termogram. Termogram je rozlišován na neradiometrický a radiometrický. Neradiometrický snímek pouze mapuje vyšetřovanou oblast, pomocí celé škály barev a stupňů šedi. Radiometrický termogram je schopen měřit teplotu bod po bodu a přizpůsobit základní parametry. Dle biofyzikálních principů se termografie dělí na bezkontaktní a kontaktní. Základem bezkontaktní termografie je fakt, že objekt přesahující absolutní nulu (tedy 0 K) uvolňuje do okolního prostředí elektromagnetické záření, jehož vlastnosti mají určitou spojitost s teplotou povrchu. Kontaktní termografie je založena na využití organických látek – kapalných tekutých krystalů. (26)

#### **4.2.2.4 MEIK mamografie**

Principem tzv. elektroimpedančního mamografického vyšetření je měření elektrické vodivosti buněk. Elektrická vodivost nádorových buněk je vyšší než vodivost zdravých tkání, a z tohoto faktu MEIK vychází. Tato metoda je založena na elektroimpedanční tomografii. Elektroimpedanční mamograf je schopen rekonstrukce 3D odlišení elektrické vodivosti, a tím získat kvalitnější a podrobnější snímky. Vyšetření se realizuje pomocí měřicí sondy a počítače. V sondě je zabudováno množství elektrod, které vysílají do těla pacienta elektrický proud 0,5 mA o frekvenci 50 kHz. Pomocí sondy jsou snímány elektrické potenciály

na povrchu pacienta. Prostřednictvím matematických algoritmů se provádí rekonstrukce na požadovaný obraz. (23)

Dle zkušeností předních odborníků pro mamární diagnostiku: „*Mamograf MEIK není schopen zjistit zhoubný nádor v počátečním stádiu s vyšší spolehlivostí, není určen pro prevenci rakoviny prsu a mamografii a ultrazvuk v žádném případě nenahradí.*“ (27)

#### **4.2.2.5 Elastografie**

Neinvazivní metoda, pomocí které se zjišťuje elasticita biologických tkání. Každá tkáň má odlišnou elasticitu a změny této vlastnosti mohou značit abnormalitu. Elasticitu neboli tuhost tkání určuje tzv. Youngův modul pružnosti udávaný v jednotkách kPa. Maligní ložiska se vyznačují větší tuhostí. Určení elasticity je provedeno prostřednictvím sondy, kterou je silově působeno na zobrazovanou tkáň. Vyhodnocen je poměr mezi deformačním napětím a deformací tělesa. Vyšetření je provedeno ve třech po sobě jdoucích krocích: vysílání nízkofrekvenčních vibrací pro docílení pnutí v dané tkáni, zobrazení vyšetřované tkáně a zaznamenání jejího pnutí a odvození parametrů pro elasticitu tkáně. Elastografie se dle provedení dělí na tři techniky – statická, dynamická a elastografie založená na příčných vlnách. (28)

### **4.3 Intervenční výkony**

Pro přesné určení diagnózy se kromě zobrazovacích metod provádějí i intervenční výkony, které jsou již v mamologii standardem. Dle European Society of Mastology by mělo být předoperačně biopsicky vyšetřeno 80% až 100% zhoubných lézí v prsu. Díky histologickým rozborům se snižuje procento falešně negativních a falešně pozitivních nálezů. Významně je omezen také počet otevřených biopsií a někdy zbytečných chirurgických výkonů. Znalost etiologie ložiska je též důležitá pro individuální plánování léčby pro každou pacientku. Cílený odběr tkáně je nejpoužívanějším intervenčním výkonem biopsie a zařadil se tak do evropského diagnostického standardu. (5)

Intervenční diagnostické metody jsou běžně prováděny pod kontrolou mamografického přístroje spojeného se stereotaktickým zaměřovačem nebo jsou zaměřovány ultrasonograficky. Ultrasonografické zaměření umožňuje intervenční výkon z tzv. „volné ruky“. Léze, které nejsou detekovatelné předchozími způsoby, lze zaměřit pomocí MR navigace, nicméně její dostupnost v České republice je omezená. (29)



### 4.3.1 Aspirační cytologie

Intervenční diagnostická metoda, využívá k aspiraci buněk tenkou jehlu. Aspirační cytologie je první metodou, která si vybudovala své místo ve stereotakticky řízených punkcích. Tento způsob cytologie byl vždy indikován při podezření na zhoubnou lézi prsu, kterou detekovala mamografie či ultrasonografie. Dnešní názory ohledně indikace stereotaktické aspirační cytologie se liší. První skupina autorů je zastáncem toho názoru, že je aspirační cytologie stále první volbou pro biopsii mamárních lézí. Ve druhé skupině jsou stoupci novějších technologií – tkáňových biopsií. (29)

Pro techniku aspirační cytologie je důležité speciální vybavení. Základními prostředky pro odběr jsou aspirační pistole a speciální aspirační jehly se zabroušenými okraji či standardní jehly velikosti 20 – 18 G. Důraz je kladen na především na techniku odběru a provedení nátěru, aby byl nátěr správně vyhodnocen a vyšetření nebylo bezúčelné. Jehla umístěná v ložisku se nejméně 20 vteřin pohybuje směry vpřed, vzad, ale i do stran. Během této fáze je důležitý podtlak vytvořený ve stříkačce o objemu 20 ml. Pro jednodušší manipulaci jehly v ložisku je možné napojit jehlu na hadičku. Aspirovaný materiál je zpracován nátěrem na sklíčka. Je-li aspirována tekutina, je umístěna do zkumavky. (29; 30)

Prostřednictvím cytologického vyšetření je možné diagnostikovat malignitu, nicméně nelze určit expresi steroidních hormonů, grade a jiné fenotypické charakteristiky nádoru. (13) Aspirační cytologie skýtá více nevýhod, například tzv. „šedou zónu“ výsledků, kde se překrývají cytologické vlastnosti některých proliferujících benigních lézí a prekanceróz s vlastnostmi malignit. Tato negativa jsou důvodem k širšímu využití punkčních biopsií. Odebraný materiál prostřednictvím punkční biopsie je možno zpracovat histologicky. (3)

### 4.3.2 Core-cut biopsie

Metoda core-cut biopsie je zlatým standardem v diagnostice u mamárních ložiskových lézí. Tato technika je schopna získat přesnou histologickou diagnózu a posoudit invazivitu nádoru, snižuje také počet operací a umožňuje korektní naplánování léčby karcinomu prsu. (3) Indikována je v případě, kdy má ložisko známku alespoň jedné malignity nebo naopak nemá všechny známky benigní. Dalším důvodem k indikaci je ložisko s maligními vlastnostmi před začátkem léčby. (29)

Principem core-cut biopsie je odběr válečku tkáně s neporušenou stavbou pomocí speciální biopické jehly. Jehla je nasazena na mechanické nastřelovací jednotce s pružinou.

Odebráno je určité množství vzorků, závislé na charakteru léze. Standardně jsou odebrány 3 – 4 vzorky, pokud jde o jednoznačné ložisko. V případě detekce nejasné a větší oblasti je zvolen vějířovitý odběr pěti až deseti (i více) vzorků z celé oblasti. Vzorky jsou dle okénka jehly nastavovány na 15 nebo 22 mm na délku a 2 mm na šířku. (13)

Core-cut biopsie je navigována téměř vždy ultrasonograficky. V případech mamograficky sledovatelných ložisek je dáována přednost stereotaktické vakuové biopsii. Ultrasonografická navigace umožňuje provedení biopsie „free hand“ technikou, tedy z „volné ruky“. (30) V ultrasonografickém zaměřování léze je možné se řídit dle tzv. vzduchových stop, zanechaných po odběru ve tkáni. (29)

Bioptické core-cut jehly se pohybují ve velikostech od 18 do 12 G, nejpoužívanější je jehla velikosti 14 G. S oblibou jsou používány jehly s trokarovým hrotem, které snáze vnikají do prsní žlázy a jsou schopny získat velice dobrý vzorek z fibrózní tkáně. (30) Nezbytným předpokladem pro správné provedení biopsie je přesné zacílení místa odběru. Po zacílení je aplikováno lokální anestetikum. (29) Core-cut jehly jsou do prsu zaváděny prostřednictvím speciálního automatického děla, které je schopno načasovat dva kroky procesu a řídit sílu průniku punkční jehly. Hloubku průniku je možno předem nastavit. Další pomůckou je koaxiální kanyla, která sestává ze dvou částí. Část vnitřní je zakončena ostrým hrotem a po zavedení kanyly je vytažena. Vnější část kanyly zůstává v prsu a plní funkci koaxiálního vodiče pro opakované zavádění punkční jehly. Nejprve je do prsu zavedena koaxiální kanyla, jejíž poloha je ověřena stereosnímky. Po vyndání vnitřní části kanyly je na její místo zavedena core-cut jehla, která je do léze nastřelena pomocí bioptického děla. Její poloha se též ověřuje stereosnímky. (3)

### **4.3.3 Vakuová biopsie – mammotomie**

Metoda bioptického odběru za asistence vakua je prostředkem pro upřesnění histologických nálezů z lézí prsní žlázy. Účelem vakuové biopsie je odebrání většího množství tkáně z prsní léze. (30) Indikacemi pro tento druh biopsie jsou suspektně maligní mikrokalifikace a nejasné léze, jejichž etiologii není možné prokázat šetrnější intervenční metodou. (29)

Technika odběru vakuové biopsie je založena na využití podtlaku, díky kterému je tkáň nasáta do odběrového výřezu jehly, kde je pomocí rotujícího nože odříznuta a dále pod tlakem transportována až do místa, kde je vyjmuta pinzetou. (29) Bioptické jehly pro odběr tkáně se pohybují ve velikostech od 11 G do 7 G, běžně se však využívají jehly

8 G a 7 G. Výhodou mammotomie je stacionární poloha jehly v základní pozici. Lze tak odebrat libovolné množství vzorků, aniž by jehla musela být vytažena z místa výkonu. Metoda vakuové biopsie dovoluje získat množství tkáně o hmotnosti 100 – 400 mg. (30; 13)

Mammotomie se vykonává pod stereotaktickou kontrolou nebo tzv. „free hand“ metodou kontrolovanou ultrasonograficky. Méně využívanou navigační metodou je magnetická rezonance. (30) V České republice je 24 center, která disponují vakuovou biopsií pod ultrazvukovou nebo stereotaktickou kontrolou. Vakuová biopsie navigovaná magnetickou rezonancí se provádí na Radiodiagnostické klinice Nemocnice Na Bulovce. (31)

#### **4.3.4 Intaktní vakuová biopsie**

Tato metoda biopsie využívá k odběru tkáně z prsu vysokofrekvenční elektrochirurgické zařízení za vakuové podpory. Princip a technika intaktní vakuové biopsie jsou odlišné od klasické vakuové biopsie. Biopstický systém zahrnuje řídicí jednotku s vysokofrekvenčním zdrojem energie, zdroj vakua, biopstickou rukojeť (do ní je vkládána biopstická jehla) a elektrodu, jejímž úkolem je uzavření elektrického obvodu mezi jehlou a řídicí jednotkou. (30)

Před samotným biopstickým zákrokem je na kůži pacientky přilepena elektroda v kontralaterálním směru k místu biopsie. Pacientce je podáno lokální anestetikum (25 ml 0,5 % Marcainu). Intaktní vakuová biopsie se provádí za stereotaktické nebo ultrasonografické kontroly. Zaměření musí být přesné z důvodu nemožnosti provést korekci polohy jehly během výkonu. Správně zaměřená léze je následně pomocí jehly odebrána do drátěného košíčku, který se postupně vysouvá z jehly. Po dokončení výkonu je vzorek tkáně z košíčku odebrán a je pořízen jeho snímek. Místo odběru je označeno klipem. Odběr prostřednictvím intaktní vakuové biopsie nemohou podstoupit pacientky s kardiostimulátorem, dále se neprovádí u kojících žen a u žen s prsními implantáty. (30)

#### **4.4 Předoperační lokalizační techniky**

Pro úspěšnou chirurgickou resekci nehmátné i hmatné léze je nezbytné přesné vymezení operačního pole. Žádná z lokalizačních technik se svou prospěšností neřadí nad ostatní, proto je při výběru techniky nutné zvážit její výhody a nevýhody. Důležitá je i zkušenost radiodiagnostika a chirurga. (13)

#### **4.4.1 Značení Frankovou jehlou**

Značení pomocí Frankovy jehly se častěji provádí pomocí stereotaktického zaměření mamografického přístroje, ale je možné i provedení z volné ruky ultrasonografickou kontrolou a zřídka pod magnetickou rezonancí. Metoda je prováděna prostřednictvím jehly, jejíž naváděcí část je vytažena a v ložisku zůstává protisměrné zakončení lokalizačního drátku. Značení pomocí lokalizačního drátku se uplatňuje u mikrokalcifikací, má však dva nedostatky – vyznačen je pouze jeden bod ložiska a je žádoucí co možná nejkratší čas mezi značením a operačním zákrokem. (29)

#### **4.4.2 Lokalizační klipy**

Klipy se používají za účelem lokalizace nádoru před neoadjuvantní léčbou. Označuje se poloha, případně i rozsah nádoru, kdyby regredoval. Klipy by měly být aplikovány alespoň ke dvěma, v lepším případě ke čtyřem okrajům nádoru. K ověření polohy klipů vzhledem k resekátu se používá rentgenové vyšetření resekátu, které je uskutečňováno prostřednictvím běžného mamografického přístroje. (13)

V předoperačním označování nehmavných lézí se vyskytují také mikroklipy, které jsou aplikovány pomocí vakuové biopsie či core-cut biopsie. Účel mikroklipů není chirurgický, pouze identifikují místo biopsie. (13)

#### **4.4.3 Lokalizační drátky**

Prostřednictvím lokalizačních drátků se značí nehmavná ložiska v prsu před chirurgickým výkonem. Drátky se zavádí pod stereotaktickou kontrolou mamografickým přístrojem, ale i pod ultrasonografickou kontrolou. K zaměření cílového ložiska jsou zapotřebí dvě projekce. Po lokalizaci je za pomoci duté jehly do ložiska zaveden tenký kovový drátek. Jehla je vytažena a drátek zůstává ukotven v ložisku. Po zavedení je nutné drátek zafixovat, aby nezměnil svou polohu. Poloha drátku po zavedení se opět kontroluje rentgenovými snímky. (13)

#### **4.4.4 Značení pigmentem**

Technika značení pigmentem je založena na zcela odlišném principu, než ostatní předoperační lokalizační techniky. Do zdravé tkáně přilehlé lézi je aplikován pigment a tím je přímo vymezeno operační pole. Bolus pigmentu setrvává na svém místě i po delším

časovém intervalu. Je možné aplikovat bolus do více bodů. Důležitou součástí v postupu je správné určení velikosti ložiska a stanovení okraje bezpečnosti. Kontrola probíhá skrze mamografický a ultrasonografický obraz. (29)

Značící pigment je ve formě 4% roztoku carbo adsorbens. Běžně je aplikován do dvou protilehlých bodů, ve výjimečných případech (u nepravidelných ložisek) do čtyř bodů. (5)

#### **4.4.5 Zakreslení na kůži**

Principem této prosté metody je zakreslení křížku na kůži v místě ložiska. Kromě středu ložiska se mohou značit i jeho okraje. Značení je navigováno ultrasonograficky. Zaznamenávají jsou dvě hodnoty – vzdálenost horního okraje ložiska od kůže a vzdálenost dolního okraje od bazální fascie prsu. (13)

## 5 Praktická část

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na porovnávání vybraných diagnostických zobrazovaných metod v mamologii. V rámci praktické části bakalářské práce jsou porovnávány vybrané mamologické zobrazovací metody, nicméně je zde zařazena i metoda netypická pro vyšetření prsu, která slouží pouze jako doplňující vyšetření. Ve výběru porovnání jsou tyto diagnostické zobrazovací metody:

- mamografické vyšetření;
- ultrasonografické vyšetření;
- magnetická rezonance;
- výpočetní tomografie.

Vybrané zobrazovací metody jsou srovnávány v následujících oblastech: věk pacientky, časová náročnost vyšetření, cena samotného vyšetření a cena přístroje, dále je zde zmíněna radiační zátěž při vyšetření a v neposlední řadě je zde popsán komfort při daném vyšetření. U každé diagnostické zobrazovací metody je uvedena úloha radiologického asistenta, ať už se jedná o samotné vyšetření, či asistenci při intervenčních výkonech nebo předoperačních lokalizačních technikách.

Následně jsou v praktické části bakalářské práce uvedeny slabé a silné stránky u vybraných diagnostických zobrazovacích metod v mamologii. Dále je použita SWOT analýza pro jednotlivé diagnostické zobrazovací metody využívající ionizující záření i pro diagnostické zobrazovací metody, které nevyužívají ionizující záření. SWOT analýza je technikou analýzy velmi užitečnou, pohotovou a snadno využitelnou. Slouží k určení významných charakteristik, které jsou důležité při tvorbě jak podnikové taktiky, tak i strategie. (32; 33) Základním principem SWOT analýzy je identifikace slabých a silných stránek, které pocházejí přímo z dané diagnostické metody v mamologii, a příležitostí a hrozeb, které působí zvnějšku. Cílem SWOT analýzy není v žádném případě zpracování seznamu potenciálních příležitostí a hrozeb, dále silných a slabých stránek, ale především idea hluboce strukturované analýzy poskytující užitečné poznatky. (33; 34; 35)

## 5.1 Vybrané diagnostické zobrazovací metody v mamologii

### 5.1.1 Mamografické vyšetření

Mamografické vyšetření je světově uznávanou metodou vyšetření prsu, která je považována za základní a prioritní. V současné době tato metoda plní především funkci preventivní, a to při vyhledávání karcinomu prsu. Od roku 2002 je v České republice zařazena mezi screeningová vyšetření, která jsou hrazena z veřejného zdravotního pojištění. Cílem screeningu karcinomu prsu je včasný záchyt malignit prsu prostřednictvím mamografie a dalších doplňujících metod. Vyšetření podstupují ženy, které nejeví přímé známky zhoubného onemocnění prsu. (29; 36)

Kromě prevence plní mamografie také funkci diagnostickou. K tomuto typu vyšetření jsou odesílány ženy s příznaky zhoubného onemocnění prsu, dále ženy s nejasným nálezem z ultrasonografického vyšetření a v poslední řadě ženy se zvýšeným rizikem vzniku karcinomu prsu. Do poslední zmiňované skupiny se řadí tato rizika: genetická predispozice (mutace genu BRCA 1, 2), první porod po 32. roce, radiační zásahy v oblasti hrudní, časná menarche a pozdní začátek menopauzy. Diagnostické vyšetření prsu má za úkol objasnit podstatu příznaků a potvrdit nebo naopak vyloučit maligní novotvar. (36; 37)

#### 5.1.1.1 Věk pacientek

Každá země má věkové limity screeningového vyšetření prsu nastaveny jinak. Co se týče preventivního screeningového vyšetření v České republice, jsou zde oslovovány zvacím dopisem ženy od 45. roku života, které chodí nepravidelně na mamografické vyšetření. Screeningové vyšetření prsu se absolvuje v pravidelném dvouletém intervalu. Zpočátku byl screeningový program nastaven pro skupinu žen od 45 do 69 let, avšak v roce 2010 došlo ke změně. Horní věková hranice byla zrušena a český screeningový program pro vyšetření prsu se tak stal dostupný pro nejširší věkové rozmezí žen v Evropě. (29; 5)

V případě diagnostického přínosu je mamografické vyšetření vhodné v kterémkoliv věku, a to v případě, kdy má lékař podezření na nádorové onemocnění. Výjimku tvoří skupina žen do přibližně 25 let věku, jejichž hutná prsní tkáň ve výsledku zastiňuje méně zřetelné patologické změny. Pro tyto případy je lepší volbou ultrasonografické vyšetření. Od 25. roku života stoupá výtěžnost mamografie z důvodu ukončení vývoje žlázy a postupné tukové redukce. (29)

#### **5.1.1.2 Časová náročnost vyšetření**

Vyšetření prsu prostřednictvím mamografie není časově příliš náročné. Nejdélší částí vyšetření je správné napolohování prsu ženy do kompresního zařízení, dle příslušné projekce. Vyšetření se prodlouží v případě, kdy se doplňují přídatné snímky. Velkou roli při nastavení ženy hraje erudice a zkušenosti radiologické asistentky, ale také spolupráce ženy. Vlastní vyšetření je provedeno během několika vteřin. Průměrný celkový čas vyšetření se pohybuje okolo pěti až deseti minut.

#### **5.1.1.3 Cena vyšetření a cena přístroje**

Dle poskytnutých údajů se cena mamografického přístroje pohybuje v rozmezí 3 – 5 milionů Kč. Co se týče samotného mamografického vyšetření, se cena pohybuje kolem 800 Kč. V případě, kdy si žena chce mamografické vyšetření uhradit sama jako samoplátkyně, se cena za mamografické vyšetření pohybuje v rozmezí od 700 do 1 500 Kč.

#### **5.1.1.4 Radiační zátěž**

Pro screeningové mamografické vyšetření se udává hodnota efektivní dávky 0,1 mSv, což je dávka kterou člověk obdrží z přírodního pozadí asi za 15 dní. (38) Efektivní dávky jsou optimalizovány na velmi nízkou, přijatelnou hranici, nicméně vyšetření nemůže být opakováno tak často jako diagnostické zobrazovací metody, které nevyužívají ionizující záření.

V následující tabulce č. 1 jsou uvedeny glandulární dávky v jednotlivých tloušťkách komprimovaného prsu. Tyto hodnoty jsou získány jednak z místních diagnostických referenčních úrovní pracoviště, kde byla absolvována praxe a třetí a čtvrtý sloupec obsahuje hodnoty získané z European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. (39)



**Tabulka č. 1: Glandulární dávky při screeningovém mamografickém vyšetření (upraveno dle MDRÚ) (39)**

<b>Tloušťka prsu mm</b>	<b>MDRÚ D<sub>G</sub> mGy</b>	<b>Doporučení D<sub>G</sub> mGy</b>	<b>Požadavek D<sub>G</sub> mGy</b>
<b>21</b>	0,94	< 0,6	< 1,0
<b>32</b>	1,10	< 1,0	< 1,5
<b>43 - 47</b>	1,36	< 1,6	< 2,0
<b>51 - 55</b>	1,81	< 2,0	< 2,5
<b>58 - 62</b>	1,88	< 2,4	< 3,0
<b>73 - 77</b>	2,46	< 3,6	< 4,5
<b>85 - 95</b>	-	< 5,1	< 6,5

#### **5.1.1.5 Komfort vyšetření**

Při mamografickém vyšetření zaujímá žena polohu vestoje. Pokud je však žena imobilní nebo vyšetření neustojí, existují i jiné alternativy polohy při vyšetření (např. vsedě, některá pracoviště provádějí i mamografické vyšetření vleže). Jelikož vyšetření je časově nenáročné, většina žen nemá problém ho ustát. Komplikace se mohou objevit například u starších žen, které mají problémy s rovnováhou či u žen s poruchou mobility.

Největší nepohodlí při vyšetření představuje prs stlačený v kompresním zařízení. Jelikož prs musí být stlačen optimální silou 120 N, může být u žen s citlivějšími prsy komprese nepříjemná, či dokonce bolestivá. Cílené snímky se zvětšením též představují větší diskomfort, a to kvůli menší ploše kompresaria. Vyšetření je vhodné absolvovat v první polovině menstruačního cyklu, kdy nejsou prsy tolik citlivé, a vyhnout se tak bolestivým pocitům.

Komfort pacientky může ovlivnit i radiologická asistentka zacházením a rychlostí manipulace s prsy.

#### **5.1.1.6 Úloha radiologické asistentky při mamografickém vyšetření**

Při mamografickém vyšetření hraje radiologická asistentka velmi významnou úlohu. Někdy je to pouze ona, kdo komunikuje s vyšetřovanou ženou, a proto je velmi důležité s ženou navázat dobrou spolupráci. Pouze tak žena poskytne radiologické asistentce potřebné informace (např. zda si nahmatala bulku, či zda má výtok z prsu, nebo zda pozoruje

jiné změny na prsu). Samotné mamografické vyšetření není pro ženy příjemným vyšetřením ať již z toho důvodu, že jsou odhaleny, nebo z důvodu, že je vyšetření pro některé ženy bolestivé.

Před samotným vyšetřením radiologická asistentka pozve ženu do kabinky, kde ji požádá, aby si odložila oděv z horní poloviny těla. Následně radiologická asistentka vysvětlí ženě průběh celého vyšetření, je jí vysvětlen i důvod potřebné komprese. Samotné mamografické vyšetření se provádí ve dvou základních projekcích, a to kraniokaudální a šikmé mediolaterální. Někdy je nutné dodělat např. snímek bočný, snímek cílený či snímek zvětšený. Mamografické vyšetření se provádí ve většině případů v režimu poloautomatiky (AEC), výjimku tvoří velmi malá prsa a ženy, které mají prsní implantáty. Tyto výjimky se snímají v manuálním režimu (MAN). Po skončení vyšetření radiologická asistentka vysvětlí ženě, kde a kdy se dozví výsledky z mamografického vyšetření.

#### ***5.1.1.7 Úloha radiologické asistentky při intervenčních výkonech***

Intervenční výkon pod mamografickým přístrojem se nazývá stereotaxe. Tento intervenční výkon se provádí nejčastěji při mikrokalcifikacích, nebo při nejasném výsledku z core-cut biopsie. Úloha radiologické asistentky při stereotaktickém vyšetření je nezbytná a velmi důležitá.

Před samotným intervenčním výkonem je radiologickou asistentkou připraven sterilní stolek (krytí, tampóny, emitní miska, kopíčko, fyziologický roztok, Supracain 4%, Petriho miska na získané vzorky, stříkačka, jehla, dezinfekce) a dále je připraven sterilní set k vlastnímu stereotaktickému vyšetření (stereotaktická jehla a stereotaktické zařízení), který je napojený na fyziologický roztok.

Radiologická asistentka před stereotaktickým výkonem provede kalibraci mamografického přístroje. Je nutné k mamografickému přístroji zapnout i stereo počítač, na kterém jsou zobrazeny cílové snímky, nejčastěji s mikrokalcifikacemi. Tento stereo počítač slouží především mamodiagnostikovi a je zapnut pouze při stereotaktickém vyšetření. Nejdříve radiologická asistentka z mamografického přístroje odstraní kompresní desku a obličejový štít. Následně se na mamografický přístroj nasadí mamotom a kompresní deska s otvorem. Dále je na madlo mamografického přístroje nasazeno lokalizační zařízení, kam jsou zaslány polohy, kde se nachází mikrokalcifikace, které jsou odebrány. Vlastní kalibrace je prováděna bez přítomnosti ženy za pomoci fantomu ve tvaru prsu,

který je v kompresi. Do nástavce, který je na mamotomu, se vkládá kalibrační jehla, na jejímž konci je kulička, která radiologické asistence určí polohu fiktivní mikrokalciфикации. Na pracovní stanici mamografického přístroje je radiologickou asistentkou vybrán protokol „stereo“. Poté se radiologická asistentka vrátí k mamografickému přístroji, kde si do lokalizačního zařízení nastaví tři polohy X, Y, Z, a kalibrační jehla je zavedena do cílové polohy. Následně je provedena vlastní expozice v kраниокаудální projekci a dvě šikmé projekce v 15°, poté jsou tyto snímky zaslány do stereo počítače. Radiologická asistentka si ze stereo počítače vybere dva šikmé snímky, na kterých si najde fiktivní mikrokalciфикации, které určují polohu kalibrační jehly. Tyto údaje jsou odeslány do lokalizačního zařízení a je možné provést samotné stereotaktické vyšetření.

Stereotaktické vyšetření je prováděno vsedě na polohovacím křesle a žena je po celou dobu stereotaktického vyšetření v kompresi. Radiologická asistentka nastaví polohu ženy a vyšetřovaného prsu na mamotom. Poté je provedena komprese cca 70 N a následuje první expozice. Tento první snímek je nazýván scout, zde by měly být zachyceny mikrokalciфикации, které budou odebrány. Poté jsou provedeny dva šikmé snímky jako při kalibraci. Všechny tyto snímky jsou zaslány na stereo počítač, kde si mamodiagnostik vybere oblast zájmu, která je odeslána do lokalizačního zařízení. Radiologická asistentka připraví bioptické dělo a stereotaktickou jehlu. Dělo je připevněno na mamotom, následně je do děla zavedena stereotaktická jehla, která je zapojena na vakuový systém. Takto připravené dělo se zavede do startovací polohy. Před vlastním odběrem je proveden kontrolní snímek, zda je jehla ve správné poloze vzhledem k mikrokalciifikacím. Po odsouhlasení mamodiagnostikem je proveden vlastní odběr mikrokalciifikací. Odebrané vzorky jsou vloženy do Petriho misky a pod mamografickou kontrolou se provede ověření, zda jsou ve vzorcích přítomny mikrokalciifikationen. Poté je do místa odběru aplikován titanový klip pro případné chirurgické řešení či pro sledování těchto mikrokalciifikationen. Až po sledu těchto událostí je žena odkomprimována a je ošetřeno místo odběru.

### **5.1.2 Ultrasonografické vyšetření**

Ultrasonografické vyšetření bylo pro mamární diagnostiku zpočátku zavrhováno, avšak díky svému technologickému rozvoji si zde vydobylo své nezastupitelné místo. V posledních patnácti letech se ultrasonografie významně podílela při diagnostice onemocnění prsní žlázy. Rychlý vývoj odstartovala lineární sonda o kmitočtu 7,5 MHz, díky které se zvýšila diagnostická přesnost při zobrazování měkkých tkání. Mamodiagnostika

však pokročila a v dnešní době jsou při zobrazení prsní žlázy využívány sondy o kmitočtu 15 MHz a výše. Čím vyšší je kmitočet sondy, tím detailnější je zobrazení tkáně a podezřelých nehomogenit. (5)

V současnosti se ultrasonografie považuje za celosvětově uznávanou komplementární zobrazovací metodu při vyšetření prsní žlázy. Co se týče screeningu, ultrasonografie slouží jako sekundární vyšetření. Indikuje se v případě, má-li pacientka vysokou densitu prsní žlázy, a mamografie tudíž vykazuje nízkou senzitivitu. Ultrasonografie je vhodná pro diagnostiku cyst a k vyšetření operovaného prsu včetně spádových uzlin. Naopak není schopna zobrazit mikrokalifikace, které mohou být příznakem karcinomu in situ, a z tohoto důvodu se nemůže řadit na první místo ve screeningu karcinomu prsu. (5; 18)

#### **5.1.2.1 Věk pacientek**

Ultrasonografické vyšetření je diagnostická zobrazovací metoda, která nevyužívá ionizující záření, proto je metodou první volby u žen do 40 let. Ženy starší 40 let jsou tomuto vyšetření podrobovány teprve na základě mamografického vyšetření prsu, a to v případě nejednoznačné léze zachycené mamografickým vyšetřením. (18) Ultrasonografické vyšetření je prováděno i ženám, které absolvují jednou za dva roky screeningové mamografické vyšetření v meziobdobí za přímou úhradu. Znamená to, že po roce ženy navštíví akreditované screeningové mamografické pracoviště, kde absolvovaly mamografické vyšetření, a nechají si udělat ultrasonografické vyšetření. Dále se ultrasonografické vyšetření provádí pacientkám, které jsou léčeny pro karcinom prsu.

#### **5.1.2.2 Časová náročnost vyšetření**

Ultrasonografické vyšetření není nijak časově omezeno. Záleží především na dovednostech mamodiagnostika a přehlednosti vyšetřované prsní tkáně. Řádově je toto vyšetření provedeno během několika minut.

#### **5.1.2.3 Cena vyšetření a cena přístroje**

Dle poskytnutých údajů se cena ultrasonografického přístroje pohybuje v rozmezí 2 – 4 milionů Kč. Co se týče samotného ultrasonografického vyšetření, se cena pohybuje kolem 400 Kč. V případě, kdy si žena chce ultrasonografické vyšetření uhradit sama jako samoplátkyně, se cena za ultrasonografické vyšetření se pohybuje v rozmezí od 400 do 1 000 Kč.

#### **5.1.2.4 *Radiační zátěž***

Výhodou ultrasonografického vyšetření je absence ionizujícího záření. Radiační zátěž z ultrasonografického vyšetření je nulová, jelikož funguje na základě mechanického vlnění vyvolaného kmitáním částic v prostředí. (24)

Díky absenci ionizujícího záření mohou být k vyšetření indikovány těhotné a kojící ženy. Z tohoto důvodu je také ultrasonografie indikována mladým ženám. Výhodou je i reprodukovatelnost vyšetření, vycházející z absence ionizujícího záření. (18)

#### **5.1.2.5 *Komfort vyšetření***

Při ultrasonografickém vyšetření je poloha ženy vleže na zádech na vyšetřovacím stole. Horní končetiny jsou položeny za hlavou. V případě, že si mamodiagnostik při vyšetřování prsu není v určité lokalitě jistý, je možno polohovat ženu, horní končetinu na vyšetřované straně, či samotný prs tak, aby bylo docíleno získání potřebné informace. Při necílené ultrasonografii by měla být sonda kolmo k povrchu kůže a neměl by se na ni vyvíjet příliš velký tlak. Cílená ultrasonografie v některých případech naopak využívá kompresi sondy a je kombinována i s pohmatem. To může být pro ženy s citlivými prsy nepříjemné až bolestivé, a to zejména v okolí mamily. (29)

Poloha při ultrasonografickém vyšetření je komfortní. Záleží i na času vyšetření, ten je však poměrně krátký, tudíž ženy nemají problémy setrvat v určité poloze. Jedinou nevýhodou v komfortu vyšetření jsou bolesti způsobené tlakem sondy. Jelikož je vyšetření řízeno lékařem, dá se v případech bolesti zvolit pohodlnější poloha nebo vyšetření přerušit.

#### **5.1.2.6 *Úloha radiologické asistentky při ultrasonografickém vyšetření***

Ultrasonografické vyšetření prsů provádí pouze mamodiagnostik. Co se týče radiologické asistentky, v případě nálezu při mamografickém vyšetření je povinna tuto skutečnost oznámit lékaři, aby dané ženě bylo doplněno ultrasonografické vyšetření a následně intervenční výkon. Velké množství akreditovaných screeningových mamografických pracovišť po absolvování mamografického vyšetření ženy odesílá domů s tím, že výsledek z mamografického vyšetření bude zaslán jejich indikujícímu lékaři.

### **5.1.2.7 Úloha radiologické asistentky při intervenčních výkonech**

V případě podezřelého nálezu z mamografického či ultrasonografického vyšetření je dle uvážení mamodiagnostika doplněn odběr podezřelé tkáně. Intervenční výkony pod ultrasonografií je možné provádět z „volné ruky“. Ultrasonografií může být navigována core-cut biopsie, vakuová biopsie, rovněž také intaktní vakuová biopsie a aspirace tenkou jehlou.

Aby byl intervenční výkon proveden co nepřesněji a nejrychleji, je důležitá spolupráce radiologické asistentky s mamodiagnostikem. Úlohou radiologické asistentky je položit ženu na vyšetřovací stůl do polohy na zádech. Poté, co si mamodiagnostik ultrasonograficky zkontroluje ložisko a rozhodne o následné biopsii, radiologická asistentka připraví sterilní stolek s potřebnými nástroji. Součástí sterilního stolku k biopsii jsou rouška, rukavice, dezinfekce, emitní miska, čtverce, krytí, kopíčko, injekční stříkačka, jehla, Mesocain a fyziologický roztok. Dále je připraveno dělo s jehlou pro odběr tkáně a zkumavka s vodným roztokem formaldehydu pro vzorek odebrané tkáně. Po připravení sterilního stolku je fólií obalena ultrazvuková sonda, na kterou je poté nanesen gel. Žena je dotázána na případné alergie a na užívání léků k ředění krve, které kontraindikují intervenční výkon. Samotný odběr provádí lékař a to za asistence radiologické asistentky, která mamodiagnostikovi podává potřebné nástroje a pomůcky a zároveň dbá na jejich sterilitu. Po provedeném odběru radiologická asistentka ošetří místo odběru a opatří ho krytím. V konečné fázi poučí ženu o následné péči (ledování místa odběru, analgetika proti bolestem).

### **5.1.3 Magnetická rezonance**

Vyšetření prsů prostřednictvím magnetické rezonance není považováno za prioritní, ale spíše doplňující vyšetření. Magnetická rezonance má své specifické indikace, ve kterých je však velice přínosná. Indikacemi k vyšetření prsu magnetickou rezonancí jsou:

- identifikace či staging zhoubného onemocnění prsu, a to zejména u lobulárního karcinomu a duktálního karcinomu in situ, u kterých se předpokládá multifokalita či multicentricita léze;
- detekce rezidua či recidivy nádoru;
- screening žen s vysokým rizikem vzniku karcinomu prsu – do této skupiny se řadí především nosičky mutace genu BRCA 1, 2;

- posuzování celistvosti prsních implantátů, popřípadě detekce nádoru v okolí prsního implantátu.

Vyšetření prsů magnetickou rezonancí se doporučuje provádět v centrech, která se specializují v oboru mamodiagnostiky. Důvodem je posuzování výsledků s předchozími vyšetřeními. (18; 40) Vyšetření se provádí s aplikací paramagnetické kontrastní látky, kterou je gadolinium vázané na cheláty Gd-DTPA (množství 0,1 – 0,2 mmol/kg váhy). Jedinou výjimkou, kdy se neaplikuje kontrastní látka, je indikace posuzování celistvosti prsních implantátů. (41)

#### **5.1.3.1 Věk pacientek**

Vyšetření magnetickou rezonancí není věkově omezeno. Záleží na indikaci, ve většině případů však žena na vyšetření dochází již po absolvování ultrasonografického či mamografického vyšetření prsu (případně jejich kombinaci). Zvláštní skupinu tvoří mladé nosičky mutovaného genu BRCA 1, 2. Riziko vzniku karcinomu prsu je celoživotní, avšak v mladém věku je pro dispenzarizaci dávána přednost této zobrazovací metodě, a to kvůli nulové radiační zátěži.

#### **5.1.3.2 Časová náročnost vyšetření**

Vyšetření prsů magnetickou rezonancí je časově velice náročné. Nejdelší fází představuje vlastní snímání spolu s postkontrastní fází. K celkovému času vyšetření se musí přičíst zavedení kanyly, které se provádí před vlastním vyšetřením, a správné napolohování ženy. Čas vyšetření se odvíjí také od velikosti prsů a počtu navolených sekvencí. Důležitou roli hraje také fixace a spolupráce ženy. Pokud se žena při vyšetření hýbe, dochází ke vzniku pohybových artefaktů, které znehodnocují obraz. Některé sekvence je poté nutno opakovat. Celkový čas se u tohoto vyšetření pohybuje okolo 40 minut.

#### **5.1.3.3 Cena vyšetření a cena přístroje**

Dle poskytnutých údajů se cena přístroje na magnetickou rezonanci pohybuje v rozmezí 15 – 30 milionů Kč. Co se týče samotného vyšetření prsu, na magnetické rezonanci se cena pohybuje kolem 10 000 Kč.

#### **5.1.3.4 *Radiační zátěž***

Radiační zátěž z vyšetření magnetickou rezonancí je nulová. Pro zobrazení morfologie vyšetřovaných orgánů využívá magnetických vlastností atomových jader vodíku, nevyužívá tedy ionizující záření. Díky této vlastnosti je metoda vhodná pro mladé ženy do 40 let a dá se často opakovat.

#### **5.1.3.5 *Komfort vyšetření***

Základem úspěšného vyšetření je použití bilaterální mamární cívky. Žena při vyšetření zaujímá polohu vleže na břicho s rukama nataženýma před sebou. Prsy jsou zafixovány do otvorů mamární cívky, aby se co nejvíce eliminovaly pohybové a dýchací artefakty. Podmínkou fixace prsů je jejich umístění do středu otvorů. Prsy musí volně viset a ze strany jsou fixovány kompresními deskami tak, aby ženě nepůsobily bolest. Součástí cívky je polstrovaná podložka. Pro komfortnější průběh vyšetření se volí další pomůcky, např. podložky pod bradu a pod nohy, sluchátka pro eliminaci hlasitých zvuků přístroje, deka.

Diskomfort při tomto vyšetření představuje především dlouhá doba ve fixní, ne příliš pohodlné poloze. Ženy pociťují bolesti v oblasti ramen a krční páteře. Nevýhodou vyšetření jsou hlasité zvuky způsobené pohybem gradientních cívek v gantry, nicméně lze je částečně potlačit sluchátky. Přístroj je nutné chladit, některé ženy tudíž mohou v místnosti pociťovat chlad. Kvůli konstrukci magnetické rezonance mají s vyšetřením problém také ženy trpící klaustrofobií, pro tuto skupinu žen je vyšetření těžké ustát z psychologického hlediska.

#### **5.1.3.6 *Úloha radiologického asistenta při magnetické rezonanci***

Před vlastním vyšetřením je ženě sdělen postup vyšetření a opětovně je dotázána na přítomnost kovových materiálů v těle, kardiostimulátor či jiné kontraindikace. Následně je ženě zavedena kanyla, která později slouží jako přístup pro aplikaci kontrastní látky. Po nastavení výchozí polohy ženy a fixaci prostřednictvím speciální mamární cívky se provede kalibrace. Ta slouží k zaměření vyšetřované oblasti a k nastavení počtu řezů, od kterých se odvíjí počet sekvencí a tím i čas vyšetření. To je plánováno ve dvou rovinách, nejčastěji v rovině axiální a koronární. Nejprve je provedeno snímání v nativní fázi. Po jejich dokončení následuje fáze dynamická – postkontrastní. Dynamická fáze je rozdělena na 5 jednotlivých snímání po cca 40 sekundách (každé z nich nesmí přesáhnout 1 minutu). Snímání dynamické fáze je zahájeno při konci nástřiku kontrastní látky. Dynamická fáze slouží k posouzení syčení kontrastní látky ve tkáni, respektive posuzuje se rychlost a intenzita



signálu. Z těchto parametrů je sestrojena křivka zvyšování intenzity signálu v čase. Na základě toho lze určit povahu léze. Maligní léze se sytí rychleji, nejpozději do 3. minuty, a intenzita signálu je v porovnání s nativním vyšetřením o 150 % vyšší. Benigní léze se sytí postupně.

Během vyšetření je nutné ženu sledovat ať už z důvodu případných pohybů komplikujících vyšetření, ale především z důvodu možnosti nástupu alergické reakce na kontrastní látku.

#### ***5.1.3.7 Úloha radiologického asistenta při intervenčních výkonech***

K bioptickému vyšetření pod magnetickou rezonancí je potřeba samostatný bioptický MR set, jehož součástí je jednokanálová bioptická loop cívka a speciální nástavec. Ten je umístěn na vyšetřovacím stole a jeho prostřednictvím lze komprimovat vyšetřovaný prs. Součástí bioptického setu je také zaměřovací zařízení, připevněné na boku vyšetřovacího stolu, které slouží k navigaci jehly. Tu je možno naklánět v obou směrech roviny stolu o 0 – 30°. (42)

Před samotným vyšetřením je ženě vysvětlen postup tohoto vyšetření a zavedena kanyla pro pozdější aplikaci kontrastní látky. Jelikož vyšetření může být pro některé ženy traumatizující, je vhodné s ženou mluvit i během vyšetření – popisovat jednotlivé kroky vyšetření a zároveň jí být i psychickou oporou.

Radiologická asistentka ženu umístí do polohy vleže na břicho tak, aby byl ženě zajištěn co možná nejvyšší komfort. Vyšetřovaný prs je umístěn mezi kompresní mřížky a následně je přiměřeně komprimován. Dále je zvolen přístup, a to z mediální, nebo z laterální strany. V případě, kdy je zvolen přístup z mediální strany, je žádoucí druhý prs vypodložit, aby nepřekážel. Přístup z laterální strany je v tomto ohledu výhodnější, navíc je prs blíže k zaměřovacímu zařízení. Na vnější straně kompresní mřížky je umístěn marker, který slouží k odvození souřadnic vyšetřované léze. Po správném napolohování a komprimaci prsu ženy následuje nativní zaměření prsu, poté je ženě aplikována kontrastní látka (Gadobenate dimeglumin – Gd-BOPTA) a je provedena dynamická sekvence (gradietní echo Flash3D) v axiální rovině. Dynamická sekvence je standardně rozdělena na čtyři měření po jedné minutě. První měření je nativní, další tři jsou postkontrastní. Po těchto krocích radiologická asistentka provede subtrakci postkontrastních a nativních obrazů, čímž docílí lepší viditelnosti cílové léze. Následně je do cílové léze zavedena kanyla, jejíž poloha je ověřena sekvencí. Poté je podél kanyly zavedena bioptická jehla a je proveden samotný odběr. Standardně

je prováděno šest až dvanáct odběrů s pootáčením jehly. Po samotném odběru je místo označeno klipem z titanu a je provedena závěrečná sekvence pro kontrolu dutiny po odběru. (42)

#### **5.1.4 Výpočetní tomografie**

Výpočetní tomografie není určena přímo pro vyšetření prsu. Indikována je ženám v pokročilých stádiích karcinomu prsu. Je možné jej použít pro zobrazení hluboko uloženého karcinomu, který může prorůstat do hrudní stěny. Další možností využití je vyhledávání metastáz karcinomu prsu v plicích, břišních orgánech a kostech. Vyšetřována je oblast hrudníku, často spolu s břišní oblastí. V některých případech je snímána i malá pánev. Vyšetření se téměř vždy provádí s aplikací kontrastní látky, která pomáhá rozlišit tkáňové struktury dle jejich denzit. Podle vyšetřované oblasti, kterou určí lékař, je zvolen vyšetřovací protokol. Kontrastní látka může být podána perorální cestou nebo intravenózně. Po uložení ženy na vyšetřovací stůl do správné polohy následuje provedení topogramu a jeho úpravy. Topogram má za úkol přesně vymežit vyšetřovanou oblast, která se následně snímá. Základní projekci tvoří axiální řezy. Snímání může probíhat i multiplanárně, spolu s koronární a sagitální rovinou. Pokud ženě nebyl podán kontrast před samotným vyšetřením, je jí po nativním snímání žilním vstupem aplikována kontrastní látka a probíhá další fáze snímání. Po snímání následuje rekonstrukce nasnímaných obrazů. Ty lze posuzovat v různých oknech, která odlišují tkáň na základě jejich denzit. Využívá se okna měkkotkáňového, kostního a v případě hledání drobných metastáz je vhodné tzv. high resolution computed tomography okno (HRCT), které je schopno detailně zobrazit plicní parenchym.

##### **5.1.4.1 Věk pacientek**

Vyšetření výpočetní tomografií není věkově omezeno. V souvislosti s radiační zátěží není vhodné pro mladé ženy a je vyloučeno pro těhotné. Přínos vyšetření musí převažovat nad riziky s ním spojenými.

##### **5.1.4.2 Časová náročnost vyšetření**

Časová náročnost vyšetření se odvíjí především od způsobu podání kontrastní látky a zvolení vyšetřovacího protokolu. Je-li ženě podána kontrastní látka per orální cestou v podobě ředěné suspenze, musí ji žena začít pít již hodinu před vyšetřením. Kontrastní látka podávaná žilním vstupem vyšetření výrazně neprodlouží. Samotné snímání trvá

okolo 15 až 20 minut. I u tohoto vyšetření je důležitá spolupráce ženy, jelikož pohyby způsobují obrazové artefakty. V rámci bezpečnosti setrvá žena po samotném vyšetření dalších 20 minut v čekárně. Důvodem je určité riziko vzniku nežádoucí alergické reakce na kontrastní látku.

#### **5.1.4.3 Cena vyšetření a cena přístroje**

Dle poskytnutých údajů se cena přístroje na výpočetní tomografii pohybuje v rozmezí 3 – 5 milionů Kč. Co se týče samotného vyšetření, na výpočetní tomografii se cena pohybuje kolem 4 000 Kč.

#### **5.1.4.4 Radiační zátěž**

Radiační zátěž z vyšetření výpočetní tomografií je oproti ostatním zmíněným metodám vysoká. Dle Státního úřadu pro jadernou bezpečnost se velikost absorbované dávky při vyšetření hrudníku pohybuje v rozmezí 10 až 20 mGy. Stejně hodnoty se vyskytují v případě vyšetření břicha. U pánve se velikost absorbované dávky pohybuje okolo 25 mGy. (43)

Velikost absorbované dávky se odvíjí od parametrů přístroje, ale také od velikosti a hmotnosti ženy. Záleží na zvolení kombinace napětí a součinu proudu s časem. Dále se volí počet řezů a jejich tloušťka, a to má na časovou náročnost vyšetření také vliv. (43)

#### **5.1.4.5 Komfort vyšetření**

Vyšetření výpočetní tomografií není příliš komfortní, a to z více hledisek. Ve většině případů, kdy je podána kontrastní látka především perorální cestou, je vyšetření zdlouhavé. Kontrastní látka některým ženám může přivodit nevolnosti či závažnější alergické reakce. Při samotném snímání zaujímá žena polohu vleže na zádech, ruce spočívají za hlavou. Setrvání v této poloze je pro některé pacientky problémové z důvodu nástupu bolestí zad a ramen. Pro ženy s metastázami především v plicích může být složité vyšetření „udýchat“. Tyto ženy bývají dušné a dělá jim obtíže zadržet dech či jen vydržet ve zmiňované poloze delší dobu.

#### **5.1.4.6 Úloha radiologického asistenta při výpočetní tomografii**

Před samotným vyšetřením radiologický asistent ověří osobní údaje ženy a zjistí její anamnézu. Poté položí ženu na vyšetřovací stůl do potřebné polohy dle oblasti zájmu, která se řídí protokolem daného vyšetření. Pokud je vyšetření prováděno s kontrastní látkou, radiologický asistent zavede kanylu pro pozdější použití. Po tomto kroku zaměří vyšetřovanou oblast a provede topogram. Následné snímání probíhá dle určitého protokolu. Před aplikací kontrastní látky se radiologický asistent opětovně ptá ženy na kontraindikace. Během vyšetření je nutné ženu sledovat z důvodu případných nežádoucích reakcí. Dvacet minut po ukončení snímání radiologický asistent vytáhne kanylu, ošetří místo vpichu a poučí pacientku.

#### **5.1.4.7 Úloha radiologického asistenta při intervenčních výkonech**

Před samotným výkonem radiologický asistent připraví sterilní stolek, jehož součástí jsou rukavice, rouška, tampónky, čtverce, dezinfekce, Mesocain, fyziologický roztok, injekční stříkačka, jehla, emitní miska a zkumavka. Dále je pro lékaře připraven sterilní bioptický set. Následně je žena uložena na vyšetřovací stůl. Radiologický asistent musí dbát na komfort ženy a zároveň s ní během výkonu komunikovat, psychicky ji podporovat. Pokud je ložisko rentgenkontrastní, intervenční výkon je prováděn bez aplikace kontrastní látky. Radiologický asistent provede topogram, po němž následuje krátké snímání, z jehož rekonstrukce si lékař zaměří cíl ložiska a může provést samotný odběr tkáně. Při odběru je radiologický asistent nápomocen lékaři a dbá na sterilitu používaných nástrojů, nicméně často lékaři asistuje speciálně vyškolený personál. Při zavádění bioptické jehly radiologický asistent ověřuje její pozici kontrolními snímky, které provede i po jejím konečném vytažení. Po sledu těchto úkonů radiologický asistent pacientce ošetří místo vpichu a poučí ji.

## **5.2 Silné a slabé stránky diagnostických zobrazovacích metod v mamologii**

V této praktické části bakalářské práce jsou uvedeny slabé a silné stránky vybraných diagnostických zobrazovacích metod v mamologii. Tyto slabé a silné stránky jsou využity pro vypracování SWOT analýzy. Následně budou popsány a vyhodnoceny v kapitole diskuze.

### **5.2.1 Silné a slabé stránky mamografického vyšetření**

*K silným stránkám mamografického vyšetření patří:*

- screeningový program;

- široká dostupnost v České republice;
- časová nenáročnost vyšetření;
- cena samotného vyšetření, tak i cena přístroje;
- intervenční výkony, lokalizační techniky.

*K slabým stránkám mamografického vyšetření patří:*

- ionizující záření;
- nedostatečná výpovědní hodnota u specifických typů prsní žlázy;
- věkové omezení;
- nevhodné vyšetření pro mladé a těhotné ženy;
- diskomfort při stlačení prsu v kompresním zařízení;
- reprodukovatelnost vyšetření.

### **5.2.2 Silné a slabé stránky ultrasonografického vyšetření**

*K silným stránkám ultrasonografického vyšetření patří:*

- nulová radiační zátěž;
- široká dostupnost v České republice;
- věkově neomezené a vhodné vyšetření pro mladé a těhotné ženy;
- časová nenáročnost vyšetření;
- cena samotného vyšetření, tak i cena přístroje;
- intervenční výkony, lokalizační techniky.

*K slabým stránkám ultrasonografického vyšetření patří:*

- nemožnost zobrazit mikrokalcifikace a velmi malé léze;
- omezená účinnost u velkých prsů (tloušťka stlačeného prsu > 7 cm);
- nedostatečná výpovědní hodnota u specifických typů prsní žlázy;
- diskomfort způsobený tlakem sondy;
- obrazové artefakty.

### **5.2.3 Silné a slabé stránky magnetické rezonance**

*K silným stránkám magnetické rezonance patří:*

- nulová radiační zátěž;

- metoda poskytuje kromě morfologie i funkční informace;
- věkově neomezená;
- screening u žen s mutací genu BRCA 1,2;
- vysoká senzitivita;
- reprodukovatelnost vyšetření.

*K slabým stránkám magnetické rezonance patří:*

- časová náročnost vyšetření a komfort při vyšetření;
- specifické indikace na magnetickou rezonanci;
- nízká dostupnost magnetické rezonance s požadavkem na součást specializovaného mamografického pracoviště;
- cena samotného přístroje, tak i vyšetření;
- kontraindikace k MR vyšetření (kardiostimulátor, kovové implantáty, klaustrofobie, gravidita – 1. trimestr těhotenství v případě nativního vyšetření u prsních implantátů, gravidita a laktace – v případě podání kontrastní látky).

#### **5.2.4 Silné a slabé stránky výpočetní tomografie**

*K silným stránkám výpočetní tomografie patří:*

- vyhledávání metastáz;
- rozlišení tkáňových struktur pomocí „oken“.

*K slabým stránkám výpočetní tomografie patří:*

- vysoká radiační zátěž;
- cena samotného přístroje, tak i vyšetření;
- časová náročnost vyšetření;
- kontraindikace k CT vyšetření gravidita;
- riziko nežádoucí alergické reakce na kontrastní látku.

## 5.3 SWOT analýza

SWOT analýza je zpracována na základě silných a slabých stránek vybraných diagnostických zobrazovacích metod v mamologii a na základě příležitostí a hrozeb vybraných zobrazovacích metod.

V této části bakalářské práce je SWOT analýza vypracovaná jak pro diagnostické zobrazovací metody, které využívají ionizující záření, tak i pro diagnostické zobrazovací metody, které ionizující záření nevyužívají. V tabulkách č. 2, 3, 4, 5 jsou uvedeny jednak slabé a silné stránky, tak i příležitosti a hrozby, které se vztahují k diagnostickým zobrazovacím metodám. V této části bakalářské práce jsou pouze uvedeny, neboť jsou popsány v následující kapitole diskuze.

### 5.3.1 Diagnostické zobrazovací metody využívající ionizující záření

V této kapitole jsou proti sobě v rámci SWOT analýzy postaveny diagnostické zobrazovací metody, které využívají ionizující záření, jedná se o mamografické vyšetření, viz tabulka č. 3 a výpočetní tomografii viz tabulka č. 2.

*Tabulka č. 2: SWOT analýza - výpočetní tomografie*

	INTERNÍ MOŽNOSTI	EXTERNÍ MOŽNOSTI
PŘÍLEŽITOSTI	<b>silné stránky:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• vyhledávání metastáz</li><li>• rozlišení tkáňových struktur pomocí „oken“</li></ul>	<b>příležitosti:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• -----</li></ul>
NEDOSTATKY	<b>slabé stránky:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• ionizující záření</li><li>• časová náročnost vyšetření</li><li>• riziko alergických reakcí na kontrastní látky</li><li>• těhotenství kontraindikace</li><li>• cena vyšetření a cena přístroje</li></ul>	<b>hrozby:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• ekonomické a legislativní změny</li><li>• vysoké ceny nových přístrojů</li><li>• odchod lékařů do zahraničí</li><li>• nedostatek radiologických asistentů</li></ul>

*Tabulka č. 3: SWOT analýza - mamografické vyšetření*

	<b>INTERNÍ MOŽNOSTI</b>	<b>EXTERNÍ MOŽNOSTI</b>
<b>PŘÍLEŽITOSTI</b>	<p><b>silné stránky:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• screeningový program</li> <li>• široká dostupnost</li> <li>• časová nenáročnost</li> <li>• cena vyšetření a cena přístroje</li> <li>• intervenční a lokalizační techniky</li> </ul>	<p><b>příležitosti:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozšiřování portfolia mamografických služeb (tomosyntéza)</li> <li>• možnost získání zvláštní odborné způsobilosti v mamologii pro studenty oboru radiologický asistent</li> </ul>
<b>NEDOSTATKY</b>	<p><b>slabé stránky:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ionizující záření</li> <li>• věkové omezení</li> <li>• nevhodné pro mladé a těhotné ženy</li> <li>• komfort vyšetření</li> <li>• reprodukovatelnost vyšetření</li> <li>• nedostatečná výpovědní hodnota u specifických typů prsní žlázy</li> </ul>	<p><b>hrozby:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ekonomické a legislativní změny</li> <li>• zrušení screeningového programu</li> <li>• vysoké ceny nových mamografických přístrojů</li> <li>• změny v platbách od pojišťoven</li> <li>• odchod lékařů do zahraničí</li> <li>• nedostatek radiologických asistentů</li> <li>• žaloby klientů</li> </ul>



### 5.3.2 Diagnostické zobrazovací metody nevyužívající ionizující záření

V této kapitole jsou proti sobě v rámci SWOT analýzy porovnány diagnostické zobrazovací metody, které nevyužívají ionizující záření, jedná se, o ultrasonografické vyšetření viz tabulka č. 4 a magnetickou rezonanci viz tabulka č. 5.

*Tabulka č. 4: SWOT analýza - ultrasonografické vyšetření*

	INTERNÍ MOŽNOSTI	EXTERNÍ MOŽNOSTI
PŘÍLEŽITOSTI	<p><b>silné stránky:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nulová radiační zátěž</li> <li>• široká dostupnost</li> <li>• věkově neomezené a vhodné vyšetření pro mladé a těhotné ženy</li> <li>• časová nenáročnost</li> <li>• cena vyšetření a cena přístroje</li> <li>• intervenční a lokalizační techniky</li> </ul>	<p><b>příležitosti:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozšiřování portfolia ultrasonografických služeb</li> <li>• možnost radiologické asistenty zaškolit k provádění tohoto vyšetření</li> <li>• možnost získání zvláštní odborné způsobilosti v mamologii pro studenty oboru radiologický asistent</li> </ul>
NEDOSTATKY	<p><b>slabé stránky:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nemožnost zobrazit mikrokalifikace a velmi malé léze</li> <li>• omezená účinnost u velkých prsů</li> <li>• nedostatečná výpovědní hodnota u specifických typů prsní žlázy</li> <li>• obrazové artefakty</li> </ul>	<p><b>hrozby:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ekonomické a legislativní změny</li> <li>• vysoké ceny nových ultrasonografických přístrojů</li> <li>• změny v platbách od pojišťoven</li> <li>• odchod lékařů do zahraničí</li> <li>• žaloby klientů</li> </ul>

*Tabulka č. 5: SWOT analýza - magnetická rezonance*

	<b>INTERNÍ MOŽNOSTI</b>	<b>EXTERNÍ MOŽNOSTI</b>
<b>PŘÍLEŽITOSTI</b>	<p><b>silné stránky:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nulová radiační zátěž</li> <li>• metoda poskytuje kromě morfologie i funkční informace</li> <li>• věkově neomezená</li> <li>• screening u žen s mutací genu BRCA 1,2</li> <li>• vysoká senzitivita</li> <li>• reprodukovatelnost vyšetření</li> </ul>	<p><b>příležitosti:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozšiřování indikací pro vyšetření na magnetické rezonanci</li> <li>• nižší cena přístrojů</li> <li>• širší dostupnost tohoto vyšetření</li> <li>• nižší cena vyšetření</li> <li>• zaškolení radiologických asistentů a lékařů</li> </ul>
<b>NEDOSTATKY</b>	<p><b>slabé stránky:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• časová náročnost vyšetření a komfort při vyšetření</li> <li>• specifické indikace na MR</li> <li>• nízká dostupnost MR s požadavkem na součást specializovaného mamografického pracoviště</li> <li>• cena samotného přístroje, tak i vyšetření</li> <li>• kontraindikace k MR vyšetření</li> </ul>	<p><b>hrozby:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ekonomické a legislativní změny</li> <li>• vysoké ceny nových magnetických rezonancí</li> <li>• změny v platbách od pojišťoven</li> <li>• odchod lékařů do zahraničí</li> <li>• nedostatek radiologických asistentů</li> <li>• žaloby klientů</li> </ul>

## 5.4 Diskuze

Výsledkem bakalářské práce je vyhodnocení a srovnání vybraných diagnostických zobrazovacích metod používaných v mamologii. Tyto poznatky jsou vyhodnoceny pomocí SWOT analýzy.

V České republice jsou používány k prevenci i k diagnostice onemocnění prsu diagnostické zobrazovací metody, které využívají ionizující záření, tak i diagnostické zobrazovací metody, které ionizující záření nevyužívají. V první části diskuze jsou shrnuty výsledky z vybraných diagnostických zobrazovacích metod (mamografie, výpočetní tomografie, ultrasonografie a magnetická rezonance). V druhé části diskuze jsou mezi sebou porovnány vybrané diagnostické zobrazovací metody, které využívají ionizující záření (mamografie, výpočetní tomografie) a vybrané diagnostické zobrazovací metody, které nevyužívají ionizující záření (ultrasonografie, magnetická rezonance).

První diagnostická zobrazovací metoda v mamologii, která je pomocí SWOT analýzy vyhodnocena, je mamografické vyšetření. Mamografické vyšetření je v České republice považováno za prioritní diagnostickou zobrazovací metodu v mamologii.

Silnou stránkou této diagnostické zobrazovací metody je především skutečnost, že v České republice od roku 2002 funguje screeningový mamografický program, který je určen pro ženy od 45. roku věku. Horní věková hranice screeningového mamografického vyšetření byla v roce 2010 zrušena, a z toho vyplývá, že ženy od 45. roku věku mohou na screeningové mamografické vyšetření chodit pravidelně ve dvouletém intervalu, s doporučením od indikujícího lékaře (obvodní lékař, gynekolog, chirurg a další specialisté), bez věkového omezení. Screeningové mamografické vyšetření mohou podstoupit i ženy od 40. – 44. roku věku za přímou úhradu. Bez ohledu na věk a z důvodu klinických obtíží (krvavý výtok, vtažená kůže, bolestivost, vtažená bradavka, pomerančová kůže, vřed a další) se mamografické vyšetření provádí i ženám mladším než 40 let a i v kratším časovém intervalu. Za silnou stránku této diagnostické zobrazovací metody lze považovat i širokou dostupnost těchto mamografických pracovišť. V této době se na celém území České republiky nachází 68 akreditovaných screeningových mamografických pracovišť. Další silnou stránkou mamografického vyšetření je jednak pořizovací cena samotného mamografického přístroje, která se pohybuje v rozmezí od 3 do 5 miliónu korun, tak i cena vlastního mamografického vyšetření, která se pohybuje kolem 800 Kč. V případě přímé úhrady ženou, se mamografické

vyšetření pohybuje v rozmezí od 700 do 1 500 Kč, v závislosti na akreditovaných mamografických pracovištích. Za silnou stránku mamografického vyšetření lze považovat i časovou nenáročnost. Mamografické vyšetření samo o sobě trvá maximálně 10 minut, s tím, že v této době je žena radiologickou asistentkou informována o průběhu mamografického vyšetření, dále je provedeno vlastní vyšetření a na závěr jsou ženě poskytnuty informace, jak se dozví výsledky z daného vyšetření. Za silnou stránku mamografického vyšetření lze také pokládat, že se pod mamografickou kontrolou dají provádět jednotlivé intervenční výkony a lokalizační techniky, které zvyšují, především u malých ložisek nebo mikrokalciﬁkací, dostatečný odběr materiálu k histologickému vyšetření k potvrzení nebo vyloučení případné malignity v prsu.

Za slabou stránku této diagnostické zobrazovací metody lze považovat skutečnost, že jsou ženy při tomto vyšetření vystaveny ionizujícímu záření. Pro screeningové mamografické vyšetření se udává hodnota efektivní dávky 0,1 mSv, což je dávka, kterou člověk obdrží z přírodního pozadí asi za 15 dní. (38) Efektivní dávky jsou optimalizovány na velmi nízkou, přijatelnou hranici, nicméně vyšetření nemůže být opakováno tak často jako diagnostické zobrazovací metody, které nevyužívají ionizující záření. Zásadní slabou stránkou mamografického vyšetření je diskomfort při samotném mamografickém vyšetření a intervenčních výkonech, a to především stlačení prsu kompresním zařízením. Komfort při samotném vyšetření může velice ovlivnit radiologická asistentka, která musí ženě vysvětlit proč je nutná a k čemu je důležitá dostatečná komprese. Samotné mamografické vyšetření není samo o sobě příjemným vyšetřením, proto musí radiologická asistentka navázat s ženou velmi dobrou spoluprací, aby mamografické vyšetření bylo provedeno podle potřebných kritérií. K slabým stránkám lze zařadit skutečnost, že mamografické vyšetření není vhodné pro mladé a těhotné ženy, a to především z toho důvodu, že toto vyšetření nemá dostatečnou výpovědní hodnotu, neboť u těchto žen v prsech převažuje specifických typ mléčné žlázy. Mezi příležitostmi, jak by se mohlo stát mamografické vyšetření přínosnějším, lze zařadit rozšiřování portfolia mamografických služeb. Jedná se například o tomosyntézu, která by do budoucna mohla být součástí většiny screeningových mamografických přístrojů, a takovéto vyšetření by tak mohly absolvovat i ženy s nepřehlednou prsní žlázou, aniž by dojížděly na specializované pracoviště s tomosyntézou. Další příležitostí, která se týká mamografického vyšetření, by mohlo být získání zvláštní odborné způsobilosti v mamologii pro studenty v oboru radiologický asistent. Radiologických asistentů není mnoho a málo kdo z nich chce pracovat na akreditovaných

screeningových mamografických pracovištích. Studenti, kteří by tuto zvláštní odbornou způsobilost během studia chtěli získat, by museli absolvovat jednak teoretický kurz, který by byl pod záštitou např. příslušné fakulty, kde jsou vzděláváni studenti oboru radiologický asistent. Tyto kurzy by mohly provádět pouze ty fakulty, které by získaly akreditaci od Ministerstva zdravotnictví k uskutečnění takového vzdělávacího programu certifikovaného kurzu. Po absolvování teoretické části by studenti museli absolvovat souvislou praxi na akreditovaném screeningovém mamografickém pracovišti, které by spolupracovalo s příslušnou fakultou. Po absolvování teoretické i praktické části by studenti skládali jak písemnou, tak praktickou zkoušku. Po úspěšném složení státní závěrečné zkoušky by zároveň obdrželi příslušný certifikát o zvláštní odborné způsobilosti v mamologii.

Hrozbami pro mamografické vyšetření jsou ekonomické a legislativní změny. Ekonomické změny se týkají plateb od pojišťoven, které pojišťovny v průběhu let stále mění a mohou být sníženy. S tímto souvisí i riziko posunutí věkové hranice u screeningového programu, či jeho úplné zrušení. Legislativní změny se do budoucna mohou týkat radiologických asistentů, respektive požadavku na jejich zvláštní odbornou způsobilost v oboru mamologie. Hrozbu v tomto oboru představuje také nedostatek radiologických asistentů a lékařů. Radiologičtí asistenti preferují jiné diagnostické obory, ať už z důvodu nedostatečných zkušeností v oboru mamologie, či kvůli faktu, že jsou zde kladeny vyšší požadavky na psychickou odolnost a komunikaci. Navíc je, již tak malý výběr, zužován na okruh radiologických asistentů ženského pohlaví. Riziko nedostatku radiologických asistentů může být spojeno například i s jejich odchodem do zahraničí za lepšími platovými či pracovními podmínkami. V neposlední řadě jsou zmíněny ceny nových mamografických přístrojů, které se kvůli lobbingu neustále zvyšují. Poslední uvedenou hrozbou jsou žaloby klientů, které jsou v dnešní době, stejně jako v jiných oborech, téměř nevyhnutelné.

Druhá diagnostická zobrazovací metoda, která je vyhodnocována pomocí SWOT analýzy, je ultrasonografie. Ultrasonografie je v České republice považována za velice přínosnou diagnostickou zobrazovací metodu v mamologii především u mladých žen v rámci screeningového neboli preventivního vyšetření, ale i jako doplňující diagnostickou zobrazovací metodu jak ke screeningovému, tak i diagnostickému mamografickému vyšetření.

K silným stránkám ultrasonografického vyšetření patří především nulová radiační zátěž. Proto je tato zobrazovací metoda věkově neomezená a je tedy vhodná i pro ženy mladší 40 let, které si chtějí nechat preventivně vyšetřit prsa. Dále je tato metoda vhodná i pro těhotné ženy. Ultrasonografické vyšetření je prováděno i ženám, které chodí pravidelně jednou za dva roky na mamografické screeningové vyšetření, z toho důvodu, neboť jejich prsní žláza je velice nepřehledná a lékař mamoradiodiagnostik není schopný z mamografického vyšetření udělat jednoznačný závěr. Ultrasonografie je dále prováděna i ženám po operacích prsu, např. po augmentaci, zmenšení, ale i u žen které podstoupily operativní zákrok, z důvodu karcinomu či jiného onemocnění prsu. Mezi silné stránky ultrasonografického vyšetření lze zařadit i širokou dostupnost v České republice. Pracovišť, která se zabývají ultrasonografickým vyšetřením prsu, je více než akreditovaných screeningových mamografických pracovišť. Je však nutno uvést, že ne všechna pracoviště ultrasonografické vyšetření prsu provádí kvalitně, a to z toho důvodu, že se přímo nezaobírají prsní problematikou. Proto se velmi často stává, že jsou následně takovéto ženy těmito lékaři odesílány na akreditované screeningové mamografické pracoviště, kde je ženám poskytnuta kompletní diagnostická péče. Další silnou stránkou ultrasonografického vyšetření je jednak pořizovací cena samotného ultrasonografického přístroje, která se pohybuje v rozmezí od 2 do 4 miliónu korun, tak i cena vlastního ultrasonografického vyšetření, která se pohybuje kolem 400 Kč. V případě přímé úhrady ženou se ultrasonografické vyšetření pohybuje v rozmezí od 400 do 1 000 Kč, v závislosti na pracovištích. Za silnou stránku ultrasonografického vyšetření lze považovat i časovou nenáročnost. Screeningové ultrasonografické vyšetření samo o sobě trvá maximálně 10 minut. V případě, že je ultrasonografické vyšetření použito jako doplňující diagnostická zobrazovací metoda, je tento čas velice relativní v závislosti na problému, který se vyskytuje v prsu. K silné stránce lze zařadit i komfort při samotném vyšetření, neboť během vyšetření žena leží na lehátku na zádech a řídí se pouze pokyny, které dostává od lékaře. Za silnou stránku ultrasonografického vyšetření lze také pokládat, že pod mamografickou kontrolou se mohou provádět i intervenční výkony a lokalizační techniky. Provádění těchto výkonů a technik je pro ženy komfortnější než pod mamografickou kontrolou, a to z toho důvodu, že během těchto zákroků nejsou komprimovány mamografickým přístrojem.

Ultrasonografické vyšetření má velice málo omezení, avšak jedno je zásadní. K slabým stránkám ultrasonografického vyšetření patří především skutečnost, že tato zobrazovací metoda není příliš vhodná pro ženy, které mají objemná prsa. Za objemná jsou považována

prsa, jejichž tloušťka je při kompresi na mamografickém přístroji větší než 7 cm. Z toho důvodu si lékař nemůže být jistý, zda bylo vyšetření provedeno kvalitně. V těchto případech, i když žena mladší 40 let má či nemá klinické problémy (krvavý výtok, vtažená kůže či bradavka, pomerančová kůže, bulka a další), se většinou doporučuje doplnění mamografického vyšetření, a to pouze v šikmé mediolaterální projekci. Mezi slabé stránky ultrasonografického vyšetření lze zařadit nemožnost dostatečného zobrazení mikrokalciфикаcí, které mohou být někdy takzvanými prekancerózami karcinomu prsu. Dále se pod ultrasonografickou kontrolou velice obtížně hledají velmi malé léze, a to především u žen, které nemají žádné klinické problémy. Za slabou stránku této zobrazovací metody lze považovat i nedostatečnou výpovědní hodnotu u specifických typů prsní žlázy.

Mezi příležitostmi jak by se mohlo stát ultrasonografické vyšetření přínosnějším lze zařadit rozšiřování portfolia ultrasonografických služeb. Jedná se například o elastografii nebo 3D mamární neboli prsní ultrasonografii. Takovéto možnosti by přispěly k podrobnější diagnostice mléčné žlázy. Jako jedna z mála diagnostických zobrazovacích metod v mamologii je ultrasonografické vyšetření prováděno lékařem. Z toho vyplývá další příležitost této diagnostické zobrazovací metody, a tato příležitost by se týkala radiologických asistentek, které by měly zvláštní odbornou způsobilost v mamologii. V praxi by to znamenalo, že akreditované screeningové mamografické pracoviště, které by mělo takto vzdělanou a odborně způsobilou radiologickou asistentku, by ji nechalo vyšetřovat prsní žlázu u žen, které by si ultrasonografické vyšetření chtěly nechat provést v rámci screeningu. V případě, že by radiologická asistentka měla podezření na onemocnění prsu, ať již benigního, tak i maligního charakteru, informovala by o této skutečnosti lékaře, který by vyšetření prsu dokončil. Tento styl práce by lékařům určitě ulevil od velkého počtu žen, které si chtějí nechat prsa vyšetřit preventivně. Z toho všeho opět vychází další příležitost, která je společná s mamografickým vyšetřením, a to, aby studenti oboru radiologický asistent mohli mít možnost během studia získat odbornou způsobilost v mamologii. Tato činnost by byla především pro radiologické asistentky velkým zpestřením a zároveň by se musely nadále k provádění tohoto vyšetření samovzdělávat, a neměly by pocít stereotypu jejich práce.

Hrozby jsou stejné jako u mamografického vyšetření a týkají se především ekonomických a legislativních změn. Dále lze k hrozbám zařadit vysoké pořizovací ceny

nových ultrasonografických přístrojů a odchod lékařů do zahraničí. V neposlední řadě lze za hrozby považovat žaloby od nespokojených klientů.

SWOT analýzou je vyhodnocena i další diagnostická zobrazovací metoda, která je v České republice prozatím považována za doplňující mamologické vyšetření. Tato diagnostická zobrazovací metoda se nazývá magnetická rezonance.

Silnou stránkou magnetické rezonance je absence ionizujícího záření, z čehož vyplývá nulová radiační zátěž pro vyšetřované ženy. Proto je tato zobrazovací metoda věkově neomezená, bohužel má své specifické indikace, ve kterých je však velice přínosná. K indikacím které jsou hrazeny z veřejného zdravotnictví lze zařadit identifikaci či staging karcinomu prsu, a to zejména u lobulárního karcinomu a karcinomu in situ, u kterých se předpokládá multifokalita a multicentricita léze. Dále se k těmto indikacím řadí detekce rezidua či recidiva, screening žen s vysokým rizikem vzniku karcinomu prsu a v neposlední řadě se tato metoda používá k posuzování celistvosti prsních implantátů. K silné stránce magnetické rezonance patří i skutečnost, že tato metoda lékařům poskytuje kromě morfologických informací také informace funkční. Z hlediska silných a slabých stránek má magnetická rezonance více silných stránek, avšak svou povahou nepřevažují nad slabými, proto se v současné době nemůže magnetická rezonance řadit mezi prioritní diagnostické zobrazovací metody v mamologii.

Velmi důležitou slabou stránkou magnetické rezonance je jednak pořizovací cena samotné magnetické rezonance, která se pohybuje v rozmezí od 15 do 30 miliónu korun, tak i cena vlastního vyšetření na magnetické rezonanci, která se pohybuje kolem 10 000 Kč. K slabým stránkám této zobrazovací metody patří časová náročnost vyšetření a komfort během vyšetření. Vyšetření prsů magnetickou rezonancí je časově velice náročné. Celkový čas vyšetření se odvíjí jednak od velikosti prsů a počtu navolených sekvencí, důležitou roli však hraje i fixace a spolupráce ženy. Celkový čas se pohybuje okolo 40 minut. Z této doby vyplývá další slabá stránka magnetické rezonance a to je diskomfort při vyšetření, a to především dlouhá doba ve fixní ne příliš pohodlné poloze. Ženy během vyšetření pociťují bolesti v oblasti ramen a krční páteře. Co se týká dalšího diskomfortu, při vyšetření jsou vydávány hlasité zvuky způsobené pohybem gradientních cívek, nicméně lze je částečně potlačit sluchátky. Kvůli samotné konstrukci magnetické rezonance mají s tímto vyšetřením problém také ženy trpící klaustrofobií, pro tuto skupinu žen je vyšetření těžké ustát z psychologického hlediska. K slabým stránkám magnetické rezonance patří i skutečnost,



že jsou zdravotními pojišťovny hrazeny pouze specifické indikace, kterých není mnoho. K slabým stránkám patří i nízká dostupnost magnetické rezonance s požadavkem na součást akreditovaného screeningového mamografického pracoviště. Tato slabá stránka je dána především vysokou cenou magnetické rezonance. Mezi slabé stránky magnetické rezonance patří i kontraindikace k takovému vyšetření. Jedná se především o kardiostimulátor, kovové implantáty, klaustrofobii, dále o graviditu v 1 trimestru v případě nativního vyšetření, v neposlední řadě gravidita a laktace v případě aplikace kontrastní látky.

Příležitostí jak docílit vyššího přínosu magnetické rezonance v mamární diagnostice je více, avšak podstatnou překážku tvoří lobbing při pořizování nových přístrojů. Pokud by se docílilo nižších cen nových přístrojů, mohlo by to znamenat i nižší ceny samotného vyšetření, a z toho by pramenilo zajištění širší dostupnosti tohoto vyšetření. Jelikož je magnetická rezonance ve svých specifických indikacích velice přínosná, bylo by vhodné, aby tato diagnostická zobrazovací metoda byla součástí alespoň jednoho akreditovaného screeningového mamografického pracoviště v každém kraji České republiky. Z toho vyplývá, že v takovýchto centrech by měli být vzdělaní radiologičtí asistenti, kteří by, mimo specializace v mamární diagnostice, museli být vzděláni k činnostem na magnetické rezonanci. V případě, že by vše takto fungovalo, přichází další příležitost, která spočívá v možném rozšíření specifických indikací na magnetické rezonanci. Z výše uvedených příležitostí by se mohlo vyšetření na magnetické rezonanci zařadit mezi přední diagnostické zobrazovací metody mamologie.

Vyskytují se však i hrozby, které pokroku magnetické rezonanci v mamární diagnostice brání. K těmto hrozbám patří především již zmiňované vysoké ceny nových přístrojů. Dále ekonomické a legislativní změny, žaloby od klientů a v neposlední řadě nedostatek jednak radiologických asistentů, ale i lékařů.

Poslední diagnostická zobrazovací metoda, která je vyhodnocena pomocí SWOT analýzy, je výpočetní tomografie. Výpočetní tomografie není přímo určena pro vyšetření prsu, avšak své uplatnění má v pokročilých stádiích karcinomu, kde se pomocí této diagnostické metody vyhledávají metastázy.

Z hlediska slabých a silných stránek převažují ty slabé. Silnou stránkou této diagnostické zobrazovací je možnost zobrazení hluboko uloženého karcinomu, který například může prorůst do hrudní stěny. Mezi silné stránky, jak je již výše zmíněno,

patří vyhledávání nebo potvrzení výskytu metastáz například v plicích a v břišních orgánech, kde karcinom prsu nejčastěji metastazuje do jater.

Jak je uvedeno výše, při vyšetření výpočetní tomografií převažují slabé stránky. Za velmi slabou stránku této diagnostické zobrazovací metody lze považovat skutečnost, že jsou ženy při tomto vyšetření vystaveny ionizujícímu záření. Radiační zátěž z vyšetření výpočetní tomografií je oproti mamografickému vyšetření vysoká. Dle Státního úřadu pro jadernou bezpečnost se velikost absorbované dávky při vyšetření hrudníku pohybuje v rozmezí 10 až 20 mGy. (43) K slabým stránkám výpočetní tomografie patří jednak pořizovací cena vlastního přístroje, která se pohybuje v rozmezí od 3 do 5 miliónů, tak i cena vlastního vyšetření, která se pohybuje kolem 4 000 Kč. Mezi slabé stránky lze zařadit i komfort vyšetření. Samotné vyšetření není příliš komfortní a to z více hledisek. Ve většině případů, kdy je podávána kontrastní látka perorální cestou, je vyšetření zdlouhavé. Kontrastní látka některým ženám může přivodit nevolnosti či závažnější alergické reakce. Při samotném vyšetření zaujímá žena polohu vleže na zádech s rukama za hlavou. Setrvání v této poloze je pro některé ženy problémové. Pro ženy s metastázami především v plicích může být vyšetření složité z důvodu dýchacelnosti. Tyto ženy jsou většinou dušné a dělá jim problém zadržet dech či jen vydržet ve zmiňované poloze delší dobu.

Co se týče příležitostí, u výpočetní tomografie nebyly nalezeny žádné, které by souvisely přímo s mamární diagnostikou.

Ohledně hrozeb, stejně jak u ostatních vyhodnocených zobrazovacích metod i této zobrazovací metodě jsou největší hrozbou legislativní a ekonomické změny, dále vysoké ceny nových přístrojů a nedostatek jednak radiologických asistentů, tak lékařů.

Druhá část diskuze je zaměřena na porovnání jednak diagnostických zobrazovacích metod, které využívají ionizující záření (mamografie a výpočetní tomografie), tak i diagnostických zobrazovacích metod, které ionizující záření nevyužívají (ultrasonografie a magnetická rezonance). Na začátku je nutno poznamenat, že každá z těchto diagnostických zobrazovacích metod má své nezastupitelné místo v mamární diagnostice, a je velmi složité mezi sebou tyto zobrazovací metody porovnávat.

V rámci bakalářské práce jsou srovnávány diagnostické zobrazovací metody, které využívají ionizující záření. K těmto metodám patří mamografické vyšetření a výpočetní tomografie. Tyto dvě zobrazovací metody nelze přímo porovnávat. Především z toho důvodu, neboť mamografické vyšetření patří k prioritním zobrazovacím metodám v mamologii

a slouží jednak k preventivním účelům, ale je hojně využívána k potvrzení klinických obtíží (krvavý výtok, vtažená bradavka, vtažená kůže, bolestivost, bulka a další) u žen. Zatímco vyšetření pomocí výpočetní tomografie slouží především k vyhledávání či potvrzení metastatického procesu, například v játrech nebo v plicích, kam karcinom prsu nejčastěji metastazuje. Co se týče radiační zátěže, při mamografickém vyšetření je využíváno měkké záření, tím pádem je absorbovaná dávka velmi nízká. Co se týče radiační zátěže při vyšetření výpočetní tomografií, je zde brán spíše přínos tohoto vyšetření, výpočetní tomografie není diagnostická metoda, která se provádí preventivně.

V rámci srovnávání diagnostických zobrazovacích metod, které nevyužívají ionizující záření, patří ultrasonografie a magnetická rezonance. Hlavním rozdílem mezi těmito zobrazovacími metodami je jednak cena vlastního přístroje, dále i cena vlastního vyšetření, ale i délka samotného vyšetření. Z toho pramení i dostupnost daných zobrazovacích metod. Dalším rozdílem mezi těmito zobrazovacími metodami jsou indikace k vyšetření. Na magnetické rezonanci jsou stanoveny určité specifické indikace a stále tato metoda slouží spíše jako doplňující diagnostická zobrazovací metoda v mamologii. Zatímco ultrasonografie má velmi široké uplatnění v mamární diagnostice, neboť slouží jednak preventivním či diagnostickým účelům, dále jako doplňující vyšetření k mamografickému vyšetření a v neposlední řadě se pod ultrazvukovou kontrolou provádí velký počet intervenčních výkonů a lokalizačních technik.

## 6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo popsat vybrané diagnostické zobrazovací metody v mamologii v předem určených oblastech. Mezi tyto oblasti byl zařazen věk pacientek, časová náročnost vyšetření, cena vyšetření a cena přístroje, radiační zátěž, komfort vyšetření. Následně tyto oblasti byly porovnány a vyhodnoceny prostřednictvím SWOT analýzy. V praktické části bakalářské práce je u každé diagnostické zobrazovací metody popsána úloha radiologického asistenta, jednak při samotném radiodiagnostickém vyšetření, tak i asistentce při intervenčních výkonech a lokalizačních technikách.

Ze SWOT analýzy vyplývá, že mamografické a ultrasonografické vyšetření prsu patří k základním diagnostickým zobrazovacím metodám v mamologii. Ovšem v případě nejasného nálezu při mamografickém vyšetření je doplněno ultrasonografické vyšetření, a naopak v případě nejasného nálezu při ultrasonografickém vyšetření je doplněno mamografické vyšetření. K potvrzení malignity či vyloučení benignity může být proveden intervenční výkon, buď pod mamografickou či ultrasonografickou kontrolou. Jestliže výsledek z histologického vyšetření potvrdí invazivní lobulární karcinom, jsou ženy odesílány na magnetickou rezonanci k potvrzení či vyloučení multifokality nebo multicejtricity. V případě ultrasonografického nálezu na játrech či skiagrafického nálezu na plicích jsou ženy odeslány na vyšetření pomocí výpočetní tomografie.

Z výše uvedeného vyplývá, že všechny vybrané diagnostické zobrazovací metody mají své nezastupitelné místo v mamologii a vzájemně se doplňují. Nejpřínosnějšími zobrazovacími metodami v oblasti prevence karcinomu jsou vyšetření mamografická a ultrasonografická. Naopak vyšetření magnetickou rezonancí a výpočetní tomografií mají své opodstatnění v oblasti upřesnění a potvrzení diagnózy.

## Seznam použité literatury

- (1) PRAUSOVÁ, J. Karcinom prsu - problém i v 21. století. *Interní medicína* [online]. Solen, 2010, **12**(1), 26-32 [cit. 2015-11-30].
- (2) Novotvary 2011. In: *ÚZIS ČR* [online]. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2015 [cit. 2015-11-24]. ISBN 978-80-7472-097-0.
- (3) DANEŠ, J.. *Základy mamografie: Vybrané kapitoly pro lékaře a laborantky*. 1. Praha: X-Egem, 2002. ISBN 80-7199-062-0.
- (4) SKOVAJSOVÁ, M. *Screening nádorů prsu v České republice*. Praha: Maxdorf, 2012, s. 10-15. Ambulantní gynekologie. ISBN 978-80-7345-310-7.
- (5) ROZTOČIL, A.. *Moderní gynekologie*. 1. Praha: Grada, 2011, s. 372-379. ISBN 978-80-247-2832-2.
- (6) FERLAY, J, I SOERJOMATARAM, M ERVIK et al.. Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 11. In: *GLOBOCAN 2012: International Agency for Research on Cancer* [online]. Lyon, 2013 [cit. 2015-11-27].
- (7) SKOVAJSOVÁ, M. Screening nádorů prsu v České republice: Výsledky fungování akreditovaných mamodiagnostických screeningových center za období 2003 - 2009. *Onkologie* [online]. Solen, 2011, **5**(1), 9-15 [cit. 2015-11-29].
- (8) DANEŠ, J, H BARTOŇKOVÁ a M SKOVAJSOVÁ. Oficiální výsledky Národního programu mamografického screeningu v roce 2014. In: *Výsledky a hodnocení programu mamografického screeningu v ČR* [online]. 2015 [cit. 2015-05-10]. ISSN 1804-0861.
- (9) Pojišťovny začnou své klienty zvat na preventivní screeningové vyšetření v lednu 2014. In: *Ministerstvo zdravotnictví České republiky* [online]. Praha: MZČR, 2013 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: [http://www.mzcr.cz/dokumenty/pojistovny-zacnou-sve-klienty-zvat-na-preventivni-screeningova-vysetreni-v-lednu\\_8494\\_2778\\_1.html](http://www.mzcr.cz/dokumenty/pojistovny-zacnou-sve-klienty-zvat-na-preventivni-screeningova-vysetreni-v-lednu_8494_2778_1.html)
- (10) ESSERMAN, L.J. a J.N. BONNIE Diagnostic evaluation of women with suspected breast cancer. In: *UpToDate* [online]. 2015 [cit. 2015-11-22]. Dostupné z: <http://www.uptodate.com/contents/diagnostic-evaluation-of-women-with-suspected-breast-cancer>
- (11) Mezinárodní klasifikace nemocí. In: *Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR*

- [online]. Praha, 2013, s. 497 [cit. 2015-11-25]. ISBN 978-80-904259-0-3.
- (12) STRNAD, P. *Nemoci prsu v každodenní praxi*. 1. Praha: Maxdorf, 2014, s. 30-67. ISBN 978-80-7345-390-9.
- (13) COUFAL, O a V FAIT. *Chirurgická léčba karcinomu prsu*. 1. Praha: Grada, 2011, s. 46-79. ISBN 978-80-247-3641-9.
- (14) RYŠKA, A. Histologické vyšetření karcinomu prsu. In: *Linkos: Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně* [online]. 2010 [cit. 2015-11-29].
- (15) FERDA, J., H. MÍRKA, J. BAXA a A. MALÁN *Základy zobrazovacích metod*. 1. Praha: Galén, 2015, s. 10-94. ISBN 978-80-7492-164-3.
- (16) NEKULA, J.. *Radiologie*. 3. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2005, s. 9-22. ISBN 80-244-1011-7.
- (17) JOCHELSON, M. Pokročilé zobrazovací techniky detekce karcinomu prsu. In: *Linkos: Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně* [online]. 2012 [cit. 2015-12-02].
- (18) SEIDL, Z.. *Radiologie pro studium i praxi*. 1. Praha: Grada, 2012, s. 42-213. ISBN 978-80-247-4108-6.
- (19) STANCOVÁ, V. 3D tomosyntéza v diagnostice rakoviny prsu. In: *Gate2Biotech* [online]. 2011 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.gate2biotech.cz/d-tomosyntheza-v-diagnostice-rakoviny-prsu/>
- (20) ROSINA, J.. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2013, s. 82-178. ISBN 978-80-247-4237-3.
- (21) VOTRUBOVÁ, J. a O. BĚLOHLÁVEK PET/CT v klinické praxi. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2005, (6), 303 [cit. 2016-01-07].
- (22) MORRIS, E. Nové pojetí screeningu karcinomu prsu. In: *Medical Tribune: Tribuna lékařů a zdravotníků* [online]. 2015 [cit. 2016-01-06].
- (23) Elektroimpedanční mamografie MEIK. In: *Promedical* [online]. Brno, 2008 [cit. 2015-12-13]. Dostupné z: <http://www.promedical.cz/meik.htm>
- (24) CHMELOVÁ, J., T. JONSZTA, H. GLACOVÁ a J. CHMELA *Základy ultrasonografie*

*pro radiologické asistenty*. 1. vyd. Ostrava: FZS, 2006, s. 9. ISBN 978-80-7368-221-7.

- (25) SANDHAM, J. Medical thermography. In: *Ebme* [online]. Harlow, 2005 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.ebme.co.uk/articles/clinical-engineering/65-medical-thermography>
- (26) NAVRÁTIL, L. a J. ROSINA *Medicínská biofyzika*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1152-4.
- (27) Co je MEIK?. In: *Mamo* [online]. Brno, 2012 [cit. 2016-01-07]. Dostupné z: <http://www.mamo.cz/index.php?pg=pro-verejnost--mamograficke-vysetreni--myty--co-je-meik>
- (28) TRINÁCTÁ, M., H. ŘÍČKOVÁ, V. ŠAPONJA-BAHNIK a M. ŠVANCAROVÁ Databáze tuzemských onkologických konferenčních abstrakt. In: *Linkos: Česká onkologická společnost České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně* [online]. 2012 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://www.linkos.cz/po-kongresu/databaze-tuzemskych-onkologickych-konferencnich-abstrakt/abstrakta/cislo/5179/>
- (29) SKOVAJSOVÁ, M. *Mamodiagnostika: integrovaný přístup*. 1. vyd. Praha: Galén, 2003, s. 53-165. ISBN 80-7262-220-X.
- (30) HOUSERKOVÁ, D. a P. VÁŠA Bioptické metody v současné mamodiagnostice. *Česká radiologie* [online]. 2014, **68**(3), 183-190 [cit. 2016-03-10].
- (31) Specializovaná pracoviště: Centra s vakuovou biopsií. In: *Mamo* [online]. Brno, 2015 [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: <http://www.mamo.cz/index.php?pg=pro-lekare--specializovana-pracoviste--mamotomie>
- (32) PLEVOVÁ, I. *Management v ošetrovatelství*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-3871-0.
- (33) HONOVÁ, Ž. *Strategie akreditovaného screeningového mamografického pracoviště*. Praha, 2015. Závěrečná práce. Cambridge Business School v Praze. Vedoucí práce Prof. JUDr. Zdeněk Souček, DrSc.
- (34) TYLL, L. *Podniková strategie*. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck, 2014. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-507-7.
- (35) SEDLÁČKOVÁ, H. a K. BUCHTA *Strategická analýza*. 2. vydání. Praha: C.H. Beck, 2006. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-367-1.

- (36) *Věstník MZ - Doporučený standard pro poskytování screeningu karcinomu prsu a provádění diagnostické mamografie v České republice* [online]. In: . Praha: MZČR, 2010 [cit. 2016-03-16].
- (37) DANEŠ, J., L. VYHNÁLEK, O. KODL, H. KACEROVSKÁ, J. VEDRALOVÁ, E. ČECH, P. STRNAD a P. ŠAFÁŘ Mamografie v České republice - indikace, poptávky na technické vybavení mamografických pracovišť a personální zajištění, vykazování vyšetření pro zdravotní pojišťovny. *Česká radiologie*. 1996, **50**(6), 347-351. ISSN 1210-7883.
- (38) Používání rentgenů - lékařské ozáření: Příklady některých expozic ionizujícímu záření včetně limitů platných v ČR. In: *Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. Praha, b.r. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/zajimavosti-z-praxe-radiacni-ochrany/pouzivani-rentgenu-lekarske-ozareni/>
- (39) *MDRÚ*. In: . P-P Klinika Kladno, s.r.o., Akreditované mamografické screeningové pracoviště (Interní materiál), 2015.
- (40) ŽIŽKA, J., J. TINTĚRA a M. MECHL *Protokoly MR zobrazování: pokročilé techniky*. První vydání. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-179-7.
- (41) SCHNEIDEROVÁ, M., R. BELANOVÁ, H. BARTOŇKOVÁ a P. OPLETAL Magnetická rezonance prsu - první zkušenosti. *Klinická onkologie* [online]. 2006, **19**(3), 194-197 [cit. 2016-03-30].
- (42) HORÁK, M.. Biopsie prsů se zaměřením cíle na magnetické rezonanci - první zkušenosti. *Česká radiologie* [online]. 2009, **63**(1), 56-60 [cit. 2016-04-10].
- (43) Velikosti orgánových dávek záření při CT vyšetření. In: *Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. Rentgen buletin, 2009 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/zajimavosti-z-praxe-radiacni-ochrany/pouzivani-rentgenu-lekarske-ozareni/>



## Seznam obrázků

<i>Obrázek č. 1: Nejčastější onemocnění prsu (upraveno dle ÚZIS ČR) .....</i>	<i>7</i>
<i>Obrázek č. 2: Diagnostické zobrazovací metody v mamologii .....</i>	<i>9</i>

## Seznam tabulek

<i>Tabulka č. 1: Glandulární dávky při screeningovém mamografickém vyšetření (upraveno dle MDRÚ) .....</i>	26
<i>Tabulka č. 2: SWOT analýza - výpočetní tomografie .....</i>	40
<i>Tabulka č. 3: SWOT analýza - mamografické vyšetření .....</i>	41
<i>Tabulka č. 4: SWOT analýza - ultrasonografické vyšetření .....</i>	42
<i>Tabulka č. 5: SWOT analýza - magnetická rezonance .....</i>	43

