

VŠB – Technická Univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Počítačové zpracování obrazu mamologického vyšetření
Computer Processing of Images of Mammological
Examinations

2012

Bc. Alžběta Blažková

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Alžběta Blažková**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3901T009 Biomedicínské inženýrství
Téma: **Počítačové zpracování obrazu mamologického vyšetření**
Computer Processing of Images of Mammological Examinations

Zásady pro vypracování:

Cíl práce

Vyhodnocení digitálních obrazů z mamografického vyšetření metodami zpracování obrazu a statistické zhodnocení výsledků mamografického vyšetření na souboru dat pacientek.

1. Zpracování tématické rešerše týkající se změn anatomie a patologie prsu se zřetelem k mamografickému vyšetření.
2. Vlastnosti současných MAMMOGRAFŮ (Princip, technické vybavení).
3. Postup vyšetření na mamografu a sonografickém přístroji.
4. Způsob hodnocení mamografických snímků lékařem.
Popis postupu lékaře při hodnocení snímků, jaké jevy, oblasti na snímku hledá a jak je eventuálně hodnotí – kvalitativně, kvantitativně. Nutnost eventuálního sonografického došetření. Klasifikace patologického procesu.
5. Zpracování obrazu v programu FOTOM nebo v Matlabu.
Posouzení možnosti použití FOTOMU a MATLABU pro napodobení tohoto algoritmu experimentováním s vybranými snímky, s ohledem na postup lékaře.
6. Automatizované zpracování vybraných snímků zvoleným systémem a zhodnocení výsledků.
Jestliže výsledky obdržené v bodě 4 se ukáží jako použitelné, provedeme následně zhodnocení vybrané sady snímků automatizovaně a srovnáme je s vyhodnocením, které standardně provádí lékař.
7. Statistické zhodnocení výsledků vyšetření biopsie pro vybranou skupinu pacientek s pozitivním nálezem na MAMMOGRAFICKÉM SCREENINGU mamodiagnostického pracoviště Vítkovické nemocnice.
Provést statistické zhodnocení výsledků vyšetření metodami matematické statistiky na souboru dat pacientů mamologického pracoviště, provést diskusi výsledků s ohledem na použité metody statistického zpracování.
8. Celkové zhodnocení výsledků dosažených v diplomové práci.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. DANEŠ, J. a kolektiv. *Základy mamografie*. 1.vyd. Praha : X – Egem, s.r.o., 2002, 199 s. ISBN-80-7199-062-0.
2. VYHNÁNEK, Luboš a kolektiv. *Radiodiagnostika Kapitoly z klinické praxe*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998, 486 s. ISBN 80-7169-240-9.
3. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. 2. vydání. Praha: Grada Publishing. 1997. 693 s. ISBN 80-7169-140-2.
4. ABRAHAMS, Petr a Rastislav DRUGA. *Lidské tělo. Atlas anatomie člověka*. 1.vydání. Praha: Ottovo nakladatelství. 2003. 256 s. ISBN 80-7181-955-7.
5. ZAPLATÍLEK, K., B. DONAR. *MATLAB začínáme se signály*. Praha: BEN-technická literatura, 2006. 272 s. ISBN 80-7300-200-0.

6. ZAPLATÍLEK, K., B. DONAR. *MATLAB tvorba uživatelských aplikací*. Praha: BEN-technická literatura, 2004. 216 s. ISBN 80-7300-133-0.
7. JAN, Jiří. *Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálu*. Brno: VUTIUM, 2002. 427 s. ISBN 80-214-2911-9.
8. DUŠEK, František. *Matlab a Simulink – úvod do používání*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. 146 s. ISBN 80-7194-273-1.
9. SOJKA, Eduard. *Digitální zpracování a analýza obrazu*. 1.vyd. Ostrava: VŠB - TUO, 2000. 133 s. ISBN 80-7078-746-5 (brož.)
10. LIČEV, Lačezar. *Analýza, modelování, rozpoznávání a vizualizace procesu měření objektů na snímcích*. COMPUTER PRESS a.s. v rámci projektu Vydejte vlastní knihu, 2010. 127 s. ISBN 978-80-251-3296-8.
11. BRIŠ, Radim a Martina LITSCHMANNOVÁ. *Statistika I. pro kombinované studium*. Elektronická skripta, TU-VŠB Ostrava, 2004.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. Jindřich Černohorský, CSc.**

Datum zadání: 18.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012



doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.



Bc. Alžběta Blažková

Datum odevzdání diplomové práce: 4.5.2012

Poděkování

Chtěla bych touto cestou poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu doc. RNDr. Jindřichovi Černohorskému, CSc za cenné rady, konzultace a připomínky spojené s vypracováním mého úkolu. Zároveň bych ráda poděkovala paní MUDr. Yvetě Lenertové a panu MUDr. Petru Plačkovi za praktické rady.

Abstrakt

Pro svoji diplomovou práci jsem si vybrala téma Počítačové zpracování obrazu mamologického vyšetření. Cílem této práce je navrhnout vhodný algoritmus pro hledání nádorových ložisek.

V první části popisují anatomii a fyziologii zdravého prsu. Dále pak patologické projevy prsu, epidemiologii karcinomu prsu, prevenci a diagnostiku karcinomu prsu. Ve druhé části se zabývám vlastnostmi současných mamografů. V další části popisují postup vyšetření na mamografickém a ultrasonografickém přístroji. V následujícím bodě je popsán způsob hodnocení mamografických a ultrasonografických snímků lékařem. V páté části se věnuji vstupním datům a použitým algoritmům. V další části se zabývám automatizovaným zpracováním mamografických snímků a porovnávám je s vyhodnocením, které standardně provádí lékař. Následující část je zaměřena na statistické vyhodnocení výsledků vyšetření biopsie pro vybranou skupinu pacientek s pozitivním nálezem na mamografickém screeningu mamodiagnostického pracoviště Vítkovické nemocnice. Poslední fáze je věnována zhodnocení dosažených výsledků.

Klíčová slova

prsa, mamografie, ultrasonografie, screening, screeningová mamografie, rakovina prsu, mamografické projekce, DICOM, MATLAB

Abstract

For this diploma thesis, I chose the topic of digital image processing of mammographic examination. The aim of this work is to propose a suitable algorithm for the search of tumor centers.

The first part describes the anatomy and physiology of the healthy breast. Furthermore, the pathological displays of breast cancer, breast cancer epidemiology, prevention and diagnosis of breast cancer. The second part deals with the characteristics of up-to-date mammographs. The next section describes the examination with the help of mammographic and ultrasound devices. The following section describes the method of evaluation of mammographic and ultrasonographic images by a doctor. The fifth part is devoted to input data and algorithms used. The next section deals with the automated processing of mammographic images and their comparison with the evaluation carried out by a doctor. The following section focuses on the statistical evaluation of biopsy results for a selected group of patients with positive diagnosis on mammography screening of mammodiagnostic workplace Vítkovické hospital. The final part is devoted to the evaluation of results achieved.

Key words

breasts, mammography, ultrasonography, screening, mammography screening, breast cancer, mammographic screening, DICOM, MATLAB

Seznam použitých symbolů a zkratek

BI-RADS™	Standardizovaný systém hodnocení mamogramu (The American College of Radiology Breast Imaging Reporting and Data System)
C 50	Nádory prsu
CC	Cranio-caudal view, projekce kraniokaudální
CCD	Je elektronická součástka používaná pro snímání obrazové informace
CPA	Barevný energetický doppler
CT	Computer tomography, výpočetní tomografie
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
DCIS	Duktální karcinom (carcinoma in situ)
DVK	Dolní vnitřní kvadrant
DZK	Retroareolární oblast a dolní zevní kvadrant
FNA	Fine-needle aspiration, tenkojehlová aspirace
HVK	Horní vnitřní kvadrant
HZK	Horní zevní kvadrant
K α	Charakteristické záření molybdenu
LCIS	Lobulární karcinom (carcinoma in situ)
M	Vzdálené metastázy
MLO	Medio-lateral-oblique view, projekce mediolaterální šikmá
MMG	Mamografické vyšetření
MR	Magnetická rezonance
N	Noduli, uzliny
PACS	Picture Archiving and Communication System – (informační systémy pro archivaci a přenos obrazů)
pTNM	Patologická, pooperační histopatologická klasifikace
RTG	Rentgenové záření
T	Tumor (rozsah primárního nálezu)
TDLU	Dukto-lobulární jednotka
TGC	Time gain compensation,
TNM	Klasifikace zhoubných novotvarů (předléčebná klinická klasifikace)
UICC	International Union Against Cancer
USG	Ultrasonografie
UZ	Ultrazvuk

Obsah

Úvod.....	1
1. Zpracování tématické rešerše týkající se změn anatomie a patologie prsu se zřetelem k mamografickému vyšetření.....	2
1.1 Anatomie prsu (mamma).....	2
1.2 Fyziologie prsu.....	4
1.2.1 Změny mléčné žlázy v jednotlivých obdobích života.....	4
1.2.2 Změny během menstruačního cyklu.....	4
1.2.3 Změny prsu v těhotenství a laktaci.....	4
1.3 Patologie prsu.....	5
1.3.1 Vrozené vady prsu.....	5
1.3.2 Vývojové vady prsu.....	5
1.3.3 Nezhoubná onemocnění prsu.....	6
1.3.3.1 Zánět.....	6
1.3.3.2 Nekróza.....	6
1.3.3.3 Cysta.....	6
1.3.3.3.1 Fibrocystické změny.....	6
1.3.3.4 Adenóza.....	6
1.3.3.5 Benigní nádory.....	7
1.3.4 Prekancerózy mammárního karcinomu.....	7
1.3.5 Zhoubná onemocnění.....	7
1.3.5.1 Karcinom in situ.....	8
1.3.5.2 Invazivní karcinom.....	8
1.4 Epidemiologie karcinomu prsu.....	8
1.4.1 Přehled významných rizikových faktorů karcinomu prsu a jejich vztah k onemocnění.....	8
1.4.1.1 Faktory životního stylu.....	8
1.4.1.1.1 Kouření.....	8
1.4.1.1.2 Alkohol.....	9
1.4.1.1.3 Stravovací návyky.....	9
1.4.1.1.4 Obezita.....	9
1.4.1.1.5 Fyzická aktivita.....	9
1.4.1.2 Faktory osobní anamnézy.....	9
1.4.1.2.1 Pohlaví a rasa.....	9
1.4.1.2.2 Geografická oblast.....	9
1.4.1.2.3 Věk.....	10
1.4.1.2.4 Tělesná výška.....	10
1.4.1.2.5 Střední krevní tlak.....	10
1.4.1.3 Hormonální a gynekologické faktory.....	10
1.4.1.3.1 Menarché.....	10
1.4.1.3.2 Menopauza.....	10
1.4.1.3.3 Věk při prvním porodu.....	10
1.4.1.3.4 Počet porodů.....	10
1.4.1.3.5 Kojení.....	11
1.4.1.3.6 Gynekologická operace.....	11

1.4.1.3.7.	Hormonální léčba	11
1.4.1.4	Genetické faktory	11
1.4.1.4.1.	Výskyt malignit v rodinné anamnéze	11
1.4.1.5	Ostatní faktory	11
1.4.1.5.1.	Vzdělání	11
1.4.1.5.2.	Bydliště	11
1.4.1.5.3.	Životní prostředí	11
1.4.1.5.4.	Psychologické aspekty	12
1.4.1.5.5.	Umělé přerušování těhotenství	12
1.5	Prevence a diagnostika karcinomu prsu	12
1.5.1	Samovyšetření	12
1.5.1.1	Samovyšetřování se provádí v několika fázích	12
1.5.2	Klinické vyšetření	13
1.5.3	Mamografie	13
1.5.3.1	Indikace mamografie	14
1.5.4	Skreening	14
1.5.5	Ultrasonografie prsu	14
1.5.5.1	Indikace sonografického vyšetření	15
2.	Vlastnosti současných mamografů	16
2.1	Mamografie	16
2.2	Mamografické zařízení	17
2.2.1	Obecné principy	17
2.2.1.1	Kontrast obrazu	18
2.2.1.2	Geometrické rozlišení a ostrost	18
2.2.2	Rentgenka	18
2.2.2.1	Rentgenové spektrum	19
2.2.3	Generátor	20
2.2.4	Geometrie a komprese	20
2.2.4.1	Geometrie	20
2.2.4.2	Komprese	20
2.2.5	Sekundární (Bucky) clona	21
2.2.6	Expoziční automat	22
2.3	Receptor obrazu	22
2.3.1	Kazety	22
2.3.2	Zesilující fólie	22
2.3.3	Filmy	23
2.3.3.1	Latentní obraz	23
2.3.3.2	Zpracování mamografických filmů	23
2.4	Kvalita obrazu, denzita a expozice, citlivost a kontrast	24
2.4.1	Expozice a denzita	24
2.4.1.1	Expozice (E)	24
2.4.1.2	Optická hustota	24
2.4.1.3	Kontrast (gradace, gradient) filmu	24
2.4.1.4	Citlivost filmu	24
2.5	Dávka při mamografii	25
2.6	Negatotypy a podmínky pro hodnocení snímků	25

2.7	Základy digitální mamografie.....	25
2.7.1	Počítačová radiografie	26
2.7.2	Stacionární detektory 1. generace.....	26
2.7.3	Stacionární digitální detektory 2. generace.....	26
2.7.4	Pixely v digitální mamografii	26
2.7.5	Požadavky na zobrazované pole	26
2.7.6	Některé parametry zobrazovacích systémů	26
2.7.6.1	Modulační přenosová funkce	26
2.7.6.2	Dynamický rozsah	27
2.7.6.3	Detekční kvantová účinnost	27
2.7.6.4	Digitální mamografie a dávka	27
2.7.7	Nové směry využití digitální mamografie	27
2.7.7.1	Tomosyntéza a 3D zobrazování	27
3.	Postup vyšetření na mamografickém a ultrasonografickém přístroji	28
3.1	Postup vyšetření na mamografickém přístroji	28
3.1.1	Značení snímků.....	28
3.1.2	Komprese	29
3.1.3	Mamografické projekce	29
3.1.3.1	Projekce mediolaterální šikmá MLO.....	30
3.1.3.1.1	Provedení projekce MLO.....	30
3.1.3.2	Projekce kraniokaudální CC.....	31
3.1.3.2.1	Provedení projekce CC	31
3.2	Postup vyšetření na ultrasonografickém přístroji	32
4.	Způsob hodnocení mamografických snímků lékařem	34
4.1	Mamografická typologie.....	34
4.1.1	Tabárova typologie	34
4.2	Hodnocení mamogramů.....	34
4.2.1	Podmínky pro hodnocení mamogramů.....	34
4.2.2	Příprava k hodnocení, kvalitní mamogram.....	35
4.2.3	Vlastní hodnocení snímků	35
4.2.4	Kritéria hodnocení obrazů nejčastějších maligních a benigních procesů ..	36
4.2.4.1	Lokalizace.....	36
4.2.4.2	Velikost, tvar a ohraničení.....	36
4.2.4.3	Zeslabení rentgenového záření (denzita).....	37
4.2.4.4	Narušení architektiky prsu.....	38
4.2.4.5	Změna obrazu v čase	38
4.2.4.6	Axilární uzliny.....	38
4.2.4.7	Změny kůže, dvorce a bradavky.....	39
4.3	Diferenciální diagnostika kalcifikací	39
4.3.1	Kalcifikace typicky benigní	39
4.3.1.1	Kožní kalcifikace	39
4.3.1.2	Kalcifikace v cévách.....	39
4.3.1.3	Kalcifikace ve fibroadenomou	39
4.3.1.4	Kalcifikace v mlékovodech při sekrečním onemocnění.....	40
4.3.1.5	Kalcifikace v acinech	40
4.3.1.6	Větší kalcifikace s projasněním.....	40

4.3.1.7	Skořápkovité kalcifikace	40
4.3.1.8	Kalcifikace typu „kalciovaného mléka“	40
4.3.1.9	Kalcifikace kolem šicího materiálu	40
4.3.2	Nejednoznačné kalcifikace, přechodné znepokojivé	41
4.3.3	Kalcifikace s vysokou pravděpodobností maligního charakteru	41
4.4	Ultrasonografie a podmínky jejího hodnocení	41
4.5	TNM klasifikace	42
4.5.1	Kategorie T (pT) – primární nádor	43
4.5.2	Kategorie N (pN) – regionální mízní uzliny	43
4.5.3	Kategorie M	43
4.5.4	Stadia onemocnění	43
4.5.4.1	Stadium I	44
4.5.4.2	Stadium II	44
4.5.4.3	Stadium III	44
4.5.4.4	Stadium IV	45
5.	Zpracování obrazu v programu MATLAB	46
5.1	DICOM standard	46
5.2	Použité postupy	46
5.2.1	Načtení dat	47
5.2.2	Základní zkoumání načteného snímku	47
5.2.3	Omezení na podstatnou část obrazu	47
5.2.4	Decimace	47
5.2.5	Detekce rušivých objektů	48
5.2.5.1	Velký prsní sval	48
5.2.5.2	Okraj prsu	48
5.2.6	Korelace	49
5.2.7	Prahování	49
5.2.8	Hledání mezery mezi ložisky	49
5.2.9	Označení ložisek	50
6.	Automatizované zpracování vybraných snímků zvoleným systémem a zhodnocení výsledků	51
6.1	Zhodnocení výsledků	51
7.	Statistické zhodnocení výsledků vyšetření biopsie pro vybranou skupinu pacientek s pozitivním nálezem na MAMMOGRAFICKÉM SCREENINGU mamodiagnostického pracoviště Vítkovické nemocnice	52
7.1	Zdrojová data	52
7.2	Explorační analýza	52
7.2.1	Přehled vyšetření v závislosti na metodě	52
7.2.1.1	Za rok 2009	52
7.2.1.2	Za rok 2010	53
7.2.1.3	Za rok 2011	53
7.2.2	Výsledky vyšetření mamografem v závislosti na věku	54
7.2.2.1	Za rok 2009	54
7.2.2.2	Za rok 2010	55
7.2.2.3	Za rok 2011	56
7.2.3	Zobrazení výsledků biopsie	57

7.2.3.1	Za rok 2009.....	57
7.2.3.2	Za rok 2010.....	58
7.2.3.3	Za rok 2011.....	58
7.2.4	Výsledky vyšetření biopsie v závislosti na věku	59
7.2.4.1	Za rok 2009.....	59
7.2.4.1.1.	Krabicový graf	60
7.2.4.2	Za rok 2010.....	61
7.2.4.2.1.	Krabicový graf	62
7.2.4.3	Za rok 2011.....	63
7.2.4.3.1.	Krabicový graf	63
7.2.5	Zobrazení výsledků lokalizace tumoru podle kódu	65
7.2.5.1	Za rok 2009.....	65
7.2.5.2	Za rok 2010.....	66
7.2.5.3	Za rok 2011.....	67
7.2.6	Zobrazení výsledků hodnocení stupně pokročilosti primárního nádoru (TNM klasifikace – kategorie T)	68
7.2.6.1	Za rok 2009.....	68
7.2.6.2	Za rok 2010.....	69
7.2.6.3	Za rok 2011.....	70
7.3	Intervalové odhady (biopsií).....	70
7.3.1	Normalita věku v daných letech	70
7.3.2	Meze oboustranného intervalu:.....	72
7.4	Statistická indukce	72
7.4.1	Kontingenční tabulka.....	73
7.4.2	Volba nulové a alternativní hypotézy	74
7.4.3	Mozaikový graf a histogram	74
7.5	Diskuze	75
Závěr	.....	76
Seznam použité literatury	.....	77
Internetové zdroje	.....	78
Seznam obrázků	.....	80
Seznam grafů	.....	82
Seznam tabulek	.....	83

Úvod

Cílem této práce je navrhnout metody, které by našly nádorová ložiska v mamografickém snímku. Pro tuto práci bylo použito celkem 26 snímků čtrnácti pacientek.

Na navržený algoritmus nebyl kladen žádný časový předpoklad, přesto se budu snažit algoritmy navrhovat co nejefektivněji. Tato práce podle zadání bude vypracována v prostředí MATLAB. Podrobnější definice ohledně poskytnutých vstupních dat a popisu navržených algoritmů jsou uvedeny v kapitolách 5 a 6.

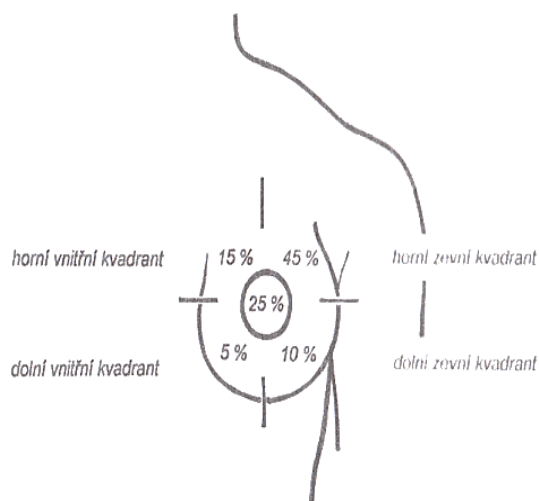
Nejdříve se v kapitole 1 věnuji úvodu do anatomie, fyziologie a patologie. Dále je zde popsána epidemiologie karcinomu prsu, prevence a diagnostika karcinomu prsu. Kapitola 2 se zabývá podrobným popisem mamografu. Postup vyšetření na mamografu a na sonografickém přístroji je popsán v kapitole 3. Způsob hodnocení mamografických snímků lékařem je uveden ve 4. kapitole. Dále se v této kapitole věnuji TNM klasifikaci, která je potřebná pro zpracování statistických dat. Popis vstupních dat, která jsou ve formátu DICOM, je uveden v kapitole 5. V této kapitole dále popisují použité algoritmy. Provedu automatické zpracování snímků a výsledek porovnám s hodnocením lékaře (viz kapitola 6). V kapitole 7 provedu statistické zhodnocení výsledků vyšetření biopsie pro vybranou skupinu pacientek s pozitivním nálezem na mamografickém screeningu mamodiagnostického pracoviště Vítkovické nemocnice. Na úplný závěr zhodnotím dosažené cíle.

1. Zpracování tématické rešerše týkající se změn anatomie a patologie prsu se zřetelem k mamografickému vyšetření

1.1 Anatomie prsu (mamma)

Prs (mamma) je párovým orgánem, který je uložen na velkém prsním svalu (musculus pectoralis major) a z části na předním pilovitém svalu (musculus serratus anterior). V plném vývoji prs sahá vertikálně od 3. do 6. žebra (u jednotlivých populací se tato poloha může měnit) a horizontálně od parasternální čáry do přední čáry axilární. Průměrný vertikální rozměr je 11 cm a horizontální 12 cm.

Prs klinicky rozdělujeme na čtyři kvadranty, centrální část a mamiloareolární komplex. Horní zevní kvadrant obsahuje největší objem žlázy a směrem k axile vybíhá v tzv. Rieffelův výběžek. Horní zevní kvadranty prsu jsou též nejčastějším místem výskytu nádoru prsu (obr. 1). Karcinomy lokalizované v dolním vnitřním kvadrantu, kterých bývá v této lokalizaci nejméně, mají proti jiným lokalizacím horší prognózu. Mamiloareolární komplex se skládá z dvorce. Tvar a velikost je závislá na množství tuku v těle, na podnebí, na věku a na funkčním stavu žlázy (těhotenství a laktace).

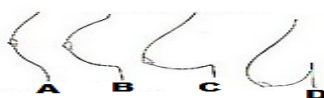


Obr. 1 Schéma prsních kvadrantů, procenta udávají výskyt rakoviny mléčné žlázy v jednotlivých prsních segmentech. [24]

Podkladem prsu je mléčná žláza (glandula mammaria), která je obklopena tukovou tkání. Během života ženy procházejí prsy různými změnami, které jsou podmíněny hormony, zejména v pubertě, dále v šestinedělí, během kojení a v přechodu. Prs u dospělé ženy se může vyskytovat v několika anatropologických tvarových typech. V průběhu života se zpravidla střídají (obr.2):

- mamma disciformis – plochý, nízký, miskovitý prs
- mamma spherioidea – polokulový prs
- mamma piriformis – hruškový prs, pod kterým se začíná vytvářet rýha sulcus inframammalis
- mamma pendula – ochablý prs

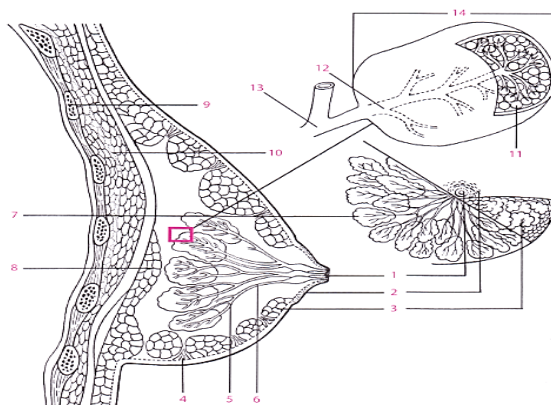
V průběhu stáří dochází k vymizení tuku a k involuci žlázového tělesa.



Obr. 2 Anatomické typy prsů. A – plochý miskovitý, B – klasický, hemisférický, C – hruškovitý, pokleslý, D – ochablý. [10]

Na hrudní kosti je mezi pravým a levým prsem žlábek. Prsní kůže je světlá a tenká, proto prosvítají podkožní žíly. Je bohatě inervována. Na prsním vrcholku se nachází prsní dvorec (areola mammae), který dosahuje průměru 3 – 5 cm. Prsní dvorec se během gravidity zvětší. Je pigmentovaný (růžový u světlavlasých typů, postupně hnědý až temně hnědý s přibývajícím celkovou pigmentací ženy). V graviditě se pigmentace zvyšuje. Na obvodu dvorce se vyskytují drobné hrbolky, které jsou vyzviženy žlázkami glandulae areolares. Uprostřed prsního dvorce se nachází prsní bradavka (papilla mammae), která je zpravidla mírně vyvýšená.

Prs je složen z vlastního žlázového tělesa, z tukového a fibrosního tělesa. Žlázové těleso (corpus mammae) tvoří 15 – 20 radiálně uspořádaných laloků (lobi glandulae mammae), jejichž vývody se spojují v mlékovody (duktus lactiferi). Mlékovody se sbíhají směrem k bradavce, větvenovitě se rozšiřují v sinus lactiferi a vyústí 8 – 15 otvůrkou na vrcholu bradavky. Od povrchu žlázového tělesa a z prostoru mezi laloky vybíhají ke kůži vazivový listem pouzdra, která upínají prs na kost klíční. Mléčná žláza je obalena vazivovým pouzdem, z něhož vyzařují mezi jednotlivé laloky vazivová septa. Mléčná žláza má bohaté cévní – krevní zásobení. Důležité je zásobení mizní – lymfatické. Míza proudící cévami je filtrovaná v mizních uzlinách, které jsou rozmístěny v podpaží, mezi žebry a pod a nad klíční kostí (Obr.3).



Obr. 3 Anatomie mléčné žlázy. 1 = bradavka – vyústění mlékovodů, 2 = dvorec, 3 = lalůček tuku, 4 = podkožní vazivo, 5 = subsegmentální duktus, 6 = segmentální duktus, 7 = mléčný lalok skládající se z jednotlivých lalůčků, 8 = tuk, 9 = žebro, 10 = sval, 11 = acinus, 12 = vývod (duktus) uvnitř lobulu, 13 = konečný duktus mimo lobulus, 14 = základní jednotka prsu – lobulus [19]

Mužský prs (mamma masculina) je rudimentární. Je složen z malého množství vaziva, ve kterém jsou řídky rozprostřeny žlásky bez vývodů.

Cévní zásobení je velmi variabilní. Vnitřní kvadranty prsu jsou zásobeny perforujícími větvemi (rr. perforantes) arteria mammae interna (arteria thoracica interna), které pronikají hrudní stěnou nedaleko okraje sternu v prvním až čtvrtém mezižebří. Zevní kvadranty prsu jsou zásobovány arteria mammae externa (arteria thoracica lateralis), které je větví arteria axillaris, a také laterálními kožními větvemi interkostálních arterií ve 3., 4. a 5. mezižebří. Kraniaální část prsu zásobují další větve arteria axillaris (arteria thoracoacromialis, arteria thoracica suprema). Nervové zásobení pochází z druhého až šestého interkostálního nervu, vegetativní nervová vlákna jdou podél krevních cév. [8]

1.2 Fyziologie prsu

1.2.1 Změny mléčné žlázy v jednotlivých obdobích života

Základem mléčné žlázy je mléčná embryonální lišta, která se vytváří v 6. týdnu nitroděložního života plodu. Mléčná lišta je uložena oboustranně od axily až po třísko. V průběhu vývoje se mléčná lišta začíná zkracovat. V 9. týdnu lišta atrofuje a zůstává pouze embryonální základ v pektorální oblasti. Od 12. týdne se z epitelového základu tvoří primární a sekundární dukty, nejdříve uzavřené, později již otevřené, které ústí na bradavce. Ke klidovému stádiu dochází po období novorozenecké hormonální krize. Klidové stádium trvá až do počátku puberty. Vývoj prsu závisí na mnoha hormonálních faktorech. Největší vliv na vývoj prsu v pubertě mají estrogény. Díky estrogenům se začíná prs zvětšovat. Dochází k růstu a pigmentaci prsní bradavky a k tvorbě vlastní prsní hmoty. Estrogény řídí vlastní proliferaci duktální části žlázového systému. Progesteron naopak stimuluje růst epitelu lobuloalveolárního systému. Díky oběma hormonům pak vzniká terminální duktální – lobulární jednotka. Na rozvoj prsu je nutný i celý komplex dalších hormonů. Účinek estrogenů na růst ductů vyžaduje přítomnost inzulínu a prolaktinu. Kolem dvacátého roku ženy je ukončen prsní růst.

Utváření a rozvoj prsu je výrazně závislé na hormonech, tento vývoj se v pubertě klasifikuje podle Tannera (příloha I).

Až v období těhotenství nastává konečná diferenciací buněk mléčné žlázy. V souvislosti s kojením nebo s menstruačním cyklem prs prodělává změny. Kolem 35. roku ženy končí novotvorba prsní tkáně. Po 35. roku věku se cyklickým změnám v prsu připojují ve větší míře i změny involuční. Tímto způsobem prs reaguje na klesající činnosti ovarií. Dochází k hormonálním změnám, ke ztrátě cyklicity a poklesu progesteronu, teprve až později ke změnám gonadotropinů a estradiolu. Po menopauze přestává ovarium produkovat estradiol a progesteron. Dochází k postupné až úplné involuci mléčné žlázy v prsu.

1.2.2 Změny během menstruačního cyklu

Na receptory jsou vázány estrogény. Receptory regulují expresi specifických cílových genů v orgánu. Studium koncentrací hormonálních receptorů se zjistilo, že proliferační a sekreční děje v průběhu menstruačního cyklu v endometriu a v prsu jsou řízeny na odlišných principech.

V první fázi cyklu proliferyují téměř všechny buňky endometria a v druhé části cyklu dochází k poklesu progesteronových receptorů. V prsu je v první fázi cyklu pozitivních pouze 20% estrogenových receptorů a ve druhé fázi dochází k poklesu estrogenových receptorů na 5%.

Během celého menstruačního cyklu se ale prokázalo konstantní množství 20% progesteronových receptorů. Byl tedy potvrzen předpoklad, že během menstruačního cyklu v prsu proliferyuje jen malá část populace buněk.

1.2.3 Změny prsu v těhotenství a laktaci

Ke konečné diferenciaci epitelových buněk v prsu dochází v období těhotenství a laktace, do této doby zůstává epitel mléčné žlázy v nezralém funkčním stavu.

V laktaci a v průběhu těhotenství se dvouvrstevný klidový epitel mění na jednovrstevný aktivní, mléko secernující epitel.

Mohutný lobuloalveolární růst způsobují hormony placenty (estrogeny, vestaveny, placentární laktogen) a prolaktinu. Pro nástup laktace je nezbytný prolaktin. Jakmile skončí laktace, jednovrstevný aktivní epitel se opět mění na klidový dvouvrstevný.

1.3 Patologie prsu

Nejběžnější formou rakoviny u žen je karcinom prsu. Tento karcinom tvoří přibližně jednu čtvrtinu všech zhoubných nádorů u žen. Se vzrůstajícím věkem se zvyšuje riziko onemocnění karcinomem prsu. Mléčná žláza je cílovým orgánem pohlavních hormonů, a tudíž i místem dysplasií a nádorů hormonálně dependentních, které úzce souvisí s hormonálními poruchami pohlavních orgánů.

Mezi onemocnění prsu řadíme záněty prsu (mastitidy), fibrocystické změny (benigní nádory) a maligní nádory prsu – karcinomy [13]. Benigní nádory prsu se dále dělí na fibroadenomy, lipomy, papilomy a na dysplastické a degenerativní změny prsu, jejichž výsledkem může být tvorba cyst a zatvrdlin v prsu. [12]

1.3.1 Vrozené vady prsu

V době puberty se obvykle projeví vrozené vady, které většinou mívají nepříznivý vliv na psychiku ženy. Důsledkem i jiného postižení mohou být tyto vrozené vady prsu, jako je např. porucha vývinu prsního svalu nebo horní končetiny.

Mezi vrozené vady řadíme amastii, jednostranné nebo oboustranné chybění celého prsu s dvorcem a bradavkou. Jako hypoplazii a mikromastii označujeme vrozeně podmíněnou vadu ve vývinu prsu a bradavky. [14] Kromě prsu a bradavky chybí i velký prsní sval, nejčastěji jeho sternální část, nazýváme tento stav Polandův syndrom. Dále k vrozeným vadám patří nadpočetá bradavka, polythelie, polymastie, nadpočetá mléčná žláza, která se vyskytuje kdekoli v průběhu mléčné lišty na jedné nebo po obou stranách.

Umístění žlázy mimo mléčnou lištu označujeme jako mamma accesoria, aberans, která je nebezpečná zvýšeným rizikem vzniku karcinomu. Jednostranná nebo oboustranná vpáčená bradavka, mamilla inverta, je vrozený stav, kdy nedochází k prominenci bradavky. Je to vada estetická, v době laktace i funkční, a je nutné ji diferencovat od vtažení bradavky u pozánětlivých či nádorových změn.

1.3.2 Vývojové vady prsu

Mezi nejčastější vývojové vady prsu patří prsní asymetrie, která je v menší míře fyziologická. Symetrické prsy jsou spíše výjimkou. Konstrikcí prsu nazýváme stav, kdy je báze prsu příliš malá s ohledem na velikost hrudníku a s krátkou inframammární rýhou.

Mezi získané vývojové vady prsů řadíme oboustranné ochabnutí a zmenšení prsních žláz neboli atrofii, která bývá spojena s hormonálními změnami např. po gynekologickém onemocnění, laktaci nebo v klimakteriu. Po značném váhovém úbytku může dojít k prsní atrofii.

V době puberty, častěji však při obezitě, po kojení či některých endokrinních, metabolických a gynekologických onemocněních, se může projevit prsní hypertrofie ať gigantomastie, působící mnohdy psychické, pohybové i dýchací potíže.

Do skupiny vývojových vad můžeme také zařadit hypoplazii prsu a vpáčené bradavky.

1.3.3 Nezhoubná onemocnění prsu

Ne každá bulka v prsu znamená nádor. Z 90% se jedná o fibrozní změny, kdy se tkáň mění ve vazivo. Tyto změny patří k normálnímu obrazu prsu.

1.3.3.1 Zánět

Akutní zánět prsu, mastitis, bývá nejčastěji spojen s obdobím puerperia a laktací. Infekční zánět prsu, se nejčastěji vyskytuje u kojících žen, zejména v prvních týdnech kojení. Mastitida vznikne, když do prsu proniknou bakterie rodu *Staphylococcus*, nejčastěji přes drobné trhlinky v bradavce a kolem ní. Mastitidu, ale můžeme diagnostikovat i u nelaktujícího prsu jako důsledek dlaždicové metaplasie mammárních vývodů a jejich uzavírání.

1.3.3.2 Nekróza

V souvislosti s traumatem či chirurgickým zákrokem vzniká tuková nekróza. Jedná se o dutinu v prsní tkáni vyplněnou buněčným detritem a tekutinou. Kolem nekrózy dochází k jizvení, kalcifikacím a granulomatózní reakci a tím se zhoršuje rozlišení od karcinomu při klinickém i mammografickém vyšetření.

1.3.3.3 Cysta

Jednou z nejčastějších změn tkáně prsu je přítomnost cyst v prsu. Mohou se vyskytovat samostatně nebo v kombinaci s jinými benigními změnami. Jedná se o patologickou dutinu vyplněnou tekutinou a odvozenou od epitelu vznikající spojením lobulárních jednotek. Je buď distenční, nebo apokrinní, mající aktivní epitelovou výstelku.

1.3.3.3.1. *Fibrocystické změny*

Jako prsní dysplazii nebo fibrocystickou chorobu nazýváme stav, kdy dochází ke komplexní přeměně mléčné žlázy. Představuje nárůst vazivové složky s jizvicími a sklerotizujícími procesy. V pokročilém stadiu je nález pohmatem velmi výrazný a je zhoršena diferenciací od onkologických lézí při zobrazovacích vyšetřeních.

1.3.3.4 Adenóza

Adenóza znamená zvýšený počet žlázových komponent. Jedná se o proliferační proces s podstatnou změnou mléčné žlázy, který ale podle epidemiologických studií nevykazuje zvýšené riziko kancerogeneze. Zpravidla se vyskytuje u žen kolem 30. roku věku a projevuje se tuhými uzly obsahujícími mikrokalcifikace.

1.3.3.5 Benigní nádory

Fibroadenom je častým benigním nádorem, který se makroskopicky projevuje jako laločnatý, ohraničený a jemně opouzdřený útvar. Je růstově omezen a v některých případech je samovolně regredující, příp. kalcifikující. Fibroadenomy se na rozdíl od karcinomu vyskytují i v mladém věku do 25 let. Morfologicky na fibroadenom navazuje fyloidní nádor, typický zvýšenou proliferací mezenchymální složky a mitotickou aktivitou. Je makroskopicky ostře ohraničený a laločnatý. Mezi benigní nádory dále řadíme epitelové metaplazie, kdy se plně diferencovaný typ epitelu přemění v jiný.

1.3.4 Prekancerózy mammárního karcinomu

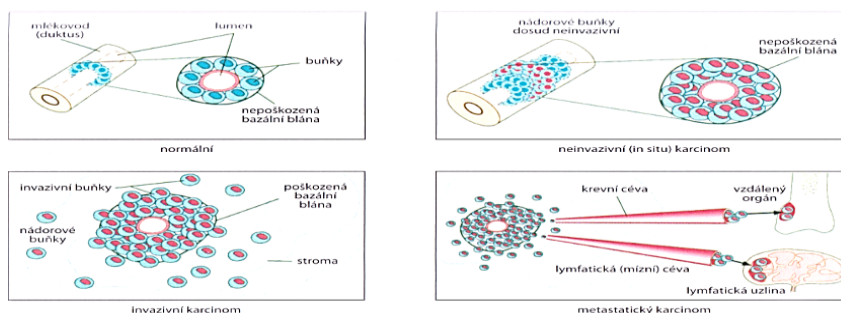
Prekancerózy jsou stavy předcházející vzniku maligních nádorů. Počítáme mezi ně přednádorová poškození, okolnosti a určité stavy. Při získané nebo vrozené poruše některého z antionkogenních mechanismů může dojít k falešné aktivaci některých růstových signálů a k zablokování zpětných vazeb informujících buňky o překročení optimální hustoty. V buňkách se dále kumulují tyto poruchy a v důsledku selektivní růstové výhody se objevují klonální buněčné populace s narůstající schopností migrace. Kolonizují v různém rozsahu strukturu mléčné žlázy a postupně vytlačují netransformovaný mammární epitel. Tento proces může probíhat různou rychlostí, typicky desítky let. Výsledkem je rozvoj mammárního karcinomu, ke kterému ale během života ženy nemusí vůbec dojít. [15]

Do prekanceróz můžeme zařadit atypické hyperplazie a lobulární neoplazie. Hyperplazie, prekursorové léze i karcinomy dělíme do dvou typů, lobulární a duktální. Lobulární a duktální typy vznikají v terminální duktolobulární jednotce stejně jako většina karcinomů prsu. Lobulární léze vznikají z epitelu vystýlajícího aciny a duktální léze z epitelů terminálních duktů. Více než místem vzniku se však liší ve svých biologických vlastnostech.

Můžeme tady zařadit i papilomy, které byly dříve považované za benigní nádory. Papilomy mohou být solitární nebo mnohočetné. Mezi nejčastější příznaky patří krvavá sekce z bradavky. Papilomy jsou odlišné tím, že epitel tvoří jemné vaskularizované stromální papily. Typické pro papilomy je ostré ohraničení.

1.3.5 Zhoubná onemocnění

Maligní nádory se od benigních liší svým rychlejším růstem, jsou méně ohraničené a prorůstají do okolních tkání, které následně poškozují. Vytvářejí ložiska a metastázy. V prsu je nejčastější zhoubný nádor epiteliálního původu – karcinom.



Obr. 4 Rozvoj karcinomu prsu. [19]

1.3.5.1 Karcinom in situ

Jedná se o počáteční stadium karcinomu s intaktní bazální membránou, přes kterou proliferující buňky nepronikají. To je nebuněčná vrstva, která odděluje epitelové buňky od podpůrných tkání orgánů. Nádorové buňky tak dosud nemohly proniknout do lymfatických nebo krevních cév a nevznikly tak metastázy. [17] Můžeme rozlišit dva základní typy karcinomu in situ : lobulární (LCIS) a duktální (DCIS). Mezi hlavní rozdíly patří jejich charakter biologického chování. Lobulární karcinom je považován za marker vysokého rizika vzniku invazivního charakteru, duktální karcinom je jeho jednoznačným prekurzorem.

1.3.5.2 Invazivní karcinom

Invazivní karcinom je ten, který již přerostl přes bazální membránu - nebuněčnou vrstvu, která odděluje epitelové buňky od podpůrných tkání orgánu včetně krevních a mízních cév. Tento nádor mohl již proniknout do cév nebo do okolních tkání a založit metastázy. [17] Většinou se jedná o hmatné ložisko tužšího charakteru, které je nejčastěji cípateho tvaru. U některých případů může být léze křehké konzistence a ostře ohraničená. Můžeme je rozdělit na duktální a lobulární. Mezi tyto nádory řadíme ještě karcinomy speciálního typu, kterým je Pegetova nemoc bradavky.

1.4 Epidemiologie karcinomu prsu

Pravá příčina vzniku rakoviny prsu nebyla dosud uspokojivě vysvětlena. Mnoho rizikových faktorů se podílí na vzniku rakoviny prsu (příloha II.). Mohou to být faktory jak vnitřní, tak vnější. Metody zkoumání a využívání našich poznatků můžeme rozdělit na přístup epidemiologický (populační) a individuální (osobní). Možnostmi prevence jednotlivých žen se zabývá individuální přístup. Epidemiologický přístup tvoří analýzy rizikových faktorů celé populace žen, na základě kterých je možné vytvořit rozsáhlé preventivní programy nebo organizovat systém zdravotní péče.

1.4.1 Přehled významných rizikových faktorů karcinomu prsu a jejich vztah k onemocnění

1.4.1.1 Faktory životního stylu

1.4.1.1.1. Kouření

Na rozdíl od výrazného rizika vývoje karcinomu plic není kouření většinou považováno za významný rizikový faktor vývoje karcinomu prsu.

1.4.1.1.2. Alkohol

Na riziko vzniku karcinomu prsu má nepříznivý vliv zvýšená konzumace alkoholu. Nepatrné zvýšení rizika je u žen, které vypijí denně jednu skleničku alkoholického nápoje. Riziko u žen, které vypijí 2 až 5 skleniček denně, je oproti abstinentkám asi 1,5krát vyšší.

1.4.1.1.3. Stravovací návyky

Složení a množství přijímané potravy tvoří komplexní faktor s přímým vztahem k riziku vzniku karcinomu prsu. Energetická hodnota potravy ovlivňuje energetický metabolismus organismu, a tedy produkci hormonů. Zastoupení a typ tuků v potravě, spolu s podílem příjmu zeleniny a ovoce, hrají významnou roli při vzniku malignit obecně. [19]

1.4.1.1.4. Obezita

Množství tělesného tuku, jeho rozložení v organismu a věk v době výskytu nadváhy ovlivňují metabolismus estrogenů, následkem toho může být zvýšené riziko vzniku karcinomu prsu. U obézních žen, diagnostikovaných po menopauze, bylo prokázáno zvýšené riziko vývoje onemocnění.

1.4.1.1.5. Fyzická aktivita

Fyzická aktivita ženy představuje významný komplexní faktor s epidemiologicky potvrzeným vztahem ke sníženému riziku vzniku karcinomu prsu. Zvýšená fyzická námaha snižuje produkci steroidních hormonů ve vaječnících a snižuje hladinu krevního insulinu. [19]

1.4.1.2 Faktory osobní anamnézy

1.4.1.2.1. Pohlaví a rasa

Karcinom prsu se u žen a u mužů vyskytuje v poměru 135:1. Karcinom prsu se nevyskytuje před pubertou. U různých etnických skupin je rozdílné riziko vývoje karcinomu prsu. Prokazatelné riziko u bělošské populace je výrazně vyšší než u populace černošské nebo Asiatek.

1.4.1.2.2. Geografická oblast

Za geografické rozdíly v identifikaci karcinomu prsu a za trend incidence je ve velké míře odpovědný životní styl, stav výživy, životosprávy a nutriční zvyklosti dané oblasti. Orientální země mají výrazně nižší riziko incidence i mortality na karcinom prsu. Západní životní styl je spojen se stoupající incidencí karcinomu.

1.4.1.2.3. Věk

Mezi hlavní rizikové faktory vzniku onemocnění patří věk. Zvýšené riziko vzniku je zaznamenáno u žen nad 50 let. S věkem narůstá riziko vzniku nádoru prsu. Výjimečně se můžeme setkat s karcinomem před 20. rokem věku.

1.4.1.2.4. Tělesná výška

U vyšších žen bylo prokázáno zvýšené riziko rozvoje malignity.

1.4.1.2.5. Střední krevní tlak

V literatuře je dokumentován vztah mezi zvýšeným středním krevním tlakem v době těhotenství a vyšším rizikem vzniku karcinomu prsu. [20]

1.4.1.3 Hormonální a gynekologické faktory

1.4.1.3.1. Menarché

Nástup menstruace před dvanáctým rokem věku dívky patří k významným rizikovým faktorům vzniku karcinomu prsu.

1.4.1.3.2. Menopauza

Vyšší věk menopauzy zvyšuje riziko vývoje onemocnění, ovlivňuje délku expozice organismu estrogenům a je tak interpretovatelným prediktivním rizikovým faktorem. [20]

1.4.1.3.3. Věk při prvním porodu

Výrazně zvýšené riziko vzniku karcinomu prsu u bezdětných žen a u žen s prvním těhotenstvím po 30. roce života se vysvětluje absencí nebo opožděnou diferenciací prsní tkáně. [20]

1.4.1.3.4. Počet porodů

Faktor počtu porodů je v predikci rizika vzniku karcinomu prsu nezávislý na věku ženy při prvním porodu. U žen s vyšším počtem dětí se pozoruje snížení rizika v důsledku kratšího životního období pod vlivem estrogenů. [19]

1.4.1.3.5. Kojení

Akt kojení a délka doby kojení ovlivňují přímo hladinu estrogenů v ženském organismu a byly potvrzeny jako faktory s protektivním účinkem na rozvoj maligního onemocnění prsu. [20]

1.4.1.3.6. Gynekologická operace

K výrazným faktorům rizika vzniku karcinomu prsu patří provedení ovariectomie a věk při dané operaci.

1.4.1.3.7. Hormonální léčba

Hormonální přípravky obecně ovlivňují přímo metabolismus steroidních hormonů v ženském organismu. U žen, které užívají tyto přípravky, existuje zvýšené riziko vzniku karcinomu prsu. Podstatný je ale věk při jejich užívání a délka doby užívání.

1.4.1.4 Genetické faktory

1.4.1.4.1. Výskyt malignit v rodinné anamnéze

Výskyt karcinomu prsu u přímého příbuzného zvyšuje riziko 2-3 násobně. Přítomnost nádoru prsu u nepřímých příbuzných zvyšuje riziko nepatrně.

1.4.1.5 Ostatní faktory

1.4.1.5.1. Vzdělání

Jde o komplexní faktor zahrnující gynekologické aspekty, režim dne s ohledem na fyzickou aktivitu. [20]

1.4.1.5.2. Bydliště

Jedná se o komplexní faktor zaměřený na odlišení rozdílných aspektů života ve městě a na venkově.

1.4.1.5.3. Životní prostředí

Výzkum dosud jasně neprokázal vliv znečištěného životního prostředí na zhoubný nádor prsu. [19]

1.4.1.5.4. *Psychologické aspekty*

Studie analyzující osobní charakteristiky a míru stresu ve vztahu k riziku vzniku nádorového onemocnění jsou většinou zběžné a neumožňují objektivní posouzení stavu pacienta před vývojem onemocnění. [19]

1.4.1.5.5. *Umělé přerušování těhotenství*

Umělé přerušování těhotenství nezvyšuje riziko zhoubného nádoru prsu.

1.5 Prevence a diagnostika karcinomu prsu

V senologii je základním úkolem diagnostických metod správná diagnóza. Senologická problematika se netýká pouze stanovení časného stadia karcinomu prsu, ale i klasifikace nezhooubných onemocnění prsů, jejich sledování a včasného a účinného léčení. Pokud se díváme na prs jako na orgán hormonálně dependentní, máme pro účinnou sekundární prevenci při včasné začátku dostatečně času a škálu léčebných postupů, abychom snížili riziko vzniku rakoviny prsu, případně „nové“ karcinomy zachytávali při minimálních velikostech. V těchto případech můžeme využít konzervativních chirurgických postupů s velkou pravděpodobností úplného vyléčení. Navržená koncepce prevence rakoviny prsů se skládá (příloha II). [11]:

1. samovyšetření
2. klinické vyšetření
3. mamografie
4. screening

1.5.1 Samovyšetření

Mezi nejjednodušší metody včasného zachytu rakoviny prsu patří samovyšetřování vlastních prsů. Postup samovyšetření se za posledních 20 let nezměnil. Vyšetřování si žena provádí sama, a to pravidelně každý měsíc. Pro samovyšetřování je nejlepším obdobím druhý nebo třetí den po skončení menstruace, kdy jsou prsy bez veškerého napětí. Samovyšetření prsů by se mělo stát samozřejmostí pro všechny ženy starší 25 let.

1.5.1.1 Samovyšetřování se provádí v několika fázích

První fáze je, že se žena postaví před zrcadlo s volně spuštěnými pažemi a velice pečlivě sleduje oba prsy. Žena si všimne jejich symetrie, tvaru a změny tvaru, případně důlkovitosti nebo změny na kůži. Některé ženy mohou trpět lehkou asymetrií prsů, nebo vtaženou bradavkou, kterou má již od puberty. Žena se prohlíží zepředu a z levého i pravého boku. Žena se dívá do zrcadla a vzpažuje nad hlavu, poté paže založí za hlavu a tlačí je dozadu.

V další fázi žena založí ruce v bok a svěsí ramena a nepatrně svěsí hlavu, lokty mírně dopředu. Žena zvedne levou paži a bříšky prstů pravé ruky prohmatává velmi pečlivě a opatrně pravý prs postupně v dolním zevním a obou vnitřních kvadrantech. Žena pohybuje prsty v malých soustředěných kruzích okolo prsního dvorce a okolo celého prsu. Speciální pozornost by

měla žena věnovat oblasti mezi prsem a podpažím. Je důležité věnovat pozornost jakékoliv bulce nebo nepravidelnosti v podkoží. Tohle vyšetření se doplňuje vyšetřením oběma rukama proti sobě. To samé vyšetření provedeme i na druhé straně.

V dalším kroku žena uchopí bradavku mezi dva prsty a dívá se na různé nepravidelnosti. Toto vyšetření provedeme i na druhém prsu. Poslední fáze se provádí vleže. Žena si lehne na záda na rovnou podložku. Žena si levou paži založí v bok nebo za hlavu a rameno si podloží polštářem. Během této polohy dojde k oploštění prsu a k jeho rozlití. Díky tomu se zjednoduší jeho prohmatání, které žena provádí pravou rukou. Pohybuje prsty krouživými pohyby stejně jako ve stoje.

1.5.2 Klinické vyšetření

Součástí klinického vyšetření je pečlivě sepsaná anamnéza se zaměřením na rizikové faktory vzniku karcinomu prsu. Samotné vyšetření je složeno z palpce a aspekce. Vyšetření pohledem je prováděno ve stoje, s rukama v bok, nebo volně spuštěnými, nebo za hlavou. Pohledem hodnotíme symetrii prsů, je třeba zdůraznit, že téměř nikdy není přítomná dokonalá symetrie obou prsů, dále sledujeme tvar a velikost prsů, vyklenutí nebo vkleslinách, všímáme si barvy a stavu kůže, žilního reliéfu a strií. Příznakem zánětu může být zarudnutí kůže. Dále si všímáme bradavky, velikosti, barvy, symetrií, hodnotíme prominenci nebo naopak retrakci.

Palpační vyšetření se provádí vestoje nebo vsedě, jestliže je podezřelý nález můžeme vyšetřovat i vleže. Prs vyšetřujeme bříšky druhého, třetího a čtvrtého prstu jemnými krouživými pohyby od hrudníku k bradavce. Vyšetření provádíme systematicky podle jednotlivých kvadrantů. Palpační vyšetření dokončíme vyšetřením bradavky a pokusíme se o vytlačení sekretu z bradavky. Sekret, který získáme, vyšetříme cytologicky. Na závěr vyšetřujeme spádové lymfatické uzliny. Při spuštěných a následně založených rukách v bok se snažíme vyhmatat lymfatické uzliny axilární a supraklavikulární.

Toto vyšetření by se mělo provádět při pravidelném gynekologickém vyšetření od 30. roku života, při pozitivní rodinné anamnéze u přímých příbuzných již od 25. roku života.

1.5.3 Mamografie

Základní metoda v prevenci rakoviny prsu je mamografie. Mamograf musí splňovat přísné normy atomového zákona. Schopnost mamografie je odhalení nádorového ložiska od velikosti několika milimetrů. Mamografie jako jediná dokáže zobrazit mikrokalcifikace, nejčastější známky neinvazivního nádoru. Mikrokalcifikace jsou malinká zrníčka vápníku, která se vychytávají ve žlázových vývodech v místech, kde se buňky přestavují z fyziologické podoby do podoby postupně se malignizujících buněk. Základem vyšetření prsu je fyzikální vyšetření pohledem a pohmatem a zjištění podrobné anamnézy. Teprve na základě těchto základních znalostí má vyšetření mamografií potřebnou kvalitu. U mladých žen se indikuje jen individuálně ve vybraných případech, a to zpravidla na základě výsledků ultrasonografie.

Gynekolog by měl ženu před vyšetřením náležitě poučit a zdůvodnit nutnost provedení mamografie. Dále by měl:

- odůvodnit potřebu dostatečné komprese pro snížení dávky záření a zlepšení kvality mamogramů (to umožní odhalit i minimální nádory)

- rozptýlit případné obavy z dávky záření. Je možné například sdělit, že současná mamografie je zatížena dávkou v prsu prakticky zanedbatelnou (je to cca 1 – 2 mGy, tj. 0,1 – 0,2 rad), která nemůže ženu ani poškodit, ani přímo vyvolat karcinom. [8]

1.5.3.1 Indikace mamografie

1. Absolutní indikace:
 - hmatná léze
 - sekrece z bradavky
 - ekzém bradavky/dvorce
 - opakující se lokalizované palčivé bolesti prsu
2. Relativní indikace
 - ženy nad 50 let věku
 - výskyt karcinomu mléčné žlázy v osobní anamnéze
 - výskyt karcinomu mléčné žlázy v rodinné anamnéze (u matky, babičky, sestry, tety) zejména v premenopauze
 - ženy s menarché před 11. rokem věku
 - ženy s prvním těhotenstvím po 30. roce věku
 - nulipary
 - ženy s pozdní menopauzou
 - obézní ženy, zejména s postmenopauzálním typem obezity
 - ženy s podávanou substituční hormonální terapií
3. Diferenciální diagnostika hmatných lézí, lokalizace nehmatných lézí
4. Sledování průběhu terapie
5. Skreening [20]

1.5.4 Skreening

Mamografie je jedinou diagnostickou metodou, která se hodí pro skreening rakoviny prsu (C50). Cílem skreeningu je detekovat karcinom prsu, když je velmi malý a před tím, než má šanci se rozšířit cévní propagací. Jedná se o stadium carcinoma in situ. Díky skreeningu se snižuje mortalita na karcinom prsu. Úmrtnost se snižuje o více než 40 % u žen, které prošly širokoplošným skreeningem a výtěžnost je největší u žen nad 50 let věku. Interval mezi jednotlivými vyšetřeními byl optimalizován na 18 měsíců až 2 roky.

1.5.5 Ultrasonografie prsu

Ultrasonografie prsu není v žádném případě metodou screeningovou, zejména pro svou nespolehlivost v detekci mikrokalcifikací. Největším přínosem ultrasonografie prsu je doplnění nebo zpřesnění mamografického nálezu. Provádí se jako kontaktní vyšetření s dynamickým obrazem (real time). Dnes se používají sondy, které mají frekvenci nejméně 7,5 -10 MHz. U žen mladých, těhotných a kojících je zpravidla zobrazovací metodou číslo jedna.

1.5.5.1 Indikace sonografického vyšetření

- Diferenciace cystických nehmavných/ hmatných lézí od solidních lézí.
- Při průkazu cystické léze je možno aplikovat běžné sledování. Při průkazu solidní léze je následná verifikace (true cut/ core biopsie, tenkojehlová aspirační cytologická verifikace pod UZ kontrolou) optimálním krokem vyšetřovacího algoritmu mléčné žlázy. Před verifikací je nezbytná konfrontace klinického, mamografického a sonografického nálezu, což vede ke snížení počtu „zbytečných“ intervenčních výkonů.
- Verifikace hmatné léze imponující klinicky jako cysta (návaznost dalších kroků vyšetřovacího algoritmu při tzv. suché punkci).
- Verifikace hmatných lézí mladých a těhotných žen (do 30 let věku).
- Při nejistém sonografickém nálezu před open biopsií je nezbytné doplnění mamografického vyšetření (mikrokalcifikace).
- Průkaz abscedující mastitidy a kontrola průběhu terapie (problematika inflamatorního karcinomu, na který je potřeba vždy myslet).
- Charakteristika hmatných lézí, které nemohou být vizualizovány mamograficky, například terén denzních mamm nebo lokalizace léze, většinou u premenopauzálních pacientek nebo u pacientek s podvážou hormonální substituční terapií (včetně využití barevné dopplerovské sonografie – CPA).
- Optimalizace lokalizace léze před aspirací cystického obsahu, předoperační lokalizace, FNA (tenkojehlová aspirace) a nebo core (jádrové) biopsie.
- Vyloučení multicentricity/ multifokality předoperačně (plánovaný konzervativní výkon v terénu denzních mamm u mamograficky prokazatelného karcinomu mléčné žlázy).
- Určení možného metastatického postižení axilárních uzlin (UZ mapování).
- Sledování pacientek po parciální mastektomii, radioterapii, s podvážou hormonoterapií, a pacientek s mamárními implantáty. [20]

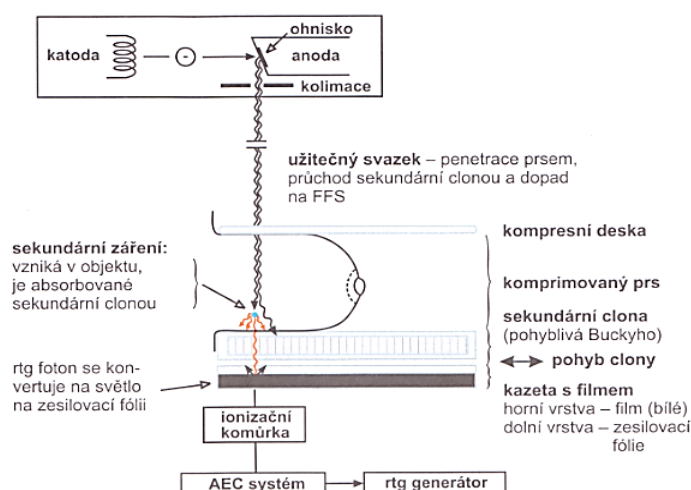
[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [26], [35]

2. Vlastnosti současných mamografů

2.1 Mamografie

Mamograf je přístroj, který je cíleně určen k rentgenovému vyšetření prsu u ženy. Mamografie je radiodiagnostickým vyšetřením. Mamograf umožňuje pomocí nízkoenergetického „měkkého“ rentgenového záření zobrazit co nejdokonaleji tkáň prsu či patologické procesy s nízkým vnitřním kontrastem. Moderní přístroje umožňují i cílený odběr vzorku tkáň pro biopsii.

Mamograf se od běžného rentgenového přístroje liší v mnoha směrech. Jako hlavní odlišnost je považován jiný zdroj rentgenového záření. V mamografickém přístroji je anoda většinou vyrobena z molybdenu. Běžné rentgenové zařízení má anodu z wolfrámu. Dalším důležitým rozdílem je použití speciálních mamografických filmů s jednostrannou emulzí v kombinaci se zadní zesilovací fólií složenou ze sloučenin tzv. vzácných zemin (gadolinium, lanthan).



Obr. 5 Základní principy konstrukce mamografického přístroje, vzniku a tvorby rtg záření a vzniku rtg obrazu. [19]

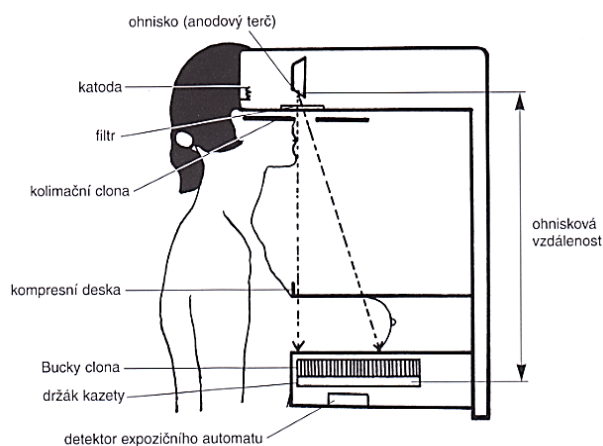
Při mamografickém vyšetření se obvykle vyšetřují oba prsy. Každý prs se snímkuje ve dvou projekcích. Většinou se jedná o projekci kraniokaudální a mediolaterální šikmé v úhlu přibližně 45 stupňů. Komprese musí být dostatečná, vyšetření ale nesmí být bolestivé. Mamografii se doporučuje provádět raději v první polovině menstruačního cyklu, pokud ovšem nehrozí nebezpečí z prodlení. V takovém případě se provádí vyšetření ihned, bez ohledu na fázi cyklu.

Po zpracování filmů ve vyvolávacím automatu hodnotí lékař snímky (mamogramy) na speciálním negatoskopu. Lékař při tomto hodnocení kromě oka používá i lupu. Hodnocení mamogramů musí být velmi pečlivé a vyžaduje velkou zkušenost a zvláštní znalosti dané problematiky. Jestliže se nám na snímku vyskytnou určité nejasnosti nálezu, je někdy třeba individuálně doplnit standardní mamografii cílenými snímky, či provést vyšetření se zvětšením (angl. magnification mammography). Přibližně u každého 8. mamografického vyšetření pak lékař indikuje ještě ultrasonografii prsu, která může podstatným způsobem zpřesnit určení správné diagnózy.

2.2 Mamografické zařízení

Mamografické zařízení (mamograf, angl. mammography unit) je složeno:

- z rentgenky (angl. x-ray tube)
- krytu rentgenky (tube housing)
- přídatného filtru svazku rentgenového záření (angl. filter, added filtration)
- kolimační clony (angl. collimating diaphragm)
- generátoru (angl. x-ray generator)
- U respektive C ramene (angl. C arm)
- kompresního zařízení (angl. compression device)
- sekundární Bucky clony (mřížky, angl. grid, Bucky grid, grid assembly)
- podstavce pro zvětšení (angl. magnification stand)
- držáku kazety (angl. cassette holder)
- expozičního automatu (angl. AEC, automatic exposure control, AEC system)



Obr. 6 Základní součásti mamografického přístroje. [9]

Veškeré tyto části zařízení ovlivňují spolu s objektem (prsem), receptorem obrazu a u filmové mammografie zpracováním filmu, výsledný obraz a dávku v mléčné žláze.

Parametry mamografického zařízení vycházejí vždy z kompromisu mezi kontrastem obrazu, rozlišením, radiační dávkou a šumem obrazu.

2.2.1 Obecné principy

Fotony rentgenového záření, vznikající v rentgence, procházejí prsem a jsou podle složení tkáně diferencovaně zeslabeny. Základem pro vznik mamografického obrazu je rozdílná absorpce prošlého záření v různých místech prsu. Prošlé fotony dopadají na zesilující fólii a rozdílná energie ve fólii absorbovaného záření vede k diferencovanému vyzáření světla. Výsledkem je diferencovaná změna denzity na mamogramu. Kvalitu obrazu ovlivňuje mnoho faktorů, často i vzájemně se ovlivňujících.

2.2.1.1 Kontrast obrazu

Kontrast obrazu je chápán jako rozdíl v optické hustotě mezi strukturou v prsu a jeho okolím. Kontrast mamogramu je ovlivněn „vnitřním kontrastem“ tkáně a kontrastem filmu. Kontrast filmu je dán průběhem senzitivní křivky filmu. Vnitřní kontrast prsu je dán pomocí rozdílu mezi propuštěním rtg. fotonů lézí a pozadím. Jeden z významných činitelů, který negativně ovlivňuje kontrast obrazu je sekundární neboli rozptýlené záření. Podíl sekundárního a primárního záření se v praxi pohybuje mezi 0,3 až 1,5.

Kvalitu obrazu proto můžeme zlepšit dostatečnou kompresí prsu a omezením pole záření (pomocí kolimačních clon). Sekundární záření můžeme, také snížit užitím sekundární Bucky clony.

U mamografie se používají pohyblivé clony, protože stacionární zhoršují kvalitu obrazu. Kvalitu obrazu můžeme ovlivnit i dostatečnou kompresí prsu.

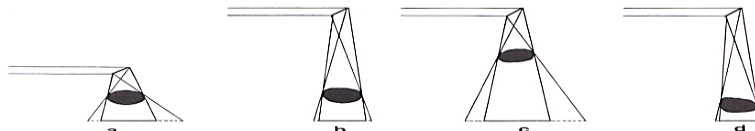
2.2.1.2 Geometrické rozlišení a ostrost

Rozlišení závisí především na kvalitě detektoru (filmu a fólie), na geometrické a pohybové neostrosti a kontrastu.

Moderní mamografické systémy umožňují dosáhnout rozlišení až 20pl/mm (20 párů čar na mm), průměrně přibližně 15pl/mm.

Geometrická neostrost závisí na velikosti ohniska, vzdálenosti ohnisko-detektor, ohnisko-film (u filmové mamografie) a poměru vzdálenosti ohnisko-objekt a objekt-film. Čím větší je ohnisko a větší vzdálenost mezi objektem a filmem, tím je větší geometrická neostrost. Dále platí, že čím delší je vzdálenost ohnisko-objekt, tím je neostrost menší.

Expoziční čas je také důležitým faktorem, který ovlivňuje neostrost obrazu. Když je expoziční čas příliš dlouhý, je nevýhodný, protože zvyšuje neostrost obrazu vlivem pohybu prsu, to je například způsobeno při dýchání. Navíc, když je expoziční čas příliš dlouhý, zvyšuje se i dávka záření. Protože se zde uplatňuje pravidlo, že pro vyvolání určitého zčernání potřebujeme při delším expozičním čase více fotonů rentgenového záření než při čase krátkém.



Obr. 7 Ostrost obrazu při dané velikosti ohniska a různých vzdálenostech ohnisko – film, ohnisko – objekt a objekt – film. Při nenulové velikosti ohniska vzniká vždy větší či menší „polostín“ a neostrost obrazu.

a, b: Při stejné vzdálenosti objekt – film je vzdálenost ohnisko – film větší v druhém případě (b). „Polostín“ je zde menší a obraz ostřejší.

c, d: V obou případech je vzdálenost ohnisko – film stejná. Při kratší vzdálenosti objekt – film (d) je i „polostín“ menší a obraz ostřejší. [9]

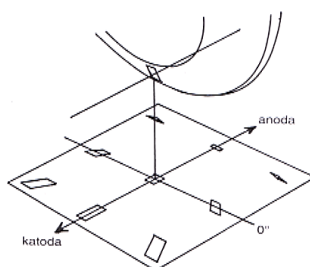
2.2.2 Rentgenka

Mamografické rentgenky jsou orientovány tak, že anodová část směřuje dopředu k U-ramenu, katodová část k hrudní stěně.

Měkká snímková technika, která se v mamografii běžně používá, má oproti běžné skiografii několik změn. Mamografie používá beryliové výstupní okénko namísto skleněného, které by odfiltrovalo tolik potřebné měkké záření. Dále se v mamografii používá molybdenový

anodový terč a přídatná molybdenová filtrace (0,03 mm Mo). Moderní přístroje mohou využít i rhodiový filtr (Rh 0,025 mm), který snižuje u objemných a hutných prsů dávku, přičemž se udrží ještě dostatečný kontrast obrazu.

V mamografii se obvykle používají dvě velikosti ohnisek, a to 0,3 mm pro standardní snímkování s Bucky clonou a 0,1 mm pro snímkování se zvětšením. Abychom dosáhli co nejkratšího expozičního času, uvádějí výrobci mamografických rentgenek poměrně vysokou zatížitelnost (anodový proud) přesahující u menšího ohniska 30mA a u většího 100mA. Princip čárového ohniska vede k tomu, že efektivní ohnisko je menší, než skutečné. Efektivní ohnisko se mění s polohou v rentgenovém poli – prodlužuje se směrem ke katodě (k hrudní stěně) a zkracuje k anodě (k bradavce). Délka ohniska se měří v ose anoda-katoda.



Obr. 8 Efektivní velikost ohniska v rentgenovém poli. Ohnisko se zkracuje směrem k anodě. [9]

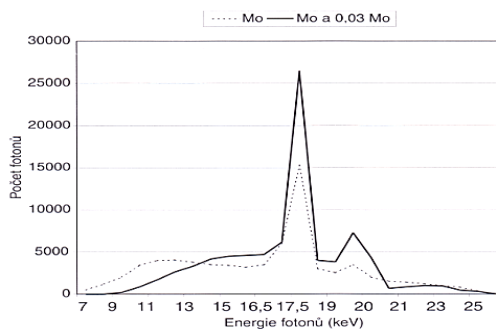
2.2.2.1 Rentgenové spektrum

Spektrum rentgenového záření závisí na použitém napětí (kV), materiálu anodového terčiku a filtraci svazku.

Napětí se v současné době pohybuje obvykle mezi 25 až 30 kV u běžných prsů, u hutných a objemnějších jsou i vyšší. Kompromis a vhodné spektrum mezi dostatečným kontrastem a dávkou zajišťuje u většiny rentgenek molybdenový terč v kombinaci s beryliovým výstupním okénkem a molybdenovým přídatným filtrem 0,03 mm.

Polotloušťka rentgenového svazku je pak v závislosti na použitém napětí mezi 0,3 až 0,4. U hutných a objemných prsů snižuje dávku použití 0,025 mm Rh filtru, případně použití kombinace rhodiového filtru a terče z rhodia nebo terčiku z W a rhodiového filtru tloušťky 0,05 mm.

Typické spektrum z molybdenového terče se skládá z brzdného záření (především mezi 15 a 20 keV) a $K\alpha$ charakteristického záření molybdenu s energií fotonů 17,4 a 19,7 keV. Když využijeme přídatného molybdenového filtru, pak dojde k zúžení tohoto spektra v oblasti nízkých energií i v oblasti nad 20 keV (Obr. 9).



Obr. 9 Rentgenové spektrum pro molybdenový terč při 26 kV s filtrací jen kompresní deskou (tečkovaně) a s 0,03 mm molybdenovým filtrem (plná čára). [9]

2.2.3 Generátor

U moderních mamografických přístrojů se používá pouze vysokofrekvenční generátor nad 5000 Hz, se zvlněním kV maximálně do 4% a s výkonem nad 3,5 kW. Moderní vysokofrekvenční generátor zlepšuje kontrast, zvyšuje životnost rentgenky, zkracuje expoziční časy, redukuje dávku a zajišťuje expoziční reprodukovatelnost. Když jej porovnáme se staršími typy je rozměrově menší a je uložen, jako součást vlastního zařízení například v patě stojanu.

2.2.4 Geometrie a komprese

2.2.4.1 Geometrie

U moderních přístrojů je ohnisková vzdálenost mezi 60 až 65 cm. Přístroj musí být konstruován tak, aby centrální paprsek byl paralelní s hrudní stěnou a aby bylo ohnisko, kompresní deska a receptor srovnány tak, aby neexistovala nezobrazitelná místa prsu.

Důležitou součástí zkoušek dlouhodobé stability je testování geometrie přístroje. Na přístroji je možné provést kromě základního vyšetření i snímky se zvětšením, které jsou indikovány především k bližšímu objasnění nejednoznačné léze a diferenciální diagnostice mikrokalcifikací. Objekt se přiblíží k ohnisku a oddálí od receptoru. Ke zvětšení dojde vlivem rozbíhavosti svazku, použité mikroohnisko zmenšuje neostrosti. Vzduchová mezera mezi prsem a receptorem, například u dvojnásobného zvětšení široká obvykle 30 cm, redukuje podstatně podíl sekundárního záření.

2.2.4.2 Komprese

Komprese má vliv na kvalitu mamografie a mamografického obrazu. Při vlastním provádění mamografie a polohování je třeba, aby byl zachycen celý prs včetně částí u hrudní stěny s dostatečně silnou kompresí. Nesmí však být vyšetření nepříjemné, nebo bolestivé.

Komprese zlepšuje kontrast obrazu zvyšováním poměru signál/šum a redukcí „beam hardening“ (zvyšování tvrdosti svazku), při lepší kompresi je možné také použít rentgenové záření s nižšími kV. Komprese vyrovnává tloušťku prsu v různých částech, výsledkem je obraz s menšími rozdíly denzit v různých částech prsu, to umožňuje například i použití kontrastních filmů. Komprese zmenšuje sumaci struktur, tím snižuje ve screeningu například procento dodatečných vyšetření, případně zvyšuje specifitu mamografie. Komprese také redukuje dávku. Komprese redukuje pohybovou neostrost, která je způsobena například dýchacími pohyby.

V moderních přístrojích se nachází indikátor síly komprese a tloušťky prsu. Síla komprese se obvykle pohybuje v rozmezí 70 až 150 N, síla je však individuální a závisí na velikosti prsu, podílu žlázy i vnímavosti vyšetřované ženy. Komprese je vždy motorizovaná, ovládaná pedály z obou stran, omezena na 150 N u většiny přístrojů s možností jemného mechanického zvyšování síly komprese. Maximální síla při motorizované kompresi nesmí být překročena (200 N). Žádné kompresní zařízení nesmí překročit 300 N. Přístroje, které jsou kvalitnější, mají možnost zapnutí automatického uvolnění komprese po expozici. Úkolem cílené bodové komprese je aplikovat co největší kompresi na místo nejednoznačného nálezu. Využívá se speciálních malých kompresních desek. Malé kompresní desky by měly být ve výbavě každého přístroje. Bodovou kompresí je možné dosáhnout v místě větší komprese než při

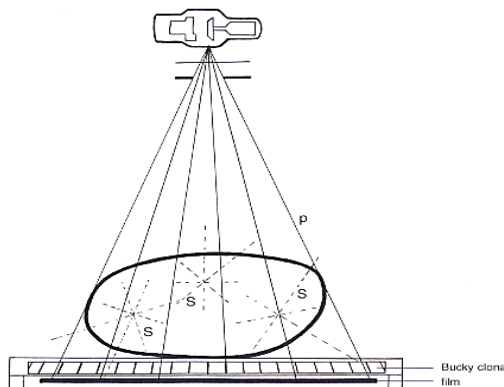
standardním vyšetření. Zvyšuje se tím kontrast, eliminuje se sumace a zkracuje se expoziční čas. Díky tomu je možné lépe hodnotit konturu lézí.

2.2.5 Sekundární (Bucky) clona

Sekundární zařízení ovlivňuje výrazným způsobem kontrast obrazu. Intenzita sekundárního záření nezávisí podstatně na napětí a zvyšuje se s tloušťkou prsu a s velikostí pole. Sekundární záření v praxi představuje 30% - 150% intenzity primárního záření. Můžeme snížit množství sekundárního záření při mamografii vedle komprese hlavně použitím sekundární clony.

Sekundární mamografická clona (mřížka) je k dispozici pro oba formáty filmů a kazet, 18 X 24 cm a 24 X 30 cm. Složení klasické sekundární clony je z vysoce absorbujících lamel z olova, wolfrámu či mědi, oddělených mezivrstvou vyplněnou vláknitým materiálem či hliníkem. Hliník je ale pro mamografii nevhodný, jelikož pohlcuje podstatné množství primárního záření běžně používaných energií, 16 – 20 keV.

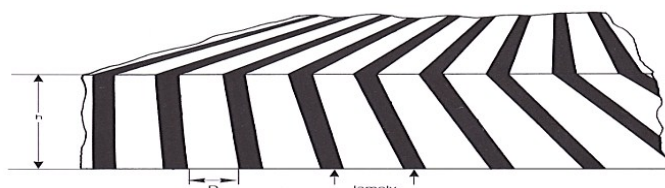
V dnešní době se zkouší speciální sekundární clony z miniaturních skleněných vláken se stěnou s vysokým obsahem olova a vzduchem jako materiálem mezivrstvy. Jelikož jsou sekundární clony fokusovány, je primární rentgenové záření na clonách pohlcováno jen na úzké hraně lamely a z velké části prochází mezivrstvou. Jinak tomu je u neuspořádaného sekundárního záření - naráží na mnohem větší plochu lamel a je tím pádem z větší části absorbováno (Obr. 10). Samozřejmě by bylo ideální, kdyby se absorbovalo veškeré sekundární záření a primární naopak zcela prošlo. Při použití kvalitních sekundárních clon v praxi prochází asi 70 % primárního záření a jen asi 20 % sekundárního.



Obr. 10 Schéma primárního (P) a sekundárního (S) záření. Neuspořádané sekundární záření je z velké části pohlčeno lamelami sekundární clony. [9]

Ke zvyšování dávky dochází při použití sekundární clony. U kvalitních mamografických sekundárních clon maximálně 3x. Clony dále charakterizuje, kromě materiálu lamel a mezivrstvy, také takzvaný poměr clony, definovaný jako výška lamel dělená šířkou mezivrstvy (Obr. 11) a počet lamel (linií) na 1 cm. Obvykle je to 30 až 50 linií/cm.

Kvalitu obrazu zhoršují stacionární clony, proto se u mamografie používají jen sekundární clony pohybové (Bucky clona, mřížky). Pohyb bývá nejčastěji do vzdálenosti asi 20 lamel (linií) a mezilamelových prostor.



Obr. 11 Poměr sekundární clony (mřížky) je definován, jako poměr výšky lamely (h) a šíře mezilamelového prostoru (D). Schematicky naznačena fokusace – sbíhání lamel do ohniska. [9]

2.2.6 Expoziční automat

Jednou z nejdůležitějších součástí mamografického přístroje je zařízení pro automatické řízení expozice. Zajišťuje správnou expozici receptoru obrazu a umožňuje zachovávat stálou densitu filmu při expozicích prsů různé tloušťky, při měnících se kV, při různých vyšetřovacích technikách a při různých kombinacích film-fólie.

U moderních expozičních automatů existuje dokonce schopnost automaticky upravovat expoziční hodnoty v závislosti na složení prsu. Princip fungování nejjednoduššího expozičního automatu pro mamografii je následující: V detektoru expozičního automatu, který je umístěný pod kazetou, se vytváří během expozice elektrický náboj, který po zesílení nabíjí kondenzátor. Náboj, respektive napětí na kondenzátoru se porovnává s nastavenou referenční hodnotou – jakmile se hodnoty vyrovnají, je expozice ukončena.

2.3 Receptor obrazu

2.3.1 Kazety

U mamografického vyšetření se používají speciální plastové kazety, případně se vstupní deskou z uhlíkových vláken. Hliníkové kazety jsou v mamografii nepoužitelné. Rozměry kazet jsou 18 X 24 a 24 X 30 cm a vyrábí se ve dvou tloušťkách Min – R a Min – R2.

2.3.2 Zesilující fólie

Mamografické zesilující fólie emitují viditelné světlo s vlnovou délkou mezi 382 až 622 nm s emisním maximem v zelené spektrální oblasti (545 nm). Orthochromatické filmy, se kterými se fólie používají, mají spektrální citlivost na zelené světlo. Fólie obsahující prvky ze skupiny vzácných zemin, obvykle terbiem aktivovaný gadolinium oxisulfid. Tyto fólie jsou potaženy chránicí vrstvou před poškozením a vzadu jsou vyztuženy, aby nedocházelo k pokroucení.

Když kazety nakupujeme, většinou jsou fólie nalepené na kazetě. Na každé kazetě by měla být označena jménem výrobce, typem zesilující fólie a datum nalepení fólie. Veškeré kazety i fólie mají mít přesnou identifikaci, která se objevuje i na snímku. Identifikace slouží k tomu, že když se nám na snímku vyskytne nějaký artefakt, je možné najít danou kazetu s fólií pro zjednání nápravy. Kazety s fóliemi je třeba pravidelně kontrolovat a čistit denně nasucho speciálním antistatickým štětkem a jednou měsíčně k tomu určeným roztokem.

2.3.3 filmy

Mamografické filmy pro běžný provoz mají citlivou vrstvu na jedné straně a kombinují se se zadní zesilující fólií. Film je potřeba uložit do kazety citlivou vrstvou k fólii, aby byla snadnější orientace při manipulaci s kazetou v temné komoře, je při jednom rohu filmu vždy zářez.

Filmová podložka je v současné době zhotovena z průhledné plastické hmoty, modře zbarvené. Tloušťka podložky je přibližně 180 μm . Podložka musí být nehořlavá, tuhá, dostatečně pevná a málo nasákavá vodou.

U mamografických filmů je emulzní vrstva silnější než u filmů skiagrafičeských a obsahuje větší množství halogenidů stříbra i želatiny. Emulze se skládá z želatiny, ve které jsou uloženy mikrokrystaly halogenidů stříbra. Želatina udržuje zrna rozptýlena v emulzi, zajišťuje stabilitu emulze před a po vyvolání a umožňuje rychlý průnik vývojky a ustalovače k jednotlivým zrnům. Zrna halogenidů stříbra mají různý tvar. Obvykle se vyskytují ploché, destičkovité krystaly s velkým povrchem, který vede ke zlepšení ostrosti obrazu u filmů s emulzní vrstvou na obou stranách. Pro mamografické filmy jsou obvyklá kubická zrna, zajišťují vysoký kontrast, zejména v oblastech s nízkou optickou hustotou.

2.3.3.1 Latentní obraz

Účinkem světla vzniká v halogenidech stříbra oku neviditelný tzv. latentní obraz. Když halogenid stříbra absorbuje foton, halogenový iont ztrácí elektron, který se dostává až k centřům citlivosti krystalu halogenidu stříbra. Latentní obraz se stává viditelným až po vyvolání, do té doby jej nelze zjistit obvyklými fyzikálními metodami. Energie, získaná z absorbovaného fotonu, vede k přeměně molekuly bromidu stříbrného na kationt stříbra (Ag^+), atom bromu (Br^0) a elektron. Pohyb elektronů vede k částečnému negativnímu náboji v jednotlivých centrech obrazu (skvrnkách), která na sebe vážou kationty stříbra. Toto se nazývá nukleace a vede ke vzniku latentního obrazu.

V mamografii má velký význam zákon reciprocity. Za normálních podmínek závisí expozice přímo úměrně na intenzitě. Expozice se tedy úměrně zvýší, ať zvýšíme intenzitu nebo čas. Neplatnost zákona se projeví, když je čas delší než 1 s, a to tak, že je třeba prodloužit dále expozici k dosažení správné optické hustoty mamogramu.

Mizení latentního obrazu má význam například v mamografickém screeningu, kde jsou screeningové jednotky vzdáleny od jednotky centrální, kde se filmy zpracovávají. Jestliže je film zpracován delší dobu po expozici, dochází ke ztrátě citlivosti. Už během 4 hodin po expozici dojde ke ztrátě citlivosti přibližně o 10 %, za 24 hodin o téměř 20 %. Proto je ideální zpracovávat filmy ihned po expozici, jestliže víme, jaká bude doba prodlevy, je třeba upravit expozici. Jedním ze způsobů je přidat stupně na regulátoru denzity expozičního automatu (plánované prodloužení 4 hodiny o 1 stupeň, o 24 hodin 2 stupně).

2.3.3.2 Zpracování mamografických filmů

Procesem vyvolání dochází ke zpracování mamografických filmů. Film ve vyvolávacím procesu nejprve prochází vývojkou, dále ustalovačem, vypírací lázní a nakonec je film usušen. V mamografii je proces zpracování filmu velmi důležitý, protože ovlivňuje výsledný obraz a dávku. Zpracování filmů probíhá ve vyvolávacím automatu. Nové „day-light“ systémy vyvolávání snižují vznik artefaktů odstraněním ruční manipulace s filmy.

2.4 Kvalita obrazu, denzita a expozice, citlivost a kontrast

Kvalita obrazu je závislá na mnoha faktorech, jako jsou technické parametry přístroje, expoziční parametry, film, fólie a zpracování filmu.

2.4.1 Expozice a denzita

Vztah mezi expozicí a obrazem, respektive optickou hustotou filmu, je základním vztahem ve fotografii i rentgenové diagnostice. Nejčastěji se v praxi používá znázornění závislosti optické hustoty na logaritmu expozice. Nazývá se také charakteristickou křivkou. Tvar této křivky charakterizuje kontrast a citlivost kombinace film-fólie a je základem pro další analýzy procesu zpracování filmů.

2.4.1.1 Expozice (E)

Expozice je chápána jako množství fotonů dopadajících na určitou oblast filmu. V praxi ovlivňuje expozici napětí (kV), anodový proud (mA) a čas (s).

2.4.1.2 Optická hustota

Optická denzita neboli optická hustota vyjadřuje zčernání filmu. To je dáno množstvím a rozložením černých depozit metalického stříbra v emulzi filmu. Optická denzita je nepřímo úměrná množství filmem prošlého světla. To v praxi znamená, že čím vyšší je optická hustota, tím nižší je intenzita prošlého světla.

Denzitometr je přístroj, který měří optickou hustotu pomocí intenzity prošlého světla. Denzitometr zjišťuje podíl množství světla na film dopadajícího a světla prošlého. Tento podíl se nazývá opacita – neprůhlednost.

2.4.1.3 Kontrast (gradace, gradient) filmu

Podle toho jaká je strmost charakteristické křivky, se určuje kontrast filmu.

2.4.1.4 Citlivost filmu

Citlivost je nepřímo úměrná expozici požadované k vyvolání daného efektu, tedy zčernání. Abychom dosáhli určitého zčernání, použijeme u citlivějšího filmu nižší expozici než je tomu u filmu méně citlivého. U kontrastu se mění tvar a sklon charakteristické křivky. U změny citlivosti dochází jen k posunu křivky ve směru osy x doleva u citlivějších či doprava u méně citlivých.

2.5 Dávka při mamografii

Jedním z důležitých parametrů u vyšetření je dávka. Význam dávky roste především u opakovaných vyšetření, kdy žena může absolvovat během svého života i více než 25 mamografických vyšetření.

Dávku ovlivňuje mnoho faktorů, kterými jsou součin anodového proudu a času (mAs), použité napětí (kV), dostatečná komprese a složení prsu. Povinností je používání sekundární Bucky clony, která snižuje množství sekundárního záření, čímž zvýší kontrast obrazu, ale současně zvyšuje dávku. Mezi další parametry ovlivňující dávku patří kombinace film-fólie a zpracování filmu. Zesilující folie a citlivé filmy snižují dávku, avšak vysoce zesilující folie zhoršují kvalitu obrazu, proto se používají převážně u objemných a hutných prsů.

2.6 Negatokopy a podmínky pro hodnocení snímků

Hodnocení snímků provádí na negatoskopu zkušený lékař nebo radiodiagnostik. Diagnostická přesnost velmi závisí také na podmínkách čtení. U negatoskopu je důležité, aby měl dostatečný jas, který je možno plynule regulovat. Dalším důležitým požadavkem je možnost vyclonění světla negatoskopu na velikost snímku či jeho část. U negatoskopu by mělo být možné porovnat staré vyšetření s novým.

2.7 Základy digitální mamografie

Digitální mamografie je založena na stejném fyzikálním principu jako konvekční mamografie. Digitální mamografy se dělí podle použité technologie na dvě skupiny označované jako 1. a 2. generace. Existují dva způsoby zpracování obrazu – on line processing a postprocessing – přímé a následné zpracování obrazu.

Získání obrazu, jeho zobrazení a uchování probíhá nezávisle a dovoluje optimalizaci každého kroku. V digitální mamografii je obraz získáván různým způsobem. V nejjednodušších systémech jsou běžné mamogramy snímány optickými skenery s vysokým rozlišením, ve složitějších pak používány například fotostimulační fosforové desky, selenové receptory či optická vlákna s CCD elementy. Obraz získaný v digitální podobě je uchován v paměti počítače a může být zobrazen s kontrastem, který je zcela nezávislý na vlastnostech detektoru a vyhovuje zcela potřebám optimální interpretace.

Digitální mamografie odstraňuje některé nevýhody konvenční mamografie, jako například nižší kontrast, expoziční pružnost a šum. Výhodou digitalizace není jen snadnější archivace rentgenových snímků, ale i následné počítačové zpracování, které nám umožňuje dodatečně upravovat obraz (jas, kontrast, různé filtrace a jiné). Také umožňuje využít počítače i pro interpretaci mamografického obrazu. Největší nevýhodou digitální mamografie v současné době kromě ceny je menší rozlišovací schopnost (přibližně do 10 párů čar/mm, angl. 10lp/mm) ve srovnání s konvekční mamografií (asi 16lp/mm).

Mamografie se vzhledem k biologickým účinkům rentgenového záření neprovádí z preventivních důvodů častěji než jednou za 1 – 2 roky. Jestliže se zjistí jiné, než nádorové onemocnění, je možné provádět kontrolní vyšetření sonograficky. Ženy s jakoukoliv prekancerózou by měly být dispenzarizovány v některé z mamárních poraden.

2.7.1 Počítačová radiografie

Počítačovou radiografii zařazujeme do zvláštní skupiny nepřímé digitální mamografie. Latentní obraz vzniká na speciální desce, obvykle z baryum – fluoro chloridu. Dočasný latentní obraz je přečten během skenování úzkým laserovým paprskem ve speciálním zařízení, „čtečce“, digitalizován v A/D převodníku, zobrazen a uchován. Obraz je pak vymazán silným světlem a deska je připravena k dalšímu použití.

2.7.2 Stacionární detektory 1. generace

Pracují na principu nepřímé konverze. Zde má detekce dvě fáze. Nejdříve se ve scintilačním detektoru převádí energie rentgenového záření na fotony světla. V další fázi jsou fotony světla převedeny v tenké vrstvě diod na elektrický signál, který se ukládá v transistorech. U systémů první generace je limitujícím faktorem rozptyl světla a je třeba vždy volit kompromis mezi citlivostí a rozlišením. Detektor u digitálních přístrojů je umístěn až za scintilátorem, protože není transparentní pro rentgenové záření.

2.7.3 Stacionární digitální detektory 2. generace

Umístění detektoru je do ploché desky, plochého panelu. Selen transformuje rentgenové paprsky přímo na elektronické impulsy, jedná se tedy o systém přímé konverze. Elektrický signál, díry nebo elektrony jsou vlivem zevního elektrického pole směřovány přímo na detekční plochu a to bez odklonu od původního směru. Výsledkem je velmi malý rozptyl.

2.7.4 Pixely v digitální mamografii

Pixel je nejmenší jednotkou obrazové informace daného systému, je mírou jeho rozlišovací schopnosti. Čím je velikost menší, tím má systém lepší prostorové rozlišení. U přístrojů první generace existuje limit na velikost pixelu, při jeho překročení nedochází k dalšímu zvýšení rozlišovací schopnosti. Tento hraniční limit je 100 μm (mikronů, 10^{-6} m), to znamená 0,1 mm. Tento limit u druhé generace neexistuje. Velikost pixelu u mamografie vyžadujeme pod 100 mikronů k detekci i malých objektů v prsu.

2.7.5 Požadavky na zobrazované pole

Velikost kazet pro konvenční mamografii je 18 x 24 cm a 24 x 30 cm. Na malý formát, ale není možné zachytit jednu expozicí objemnější prsy. Je ale neefektivní využívat větší formát i na malé prsy.

2.7.6 Některé parametry zobrazovacích systémů

2.7.6.1 Modulační přenosová funkce

Modulační přenosová funkce vyjadřuje přenos signálu při různých prostorových frekvencích a kvantifikuje prostorové rozlišení. Rozlišení by mělo být determinováno zejména velikostí pixelu a jejich vzdáleností, respektive činitelem plnění. Limitem u první generace přístrojů se ovšem stává míra rozptylu světla, který často zasahuje i za hranice jednotlivých pixelů. U detektorů první generace modulační přenosová funkce dramaticky klesá u vyšších

prostorových frekvencí. Abychom dosáhli srovnatelného rozlišení s klasickou filmovou mamografií, měla by být velikost pixelu téměř 25 mikronů. V praxi je tohle zatím nereálné. U detektoru druhé generace je velikost pixelů 50 – 70 mikronů.

2.7.6.2 Dynamický rozsah

Digitální systémy nabízejí zřetelné zlepšení dynamického rozsahu, než je tomu u kombinace film – fólie. U kombinace film – fólie je omezený dynamický rozsah a tím pádem nám neumožňuje dostatečně zřetelně zobrazit celý prs od hrudní stěny až po kůži.

Při 12 bitech, tj. 4096 úrovní dynamického rozsahu nedochází k degradaci základní informace a digitální detektor zajišťuje uniformní kvalitu u širokého rozmezí expozičních hodnot a prsů různé velikosti i složení.

2.7.6.3 Detekční kvantová účinnost

Jedním z nejdůležitějších parametrů charakterizujících mamografický systém je detekční kvantová účinnost. Detekční kvantová účinnost popisuje, jak efektivně je informace představovaná rentgenovým zářením, které prošlo prsem, transformovaná do obrazu prohlíženého radiologem. U klasické mamografie je detekční kvantová účinnost poměrně nízká, na rozdíl od digitálních systémů.

2.7.6.4 Digitální mamografie a dávka

U digitálních systémů dochází k podstatné redukci dávky. Vysoká citlivost detektoru, vysoký dynamický rozsah a neklesající detekční kvantová účinnost i u vyšších energií svazku umožňuje provádět mamografii s menší expozicí a vyšším kV, zejména u hutných prsů.

2.7.7 Nové směry využití digitální mamografie

2.7.7.1 Tomosyntéza a 3D zobrazování

Představuje využití pro trojrozměrné zobrazení. Na základě provedení několika snímků z různých úhlů je možné získat jednotlivé řezy a následně složit trojrozměrný obraz. Díky tomu je možné získat další důležité informace o vztahu léze k okolním strukturám, rozložení klasifikací v prostoru, o přesném vztahu bioptické jehly k tumoru atd.

Hodnocení snímků pomocí počítače

[9], [19], [27], [28]

3. Postup vyšetření na mamografickém a ultrasonografickém přístroji

3.1 Postup vyšetření na mamografickém přístroji

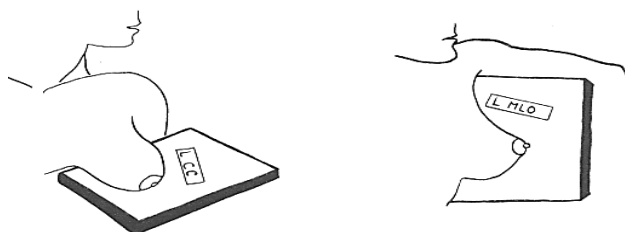
Správné provedení přídatných a standardních projekcí má pro klinickou i screeningovou mamografii zásadní význam. Uvádí se, že až 30% všech chyb při detekci karcinomu ve screeningu je způsobeno špatným provedením mamografie. Je důležité, aby si laborantka nacvičila jednotlivé projekce (s dostatečnou kompresí, bez bolesti a při dodržení maximální ohleduplnosti) patří vedle provádění kontroly kvality mezi nejdůležitější fáze výcviku. Speciální projekce nebo cílený snímek mohou často vyřešit diagnostický problém bez nutnosti provedení dalších vyšetření, kterým je například ultrasonografie či biopsie.

3.1.1 Značení snímků

Snímky by měly být označeny standardním způsobem, jejich značení by mělo eliminovat jakékoliv záměny nebo nejasnosti o způsobu provedení vyšetření. Značka projekce a strany se obvykle umísťuje na zevní stranu.

Co by mělo být označeno na každém snímku

- Název zařízení (oddělení)
- Jméno pacienta a jeho přesnou identifikaci (datum narození, rodné číslo)
- Datum provedení vyšetření
- Strana a projekce
- Jméno laborantky, která vyšetření provedla



Obr. 12 Označení strany a projekce. [9]

Na každém snímku by mělo být čitelné číslo fólie ke zjištění špatných fólií s defekty nebo artefakty. Je také důležité zaznamenávat technické parametry provedení snímků (tyto údaje nemusí být přímo na snímku), minimálně pak mAs, kV, a tloušťku prsu při kompresi, doporučuje se uvádět i sílu komprese a úhel šikmé projekce z důvodu nutnosti provádění kontrolního vyšetření stejným způsobem.

Jestliže je na oddělení více stejných přístrojů, je vhodné označit snímek číslem přístroje. Moderní mamografické přístroje jsou vybaveny identifikačním zařízením, které dokáže zaznamenat veškeré potřebné údaje na snímek automaticky. Díky tomu, že to provádí přístroj automaticky, šetříme čas a také se eliminuje možnost chybné identifikace snímku.

3.1.2 Kompresce

Podmínkou mamogramů vysoké kvality s možností detekce i diskretních patologických změn je dostatečná a správná komprese. U komprese nesmí dojít k poškození prsu či vyvolání bolesti.

Úkolem komprese je rovnoměrně redukovat tloušťku prsu pro co nejsnadnější průchod rentgenových paprsků od podkožní oblasti až k hrudní stěně. Dostatečná komprese zvyšuje kontrast mamogramů zmenšením podílu sekundárního záření a umožněním průchodu záření s nízkou energií. Dostatečná komprese zmenšuje pohybovou neostrost fixací prsu a zkrácením expozičního času. Dostatečná komprese snižuje sumaci struktur a zlepšuje geometrickou ostrost větším přitlačení prsu k receptoru. Dostatečná komprese zmenšuje radiační dávku.

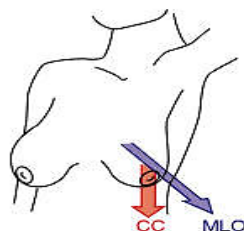
Ovládání komprese je pomocí nožního spínače, to umožní laborantce mít obě ruce volné, aby mohla manipulovat a polohovat prs. Kompresi je vhodné provádět pomalu, v závěrečné fázi se doporučuje zvyšovat kompresi ručně. Optimální síla komprese je asi 120 až 130 N. Kompresce, která je motoricky aplikovatelná, by neměla překročit 200 N. Volení komprese je individuální, a to tak, aby byla dostatečná, avšak ještě nebolestivá.

Po každém vyšetření se musí vyčistit kompresní deska a povrch držáku kazet.

3.1.3 Mamografické projekce

Základními projekcemi ve screeningu i klinické mamografii je projekce mediolaterální šikmá (angl. medio-lateral-oblique view, MLO) a kraniokaudální (angl. cranio-caudal view, CC).

Abychom dosáhli správného provádění projekcí, je důležité znát anatomii prsu a respektovat mobilitu jeho částí. Mezi pohyblivé partie patří zevní (laterální) a dolní (inferiorní), zatímco horní (superiorní) a vnitřní (mediální) partie jsou pevné.



Obr. 13 Označení směru mamografických projekcí. [51]

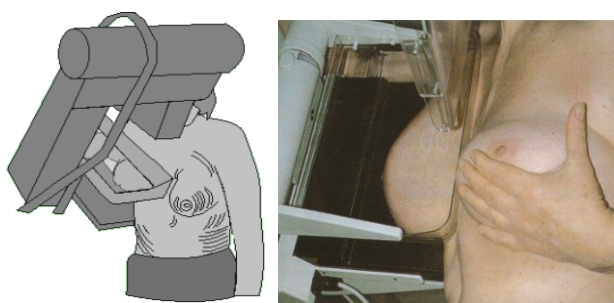
U provádění standardních projekcí by měly být splněny dvě základní podmínky:

- Bradavka zachycená z profilu
- Zobrazeno co nejvíce prsní tkáň

Pokud to nelze současně splnit, dáváme přednost druhému požadavku, ale zároveň se snažíme, aby alespoň v jedné projekci byla bradavka z profilu zachycena.

3.1.3.1 Projekce mediolaterální šikmá MLO

Tato projekce jako jediná umožňuje zobrazit téměř celý prs, respektive jeho největší část. Jestliže chceme provést pouze jednu projekci prsu, dáváme přednost MLO před CC. Rentgenový paprsek směřuje od superomediální (horní vnitřní) k inferlaterální (dolní zevní) části prsu. Sklopíme rameno přístroje tak, aby držák kazety svíral úhel 30° až 60° od horizontály. U každé pacientky se přesný úhel určuje individuálně tak, aby kazeta byla paralelně s průběhem prsního svalu. Obecně se tento úhel pohybuje od 45° - 55° . U žen silnějších a menších volíme úhel menší (40° - 50°), u žen vysokých a štíhlých volíme úhel větší (55° - 60°). U žen extrémně hubených volíme úhel ještě větší. Pro určení přesného úhlu, pod nímž probíhá prsní sval, dá asistentka natažené prsty jedné ruky podél prsního svalu, a to směrem do axily. Stanovený úhel používáme i u druhého prsu.



Obr. 14 Zobrazení mediolaterální šikmé projekce MLO. [50]

3.1.3.1.1. Provedení projekce MLO

Při snímkování šikmé projekce je rameno přístroje nakloněno dle průběhu prsního svalu. Laborantka stojí opět na nevyšetřované straně. Je nezbytně nutné předem pacientku upozornit na to, že všechny úkony spojené se snímkováním provádí pouze laborantka a není vhodné, aby se pacientka při snímkování snažila napomáhat.

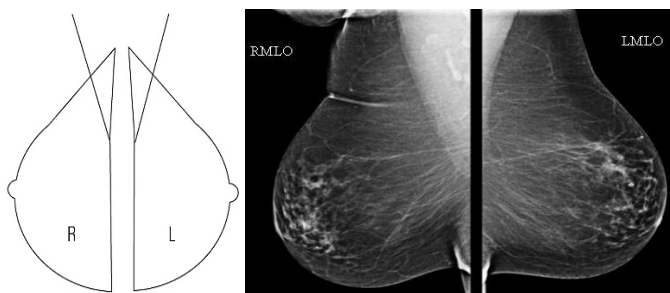
Vyšetřovaná pacientka stojí při začátku snímkování čelem k přístroji, poté otočí tělo směrem od snímkaného prsu, nohy pacientky svírají s okrajem detektoru úhel 45° . Paži vyšetřované strany dáme do takové polohy, aby rameno bylo svěšeno a uvolněno, loket ohnutý za detektorem a rukou se může pacientka přidržovat rukojeti přístroje. Následuje polohování prsu na detektoru. Důležitou podmínkou je, aby prsní sval byl relaxován. Horní hrana detektoru je umístěna ve stejné výšce jako hlavičky kosti pažní, roh detektoru musí být v axile, okraj za prsním svalem, ale před musculus latissimus dorsi.

V první fázi polohování vytahuje laborantka okraj prsního svalu od axily na detektor. Při tomto manévru (out-and-up manevr) je nutné prs přidržovat dlaní, nikoli prsty. Pomocí tohoto manévru vyzdvihneme prs a vytahujeme jej od hrudní stěny směrem dopředu. Po tomto manévru otáčíme pacientku zpět čelem k přístroji a následuje komprese. Laborantka posouvá ruku na prsu směrem k bradavce a současně jej podpírá a vytahuje k bradavce. Horní roh kompresní desky musí být pod klíčkem. Bradavka nesmí být svěšena, ale směřuje dopředu horizontálně a měla by být na vrcholu prsu. Správné provedení out-and-up manévru je zásadní z pohledu samotného zvládnutí projekce.

Posledním krokem laborantky je odtlačení břišní stěny dolů za účelem zobrazení inframamárního úhlu. Když provádíme kompresi, je vhodné, aby si pacientka lehce odtáhla nevyšetřovaný prs, protože by nevyšetřovaný prs mohl zasahovat do snímkového pole.

Správně provedený snímek v MLO projekci poznáme podle toho, že:

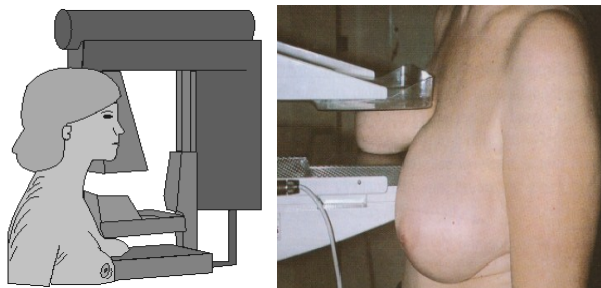
- oba prsy jsou zobrazeny zrcadlově symetricky
- bradavka je z profilu
- okraje prsního svalu jsou dobře patrné, mají konvexní průběh, dolní okraj dosahuje úrovně bradavky
- okraj filmu svírá s okrajem prsního svalu úhel 40° až 45°
- když uděláme dostatečnou kompresi, jsou dobře odděleny povrchní a hluboké struktury prsu
- je dobře zobrazena inframamární rýha.



Obr. 15 Zobrazení snímků v projekci MLO. [52], [53]

3.1.3.2 Projekce kраниокаудální CC

U kраниокаудální projekce je velkým problémem zachytit veškerou prsní tkáň vzhledem k zakřivení hrudníku. U této projekce dáváme přednost zobrazení mediální části prsu.



Obr. 16 Zobrazení kраниокаудální projekce CC. [50]

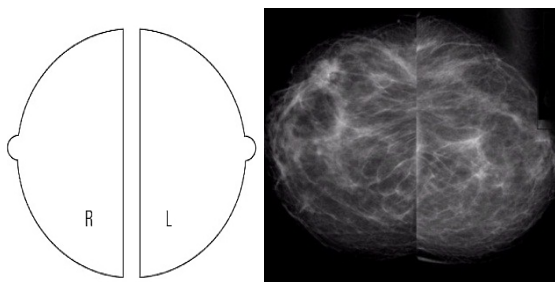
3.1.3.2.1. Provedení projekce CC

Když se provádí kраниокаудální projekce stojí laborantka na vnitřní straně vyšetřovaného prsu, tedy na straně druhého prsu. Vyšetřovaná pacientka je postavena čelem k přístroji. Paže vyšetřované strany je v bok nebo položena dlaní na břicho z důvodu co největší relaxace ramene vyšetřované strany. Ruka laborantky s nataženými prsty je v inframamární rýze, pod vyšetřovaným prsem. Laborantka prs zvedá tak vysoko, jak dovoluje přirozená mobilita prsu.

Výška Bucky clony by měla být v úrovni okraje zvednutého inframamárního záhybu. Přední hrana Bucky clony musí být v kontaktu s tělem vyšetřované pacientky. Poté laborantka uchopí prs mezi dlaně obou rukou a vytahuje tkáň prsu od hrudní stěny tak, aby bradavka byla umístěna do středu kazety a mediální i laterální části prsu musí být zachyceny v celém rozsahu. Laborantka položí ruku za zády na rameno vyšetřované strany pacientky a tím je udržuje stlačené dolů. Díky tomuto manévru zajistíme maximální zachycení tkáně horního zevního kvadrantu, eliminaci kožních řas. Laborantka v průběhu komprese posunuje ruku, která je položena na vyšetřovaném prsu směrem k bradavce, současně se posunuje tkáň a kůže laterální části dopředu k eliminaci záhybů. Když dochází ke kompresi, musí být ruka na vyšetřované straně svěřena a relaxována. Je doporučována zevní rotace paže. Díky této poloze paže předcházíme tvorbě kožních záhybů. Jestliže je správně provedená komprese, musí být tkáň prsu tuhá.

Správně provedený snímek v CC projekci poznáme podle toho, že:

- je zobrazena veškerá mediální část prsu
- bradavka je z profilu a uložena centrálně na konvexitě prsu
- na dorzální části snímku je zachycen okraj prsního svalu



Obr. 17 Zobrazení snímků v projekci CC. [52], [54]

3.2 Postup vyšetření na ultrasonografickém přístroji

Ultrasonografické vyšetření prsů je po mamografii druhou nejčastěji používanou zobrazovací metodou v mamodiagnostice. Toto vyšetření je základním preventivním vyšetřením u žen a dívek. Dále se ultrasonografické vyšetření uplatňuje v mamologické diagnostice, jako vyšetření pomocné a doplňkové u pacientů s příznaky onemocnění prsu.

Ultrasonografická metoda využívá stejných fyzikálních principů, jako při vyšetření jiných orgánů a částí těla. Ultrazvukový svazek, vysílaný měničemi sondy, se zčásti odrazí na rozhraní s tkání s různým akustickým odporem, je opět měničem přijímán a získaný signál dále zpracováván v ultrazvukovém přístroji. Ve výsledném obraze je velikost odrazu znázorněna pomocí škály šedi. Čím je odraz větší, tím je výsledný bod světlejší. Struktury, které ultrazvuk neodrážejí, jsou na obraze černé. Naopak tomu je u struktur s maximálním odrazem, ty jsou zobrazeny na obraze bíle.

Vyšetření vyžaduje kvalitní přístroj se speciální lineární sondou umožňující zobrazit prs a jeho tkáň s vysokým rozlišením. Na vyšetření prsních orgánů se používají sondy s vyšší frekvencí, která se pohybuje od 7,5 – 10 MHz. Dále sonda musí mít vyšší rozlišovací schopnost a zároveň menší dosah.

Nejprve se seznámíme s údaji uvedenými na žádance, dále pak si prohlédneme mamografické snímky, pokud byly provedeny a zjistíme subjektivní obtíže pacientky. Jakmile tohle všechno uděláme, přejdeme k palpačnímu vyšetření se zaměřením na místo, které je uvedené v žádance. Když nahmatáme uvedené místo patologického nálezu nebo podezřelého okrsku, ptáme se přitom pacientky na eventuální citlivost či bolestivost. Toto vyšetření probíhá

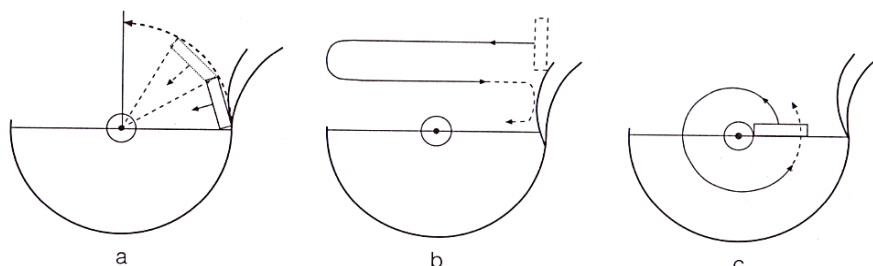
vleže na zádech s lehkým otočením na jednu nebo druhou stranu podle místa vyšetření, je celkově pohodlnější než mamografie. Umístění ruky na vyšetřované straně je nejčastěji podél těla. Když se vyšetřuje horní zevní kvadrant, je ruka upažená nebo za hlavou. Jakmile je pacientka uvedena do potřebné polohy pro vyšetření, aplikuje se dostatečná vrstva ultrasonografického gelu. Kdyby bylo nanášeno nedostatečné množství gelu, mohlo by to způsobit černé artefakty, zvláště akustické stíny, které dokážou znesnadnit vyšetřování a nezkušeného lékaře by mohly vést i k omylům. K docílení lepšího zobrazení povrchově uložených struktur a kůže se doporučuje používat předsádku, tohle se používá výhradně u sond, které nemají možnost měnit ohniskovou vzdálenost.

Před vyšetřením je důležité správně nastavit hodnoty a sklon křivky „TGC“, intenzitu vysílaného ultrazvuku, případně zisk.

Tyto zásady platí pro vlastní vyšetřovací postup

- vyšetřovat místo palpačního nálezu či patologické změny v několika rovinách na sebe kolmých
- porovnávat obrazy s palpačním nálezem a s obrazy korespondujících okrsků na druhé straně
- u objemných prsů volit větší kompresi sondou pro lepší zobrazení i v hloubce uložených struktur
- vyšetřovat vždy současně všechny části obou prsů, aby se nepřehlédla nehmatná léze

Aby bylo vyšetření prsu provedeno systematicky, je prs rozdělen na jednotlivé kruhové výseče. U malého prsu je dělení na čtyři až šest kruhových výsečí, v případě velkého prsu je lepší zvolit dvanáct kruhových výsečí. V případě potřeby je možné kruhovou výseč ještě dále rozdělit. Nejprve se vyšetřuje v rovině přibližně kolmé na hranice výseče, zpravidla od periferie ke středu. Vyšetřovat celý prs je možné meandrovitě nebo ve spirále směrem od dvorce.



Obr. 18 Postupy při systematickém vyšetření levého prsu a) po výsečích, b) meandrovitě, c) po spirále. [7]

Zmenšení počtu artefaktů, zvláště akustických stínů, se dosáhne především dostatečnou kompresí a postavením sondy kolmo ke kůži a fascii. K lepšímu ozřejmění retromamilární oblasti ve směru od okraje dvorce používáme větší sklon sondy, neboť zobrazení této oblasti přímo přes dvorec bývá rušeno silnými akustickými stíny.

Zjištěnou lokální patologickou změnu či místo palpačního nálezu vyšetřujeme podrobně v různých rovinách a při odlišném sklonu sondy. Mezi druhý a třetí prst levé ruky fixujeme hmatnou lézi, palpací pod ultrasonografickou kontrolou zjišťujeme elasticitu, posunlivost a ohraničení vůči okolí, případně místo kde dochází k maximální citlivosti nebo bolesti.

Jestliže nalezneme patologický útvar v prsu, nesmíme zapomenout na vyšetření axily a dalších oblastí spádových regionálních lymfatických uzlin. U vyšetření axily také postupujeme symetricky.

[7], [9], [36], [37], [38], [39], [40]

4. Způsob hodnocení mamografických snímků lékařem

4.1 Mamografická typologie

Spolu se stále se zlepšující kvalitou mamografických vyšetření se objevují snahy o využití mamografie k vyčlenění skupiny žen s vyšším rizikem vzniku karcinomu na základě mamografického obrazu („vzoru“). O významu spojení mezi mamografickým vzorem a rizikem budoucího vývoje karcinomu se však stále ještě diskutuje. Byla vypracována řada typologií. Věříme, že další vývoj klasifikací mamogramů může zvýšit význam mamografického typu. Zavedení jednotné typologie v mamografické praxi by přispělo k uplatnění jednotného pohledu na mamografický obraz. [9]

Byla vypracována řada typologií k hodnocení MMG snímků (Tabarova typologie, Papežova typologie, Wolfeho typologie). Pro ilustraci zde uvádím typologii Tabárovu.

Tabárova typologie (příloha III) je založena na anatomicko-histologicko-mamografické korelaci. Je klasifikována pěti typy I.-V.

4.1.1 Tabárova typologie

- **Typ I** – Hlavními rysy tohoto typu jsou vroubkovaná kontura žlázo­vého tělesa, dobře zobrazená Cooperova ligamenta a rovnoměrně rozptýlené 1 – 2 mm velké nodulární denzity, které odpovídají terminálním dukto – lobulárním jednotkám (TDLU). Místa projasnění oválného tvaru korespondují s tukovými lalůčkami. Typ I se obvykle vyvíjí do typu II nebo III.
- **Typ II** – Reprezentuje prs s kompletní involucí mléčné žlázy, zcela převažuje transparentní tuk. Nejsou přítomny žádné nodulární stíny.
- **Typ III** – Parenchym zabírá méně než 25% objemu prsu. Jde o kombinaci vzoru prominujících duktů retroareolárně (způsobeno periduktální fibrózou, elastózou) a involuce.
- **Typ IV** – V rozsahu celého prsu se ukazují nápadné nodulární a lineární stíny. Lineární stíny jsou způsobené periduktální elastózou. Rozptýlené nodulární denzity velikosti 3 – 7 mm reprezentují proliferující žlázo­vé struktury (zvětšené dukto – lobulární jednotky), jak odpovídá adenóze. S rostoucím věkem (geneticky determinováno) nedochází k žádným změnám.
- **Typ V** – Homogenní denzní stín žlázy s hladkou konvexní konturou, tento nále­z odpovídá rozsáhlé fibróze. [9]

4.2 Hodnocení mamogramů

4.2.1 Podmínky pro hodnocení mamogramů

- Negastop pro interpretaci by měl mít vysoký jas (minimálně 3500 cm.m⁻²) a možnost vyclonění na velikost snímku či jeho část, mělo by být k dispozici bodové světlo a silná lupa s minimálním zvětšením 1,4 (lépe 2).
- Negastop pro laborantky by se neměl lišit od nekastopu, který má lékař na popisovně.

- Na popisovně by mělo být klidné prostředí, do popisovny by neměly mít přístup nepovolené osoby. Popisovna má mít tlumené osvětlení s maximální hodnotou do 50 luxů.
- Nepřípustné je hodnotit snímky na běžném negatoskopu či dokonce přes žárovku, nebo okno.

4.2.2 Příprava k hodnocení, kvalitní mamogram

Když je k dispozici motorizovaný negastop, připravuje mamogramy k prohlížení laborantka. Laborantka tuhle činnost provádí v polovině nebo na konci své směny. Vystavení snímků na negastop probíhá vždy stejným způsobem, podle pokynů daného pracoviště. Na negastopu je nutné porovnat současné a minulé vyšetření. Jestliže žena již absolvovala několik vyšetření, je lepší pro porovnání vybrat snímek, který je vyhotoven třeba před 3 lety.

Na negastop je vhodné dávat snímky obou stran zrcadlově. Staré mamogramy se většinou umísťují pod nové snímky. Než dojde k samotnému čtení snímku, je důležité zjistit, jak kvalitně byly snímky zhotoveny. V případě, že část prsu není zobrazena či existují technické nedostatky, je nutné si uvědomit omezení vyšetření a případně nechat snímky předělat či doplnit. Radiolog by měl indikovat předělání snímků jen vzácně.

4.2.3 Vlastní hodnocení snímků

Hodnocení snímků provádí odborník na diagnostické zobrazování prsu, speciálně vyškolený lékař - radiolog. Nezávislé čtení snímků dvěma radiology zvyšuje senzitivitu podle různých autorů o 5 až 15 %, rostou však náklady a podstatně se navyšuje cena vyšetření.

V praxi kromě dvojího hodnocení lékaři se ověřuje první čtení počítačem. Existuje možnost nahrazení lékaře speciálně vyškolenou laborantkou, která provede první čtení snímků.

U hodnocení mamogramu je nutné postupovat systematicky, oblast po oblasti. Obraz korespondujících míst se vždy porovnává v druhém prsu a na starších mamogramech. Pro udržení systematického postupu v hodnocení je velmi výhodné horizontální vycloňování obrazu s postupným rozšiřováním či posunem světelného pole směrem kranialním.

Lékař, který interpretuje snímky, musí v první řadě rozhodnout, zda je nutné provést dodatečné vyšetření.

V úvahu nejčastěji připadají tato dodatečná vyšetření:

- **bočná projekce:** demonstrace kalcifikací typu kalciového mléka, tvaru šálek na čaj, určení přesné lokalizace suspektní léze, odstranění sumace stínů
- **mediálně či laterálně rozšířená projekce:** zobrazení léze uložené hluboko ve vnitřní či zevní části prsu
- **snímek na intermamární rýhu, výstřih:** zobrazení léze v posteromediální části prsu
- **snímek na axiální výběžek:** zachycení axiálního výběžku a většiny zevní části prsu
- **tangenciální snímek:** potvrzení kožní lokalizace mikrokalciifikací, lepší zobrazení okrajů, tvaru a struktury hmatné léze
- **projekce s rolováním prsu:** oddělení sumujících se stínů – struktur
- **obrácená kraniokaudální projekce, kaudokranialní:** zlepšení zobrazení léze v horní části prsu, zabezpečení kratší cesty pro punkci jehlou i lézí v dolní části prsu, zvětšení množství zachycené tkáně prsu u mužů nebo u žen s kyfózou
- **projekce lateromediální šikmá:** zlepšení zobrazení léze ve vnitřní části prsu, zvětšení množství zachycené tkáně

- **projekce s vynecháním bradavky:** zobrazení léze vysoko nad bradavkou u hrudní stěny
- **předozadní projekce na axilu:** zobrazení axily na straně, kde je stav po mastektomii
- **snímek s bodovou kompresí, cílený snímek bez zvětšení či se zvětšením:** odstranění sumace, zlepšení hodnocení okrajů léze
- **snímek se zvětšením:** zlepšení hodnocení okrajů léze, zlepšení zobrazení mikrokalciifikací
- **ultrasonografie:** doplňující vyšetření u nejednoznačných lézí na mamogramu, fokální asymetrické denzity, u diskrepance mezi klinickým a mamografickým nálezem, u hmatných rezistencí, které nejsou jednoznačně vysvětlitelné z mamogramu. [9]

Při hodnocení mamogramu a tvorbě nálezu se doporučuje držet určitého schématu. Velmi výhodný je standardizovaný systém hodnocení BI-RADSTM (The American College of Radiology Breast Imaging Reporting and Data System, (příloha IV)). Zařazením do určité kategorie při psaní závěru nálezu je také jednoznačně určen další postup:

- kategorie 0: potřeba dalšího vyšetření
- kategorie 1: normální – nic (jen samovyšetření a pravidelná kontrola za 1 rok)
- kategorie 2: benigní – stejně jako u kategorie 1
- kategorie 3: pravděpodobně benigní – mamografická kontrola za 6 měsíců
- kategorie 4: podezřelý nález – punkční biopsie
- kategorie 5: maligní charakter – individuálně dle plánu (většinou punkční biopsie a operace) [9]

4.2.4 Kritéria hodnocení obrazů nejčastějších maligních a benigních procesů

4.2.4.1 Lokalizace

Patřičná pozornost by měla být věnována určení přesného místa. Špatné určení strany nebo kvadrantu není pro radiologa dobrou vizitkou a může mít i neblahé důsledky. Když určujeme polohu, je vhodné se ještě jednou přesvědčit o tom, že je skutečně na místě v nálezem popsaném. Vždy se uvádí strana, kvadrant, lokalizace podle ciferníku, přibližná vzdálenost od okraje bradavky a hloubka (příloha V).

Výskyt karcinomu prsu může být kdekoliv v průběhu embryonální mléčné lišty, v prsu i mimo něj (v axile, pod prsem). Karcinom nejčastěji nacházíme v horním zevním kvadrantu (HZK, v 35 až 50 %), následuje horní vnitřní kvadrant (HVK), retroareolární oblast a dolní zevní kvadrant (DZK). Toto onemocnění nejméně postihuje dolní vnitřní kvadrant (DVK).

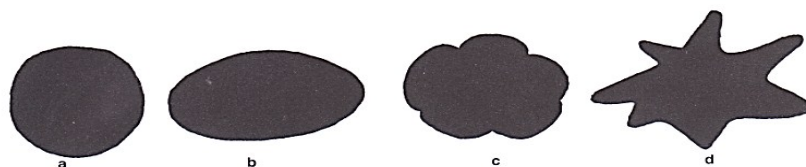
Benigní léze se také mohou vyskytovat kdekoliv. Centrálně a retroareolárně typicky nacházíme stíny rozšířených mlékovodů a cyst, pokud však nejsou přítomny typické kalcifikace, je odlišení cyst a fibroadenomů bez ultrasonografie prakticky nemožné.

4.2.4.2 Velikost, tvar a ohraničení

Měření velikosti se provádí ve dvou směrech na sebe kolmých, v případě cípatých formací maligního charakteru je vhodné zahrnovat při měření i velikosti cípy, kde se maligní

buňky ještě obvykle vyskytují. Velikost, kterou zjistíme z mamogramu se liší od skutečné. V některých případech je přesnější změřit formaci ultrasonograficky.

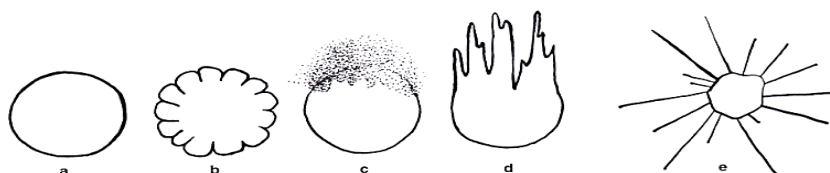
Systém BI-RADS™ rozeznává tvar okrouhlý, oválný, laločnatý, nepravidelný (obr. 19), okraj léze dobře vymezený, mikrolobulovaný, skrytý, špatně rozlišitelný a konečně spikulózní (obr. 20). [9]



Obr. 19 Tvar formace schematicky: okrouhlý (a), oválný (b), laločnatý (c), nepravidelný (d). [9]

Laločnatá, okrouhlá, nebo oválná formace se zřetelným ostrým okrajem je s největší pravděpodobností benigní a pravděpodobnost malignity se pohybuje do 2 %.

U formace nepravidelného tvaru s částečně nebo zcela skrytou a špatně rozlišitelnou konturou nebo spikulózně vyběhající je obvykle vyžadována biopsie, nejlépe punkční.



Obr. 20 Okraj (kontura) formace schematicky: dobře vymezený (zřetelný, ostrý) (a), mikrolobulovaný (b), (částečně) skrytý (c), špatně rozlišitelný (d), spikulózní (e). [9]

4.2.4.3 Zeslabení rentgenového záření (denzita)

Hodnocení zeslabení rentgenového záření v lézi je standardně jen subjektivní a často je obtížné zařadit ložiskový stín přesně do určité kategorie. Zásadní význam při hodnocení snímků má poučka, podle které léze projevující se jako projasnění či stín a projasnění současně není nikdy maligní. Kritérium denzity stínu má pouze pomocný význam.

Pro přehled uvádíme v následujícím výčtu denzity a obvyklé stavy tímto způsobem se projevující (v závorce méně časté):

1. Projasnění:
 - lipom
 - olejová cysta
 - mléčná cysta
2. Projasnění a stín zároveň:
 - fibroadenolipom
 - mléčná cysta
 - intramamární lymfatická uzlina
 - hematom
 - (bradavice)
3. Stín nízké denzity:
 - fibroadenom
 - cysta

- (cystosarcoma phyllodes)
 - (atherom)
 - (kavernózní hemangiom)
 - (papilom)
 - (bradavice)
 - (absces)
 - (papilární a gelatinózní karcinomy)
 - (metastáza)
4. Stín velké denzity:
- karcinom
 - sarkom
 - metastáza
 - cystosarcoma phyllodes
 - absces
 - hematom
 - patologicky zvětšené uzliny (lymfom, leukémie, rheumatoidní artritida, metastázy)
 - aterom
 - (cysta) [9]

4.2.4.4 Narušení architektoniky prsu

Projevem řady patologických změn může být narušení pravidelného uspořádání prsu. Radíme sem radiální jizvy (sklerozující adenóza), jizevate pooperační změny a postiradiační změny.

4.2.4.5 Změna obrazu v čase

Ve screeningu se zachytí velké množství karcinomu právě na základě změny obrazu ve srovnání se staršími mamogramy. Jsou i karcinomy, které se při mamografii nemění i řadu let, ale také existují benigní léze, které mohou růst velmi rychle, jako je např. fibroadenom nebo cysta. Obdobně tomu je i u kalcifikací.

4.2.4.6 Axilární uzliny

U projekce mediolaterální šikmé (MLO) je možné zachytit pouze část lymfatických uzlin. Normální lymfatické uzliny mají oválný tvar, hilární projasnění a průměr do 2 cm. Uzliny, které nemají transparentní složky a okrouhlý tvar, jsou již při této velikosti považovány za patologické. Jestliže jsou zvětšeny uzliny v axile a jejich obraz na mamogramu není normální, tak se indikuje biopsie.

4.2.4.7 Změny kůže, dvorce a bradavky

Mamografická metoda není vhodná pro detekci a diagnostiku chorob kůže, a také onemocnění, které se projevuje změnami kůže. Dále je nutné, aby lékař interpretující mamogramy věděl o změnách kůže, které by mohly mít vliv na obraz prsu.

Na mamogramu je normální stín kůže široký do 2 mm.

4.3 Diferenciální diagnostika kalcifikací

Velmi důležitá je znalost problematiky hodnocení kalcifikací. Přibližně u každého 4. nebo 5. vyšetření nacházíme kalcifikaci. Asi 40% všech karcinomů se projeví mikrokalcifikacemi. Pro správnou interpretaci je nutným předpokladem kvalitní zachycení kalcifikací s maximální ostroty a kontrastem. Když se nalezne mikrokalcifikace je dobré nechat provést cílený snímek se zvětšením, vyclonit na negatoskopu světelné pole jen na oblast nálezu a bezprostředního okolí a použít zvětšovací sklo. Velmi dobrá kombinace je lupa zvětšující minimálně 4x a snímek se zvětšením (2x).

Kalcifikace je možné rozdělit podle různých kritérií. Existuje zařazení kalcifikace do skupiny benigní, nejednoznačné a pravděpodobně maligní. Když hodnotíme kalcifikace, je nutné si všimnout tvaru, velikosti, denzity a distribuce. Z hlediska distribuce je možné rozeznávat kalcifikace shluklé, segmentární, regionální a difuzní.

4.3.1 Kalcifikace typicky benigní

4.3.1.1 Kožní kalcifikace

Kožní kalcifikace jsou mnohočetné, obvykle měkké, prstenčité, sférického tvaru a s projasněním uvnitř. Tento druh kalcifikace se může vyskytovat ve všech kvadrantech. Nejtypičtější lokalizací je sternální část prsu.

4.3.1.2 Kalcifikace v cévách

Nacházíme paralelně probíhající, většinou hrubé a nepravidelné kalcifikace ve stěně cév. Jsou běžným nálezem u starších žen při ateroskleróze. V mladším věku jsou častější u diabetiček. [9]

4.3.1.3 Kalcifikace ve fibroadenomů

Kalcifikace ve fibroadenomech nečiní obvykle z diagnostického hlediska obtíže. Kalcifikace jsou hrubé, často vzhledu „pražené kukuřice“. Většinou jsou vázány na oválnou či okrouhlou, dobře ohraničenou formaci benigního charakteru. [9]

4.3.1.4 Kalcifikace v mlékovodech při sekrečním onemocnění

Všem známé tyčkovité lineární kalcifikace v mlékovodech jsou velké, neshluklé a relativně monomorfní, jen některé se větví, ve větších a tlustších kalcifikacích mohou být relativní projasnění. Prstenčitý tvar mají kalcifikace ve stěně. Typické uložení této kalcifikace je za bradavkou a v centrální části prsu a mají průběh mlékovodů. Většinou jsou v obou prsech.

4.3.1.5 Kalcifikace v acinech

Jsou to malé tečkovité kalcifikace, které mají velikost pod 1 mm, většinou lépe patrné pod lupou, difuzní nebo po několika shluklé. Tyto kalcifikace jsou většinou oboustranné. Jestliže jsou kalcifikace pod 0,5 mm, nazývají se „tečkovitými“ a jsou zařazovány dle klasifikace BI-RADSTM do zvláštní skupiny.

4.3.1.6 Větší kalcifikace s projasněním

Jedná se o nejčastější výskyt kalcifikace. Mohou mít různou velikost od 1 mm až do 1 cm. Tyto kalcifikace mají poměrně syté, ostré a hladké kontury oválného nebo okrouhlého tvaru. Uvnitř této kalcifikace je zřetelné projasnění. Nejběžnější příčinou vzniku těchto kalcifikací je tuková nekróza.

4.3.1.7 Skořápkovité kalcifikace

Jsou to většinou úzké kalcifikace na okraji sférického útvaru, krátké i po celém obvodě. Tento typ kalcifikace je ve stěně cysty nebo může být i při tukové nekróze.

4.3.1.8 Kalcifikace typu „kalciovaného mléka“

Velikost kalcifikace při benigní mikrocystické chorobě je asi 1 – 2 mm. Podle projekce se obraz liší. Zobrazení kalcifikace v projekci kraniokaudální je oválné či okrouhlé, často rozmazané a nehomogenní. V bočné projekci je vzhled typický: vlivem sedimentace kalcifikovaného obsahu se vytváří obraz jemných srpků „šálků na čaj“. Dolní kontura je ostrá, kraniální neostrá.

4.3.1.9 Kalcifikace kolem šicího materiálu

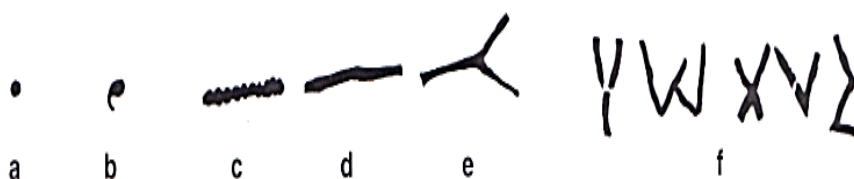
Výskyt této kalcifikace je v místě jizvy třeba po iradiaci prsu. Nejčastějším tvarem je lineární nebo konfigurace „smyčky“.

4.3.2 Nejednoznačné kalcifikace, přechodné znepokojivé

Tyto kalcifikace není možné zařadit ani mezi benigní ani mezi vysoce podezřelé. Tento typ kalcifikace se objevuje v cystách, může se vyskytovat i při adenóze.

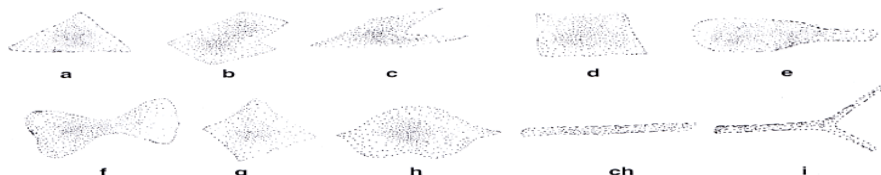
4.3.3 Kalcifikace s vysokou pravděpodobností maligního charakteru

U této kalcifikace nacházíme dva základní typy: heterogenní pleomorfní tečkovité kalcifikace a jemné lineární a větvičí se kalcifikace. Typické mikrokalcifikace při maligním procesu jsou mnohotvárné, různého tvaru i velikosti (obr. 21).



Obr. 21 Různé tvary jednotlivých mikrokalcifikací při karcinomu (schematicky, zvětšeno): tečkovitý (a), čárkovitý (b), červovitý (c), lineární (d), větvičí se (e), tvary různých písmen (f).[9]

Některé mikrokalcifikace jsou patrné pouze pod lupou a ne prostým okem. U benigního procesu je tvar shluku pravidelný, okrouhlý či oválný, zatímco u karcinomu je trojúhelníkový, mnohoúhelníkový, čtverce nebo obdelníku atd (obr. 22).



Obr. 22 Různé tvary shluků mikrokalcifikací (schematicky): trojúhelníkový (a), mnohoúhelníkový (b), tvar vlaštovičího ocásku (c), čtvercovitý či obdelníkovitý (d), láhvovitý (e), motýlovitý (f), tvar kosočtverce (g), tvar draka (h), lineární (ch), větvičí se (i).[9]

4.4 Ultrasonografie a podmínky jejího hodnocení

Ultrasonografická vyšetřovna je místnost, která slouží pouze k ultrazvukovému vyšetření. V této vyšetřovně jsou také kladené vysoké požadavky na zatemnění. V ultrasonografické vyšetřovně by u negastopu neměly chybět drobné pomůcky, jako měřítko a stínítka pro další čtení mamografie. Mezi součásti praktické výbavy patří razítko se schématem obou prsů a axil. Razítko slouží k přesnému vyznačení lokalizace ložiska či zkoumaného problému. Jakmile se provede ultrasonografie, tak otiskneme razítko na obálku klientky a pomocí jednoduchých symbolů zakreslíme nejdůležitější informace, uložení, vztah k okolním strukturám a předpokládanou etiologii zkoumaného problému. U další kontroly se vyšetřující lékař orientuje v problému mnohem rychleji než při počínání předchozích nálezů.

Aby bylo kvalitní vyhodnocení USG obrazu žlázy, musí vyšetřující lékař dobře znát veškeré artefakty, které se mohou při tvorbě obrazu prsní žlázy objevit.

Jednou rukou vyšetřujeme a druhou rukou většinou měníme nastavení během vyšetření podle aktuální potřeby. Obvyklý obraz žlázy je hyperechogenní. Srovnání echogenity a

struktury žlázy oboustranně či v rámci jednoho prsu je často jedinou možností, jak se dopátrat správného výsledku.

Lékař, který provádí USG, pátrá po ložiskových změnách, narušení pravidelné architektiky prsu, hledá akustické stíny neměnicí se při stupňující se kompresi, ztlustění kožní vrstvy atd. Oblast, ve které byl zjištěn patologický nález, se vyšetřuje v různých rovinách a směrech, a také při různém tlaku sondy. Obraz se přitom průběžně porovnává s mamogramy a s palpačním nálezem, při nálezů určitého útvaru se zkoumá jeho pohyblivost vůči okolí, stlačitelnost a pružnost.

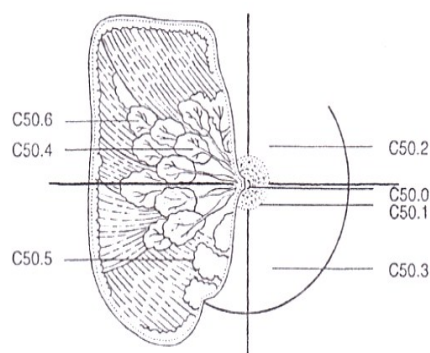
Je lepší, když USG prsu provádí lékař, který hodnotí i mamogramy. Jestliže se provádí mamografie i USG, obsahuje nález pouze jeden společný diagnostický závěr s doporučením dalšího postupu. V závěru by mělo být vyjádřeno mínění o benignitě či malignitě (benigní – spíše benigní – nejasný – spíše maligní – maligní), o cystickém či solidním charakteru, případně přesný patologický korelát.

Ultrasonografická diagnostická kritéria je možné rozdělit do několika skupin:

- a) tvar a okraj
tvar: okrouhlý, oválný, laločnatý, hvězdicovitý, mnohoúhelníkovitý, nepravidelný
kontura: ostrá – neostrá, rovná – nerovná, zřetelná – nezřetelná, difuzní šíření
- b) okrajová zóna
hyperechogenní lem („halo“), možnost – nemožnost komprese
- c) poměr rozměru ke kůži kolmého a ke kůži rovnoběžného („hloubka/šířka“)
 $H/\check{S} < 1$ nebo $H/\check{S} > 1$
- d) echogenita
anechogenní – hypoechogenní – hyperechogenní (semikvantitativní hodnocení – porovnání s echogenitou tukových lalůčků).
- e) textura (struktura)
homogenní – heterogenní (izoechogenní – anizoechogenní), septová atd.
- f) zadní echa
zadní zesílení – beze změny – zeslabení (akustický stín) – heterogenní změna
- g) laterální refrakční fenomén (laterální akustický stín)
- h) pohyblivost a elasticita
- i) vliv komprese na zadní echa
- j) topografický vztah (lokalizace)
kůže – podkoží – parenchym – retromamární tuk – sval atd.
vztah k anatomickým bariérám: infiltrace – destrukce – rozrušení – dislokace
- k) vztah ke tkáňové architektuře („harmonie“)
harmonické vyčlenění – přerušování žláзовých struktur – narušení pravidelné architektiky – retrakce okolních struktur [7]

4.5 TNM klasifikace

Abychom stanovili rozsah karcinomu prsu, užívá se mezinárodní klasifikace TNM (příloha VI). Definitivní diagnóza karcinomu prsu je stanovena patologem. Neméně důležité je stanovení rozsahu onemocnění. K tomu se užívá klasifikace, která je navržena mezinárodní unií proti rakovině (UICC) a zařazení klientky podle kategorií T (tumor), N (noduli = uzliny) a M (vzdálené metastázy). Kromě předoperační klinické klasifikace je důležité i posouzení pooperačního nálezu (pTNM).



Obr. 23 Topografické kódy pro lokalizaci nádoru ve čtyřech kvadrantech. C 50.0 – bradavka, C 50.1 – centrální část, C 50.2 – horní vnitřní kvadrant, C 50.3 – dolní vnitřní kvadrant, C 50.4 – horní zevní kvadrant, C 50.5 – dolní zevní kvadrant, C 50.6 – axilární výběžek. [4]

4.5.1 Kategorie T (pT) – primární nádor

Stanovení velikosti primárního nádoru je složeno z palpačního vyšetření a zobrazovacích metod (mamografie, ultrasonografie). Lékař zaznamená palpační nález, změří velikost nádoru v centimetrech, která se měří ve dvou na sebe kolmých průměrech, popíše rezistenci (konzistenci, pohyblivost, vztah k okolí a k bradavce, změny na kůži). Informace o velikosti nádoru a jeho vztahu k okolí se lékař dozví od patologa. Z uvedených vyšetření se stanoví kategorie T a pT.

4.5.2 Kategorie N (pN) – regionální mízní uzliny

Regionální mízní uzliny mohou být hmatné a také postižené metastázami. Důležité je stanovení jejich velikosti a vztahu k okolí (fixace a pohyblivost). Metastázy v uzlinách podél arteria mammaria nejsou palpačně hmatné. Informace o nález v axile podá operační nález. Popis počtu a lokalizace uzlin obdrží patolog od chirurga. Chirurg získané informace o tom, kolik uzlin je postiženo metastázami, podá klinickému lékaři.

4.5.3 Kategorie M

Kategorie M znamená přítomnost vzdálených metastáz. Pro potvrzení nebo vyloučení vzdálených metastáz je nutné provést další vyšetření:

- rtg snímek hrudníku
- rtg snímek skeletu
- scintigrafii skeletu
- ultrasonografii břicha (jater)
- CT (výpočetní tomografie)
- MR (magnetická rezonance)

4.5.4 Stadia onemocnění

Stanovení stupně nádoru není zcela snadné. Používá se TNM klasifikace.

4.5.4.1 Stadium I

Stadium I je časté stadium invazivního karcinomu prsu. Velikost tumoru v tomto stádiu je menší než 2 cm. Lokalizace pouze v prsu. Nádor není přirostlý ke kůži nebo fascii, lymfatické uzliny v prsu ani v podpaží nejsou postiženy.

4.5.4.2 Stadium II

Stadium II dělíme na dvě skupiny IIA a IIB.

IIA

- tumor menší než 2 cm s postižením 1-3 podpažních lymfatických uzlin
- postižení lymfatických uzlin v podpaží bez prokazatelného nádoru v prsu
- tumor o velikosti 2 – 5 cm bez postižení lymfatických uzlin

IIB

- tumor o velikosti 2 – 5 cm s postižením 1 – 3 podpažních lymfatických uzlin
- tumor o větší než 5 cm bez postižení lymfatických uzlin v podpaží

4.5.4.3 Stadium III

Stadium III dělíme na 3 skupiny IIIA, IIIB, IIIC. V tomto případě jde o lokálně pokročilé onemocnění s postižením podpažních lymfatických uzlin nebo uzlin v oblasti nadklíčku, ale nejsou přítomny vzdálené metastázy.

IIIA

- postižené podpažní lymfatické uzliny fixované navzájem nebo postižení uzlin vedle kosti hrudní, bez prokazatelného tumoru v prsu
- tumor menší než 2 cm, postižené podpažní lymfatické uzliny fixované navzájem nebo postižení uzliny vedle kosti hrudní
- tumor o velikosti 2 až 5 cm, postižené podpažní lymfatické uzliny fixované navzájem nebo postižení uzliny vedle kosti hrudní
- tumor větší než 5 cm, postižené podpažní lymfatické uzliny nebo postižení uzliny vedle kosti hrudní

IIIB

- tumor jakékoliv velikosti, který prorůstá do stěny hrudní či kůže
- zánětlivý karcinom

IIIC

- tumor jakékoliv velikosti, postižení 10 a více lymfatických uzlin v podpaží
- tumor jakékoliv velikosti, postižení nadklíčkových nebo podklíčkových uzlin, event.. i podpažních uzlin

4.5.4.4 Stadium IV

Zde nacházíme vzdálené metastázy. Nejčastější nálezy metastáz jsou v plicích, játrech, kostech nebo mozku.

Jednotlivá stadia mají vyjádřené procentuální přežití po dobu 5 let. Od různých zdrojů literatury se informace mohou lišit. První stadium má přežití 90%, druhé stadium 86 - 91%, třetí stadium 54 – 67% a čtvrté stadium má 20%.

[4], [6], [7], [8], [9], [11], [15], [18], [25]

5. Zpracování obrazu v programu MATLAB

Zpracování obrazových dat je proces, při kterém se ze vstupních obrazových dat snažíme získat co nejvíce informací. Obraz je vícerozměrný signál, který vyhodnocujeme kdykoliv něco vidíme. Z obrazů dokážeme získat různé informace o tvaru, umístění, velikosti a odstínu různých objektů. Počítačové vidění je vědní obor, který se zabývá získáváním informací z obrazových dat. Při pohledu na snímek či nějaký obraz lidé vyhodnocují jeho informační hodnotu nejen pomocí vlastních obrazových vjemů, ale také díky své inteligenci a předchozích zkušenostech. Díky inteligenci může člověk vyhodnocovat nabyté zkušenosti a tím lépe interpretovat obrazová data. Počítačové vidění, jako součást umělé inteligence a kybernetiky se snaží tento proces napodobit a využít jej při řešení úloh interpretace obrazových dat. Interpretací dat rozumíme zobrazení pozorovaných obrazových dat do modelu, který reprezentuje objekty reálného světa.

Aplikace tohoto oboru je velmi široká. Jedno z nejvýznamnějších uplatnění můžeme nalézt v lékařství. Hlavním úkolem v těchto úlohách bývá extrakce informace z různých snímků za účelem stanovení diagnózy pacienta. Může se jednat např. o snímky rentgenové, mikroskopické, ze sonografu atd.

Snímky, které jsem v této části diplomové práce zpracovávala, pochází z mamodiagnostického pracoviště Vítkovické nemocnice. Rentgenové snímky z mamografického přístroje jsou v DICOM formátu (Digital Imaging and Communications in Medicine).

5.1 DICOM standard

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) je celosvětový standard pro digitální medicínská obrazová data používaný v systémech PACS. Picture Archiving and Communication System – (informační systémy pro archivaci a přenos obrazů) je významnou součástí telemedicíny. Je to systém poskytující rychlý přístup k digitalizovaným obrazům vytvářených zobrazovacími vyšetřovacími metodami. DICOM označuje nejen formát pro ukládání dat, ale i síťový protokol pro výměnu dat mezi jednotlivými zařízeními.

Komplexně řeší, jak obrazová data, tak příloženou textovou informaci, včetně popisu snímku lékařem (nálezu). Jednotlivé údaje jsou zaznamenány v tzv. tagu, jehož adresa i struktura je přesně definována.

Naše data jsou uložena pouze jako šedotónová (grayscale) bitová mapa, neboli pouze v odstínech šedé. Informace jsou v souboru ukládány bez jakékoliv komprese. Po letném nahlédnutí do binární podoby souboru zjistíme, že každý pixel je reprezentován 16 bity, ale v našem případě se jedná jen o interval obsahující 4096 hodnot (12 - bitu). Z tohoto důvodu je nutné při prohlížení takovýchto dat na standardních zobrazovacích zařízeních počítat s tím, že se výstup zúžil na maximálních 256 odstínů šedé. Celkové rozlišení snímku je 3328 x 4096 pixelů. Načítání těchto dat do prostředí MATLAB R2010a je vyřešeno a podporuje export v tomto formátu.

5.2 Použité postupy

Cílem bylo navrhnout algoritmus pro hodnocení mamografických snímků. Následuje stručný popis postupů doplněný o použité funkce.

5.2.1 Načtení dat

Abychom získali informaci o DICOM souboru, používáme funkci `dicominfo()`. Ta načte metadata (hlavičková data) do struktury, ve které jsou její prvky podle svého významu vhodně uspořádány. Do struktury je načtena i pozice začátku obrazových dat.

Pro načtení obrazových dat z DICOM souboru se používá funkce `dicomread()`. Jejím parametrem je jméno DICOM souboru (nebo struktura s metadaty). Když je volána takto, pokusí se načíst všechny snímky v daném souboru. Jestliže chceme načíst konkrétní snímek (snímky) použijeme volání `[X,map,alpha] = dicomread('navevsouboru.dcm')`. V našem případě jsou proměnné `map` a `alpha` prázdné. Tyto proměnné mají smysl u barevných snímků, kde je více informací.

5.2.2 Základní zkoumání načteného snímku

Musíme zjistit, zda máme načtený snímek levého nebo pravého prsu. To zjistím pomocí toho, která část obrázku po součtu je světlejší, jestliže je světlejší část od poloviny doprava, tak máme načtený snímek pravého prsu. Když je po součtu světlejší část od leva do poloviny, tak máme načtený snímek levého prsu [`levo=sum(sum(X(1:rozm_y,1:pulka)))`].

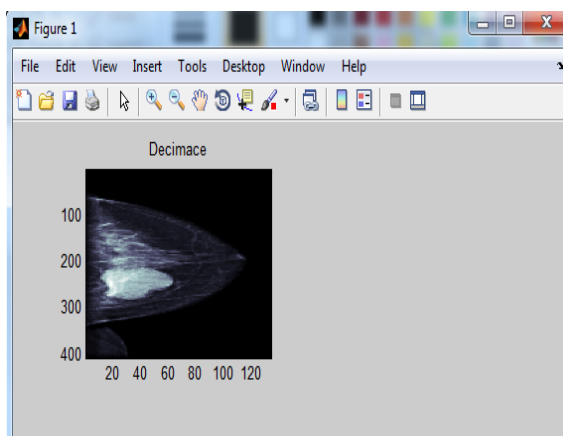
5.2.3 Omezení na podstatnou část obrazu

Pro zefektivnění výpočtu je vhodné zjistit, jakou část obrazu skutečně zaujímá vyhodnocovaný prs a vyjmout oblast, na které je pouze černá. Zvolila jsem nejrychlejší postup, a to odstranění souvislého bloku černé, který začíná na opačném okraji než prs. Odstranění probíhá po celé výšce obrazu. Dále testuji sloupce na to, jestli obsahují pouze nulovou hodnotu. Komplikací je označení strany a projekce snímku, které se nevyužívá a zastaví odstraňovací algoritmus předčasně. Na snímcích je označení obrázku stejně velké, použila jsem skok o velikosti 320 [`skok=320`]. Na některých snímcích se označení obrázku přeskočilo, ale ignorovalo by to část prsu, proto jsem musela nastavit odstup od prsu [`iii=iii-100*směr`]. Tento krok jsem udělala, abych zmenšila velikost výřezu obrazu pro rychlejší práci s ním.

5.2.4 Decimace

Decimací rozumíme snížení vzorkovací frekvence signálu. Tohoto snížení se dá docílit čtením každého n -tého vzorku původního signálu. Předtím než provedeme decimaci, je nutné omezit šířku pásma, tj. musíme splnit vzorkovací teorém (maximální frekvence v decimovaném signálu musí být menší nebo rovna polovině nové vzorkovací frekvence). [43],[44]

Mamografické snímky jsou hodně velké, proto jsem je musela decimovat, aby bylo zpracování obrazu rychlejší. Naprogramovala jsem, že se nám bude zobrazovat čtverec 10×10 pixelů do jednoho pixelu [`decf=10`].



Obr. 24 Decimace

5.2.5 Detekce rušivých objektů

5.2.5.1 Velký prsní sval

U projekce mediolaterální šikmé (MLO) je zobrazen prsní sval, který je možno vidět na snímku velmi jasnou barvou. Protože sval má skoro totožný odstín s ložiskem, je nutné sval v hledání ložisek ignorovat, proto bylo důležité navrhnout algoritmus pro jeho detekci.

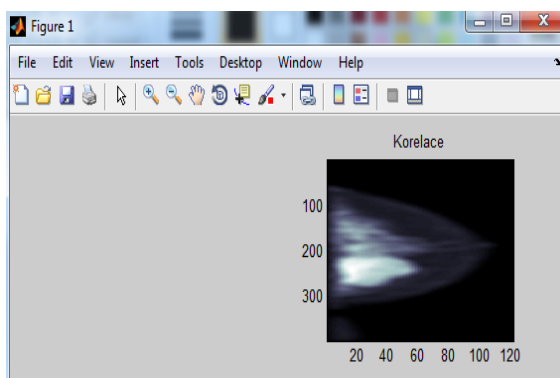
Nejdříve jsem musela určit, zda vůbec je sval na snímku přítomen. To se detekuje vyhodnocením průměrné hodnoty jasu, v malém čtverečku v rohu nahoře na straně prsu oproti celkovému maximu jasu snímku. Pokud je tam jas, který se blíží maximu celého obrázku, je potřeba ho potlačit. Na začátku jsem si zvolila, jak výrazné ztmavnutí se bude považovat za konec svalu [pokleskostky=0.8]. Následujícím krokem bylo zjištění místa, kde sval končí. Předpokládá se tvar přesného trojúhelníku s rohy na stranách a v rohu snímku. K jeho zaměření se nejprve shora prohledává okrajový sloupec a hledá se pokles jasu na zvolenou hodnotu. Pak se prohledává stejným způsobem horní řádek. Nalezené dva body spolu s rohem obrázku určují předpokládanou trojúhelníkovou plochu svalu. Ta je v dalším kroku ztmavena.

5.2.5.2 Okraj prsu

Na některých snímcích byl velmi výrazný okraj prsu. Proto byla nezbytným krokem jeho detekce, aby se nám při hledání ložisek neoznačoval. Musela jsem proto navrhnout jak tento okraj potlačit. Vytvořený algoritmus si nejprve připraví vektor s prvkem pro každý řádek o nulové hodnotě. Pak se postupuje od jednoho sloupcovitého okraje k druhému a každý bod se zvlášť vyhodnocuje. Pokud je pixel černý, zaznamená se do odpovídajícího prvku vektoru nula. Pokud má pixel určitý jas, přidá se k prvku vektoru zvolená konstanta strmosti [KOE=0.08] a touto hodnotou se pixel vynásobí (ztmaví). Každý následující pixel tedy bude ztmaven méně a méně. Ještě bylo třeba omezit nárůst na maximální hodnotu 1, aby nedocházelo i k zesvětlování. Výsledkem je, že obraz prsu směrem od okraje nezačíná strmě, ale pozvolna a tím je kůže měkce potlačena. Pro rovnoměrné ohlazení se postup aplikuje ze všech čtyř stran.

5.2.6 Korelace

Vzhledem k tomu, že úloha nalezení nádorů prakticky představuje hledání světlých kruhovitých útvarů, zvolila jsem pro jejich detekci dvojrozměrnou korelaci s plným kruhem. Nejdříve jsem si musela zvolit průměr kruhu [puvel=12] a následně vygenerovat matici obsahující tento kruhový útvar s normovanou velikostí, aby nedocházelo k ovlivňování jasu. Následně se provede výpočet vzájemné korelace obrazu s kruhovitým tvarem. Výsledkem je „rozmazaný“ obraz, ve kterém jsou zvýrazněna místa se souvislým zvýšeným jasnem.



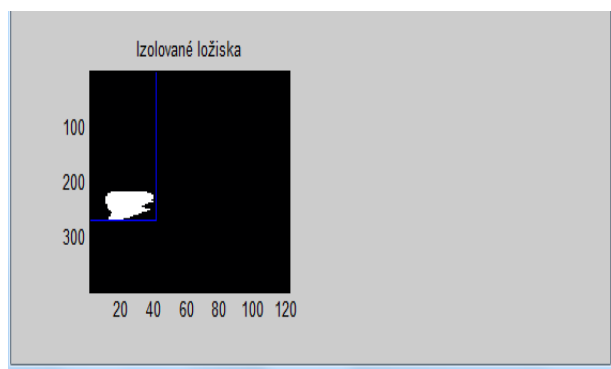
Obr. 25 Korelace

5.2.7 Prahování

Segmentace pomocí prahování je jednou z nejstarších metod segmentace obrazu na objekty. Díky výpočetní náročnosti jde o jednu z nejrychlejších metod segmentace. Metodu používáme tehdy, když se hledané objekty výrazně odlišují od pozadí. Volba prahu je pak stanovena tak, aby došlo k oddělení požadovaných objektů od pozadí [prah= $p_k \cdot t \cdot 0.78$]. Vlastní prahování je pro jednotlivé pixely snadné a rychlé. Je-li jas pod prahovou hodnotou, přiřadí se pixelu černá barva, pro jas nad prahovou hodnotou se pak přiřadí barva bílá. [54]

5.2.8 Hledání mezery mezi ložisky

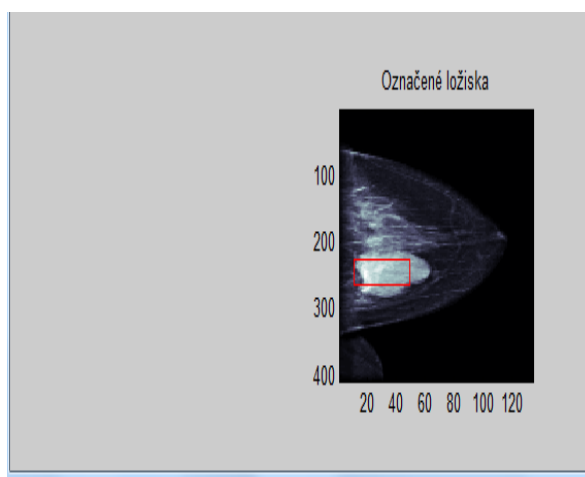
Po prahování máme mapu ložisek, kterou je třeba dále zpracovat a izolovat je od sebe. Navržená metoda správně funguje, pokud dvě sousední ložiska nemají společný ani jeden řádek nebo sloupec. Začne se prohledáváním sloupců od okraje. Pokračuje se, dokud není nalezen začátek a následně i konec oblasti. Poté se spustí obdobné vyhledávání shora dolů na již vymezené oblasti. V momentě, kdy je nalezen konec oblasti při postupu dolů, předpokládá se, že daný výřez obsahuje právě jedno ohnisko. Jeho střed se určí jako těžiště oblasti uvnitř výřezu a zároveň se stanoví jeho plocha. Obojí se zanese do tabulky. V dalším kroku jsem musela nadefinovat práh pro uznání ložiska [if (plocha>16)]. Následně je celá plocha výřezu vynulována a pokračuje se s hledáním dolů a pak i do strany, až se prohledá celý obraz.



Obr. 26 Izolované ložiska

5.2.9 Označení ložisek

Pro označení ložisek jsem vybrala čtverec. Ten se snadno kreslí a jeho poloha je daná tabulkou vygenerovanou při hledání jednotlivých ložisek. Střed je umístěn na těžiště oblasti a velikost je stanovena podle plochy nálezů. Na obrázku to sice vypadá jako obdélník, ale ve skutečnosti je to čtverec. Je to dáno tím, že na osách není stejné měřítko.



Obr. 27 Označení ložiska

[26],[29],[30],[31],[32], [33],[34],[41],[42],[43],[44],[45], [46],[47],[48],[49],[50],[51],[52],
[53],[54],[55]

6. Automatizované zpracování vybraných snímků zvoleným systémem a zhodnocení výsledků

V této kapitole se zabývám automatizovaným zpracováním dvaceti šesti snímků. V kapitole 5 byl vytvořen program, který po zadání čísla snímku z intervalu 1-26 vybraný snímek načte a automaticky jej zpracuje. Vše, co se s vybraným snímkem provede, je popsáno v předchozí kapitole.

Přepínač switch obsahuje několik návěstí (case) s celočíselnou hodnotou (1-26). Na základě argumentu za klíčovým slovem switch (obrazek) přeskočí program na návěstí se stejnou hodnotou jakou má výraz v kulatých závorkách za switch a pokračuje vykonáváním příkazů za ním (viz kapitola 5). [60]

Pro tuto kapitolu jsem původní program musela upravit. V původním programu jsem odstranila přepínač switch i s jejím návěstím (case). Použila jsem pouze načtení snímku `[[X,map,alpha] = dicomread(nazevsouboru)]`. Další změny v původním programu nebyly provedeny.

Dalším krokem bylo vytvoření nového programu (pojmenovala jsem ho „vyhledavac“), který si vyvolává náš upravený program nazvaný „automatizace“.

V programu „vyhledavac“ musíme nejprve vybrat složku, kde máme uložené snímky, které chceme vyhodnotit `[adresar='*.dcm']`. Když jsme vybrali a zadali složku se snímky, dochází k prohledání této složky.

V dalším kroku se opakovaně volá "automatizace" které se předává, jako parametr název souboru ke zpracování. Odpovědi je počet nalezených ložisek.

Jakmile náš program zpracuje celou složku snímků, vytvoří nám tabulku, ve které nalezneme obr 1 až 26, počet nálezu a název souboru. [Obr: 1 Nalezu: 2 Nazev: pacientka10_RCC.dcm].

6.1 Zhodnocení výsledků

V této kapitole jsem měla k dispozici 26 snímků pro automatizované zpracování. Řekla bych, že navržený algoritmus pracuje velmi spolehlivě, protože na všech snímcích, které jsem měla k dispozici, našel ložisko. Ložisko se shodovalo s ložiskem, které mi na vytištěných snímcích označila lékařka.

Na sedmnácti snímcích (1, 2, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26) bylo detekováno ložisko velmi spolehlivě-naprostě ve shodě s lékařem. U dvou snímků (6, 13) bylo také velmi dobře označeno ložisko, ale to bylo rozděleno na dva samostatné nálezy, přičemž lékařka označila tyto nálezy jako jeden laločnatý útvar.

U sedmi snímků (3, 4, 8, 11, 18, 19, 21) se nám označilo ložisko, které bylo zakresleno lékařkou, ale označil se nám ještě další nález. Toto je na zvážení lékaře, jestli tam opravdu není ještě další nádorové ložisko nebo jen nějaký shluk žláz.

Dovoluji si tvrdit, že program funguje velmi spolehlivě, protože našel veškerá ložiska, která byla označena lékařem.

7. Statistické zhodnocení výsledků vyšetření biopsie pro vybranou skupinu pacientek s pozitivním nálezem na MAMMOGRAFICKÉM SCREENINGU mamodiagnostického pracoviště Vítkovické nemocnice

Nejběžnější formou rakoviny u žen je karcinom prsu. Tento karcinom tvoří přibližně jednu čtvrtinu všech zhoubných nádorů u žen. Se vzrůstajícím věkem se zvyšuje riziko onemocnění karcinomem prsu.

7.1 Zdrojová data

Data mi byla poskytnuta mamodiagnostickým pracovištěm Vítkovické nemocnice.

7.2 Explorační analýza

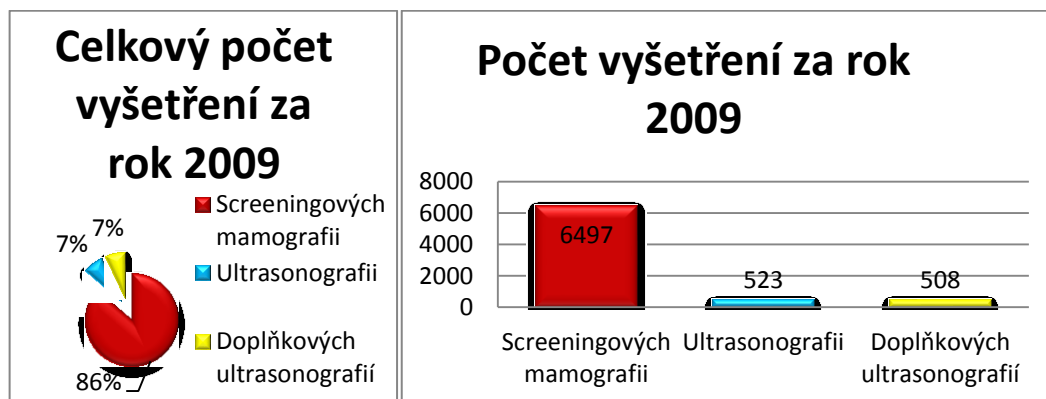
Na základě použitých dat jsem sestrojila grafické znázornění dat seskupených do tříd.

7.2.1 Přehled vyšetření v závislosti na metodě

7.2.1.1 Za rok 2009

rok 2009		
	Absolutní četnost	Relativní četnost (v %)
Screeningových mamografií	6497	86,304%
Diagnostických mamografií	0	0,000%
Ultrasonografií	523	6,947%
Doplňkových ultrasonografií	508	6,748%
Celkem	7528	100,000%

Tab. 1 Typ použité metody



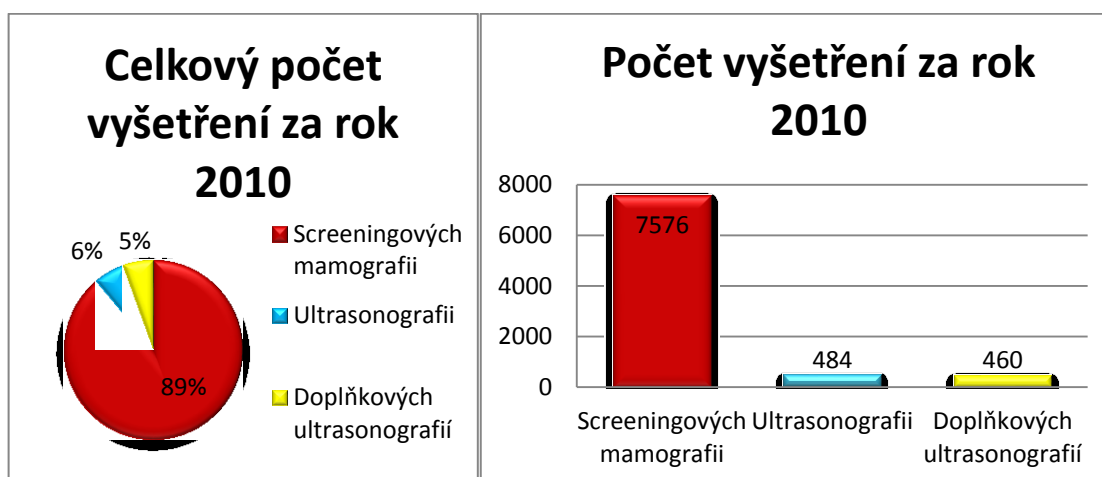
Graf 1 Znárodnění počtu vyšetření

V roce 2009 ze 7528 vyšetřovaných žen, bylo 6497 žen vyšetřeno screeningovou mamografií (86 %). 523 žen bylo vyšetřeno ultrasonografickou metodou (7 %). Zbýlých 508 žen bylo vyšetřeno doplňkovou ultrasonografií (7 %).

7.2.1.2 Za rok 2010

rok 2010		
	Absolutní četnost	Relativní četnost (v %)
Screeningových mamografií	7576	88,920%
Diagnostických mamografií	0	0,000%
Ultrasonografií	484	5,681%
Doplňkových ultrasonografií	460	5,399%
Celkem	8520	100,000%

Tab. 2 Typ použité metody



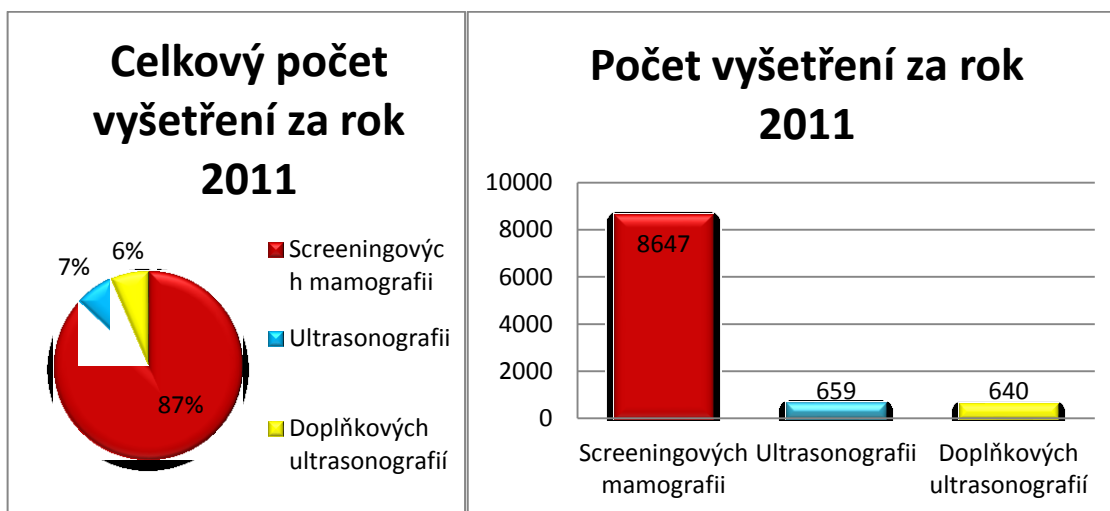
Graf 2 Znárodnění počtu vyšetření

V roce 2010 z 8520 vyšetřovaných žen, bylo 7576 žen vyšetřeno screeningovou mamografií (89 %). 484 žen bylo vyšetřeno ultrasonografickou metodou (6 %). Zbýlých 460 žen bylo vyšetřeno doplňkovou ultrasonografií (5 %).

7.2.1.3 Za rok 2011

rok 2011		
	Absolutní četnost	Relativní četnost (v %)
Screeningových mamografií	8647	86,922%
Diagnostických mamografií	2	0,020%
Ultrasonografií	659	6,624%
Doplňkových ultrasonografií	640	6,433%
Celkem	9948	100,000%

Tab. 3 Typ použité metody



Graf 3 Znárodnění počtu vyšetření

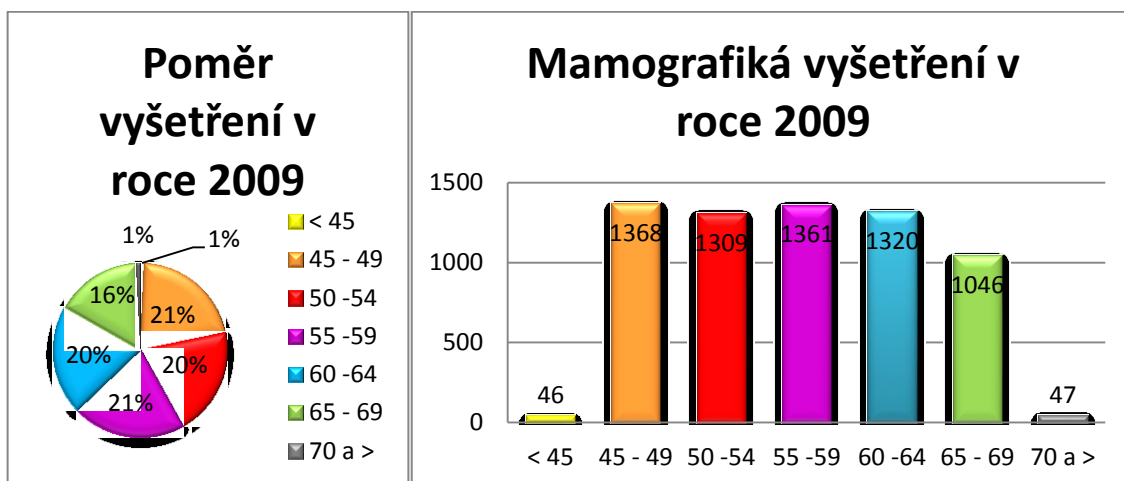
V roce 2011 z 9946 vyšetřovaných žen, bylo 8647 žen vyšetřeno screeningovou mamografií (87 %). 659 žen bylo vyšetřeno ultrasonografickou metodou (7 %). Zbýlých 640 žen bylo vyšetřeno doplňkovou ultrasonografií (6 %).

7.2.2 Výsledky vyšetření mamografem v závislosti na věku

7.2.2.1 Za rok 2009

rok 2009		
Věk	Počet žen	Relativní četnost (v %)
< 45	46	0,708%
45 - 49	1368	21,056%
50 -54	1309	20,148%
55 -59	1361	20,948%
60 -64	1320	20,317%
65 - 69	1046	16,100%
70 a >	47	0,723%
Celkem	6497	100,000%

Tab. 4 Věk žen



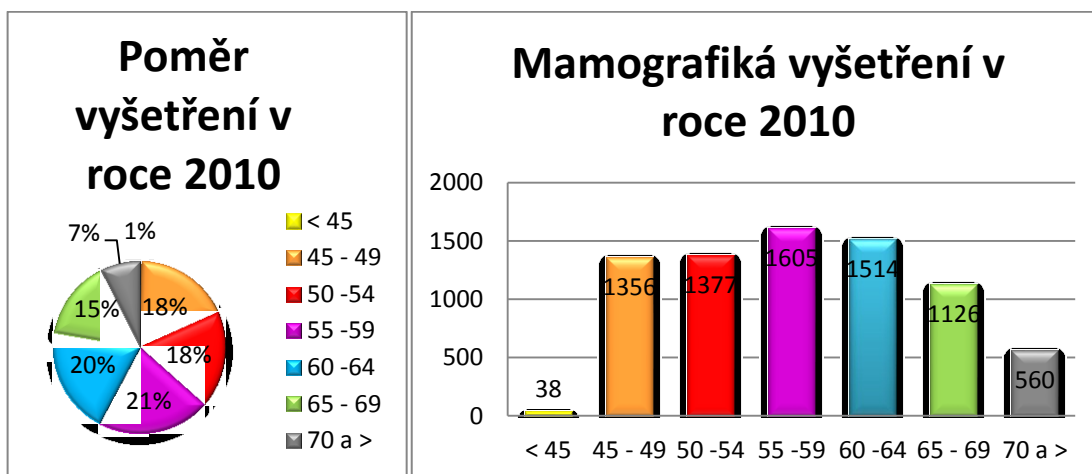
Graf 4 Znárodnění věku žen

V roce 2009 z 6497 vyšetřovaných žen screeningovou mamografií, bylo 46 žen od 45 let (1 %). Největší skupinu tvoří 1368 žen mezi 45 – 49 lety (21 %). 1309 žen bylo mezi 50 – 54 lety (20 %). Druhou nejčetnější skupinu tvoří 1361 žen mezi 55 – 59 lety (21 %). 1320 žen bylo mezi 60 – 64 lety (20 %). 1046 žen bylo mezi 65 – 69 lety (16 %). Druhou nejmenší skupinu tvoří 47 žen od 70 let a více let (1 %).

7.2.2.2 Za rok 2010

rok 2010		
Věk	Počet žen	Relativní četnost (v %)
< 45	38	0,502%
45 - 49	1356	17,899%
50 -54	1377	18,176%
55 -59	1605	21,185%
60 -64	1514	19,984%
65 - 69	1126	14,863%
70 a >	560	7,392%
Celkem	7576	100,000%

Tab. 5 Věk žen



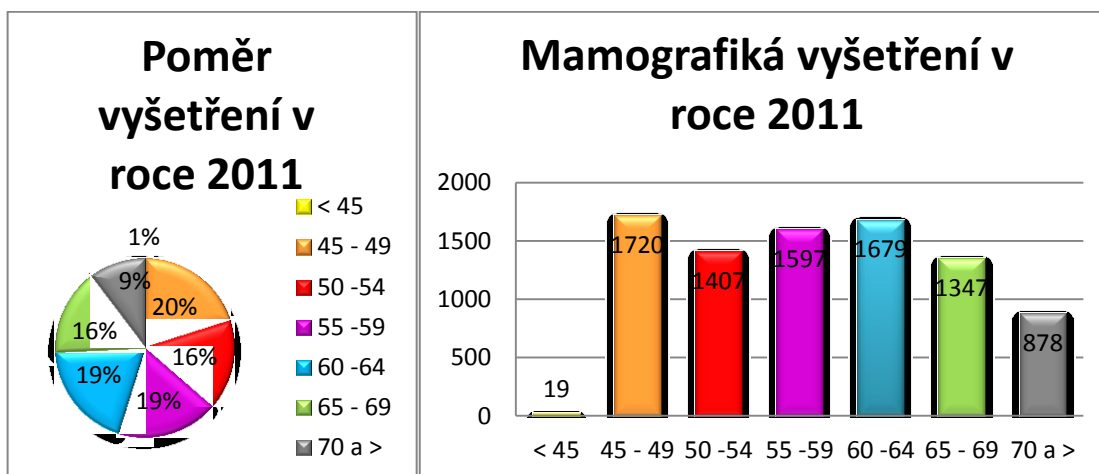
Graf 5 Znárodnění věku žen

V roce 2010 ze 7576 vyšetřovaných žen screeningovou mamografií, bylo 38 žen od 45 let (1 %). 1356 žen bylo mezi 45 – 49 lety (18 %). 1377 žen bylo mezi 50 – 54 lety (18 %). Největší skupinu tvoří 1605 žen mezi 55 – 59 lety (21 %). Druhou nejčetnější skupinu tvoří 1514 žen mezi 60 – 64 lety (20 %). 1126 žen bylo mezi 65 – 69 lety (15 %). Druhou nejmenší skupinu tvoří 560 žen od 70 let a více let (7 %).

7.2.2.3 Za rok 2011

rok 2011		
Věk	Počet žen	Relativní četnost (v %)
< 45	19	0,220%
45 - 49	1720	19,891%
50 - 54	1407	16,272%
55 - 59	1597	18,469%
60 - 64	1679	19,417%
65 - 69	1347	15,578%
70 a >	878	10,154%
Celkem	8647	100,000%

Tab. 6 Věk žen



Graf 6 Znárodnění věku žen

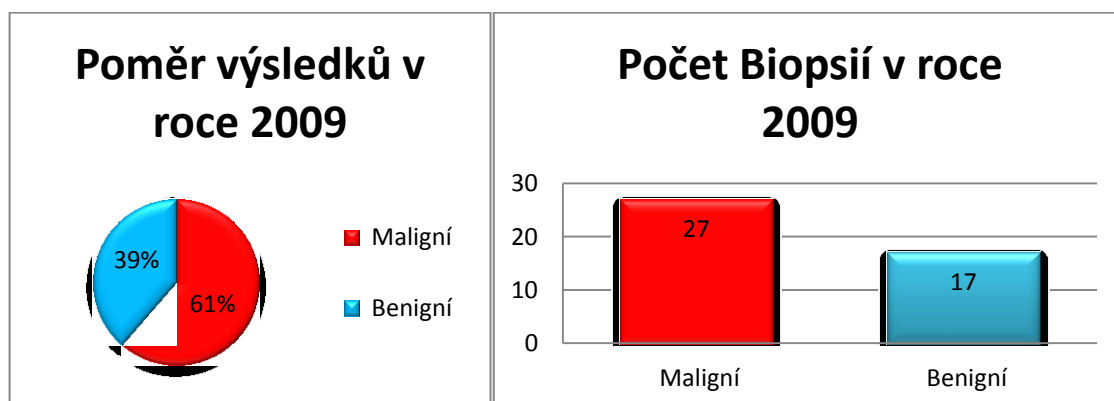
V roce 2011 z 8647 vyšetřovaných žen screeningovou mamografií, bylo 19 žen od 45 let. Největší skupinu tvoří 1720 žen mezi 45 – 49 lety (20 %). 1407 žen bylo mezi 50 – 54 lety (16 %). Třetí největší skupinu tvoří 1597 žen mezi 55 – 59 lety (19 %). Druhou nejčtenější skupinu tvoří 1679 žen mezi 60 – 64 lety (19 %). 1347 žen bylo mezi 65 – 69 lety (16 %). Druhou nejmenší skupinu tvoří 878 žen od 70 let a více let (10 %).

7.2.3 Zobrazení výsledků biopsie

7.2.3.1 Za rok 2009

rok 2009		
	Absolutní četnost	Relativní četnost (v %)
Maligní	27	61,364%
Benigní	17	38,636%
Celkem	44	100,000%

Tab. 7 Biopsie za rok 2009



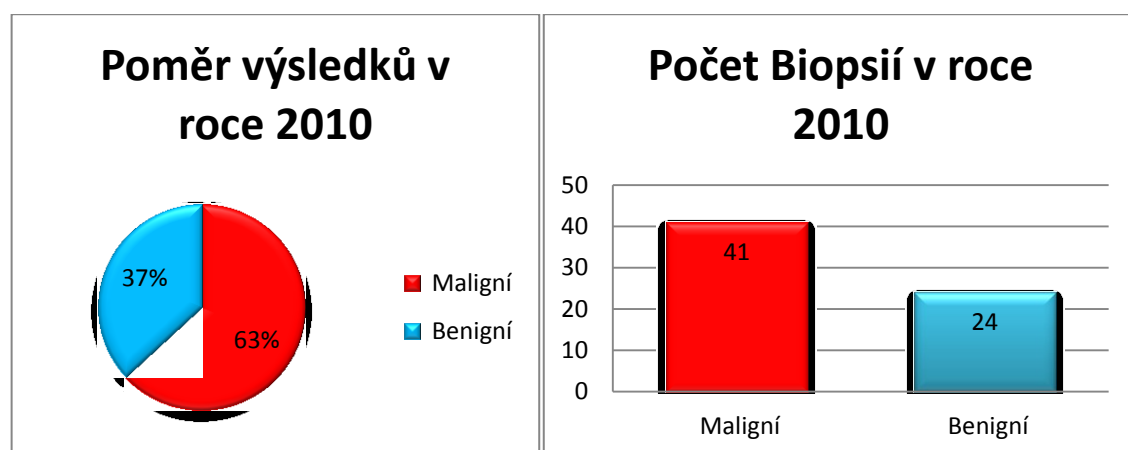
Graf 7 Počet biopsií v roce 2009

V roce 2009 bylo celkem 44 biopsií, z toho bylo 27 maligních (61 %) a 17 benigních (39 %).

7.2.3.2 Za rok 2010

rok 2010		
	Absolutní četnost	Relativní četnost (v %)
Maligní	41	63,077%
Benigní	24	36,923%
Celkem	65	100,000%

Tab. 8 Biopsie za rok 2010



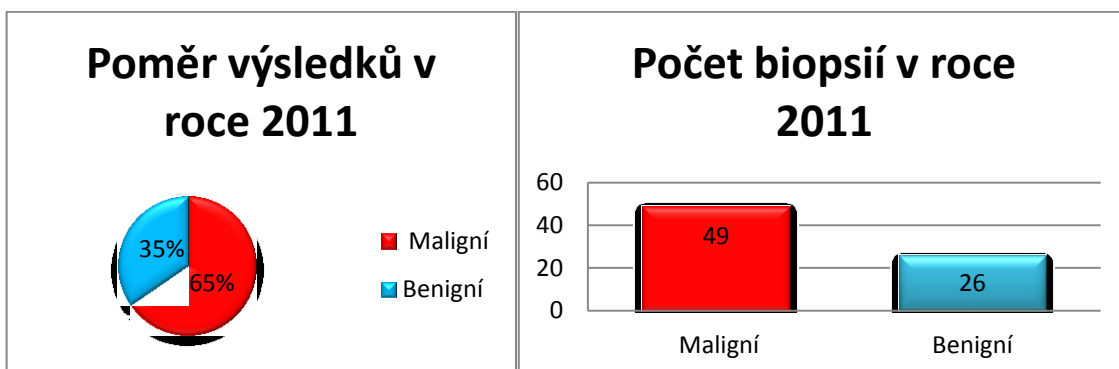
Graf 8 Počet biopsií v roce 2010

V roce 2010 bylo celkem 65 biopsií, z toho bylo 41 maligních (63 %) a 24 benigních (37 %).

7.2.3.3 Za rok 2011

rok 2011		
	Absolutní četnost	Relativní četnost (v %)
Maligní	49	65,333%
Benigní	26	34,667%
Celkem	75	100,000%

Tab. 9 Biopsie za rok 2011



Graf 9 Počet biopsií v roce 2011

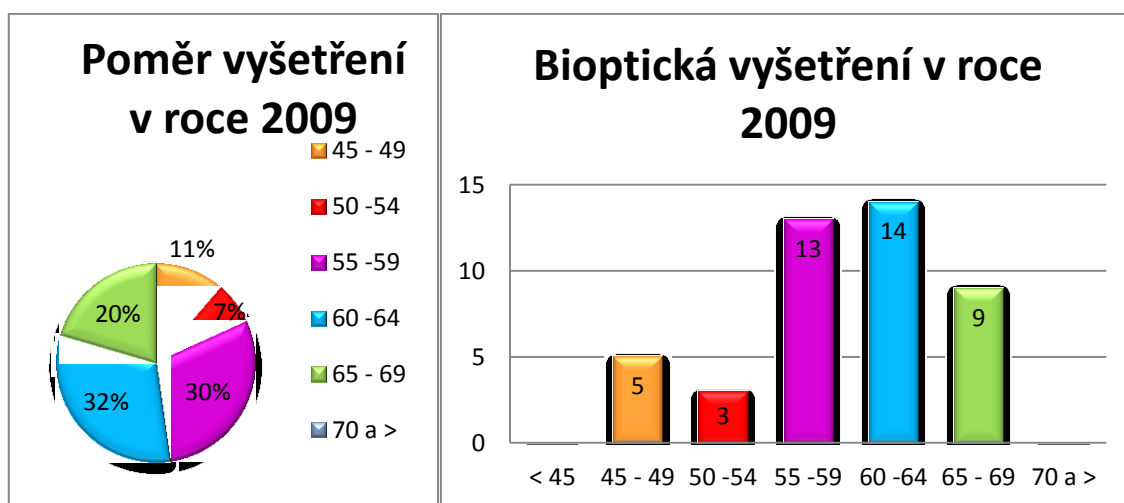
V roce 2011 bylo celkem 75 biopsií, z toho bylo 49 maligních (65 %) a 26 benigních (35 %).

7.2.4 Výsledky vyšetření biopsie v závislosti na věku

7.2.4.1 Za rok 2009

rok 2009		
Věk	Počet žen	Relativní četnost (v %)
< 45	0	0,000%
45 - 49	5	11,364%
50 -54	3	6,818%
55 -59	13	29,545%
60 -64	14	31,818%
65 - 69	9	20,455%
70 a >	0	0,000%
Celkem	44	100,000%

Tab. 10 Věk žen v roce 2009



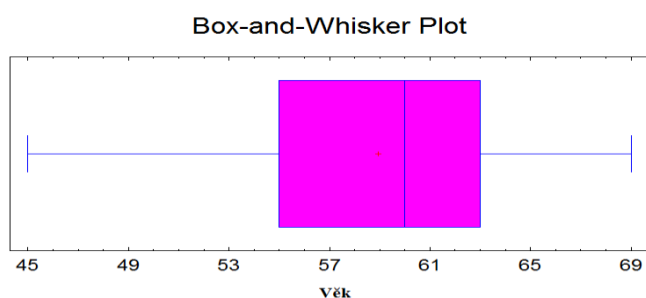
Graf 10 Znázornění věku žen v roce 2009

V roce 2009 ze 44 vyšetřovaných žen pomocí biopsie, bylo 5 žen mezi 45 – 49 lety (11 %). Tři ženy byly mezi 50 – 54 lety (7 %). Druhou nejčetnější skupinu tvoří 13 žen mezi 55 – 59 lety (30 %). 14 žen bylo mezi 60 – 64 lety (32 %). 9 žen bylo mezi 65 – 69 lety (20 %).

7.2.4.1.1. Krabicový graf

Základem grafu je obdélník, jehož hrany tvoří dolní a horní kvartil (uvnitř obdélníku je 50% hodnot), uvnitř obdélníku je vyznačen medián (plná čára), ev. i průměr (křížek). Z obdélníku vedou úsečky (tzv. vousy - whiskers), které jsou označovány jako vnitřní hradby (xd, resp. xh). Hodnoty, které jsou mimo oblast vyznačenou „vousy“ jsou odlehlá pozorování a jsou vyznačeny křížkem.

Z krabicového grafu věku vidíme, že dolní kvartil je 55 let a horní kvartil je 63 let. Medián v našem případě je roven 60 let. Průměr je přibližně 58,9 let. Hodnota minima je 45 let a hodnota maxima je 69 let.



Graf 11 Krabicový graf věku v roce 2009

Popisná statistika	Věk (2009)
Bodové odhady	
počet hodnot	44
průměr	58,93
medián	60,00
rozptyl	44,62
směrodat. odchylka	6,68
standardní chyba	1,01
min	45,00
max	69,00
rozpětí (max-min)	24,00
dolní kvartil	55,00
horní kvartil	63,00
standardizovaná šikmost	-1,34
standardizovaná špičatost	-0,56
variační koeficient k (převedený na %)	11,34%

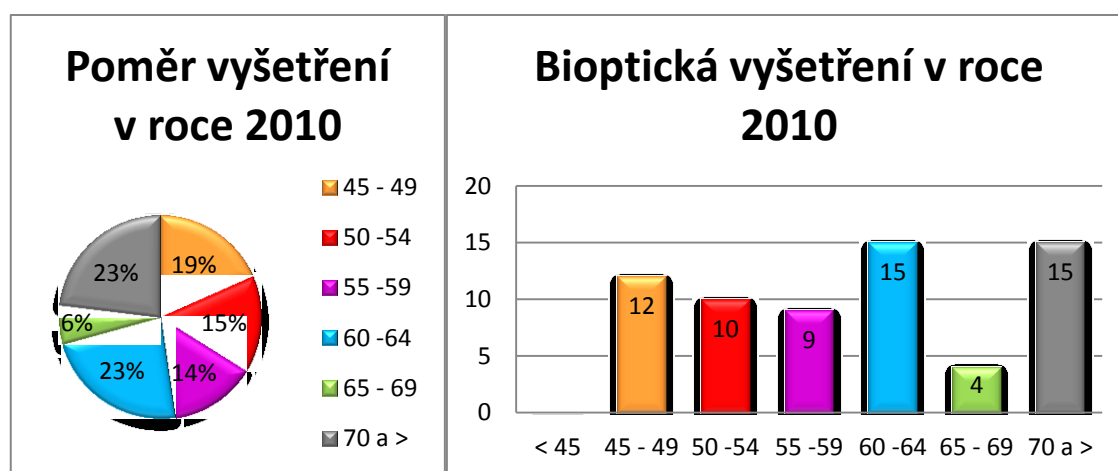
Tab. 11 Bodové odhady

Z tabulky vyplývá, že 33 ze 44 (75%) hodnot je menších než 63 let, což je téměř o 2 roky méně, než je hodnota maxima. 75% hodnot je větších nebo rovno 55 let. Polovina hodnot je menší než 60 let. Největší koncentrace hodnot je kolem hodnoty 63 let. Průměrný věk je asi 58,9 let. Směrodatná odchylka 6,68 je mírou rozptylu 44,62 let hodnot náhodné veličiny kolem průměru 58,93 let. Variační rozpětí 24 let nám určuje rozdíl hodnot maxima 69 let a minima 45 let. Variační koeficient je zde nízký, vypovídá o malé rozptýlenosti hodnot kolem pomyslného středu souboru a to znamená, že schopnost středu reprezentovat proměnnou je velká. Protože je standardizovaná šikmost záporná, je soubor negativně zešikmen. Standardizovaná špičatost je záporná, rozdělení proměnné je tedy ploché. Standardní chyba 1,01 let je mírou průměrné vzdálenosti hodnot dat od jejich průměru 58,93 let.

7.2.4.2 Za rok 2010

rok 2010		
Věk	Počet žen	Relativní četnost (v %)
< 45	0	0,000%
45 - 49	12	18,462%
50 -54	10	15,385%
55 -59	9	13,846%
60 -64	15	23,077%
65 - 69	4	6,154%
70 a >	15	23,077%
Celkem	65	100,000%

Tab. 12 Věk žen v roce 2010

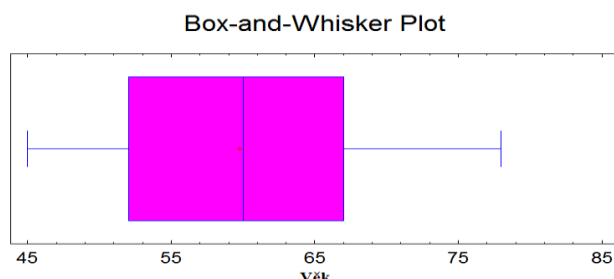


Graf 12 Znárodnění věku žen v roce 2010

V roce 2010 z 65 vyšetřovaných žen pomocí biopsie, bylo 12 žen mezi 45 – 49 lety (19 %). 10 žen bylo mezi 50 – 54 lety (15 %). 9 žen bylo mezi 55 – 59 lety (14 %). Jednu z největší skupinu tvoří 15 žen mezi 60 – 64 lety (23 %). Nejmenší skupinu tvoří 4 ženy mezi 65 – 69 lety (6 %). Druhou nejčetnější skupinu tvoří 15 žen od 70 let a více let (23 %).

7.2.4.2.1. Krabicový graf

Z krabicového grafu věku vidíme, že dolní kvartil je 52 let a horní kvartil je 67 let. Medián v našem případě je roven 60 let. Průměr je přibližně 58,9 let. Hodnota minima je rovna 45 let a hodnota maxima se rovná 78 let.



Graf 13 Krabicový graf věku v roce 2010

Popisná statistika	Věk (2010)
Bodové odhady	
počet hodnot	65
průměr	59,80
medián	60,00
rozptyl	84,76
směrodat. odchylka	9,21
standardní chyba	1,14
min	45,00
max	78,00
rozpětí (max-min)	33,00
dolní kvartil	52,00
horní kvartil	67,00
standardizovaná šikmost	0,57
standardizovaná špičatost	-1,70
variační koeficient k (převedený na %)	15,40%

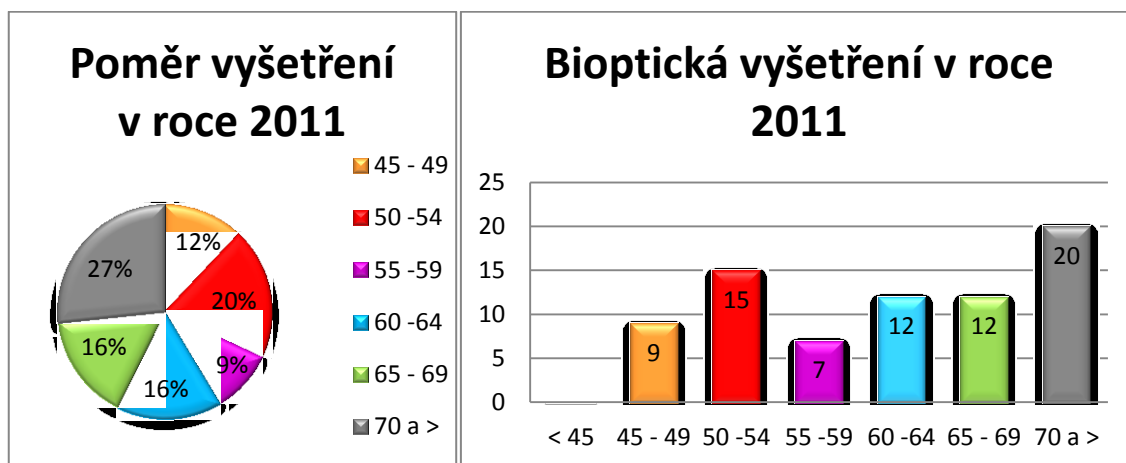
Tab. 13 Bodové odhady

Z tabulky vyplývá, že 49 z 65 (75%) hodnot je menších než 67 let, což je téměř o 11 let méně, než je hodnota maxima. 75% hodnot je větších nebo rovno 52 let. Polovina hodnot je menší než 60 let. Největší koncentrace hodnot je kolem hodnoty 67 let. Průměrný věk 59,8 let. Směrodatná odchylka 9,21 je mírou rozptylu 84,76 let hodnot náhodné veličiny kolem průměru 59,8 let. Variační rozpětí 33 let nám určuje rozdíl maxima 78 let a minima 45 let hodnot. Variační koeficient je zde nízký, vypovídá o malé rozptýlenosti hodnot kolem pomyslného středu souboru a to znamená, že schopnost středu reprezentovat proměnnou je velká. Standardizovaná špičatost je záporná, rozdělení proměnné je tedy ploché. Standardní chyba 1,14 let je mírou průměrné vzdálenosti hodnot dat od jejich průměru 59,8 let.

7.2.4.3 Za rok 2011

rok 2011		
Věk	Počet žen	Relativní četnost (v %)
< 45	0	0,000%
45 - 49	9	12,000%
50 -54	15	20,000%
55 -59	7	9,333%
60 -64	12	16,000%
65 - 69	12	16,000%
70 a >	20	26,667%
Celkem	75	100,000%

Tab. 14 Věk žen v roce 2011

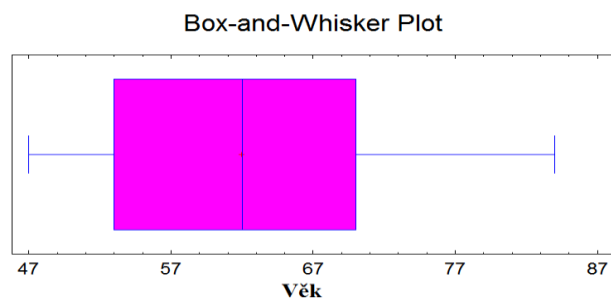


Graf 14 Znárodnění věku žen v roce 2011

V roce 2011 ze 75 vyšetřovaných žen pomocí biopsie, bylo 9 žen mezi 45 – 49 lety (12 %). Druhou nejčetnější skupinu tvoří 15 žen mezi 50 – 54 lety (20 %). 7 žen bylo mezi 55 – 59 lety (9 %). 12 žen bylo mezi 60 – 64 lety (16 %). 12 žen bylo mezi 65 – 69 lety (16 %). Největší skupinu tvoří 20 žen od 70 let a více let (27 %).

7.2.4.3.1. Krabicový graf

Z krabicového grafu věku vidíme, že dolní kvartil je 53 let a horní kvartil je 70 let. Medián v našem případě je roven 62 let. Průměr je přibližně 61,98 let. Hodnota minima je rovna 47 let a hodnota maxima se rovná 84 let.



Graf 15 Krabicový graf věku v roce 2011

Popisná statistika	Věk (2011)
Bodové odhady	
počet hodnot	75
průměr	61,97
medián	62
rozptyl	94,05
směrodat. odchylka	9,7
standardní chyba	1,12
min	47
max	84
rozpětí (max-min)	37
dolní kvartil	53
horní kvartil	70
standardizovaná šikmost	0,47
standardizovaná špičatost	-1,74
variační koeficient k (převedený na %)	15,65%

Tab. 15 Bodové odhady

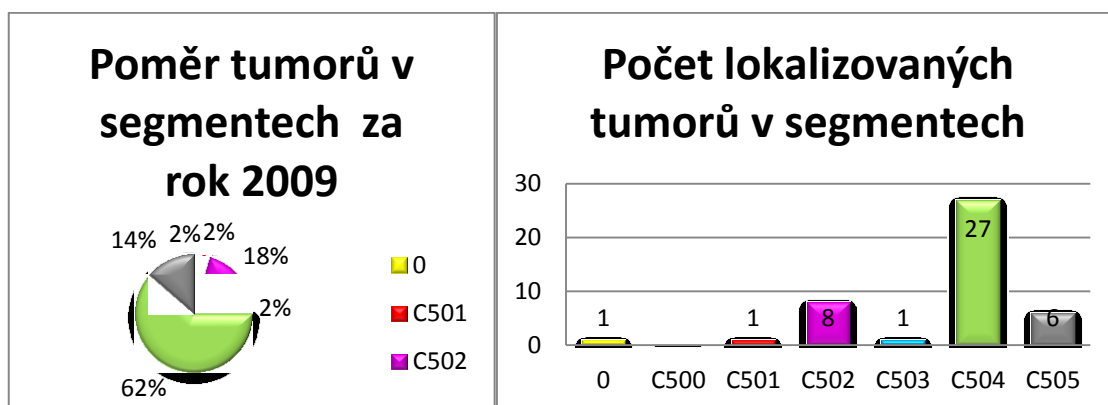
Z tabulky vyplývá, že 56 ze 75 (75%) hodnot je menších než 70 let, což je téměř o 14 let méně, než je hodnota maxima. 75% hodnot je větších nebo rovno 53 let. Polovina hodnot je menší než 62 let. Největší koncentrace hodnot je kolem hodnoty 70 let. Průměrný věk 61,97 let. Směrodatná odchylka 9,7 je mírou rozptylu 94,05 let hodnot náhodné veličiny kolem průměru 61,97 let. Variační rozpětí 37 let nám určuje rozdíl maxima 84 let a minima 47 let hodnot. Variační koeficient je zde nízký, vypovídá o malé rozptýlenosti hodnot kolem pomyslného středu souboru a to znamená, že schopnost středu reprezentovat proměnnou je velká. Standardizovaná špičatost je záporná, rozdělení proměnné je tedy ploché. Standardní chyba 1,12 let je mírou průměrné vzdálenosti hodnot dat od jejich průměru 61,97 let.

7.2.5 Zobrazení výsledků lokalizace tumoru podle kódu

7.2.5.1 Za rok 2009

rok 2009		
Typ	Počet	Relativní četnost (v %)
0	1	2,273%
C500	0	0,000%
C501	1	2,273%
C502	8	18,182%
C503	1	2,273%
C504	27	61,364%
C505	6	13,636%
Celkem	44	100,000%

Tab. 16 Kódy lokalizací tumorů v roce



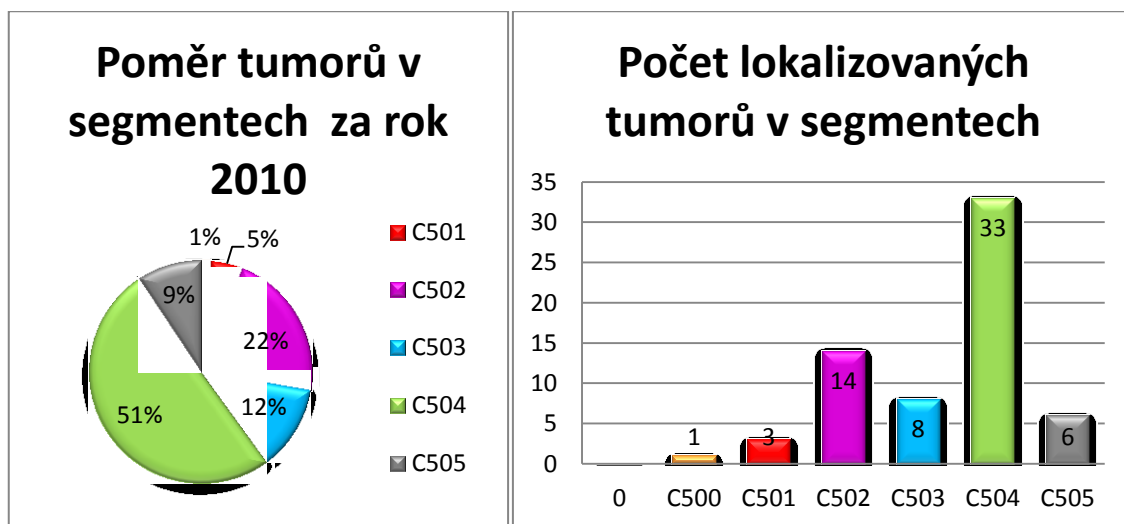
Graf 16 Počet tumorů v segmentech za rok 2009

V roce 2009 ze 44 výsledků biopsie, nebyl jeden tumor 0 přesně lokalizován (2 %). Jeden tumor byl nalezen v C501, což odpovídá centrální části prsu (2 %). 8 tumorů bylo nalezeno v C502, což je horní vnitřní kvadrant (18 %). Jeden tumor byl nalezen v C503, což odpovídá dolnímu vnitřnímu kvadrantu (2 %). Největší skupinu tvoří 27 tumorů v C504, to odpovídá hornímu zevnímu kvadrantu (62 %). 6 tumorů bylo lokalizováno v C505, což je dolní zevní kvadrant (14 %).

7.2.5.2 Za rok 2010

rok 2010		
Typ	Počet	Relativní četnost (v %)
0	0	0,000%
C500	1	1,538%
C501	3	4,615%
C502	14	21,538%
C503	8	12,308%
C504	33	50,769%
C505	6	9,231%
Celkem	65	100,000%

Tab. 17 Kódy lokalizací tumorů v roce 2010



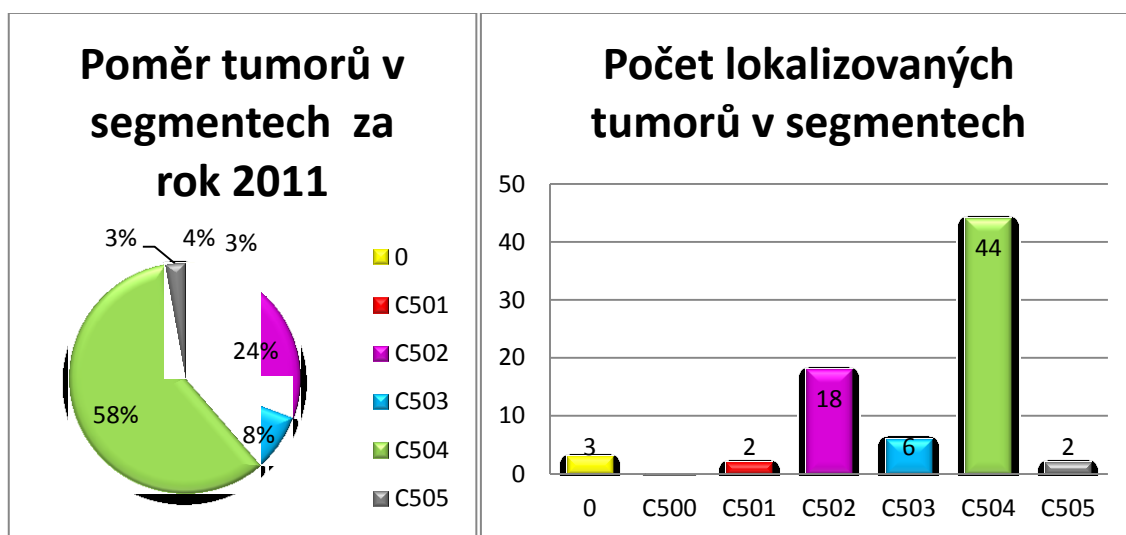
Graf 17 Počet tumorů v segmentech za rok 2010

V roce 2010 z 65 výsledků biopsie, byl 1 tumor lokalizován v C500, což odpovídá bradavce (1 %). Tři tumory byly nalezeny v C501, což odpovídá centrální části prsu (5 %). 14 tumorů bylo nalezeno v C502, což je horní vnitřní kvadrant (22 %). Osm tumorů bylo nalezeno v C503, což odpovídá dolnímu vnitřnímu kvadrantu (12 %). Největší skupinu tvoří 33 tumorů v C504, to odpovídá hornímu zevnímu kvadrantu (51 %). 6 tumorů bylo lokalizováno v C505, což je dolní zevní kvadrant (9 %).

7.2.5.3 Za rok 2011

rok 2011		
Typ	Počet	Relativní četnost (v %)
0	3	4,000%
C500	0	0,000%
C501	2	2,667%
C502	18	24,000%
C503	6	8,000%
C504	44	58,667%
C505	2	2,667%
Celkem	75	100,000%

Tab. 18 Kódy lokalizací tumorů v roce 2010



Graf 18 Počet tumorů v segmentech za rok 2010

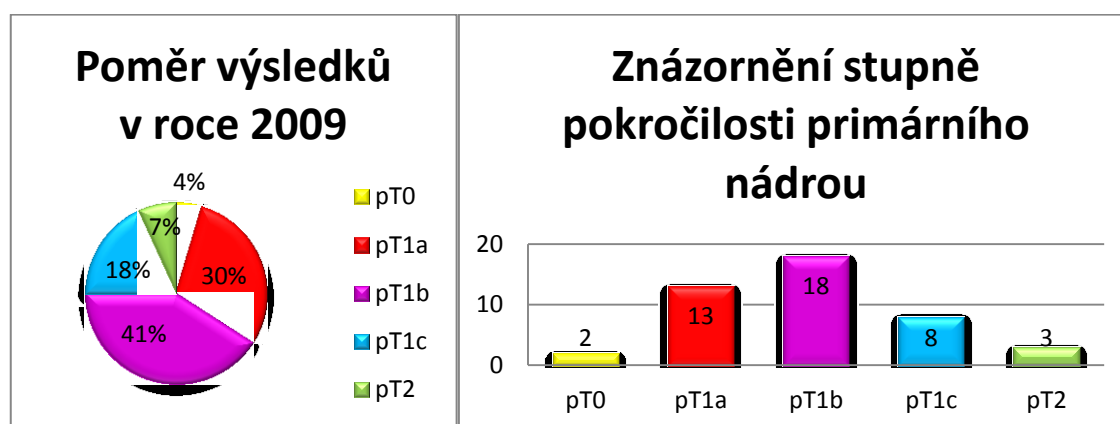
V roce 2011 ze 75 výsledků biopsie, nebyly tři tumory 0 přesně lokalizovány (4 %). Dva tumory byly nalezeny v C501, což odpovídá centrální části prsu (3 %). 18 tumorů bylo nalezeno v C502, což je horní vnitřní kvadrant (24 %). Šest tumorů bylo nalezeno v C503, což odpovídá dolnímu vnitřnímu kvadrantu (8 %). Největší skupinu tvoří 44 tumorů v C504, to odpovídá hornímu zevnímu kvadrantu (58 %). Dva tumory byly lokalizovány v C505, což je dolní zevní kvadrant (3 %).

7.2.6 Zobrazení výsledků hodnocení stupně pokročilosti primárního nádoru (TNM klasifikace – kategorie T)

7.2.6.1 Za rok 2009

rok 2009		
Typ	Počet	Relativní četnost (v %)
pT0	2	4,545%
pT1a	13	29,545%
pT1b	18	40,909%
pT1c	8	18,182%
pT2	3	6,818%
Celkem	44	100,000%

Tab. 19 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2009



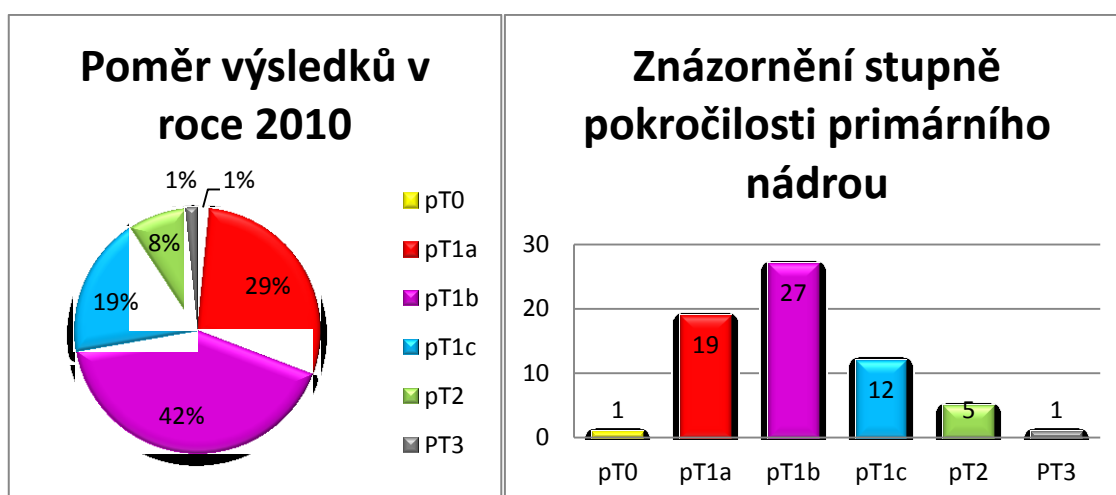
Graf 19 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2009

V roce 2009 ze 44 výsledků biopsie, byly dva tumory velikosti pT0, což odpovídá mikroinvazi 0,1 cm nebo méně v největším rozměru (4 %). 13 tumorů bylo o velikosti pT1a, to odpovídá velikosti větší než 0,1 cm, ne však více než 0,5 cm (30 %). Největší skupinu tvoří 18 tumorů o velikosti pT1b, což odpovídá velikosti větší než 0,5 cm, ne však více než 1 cm (41 %). 8 tumorů bylo o velikosti pT1c, to odpovídá velikosti větší než 1 cm, ne však více než 2 cm (18 %). 3 tumory byly o velikosti pT2, což odpovídá tumoru většímu než 2 cm, ne však více než 5 cm v největším rozměru (7 %).

7.2.6.2 Za rok 2010

rok 2010		
Typ	Počet	Relativní četnost (v %)
pT0	1	1,538%
pT1a	19	29,231%
pT1b	27	41,538%
pT1c	12	18,462%
pT2	5	7,692%
PT3	1	1,538%
Celkem	65	100,000%

Tab. 20 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2010



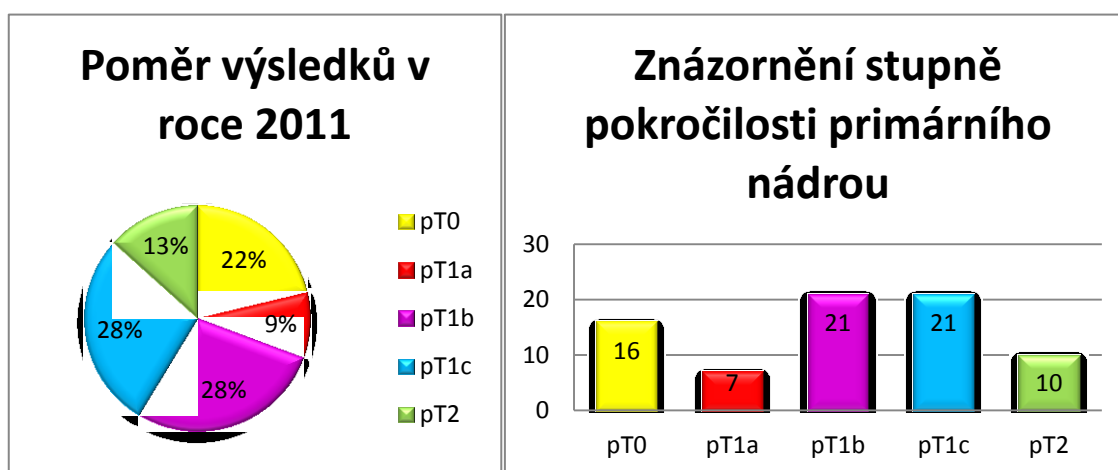
Graf 20 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2010

V roce 2010 z 65 výsledků biopsie, byl jeden tumor velikosti pT0, což odpovídá mikroinvazi 0,1 cm nebo méně v největším rozměru (1 %). 19 tumorů bylo o velikosti pT1a, to odpovídá velikosti větší než 0,1 cm, ne však více než 0,5 cm (29 %). Největší skupinu tvoří 27 tumorů o velikosti pT1b, což odpovídá velikosti větší než 0,5 cm, ne však více než 1 cm (42 %). 12 tumorů bylo o velikosti pT1c, to odpovídá velikosti větší než 1 cm, ne však více než 2 cm (19 %). 5 tumorů bylo o velikosti pT2, což odpovídá tumoru většímu než 2 cm, ne však více než 5 cm v největším rozměru (8 %). Jeden tumor byl o velikosti pT3, to odpovídá tumoru většímu než 5 cm v největším rozměru (1 %).

7.2.6.3 Za rok 2011

rok 2011		
Typ	Počet	Relativní četnost (v %)
pT0	16	21,333%
pT1a	7	9,333%
pT1b	21	28,000%
pT1c	21	28,000%
pT2	10	13,333%
Celkem	75	100,000%

Tab. 21 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2011



Graf 21 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2011

V roce 2011 ze 75 výsledků biopsie, bylo 16 tumorů velikosti pT0, což odpovídá mikroinvazi 0,1 cm nebo méně v největším rozměru (22 %). 7 tumorů bylo o velikosti pT1a, to odpovídá velikosti větší než 0,1 cm, ne však více než 0,5 cm (9 %). 21 tumorů bylo o velikosti pT1b, což odpovídá velikosti větší než 0,5 cm, ne však více než 1 cm (28 %). 21 tumorů bylo o velikosti pT1c, to odpovídá velikosti větší než 1 cm, ne však více než 2 cm (28 %). 10 tumorů bylo o velikosti pT2, což odpovídá tumoru většímu než 2 cm, ne však více než 5 cm v největším rozměru (13 %).

7.3 Intervalové odhady (biopsií)

7.3.1 Normalita věku v daných letech

Předpoklad: normální rozdělení

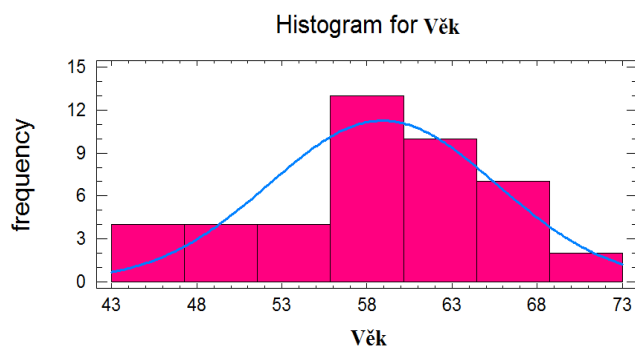
Chceme najít 95% -ní interval spolehlivosti pro střední hodnotu věku pro roky 2009, 2010 a 2011. Máme k dispozici informace pocházející z výběru o rozsahu 44 hodnot v roce 2009, 65 hodnot v roce 2010 a 75 hodnot v roce 2011.

- Spolehlivost intervalového odhadu: $1 - \alpha = 0,95$
- Hladina významnosti: $\alpha = 1 - 0,95 = 0,05$
 $\alpha/2 = 0,025$; $1 - \alpha/2 = 0,975$;

Normalita věku v roce 2009

H_0 : Věk má normální rozdělení

H_A : Věk nemá normální rozdělení



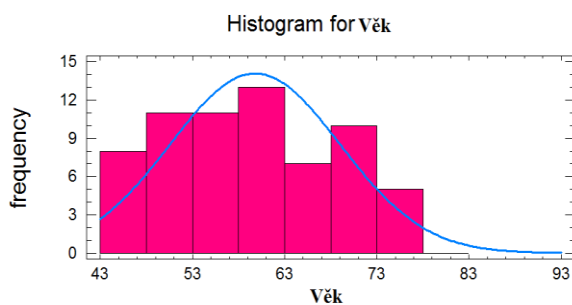
Graf 22 Věk s ověřením normality za rok 2009

Z výsledku Chi-Square goodness-of-fit testu (p - Value = 0,0854) je zřejmé, že normalitu výběru nezamítáme, nezamítáme nulovou hypotézu, tedy můžeme tvrdit, že výběr pochází z normálního rozdělení.

Normalita věku v roce 2010

H_0 : Věk má normální rozdělení

H_A : Věk nemá normální rozdělení



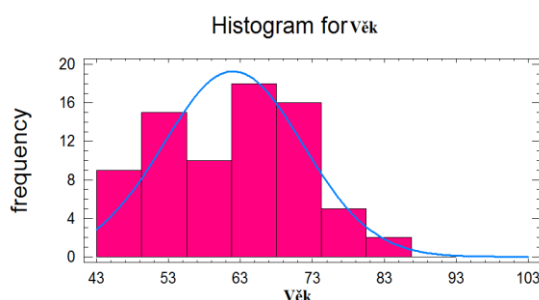
Graf 23 Věk s ověřením normality za rok 2010

Z výsledku Chi-Square goodness-of-fit testu (p - Value = 0,03597) je zřejmé, že normalitu výběru nezamítáme, nezamítáme nulovou hypotézu, tedy můžeme tvrdit, že výběr pochází z normálního rozdělení.

Normalita věku v roce 2011

H_0 : Věk má normální rozdělení

H_A : Věk nemá normální rozdělení



Graf 24 Věk s ověřením normality za rok 2011

Z výsledku Chi-Square goodness-of-fit testu (p - Value = P-Value = 0,1202), že normalitu výběru nezamítáme, nezamítáme nulovou hypotézu, tedy můžeme tvrdit, že výběr pochází z normálního rozdělení.

7.3.2 Meze oboustranného intervalu:

Meze oboustranného intervalu spolehlivosti		
Meze	Td	Th
Rok 2009	56,899	60,961
Rok 2010	57,517873740746	62,082126259254
Rok 2011	59,7382326847694	64,2017673152306

Tab. 22 Meze oboustranného intervalu spolehlivosti

Rok 2009

Po úpravě dostáváme: $P(56,90 < \mu < 60,96) = 0,95$, tzn., že s 95 % -ní spolehlivostí můžeme tvrdit, že věk se bude pohybovat v rozmezí 56,9 až 60,96 let.

Rok 2010

$P(57,52 < \mu < 62,08) = 0,95$. S 95 % -ní spolehlivostí můžeme tvrdit, že věk se bude pohybovat v rozmezí 57,52 až 62,08 let.

Rok 2011

$P(59,74 < \mu < 64,20) = 0,95$. S 95 % -ní spolehlivostí se věk bude pohybovat v rozmezí 59,74 až 64,20 let.

7.4 Statistická indukce

Zkoumání závislosti věku na roku provedení biopsie. V programu STATGRAPHICS jsem pomocí nástroje pro analýzu kategoriálních proměnných vytvořila kontingenční tabulku. Programové prostředí poskytuje i grafický výstup ve formě mozaikového grafu.

Předpoklady: očekávané četnosti neklesly pod 2 a 80% z nich je > 5

7.4.1 Kontingenční tabulka

Rok	kategorie 1 (45 - 49 let)	kategorie 2 (50 - 54 let)	kategorie 3 (55 -59)	kategorie 4 (60 - 64)	kategorie 5 (65 - 69)	kategorie 6 70 a >
2009	5	3	12	13	9	2
2010	12	10	9	15	4	15
2011	9	15	7	12	12	20

Tab. 23 Kategorie pro kontingenční tabulku

Rok	kategorie 1 (45 - 49 let)	kategorie 2 (50 - 54 let)	kategorie 3 (55 -59)	kategorie 4 (60 - 64)	kategorie 5 (65 - 69)	kategorie 6 70 a >	Row Total
2009	5	3	12	13	9	2	44
	2,72%	1,63%	6,52%	7,07%	4,89%	1,09%	
	6,22	6,7	6,7	9,57	5,98	8,85	23,91%
	0,24	2,04	4,2	1,23	1,53	5,3	
2010	12	10	9	15	4	15	65
	6,52%	5,43%	4,89%	8,15%	2,17%	8,15%	
	9,18	9,89	9,89	14,13	8,83	13,07	35,33%
	0,86	0	0,08	0,05	2,64	0,28	
2011	9	15	7	12	12	20	75
	4,89%	8,15%	3,80%	6,52%	6,52%	10,87%	
	10,6	11,41	11,41	16,3	10,19	15,08	40,76%
	0,24	1,13	1,71	1,14	0,32	1,6	
Column Total	26	28	28	40	25	37	184
	14,13%	15,22%	15,22%	21,74%	13,59	20,11%	100%
Cell contents: Observed frequency Percentage of table Expected frequency Contribution to chi-squared							

Tab. 24 Kontingenční tabulka

Z kontingenční tabulky je možno vyčíst, že nejvíce biopsií bylo provedeno u pacientek ve věku 60 – 64 let (21,74 %) a největší počet biopsií bylo provedeno v roce 2011 (40,76%). Rozšířila jsem kontingenční tabulku o očekávané četnosti (expected frequency) kvůli ověření předpokladů testu. V tomto případě jsou všechny očekávané četnosti větší než 5, což znamená, že předpoklady testu jsou splněny. V dříve uvedené kontingenční tabulce jsme zjistili marginální četnosti, díky kterým můžeme znázornit data pomocí mozaikového grafu uvedeného níže.

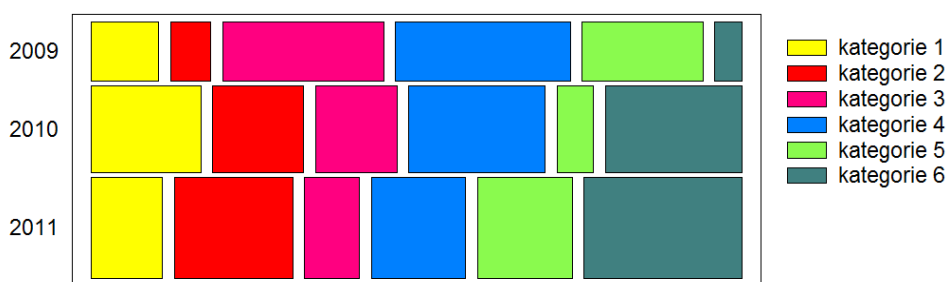
7.4.2 Volba nulové a alternativní hypotézy

H_0 : Provedení biopsie v různých letech nezávisí na roce, ve kterém bude biopsie provedena.

H_A : Provedení biopsie v různých letech závisí na roce, ve kterém bude biopsie provedena.

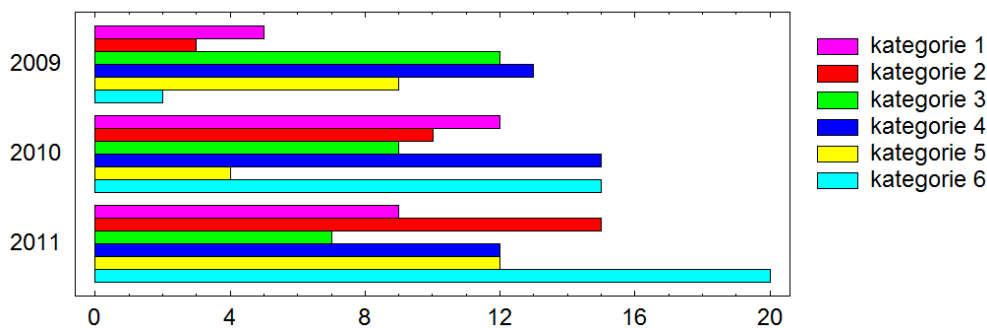
7.4.3 Mozaikový graf a histogram

Na svislé ose jsou znázorněny roky (poskytnuta data byla od roku 2009 do roku 2011). Mozaikový graf je proto tvořen třemi řadami obdélníků. Závislá proměnná – věk pacientek rozdělený do kategorií 1 – 6.



Graf 25 Mozaikový graf

V histogramu je zobrazena četnost jednotlivých kategorií věku (barevně odděleny). Na svislé ose jsou jednotlivé roky.



Graf 26 Histogram

Výsledek testu závislosti v kontingenční tabulce je znázorněn v textovém výstupu v části Chi – Square Test.

Chi-Square Test		
Chi-Square	Df	P-Value
24,6	10	0,0062

Tab. 25 Chi – Square Test

$P - Value < \alpha = 0,05$. Na hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ zamítáme H_0 . Přijímáme tedy alternativní hypotézu H_A (Provedení biopsie v různých letech závisí na roce, ve kterém bude biopsie provedena)

7.5 Diskuze

K této části mé diplomové práce jsem měla výsledky z roku 2009 až 2011. V roce 2009 bylo 44 pacientek s biopsií, v následujícím roce 2010 bylo 65 pacientek a v posledním roce 2011 bylo 75 pacientek s biopsií. Tento vzorek tvoří pouze ženy.

Při zpracování této praktické části mé diplomové práce byl použit software Microsoft Excel 2010 a StarGraphic 4.2.0.0.

V prvním bodě jsem provedla explorační analýzu. Jako první u této analýzy jsem provedla přehled vyšetření v závislosti na použité metodě, to jsem udělala pro všechny tři roky. V následujícím kroku jsem zhodnotila výsledky vyšetření mamografem v závislosti na věku, to bylo také provedeno pro všechny tři roky. Následoval krok, ve kterém je přehled výsledků vyšetření biopsie v závislosti na věku. Tento krok jsem také udělala pro rok 2009, 2010 i rok 2011. Dále jsem provedla krabicový graf a bodové odhady pro všechny roky. V následujícím bodě jsem zobrazila výsledky lokalizace tumoru podle kódu. V posledním bodě explorační analýzy jsem zobrazila výsledky hodnocení stupně pokročilosti primárního nádoru (TNM klasifikace – kategorie T). TNM klasifikátor je přiložen v příloze.

V dalším bodě se zabývám intervalovými odhady. Chceme najít 95% -ní interval spolehlivosti pro střední hodnotu věku pro roky 2009, 2010 a 2011. V tomto bodě jsem musela ověřit normalitu věku pro všechny roky. A následně byly vypočteny meze oboustranného intervalu.

Následujícím krokem byla statistická indukce zkoumání závislosti věku na roku provedení biopsie. To jsem provedla pomocí kontingenční tabulky. Z kontingenční tabulky je možno vyčíst, že nejvíce biopsií byl proveden u pacientek ve věku 60 – 64 let (21,74 %) a největší počet biopsií byl proveden v roce 2011 (40,76%). Rozšířila jsem kontingenční tabulku o očekávané četnosti (expected frequency) kvůli ověření předpokladů testu. V tomto případě jsou všechny očekávané četnosti větší než 5, což znamená, že předpoklady testu jsou splněny. Dále musela být zvolena nulová a alternativní hypotéza. Poté jsem z výsledků kontingenční tabulky sestrojila mozaikový graf a histogram. V posledním bodě jsem zkoumala závislosti testu v kontingenční tabulce.

[56], [57], [58], [59]

Závěr

Diplomová práce na téma počítačové zpracování obrazu mamologického vyšetření je vedena dle osnovy.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení digitálních obrazů z mamografického vyšetření. Dalším cílem bylo statistické zhodnocení výsledků mamografického vyšetření biopsie pro vybranou skupinu pacientek s pozitivním nálezem na mamologickém screeningu mamodiagnostického pracoviště Vítkovické nemocnice.

V teoretické části první kapitoly je popsána anatomie, fyziologie a patologie prsu. Dále v této části popisují epidemiologii karcinomu prsu, prevenci a diagnostiku karcinomu prsu. V následujícím bodě se věnuji popisu vlastností současných mamografů. V kapitole třetí nalezneme postup vyšetření na mamografickém a ultrasonografickém přístroji. Poslední teoretická kapitola, což je kapitola čtvrtá, je věnována způsobu hodnocení mamografických snímků lékařem.

V praktické části, která začíná pátou kapitolou, se věnuji zpracování snímků z mamografického zobrazení. Snímky, které byly použity pro tuto část diplomové práce, jsou ve formátu DICOM a pocházejí z mamodiagnostického pracoviště Vítkovické nemocnice. K dispozici jsem měla 26 snímků od 14 pacientek. Pro tuto část diplomové práce jsem si zvolila program MATLAB. Pomocí MATLABu jsem navrhla algoritmus pro hodnocení mamografických snímků.

V další kapitole se zabývám automatizovaným zpracováním dvaceti šesti mamografických snímků a porovnávám je s vyhodnocením, které standardně provádí lékař.

Na základě výsledků, kterých bylo dosaženo v kapitolách 5. a 6., mohu tvrdit, že navržený algoritmus pracuje velmi spolehlivě s ohledem na to, že se výsledky téměř 100 % shodují s vyhodnocením lékaře.

Další kapitola se zabývá statistickým zhodnocením výsledků mamografického vyšetření biopsie pro vybranou skupinu pacientek s pozitivním nálezem na mamologickém screeningu.

Ze statistických analýz jednoznačně vyplývá, že výskyt karcinomu prsu je nejčastější v horním zevním kvadrantu, dále že nejvíce bylo tumorů o velikosti pT1b, což odpovídá velikosti větší než 0,5 cm, ne však více než 1 cm. Dále můžeme s 95 % -ní spolehlivostí tvrdit, že věk pacientek s biopsií se pohybuje v rozmezí 56,9 až 64,2 let, ale toto tvrzení je podstatně ovlivněno skutečností, že nejvíce biopsií bylo provedeno u pacientek ve věku 60 – 64 let, jak vyplývá z kontingenční tabulky.

Seznam použité literatury

- [1] ČIHÁK, Radomír. Anatomie 3. 2. vydání. Praha: Grada Publishing, 1997. 693 s. ISBN 80-7169-140-2.
- [2] ABRAHAMS, Petr. DRUGA, Rastislav. Lidské tělo. Atlas anatomie člověka. 1. vydání. Praha: Ottovo nakladatelství. 2003. 256 s. ISBN 80-7181-955-7.
- [3] VORLÍČEK, J.; ABRAHÁMOVÁ, J.; VORLÍČKOVÁ, H. a kolektiv. Klinická onkologie pro sestry. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2006. 328 s. ISBN 80-247-1716-6.
- [4] ABRAHÁMOVÁ, Jitka. POVÝŠIL, Ctibor. HORÁK, Jaromír a kolektiv. Atlas nádorů prsu. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2000. 328 s. ISBN 80-7169-771-0.
- [5] FOLCH, Goncal; VIGUÉ, Jordi a kolektiv. Zdraví ženy. 1. vydání. Praha: Rebo Production, 2006. 281 s. ISBN 80-7234-534-6
- [6] CITTEBART, Karel. et al. Gynekologie. 1. vydání. Praha: Galén, 2001. 277 s. ISBN 80-7262-094-0.
- [7] DANEŠ, Jan. Základy ultrasonografie prsu. 1. vydání. Praha: Maxdorf, 1996. 91s. ISBN 80-85800-34-9.
- [8] STRNAD, Pavel. DANEŠ, Jan. Nemoci prsu pro gynekology. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2010. 324s. ISBN 80-7169-714-1.
- [9] DANEŠ, J. a kolektiv. Základy mamografie. 1.vyd. Praha : X – Egem, s.r.o., 2002, 199 s. ISBN-80-7199-062-0
- [10] MALINSKÝ, Ladislav. Rakovina prsu. 1. vydání. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1959. 211s.
- [11] CALDA, P. VACHOUŠEK, J. Fyziologie prsu. Moderní gynekologie a porodnictví. Senologie.1999, roč. 8, c. 4. 85 s. ISSN 1211-1058.
- [12] ROSOLOVÁ, Eva. Pohled sestry z onkologické poradny na problematiku onemocnění prsu. Diagnóza v ošetřovatelství. 2007, roč. 3, c. 4. ISSN 1801-1349.
- [13] VYHNÁNEK, František a kolektiv. Chirurgie II. 2. vyd. Praha: Informatorium, 2003. 238 s. ISBN 80-7333-007-5.
- [14] MĚŠŤÁK, Jan. Prsa očima plastického chirurga. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2006. 96 s. ISBN 978-80-247-1834-7.
- [15] COUFAL, Oldřich; FAIT, Vuk a kolektiv. Chirurgická léčba karcinomu prsu. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. 416 s. ISBN 978-80-247-3641-9.
- [16] ROB, Lukáš; MARTAN, Alois; CITTEBART, Karel et al. Gynekologie. 2. vyd. Praha: Galén, 2008. 319 s. ISBN 978-80-7262-501-7.
- [17] PAVLIŠTA, David. Neinvazivní karcinomy prsu. 1. vyd. Praha: Maxdorf, 2008. 184 s. ISBN 978-80-7345-173-8.
- [18] ABRAHÁMOVÁ, Jitka a kolektiv. Co byste měli vědět o rakovině prsu. 1. vydání. Praha: Grada Publishing. 2009. 143 s. ISBN 978-80-247-3063-9
- [19] ABRAHÁMOVÁ, Jitka. DUŠEK, Ladislav a kolektiv. Možnosti včasného záchytu rakoviny prsu. 1. vydání. Praha: Grada Publishing. 2003. 227 s. ISBN 80-247-0499-4.
- [20] KONOPÁSEK, Bohuslav. PETRUŽELKA, Luboš. Karcinom prsu. 1. vydání. Praha: Galén. 1997. 125 s. ISBN 80-85824-66-3.
- [21] CALDA, P. LÍBALOVÁ, Z. Moderní gynekologie a porodnictví. Karcinom prsu. Levret. ročník 13. číslo 3. Praha: Levret. 2004. 192 s. ISSN 1211-1058.

- [22] ABRAHÁMOVÁ, Jitka. Rakovina prsu. 1. vydání. Praha: Triton. 2000. 37 s. ISBN 80-7254-136-6.
- [23] VYHNÁNEK, František a kolektiv. Chirurgie II. 1. vyd. Praha: Informatorium, 1997. 185 s. ISBN 80-86073-13-0.
- [24] SKOVAJSOVA, Miroslava. O rakovině prsu beze strachu. 1. vyd. Praha: Mladá fronta a.s., 2010. 53 s. ISBN 978-80-204-2184-5.
- [25] SKOVAJSOVÁ, Miroslava. Mamodiagnostika, integrovaný přístup. 1. vyd. Praha: Galén, 2003. 301 s. ISBN 80-7262-220-X.
- [26] VON LAWRENCE W. BASSETT, REZA JAHANSHAHI RICHARD H. GOLD UND YAO S.FU. Mammographie ein fall-atlas. 1. vydání United Kingdom. 1991. 319s. ISBN 3-7691-0244-4
- [27] VYHNÁNEK, Luboš. GUTWIRTHOVÁ, Eva. VACHOZČEK, Jaromír. Mamografie při zvýšeném riziku rakoviny prsu. 1. vydání. Praha: Avicenum, 1985. 104 s.
- [28] VYHNÁNEK, Luboš a kolektiv. Radiodiagnostika Kapitoly z klinické praxe. 1. vyd. Praha: Grada, 1998. 486 s. ISBN 80-7169-240-9
- [29] ZAPLATÍLEK, Karel. DOŇAR, Bohuslav. MATLAB – tvorba uživatelských aplikací. 1. vydání. Praha: BEN, 2004. 215 s. ISBN 80-7300-133-0
- [30] ZAPLATÍLEK, Karel. DOŇAR, Bohuslav. MATLAB – začínáme se signály. 1. vydání. Praha: BEN, 2006. 271 s. ISBN 80-7300-200-0
- [31] GONZALEZ, Rafel C. WOODS, Richard E. EDDINS, Steven L. Digital image using MATLAB processing. 1. vydání. USA: Pearson prentice hall, 2004. 609 s. ISBN 0-13-008519-7
- [32] NURUZZAMAN, Mohammad. Digital image fundamentals in MATLAB. 1. vydání. USA: Author house, 2005. 236 s. ISBN 1-4208-6965-5
- [33] K. Zaplatílek, B. Doňar. MATLAB pro začátečníky. 2. vydání. Praha: BEN, 2005. 152 stran. ISBN 80-7300-175-6
- [34] BLANCHET, Gérard, CHARBIT, Maurice. Digital signal and image processing using MATLAB. 1. vydání. USA: Iste. 2006. 764 s. ISBN: 978-1-905209-13-2

Internetové zdroje

- [35] Karcinoma in situ. *Slovníček* [online]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: http://www.linkos.cz/slovnicek/?wizard_filter_item_glossary_name=karcinoma+in+situ
- [36] Mammography. *Mammography* [online]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: http://www.oncoprof.net/Generale2000/g04_Diagnostic/Mammographie/gb04_mm01.html
- [37] Breast Cancer. *Mammogram Views for Routine and Diagnostic Screening* [online]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: http://breastcancer.about.com/od/mammograms/a/mamm_views.htm
- [38] Minnisjournals. *The Radiographer* [online]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.minnisjournals.com.au/radiographer/article/Radiographers-144>
- [39] Ceessentials. *Breast Mammography* [online]. [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://www.ceessentials.net/article40.html>
- [40] Mammography. *Mammography* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://smiswi.sasktelwebhosting.com/mammography.htm>
- [41] WikiSkripta. *DICOM* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/DICOM>

- [42] WikiSkripta. *PACS* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/PACS>
- [43] Aplikace vestavěných systémů. *Základní metody číslicového zpracování signálu a obrazu* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: http://measure.feld.cvut.cz/system/files/files/cs/vyuka/predmety/A4M38AVS/AVS_DSP_2.pdf
- [44] DZS. *Decimace a interpolace* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=decimace&source=web&cd=5&ved=0CEAQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.comtel.cz%2Ffiles%2Fdownload.php%3Fid%3D1818&ei=X1aBT8vDFcenhAf-xtjGBw&usq=AFQjCNHkuCC30OcXgr483p2iw61jH2gMoQ&cad=rja>
- [45] MATLAB. *Práce s programem* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.cdm.cas.cz/czech/hora/vyuka/mvs/tutorial.pdf>
- [46] MATLAB. *Jak pracovat s Matlabem* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.math.muni.cz/~kolacek/vyuka/vypsyst/navod.pdf>
- [47] Image Processing Operator Worksheets. *Image Processing Operator Worksheets* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/wksheets.htm>
- [48] MathWorks. *Overview of DICOM Support* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.mathworks.com/help/toolbox/images/fl3-29508.html>
- [49] MathWorks. *Dicomwrite* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.mathworks.com/help/toolbox/images/ref/dicomwrite.html>
- [50] National Electrical Manufactures Association. *DICOM* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2008/08_05pu.pdf
- [51] National Electrical Manufactures Association. *DICOM* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2008/08_06pu.pdf
- [52] PACS. *PACS* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://pacs.pe.kr/techdoc/dicom.php>
- [53] Image Processing, Analysis, and Machine Vision. *A MATLAB Companion* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://visionbook.felk.cvut.cz/>
- [54] ZDO. *Bodové jasové transformace* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.kky.zcu.cz/cs/courses/zdo/lesson2>
- [55] MathWorks. *Dokumentace* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/helpdesk.html?BB=1>
- [56] Statistika. *Statistika* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://homel.vsb.cz/~dom033/predmety/statistika>
- [57] Statistika. *Základy statistiky pro biomedicínské obory* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://new.euromise.org/czech/tajne/ucebnice/html/html/node1.html>
- [58] Statistika 1. *Statistika* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://homel.vsb.cz/~lit40/STA-K/statistika-ks.html>
- [59] Statistika 1. *Materiály* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://homel.vsb.cz/~lit40/STA1/Materialy/>
- [60] Programování C a C++. *Podmínky a cykly* [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.sallyx.org/sally/c/c12.php>

Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma prsních kvadrantů, procenta udávají výskyt rakoviny mléčné žlázy v jednotlivých prsních segmentech. [24]	2
Obr. 2 Anatomické typy prsů. A – plochý miskovitý, B – klasický, hemisférický, C – hruškovitý, pokleslý, D – ochablý. [10].....	3
Obr. 3 Anatomie mléčné žlázy. 1 = bradavka – vyústění mlékovodů, 2 = dvorec, 3 = lalůček tuku, 4 = podkožní vazivo, 5 = subsegmentální duktus, 6 = segmentální duktus, 7 = mléčný lalok skládající se z jednotlivých lalůčků, 8 = tuk, 9 = žebro, 10 = sval, 11 = acinus, 12 = vývod (duktus) uvnitř lobulu, 13 = konečný duktus mimo lobulus, 14 = základní jednotka prsu –lobulus [19].....	3
Obr. 4 Rozvoj karcinomu prsu. [19].....	7
Obr. 5 Základní principy konstrukce mamografického přístroje, vzniku a tvorby rtg záření a vzniku rtg obrazu. [19].....	16
Obr. 6 Základní součásti mamografického přístroje. [9].....	17
Obr. 7 Ostrost obrazu při dané velikosti ohniska a různých vzdálenostech ohnisko – film, ohnisko – objekt a objekt – film. Při nenulové velikosti ohniska vzniká vždy větší či menší „polostín“ a neostrost obrazu.	18
Obr. 8 Efektivní velikost ohniska v rentgenovém poli. Ohnisko se zkracuje směrem k anodě. [9]	19
Obr. 9 Rentgenové spektrum pro molybdenový terč při 26 kV s filtrací jen kompresní deskou (tečkovaně) a s 0,03 mm molybdenovým filtrem (plná čára). [9].....	19
Obr. 10 Schéma primárního (P) a sekundárního (S) záření. Neuspořádané sekundární záření je z velké části pohlceno lamelami sekundární clony. [9]	21
Obr. 11 Poměr sekundární clony (mřížky) je definován, jako poměr výšky lamely (h) a šíře mezilamelového prostoru (D). Schematicky naznačena fokusace – sbíhání lamel do ohniska. [9]	22
Obr. 12 Označení strany a projekce. [9]	28
Obr. 13 Označení směru mamografických projekcí. [51]	29
Obr. 14 Zobrazení mediolaterální šikmé projekce MLO. [50].....	30
Obr. 15 Zobrazení snímků v projekci MLO. [52], [53].....	31
Obr. 16 Zobrazení kraniokaudální projekce CC. [50]	31
Obr. 17 Zobrazení snímků v projekci CC. [52], [54]	32
Obr. 18 Postupy při systematickém vyšetření levého prsu a) po výsečích, b) meandrovitě, c) po spirále. [7]	33
Obr. 19 Tvar formace schematicky: okrouhlý (a), oválný (b), laločnatý (c), nepravidelný (d).[9].....	37
Obr. 20 Okraj (kontura) formace schematicky: dobře vymezený (zřetelný, ostrý) (a), mikrolobulovaný (b), (částečně) skrytý (c), špatně rozlišitelný (d), spikulózní (e).[9]..	37
Obr. 21 Různé tvary jednotlivých mikrokalcifikací při karcinomu (schematicky, zvětšeno): tečkovitý (a), čárkovitý (b), červovitý (c), lineární (d), větvíci se (e), tvary různých písmen (f).[9]	41
Obr. 22 Různé tvary shluků mikrokalcifikací (schematicky): trojúhelníkovitý (a), mnohoúhelníkovitý (b), tvar vlaštovičího ocásku (c), čtvercovitý či obdélníkovitý (d), láhvovitý (e), motýlovitý (f), tvar kosočtverce (g), tvar draka (h), lineární (ch), větvíci se (i).[9].....	41

Obr. 23 Topografické kódy pro lokalizaci nádoru ve čtyřech kvadrantech. C 50.0 – bradavka, C 50.1 – centrální část, C 50.2 – horní vnitřní kvadrant, C 50.3 – dolní vnitřní kvadrant, C 50.4 – horní zevní kvadrant, C 50.5 – dolní zevní kvadrant, C 50.6 – axilární výběžek. [4]	43
Obr. 24 Decimace	48
Obr. 25 Korelace	49
Obr. 26 Izolované ložiska	50
Obr. 27 Označení ložiska	50

Seznam grafů

Graf 1 Znázornění počtu vyšetření	52
Graf 2 Znázornění počtu vyšetření	53
Graf 3 Znázornění počtu vyšetření	54
Graf 4 Znázornění věku žen.....	55
Graf 5 Znázornění věku žen.....	56
Graf 6 Znázornění věku žen.....	57
Graf 7 Počet biopsií v roce 2009	57
Graf 8 Počet biopsií v roce 2010	58
Graf 9 Počet biopsií v roce 2011	59
Graf 10 Znázornění věku žen v roce 2009.....	59
Graf 11 Krabicový graf věku v roce 2009	60
Graf 12 Znázornění věku žen v roce 2010.....	61
Graf 13 Krabicový graf věku v roce 2010	62
Graf 14 Znázornění věku žen v roce 2011.....	63
Graf 15 Krabicový graf věku v roce 2011	64
Graf 16 Počet tumorů v segmentech za rok 2009.....	65
Graf 17 Počet tumorů v segmentech za rok 2010.....	66
Graf 18 Počet tumorů v segmentech za rok 2010.....	67
Graf 19 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2009	68
Graf 20 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2010	69
Graf 21 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2011	70
Graf 22 Věk s ověřením normality za rok 2009	71
Graf 23 Věk s ověřením normality za rok 2010	71
Graf 24 Věk s ověřením normality za rok 2011	72
Graf 25 Mozaikový graf	74
Graf 26 Histogram	74

Seznam tabulek

Tab. 1 Typ použité metody	52
Tab. 2 Typ použité metody	53
Tab. 3 Typ použité metody	53
Tab. 4 Věk žen	54
Tab. 5 Věk žen	55
Tab. 6 Věk žen	56
Tab. 7 Biopsie za rok 2009	57
Tab. 8 Biopsie za rok 2010	58
Tab. 9 Biopsie za rok 2011	58
Tab. 10 Věk žen v roce 2009	59
Tab. 11 Bodové odhady	60
Tab. 12 Věk žen v roce 2010	61
Tab. 13 Bodové odhady	62
Tab. 14 Věk žen v roce 2011	63
Tab. 15 Bodové odhady	64
Tab. 16 Kódy lokalizací tumorů v roce	65
Tab. 17 Kódy lokalizací tumorů v roce 2010	66
Tab. 18 Kódy lokalizací tumorů v roce 2010	67
Tab. 19 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2009	68
Tab. 20 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2010	69
Tab. 21 Stupně pokročilosti primárního nádoru v roce 2011	70
Tab. 22 Meze oboustranného intervalu spolehlivosti	72
Tab. 23 Kategorie pro kontingenční tabulku	73
Tab. 24 Kontingenční tabulka	73
Tab. 25 Chi – Square Test	74