

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zdravotně sociální fakulta

CT laserová mamografie

Bakalářská práce

Michaela Bačovská

Vedoucí práce: MUDr. Alena Bílková

4. května 2009

Abstract

CT laser mammography

According to the data from the Ministry of Health, malignant breast tumours rank in first place in terms of the most frequent malignant tumour disorders in women in the Czech Republic. Every year over 5500 new cases of breast carcinoma are diagnosed, with approximately 2000 women dying each year as a consequence of this disorder.

In September 2002 blanket screening for breast cancer was officially launched in the Czech Republic. Its main task resides in identifying breast carcinoma in its early stages, and also in prolonging the survival of patients due to more effective treatment of the initial stages of the disorder. After the introduction of screening there was logically also an increase in the recorded incidence, and at the same time there should be a reduction of mortality.

The endeavour to scan breasts commenced with the development of X-ray examination methods and with the general development of new technologies in the last century diagnostic methods also came to the forefront. Progress was achieved primarily in the area of X-ray examination methods, whilst at the same time there was a parallel development of entirely new methods. Today computer tomography, magnetic resonance or emission computer tomography are entirely available. In terms of scanning breast glands the greatest progress was recorded by mammography, an in close linkage by ultrasound.

In addition to these basic and proven methods, the latest development in mammodiagnostics enables us to use also new examination methods, which are used as supplementary methods. One of these is CT laser mammography (CTLM), which is used in several countries worldwide. In the Czech Republic the radiodiagnostic clinic of the Královské Vinohrady Teaching Hospital in Prague and the Masaryk Memorial Cancer Institute in Brno have access to a CTLM machine.

As the name indicates, this concerns breast scanning using laser rays. CTLM displays the physiological vessel structure in the breast, as well as any angiogenesis if present.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma CT laserová mamografie vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedené v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě/v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 4. května 2009

.....

podpis studenta

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat MUDr. Aleně Bílkové za odborné vedení bakalářské práce.

Obsah

Úvod	8
1. Současný stav	9
1.1. Anatomie prsu	9
1.2. Typologie prsní žlázy	10
1.3. Vyšetřovací metody v mamodiagnostice a postavení CTLM mezi nimi	11
1.3.1. Mamografie	11
1.3.2. Ultrasonografie	13
1.3.3. Magnetická rezonance	14
1.3.4. Intervenční výkony	14
1.3.5. Impedanční radiometrie	15
1.3.6. Ostatní vyšetřovací metody	16
1.3.7. CT laserová mamografie	16
1.3.7.1. Indikace a kontraindikace vyšetření laserem	17
1.3.7.2. Skladba CTLM systému	18
1.3.7.3. Princip laseru u CTLM	21
1.3.7.4. Skenování fantomu a průběh vyšetření	23
1.3.7.5. Vzniklé artefakty a rekonstrukce obrazu	24
1.3.7.6. Údržba CTLM systému	28
1.3.7.7. Benefity a negativa použití CTLM.....	29
1.3.7.8. Výrobce a umístění ve světě	30
1.3.8. Zobrazení prsní žlázy u jednotlivých modalit	30
2. Cíl práce a hypotéza	35
2.1. Cíl práce	35
2.2. Hypotéza	35

3. Metodika	36
3.1. Sledovaný soubor	36
3.2. Statistika	36
3.3. Získání údajů z praxe	37
4. Výsledky	38
4.1. Spektrum vyšetřených žen a jednotlivé vyšetřovací modality	38
4.2. Provedené core-cut biopsie	40
4.3. Srovnání zjištěných malignit po core-cut biopsii se zobrazenými angiogenezi na CTLM	41
4.4. Počty žen vyšetřené na CTLM dle Tabárovy klasifikace	42
5. Diskuze	45
6. Závěr	46
7. Seznam použité literatury	47
8. Klíčová slova	49

Úvod

Vývoj vyšetřovacích a zobrazovacích metod ve zdravotnictví jde značně kupředu. Experti se snaží vynalézat stále nové vyšetřovací postupy, které povedou ke správné diagnostice a tím ke zlepšení léčby.

K zobrazování prsu se používají základní vyšetřovací metody, a to mamografie a ultrasonografie. Jejich kombinace je určena věkem pacientky. Pokud na základě těchto metod se u ženy objeví podezření na zhoubný nádor nebo nejednoznačné ložisko v prsu, provádí se core-cut biopsie, která určí histologii ložiska a podle toho další postup léčby.

V algoritmu dalších vyšetřovacích metod ke stanovení stádia onemocnění se uplatní magnetická rezonance, počítačová tomografie a pozitronová emisní tomografie. Existuje i řada nových vyšetřovacích metod, k nimž patří mikrovlnná radiometrie impedanční tomografie, elastografie a CT laserová mamografie. CT laserová metoda je zcela nová metoda založená na použití laserového paprsku.

Na mamografickém pracovišti radiodiagnostické kliniky FNKV v Praze, kde pracuji, je CTLM k dispozici a byla mi tudíž inspirací pro napsání této bakalářské práce.

1. Současný stav

1.1. Anatomie prsu ⁽¹⁾

Mléčná žláza (*glandula mammae*) je největší kožní žláza, která podmiňuje vyvýšení zvané prs (*mamma*).

Mama v plném vývoji sahá vertikálně od 3. do 6. žebra a horizontálně od parasternální čáry do přední čáry axilární.

Kůže prsu je světlá a tenká, takže prosvítají podkožní žíly. Je bohatě inervována. Na vrcholku prsu je dvorec (*areola mammae*), při jejím obvodu jsou drobné hrbolky, které jsou vyzdviženy žlázkami – *glandulae areolares*. Uprostřed areoly je bradavka (*papilla mammae*), na jejím vrcholku ústí mlékovody (*ductus lactiferi*).

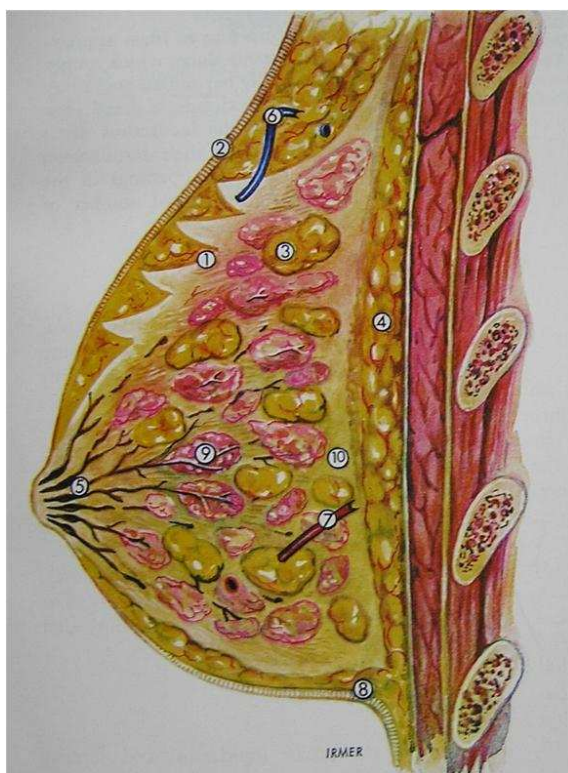
Těleso žlázy (*corpus mamme*) tvoří vlastní žláza, uložená uvnitř prsu. Ta se skládá z laloků mléčné žlázy (*lobi mammae*), lalůček (*lobuli mammae*), mléčných vývodů z lalůček (*ductus lactiferi*) a z mlékovodu (*ductus lactifer*) – vždy z jednoho laloku žlázy.

Střední část prsu je zásobena *a. mammaria interna* (přes *a. thoracica interna*), v laterální části probíhá *a. thoracodorsalis*, *a. thoracica lateralis* a *a. thoracoacromialis*.

Žilní zásobení vytváří *v. thoracica interna*, *v. jugularis* (mediální část), *v. subclavia* (kraniální část), *vv. thoracoepigastricae* (laterální část).

Mízní cévy prsu vytvářejí pleteň (Sapeho svazek) pod *areola mammae* a odtud sbírají další síť ze žlázy a odtékají do kolektorů, které vedou do uzlin při *m.pectoralis major* a do axilárních uzlin. Další část kolektorů se dostává i do supraklavikulárních uzlin.

Nervy prsu jsou senzitivní a přicházejí z *nn. intercostales II.-VI.* Při horním okraji prsu se senzitivní inervace účastní i *nn. supraclaviculares*.



Obr. 1. Prsní žláza ⁽⁸⁾

1.2. Typologie prsní žlázy ⁽⁴⁾

Typizace prsní žlázy je důležitá k určení vhodné diagnostické metody a snižuje riziko špatné diagnózy. Jedna z možností, která se dnes užívá je typologie dle Lászlo Tabára. Jejím základem je poznatek, že prsní žláza se vyvíjí dvěma způsoby: žláza, která mění svůj rtg obraz s věkem a žláza s téměř neměnným obrazem.

1. typ žlázy podle Tabára je velmi častý redukující typ žlázy. Objevuje se u žen nad 30 let, poté postupně díky tukové náhradě původní žlázy mění svůj obraz do typu 2 nebo 3.

2. typ žlázy podle Tabára je tzv. prázdný obraz, ve kterém je kresba žlazového parenchymu malá či zcela chybí. Je výsledkem postupující redukce žlázy a jejím nahrazením tukovými okrsky. Objevuje se u žen starších 50 let.

3. typ žlázy podle Tabára je typický neúplně dokončenou redukcí žlázy pod mamilou. Jeho výskyt je často okolo 50 roku s odchylkami spíše do vyššího věku.

4. typ žlázy podle Tabára je neredukující typ žlázy se kterým se setkáváme ve všech věkových skupinách.

5. typ žlázy podle Tabára je neredukující typ žlázy, který se stejně jako předchozí typ vyskytuje v jakémkoli věku.

1.3. *Vyšetřovací metody v mamodiagnostice a postavení CTLM mezi nimi*

Mezi základní vyšetřovací metody zobrazování prsu patří mamografie a ultrazvukové vyšetření, nové doplňující metody by měly zlepšit diagnostiku chorob prsu. CT laserová mamografie (CTLM) je nová metoda, která by měla diagnostiku chorob doplnit a upřesnit.

1.3.1. *Mamografie ⁽⁴⁾*

Mamografie je po celém světě uznávaná, jako základní a primární metoda screeningového i diagnostického vyšetření prsní žlázy. Používá speciální rtg přístroj (mamograf), který zobrazuje měkké tkáně pomocí rentgenového záření, používané kV se pohybují mezi 25 – 30 kV (měkká technika). Můžeme ji rozdělit na konvenční (analogovou) a digitální (přímou a nepřímou) mamografii.

V České republice jsou mamární programy rozděleny do dvou skupin: první tvoří preventivní program (screening), druhou pak program diagnostický.

Screeningová mamografie je určena pro asymptomatické ženy (bezpříznakové), bez hmatného ložiska. Je hrazena zdravotními pojišťovnami ženám ve věku 45-69 včetně, ženy musí dodržet dvouletý interval od poslední provedené mamografie a musí mít platnou žádanku na preventivní mamografii. Žádanku pro screeningovou

mamografii (MG) může vystavit jen gynekolog nebo praktický lékař. Ženy od 40 let si mohou preventivní vyšetření zaplatit, ostatní ženy do 69 let si také mohou v mezidobí po roce od hrazené mamografie zaplatit preventivní MG.

Diagnostická mamografie je určena pro ženy s nálezem v prsu, dále se mamografie provádí u léčených a sledovaných žen se zhoubným onemocněním prsu. Má věkové omezení, u mladých žen do 40 let je metodou volby pro vyšetření prsu ultrazvuk, avšak u této věkové kategorie v případě podezření na patologický nález lze mamografii provést.

Zvláštní skupinu tvoří nositelky mutované alely BRCA-1 a BRCA-2. Tyto ženy mají mnohem vyšší riziko onemocnění nádorem prsu a vaječníků. Mamografické vyšetření se zde doporučuje každoročně od 30 let.

Ve screeningu a diagnostické mamografii používáme dvě základní projekce: kraniokaudální (CC) a mediolaterální šikmou (MLO). Při snímkování se snažíme, aby bradavka byla zachycena z profilu a bylo zobrazeno co nejvíce prsní tkáně.

Výhody:

- snadno dostupná, dostatečné množství mamografů
- efektivní, dokáže zobrazit celý prs i s axilou
- rychlost – provedení základních projekcí během několika minut
- využití při intervenčních výkonech
- snímky lze hodnotit více lékaři
- není nejednotnost v interpretaci radiology

Nevýhody:

- užití rentgenového záření
- bolestivá komprese
- věkové omezení screeningu, zvláště horní hranice – není hrazeno zdravotní pojišťovnou
- 2 – letý interval ve screeningu – pokud je interval kratší, musí si žena uhradit mamografické vyšetření sama

1.3.2. *Ultrasonografie* ⁽⁴⁾

Ultrazvukové vyšetření je další důležitou metodou vyšetření prsu, které společně s mamografií představuje ideálně komplementární dvojici vyšetření. Prs vyšetřujeme za pomoci lineární sondy o frekvenci 8 MHz a vyšší. USG dovede rozlišit, zda je ložisko solidní či cystické povahy.

Oproti sumačnímu zobrazení v mamografii máme možnost sestavit si obrázek z plynule navazujících vrstev a dosáhnout tak i prostorové představy. Ultrazvuk dokáže zobrazit nejen všechny vrstvy prsu, ale i hrudní stěnu. Prokreslení ve žlázové vrstvě je mnohem detailnější než v sumačním mamografickém snímku. V části tukové, kde se USG signály šíří rychleji a nestejněměrně, však schopnost detailního prokreslení klesá. Polohováním prsu v kombinaci s tlakem na sondu jsme schopni prohlédnout každý okrsek žlázy doslova ze všech stran a většinou i bez nežádoucích artefaktů.

Vyšetření prsu pomocí USG bez předchozí mamografie je možné provést jen u velmi mladé ženy. Při mutaci genů BRCA-1, BRCA-2 se doporučuje použít ultrazvuk do 30 let věku, poté začít s mamografickým vyšetřením.

Výhody:

- bez použití rentgenového záření
- bez komprese
- není věkově omezena
- vhodné pro mladé ženy a u neredukujícího typu žlázy
- využití při intervenčních výkonech
- lze neomezeně opakovat
- nízká cena vyšetření
- dostupnost

Nevýhody:

- bolestivost u citlivých prsou, zejména v okolí dvorce
- subjektivní hodnocení

1.3.3. Magnetická rezonance ⁽⁵⁾

Magnetická rezonance (MR) je metoda schopná vizualizovat prsní tkáň s dostatečným prostorovým a časovým rozlišením.

Při interpretaci MR mamografie se porovnávají obrazy s mamografií a ultrasonografií. Proces interpretace zahrnuje hodnocení velikosti léze, posouzení morfologie a vychytávání kontrastní látky v čase. Biopsie se obvykle doporučuje u lézí větších než 5 milimetrů, které mají podezřelý tvar či okraje anebo rychlé časné vychytávání kontrastu s výrazným časným vzestupem signálu a následným poklesem intenzity nebo bez něj.

Výhody:

- bez věkového omezení
- zobrazení silikonových implantátů k jednoznačnému vyloučení ruptury
- screening vysoce rizikových žen, určení rozsahu onemocnění
- zobrazí i ložiska jinou metodou nezobrazitelná

Nevýhody:

- délka vyšetření (jeden prs 30-40 min)
- interpretace obrazů u radiologů je doposud velmi různá
- kontraindikace: kardiostimulátor, kovové implantáty, klaustrofobie, 1. trimestr gravidity
- vysoká cena vyšetření
- nižší dostupnost

1.3.4. Intervenční výkony

Intervenční výkony jsou velmi důležité pro diagnostiku, neboť určí histologický typ nádoru již předoperačně, a tím se významně redukuje počet otevřených biopsií

a zbytečných chirurgických výkonů v prsu. Kromě určení histologického typu se z biopsie určí nukleární grade nádoru, hodnota estrogenových a progesteronových receptorů a onkoproteinu (tzv. růstového faktoru).^(4,9)

Aspirační biopsie (biopsie tenkou jehlou - FNB) umožní získat materiál k cytologickému vyšetření. Provádí se nejčastěji k punkci cyst či kolekcí tekutin, nežli k ověřování solidních lézí. Může být řízena stereotakticky i z volné ruky.⁽⁹⁾

Core - cut biopsie získává cylindrické vzorky tkáně prostřednictvím core - cut jehel, které se do prsu zavádějí pomocí speciálního děla. Odebíráme více cylindrů a měníme místo odběru řádově o milimetry. Využívá se k ověření podezřelých ložisek, ke stanovení histologického typu karcinomu. Provádí se pod USG kontrolou z volné ruky nebo stereotakticky pod mamografickou kontrolou (k ověření suspektních mikrokalciací).^(4,9)

Vakuová mamotomie je odběrová metoda prováděná speciální jehlou (mamotomem). Podtlakově odsáváme několik silnějších válečků tkáně z místa mikrokalciací. Většinou se provádí pod mamografickou kontrolou. Hlavní rozdíl oproti předešlým metodám je stacionární poloha jehly při opakovaném odběru.^(4,9)

Duktografie, neboli sondáž a kontrastní zobrazení ductů. Využívá se ke stanovení intraduktálních lézí v prsu při patologické sekreci z bradavky. Do secernujícího mlékovodu vpravíme pomocí lymfografické jehly se stříkačkou kontrastní látku. Následují mamografické snímky, hledáme defekty v náplni mlékovodů.⁽⁹⁾

1.3.5. Impedanční radiometrie⁽¹⁰⁾

Impedanční tomografie je určena k vizualizaci a diagnostice patologických změn v prsu a jiných měkkých tkání těla. Nádory a patologické změny mají elektrickou vodivost podstatně odlišnou od elektrické vodivosti okolních zdravých tkání. Přístroj umožňuje znázornit rozložení elektrické vodivosti v několika příčných řezech.

Vyšetření je neškodné a relativně rychlé (oba prsy asi 10 – 15 minut). Během skenování přístroj pomocí jedné z 256 elektrod matice střídavě emituje do těla

pacientky velmi slabý střídavý elektrický proud s frekvencí 50 kHz a měří rozdělení elektrického potenciálu na jeho povrchu. Získané údaje se zpracovávají k rekonstrukci elektroimpedančních obrazů. Zpracování obrazu se provádí na PC. Referenční pomocnou elektrodu drží žena během vyšetření v ruce na kontralaterální straně. Přístroj umožňuje určit abnormální změny vodivosti, barevně vyčlenit hodnoty určité vodivosti či hodnot nad určeným prahem, detailní porovnání obou prsů či měřeného prsu s obvyklými normálními hodnotami, či znázornit místa se špatným kontaktem elektrod.

1.3.6. Ostatní vyšetřovací metody

Počítačová tomografie: vyšetření, které nám zobrazuje prsní tkáň v řezech, je užitečná pro stanovení stádia u pokročilých nálezů karcinomu prsu při generalizaci. Nevýhodou je radiační zátěž. ⁽⁹⁾

Počítačová emisní tomografie (PET), PET-CT: se využívá k vyhledávání vzdálených metastáz u pokročilých stádií karcinomu prsu. ⁽⁹⁾

Termografie: je bezdotyková měřicí technologie založená na zviditelnění tepelného záření (infračerveného) lidskému oku. Neviditelné tepelné záření částí těla se tak dá měřit podle jejich různé teploty, a tím vyhledat riziková místa. Výsledky se vyhodnocují za pomoci citlivých infračervených kamer. ⁽¹⁴⁾

USG elastografie: posuzuje elasticitu sledované léze. Maligní nádory mají nízkou až nulovou elasticitu. ⁽⁹⁾

1.3.7. CT laserová mamografie ⁽¹⁶⁾

CT laserová mamografie (CTLM) je nová metoda, která k zobrazení prsní tkáně využívá laserového paprsku o vlnové délce 808nm. Byla zkonstruována pro zlepšení detekce rakoviny prsu a jako doplněk mamografie. Jejím hlavním úkolem je snaha o snížení počtu benigních a negativních biopsií.

CTLM slouží k detekci fyziologických cév a patologických struktur charakteru angiogeneze. Maligní nádory produkují angiotaktické substance, které stimulují růst krevních cév v jejich okolí a poskytují zvýšené krevní zásobení malignímu tumoru. Tyto nové cévy nerostou ze středu nádoru, ale jsou přitahovány z okolních cév. Proto je oblast angiogeneze mnohem větší, nežli je velikost samotného nádoru a nachází se většinou v blízkosti nádoru. Tato novotvorba cév začíná již od začátku růstu tumoru, tedy v době, kdy samotná tumorózní masa dosahuje jen několika milimetrů a na klasických rentgenových snímcích nemusí být vidět. Oblasti s nově vytvořenými cévami jsou detekovány laserovým paprskem a na výsledných řezech se znázorní jako jasná bílá až zelenobílá plocha. Tumor lze teoreticky objevit dříve nepřímo detekcí angiogeneze, nežli jej lze zobrazit na mamografu nebo ultrazvuku. Včasná diagnóza by tak měla dávat pacientkám naději na včasný záchyt nádoru.

1.3.7.1. Indikace a kontraindikace vyšetření laserem

Indikace:

- před intervenčními výkony
- před chirurgickým řešením
- sledování vývoje onemocnění při terapii již zjištěného zhoubného nádoru prsu
- mladé ženy
- ženy s hutnou žlázou v prsu (Tabár IV., V.)

Kontraindikace:

- záněty prsu
- těhotenství, laktace
- výrazné bolesti páteře
- otevřená poranění prsu, vyrážky, kůže podrážděná sluncem
- předchozí biopsie před méně než 6 dny
- prsní implantáty

- výrazná pooperační deformita
- tetování
- citlivost na světlo-porfyrie
- špatná mobilita pacientky

1.3.7.2. Skladba CTLM systému

Přístrojové vybavení CTLM:

- konzole – skládá se z počítače (Pentium 4, windows 2000), monitoru, klávesnice, myši, kontrolního panelu, DVD ROM



Obr. 2. Konzole ⁽¹⁵⁾

- skenovací lůžko – nosnost 180kg, 0,73m (pro snadný přístup), šířku 0,86m a délku 2,23m. Jsou zde uloženy detektory pro hlavu a tělo.



Obr. 3. Skenovací lůžko ⁽¹⁵⁾

- centrální prstence – různé velikosti, dle objemnosti prsu



Obr. 4. Centrální prstence ⁽¹⁵⁾

- skenovací komora – zde je umístěn laser s detektory



Obr. 5. Skenovací komora ⁽¹⁵⁾

- fantom



Obr. 6. Fantom ⁽¹⁶⁾

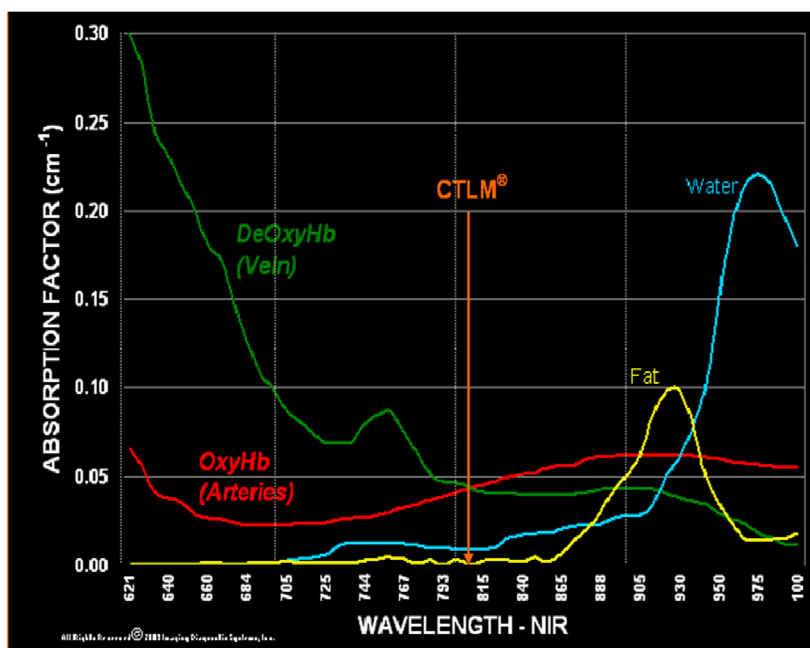
Místnost s CTLM přístrojem je zatemněna, aby nevznikaly světelné artefakty. Doporučená teplota místnosti je od 18 °C do 27 °C.

1.3.7.3. Princip laseru a CTLM ⁽¹⁶⁾

Jak už bylo řečeno, CTLM je zařízení, které produkuje pomocí stimulované emise intenzivní elektromagnetické záření s velmi přesně definovanou vlnovou délkou 808nm. Paprsek se absorbuje v místech, kde je vysoká koncentrace hemoglobinu v obou jeho formách (oxyhemoglobinu a deoxyhemoglobinu), tedy v žilním systému a novotvořených cévách. Při této vlnové délce laserového paprsku jsou molekuly tuku a vody transparentní, protože neabsorbují laserové záření, křivky deoxyhemoglobinu a oxyhemoglobinu se protínají.

CTLM vyšetřuje každý prs po vrstvách, podobně jako počítačová tomografie. K získávání řezů slouží koordinace pohybu (rotačně-translační) laseru a detektorů kolem vyšetřovaného prsu. Po otočení o 360° se zdroj navrátí do výchozí polohy a sjede níž k vytvoření dalšího řezu. CTLM následně vytváří obrazy 2D a 3D, na kterých je vidět rozložení hemoglobinu v prsu v závislosti na stupni absorpce vyjádřené barvou zelenou až bílou (nejčastěji používané barevné vyjádření), tkáně bohaté na vodu a tuk jsou transparentní - černé.

Závislost absorpce tuku, vody, deoxyhemoglobinu a oxyhemoglobinu na vlnové délce:

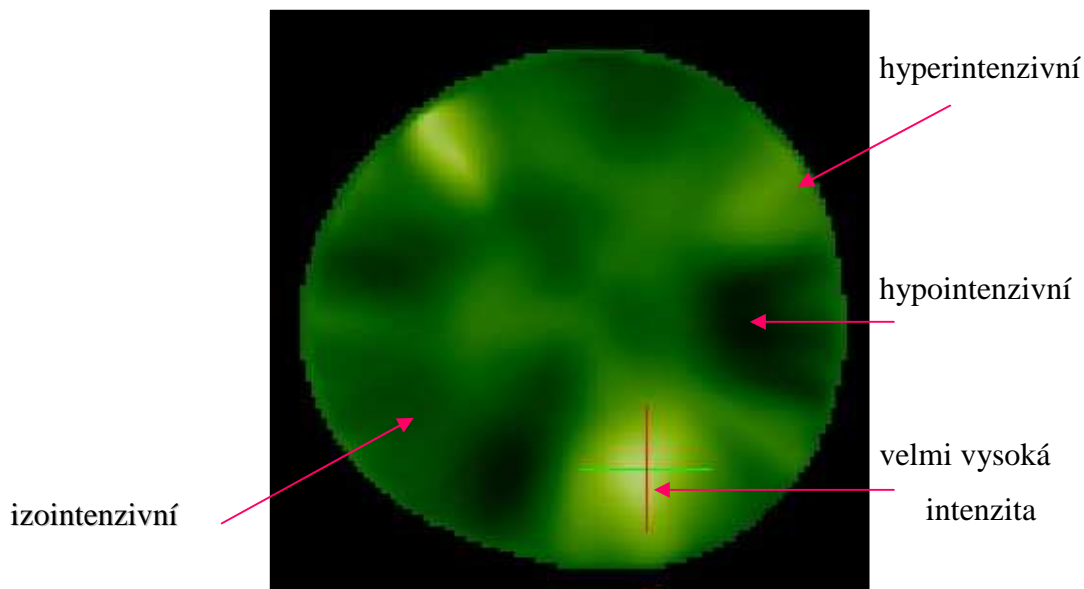


Obr. 7. Absorpční křivka ⁽¹⁶⁾

Stupně intenzity signálu:

INTENZITA	BARVA	OBLAST	TYP TKÁŇĚ
velmi vysoká	bílá	cévní prostory	cévy, sytá AGN
hyperintenzivní	světle zelená	hyperperfuze	méně sytá AGN, vazodilatace, laktace
izointenzivní	tmavě zelená	normální perfuze	funkční žláza, intersticiální cirkulace
hypointenzivní	černá	hypoperfuze	chabá vaskularizace, tuk, cysty, atrofie

Tab. 1. Stupně intenzity signálu ⁽¹⁶⁾



Obr. 8. Stupně intenzity signálu ⁽¹⁶⁾

1.3.7.4. Skenování fantomu a průběh vyšetření

Každý den před samotným vyšetřováním musíme provést testování fantomu. Ten je vyroben ze speciálního vosku a jsou v něm simulovány cévní struktury. Fantom poté porovnáváme s referenčním fantomem nainstalovaným CTLM servisem a sledujeme odchylky v naskenovaném obraze. Při zjištění větších odchylek spustíme další skenování fantomu. Pokud jsou i nadále přítomny velké odchylky, kontaktujeme CTLM servis.

Před samotným skenováním vysvětlíme pacientce průběh vyšetření, požádáme ji o svléknutí od pasu nahoru a sundání případných šperků. Zvolíme vhodnou velikost centrálního prstence (podle objemnosti prsu), zasuneme ho do vrchního otvoru skenovací komory a vyzveme pacientku k uložení na skenovací lůžko. Žena zaujme polohu vleže šikmo na břicho, příslušný prs jí visí v otvoru centrálního prstence do skenovací komory, kde je systém detektorů a zdroj laserového paprsku. Poloha těla je jako při snímání lebky, při skenování levého prsu bude levá ruka podél těla a pravá ruka je ve flexi, obličej otočen doprava. Hlavu a tělo snímají polohové detektory.

Pacientku musíme upozornit, aby se v průběhu vyšetření nehýbala a nemluvila. Provedeme referenční sken u baze prsu kvůli správné poloze prsu. Dále zvolíme šířku vrstvy průměrně po 4mm, malá prsa po 1, 2 nebo 3mm. Maximální počet vrstev je 40, ale lze nastavit i větší počet vrstev. Délka jedné vrstvy je maximálně 45 sekund, u objemných prsů trvá vyšetření až půl hodiny. Někdy může nastat problém u velmi objemných prsou, kdy laser neoskenuje celý prs. Po detekci bradavky se ukončí skenování a CTLM systém se vrací do výchozí pozice. Doba vyšetření jednoho prsu je průměrně 5-10min.

1.3.7.5. Vzniklé artefakty a rekonstrukce obrazu

Artefakty:

- průnik světla do CTLM jednotky – nutno zcela zatemnit místnost
- pohyb pacientky během vyšetření – má za následek rozmazání vrstev
- uvolnění polohových detektorů – zastaví se skenování, po jejich opětovném sepnutí lze pokračovat ve vyšetření
- objemné prsy mají atypický tvar a podmiňují vznik tvarových artefaktů

Rekonstrukce obrazu:

Pomocí softwaru počítače se zpracovávají snímané vrstvy do dvourozměrného obrazu (2D) ve třech rovinách – sagitální, koronární a axiální a dále do trojrozměrného obrazu (3D), který lze následně upravovat (úprava okna) a lze jím otáčet. ⁽⁷⁾

Jako dodatek 3D zobrazení sledovaných úrovní, software umožňuje dva typy rekonstrukcí: ⁽⁷⁾

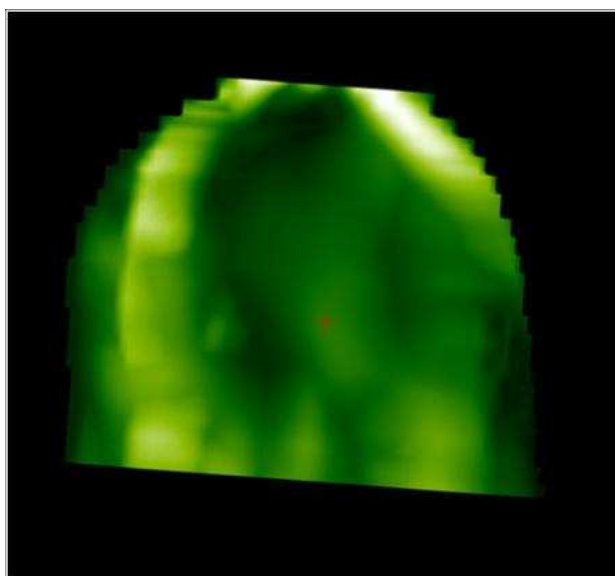
1. Maximum intensity projection – MIP: je pro diagnostiku nejreprezentativnější, umožňuje zviditelnit (zjasnit) oblast zájmu (vaskularizaci) bez ohledu na její hloubku. Pomocí MIP se provádí prvotní zhodnocení obrazů. ⁽⁷⁾

Local maximum intensity projection (LMIP): variace MIP, ale zobrazuje také objekty s nižší intenzitou, pokud se nacházejí před (z pohledu popisovatele) objekty vyšší intenzity. ⁽⁷⁾

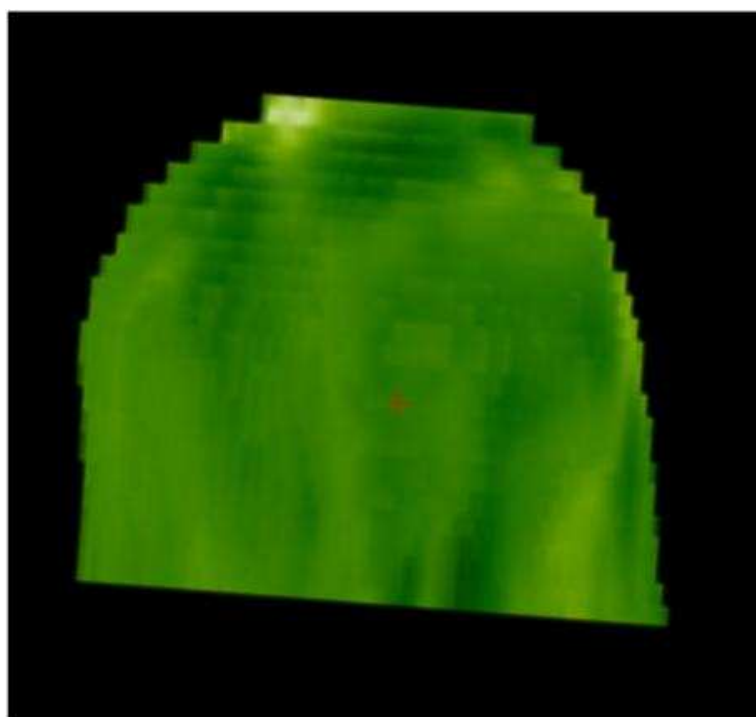
2. Front to back – FTB, též tzv. Surface rendering – zobrazení povrchu. FTB demonstruje vizualizaci tvaru pokrývající povrch vaskularizované tkáně. Nedovede rozšířit informaci, kterou získáme z MIP, ale pomůže objasnit tvar angiogeneze. ⁽⁷⁾

K snadnějšímu prohlížení obrazů si můžeme nastavit ZOOM, zesynchronizovat 3-D obrazy pravého i levého prsu, použít barevné osy označující anatomické roviny, použít 3-D ukazatel, který nám lokalizuje zájmovou oblast ve všech rovinách a 3-D obraze současně.

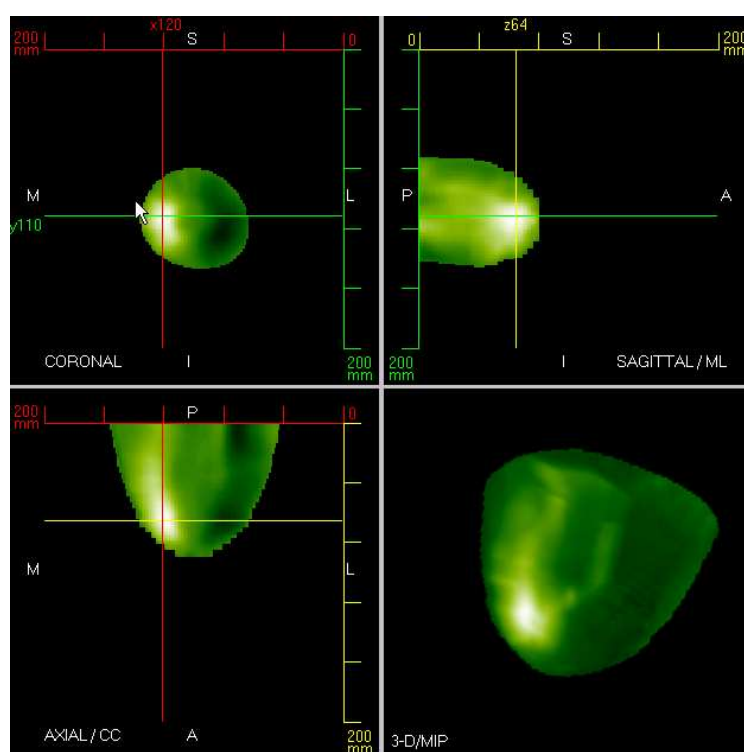
Výsledné naskenované obrazy je možno opatřit poznámkami (popisky, šipkami, elipsami, obdélníky...), nastavit velikost a styl písma, barvu, tučnost písma a obrasců. V neposlední řadě je tady také možnost volby barevného rozložení – zeleno-bílá (nejčastěji používaná) nebo černo-bílá. A v poslední řadě si můžeme navolit multiformátové zobrazení řezů v koronárních, sagitálních nebo axiálních rovinách v sadě 5 x 7 obrazů, tzv. Montage.



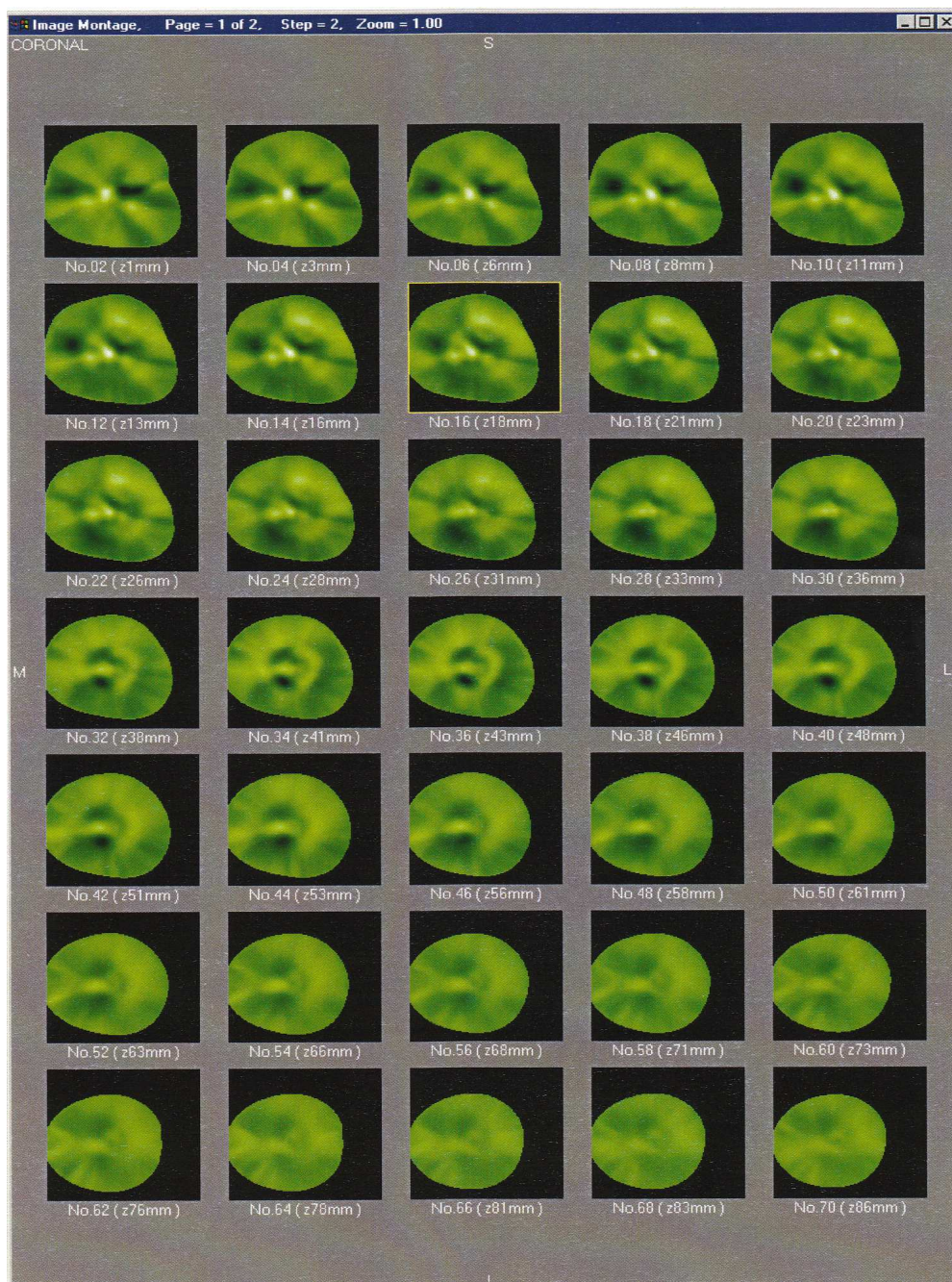
Obr. 9. Maximum intensity projection ⁽⁸⁾



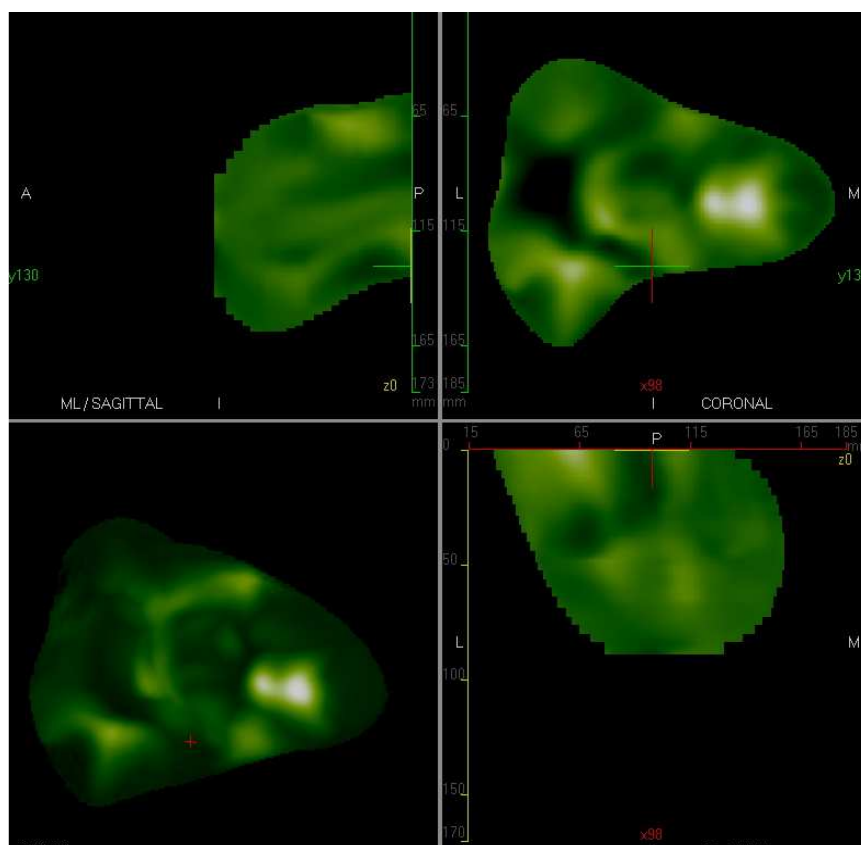
Obr. 10. Front to back ⁽⁸⁾



Obr. 11. Koronární, sagitální, axiální roviny (2D) a 3D ⁽⁶⁾



Obr. 12. Multiformátové zobrazení (tzv. Montage) ⁽²⁾



Obr. 13. Artefakty u objemného prsu ⁽¹⁶⁾

1.3.7.6. Údržba CTLM systému

CTLM zařízení vyžaduje řádné čištění a dezinfekci před každým vyšetřením, abychom zabránili přenosu infekce mezi pacienty. Skenovací komora musí být udržována v čistotě – izolovaná od jakékoli tekutiny. Pokud nevyšetřujeme měl by být v otvoru skenovací komory umístěn fantom.

Během samotného čištění používáme čisticí a dezinfekční prostředky k tomu určené, vhodný čisticí materiál, ruce si chráníme rukavicemi, oči pokud je to nutné ochrannými brýlemi. Při dezinfekci zajistíme dostatečnou ventilaci. Použitý dezinfekční a čisticí materiál by měl být uložen do nádob k tomu určených.

V časových intervalech je zapotřebí skenování otvor vysát vysavačem, aby byl odstraněn nežádoucí prach. Tuto údržbu poskytují technici určené k servisu CTLM přístroje.

1.3.7.7. *Benefity a negativa použití CTLM*

Benefity:

- bez radiační zátěže
- odpadá komprese
- žádné vedlejší účinky
- bez věkového omezení
- vhodné i pro hutná prsa
- zobrazení fyziologických a eventuálních patologických cév (angiogeneze)
- vhodné před intervencemi a chirurgickými výkony
- neinvazivní, bezpečná metoda
- nebolestivé vyšetření
- možno použít vícekrát
- jednoduchá ovladatelnost
- finančně nenáročný provoz

Negativa:

- dlouhé vyšetření
- kontraindikace
- artefakty u objemných prsů
- nelze vyšetřit ženy s nízkou hmotností
- doplňující metoda základních vyšetřovacích metod

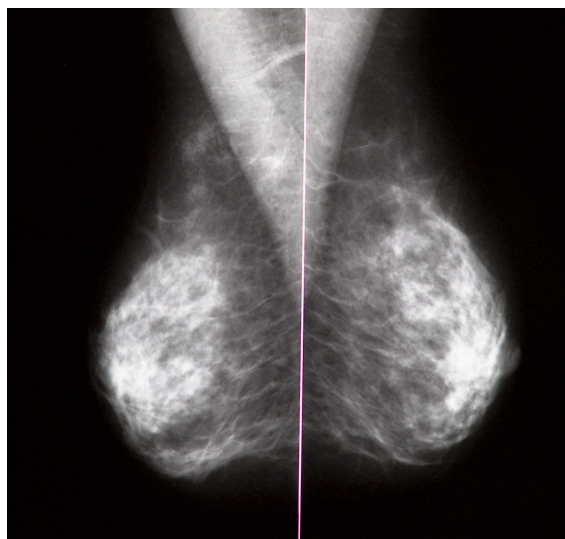
1.3.7.8. Výrobce a umístění ve světě ⁽¹³⁾

Imaging Diagnostic System Inc., Plantation Florida, USA

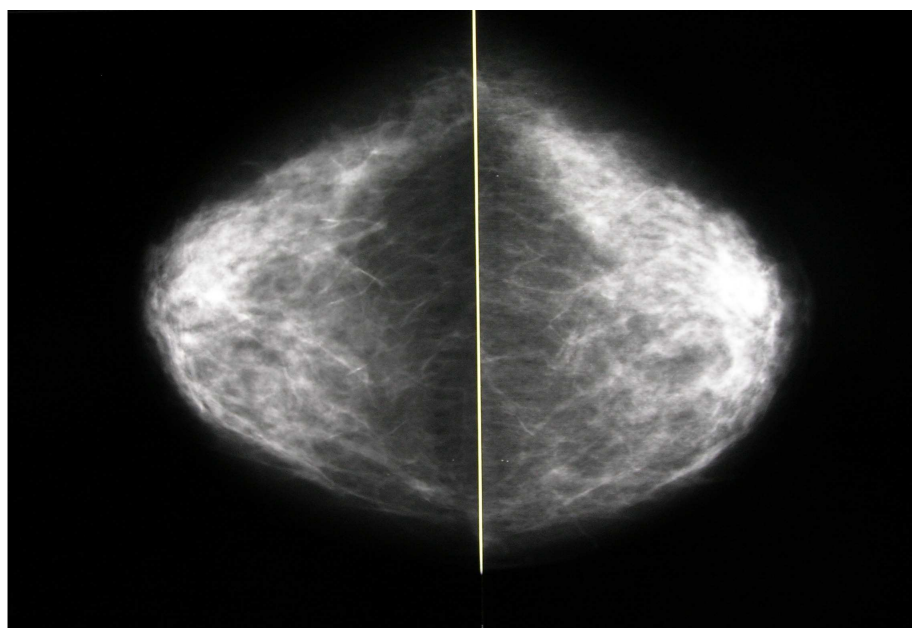
- Karlova Univerzita, 3. LF, Praha, Česká republika
- Masarykův onkologický ústav, Brno, Česká republika
- Department of Radiology, Campus Charité Mitte, Berlín, Německo
- Policlinico Paolo Giancone Hospital, Palermo, Itálie
- Catholic University Hospital, Řím, Itálie
- University of Udine, Udine, Itálie
- Medical University of Vienna, Vídeň, Rakousko
- Institute of Oncology, Maria Sklodowska-Curie Memorial Cancer Center, Gliwice, Polsko
- Friendship Hospital, Peking, Čína

1.3.8. Zobrazení prsní žlázy u jednotlivých modalit

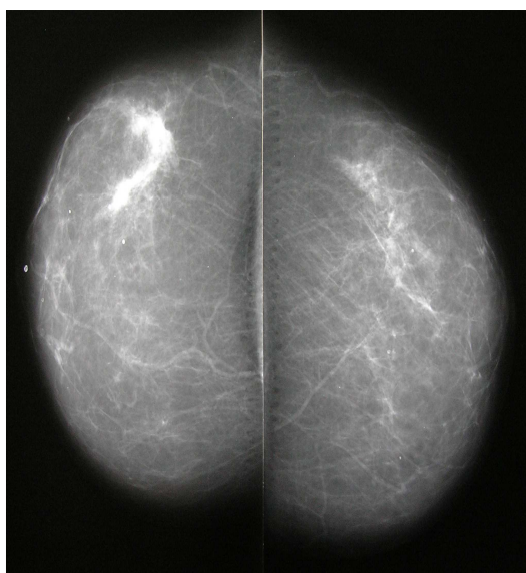
- Mamografie



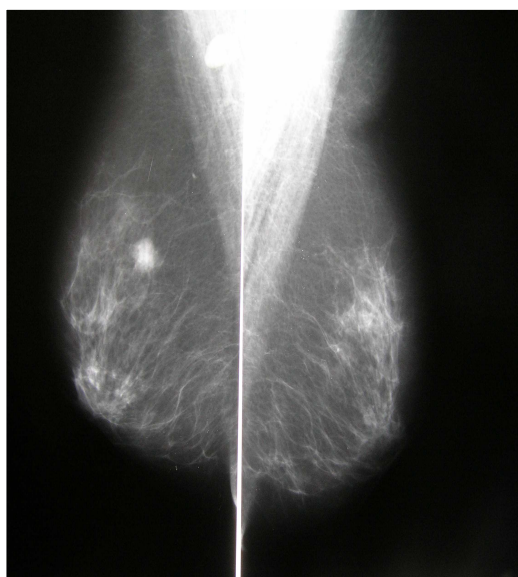
Obr. 14. Mediolaterální projekce ⁽¹⁶⁾



Obr. 15. Kraniokaudální projekce ⁽¹⁶⁾

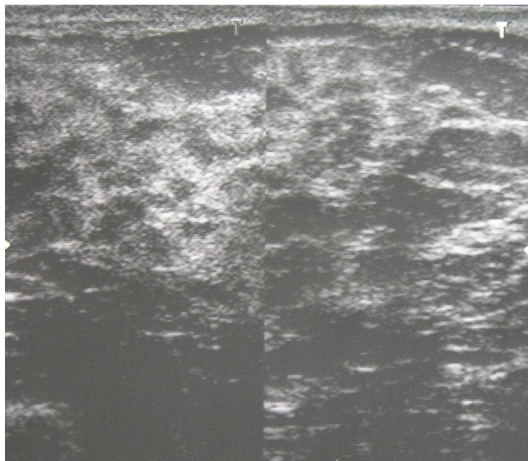


Obr. 16. Maligní nádor ⁽¹⁶⁾

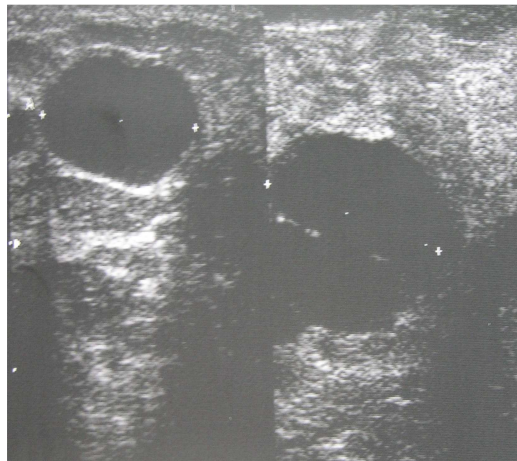


Obr. 17. Maligní nádor ⁽¹⁶⁾

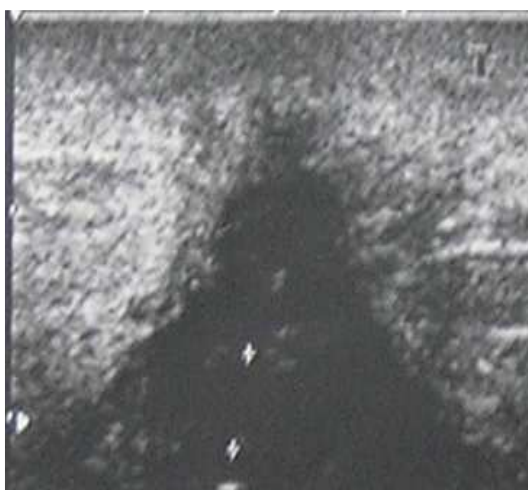
- Ultrazvuk



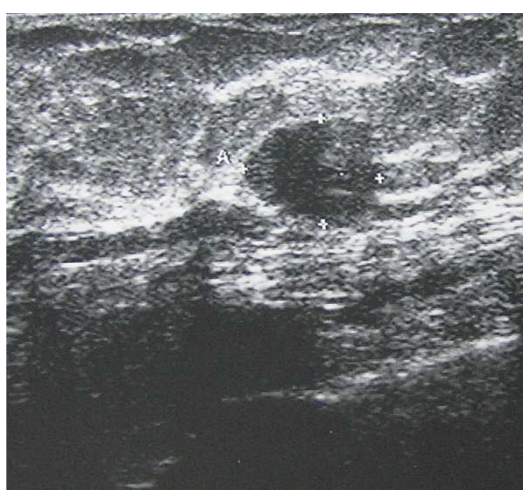
Obr. 18. Žláza bez patologie ⁽¹⁶⁾



Obr. 19. Cysta ⁽¹⁶⁾

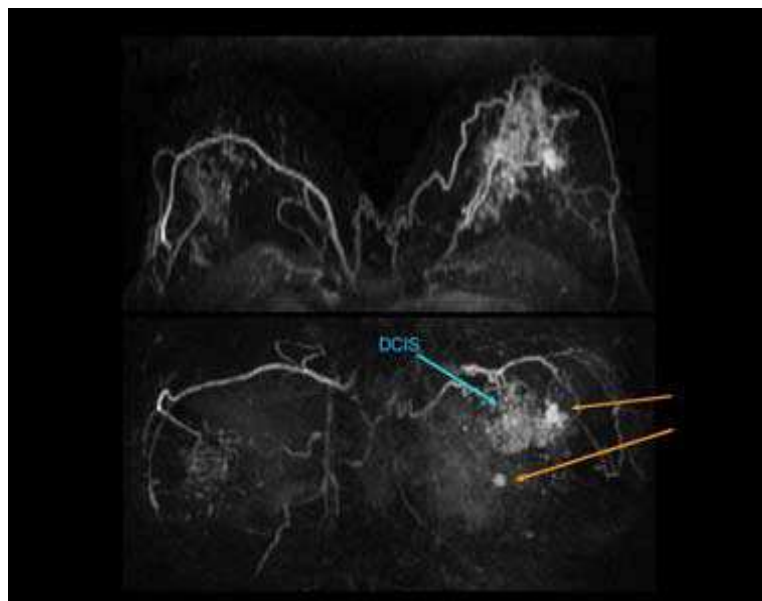


Obr. 20. Duktální invazivní karcinom ⁽¹⁶⁾

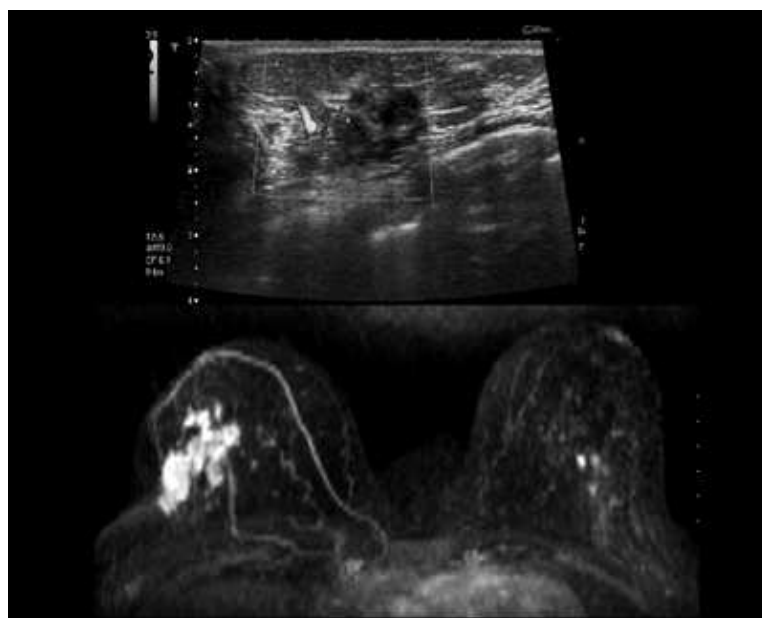


Obr. 21. Lobulární invazivní karcinom ⁽¹⁶⁾

- Magnetická rezonance

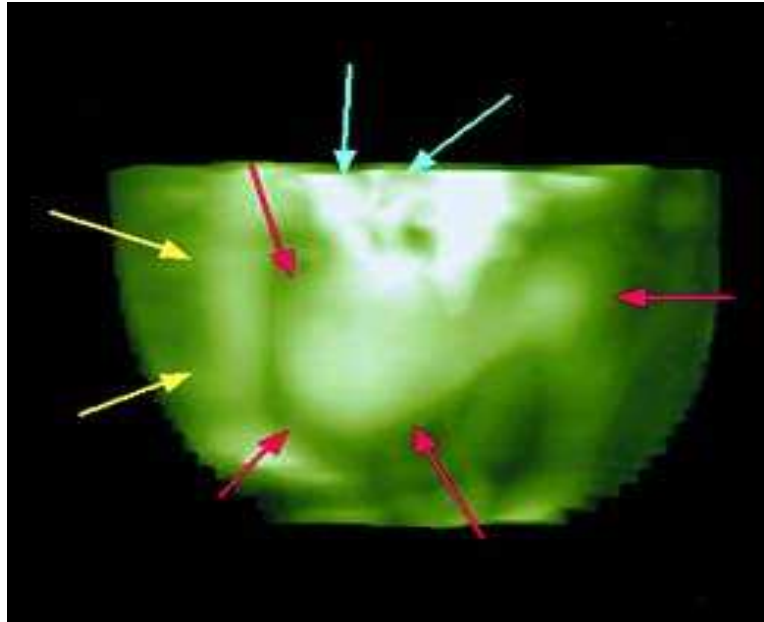


Obr. 22. Sycení gadoliniem u duktálního karcinomu in situ ⁽¹¹⁾

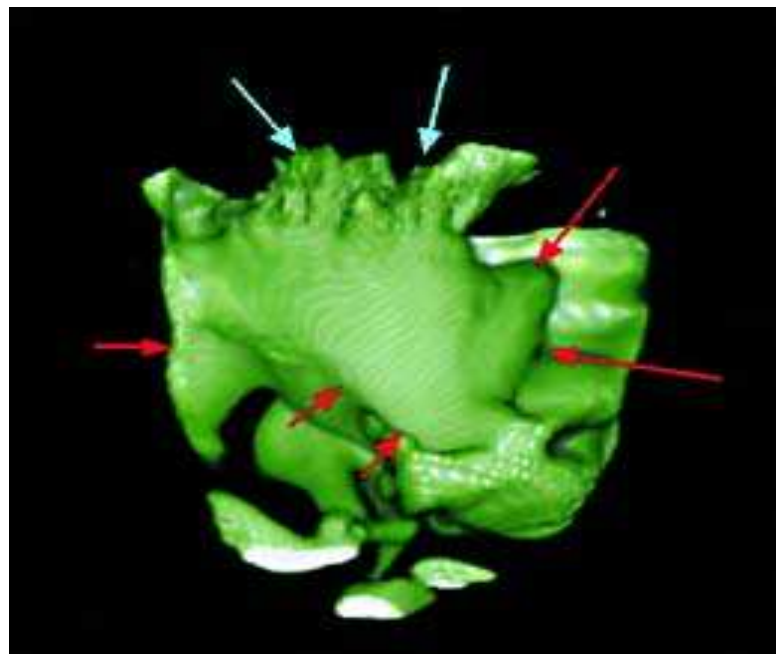


Obr. 23. Sycení gadoliniem u multilobulárního lobulárního invazivního karcinomu ⁽¹¹⁾

- CT laserová mamografie



Obr. 24. Maximum intensity projection. V centru AGN ⁽¹²⁾



Obr. 25. Surface rendering ⁽¹²⁾

2. Cíl práce a hypotéza

2.1. Cíl práce

Cíl této práce je zhodnotit postavení a míru využitelnosti výsledků z CTLM v běžném mamografickém provozu. Dále sestavit spektrum žen vyšetřených na CTLM přístroji Radiodiagnostické kliniky FNKV v Praze a zhodnotit, pro jaké procento z nich byla CTLM přínosem.

2.2. Hypotéza

CTLM má své místo v algoritmu vyšetřovacích metod prsu.

3. Metodika

V této práci jsou použity informace z české literatury, časopisů, internetu a manuálu k CTLM systému. Údaje z praxe jsou získány z pracoviště radiodiagnostické kliniky Fakultní nemocnice Královské Vinohrady (FNKV). Tyto údaje jsou dále statisticky zpracovány pomocí relativní četnosti, aritmetického průměru a znázorněny pomocí histogramů.

Zajímala jsem se hlavně o vyšetřovací metody prsu, jejich srovnání (klady, záporny) a současné uplatnění CTLM mezi nimi.

3.1. Sledovaný soubor

Sledovaným souborem (n = 801) byly pacientky vyšetřené na CT laserové mamografii radiodiagnostické kliniky FNKV v Praze v období 15.1.2007 – 27.8.2008.

Pacientky pro CTLM vyšetření byly vybrány podle následujících kritérií:

1. Pacientky před core-cut biopsií - nejasný nález v prsu
2. Pacientky s bohatší strukturou žlázy, dle typologie převážně Tabár I., IV., a V.
3. Onkologické pacientky léčené pro karcinom prsu
4. Ostatní – mladé ženy a ženy s benigní biopsií v anamnéze

3.2. Statistika

Použitý statistický vzorec k získání výsledků

relativní četnost:

$$p_i = \frac{n_i}{n}$$

n_i absolutní četnost

n rozsah výběru

p_i relativní četnost, lze převést na %

aritmetický průměr:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

3.3. *Získání údajů z praxe*

Mamografické pracoviště RDG kliniky FNKV v Praze je od roku 2003 akreditovaným mamografickým centrem. Zabývá se prevencí (screeningem) a diagnostikou pacientek onkologického ústavu FNKV. Ročně vyšetří pomocí mamografie přibližně 5000 screeningových a 1700 diagnostických pacientek. Za pomocí ultrasonografie je vyšetřeno přibližně 3000 pacientek a je provedeno na 150 biopsií.

Přístrojové vybavení mamografického pracoviště RDG kliniky FNKV v Praze:

- mamografický rtg systém GE - DIAMOND MGX 2000 s digitální stereotaxí model DELTA 32 a se sadou pro zvětšení a spotkompresi
- ultrazvukový přístroj od firmy Toshiba – Nemio s 7,5 MHz lineární sondou, konvexní sondou a barevným mapováním
- bioptické dělo BARD MAGNUM pro intervence
- CT laserová mamografie model 1020, Imaging Diagnostic System Inc., USA

4. Výsledky

4.1. Spektrum vyšetřených žen a jednotlivé vyšetřovací modalitty

Věk pacientek	CTLM	Mamografie (+ eventuálně UZ)	Pouze UZ	Podezřelý nález na MG, UZ či obou	Zjištěna angiogeneze na CTLM
13 – 30 let	43	2	40	0	1
31 – 40 let	68	30	36	8	2
41 – 50 let	274	252	15	33	3
51 – 60 let	289	282	1	42	8
61 – 70 let	107	106	0	26	8
71 – 81 let	20	20	0	11	1
Celkem	801	692	92	120	23

Tab. 2. Spektrum žen a vyšetřovací modalitty

Z uvedené tabulky vyplývá, že ze sledovaného souboru ($n = 801$) podstoupilo 86% žen mamografické vyšetření (případně mamografii s ultrazvukem). Samotné ultrazvukové vyšetření bylo provedeno u 11% žen:

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{692}{801} = 0,86 = 86\%$$

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{92}{801} = 0,11 = 11\%$$

U 15 % žen byl zjištěn podezřelý nález na mamografii (MG), ultrasonografii (UZ) nebo kombinaci obou. 85% žen bylo bez podezřelého nálezu na MG, UZ či obou:

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{120}{801} = 0,15 = 15\%$$

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{681}{801} = 0,85 = 85\%$$

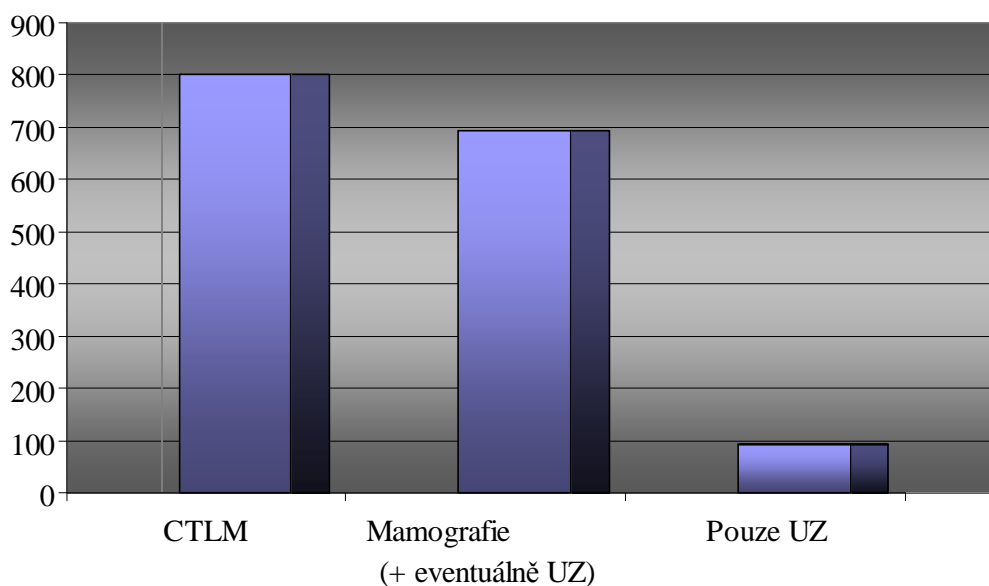
Angiogeneze na CT laserové mamografii byla nalezena téměř u 3% žen:

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{23}{801} = 0,029 = 2,9\%$$

Průměrný věk žen byl 51 let:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{40579} \cdot 801 = 50,66 \cong 51$$

Počet žen u jednotlivých modalit



Graf. 1. Jednotlivé modalit

4.2. Provedené core-cut biopsie

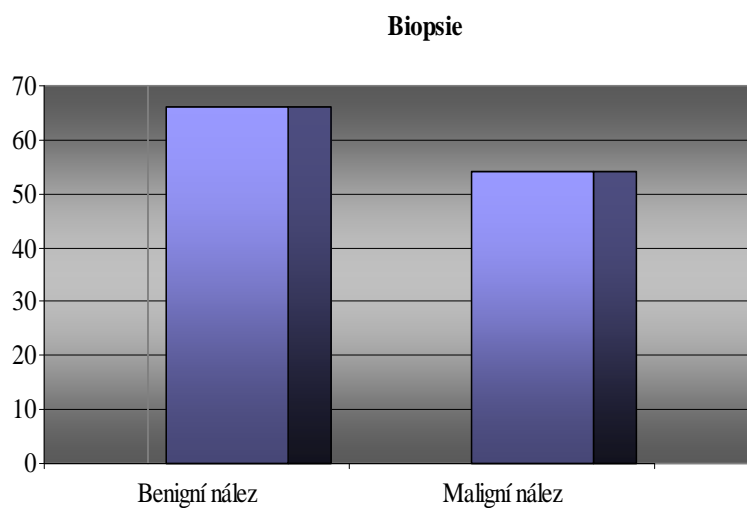
Biopsie	Počet provedených biopsií
Benigní nález	66
Maligní nález	54
Celkem	120

Tab. 3. Provedené biopsie

Ze sledovaného souboru ($n = 801$) byl u 15% žen nalezen podezřelý nález na MG, UZ či obou. Tyto ženy následně podstoupily core-cut biopsii. Benigní nález byl zjištěn u 8 % žen, maligní nález u 7% žen:

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{66}{801} = 0,08 = 8\%$$

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{54}{801} = 0,07 = 7\%$$



Graf 2. Biopsie

4.3. *Srovnání zjištěných malignit po core-cut biopsií se zobrazenými angiogenezi na CTLM*

Věk pacientek	Počet maligních biopsií	Angiogeneze na CTLM	Angiogeneze s prokázanou maligní biopsií
13 - 30 let	0	1	0
31 - 40 let	2	2	1
41 - 50 let	12	3	2
51 - 60 let	17	8	2
61 - 70 let	14	8	6
71 - 81 let	9	1	1
Celkem	54	23	12

Tab 4. Maligní biopsie a prokázané angiogeneze na CTLM

Z předchozích údajů vyplývá, že maligní nádor prsu byl prokázán u 54 žen (7%). Z tohoto počtu byla angiogeneze přítomna pouze u 12 pacientek, což tvoří 22% žen s maligním nálezem:

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{12}{54} = 0,22 = 22\%$$

U 5 žen angiogeneze provázela ověřenou benigní lézi. Z počtu 66 odbioptovaných pacientek s benigní histologií tak tvoří 7,6% žen:

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{5}{66} = 0,076 = 7,6\%$$

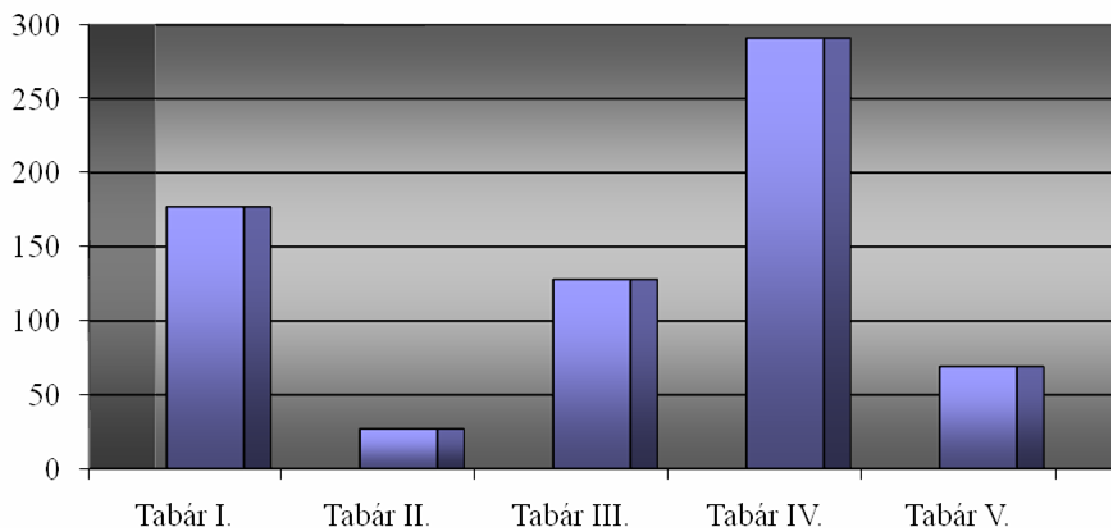
Angiogeneze byla také přítomna u dalších 6 žen. U těchto žen nebyly prokázány patologicky závažné změny či nálezy podezřelé z malignity na MG a/nebo UZ, tudíž biopsii neabsolvovaly.

4.4 . Počty žen vyšetřené na CTLM dle Tabárovej klasifikace

Typologie dle Tabára	Počej žen	Procentuální vyjádření
Tabár I.	177	26%
Tabár II.	27	4%
Tabár III.	128	18%
Tabár IV.	291	42%
Tabár V.	69	10%

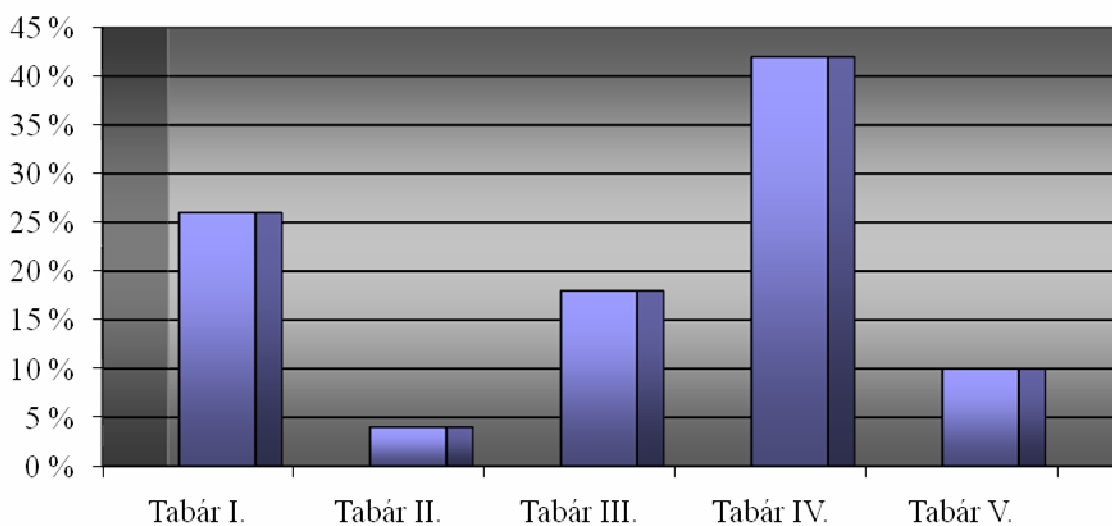
Tab. 5. Tabárova klasifikace

Zastoupení žen dle Tabárovej klasifikace



Graf 3. Početní zastoupení žen dle Tabárovej klasifikace

Procentuální zastoupení žen dle Tabárovej klasifikace



Graf 4. Procentuální zastoupení žen dle Tabárovej klasifikace

Z celkového počtu 692 žen, které podstoupily mamografické vyšetření mělo:

I. typ žlázy dle Tabárovy klasifikace 26% žen

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{177}{692} = 0,26 = 26\%$$

II. typ žlázy dle Tabárovy klasifikace 4% žen

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{27}{692} = 0,04 = 4\%$$

III. typ žlázy dle Tabárovy klasifikace 18% žen

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{128}{692} = 0,18 = 18\%$$

IV. typ žlázy dle Tabárovy klasifikace 42% žen

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{290}{692} = 0,42 = 42\%$$

V. typ žlázy dle Tabárovy klasifikace 10% žen

$$p_i = \frac{n_i}{n} = \frac{69}{692} = 0,10 = 10\%$$

5. Diskuze

V první části své bakalářské práce jsem se zabývala základními i méně využívanými metodami vyšetření prsu a uplatněním CT laserové mamografie mezi nimi. Zajímala jsem se hlavně o výhody a nevýhody jednotlivých vyšetření. Se získáním odborné literatury již známých metod jsem větší problémy neměla, spíše informací o CT laserové mamografii není doposud v literatuře příliš mnoho. Z tohoto důvodu jsem čerpala hlavně z manuálu k CTLM systému a z internetových stránek Imaging Diagnosting System.

Ve druhé části jsem se soustředila na zpracování údajů získaných z praxe. Tato část mi také nepřinesla větší komplikace a to hlavně díky mé konzultantce, která mi poskytla data o sledovaném souboru.

Některé své výsledky jsem předem očekávala. Například věkový průměr 51 let, jelikož naše pracoviště je zařazeno do screeningového programu. Dále mě nepřekvapil ani počet a věk žen, které byly vyšetřeny jen za použití ultrasonografie. Většinou se jednalo o ženy nižší věkové kategorie, u kterých je USG základní metodou.

Zajímavý poznatek tvoří ne příliš velký rozdíl zjištěných maligních a benigních biopsií. Na druhou stranu, i když tento rozdíl není příliš odlišný, pokud chceme mít jistotu (v případě hodnotitelného vzorku), že se jedná o benigní lézi, provedení tohoto výkonu je nezbytné. Podle Věstníku Ministerstva zdravotnictví z roku 2007 může být počet zjištěných maligních biopsií versus počet benigních biopsií stejný.

Dalším zajímavým výsledkem je počet maligních biopsií (54) versus počet zjištěných angiogenezí na CTLM s prokázanou maligní biopsií (12) a také počet falešně pozitivních angiogenezí na CTLM (6). U 5 žen angiogeneze provázela ověřenou benigní lézi. Ze zjištěných údajů tedy vyplývá, že úspěšnost CTLM byla 22%.

Otázkou zůstává, jestli procento úspěšnosti CTLM s porovnáním s ostatními metodami je dostatečné.

6. Závěr

Zpracováním tématu CT laserová mamografie jsem se dozvěděla nejenom zajímavé informace o této nové metodě, ale také i o dalších metodách, které doposud nejsou příliš využívány.

Cílem mé práce bylo zjistit postavení a míru využitelnosti výsledků z CTLM v běžném mamografickém provozu. Výsledkem bylo zjištění, že tato metoda je v České republice doposud nerozšířená. Pokud je k dispozici na ojedinělých pracovištích, je používána zejména před biopsiemi nejasných ložisek.

Dalším cílem bylo sestavit spektrum žen vyšetřených na CTLM a zhodnotit, pro jaké procento z nich byla CTLM přínosem. Výsledky mých výpočtů potvrdily hypotézu, že CTLM má své místo v algoritmu vyšetřovacích metod prsu, ale pouze jako doplněk ke stávajícím základním vyšetřovacím metodám, mamografii a ultrasonografii, neboť úspěšnost 22% není dostačující, aby se z CTLM stala základní vyšetřovací metoda. Můj předpoklad také splnilo sestavené spektrum žen, které tvořily sledovaný soubor. Většinou se jednalo o ženy, které věkově spadají do screeningového programu, jelikož mamografické centrum FNKV v Praze je zařazeno do akreditovaných screeningových pracovišť v České republice.

Výhody této metody spočívají v možnosti opakování, tato metoda nemá vedlejší účinky a je celkově ženami dobře snášena. Ženy všeobecně novou metodu vítají a většina oslovených žen toto vyšetření neodmítá.

Doufám, že má práce splní očekávání čtenářů a poskytne jim další cenné informace v oblasti mamodiagnostiky.

7. Seznam použité literatury

Odborná literatura:

1. ČIHÁK, R. *Anatomie 3*. 1.vyd. Praha: Grada, 1997. 655 s.
ISBN 80-7199-062-0
2. IMAGING DIAGNOSTIC SYSTEM INC. *Computed Tomography Laser Mammography*. CTLM Model 1020 Comprehensive Manual 900600
3. KLENER, P. *Klinická onkologie*. 1 vyd. Praha: Galén, 2002. 686 s.
ISBN 80-7262-151-3
4. SKOVAJSOVÁ, M. *Mamodiagnostika*. 1 vyd. Praha: Galén, 2003. 301 s.
ISBN 80-7262-220-X
5. SLANETZ, P. MR zobrazení prsu v klinické praxi. *Gynekologie po promoci*. Praha: 2005, roč. 5, č. 5, s. 24-29.
ISSN 1213-2578

Internetové odkazy:

6. BÍLKOVÁ, A. CTLM
tryskac@post.cz od alena.bilek@seznam.cz, 17. května 2008
7. BÍLKOVÁ, A. ctm
berdie@centrum.cz od alena.bilek@seznam.cz, 4. dubna 2009
8. BÍLKOVÁ, A. foto
berdie@centrum.cz od alena.bilek@seznam.cz, 4. dubna 2009
9. BÍLKOVÁ, A. text
berdie@centrum.cz od alena.bilek@seznam.cz, 4. dubna 2009
10. DANEŠ, J. Elektrická impedanční tomografie (EIT)-praktické využití.
<http://www.senologie.cz/cinnost/doc/7ck/Abstrakt%201%20-%20Elektricka%20impedancni%20tomografie.doc>, 31. prosince 2008
11. http://www.imds.com/clinical/posters/charite_small.pdf, 1. ledna 2009
12. <http://www.imds.com/clinical/studies/case3.php>, 1. ledna 2009
13. <http://www.imds.com/products/ctlm/clinical1.php>, 1. ledna 2009

14. http://www.zlaty-bod.cz/index.php?stranka=elektro_ukaz_termografie,
31.prosince 2008

Powerpointová prezentace:

15. Bartošová R., Fousková P.: Počítačová tomografie laserová mamografie-CTLM
16. Bílková A., Bendová M., Svoboda B.: CT laserová mamografie jako nová
vyšetřovací metoda

8. Klíčová slova

- CT laserová mamografie
- Angiogeneze
- Mamografie
- Ultrasonografie
- Biopsie