



دانشگاه علوم پزشکی تهران  
معاونت توسعه مدیریت و برنامه ریزی منابع

دوره آموزشی:

سی تی لیزر ماموگرافی

## فهرست

۱. اهداف رفتاری..... ۲
۲. مقدمه ..... ۳
۳. سرطان پستان..... ۴
۴. ماموگرافی..... ۵
  - ماموگرافی چه چیزی را نشان می دهد؟
  - مزایای ماموگرافی
  - معایب ماموگرافی
۵. سی تی لیزر ماموگرافی..... ۹
  - انتخاب طول موج
  - تخت
  - گنتری
  - بازسازی تصاویر و تشخیص صحیح
  - مشکلات و نتیجه گیری از تصاویر لیزر ماموگرافی
  - مزایای دستگاه سی تی لیزر ماموگرافی لیزری
۶. کلید واژگان ..... ۲۳
۷. خود آزمایی..... ۲۴
۸. پاسخنامه ..... ۲۵
۹. منابع..... ۲۶

## اهداف رفتاری

پس از پایان این دوره از فراگیران انتظار می‌رود:

۱. روشهای تشخیصی بیماریهای بافت پستان را نام ببرند.
۲. روشهای تصویربرداری بافت پستان را نام ببرند.
۳. روش سی تی لیزر ماموگرافی را شرح دهند.
۴. بتوانند روش تصویربرداری ماموگرافی را با سی تی لیزر ماموگرافی مقایسه کنند.
۵. مزایا و معایب تکنیک ماموگرافی را بیان کنند.
۶. مزایا و معایب تکنیک ماموگرافی را توضیح دهند.
۷. تجهیزات سی تی لیزر ماموگرافی را نام ببرند.
۸. کاربرد لیزر در تصویربرداری را بیان کنند.

## مقدمه

سرطان پستان، بعد از سرطان ریه، از مهمترین عوامل مرگ‌ومیر با منشاء سرطان در زنان است. یکی از موثرترین راههای مبارزه سرطان پستان، تشخیص آن در مراحل اولیه پیدایش ناهنجاری است. به عقیده اکثر پزشکان در صورت تشخیص به موقع سرطان در مراحل اولیه می توان درمان موثرتری را انجام داد و میزان مرگ و میر احتمالی را بیشتر کاهش داد.

در حدود ۹۰٪ از ضایعات خوش خیم و بدخیم پستان از طریق لمس پستان شناسایی می شوند. با این حال ممکن است تا زمان قابل لمس شدن، یک توده بدخیم، بدون درد و منفرد بوده و به گره های لنفاوی متاستاز داده باشد. بنابراین، تشخیص در مراحل اولیه سرطان، به عنوان یک عامل حیاتی در درمان موفق به شمار می رود.

در بین روشهای تصویربرداری و تشخیصی از نسج نرم پستان، ماموگرافی مطمئن ترین روش استاندارد جهانی جهت مشخص نمودن و تشخیص تومورها و ناهنجاریهای بافت پستان است. از دیگر روش های تصویربرداری مورد استفاده در کنار ماموگرافی و معاینه بالینی، می توان به سونوگرافی، MRI، ترموگرافی و سی تی لیزر ماموگرافی نیز اشاره نمود.

سی تی لیزر ماموگرافی (CT LASER Mammography) یا CTLM انقلابی در تصویربرداری پزشکی و روشی جدید در تصویر برداری به کمک لیزر است که برای آشکار سازی سرطان سینه (Breast Cancer) و در کنار دستگاه های متداول ماموگرافی برای کاهش نمونه برداری یا بیوپسی سینه مورد استفاده قرار می گیرد. اصول عملکردی CTLM تا حدودی شبیه به CT Scanner های متداول است این دستگاه شامل یک منبع انرژی نور لیزر نزدیک به مادون قرمز (NIR) یا (Near infrared) است و کل سینه را اسکن می کند پس از اسکن کامپیوتر از اطلاعات اپتیک بدست آمده تصاویر مقطع نگاری شده مورد نظر را بازسازی می کند مقادیر اپتیک بدست آمده به طور مستقیم به ظرایب انتقالی موثر اپتیک بافت سینه نسبت داده می شود تصاویر ممکن است به صورت تک مقطعی (Single slice) و یا به صورت حجمی و سه بعدی (3D Volumes) نمایش داده می شود CTLM تکنیکی جدید و اولین وسیله غیر تهاجمی در زمینه تصویربرداری نوری است که از فن آوری لیزر به جای اشعه X استفاده می کند و قادر به ایجاد تصاویر سه بعدی از ساختمان و ساختار داخلی سینه است.

سی تی لیزر ماموگرافی در مقایسه با ماموگرافی تکنیکی بی خطر است که در آن میزان جذب نور لیزر در بافت اندازه گیری شده و پس از انجام محاسبات ریاضی و کامپیوتری تصاویر مکمل دقیقی از بیمار ارائه می گردد که در تشخیص بموقع سرطان پستان بسیار ارزشمند است. در این دوره آموزشی نگاهی مختصر بر این روش خواهیم داشت و آنرا با روش ماموگرافی مقایسه می نماییم.

## سرطان پستان

زمانی که سلول های طبیعی در پستان، بنا بر هر دلیلی شروع به تغییر و رشد غیر قابل کنترل می نمایند و توده ایی به نام تومور را تولید می کنند می گوئیم ناهنجاری بروز کرده است. این تومور می تواند خوش خیم (غیرسرطانی) و یا بدخیم (سرطانی، به معنی آن که می تواند به سایر قسمت های بدن گسترش یابد) باشد. ممکن است سرطان از تک سلولی که از نظر ژنتیکی غیرطبیعی است، آغاز شود. با تکثیر این سلول تومور حاصل می شود و منبع خونی برای تغذیه و تداوم رشد خود را ایجاد می کند. گاهی اوقات سلول ها از توده اولیه جدا شده و در فرآیند «متاستاز» به قسمت های دیگر بدن منتشر می شوند.

زمانیکه سلول های سرطانی به سایر مکان های بدن از طریق رگ های خونی و یا رگ های لنفاوی حرکت می کنند سرطان پستان گسترش می یابد. بیشترین مکان گسترش، غدد لنفاوی منطقه ایی است. این غدد لنفاوی ممکن است غدد زیر بغلی، گردنی و یا بالای ترقوه ای باشند. شایعترین محل متاستاز دور از منشاء شامل استخوان ها، شش ها و کبد می باشند. در این بین متاستاز سرطان پستان به مغز کمتر رخ می دهد. سرطان پوست یا قفسه سینه همان پستان که درگیر شده بود البته اگر درحین درمان برداشته نشده باشد و دیگر بافت های قفسه سینه و یا سایر قسمت های بدن بطور موضعی عود کند.

بیشتر مواقع قبل از رخ دادن متاستاز، سرطان پستان تشخیص و درمان می شود. بر اساس جدیدترین داده ها از موسسه ملی سرطان ۶۱٪ سرطان های پستان، قبل از متاستاز تشخیص داده می شوند و ۳۱٪ از آنها بعد از گسترش به غدد لنفاوی نزدیک یا خارج سینه و ۶٪ از آنها بعد از متاستاز دور به غدد لنفاوی نزدیک تشخیص داده می شوند.

نسج پستان به طور عمده از سه بخش عمده بافت غددی، بافت چربی و مجاری شیری تشکیل شده است که مقدار درصد و ترکیب آنها وابسته به عمر و تغذیه طرز زندگی فرد است. در این بافت شبکه ای از لب ها وجود دارد. این شبکه از ساختارهای لوله مانند کوچک به نام لوبولس یا لوب های کوچک تشکیل شده اند. این لوب های کوچک حاوی غدد شیری هستند. مجاری کوچک به لوب ها، لوب های کوچک و غدد متصل می شوند و منجر به حمل شیر از لوب ها به نوک پستان در وسط «آروالا» (ناحیه تیره در اطراف نوک پستان) می گردند.

حدود ۹۰٪ از تمام موارد سرطان پستان از مجراها یا لوب ها شروع می شود. تقریباً ۷۵٪ از تمام سرطان های پستان در ابتدا سلولهای پوششی مجرای شیری را درگیر می کند. به این نوع سرطان «سرطان مجاری شیری» می گویند. در صورتیکه

سرطان از لوب های کوچک شروع گردد به آن «سرطان لوب های کوچک پستان» می گویند. اگر سرطان از مجرا خارج شده و به بافت های محیطی نفوذ کند به آن «سرطان داکتال مهاجم یا نفوذی» می گویند.

در صورتیکه سرطان از لوب های کوچک گسترش یابد به آن «سرطان لوبولار نفوذی یا مهاجم» می گویند. در صورتیکه سرطان گسترش پیدا نکند تحت عنوان در محل یا لوکال نامیده می شود. روند این نوع سرطان و همچنین روند درمان آن به نوع کارسینوما که داکتال (DCIS) یا لوبولار (LCIS) است، بستگی دارد.

اخیراً، انکولوژیست ها بیان نموده اند که کارسینوما داکتال در محل یا لوکال بیشترین نوع سرطان سینه را تشکیل می دهد لذا به منظور جلوگیری از تبدیل این نوع سرطان به نوع تهاجمی و انتشار احتمالی آن به سایر قسمت های پستان یا بدن باید با عمل جراحی برداشته شود. علاوه بر جراحی، پرتو درمانی، و هورمون درمانی برای کارسینوما داکتال در محل توصیه می شود.

کارسینوما لوبولار در محل سرطان در نظر گرفته نمی شود و معمولاً توسط پزشک کنترل می شود. این نوع کارسینوما، فاکتور تهدید کننده ای برای ابتلا به سرطان پستان محسوب می شود.

سایر سرطان های نادر تر در پستان شامل مدولاری، میوسینوس، تیوبولار، متاپلاستیک و پاپیلاری می باشند. سرطان التهابی پستان یک نوع سرطان پیشرونده است که حدوداً ۱ تا ۵ درصد سرطان های پستان را در بر می گیرد. ممکن است این نوع سرطان با عفونت پستان اشتباه تشخیص داده شود. زیرا اغلب در این نوع سرطان، تورم و قرمزی پوست پستان مشاهده می شود. بیماری پاجت یک نوع سرطان در محل است که از مجرای نوک پستان شروع می شود. اغلب در این نوع سرطان، ظاهر پوست پستان به صورت پوسته پوسته و با خارش همراه است.

## ماموگرافی

ماموگرافی در واقع تصویربرداری دوبعدی (یا رادیوگرافی) از نسج نرم پستان، با استفاده از اشعه ایکس می باشد. امروزه ثابت شده که ماموگرافی با کیفیت بالا، معاینات دقیق فیزیکی، چک آپ های ماهانه سینه توسط خود شخص باعث بهتر آشکار شدن سرطان سینه در مراحل ابتدایی، یعنی در مرحله ای که سرطان قابل درمان است، می شود.

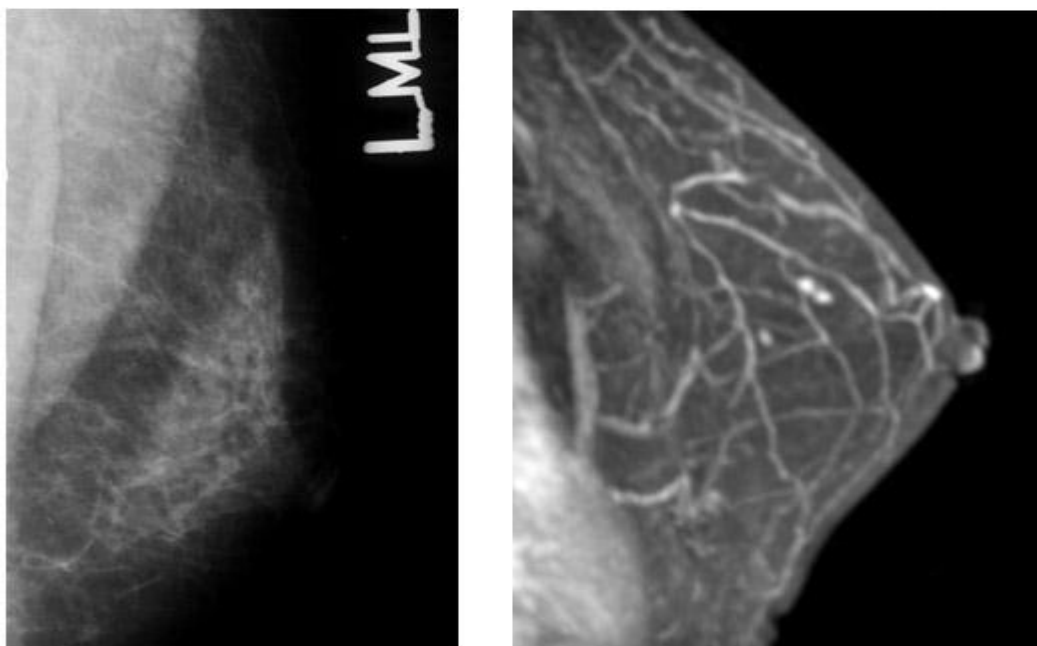
ماموگرافی می تواند ناهنجاری های کوچکی در بافت پستان در حد یک سانتی متر را مشخص کند. شما یا پزشک تان توده پستانی را تا به اندازه ی دو برابر این حد، یعنی به اندازه یک نخود بزرگ، نرسیده باشد، نمی توانید لمس کنید. اولین ماموگرافی به عنوان یک تصویر حد پایه به متخصص رادیولوژی کمک خواهد کرد تا با مقایسه ماموگرافی بعدی با آن، هر تغییر ایجاد شده را تشخیص دهد.

یکی از چیزهایی که متخصص رادیولوژی در ماموگرافی به دنبال آن می‌گردد، «میکروکلسیفیکاسیون» یا همان ذرات ریز رسوب کلسیم است که به صورت نقاط سفید رنگ کوچک در عکس خود را نشان می‌دهند. منشاء ایجاد این ذرات نامعلوم است. این رسوبات کلسیمی به کلسیمی که از راه خوردن، نوشیدن یا مکمل‌های غذایی دریافت می‌کنید، ربطی ندارد. ۸۰ درصد این ذرات ریز کلسیمی بی‌خطر هستند و در مواردی ممکن است نشانه سرطان پستان باشند. متخصص رادیولوژی بسته به نوع و الگوی این ذرات کلسیمی ممکن است تشخیص دهد که لازم است نمونه برداری بافتی انجام شود، تصاویر رادیوگرافی با بزرگ‌نمایی بیشتر اضافی برداشته شود یا ماموگرافی تکرار شود.

امروزه با رشد و توسعه ماموگرافی‌های دیجیتال، سونوگرافی و ام‌آر‌آی ممکن است این پرسش مطرح شود که آیا برای تشخیص زوردرس سرطان پستان یا غربالگری این بیماری، می‌توان از این روش‌ها به جای ماموگرافی معمول استفاده کرد؟ به نظر می‌رسد با این که تکنیک‌های جدید، کیفیت تصویری بهتری در اختیارمان می‌گذارند و تشخیص دقیق‌تری را امکان‌پذیر می‌کنند، هنوز نتوانسته‌اند جایگزین ماموگرافی سنتی شوند.

### ماموگرافی چه چیزی را نشان می‌دهد؟

در ماموگرافی، چربی به رنگ خاکستری دیده می‌شود، بافت پستانی که متراکم‌تر است، سفید به نظر می‌رسد. ذرات ریز کلسیمی و توده‌های خوش‌خیم یا غیرسرطانی و نیز توده‌های بدخیم یا سرطانی نیز سفید دیده می‌شوند.



ناهنجاری ها در ماموگرافی های زنان مسن تر و بعد از سن یائسگی را آسان تر می توان تشخیص داد زیرا پستان های آن ها عمدتاً از چربی تشکیل شده است، در نتیجه یک توده خوش خیم یا بدخیم که سفید رنگ است را در زمینه خاکستری مربوط به بافت چربی، به راحتی می توان شناسایی کرد.

برای داوری در این مورد که توده کشف شده بدخیم است یا نه، متخصص رادیولوژی ظاهر آن را بررسی می کند. برای مثال اگر ذرات ریز کلسیمی در سراسر پستان مشاهده شوند، احتمال بیشتری دارد که خوش خیم باشند در حالی که ذرات کلسیمی که ریز و در یک جا متمرکز هستند، با احتمال بیشتری ممکن است سرطانی باشند. کیست های خوش خیم معمولاً گرد و با دیواره های صاف هستند، در حالی که تومورهای سرطانی لبه های دنداندار دارند. متخصصان رادیولوژی اغلب از سونوگرافی برای تشخیص این که توده کشف شده کیستی و بنابراین خوش خیم است یا نه، استفاده می کنند. در مجموع اغلب ناهنجاری هایی که در ماموگرافی ها دیده می شوند، نهایتاً خوش خیم از آب در می آیند.

این امر هنوز یک کار در حال پیشرفت است. سیستم نرم افزاری و پارامترهای اندازه گیری در حال بهتر شدن و کاربردی تر شدن هستند. امکانات بالقوه با لینی شامل اطلاعات اضافی درباره تشخیص ضایعات غیر قابل لمس پستان و نیز پاسخ دهی تومور به یک شیمی درمانی می باشند. ماموگرافی اپتیک جهت این هدف هم ارزیابی شده و نتایج خوبی را به همراه داشته است. مطالعات بیشتر و تقویت نمودن ادامه دار این سیستم جهت ارزیابی بهتر و کاربرد بهتر بالینی این روش جدید ضروری می باشند.



برخی از پزشکان نیز چک آپ کلینیکی سالانه و یا انجام یک یا دو بار ماموگرافی در سال با استفاده از سیستم استاندارد (کنترل کیفی شده) را توصیه می کنند. در زنان پیر ماموگرافی می تواند به عنوان وسیله ای برای تشخیص سرطان سینه بکار رود.

با استفاده از ماموگرافی می توان برای ضرورت انجام بیوپسی (نمونه برداری) تصمیم گیری نمود. خصوصاً در مواردی که توده بدون درد بوده و بیمار شکایتی نداشته باشد.

یکی از محدودیت هایی که در سیستم ماموگرافی معمولی با آن مواجه هستیم عدم راحتی بیمار در فشرده ساختن بافت و وجود شرط سنی است. همانطور که می دانیم انجام ماموگرافی در سنین پایین (کمتر از ۳۰ سال) ممنوع است. محدودیت دیگر عدم کارایی ماموگرافی و عدم امکان انجام آن در سینه های چگال (متراکم) است.

در سی تی لیزر ماموگرافی هیچ یک از این محدودیتها وجود ندارد و از سینه بیمار بدون وارد آمدن فشار و احساس ناراحتی تصویربرداری می گردد.

### مزایای ماموگرافی

- روشی غیرتهاجمی و بسیار دقیق در تشخیص ناهنجاریهای های بافت پستان است.
- نسبت به برخی از سایر روشها مانند MRI کم هزینه تر است.
- تصاویری با کنتراست بالا، وضوح بالا و جزئیات دقیق را بدست می دهد.
- میزان پرتوگیری قابل چشم پوشی بیمار (مزیت در مقابل ضرر) = در حدود ۰/۱ تا ۰/۲ راد.

### معایب ماموگرافی

- ممنوع بودن انجام ماموگرافی برای خانمهای زیر ۳۰ سال
- پرتوگیری بیمار (خصوصاً بافت پستان و تیروئید)
- عدم توانایی ماموگرافی در تشخیص ناهنجاریهای نسوج متراکم یا هایپرپلازی
- دردناک بودن انجام ماموگرافی و عدم امکان هماهنگی بیمار در برخی موارد
- عدم امکان به تصویر کشیدن نشانه های بیماری قبل از ۲ هفته اول بروز بیماری بیشتر به علت عدم مراجعه بموقع بیماران و نسوج با دانسیته بالا

## سی تی لیزر ماموگرافی (CT LASER Mammography)

با گسترش سیستم‌های تصویرگر لیزری روشی نو در تصویربرداری از بافت پستان ابداع شد.

این روش به سه دلیل عمده ابداع شد و مورد علاقه پزشکان و بیماران قرار گرفت:

۱. عدم استفاده از پرتو یونیزان

۲. عدم دردناکی در هنگام تصویربرداری

۳. دقت بالا در تصاویر

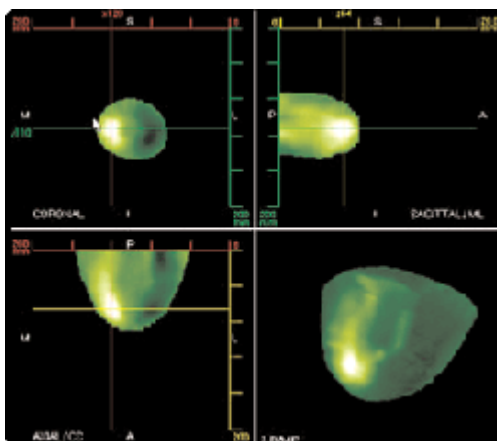
سی تی لیزر ماموگرافی (CT LASER Mammography) یا CTLM انقلابی در تصویربرداری پزشکی روشی جدید در تصویر برداری به کمک لیزر است روشی جدید برای آشکار سازی سرطان سینه (Breast Cancer) که در کنار دستگاه‌های متداول ماموگرافی مورد استفاده قرار می گیرد. اصول عملکردی CTLM تا حدودی شبیه به CT Scanner های متداول است این دستگاه شامل یک منبع انرژی نور لیزر نزدیک به مادون قرمز (NIR) یا (Near infra red) است و کل سینه را اسکن می کند سپس اسکن کامپیوتر اطلاعات حاصل از تصاویر مقطع نگاری شده مورد نظر را بازسازی می کند مقادیر اپتیک بدست آمده را به طور مستقیم به ضرایب انتقالی موثر اپتیک بافت سینه نسبت می دهد. تصاویر ممکن است به صورت تک مقطعی (Single slice) و یا به صورت سه بعدی 3D نمایش داده شود.

سی تی لیزر ماموگرافی تکنیکی جدید و اولین وسیله غیر تهاجمی در زمینه تصویربرداری نوری است که از فن آوری لیزر به جای اشعه ایکس استفاده می کند و قادر به ایجاد تصاویر سه بعدی از ساختمان و ترکیب داخلی سینه است. در روش ماموگرافی معمولی سینه معمولاً با کمپرسور تحت فشار قرار می گیرد که روش آسانی برای خانمها نیست در سیستم ماموگرافی معمولی محدودیت دیگری از نظر سنی وجود دارد که علت آن چگال بودن بافت سینه در سن پایین است در سیستم سی تی لیزر ماموگرافی هیچ گونه محدودیت سنی و چگالی بودن سینه وجود ندارد و بیمار در طول آزمایش بی حرکت خوابیده و دردی احساس نمی کند.

در این روش با تابش نور لیزر ۸۰۸ نانومتر و با توان ۸۲ میلی وات به بافت پستان و جذب نور لیزر توسط رگ‌های خونی موجود در بافت پستان تصاویر عملکردی و ساختاری از بافت پستان بدست می آید.

تکنیک سی تی لیزر ماموگرافی تومورهایی را که در حال شکل گرفتن هستند را بخوبی و با دقت بسیار بالایی نمایش می دهد. مبنای روش بر این اساس است که نور لیزر ۸۰۸ نانومتری توسط گلبولهای قرمز (هموگلوبین ها) جذب می شوند و دستگاه با محاسبه اندازه ورودی بر خروجی، مقدار تجمع بافت و نسوج عروقی را برآورد می نماید و در نهایت با استفاده از

بازسازی های تصویربرداری یک تصویر رنگی ارائه می نماید. از آنجا که اغلب ناهنجاریها همراه با التهاب و تجمع رگها و عروق خونی هستند، می توان بو سیله سی تی لیزر ماموگرافی نقشه دوبعدی یا سه بعدی بافت پستان را با دقت بالایی ترسیم نمود.



نمایی از یک تصویر سی تی لیزر ماموگرافی

اغلب غدد سرطانی برای بیشتر زنده ماندن و رشد کردن منابع خونی قابل توجهی را در اطراف خود جمع می کنند که در واقع بدون تشکیل منابع تغذیه جدید قادر نخواهند بود، بیشتر از دو میلی متر (2mm) در اندازه رشد کنند این فرآیند را اصطلاحاً رگ زائی یا افزایش عروق خونی (Angiogenesis) می نامند.

تکنولوژی سی تی لیزر ماموگرافی با آشکارسازی افزایش هموگلوبین ها در زمینه تصاویر به دست آمده به تشخیص فرآیند رگ زائی حاصل از وجود غدد سرطانی کمک می کند که قدرت بالای تشخیص تصاویر توده های سرطانی به دلیل به تصویر کشیدن همین Angiogenesis ها هستند.

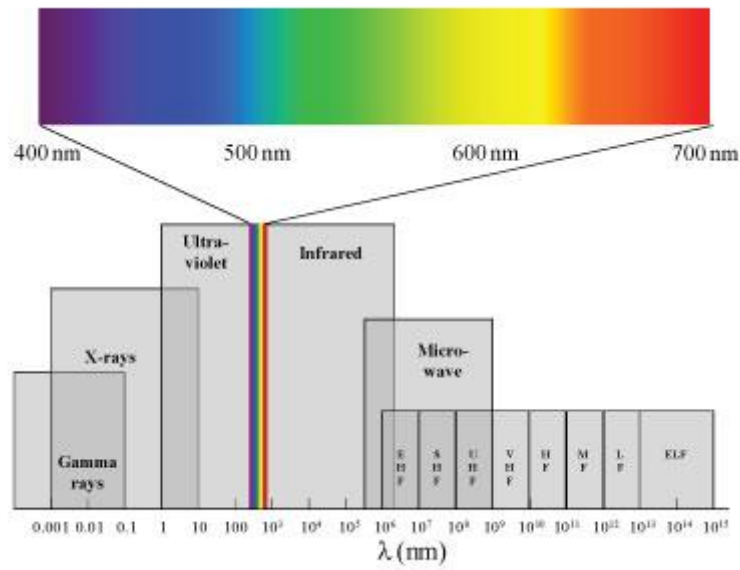
تصویربرداری در این روش وابسته به چگالی بافت نیست، پس برای خانم های جوان که دارای سینه با بافت چگال هستند مشکلی ایجاد نمی کند و برعکس سیستم های اشعه ایکس ماموگرافی تصاویری با وضوح کامل از بافت پستان چگال در اختیار پزشک قرار می دهد.

### انتخاب طول موج

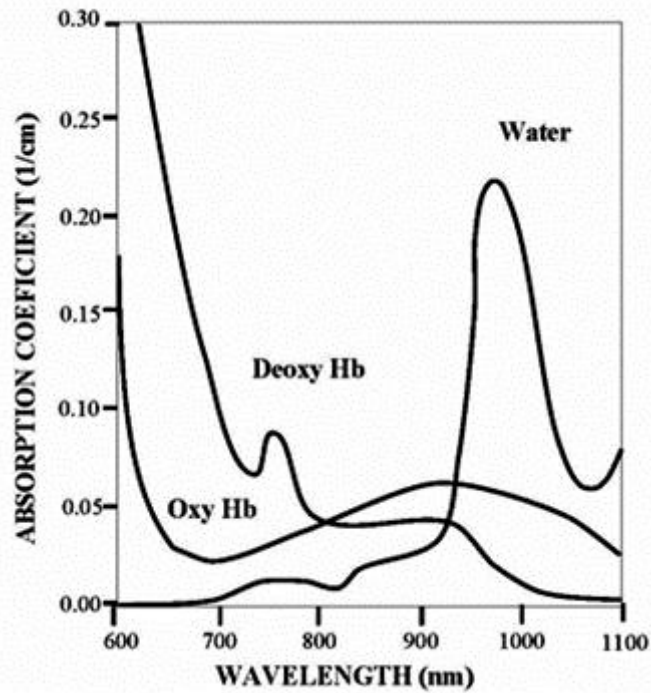
انتخاب لیزر ۸۰۸ نانومتر به این دلیل است که بافت پستان شامل رگ های خونی اکسیژن دار، غیر اکسیژن دار، چربی و آب می باشد.

با بررسی نمودار ضریب جذب لیزر در بافت بدن بر حسب طول موج های گوناگون می توان دریافت برای جذب لیزر توسط رگ های خونی طول موج ۸۰۸ نانومتر یعنی محل تلاقی نمودار اکسی هموگلوبولین و داکسی هموگلوبولین را می توان انتخاب کرد که در این یافته آب و چربی حداقل ضریب جذب خود را دارا هستند.

توان لیزر در اینجا ۸۲ میلی وات به صورت تجربی به دست آمده است. نکته مهم در این مورد زمان تابش لیزر است که این کار در دستگاه در حد میلیونوم از یک بیلینوموم یک ثانیه ( $1/10^{15}$ ) انجام می پذیرد که به این واحد زمانی f.sec (فمتو ثانیه) گویند. (یک اتم در یک مولکول معمولاً یک ارتعاش را در مدت زمان ۱۰ تا ۱۰۰ فمتو ثانیه انجام می دهد).



نمایش طیف امواج الکترو مغناطیس



نمایش نمودار جذب اکسی هموگلوبین و داکسی هموگلوبین و آب در طول موج های مختلف

## تخت

تخت اسکن متشکل از یک صفحه افقی است که بیمار در طول تصویر برداری رو به صفحه (به صورت دمر) دراز می‌کشد. ارتفاع این تخت ۷۳۷ میلی متر است که شخص بیمار می‌تواند به راحتی بر روی آن قرار بگیرد و یک پد نرم و قابل انعطاف نیز بر روی آن قرار داده شده تا بیمار در طول احساس ناراحتی نکند. تخت اسکن شامل ۴ مرکز دایره ای شکل است که بسته به سایز سینه بیمار یکی از این ۴ مرکز انتخاب می‌شود. دور تا دور تخت اسکن از مواد فایبر گلاس ساخته شده و در واقع یک اسکلت فلزی برای چار چوب تخت است. قطعات الکترونیکی و منبع تغذیه دستگاه نیز در یک جعبه فلز مانند و در وسط تخت اسکن تعبیه شده است.

ابعاد این تخت ۲۲۳۵ میلی متر در ۸۶۵ میلی متر می‌باشد و وزن آن در حدود ۲۱۰ کیلوگرم است. معمولاً تخت قادر به تحمل حداکثر وزن ۱۸۰ کیلو گرم بیمار می‌باشد.



نمای کلی تخت و شیار قرار گرفته بر روی تخت

## گنتری

گنتری یا سر دستگاه شامل ۸۴ عدد دتکتور سیلیکونی است که دور تا دور فضای استوانه ای قرار گرفته اند. این گنتری قابلیت اسکن مقطعی پستان در ضخامت ۴ میلیمتر را دارد، کل زمان اسکن بافت پستان در حدود ۲۰-۱۵ دقیقه به طول می کشد. این فضای استوانه ای شامل یک عدد منبع لیزر است که از یک منفذ تابش شده و به بافت پستان برخورد می کند. در حین برخورد به بافت که برعکس اشعه ایکس مضر نبوده و نور لیزر تابانده شده به صورت پرتوهای انعکاسی، منحرف شده ، شکست یافته و یا جذب بافت می شوند. میانگین جذب و شکست نور در بافت توسط تابعی به نام تابع Banana (Function Banana) محاسبه می شود.

## نمایش گنتری و فضای داخلی آن

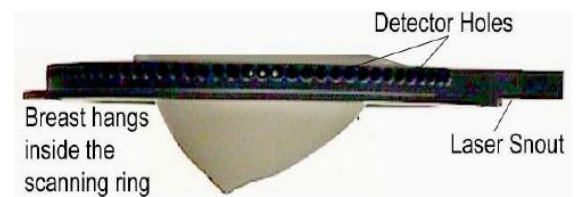
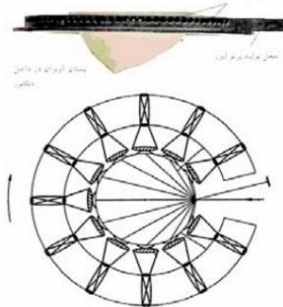
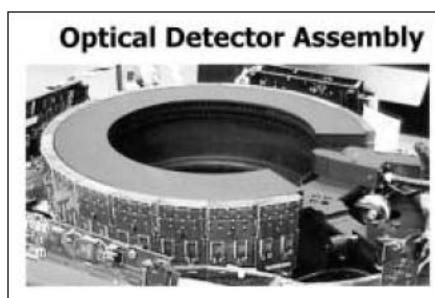
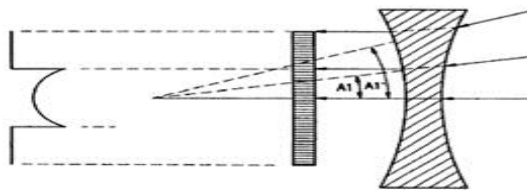


Figure 1A. Breast in scanning position.

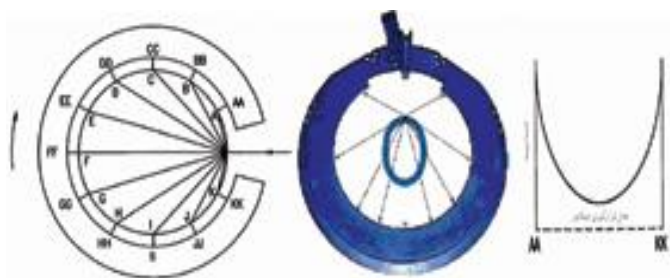


نور لیزر با برخورد به بافت پستان به نورهای گوناگون شکسته شده و هر کدام در ابتدا به یک لنز اپتیکی می‌رسد. لنز اپتیکی کلیه نورهای شکست یافته را بر حسب تنظیم بر روی مرکز دایره گنتری به صورت نوری فرضی که از مرکز گنتری به دکتور می‌رسد از خود عبور می‌دهد. در جلوی این لنز اپتیکی فیلتری قرار گرفته که اشعه‌ای که دارای کمترین مقدار انرژی است (یعنی از بخش شعاعی پستان عبور کرده و جذب بیشتری در مسیر عبور توسط خون انجام شده) را از خود عبور می‌دهد. یعنی در واقع به عنوان یک فیلتر پایین گذر اپتیکی عمل می‌کند و فقط اشعه عبوری با کمترین انرژی را از خود عبور می‌دهد.



#### قرار گیری لنز و فیلتر اپتیکی قبل از دکتور به همراه نمودار پاسخ اپتیکی سنسور برای این لنز و فیلتر

نور خارج شده از فیلتر اپتیکی پس از بزرگنمایی توسط یک عدسی دیگر و محدود شدن آن به دکتور برخورد می‌کند. در کنار منبع تولید لیزر یک سنسور قرار گرفته که بسته به انعکاس نور لیزر حاصل از برگشت از روی بافت شدت نور لیزر تابش شده را در مواقعی کم یا زیادتر می‌کند. این عمل ممکن است بسته به میزان تعرق یا چرب بودن بافت پستان انجام شود.

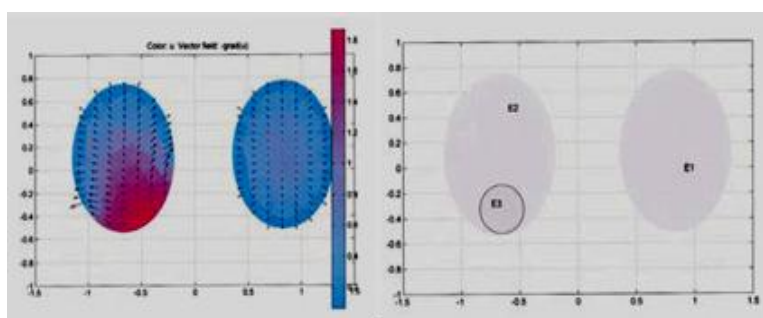


#### قرار گیری دکتورها بر حسب انرژی

مشکل دیگر در قرارگیری دکتورها و فیلترهای اپتیکی در بدترین حالت یعنی پستان با بیشترین حجم ممکن در داخل گنتری است. بدترین وضعیت در حالتی است که مماس بر لبه‌های پستان گذشته و به دکتور برسد که در این حالت



محاسبات دقیقی برای قرارگیری دکتور لازم است. در این حالت منحنی پاسخ دکتور دارای یک لبه بالا و پایین و دو سر تیز است که دو سر تیز بیانگر عبور نور به صورت مماس و حالت نمایی برای عبور نور از مرکز پستان است. کالیبراسیون دکتورها در داخل گنتری برای بدترین ابعاد پستان به همراه نمودار پاسخ دکتور در این گنتری با عبور نور لیزر از مرکز شعاعی پستان نور انرژی خود را به علت شکست یا جذب از دست می‌دهد پس دکتور مستقیم نسبت به منبع انرژی کمتری در مقایسه به دکتور در مجاورت منبع جذب می‌کند که در آرایش دکتورها باید به این نکته در بهینه استفاده کردن از آشکار سازها دقت کرد. نحوه ورود تصاویر به رایانه در این حال خروجی سنسور که به صورت آنالوگ است به یک مدار نگهدارنده داده می‌شود سپس با اتصال به یک مالتی پلکسر به صورت دیجیتال در آمده و به حافظه رایانه منتقل می‌شود. اطلاعات تصویر برای پردازش به صورت دیجیتال در آمده و از فضای دکارتی به فضای قطبی برده می‌شود. در خروجی تصویر سینوگرام به صورت تصویر زیر رسم می‌شود.



شکل ردیف اول شبیه سازی قطاع عادی و شامل تومور در MATLAB و شکل ردیف پایین باز سازی یک نمونه تصویر لیزر ماموگرافی از نوع

مقطعی با استفاده از نرم افزار MATLAB

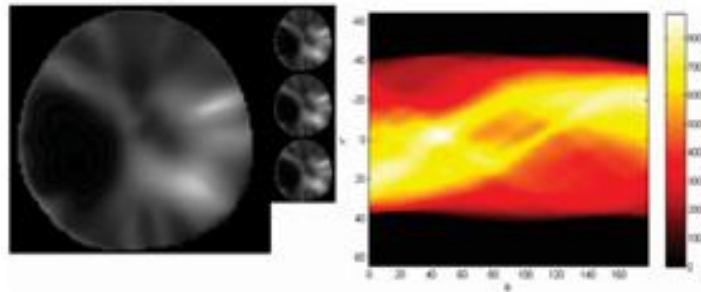
این تصویر دارای یک لایه اغتشاش به خاطر پدیده تفرق و انعکاس است که این تابع اغتشاش با تفریق مقدار محاسبه شده سیگنال از روی دکتور از شار محاسبه شده از روی شدت نور لیزر و شعاع گنتری پستان قابل محاسبه و حذف است. با دانستن مقدار اندازه گیری شده و محاسبه مقدار واقعی، میزان اغتشاش قابل محاسبه و حذف خواهد بود.

### بازسازی تصاویر و تشخیص صحیح

جهت به دست آوردن و شبیه سازی تصاویر مقطعی بافت پستان از نرم افزار MATLAB استفاده شده است. در این روش در مقطع کاملاً یکسان، فقط یکی دارای یک توده در نظر گرفته شده است. با محاسبه و اعمال تابش به صورت کلی وجود تومور یا توده نامشخص در قطاع بافت پستان نسبت به حالت اولیه قابل تشخیص هستند.

نکته مهم در تشخیص تومورهای پستان در اینگونه تصاویر تشخیص حالت بینابینی خون و تومور و رگ به تنهایی از دید پزشکی است زیرا در هر دو حالت جذب توسط خون انجام می‌شود. در حل این مشکل از فیلترهای HIS (نوعی فیلتر تصویربرداری) استفاده که در این حالت با تغییر حد اشباع رنگ ها در تصاویر جزئیات تومورها به صورت واضح مشخص می‌شود ولی اطلاعات لبه‌ها در بافت کلی پستان به هم می‌خورد که در این حال چون تشخیص بافت تومور مهم است تغییرات در لبه‌ها اهمیت چندانی ندارد.

تشکیل تصویر با فیلتر HIS و مشخص شدن شکل تومور



### مشکلات و نتیجه گیری از تصاویر لیزر ماموگرافی

این تصاویر به تنهایی قابل تشخیص نیستند و احتمال تشخیص به تنهایی از روی این تصاویر مشکل است، به همین دلیل این تصاویر به صورت تلفیقی با تصاویر سونوگرافی، MRI و اشعه ایکس ماموگرافی استفاده می‌شود و بیشتر امروزه از جنبه‌های تحقیقاتی به عنوان مثال درگیر شدن پوست بافت پستان با توده سرطانی بررسی پروتئهای جایگذاری شده در پستان و... استفاده می‌شود. هزینه خرید این دستگاه هم بسیار بالا است به طوری که امکان خرید آن برای مراکز تصویربرداری عادی مشکل است و بیشتر برای مراکز تحقیقاتی کاربرد دارد.

یکی از مشکلات دستگاه سی تی لیزر ماموگرافی عدم اسکن دو پستان در یک لحظه است این مسأله به نوبه خود دارای یک اشکال است که بررسی در یک واحد برای دو پستان صورت نمی‌گیرد.

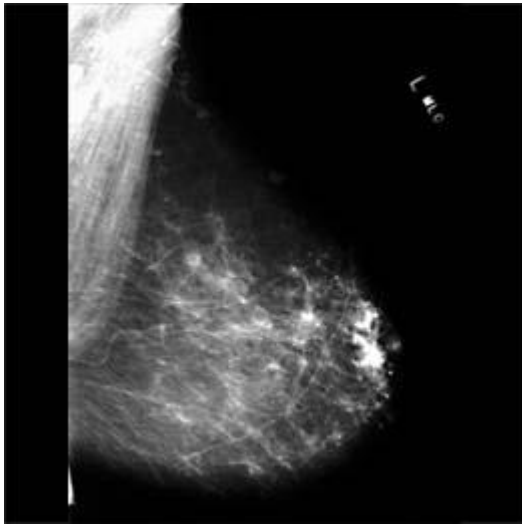
لیزر از یک نقطه تولید می‌شود و به بافت پستان برخورد می‌کند که چرخش در شکل حول نقطه چین نمایش داده شده است. در حرکت از سینه تا نوک پستان هر چه به سمت نوک پستان پیش برویم شدت اشعه ثبت شده در دکتور بیشتر خواهد بود و در زمانی که شدت اشعه دریافتی با ورودی یکسان شود سیکل اسکن خاتمه پیدا خواهد کرد.

هنگامی که بافت پستان در داخل گنتری قرار می‌گیرد دیواره پستان که به طرف سر قرار دارد حالت متقارن با طرف که در سمت مخالف قرار دارد، را ندارد. این در حالی است که در اسکن کردن آن را به صورت یک جسم دوار فرض می‌کنیم. در نتیجه در سیستم تصویربرداری مقداری خطا ایجاد می‌شود که از آن صرف نظر می‌کنیم زیرا در برخی نواحی لیزر در بافت

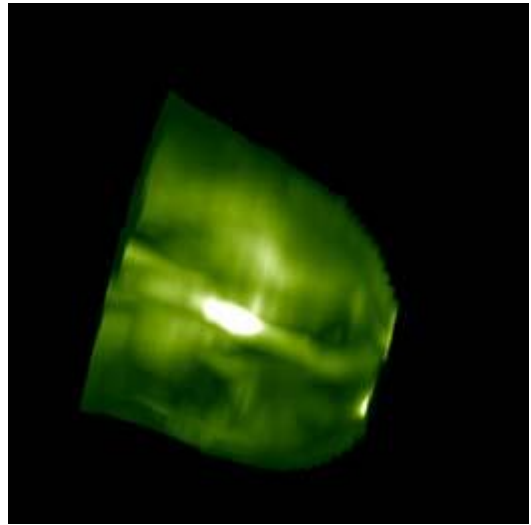
بیشتر نسبت به طرف دیگر نفوذ می‌کند. در حالت واقعی پستان به صورت زیر است در این حال شعاع قرار گیری لیزر و دکتورها در سمت سر نسبت به پا بیشتر است زیرا در این حالت دیواره پستان در هر دو طرف به صورت متقارن نیست.

### مزایای دستگاه سی تی ماموگرافی لیزری

۱. در این دستگاه از نور لیزری ضرر برای تصویر برداری استفاده می‌شود و اشعه یونیزان ایکس در آن هیچ کاربردی ندارد.
  ۲. از کمپرسن (فشردن) پستان در هنگام تصویر برداری استفاده نمی‌شود و بیمار در هنگام تصویر برداری کاملاً آسوده و در وضعیت دراز کش قرار دارد.
  ۳. در پستان‌های دنس، چگال (dense) که در ماموگرافی معمولی تشخیص ضایعات مشکل و یا غیرممکن است براحتی می‌توان ضایعه را پیدا کرد.
  ۴. در ماموگرافی معمولی اندازه ضایعات می‌باید دست کم ۱ CM باشند تا دیده شوند و مشاهده ضایعه یک سانتی متری در نسج پستان نیز به معنی همراه بودن متاستاز لوکال با ضایعه است. اما در این روش ضایعات ۲-۳ میلی متری نیز تشخیص داده می‌شوند و چون هر بافت نفوپلازیک بیش از دو میلی متر برای ادامه حیات و رشد خود نیاز به عروق مغذی (angiogenesis) دارد لذا با تشخیص و درمان بموقع که می‌تواند با برداشتن اصل توده و اطراف آن و ترمیم پلاستیک (بدون ماستکتومی رادیکال) انجام گیرد، درمان کامل امکان پذیر است و اگر پس از لومپکتومی و ترمیم، پروتز گذاشته شود امکان بررسی مجدد با پروتز هم وجود دارد که در ماموگرافی معمولی چنین قابلیت وجود ندارد. انجام ام آر آی نیز در موارد وجود پروتز با محدودیت‌هایی همراه است.
  ۵. در سی تی لیزر ماموگرافی هر وقت ضایعه ناهنجاری در پستان دیده شود یعنی pathologic angiogenesis وجود دارد، پس بدخیم است و دیگر نیازی به بیوپسی تشخیصی آزاردهنده ای وجود ندارد.
- اگر ضایعه ای در ماموگرافی معمولی دیده شود و امکان بیوپسی از آن مشکل باشد و رادیولوژیست و جراح بین خوش خیم و بدخیم بودن آن مردد باشند با این روش به آسانی به ماهیت ضایعه پی خواهند برد و لذا از انجام بیوپسی‌های مشکل و غیر ضرور خود بخود کاسته خواهد شد.



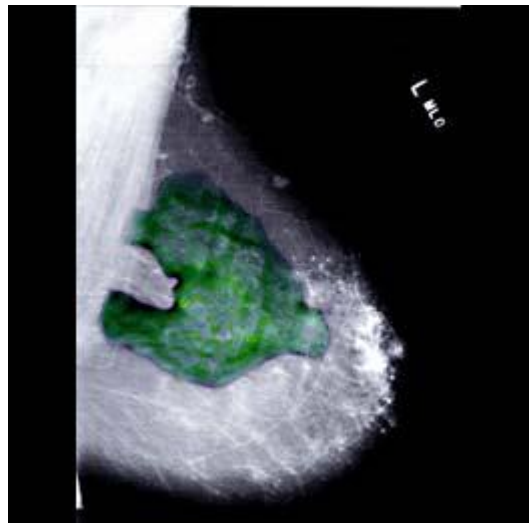
ماموگرافی (میکروکلسیفیکاسیونها) از همان یک بیمار



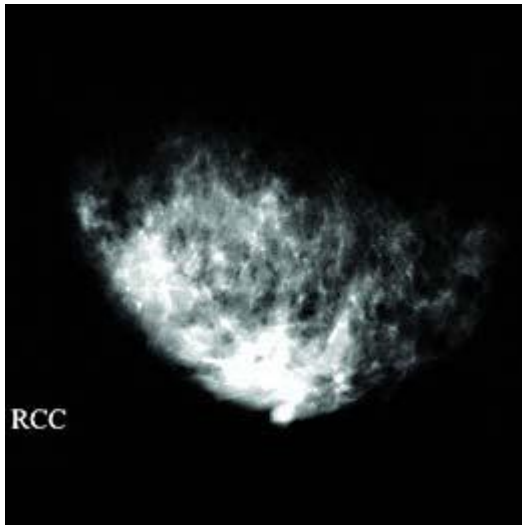
نمایش سی تی لیزر ماموگرافی (شریان میانی بزرگ)



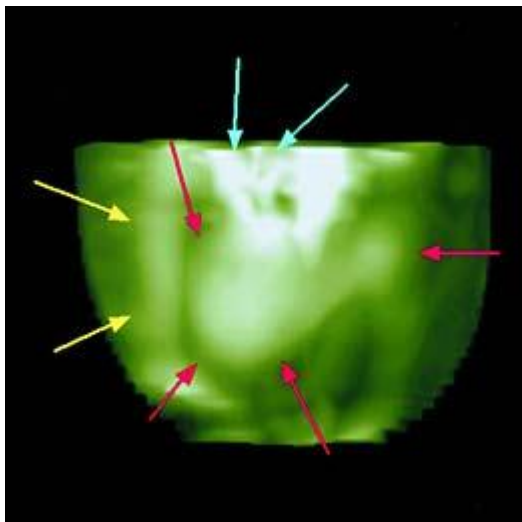
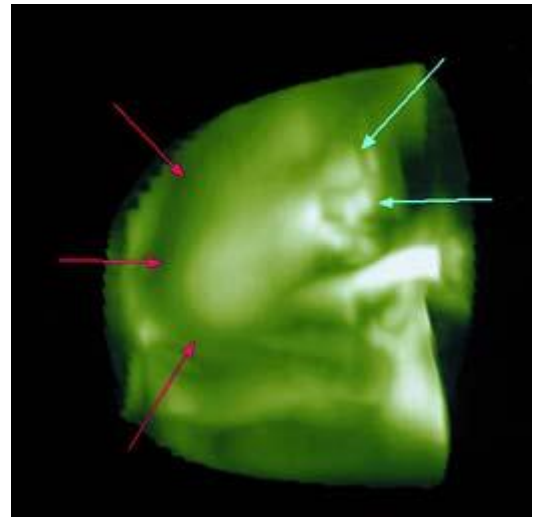
تصویر بازسازی شده سی تی لیزر ماموگرافی (حذف بافت نرم و نمایش بافت عروقی مربوط نسج بدخیم)



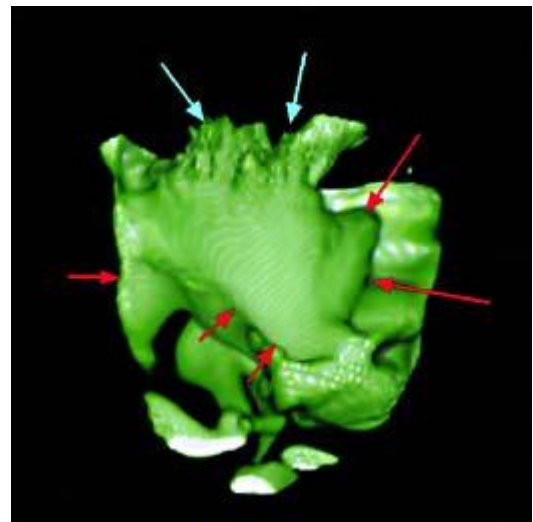
مامو نمایش همزمان تصاویر ماموگرافی و سی تی لیزر گرافی بازسازی شده جهت تشخیص بهتر آناتومی ناهنجاری

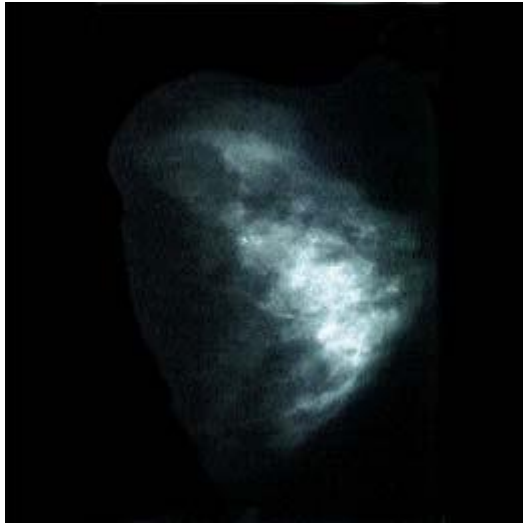


نمایش توده خوش خیم در پستان چگال

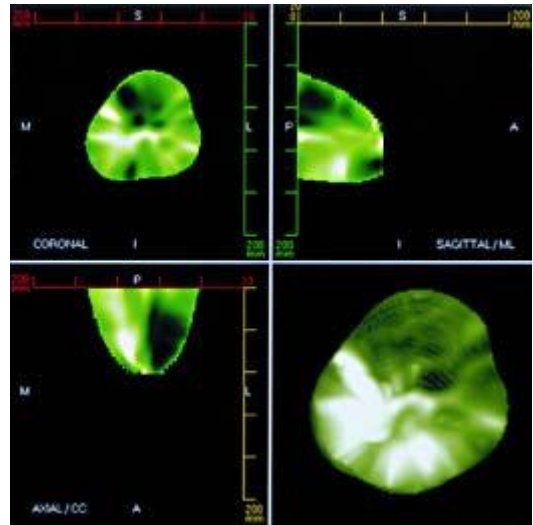


نمایش توده بدخیم با عروق خونی زیاد

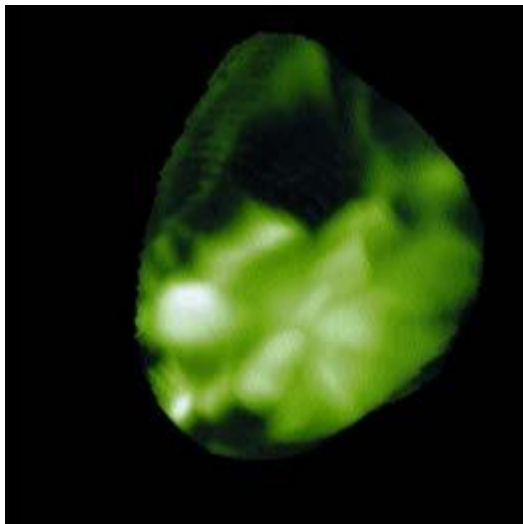




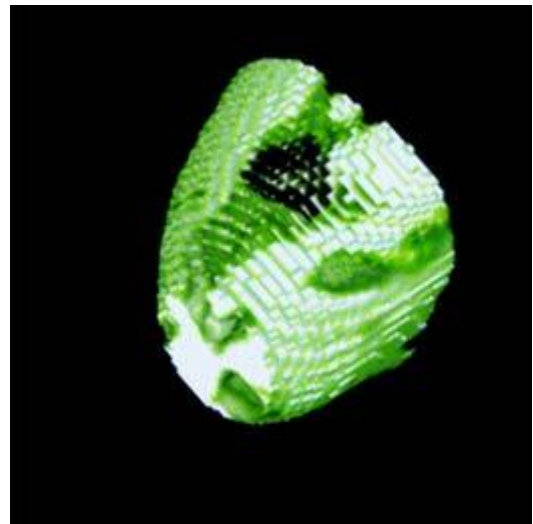
پستان با میکرو کلسیفیکاسیونهای فراوان

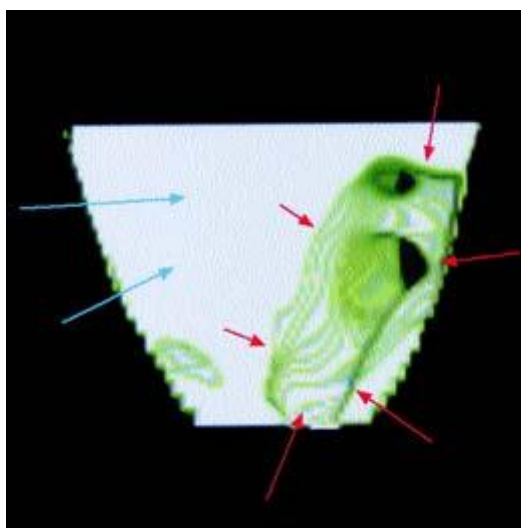


نمایش یک پستان پلی کیستیک



نمایش کیست





نمایش واضح کیست

## کلید واژگان

Detector	آشکارساز
Image Reconstruction	بازسازی تصویر
Breast	پستان
Function	تابع
Single Slice	تک مقطعی
Slice Multi	چند مقطعی
Angiogenesis	رگ زائی یا افزایش عروق خونی
Wave Length	طول موج
Cyst	کیست
Laser	لیزر
Infrared	مادون قرمز
Mammography	ماموگرافی
Dense	متراکم
Field Of View	میدان دید
Micro Calcification	میکروکلسیفیکاسیون



## خودآزمایی

۱. ماموگرافی می تواند ناهنجاری های کوچکی در بافت پستان در حد نیم سانتی متر را مشخص کند. شما یا پزشک تان توده پستانی را تا به اندازه ی دو برابر این حد، یعنی به اندازه یک نخود بزرگ، نرسیده باشد، نمی توانید لمس کنید.

الف) صحیح

ب) غلط

۲. کدام گزینه در زمره معایب ماموگرافی می باشد؟

الف) عدم امکان انجام ماموگرافی برای خانمهای زیر ۳۰ سال

ب) پرتوگیری بیمار(خصوصاً بافت پستان و تیروئید)

ج) عدم توانایی ماموگرافی در تشخیص ناهنجاریهای نسوج متراکم یا هایپرپلازی

د) همه موارد

۳. طول موج نور لیزر کاربردی در سی تی لیزر ماموگرافی چقدر است؟

الف) به میزان ۸۰ نانومتر

ب) به میزان ۸۰۸ نانومتر

ج) به میزان ۸۲ نانومتر

د) به میزان ۸۲۰ نانومتر

۴. تصویربرداری در روش سی تی لیزر ماموگرافی وابسته به ..... نیست.

الف) دانسیته فیلم

ب) وضعیت اپراتور

ج) چگالی بافت

د) کنتراست فیلم

۵. سی تی لیزر ماموگرافی تکنیکی جدید و اولین وسیله تهاجمی در زمینه تصویربرداری نوری است که از فناوری لیزر به جای اشعه X استفاده می کند و قادر به ایجاد تصاویر سه بعدی از ساختمان و ترکیب داخلی سینه است.

الف) صحیح

ب) غلط

## پاسخنامه

۱. الف

۲. د

۳. ب

۴. ج

۵. ب

## منابع

۱. Grable R.J. and others, "Optical computed tomography for imaging the breast: firstlook", Proc. SPIE, ۲۰۰۰, Vol. ۴۰۸۲, p. ۴۰-۴۵.
۲. Bremer C, Ntziachristos V, and Weissleder R, "Optical-based molecular imaging: contrast agents and potential medical applications", European Radiology, ۱۳, ۲۳۱-۲۴۳, ۲۰۰۳.
۳. Venta LA, Hendrick RE, Adler YT, et al, "Rates and causes of disagreement in interpretation of full-field digital mammography and film-screen mammography in a diagnostic setting", American journal of Roentgenology, ۱۷۶, ۱۲۴۱-۱۲۴۸, ۲۰۰۰.
۴. Mandelson M, Oestricher N, Poster PI, et al. "Breast density as a predictor of mammographic detection: Comparison of interval and screening detected cancers", journal of National Industry, ۹۲, ۱۰۸۰- ۱۰۸۷, (۲۰۰۰) .
۵. David M Richter, "Computed Tomographic Laser Mammography, A Practical Review", Imaging Diagnostic Systems, Inc. ۲۰۰۳.

"پایان دوره آموزشی"