

حساسیت و ویژگی معاینه فیزیکی و دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای در تشخیص توده‌های سینه در مقایسه با سونوگرافی به‌عنوان آزمون معیار

سیدمحسن تولیت کاشانی^۱ PhD، سیامک نجاریان^۲ PhD، فرزاد پناهی^۳ PhD
حسن رفعتی^{*} PhD، سیدمحسن حسینی^۲ PhD

چکیده

اهداف. در این مطالعه، عملکرد دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای با معاینات فیزیکی سینه توسط جراح متخصص مورد مقایسه قرار گرفت و از سونوگرافی نیز به‌عنوان آزمون استاندارد استفاده شد.

مواد و روش‌ها. از میان بیماران مشکوک به توده سینه ۵۵ نفر انتخاب شدند. ابتدا معاینه فیزیکی سینه با دست جراح انجام گرفت، سپس معاینه به کمک دستگاه انجام و نتایج در پرسش‌نامه‌ها ثبت شد.

یافته‌ها. شاخص‌های محاسبه‌شده بیانگر برتری نسبی تشخیص دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای نسبت به روش معاینه فیزیکی است. هر چند در تمامی گروه‌های سنی دقت دستگاه نسبت به معاینه فیزیکی از نظر عددی بیشتر بود، اما این برتری و اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($p > 0.05$).

نتیجه‌گیری. ساخت و توسعه ابزارهای شبیه‌ساز حس لامسه کمک موثری به تشخیص زودتر توده‌های مشکوک می‌کند. در واقع، بیماران با استفاده از این دستگاه‌ها می‌توانند به‌راحتی و در زمان مناسب و دلخواه خود را توسط ماما، پرستار یا پزشک همگن (خانم)، مورد معاینه قرار دهند و در صورت ضرورت، به پزشک متخصص یا روش‌های تصویربرداری پیشرفته‌تر مراجعه کنند. در این صورت، به‌ویژه بانوانی که برای رجوع به پزشک مرد احساس راحتی نمی‌کنند، می‌توانند خود را به‌طور مرتب مورد معاینه قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: سیستم حسی لامسه‌ای، معاینه پستان، سرطان پستان، توده پستانی

مقدمه

بیشتر از یک دهه از ظهور جراحی‌های با حداقل تهاجم (MIS) نمی‌گذرد اما در حال حاضر این شیوه به‌عنوان بهترین و رایج‌ترین گزینه در انواع مختلف جراحی درآمده است. با وجود فواید بسیار این روش، MIS موجب کاهش درک لامسه‌ای پزشک هنگام گرفتن بافت زیستی در حین عمل می‌شود [۱، ۲، ۳].

حس لامسه با ارایه ویژگی‌های گوناگونی از قبیل شکل، موقعیت، راستا، اندازه، وزن، دما، زبری و نرمی، میزان سفتی و سایر مشخصات از شیء هدف، می‌تواند اهمیت به‌سزایی در موفقیت فرآیند درمانی مانند عمل جراحی و خصوصاً روش‌های مدرن آن از جمله MIS، از مراحل ابتدایی تشخیص بیماری تا درمان کامل آن داشته باشد. اولین عامل تشخیص حسگرهای لامسه‌ای، تماس فیزیکی حسگر با شیء هدف است که با توجه به نوع طراحی حسگر، اطلاعاتی از شیء مانند دما، رطوبت، نیرو یا فشار تماس و غیره را در اختیار کاربر قرار می‌دهد [۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹].

غدد سرطانی در بافت سینه از سرطان‌های بسیار رایج در زنان بوده و در واقع بالاترین آمار ابتلا در میان سایر انواع سرطان‌ها را دارند. به‌طور کلی، یکی از نکات بسیار مهم برای پیشگیری و درمان بیماران سرطانی، زمان آگاهی از بیماری با توجه به مرحله رشد و گسترش غده سرطانی است. هرچه بیمار زودتر نسبت به این موضوع آگاه شود اقدامات مؤثرتری برای درمان می‌توان انجام داد [۱۰].

با الگو گرفتن از حس لامسه، وسیله‌ای برای تشخیص وجود توده‌های سینه، در دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر طراحی و ساخته شد. به‌طور کلی، سیستم‌های حسگری پیچیده و پیشرفته بایستی شامل قسمت‌هایی باشند که بتوانند بدون دخالت کاربر و به‌طور هوشمند عملکرد صحیح داشته باشند. برای این منظور، این نوع حسگرها معمولاً از اجزایی برای دریافت صحیح اطلاعات (تحریک‌کننده‌ها)، پردازش اطلاعات و همچنین نمایش خروجی‌ها تشکیل می‌شوند. سیستم‌های حسگر لامسه‌ای نیز از این ساختار کلی پیروی می‌کنند. حسگر لامسه‌ای پس از تحریک، اطلاعات خام دریافتی را به پردازشگر اطلاعات می‌فرستد. اطلاعات پردازش‌شده پس از به نمایش درآمدن در نمایشگر، قابل‌استفاده برای کاربر خواهند بود. سیستم حسگر لامسه‌ای ساخته‌شده با برقراری تماس سطحی می‌تواند اطلاعاتی

از عمق و درون جسم در اختیار کاربر قرار دهد. این دستگاه (غده‌یاب لامسه‌ای) از قسمت‌های، ۱- حسگر فشار یا نیرو؛ ۲- جستجوگر به‌عنوان قسمتی که حسگر بر روی آن نصب خواهد شد (قسمت مکانیکی)؛ ۳- مدار الکتریکی و مرکز پردازش اطلاعات؛ و ۴- نمایشگر برای نشان دادن تغییرات فشار یا نیروی درک شده توسط حسگر تشکیل شده است.

مبنای روش کار این دستگاه اندازه‌گیری فشار یا نیروی تماس بین حسگر و بافت است. پس از روشن کردن، تنظیم نمودن و آماده به کار کردن دستگاه، روش انجام معاینه بیمار به این صورت است که کاربر جستجوگر را در دست گرفته و آن را طوری روی بدن بیمار قرار می‌دهد که حسگر با سطح بدن تماس برقرار کند. کاربر، جستجوگر را روی سطح بدن به اندازه مشخصی فشار می‌دهد و مقدار فشار یا نیرویی که از طرف سطح بدن به حسگر اعمال می‌شود بر صفحه نمایش، نشان داده خواهد شد. سپس کاربر، جستجوگر را از مکان قبلی به مکان جدید برده و به این صورت مراحل قبلی را تا رویش تمام سطح اندام مورد نظر ادامه می‌دهد. در قسمت‌هایی از سطح که در عمق زیر آن توده‌ای نامتعارف وجود دارد، مقدار فشار یا نیرویی که حسگر تحمل می‌کند متفاوت خواهد بود. با دیدن این تفاوت در صفحه نمایش می‌توان به وجود جسمی نامتعارف در آن محل پی برد. سیستم ساخته‌شده فاقد هرگونه اثرات جانبی مانند میدان‌های مغناطیسی، امواج الکترومغناطیسی، امواج صوتی و غیره است. از کاربردهای اصلی پزشکی این وسیله تشخیص وجود غدد زیرپوستی و غدد سرطانی به روش غیرتهاجمی است که البته تشخیص به‌موقع این نوع غدد بسیار حیاتی است. عملکرد دستگاه، با حس لامسه انسان در معاینات فیزیکی سینه توسط جراح متخصص مورد مقایسه قرار گرفت و در این قیاس از سونوگرافی به‌عنوان تست استاندارد استفاده شد.

مواد و روش‌ها

از میان بیماران مشکوک به توده سینه مراجعه‌کننده به یکی از بیمارستان‌های شهر تهران که نیاز به معاینه دستی و تأیید تشخیص توده سینه توسط سونوگرافی داشتند، ۵۵ نفر انتخاب شدند. ابتدا معاینه فیزیکی سینه با دست جراح انجام گرفت و

جدول ۲ و ۳ آمده است. برای ارزیابی دقیق تر عملکرد دو روش، شاخص‌های محاسبه شده در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۱) تعداد موارد چهارگانه برای هر دو روش

معاینه فیزیکی دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای		
مثبت حقیقی (TP)	۲۳	۳۷
مثبت کاذب (FP)	۲۴	۲۷
منفی کاذب (FN)	۴۵	۳۱
منفی حقیقی (TN)	۴۰	۳۷

جدول ۲) مقایسه نتایج معاینه فیزیکی با سونوگرافی

بیمار	سالم	مثبت	منفی
۲۳	۲۴	۴۵	۴۰

جدول ۳) مقایسه نتایج دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای با سونوگرافی

بیمار	سالم	مثبت	منفی
۳۷	۲۷	۳۱	۳۷

جدول ۴) شاخص‌های محاسبه شده برای هر دو روش

معاینه فیزیکی	دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای	حساسیت (Sen)
۳۳/۸	۵۴/۴	۵۴/۴
۶۲/۵	۵۷/۸	۵۷/۸
۴۸/۹	۵۷/۸	۵۷/۸
۴۷/۱	۵۴/۴	۵۴/۴
۰/۴۸	۰/۵۶	۰/۵۶
۰/۹۰	۱/۲۹	۱/۲۹
۱/۰۶	۰/۷۹	۰/۷۹

در مقایسه ارزش تشخیصی دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای با روش معاینه فیزیکی، شاخص‌های محاسبه شده حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی بیانگر برتری نسبی تشخیصی دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای نسبت به روش معاینه فیزیکی است. این برتری تقریباً در تمامی گروه‌های سنی مشاهده می‌شود. علاوه بر شاخص‌های فوق، در مقایسه روش‌های تشخیصی، شاخص‌های موثرتر نسبت درست‌نمایی مثبت و منفی است. مقایسه این نسبت‌ها نیز نشان‌دهنده برتری این دو معیار در

سپس معاینه سینه با حسگر لامسه‌ای مصنوعی به کمک دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای در مقایسه با سونوگرافی به عنوان روش استاندارد ارزیابی شد.

قبل از جمع‌آوری اطلاعات، ابتدا رضایت بیماران برای استفاده از دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای اخذ شد و بیماران مورد معاینه فیزیکی توسط جراح قرار گرفتند. جراح از سابقه بیمار یعنی نتیجه سونوگرافی یا ماموگرافی مطلع نبود. همچنین نتایج این معاینه‌های فیزیکی از اپراتور دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای پنهان ماند. در مرحله بعد، بیمار توسط دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای مورد معاینه قرار گرفت. از گزارش سونوگرافی بیماران یک نسخه کپی تهیه و اصل آن به بیماران برگردانده شد. پس از این مرحله جراح برای تصمیم‌گیری نهایی از نتایج معاینه دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای و سونوگرافی مطلع شد. نتایج معاینه‌های سه‌گانه به صورت کور در پرسش‌نامه‌ها ثبت گردید و بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون مورد نظر و استاندارد طلایی، جامعه مورد تحقیق به چهار گروه مثبت حقیقی (TP)، مثبت کاذب (FP)، منفی حقیقی (TN) و منفی کاذب (FN) تقسیم شدند. بر اساس این چهار گروه، شاخص‌های حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت، ارزش اخباری منفی، دقت، نسبت درست‌نمایی مثبت و نسبت درست‌نمایی منفی محاسبه شدند [۱۱].

نتایج

از آنجا که هر فرد مبتلا می‌توانست شامل چندین مورد مشکوک به وجود توده باشد، کلیه توده‌های تشخیص داده شده توسط معاینه فیزیکی، دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای و سونوگرافی ثبت شدند. در نتیجه، در کل ۱۳۲ مورد مشکوک به وجود توده بر اساس هر سه روش معاینه مشخص شد.

بر اساس اطلاعات به دست آمده، حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و منفی و همچنین دقت برای معاینه فیزیکی و دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای با در نظر گرفتن سونوگرافی به عنوان آزمون تشخیصی استاندارد محاسبه شدند. تعداد موارد TP، FP، TN و FN برای هر دو روش معاینه فیزیکی و دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای در جدول ۱ ارایه شده است. مقایسه نتایج معاینه فیزیکی و دستگاه، با روش استاندارد طلایی سونوگرافی نیز در

و مطالعات فراوانی طی سه دهه گذشته در خصوص حس لامسه صورت پذیرفته که حاصل آن طراحی حسگرهای مختلف، مواد مختلف و نیز روش‌ها و الگوریتم‌های متنوع در تحلیل اطلاعات حاصل از لمس اجسام است. امروزه حسگرهای تماسی متنوعی ساخته شده‌اند که در حال آزمایش و بررسی هستند.

در سال ۲۰۰۲، حسگر تماسی اولتراسونیک و تحت کنترل آرتروسکوپی، به منظور تعیین سفتی غضروف کندیل در استخوان فمور انسان، توسط *وچپو* و همکاران ساخته شد [۱۳]. *مورایاما* و *اماتا* حسگری تماسی برای اندازه‌گیری مدول الاستیسیته طراحی کردند. در این حسگر، اندازه‌گیری تحت کنترل میکروسکوپ انجام می‌گیرد [۱۴]. به کمک این حسگر تماسی، مدول الاستیسیته تخمک گاو اندازه‌گیری شد. *رُمبوت* و *دی‌بلی* توزیع فشار ایجادشده در اثر فشار پای گاو بر سطوح بتونی را توسط فیلم حسگر تماسی اندازه‌گیری کردند [۱۵]. *گلوئاس* و *آسپراگاتوس* روشی برای کنترل گیره‌ای دو انگشتی به منظور در دست گرفتن ایمن اشیای ظریف و شکننده ارائه دادند [۳].

پروبی توسط *اماتا* و همکاران ساخته شد که به منظور سنجش خواص فیزیکی بافت به کار می‌رود [۱۶]. *درگاهی* و *نجاریان* نوعی حسگر تماسی آندوسکوپی از نوع میکروکنش‌سنج‌های نیمه‌هادی طراحی کرده و ساختند [۱۷]. *ا/ب* و همکاران پنج مدل توزیع تنش مفصل مچ دست را به روش اجزای محدود بررسی کردند [۱۸]. هدف این گروه، بررسی تأثیر استفاده از هلال سرامیکی به جای مفصل مچ دست برای درمان بیماری کینبوک بود.

تحقیق در زمینه حس لامسه مصنوعی و ساخت و توسعه ابزارهای شبیه‌ساز حس لامسه به‌خصوص در زمینه بیماری‌هایی مثل بیماری‌های سینه کمک مؤثری به تشخیص زودتر توده‌های مشکوک می‌کند. از آنجایی که در کشور ما ۸۰٪ سرطان‌های پستان توسط خود زنان کشف می‌شود، آموزش چگونگی انجام و زمان معاینه پستان به زنان بسیار مهم است. تمامی دختران دبیرستانی بایستی نسبت به نحوه خودآزمایی آگاه شوند و آن را به‌عنوان وظیفه‌ای بهداشتی به‌طور ماهیانه انجام دهند. طبق تحقیقات به‌عمل آمده، تخمین زده می‌شود که تعداد کمی از زنان هر ماه پستان خود را معاینه می‌کنند. حتی زنانی که معاینه ماهیانه پستان را انجام می‌دهند نیز اغلب با تأخیر به پزشک

دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای نسبت به معاینه فیزیکی است. در نهایت، دقت تشخیص دو روش نیز با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت. هر چند در تمامی گروه‌های سنی دقت دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای نسبت به معاینه فیزیکی از نظر عددی بیشتر بود، اما این برتری و اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نیست ($p > 0.05$). با توجه به شاخص‌های توصیفی محاسبه‌شده به لحاظ فنی و کلینیکی، این دستگاه توانسته است اپراتور غیرمتخصص را تا حد یک جراح متخصص در تعیین وجود یا عدم وجود توده‌های مشکوک سینه ارتقاء دهد.

با تکمیل، بهینه‌سازی و اقتصادی نمودن این سیستم می‌توان نسبت به هوشمند نمودن روش اقدام کرد. در این روش، فرد شخصاً به معاینه دوره‌ای خود پرداخته و در صورت احساس موارد غیرطبیعی به پزشک متخصص مراجعه می‌نماید. طبعاً با هوشمند نمودن این روش، تحول چشم‌گیری در دقت، سرعت و هم‌چنین تشخیص به‌موقع بیماری رخ خواهد داد و با به‌کارگیری سیستم توسعه‌یافته غده‌یاب لامسه‌ای می‌توان نسبت به افزایش قدرت تشخیصی کادر درمانی از جمله پزشکان عمومی و کارشناسان مامایی تا حد فرد متخصص اقدام نمود که این مهم خصوصاً در مناطق دورافتاده کشور و با وجود کمبود افراد متخصص اهمیت به‌سزایی دارد. بیماران با استفاده از این دستگاه می‌توانند به راحتی و در زمان مناسب و دل‌خواه، خود را توسط ماما، پرستار یا پزشک هم‌گن (خانم)، مورد معاینه قرار دهند و در صورت ضرورت به پزشک متخصص یا روش‌های تصویربرداری پیشرفته‌تر مراجعه کنند. در این صورت به‌ویژه بانوانی که برای رجوع به پزشک مرد احساس راحتی نمی‌کنند می‌توانند خود را به‌طور مرتب مورد معاینه قرار دهند.

بحث

یکی از مهم‌ترین ابزارهای تشخیصی که جراح در جراحی مستقیم از آن برخوردار بوده اما در جراحی با ریبات از آن بی‌بهره است، حس لامسه و خواصی از جسم لمس‌شونده است که توسط لمس کردن برای جراح قابل تشخیص است. لذا فراهم نمودن امکاناتی که جراح بتواند در جراحی یا پزشک در انجام معاینات از اطلاعاتی که توسط حس لامسه منتقل می‌شود مطلع شود، می‌تواند کمک شایانی برای جراحان و پزشکان محسوب شود [۴، ۱۲]. تحقیقات

هرچند دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای در این تحقیق، عملکرد قابل قبولی از خود نشان داد اما این دستگاه قابلیت‌های بسیار بیشتری برای توسعه و تکمیل دارد که مهم‌ترین آنها هوشمند کردن دستگاه برای حذف نظر اپراتور در تشخیص نهایی و قابلیت تشخیص اندازه، عمق و نوع توده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به شاخص‌های توصیفی محاسبه‌شده به لحاظ فنی و کلینیکی دستگاه غده‌یاب لامسه‌ای می‌تواند اپراتور غیرمتخصص را تا حد جراح متخصص در تعیین وجود یا عدم وجود توده‌های مشکوک سینه ارتقا دهد.

منابع

- 1- Dario P, Carrozza MC, Lencioni L, Magnani B, D'Attanasio S. A microrobot system for colonoscopy. *IEEE Trans Rob Autom.* 1997;1567-72.
- 2- McGinty JB, Burkhart SS, Jackson RW, Johnson DH, Richmond JC. *Operative arthroscopy.* Lippincott: Williams and Wilkins; 2002.
- 3- Glossas NI, Aspragathos NA. Fuzzy logic grasps control using tactile sensors. *Mechatronics.* 2001;11(7):899-920.
- 4- The Spider's Sense of Touch. Spyda Webb [Internet]. [Published 2003]. Available from: www.spyda-webb.co.uk/anatomy.html.
- 5- Silverthorn DU. *Human physiology: An integrated approach.* 3rd ed. San Francisco: Benjamin-Cummings Publishing Co; 2003.
- 6- Dargahi J, Najarian S. Analysis of a membrane type polymeric-based tactile sensor for biomedical and medical robotic applications. *Sens Material.* 2004;16(1):25-41.
- 7- Dargahi J, Najarian S. An integrated force-position tactile sensor for improving diagnostic and therapeutic endoscopic surgery. *Biomed Mater Eng.* 2004;14(2):151-66.
- 8- Stoller DW, Beltran S. *MRI arthroscopy and surgical anatomy of the joints.* Lippincott: Williams and Wilkins; 1998.
- 9- Wen Z, Wu Y, Zhang Z, Xu S, Huang S, Li Y. Development of an integrated vacuum microelectronic tactile sensor array. *Sens Actuators Phys.* 2003;30:1-6.
- ۱۰- صفایی کشتگر محمدرضا، استین راب. اطلاعات عمومی برای پیشگیری و نقاشی‌های بالینی برای بیماران مبتلا به سرطان پستان. اکبری عطیه، برزگر مریم، مترجمان. تهران: مرکز تحقیقات سرطان دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی؛ ۱۳۸۷.
- ۱۱- گروه مولفان. اصول پایه روش تحقیق در علوم پزشکی. تهران: انتشارات نور دانش؛ ۱۳۸۱.

مراجعه می‌کنند. دلایل این رفتار را بایست در مواردی از قبیل مسایل اقتصادی، عدم آگاهی از اهمیت و روش انجام خودآزمایی، عوامل روانی، ترس، خجالت بی‌مورد و افسردگی دانست. انجام معاینه ماهانه پستان بعد از هر دوره قاعدگی برای بانوان ۳۰ ساله و بالاتر قویاً توصیه می‌شود. آگاه کردن زنان از نحوه انجام خودآزمایی بسیار حیاتی است. اکثر مراکز بهداشتی با نمایش فیلم یا استفاده از مدل، نحوه لمس و معاینه را به زنان آموزش می‌دهند. بهترین زمان معاینه پستان توسط خود فرد، پایان دوره قاعدگی یا چند روز پس از خاتمه قاعدگی است. زیرا در دوران قبل از قاعدگی ممکن است به‌طور طبیعی پرخونی و توده‌ای با قوام نرم در سینه وجود داشته باشد که چند روز پس از شروع قاعدگی از بین می‌رود. زنان بعد از یائسگی نیز می‌توانند معاینه ماهیانه پستان را هر ماه در یک روز معین انجام دهند. به این منظور می‌توانند روزی را که آسان‌تر به خاطر می‌سپارند، انتخاب کنند. بعضی خانم‌ها روز اول ماه را انتخاب می‌کنند و برخی دیگر روز تولدشان را در نظر می‌گیرند. مهم این است که روز معاینه ثابت باشد. زنانی که رحمشان را برداشته‌اند بایستی درباره بهترین زمان برای انجام خودآزمایی با پزشک خود مشورت کنند. البته لازم است زنان تفاوت بافت طبیعی غده‌ای را با بافت‌های چربی تشخیص دهند و اگر در هنگام لمس توده‌ای از هر نوع کشف کردند نباید زیاد آن را مالش دهند، بلکه باید به پزشک مراجعه نمایند.

در تحقیقی نشان داده شد که حتی سونوگرافی برای زنان بالا و زیر ۴۵ سال با علایم مشکوک سینه روش مناسب‌تری نسبت به ماموگرافی برای رجوع اولیه است [۱۹]. در تحقیقی دیگر گزارش شد که خصوصاً سونوگرافی در زنان جوان و زنان با سینه‌های سفت‌تر (چگال‌تر) مناسب‌تر است، هرچند ترکیب سونوگرافی و ماموگرافی حساسیت تشخیصی بیشتری دارد [۲۰، ۲۱]. با وجود این‌که در تحقیقی اعلام شده است که در زنان با خطر بالای سرطان سینه و متوسط سن زیر ۴۰ سال، حساسیت تشخیصی سونوگرافی و ماموگرافی کمتر از MRI است، ولی ویژگی MRI کمتر از سونوگرافی و ماموگرافی است [۲۲]. در واقع فقط در شرایط خاص یا هنگامی که این دو نوع تکنیک به تشخیص واحدی نمی‌رسند، انواع دیگر تصویربرداری مانند MRI یا روش‌های تصویربرداری هسته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- 19- Houssami N, Irwig L, Simpson JM, McKessar M, Blome S, Noakes J. Sydney breast imaging accuracy study: Comparative sensitivity and specificity of mammography and sonography in young women with symptoms. *A J R.* 2003;180(4):935-40.
- 20- Malur S, Wurdinger S, Moritz A, Michels W, Schneider A. Comparison of written reports of mammography sonography and magnetic resonance mammography for preoperative evaluation of breast lesions, with special emphasis on magnetic resonance mammography. *Breast Cancer Res.* 2000;3(1):55-60.
- 21- Müller Schimpfle M, Stoll P, Stern W, Kutz S, Dammann F, Claussen CD. Do mammography sonography and MR mammography have a diagnostic benefit compared with mammography and sonography? *A J R.* 1997;168:1323-9.
- 22- Artmann A, Hellerhoff K, Heywang-Köbrunner SH. Screening in women with increased breast cancer risk. *Breast Care.* 2006;1(1):22-5.
- 12- Lee MH, Nicholls HR. Tactile sensing for mechatronics: A state of the art surgery. *Mechatronics.* 1999;9(1):1-31.
- 13- Uchio Y, Ochi M, Adachi N, Kawasaki K, Iwasa J. Arthroscopic assessment of human cartilage stiffness of the femoral condyles and the patella with a new tactile sensor. *Med Eng Phys.* 2002;24(6):431-5.
- 14- Murayama Y, Constantinou CE, Omata S. Development of tactile mapping system for the stiffness characterization of tissue slice using novel tactile sensing technology. *Sens Actuators A Phys.* 2005;120:543-9.
- 15- De Belie N, Rombaut E. Characterization of claw-floor contact pressure for standing cattle and the dependency on concrete roughness. *Biosyst Eng.* 2003;85(3):339-46.
- 16- Omata S, Terunuma Y. An outdoor robots system for autonomous systems. *Rob Auton Syst.* 1996;17(1-2):99-106.
- 17- Guyton AC, Hall JE. Text book of medical physiology. 10th ed. Philadelphia: Elsevier; 2000.
- 18- Oda M, Hashizume H, Miyake T, Inoue H, Nagayama N. A stress distribution analysis of a ceramic lunate replacement for Kienbock's disease. *J Hand Surg Am.* 2000;25(5):492-8.