

## جراحی رباتیک: تحولی در تکنیک‌های جراحی نوین

پژوهشگران: میترا زندیه<sup>۱</sup>، نعیمه فخار<sup>۲</sup>، مینا کریمی<sup>۲</sup>

(۱) عضو هیئت علمی گروه اتاق عمل دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

(۲) دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک دانشگاه بوعلی همدان

چکیده:

متخصصان علم پزشکی توانسته اند در دهه های اخیر به مدد پیشرفت های علمی و تکنولوژیک، با غلبه بر عوارض جراحی و کنترل شرایط، جراحی را به یک درمان رایج تبدیل کنند. مجموعه این تحولات در جراحی به کاهش درد و ناراحتی بیماران، کنترل عوارض عمل جراحی و تسهیل انجام جراحی منتهی شده است. سیر تکاملی و تحولات ایجاد شده در این حیطه، در دهه های اخیر از جراحی باز به جراحی آندوسکوپی یا جراحی با حداقل تهاجم (Minimally Invasive Surgery) MIS رسیده است که در آن با ایجاد چند برش کوچک بر روی بدن بیمار و از طریق کنترل ویدئویی، جراح می تواند اعمال جراحی را انجام دهد که در روشهای معمول نیاز به برش های بیشتر داشته و در نتیجه با عوارض بیشتری همراه است. بدیهی است این روش علی رغم مزیت‌ها، مشکلاتی نیز دارد که تعدادی از آنها شامل عدم انطباق کامل چشم و دست جراح، دید غیر مستقیم و دو بعدی، درجه آزادی محدود ابزارها و خستگی جراح می باشند. مضافاً آنکه اجرای این روش مستلزم تبحر و آموزش کامل استفاده کننده است. مجموعه این عوامل استفاده گسترده از MIS را محدود کرده است. برای برطرف کردن اینگونه مشکلات، روش جراحی رباتیک ابداع شده است. این روش نیز مانند MIS از طریق ایجاد چند انسزیون کوچک صورت می گیرد که در آن جراح قادر است بدون حضور بر بالین بیمار و از راه دور ضمن دارا بودن دید سه بعدی با کنترل بازوهای ربات که دارای دامنه حرکتی شبیه دست و مچ دست انسان هستند و در اطراف تخت جراحی قرار می گیرند، عمل جراحی را انجام دهد. با وجود مزایای بسیاری که برای این روش ذکر می شود، هزینه بالای استفاده آن از موانعی است که کاربرد آن را محدود کرده است. البته این امیدواری وجود دارد که با توسعه قابلیت‌های این روش جراحی و استفاده از آن در مواردی که اختصاصاً از انجام آن سود می برند، شاهد کاهش هزینه تمام شده و استفاده وسیع از این روش باشیم.

مقدمه

با وجود پیشرفت های زیادی که در رشته جراحی بوقوع پیوسته و موجب شده که جراحان بتوانند به راحتی تیغ جراحی را در هر جا که نیاز باشد بکار ببرند، اما به نظر می رسد کماکان فضای گسترده ای برای بسط و توسعه روشهای جراحی وجود دارد. با توجه به اصل اساسی علم جراحی که "هر چقدر برش بیشتر باشد، عوارض جراحی و طول زمان بهبودی هم بیشتر می شود" امروزه توجه جراحان به این نکته جلب شده است که بتوانند با حداقل برش، دستکاری مورد نظر در ارگان های بیمار را انجام دهند. این تفکرات در سال ۱۹۸۷ منجر به ابداع روش جراحی آندوسکوپی یا جراحی با حداقل تهاجم (MIS) توسط دکتر فیلیپ موره فرانسوی شد. اقدام به جراحی لاپاراسکوپی و تحولی که در شیوه جراحی ایجاد کرد، آنچنان اهمیتی دارد که از آن به عنوان انقلابی در علم جراحی یاد می کنند. MIS در صورتیکه به جا و با

از زمان‌های بسیار دور، جراحی به عنوان یک روش درمانی برای برخی از بیماری‌ها شناخته شده بود، اما به علت عوارض زیاد و شدید در موارد بسیار محدود انجام می شد. همگام با پیشرفت های علمی پزشکی، درمان جراحی نیز دچار تحولات و پیشرفت های زیادی شده است، بطوریکه با ابداع و بکارگیری تکنیک‌های موثر برای اداره درد، کنترل خونریزی و پیشگیری از عفونت که سه عارضه عمده جراحی هستند، این روش درمانی بتدریج جای خود را در علم پزشکی به صورت یک درمان اصلی باز نموده و امروزه اعمال جراحی بسیار پیچیده ای نظیر پیوند اعضا با موفقیت انجام می‌شوند. لذا امید بهبودی بیماران از طریق جراحی افزایش یافته است و روزانه در سرتاسر دنیا، حتی در شهرهای کوچک اعمال جراحی بسیاری انجام می‌شود(۱).

جای خود را به یک دید دو بعدی و غیرمستقیم از طریق آندوسکوپ و مانیتور می‌دهد. آندوسکوپ و دوربین متصل به آن توسط کمک جراح تنظیم می‌شود و با حرکات چشم یا دست جراح هماهنگ نیست.

متفاوت بودن خط دید آندوسکوپ با خط دید طبیعی چشمان جراح: این وضعیت باعث می‌شود ناحیه عمل و نوک ابزارها متفاوت دیده شوند. برای مثال جراح جابجائی ابزار به سمت جلو و یا عقب را در مانیتور به صورت جابجائی به سمت راست یا چپ می‌بیند.

محدود بودن حرکات ابزارها: برش‌ها به‌عنوان نقطه ورودی ابزار به داخل بدن انسان دارای اثر تکیه-گاهی هستند. حرکات دست جراح از این برش به نوک ابزار منتقل می‌شود. علاوه بر این به علت موقعیت ثابت شکاف، دامنه حرکات ابزار از ۶ درجه آزادی به ۴ درجه کاهش می‌یابد. برای دستکاری بهینه بافت، ابزارها معمولاً با زاویه ای در حدود ۹۰-۶۰ درجه نسبت به یکدیگر قرار داده می‌شوند. جهت گیری ابزارها و طول بلند آنها جراح را وا می‌دارد تا دست‌های خود را در وضعیتی غیرطبیعی و با فاصله‌ای زیاد بین دستگیره‌ها به کارگیرد. این وضعیت دید و دستکاری غیرمستقیم، انطباق بین چشم و دست را به هم می‌زند و روش جراحی را پیچیده و مشکل می‌سازد (۴،۳).

عدم دید مستقیم و نداشتن حس لامسه: این حالت موجب می‌شود که ارزیابی کامل عناصر داخل انسزیون با مشکل روبرو شود. در چنین وضعیتی بعنوان مثال ممکن است توده‌های داخل یا خارج صفاقی در هنگام لاپاراسکوپي دیده نشوند (۵).

مشکلات ذکر شده، به‌مراه زمان جراحی طولانی، مشکل بودن بدست گرفتن ابزارها و خستگی مفرط جراح در طول عمل موجب شده است که این روش علی‌رغم مزایای واضح آن بصورت همه‌گیر قابل اجرا نباشد و بعضاً عوارض و آسیب‌های ناشی از اشکالات ذکر شده آن بیشتر از جراحی باز باشد. مضافاً

مهارت کامل انجام شود هم در اهداف و هم در روش کاملاً به نفع بیمار است و انجام آن بر جراحی باز ترجیح داده می‌شود (۲).

جراحی آندوسکوپي با جراحی باز متفاوت است. در جراحی روش باز، از طریق یک برش بزرگ انجام می‌شود که برای جراح و دستیارش دید مستقیمی از محیط عمل فراهم کرده و علاوه بر آن به آنها اجازه حرکت آزادانه دست و ابزارها را که برای دستکاری و عمل جراحی ضروری هستند، می‌دهد (۳).

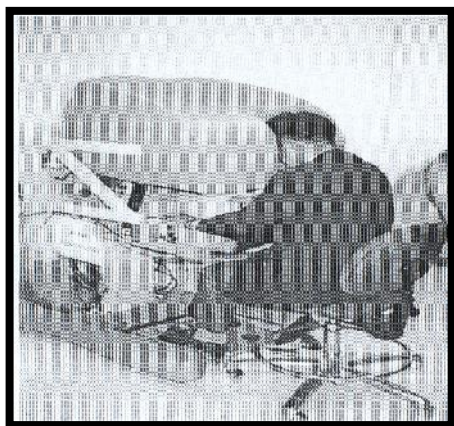
در حالیکه جراحی با حداقل تهاجم (MIS) یک روش جراحی بر مبنای دستیابی به بافت از خلال چند انسزیون کوچک در حدود ۱۰-۵ میلی‌متر است. داخل یکی از این برش‌ها یک آندوسکوپ که به دوربین ویدئویی مجهز شده است قرار داده می‌شود. از طریق برش‌های دیگر ابزارهای بلند و نازکی وارد بدن بیمار می‌شوند که جراح و دستیارش با استفاده از آنها عمل جراحی را انجام می‌دهند.

مزایای جراحی آندوسکوپي در برابر جراحی باز شامل کاهش دردهای پس از عمل، کاهش مدت بستری، ظاهر بهتر و کاهش عفونت زخم است (۳).

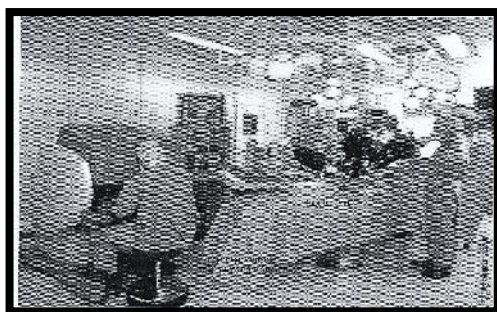
پیشرفت‌های فنی و بیش از ۲۰ سال تجربه، جراحان را برآن داشته است تا MIS را در بیشتر روش‌های جراحی پیشرفته به‌کار گیرند. اما از آنجا که اینگونه جراحی‌ها علاوه بر برداشتن عضو به اعمال بازسازی نیز نیاز دارند علی‌رغم پیشرفت‌های فنی بکارگیری MIS را برای جراحان مشکل نموده است. بعلاوه از آنجایی که این روش جدید نیاز به مهارت بیشتر جراح دارد اغلب بطور گسترده اجرا نمی‌شود.

موانع بکارگیری MIS شامل موارد زیر است: عدم انطباق بین چشم و دست: در MIS جراح و دستیارش به جای دید مستقیم از طریق تصاویر مانیتور عمل جراحی را انجام می‌دهند و لذا مشکل اساسی بنام عدم انطباق بین چشم و دست بوجود می‌آید. در جراحی آندوسکوپي دید سه بعدی و مستقیم

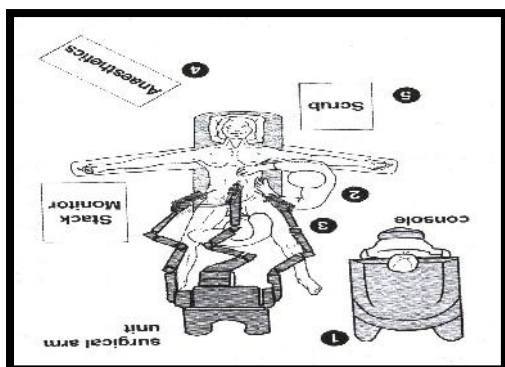
دستی و سه پدال است. جراح از داخل کابین و از راه دور، ربات و دوربین را کنترل می‌کند (شکل های ۱ و ۲).



شکل ۱- کابین (کنسول) جراح



شکل ۲- سیستم جراحی رباتیکی در اتاق عمل شامل: کابین جراح و ماشین جراحی بر بالین بیمار (بازوهای رباتیک) ماشین جراحی دارای سه بازوی رباتیک چند مفصلی است که موجب تغییر موقعیت و عملکرد ابزار جراحی و دوربین می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳- چیدمان اتاق عمل با اجزاء سیستم رباتیکی ابزارهای جراحی از طریق دو تروکار وارد می‌شوند و ۶ درجه آزادی دارند (۲ درجه آزادی بیشتر از MIS). تروکار سوم که از طریق پورت (برش سوم) وارد

آنکه اجرای موفقیت آمیز جراحی آندوسکوپی نیاز به تبحر و مهارت جراح دارد (۳، ۴، ۵، ۶).

برای غلبه بر مشکلات و موانع ذکر شده در استفاده از MIS و به منظور توسعه و بکارگیری روش‌های جراحی با تهاجم و برش کمتر روش جراحی با تهاجم اندک رباتیکی (MIRS Minimally Invasive Robotic Surgery) بوجود آمد. این روش جراحی اگرچه گران قیمت و پرهزینه است ولی از دید جراحان و مهندسين پزشکی انقلاب دیگری در جراحی می‌باشد که امید است با پیشرفت های آینده و استفاده از آن در غالب اتاق‌های عمل، هزینه های آن کاهش یابد (۳).

اولین بار پیش نمائی از سیستم جراحی رباتیک در سال ۱۹۷۹ توسط گوپلمین و بریس (Guillemine and Brice) توضیح داده شد (۷). ولی در آن زمان این سیستم کاملاً رویائی و دست نیافتنی بنظر می‌رسید. بعدها با عملی شدن این رویا، دستگاههای ساخته شده ربات نامیده شدند. هر چند که آنها ربات واقعی نیستند. در واقع یک ربات وسیله-ای است که اعمالش را بصورت خودکار و بدون دخالت مستقیم یک مداخله‌گر انجام می‌دهد. در صورتیکه در MIRS این وسایل هیچ بخشی از عمل را مستقیماً و مستقل انجام نمی‌دهند. با وجود این جامعه جراحان این واژه را برای تجهیزات الکترومکانیکی و همچنین برای تجهیزات جراحی که حداقل دارای یک موتور باشند بکار می‌برند. در واقع اصطلاح تله مانیپولاتور با تقویت کامپیوتر می‌تواند واژه مناسبتری برای این روش باشد (۳، ۷).

در جراحی رباتیکی، ربات‌ها توسط جراح از راه دور کنترل می‌شوند و دستکاری‌های لازم را توسط دستورات جراح و کنترل وی در محوطه عمل انجام می‌دهند. این سیستم جراحی از دو جزء عمده تشکیل شده است: ۱- کابین جراح و ۲- ماشین جراحی. کابین جراح (کنسول) دارای یک نمایشگر سه بعدی، دو اهرم

قلب را که بطور معمول در جراحی باز نیاز به یک برش با طول ۳۰ سانتی متر، دارد را انجام داد (۹،۳). به نظر می‌رسد بیشترین فایده این سیستم در میکروسرجری-ها دستکاری در فضاهای باریک و دور از دسترس باشد. مزیت عمده دیگر این روش سهولت بخیه زدن در جراحی‌های بازسازی نظیر سیستم صفراوی، گاسترو ژوژونوستومی پروگزیمال، سندرم پیلوپورتالیا و بستن واژن می باشد. وضعیت و جهت‌گیری ربات، محیطی ارگونومیک برای جراح و کمک جراح فراهم می‌آورد و دسترسی مستقیم به محوطه عمل را مهیا می‌کند. مزیت دیگر روش MIRS دید سه بعدی است که در جراحی لاپاراسکوپیک وجود ندارد (۹،۷).

مزیت بزرگ جراحی رباتیک امکان انجام عمل جراحی با حداقل تهاجم برای جراحانی است که مهارت و تجربه چندانی در اعمال جراحی لاپاراسکوپیک ندارند. در واقع با توجه به این ویژگی، انجام آن توسط تعداد بیشتری از جراحان است علاوه بر آن، این روش نیاز به زمان کوتاه‌تری برای یادگیری دارد، بر این اساس با عنایت به اینکه کسب سریع‌تر مهارت در این روش امکانپذیر است، جراحان بیشتری قادر خواهند بود با اطمینان خاطر بیشتر و بدون ترس از عوارض جراحی لاپاراسکوپیک، از این روش استفاده کنند.

تکنولوژی رباتیک پیشرفته‌ترین روش جراحی با حداقل تهاجم است که در مراحل اولیه پیشرفت خود قرار دارد. با کمک این روش، مداخلات مشکل لاپاراسکوپیک راحت‌تر، بی‌خطرتر گشته و با خستگی کمتری برای جراح همراه خواهند بود. البته هنوز در مورد اندیکاسیون‌های بالینی آن ابهاماتی وجود دارد. اگر چه مطالعات بالینی مزیت روش جراحی رباتیک را در مقایسه با لاپاراسکوپیک کلاسیک نشان داده‌اند ولی نیاز به ارائه شواهد عینی بیشتری احساس می‌شود (۳،۷،۸).

از نقائص سیستم‌های مختلف جراحی رباتیکی، فقدان درک لمس و کشش برای جراح است. وجود این

می‌شود برای ورود سیستم نوری طراحی شده است به منظور کسب یک نمای سه بعدی و واقعی از میدان عمل ضروری است. در این سیستم جراح که در کابین نشسته است عمل جراحی را با حرکت دادن دستی-هائی (اهرم) انجام می‌دهد. این حرکات از انگشتان جراح به نوک ابزارها منتقل و ترجمه می‌شود و کامپیوتر لرزش‌های فیزیولوژیک دست جراح را که دقت جراحی را کاهش می‌دهند، حذف می‌کند. مکانیک و نرم افزار کامپیوتری، دقیقاً همان حرکات دستان جراح را بدون تأخیر به ابزارها منتقل می‌کند. در MIRS راه حل‌های رباتیکی درجات آزادی نوک ابزارها را افزایش می‌دهند و کنترل مشهودتری را برای جراح فراهم می‌کنند. با استفاده از این سیستم‌ها می‌توان بیماری را در یک بیمارستان و حتی در یک کشور دیگر تحت عمل جراحی قرار داد (۷،۸).

در این روش محدودیت حرکت و دستکاری ابزار که ناشی از اثر تکیه‌گاهی نقطه ورود تروکار به بدن در MIS است از بین می‌رود. حذف لرزش دست جراح ویژگی مهمی است که امنیت و دقت سیستم MIRS را افزایش می‌دهد. به‌کارگیری دید سه بعدی اطلاعات دقیقی را جهت دستکاری در اختیار جراح قرار می‌دهد (۹،۳).

با عنایت به ویژگی‌های خاص جراحی رباتیک این شیوه مزایای قابل توجه برای بیمار و جراح دارد که شامل کاهش درد و آسیب، کاهش خونریزی و انفوزیون خون، کاهش ناراحتی و عوارض پس از عمل، کاهش ریسک عفونت، کوتاه شدن زمان بستری، بهبودی سریع‌تر، کاهش اسکار زخم و کاهش خستگی جراح ناشی از جراحی می‌باشند.

یکی از مهمترین مسائل در جراحی که باعث بروز بسیاری از عوارض جراحی است، طول انسزیون است. در روش MIRS با انجام چند برش کوچک می‌توان اعمال جراحی پیچیده و پر عارضه مانند جراحی

سایر نقائص این روش مثل فقدان فیدبک لمسی، ابعاد بزرگ دستگاه‌ها از مسائلی هستند که برای توسعه کاربردهای آن دارای اهمیت بوده و چاره‌جویی بیوتکنولوژیست‌ها را می‌طلبد.

### منابع

- ۱- غبرائی، محترم. روش کار در اتاق عمل و بهبودی. تهران: نشر ستوده، ۱۳۸۰.
- ۲- شفتی، مجید. "گزارشی از پانزدهمین کنگره انجمن آندوسکوپیک سوئیس با تکیه بر جراحی با تهاجم اندک". درون بین ۱۳۸۶. سال هفتم، شماره ۲۵: ۲۶-۲۷.
- 3- Jaspers Joris E N. " Simple Tools for Surgens ". PHD thesis at Delft University Technology . 2006 .
- 4- Ortmaier T J. " Motipon Compensation in Minimally Invasive Surgery ". PHD thesis at Technical University of Munich, 2002 .
- ۵- برنبد، علیرضا و قلی‌پور، چنگیز . " بدخیمی غفلت شده در بیماری‌های کوله سیستکتومی لاپاراسکوپیک شده‌اند: یک مشکل قدیمی در عصر لاپاراسکوپي ". درون بین ۱۳۸۶؛ سال هفتم، شماره ۲۵: ۱۰-۴.
- 6- Callery M P "Avoiding biliary injury during laparoscopic cholecystectomy: technical consideration". Surg Endosc, 2006;20:1654-1658 .
- 7- Marchal F,Rauch R, Vandromme J, Laurent I. " Telerobotic – assisted laparoscopic hysterectomy for benign and oncologic pathologies ". Surg Endosc, 2005;19: 826-831 .
- 8- Bove P, Stoianovici D, Micali S, Patriciu A etal. " Is telesurgery a new reality? Our experience with laparoscopic and percutaneous procedures" . Journal of Endourology, 2003; 17(3) :137-142 .
- 9- Kypson A.P & Chtwood W.R. "Robotic applications in cardiac surgery". InternationalJournal of Advanced Robotic Systems, 2004; 1(2): 87-92 .

فیدبک لمسی به جراح کمک می‌کند تا ارزیابی دقیقی از عناصر موجود در محوطه عمل داشته باشد و به درستی قضاوت نماید. البته با استفاده از دستگاه‌های آموزشی انیماسیونی و دید سه بعدی، جراح می‌تواند درک حس‌ها و کششی را که بازوی ربات اعمال می‌کند در خود تقویت کند و این نیروها را متعادل سازد(۷).

نقص دوم این سیستم‌ها هزینه‌های بسیار بالای آنها است، البته این امیدواری وجود دارد که با گسترش بازار آنها و معمول شدن استفاده از این وسایل در اتاق‌های عمل، هزینه‌های تمام شده کاهش یابد(۳،۷).

نقص سوم سیستم جراحی رباتیک ابعاد ماشین جراحی است که مهندسين پزشکی باید به این مسئله توجه کنند. با اقداماتی نظیر کوچک‌تر کردن اندازه دستگاهها و یا نصب بازوهای ربات به سقف اتاق عمل، انتظار می‌رود که فضای کمتری در اطراف بیمار توسط این دستگاهها اشغال شود. بعلاوه سایر پیشرفت‌های این سیستم‌ها، طراحی جدید ابزارها با حرکات ماری شکل، جایگذاری پورت‌ها( برش‌های آندوسکوپیک) به کمک کامپیوتر و خودکار کردن گره‌زدن‌ها می‌تواند انجام اعمال جراحی را تسهیل کند(۷).

### نتیجه‌گیری

سیستم‌های جراحی رباتیک با حداقل تهاجم یا تله ربات، اخیراً چیره دستی و دید جراح را در زمینه جراحی آندوسکوپیک افزایش داده اند. انجام اعمال جراحی بالاخص در فضاهای محدود و پیچیده و ظریف با تله مانیپولاسیون کامپیوتری و دید سه بعدی راحتتر شده و عوارض آن کمتر از روش باز و جراحی آندوسکوپیک است.

به عبارت دیگر جراحی رباتیک نقطه عطفی در تکنیک‌های جراحی به‌شمار می‌رود. این شیوه بطور واضح ابزارهای جدیدی را وارد عرصه جراحی با حداقل تهاجم کرده و امکانات تکنیکی و اندیکاسیون‌های طبی آن را گسترش داده است. البته مشکلات اقتصادی و

## Robotic surgery: change in new surgery techniques

By: Zandeyeh. M; Fakhar .N; Karami. M

### Abstract:

Medical science experts have reached scientific and technological improvements in recent decades and have turned surgery into a routine treatment by controlling its complications. Cumulative changes in surgery resulted in decreased pain and discomfort and controlled complications. The developmental path and changes have resulted in endoscopic with minimal invasive surgery (MIS) in which only few small incisions are made on the body and surgery is done through video control which otherwise required more and larger incision with more complication. But this method with all the usefulness has some problems such as discrepancy between surgeon's eye and hand, indirect and two dimensional vision, limited degree of freedom of instruments and surgeon's fatigue. In addition this type of surgery needs complete education and skill. The sum of these factors limits the use of MIS. In order to overcome these problems, robotic surgery method is invented. In this method like MIS, a few small incisions are made and surgeon is able to perform the surgery from a distance by a three dimension vision by controlling the arms of robots which are similar to the movements of human and are placed around the table of surgery. Despite all the benefits of this method, its high cost limits its use. Although it's hopeful that with the improvements of this method and its usefulness, the costs will decrease.