بررسی نقش توسعه فناوری هوش مصنوعی در پزشکی و ارتقای سلامت

دکتر رضا زندی[*]، دکتر احمدرضا احمدی آبدشتی[**]، مهندس زهرا احمدی آبدشتی[***]
دکتر محمدعلی اخوت پور[*]، دکتر محمدرضا میناتور سجادی[*]

چکیده:

توسعه هوش مصنوعی [Artificial Intelligence (AI)]، به طور چشمگیری افزایش یافته و کاربردهای بالینی آن برای اکثر تخصص‌های پزشکی مورد بررسی قرار گرفته است. گسترش وسایل مورد استفاده در جراحی هم چنان در حال پیشرفت می‌باشد.

همچنین، جراحی رباتیک، ابزاری مطمئن و موثر برای تکمیل جراحی‌های خاص می‌باشد. استفاده از ربات به عنوان یک ابزار کمکی برای کمک به روش‌های جراحی مرسوم، با موفقیت به راهی برای غلبه بر محدودیت‌های اعمال جراحی کم تهاجمی منجر شده است. این امر منجر به استفاده گسترده از آن در اکثر تخصص‌های جراحی گشته است.

با توجه به گستردگی موضوع هوش مصنوعی در مطالعات حوزه سلامت و پراکندگی بسیار پژوهش‌ها در این حوزه، نیاز به گردآوری و جمع‌بندی مطالب به شدت احساس می‌شود. در این مقاله، سعی بر آن است تا مطلبی منسجم از جمع‌آوری مطالعات هوش مصنوعی در پزشکی تهیه شود. همچنین کارهای انجام شده در این مورد و نیز چالش‌ها و مشکلات پیش رو مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: *هوش مصنوعی، جراحی رباتیک، صفحه مانیتور، حسگر لمسی*

کاربرد هوش مصنوعی در پزشکی

هوش مصنوعی، با تحقیق و توسعه نظریه‌ها، روش‌ها، فناوری‌ها و سیستم‌های کاربردی برای شبیه‌سازی و گسترش هوش انسانی، بر آن است که ماشین‌ها را قادر به انجام کارهای پیچیده‌ای کند که معمولاً برای انجام آنها به هوش انسانی نیاز است. هدف هوش مصنوعی نزدیک نمودن رفتار و پاسخ یک سیستم کامپیوتری به الگوریتم‌هایی است

[*] دانشیار گروه جراحی ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، بیمارستان طالقانی
[**] دستیار گروه جراحی ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، بیمارستان طالقانی
[***] کارشناس ارشد مهندسی برق و الکترونیک، افزاره‌های میکرو و نانو الکترونیک، دانشکده مکانیک، برق و کامپیوتر، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران
نویسندهٔ پاسخگو: دکتر احمدرضا احمدی آبدشتی
تلفن: 02122439784
E-mail: ahmadrezaahmadi@sbmu.ac.ir

تاریخ وصول: 1403/01/07
تاریخ پذیرش: 1403/04/02

که انسان بر اساس آن‌ها رفتار می‌کند و پاسخ می‌دهد. در راستای تحقق این هدف، کارها و پژوهش‌های زیادی صورت گرفته است. پس از مطالعه پژوهش‌های این حوزه، به دلیل گستردگی زیاد، پاره‌ای از مهمترین کارهایی که اخیراً در زمینه هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف پزشکی صورت گرفته، در جدول زیر خلاصه شده است.

این حوزه‌ها شامل تحول دیجیتال، تکنولوژی واقعیت گسترش یافته، جراحی رباتیک، فورسپس‌های رباتیک، جراحی لاپاراسکوپیک با کمک ربات‌ها، تکنولوژی تصویربرداری در جراحی، حسگرهای لمسی، صفحه مانیتورها، وسایل جراحی و پزشکی، کاربردهای بالینی هوش مصنوعی در گوارش و سیستم ارزیابی فیزیکی سایبری هستند که از مهم ترین حوزه های هوش مصنوعی در پزشکی و سلامت می‌باشند.

در حوزه تحول دیجیتال، میز آناتومی جهت تشریح مجازی، جراحی ستون فقرات و هولوگرام‌های سه بعدی معرفی شده‌اند. حوزه تکنولوژی واقعیت گسترش یافته به مدل‌های استخوان تمپورال و جراحی با راهنمایی تصاویر می‌پردازد. در حوزه جراحی رباتیک، پس از بیان سیر تکاملی این حوزه، ربات جراحی **S-Surge**، سیستم جراحی داوینچی و جراحی رباتیک در تخصص‌های مختلف پزشکی مورد بررسی قرار گرفته است. فورسپس‌های رباتیک دارای قابلیت استفاده مجدد در حوزه فورسپس‌های رباتیک و فیدبک وابسته به حس لامسه در حوزه جراحی لاپاراسکوپیک با کمک ربات‌ها، مورد بحث قرار می‌گیرند. جراحی توراسیک به کمک ویدیو، جراحی توراکوسکوپیک به کمک ویدیوی نزدیک فروسرخ، لوکالیزه کردن ندول‌های ریوی و شناسایی تومورها در جراحی توراکوسکوپیک، سیستم آندوسکوپی دارای قابلیت پردازش تصویر، سیستم تصویربرداری فوق طیفی در تشخیص زخم‌های حاد و مزمن و نیز تکنیک بازتاب پراکنده چند طیفی از بخش‌های پرداخته شده حوزه تکنولوژی تصویربرداری در جراحی می‌باشند. حسگرهای لمسی نیز ارزیابی بازخورد لامسه و بینایی در جراحی لاپاراسکوپیک، فراهم آوردن امکان لمس در جراحی‌های آندوسکوپیک و دستگاه‌های حسگر لمسی در جراحی رباتیک کمتر تهاجمی را مورد بررسی قرار می‌دهد. انواع مختلف تکنولوژی‌های مانیتورها نیز در حوزه صفحه مانیتورها جای می‌گیرند. حوزه وسایل جراحی و پزشکی، وسایل جراحی خمیده، اینترنت اشیا در وسایل جراحی و بهبود استریلیزاسیون ابزار جراحی را تحلیل و ارزیابی می‌کند. در انتها، هوش مصنوعی در گوارش و سیستم مدیریت فیزیکی سایبری برای تحویل و نظارت بر ابزار جراحی معرفی شده‌اند.

در جدول، هر حوزه در پزشکی به صورت جدا در بخش حوزه و بخش‌های مربوط به هر حوزه، در قسمت بخش، آورده شده است. در قسمت نویسنده، اولین نویسنده مقالات مرتبط و در بخش موضوع، عنوان مقاله مذکور، درج شده است. حاصل و دستاورد هر مقاله، در قسمت نتایج و نحوه کار و مطالب اضافی مربوط به مقاله، در بخش توضیحات، ذکر شده است. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، این کار برای سهولت دسترسی به نتایج و توضیحات مهم ترین حوزه‌های هوش مصنوعی در پزشکی می‌باشد.

کاربرد هوش مصنوعی در پزشکی ایران

در ایران نیز همانند سایر نقاط جهان، هوش مصنوعی در حال پیدا کردن جایگاه خود در علوم مختلف و نیز در علم پزشکی می‌باشد. یکی از مهمترین کارهایی که در ایران در این زمینه صورت پذیرفته، ربات جراحی از راه دور سینا می‌باشد. مهرناز آقانوری و همکارانش در سال 2021 از سیستم رباتی ارباب و برده معرفی شده توسط شرکت دانش‌بنیان نوآوران رباتیک و پزشکی سینا، جهت جراحی از راه دور استفاده نمودند که شامل دو زیرسامانه کنسول جراحی رباتیک ارباب و ربات‌های جراح برده می‌باشد. برای کنترل ربات‌های برده، مهم است که ربات ارباب، وضعیت‌های ارگونومیک را برای جراح فراهم آورد و هم‌چنین فضای کاری به اندازه کافی بزرگ و قابلیت دستکاری خوب برای جراح جهت کنترل آن تهیه نماید. بنابراین در این مقاله، فضای کاری، قابلیت دستکاری و ایزوتروپی هر دسته در ربات اصلی سیستم جراحی از راه دور سینافلکس مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

جدول 1ـ کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف پزشکی

حوزه	بخش	نویسنده	موضوع	نتایج	توضیحات
تحول دیجیتال		تادانسوگلو موریموتو (۲۰۲۲)	تحول دیجیتال آموزش پزشکی و توانبخشی را در جراحی ستون فقرات تغییر خواهد داد [۱]	• سی آناتومی جهت تشریح مجازی • آموزش حین عمل با استفاده از ویدئوهای گرفته شده با رزولوشن بالا • هولوگرام های سه بعدی	• دوربین GoPro نصب شده بر سر جراح و زوایای ۱۴۹ درجه (جهت آموزش جراحی) و ۳۶۰ درجه (برای کل محیط جراحی) • هولوگرام های سه بعدی با واقعیت توسعه یافته و با سیستم ذخیره هولولایز. تصاویر سه بعدی را به صورت استرانوسکوپیک به عنوان هولوگرام جمع می کند. اطلاعات مربوط به سی تی، ام آر آی و سونو گرفته و بر روی سیستم ذخیره بارگذاری شده و به صورت اتوماتیک و بلافاصله در سیستم [IMI] بیمارستان تبدیل می گردد.
تحول دیجیتال	جراحی ستون فقرات	تادانسوگلو موریموتو (۲۰۲۲)	تحول دیجیتال آموزش پزشکی و توانبخشی را در جراحی ستون فقرات تغییر خواهد داد [۱]	• معرفی درمان مشکلات ستون فقرات با کمترین میزان تهاجم به عنوان یک روش درمان. • کاهش میزان تماس مستقیم با بیمار	• ارائه راهکارهایی برای قبل و بعد از عمل و هم چنین بازتوانی با استفاده از تحول دیجیتال. • افزایش کیفیت مراقبت از بیماران و بازتوانی آن ها با استفاده از تحول دیجیتال برای دسترسی به بالاترین سطح مراقبت از بیماران در جراحی ستون فقرات.
تکنولوژی واقعیت گسترش یافته	مدل های استخوان تمپورال	آیامه یاماداکی (۲۰۲۱)	واقعیت مجازی و ترکیبی خاص بیمار برای آموزش آناتومی فرآگیر و تجربی و برای برنامه ریزی جراحی در جراحی استخوان تمپورال. [۲]	• بررسی استفاده از واقعیت مجازی و ترکیبی با استفاده از مدل استخوان تمپورال در آموزش آناتومی، برنامه ریزی قبل از عمل جراحی و ارجاع در هنگام انجام اعمال جراحی. • سودمند بودن مدل های استخوان تمپورال واقعیت مجازی در آموزش آناتومی و همچنین بالابردن استفاده از این سیستم در مورد این مورد استفاده در جراحی بر اساس عقیده شرکت کننده ها بدون توجه به میزان دانش در زمینه گوش و حلق و بینی.	• بررسی دستگاه واقعیت مجازی در استخوان تمپورال توسط پانزده متخصص و دانشجو در زمینه ی گوش و حلق و بینی و پر کردن پرسش نامه ای برای سنجش و مشخص کردن میزان صحیح بودن آن. • مدل های استخوان تمپورال برای استفاده در حوزه های واقعیت مجازی، واقعیت ترکیبی بر روی صفحات نمایش نصب شده بر روی سر و هدست های واقعیت ترکیبی. ساخته و تصویرسازی شده اند که به کاربران اجازه می دهد تصاویر تومورگرافی کامپیوتری را حتی بدون این که دانش خاصی داشته باشند، به تصاویر واقعیت مجازی و واقعیت ترکیبی تبدیل کنند.
تکنولوژی واقعیت گسترش یافته	جراحی با راهنمایی تصاویر	ماکی سوگیموتو (۲۰۲۳)	توسعه سیستم جراحی با کمک تصاویر هولوگرافیک هولوآیز و تلفه مدیسین. مزایای بالینی واقعیت گسترش یافته (واقعیت مجازی، افزوده، ترکیبی)، متاورس و هوش مصنوعی در جراحی با مرور سیستماتیک. [۴]	بهبود بخشیدن دقت و کارایی جراحی، کم کردن مدت زمان جراحی و بیش تر کردن میزان ارتباط و همکاری نیم جراحی با یکدیگر. استفاده از واقعیت گسترش یافته و جهت بالی در اعمال جراحی. بهبود بخشیدن اعمال جراحی با راهنمایی تصویر هولوگرافیک.	توسعه یک سیستم به نام هولوآیز بر پایه ی وب با ترکیب واقعیت گسترش یافته، هوش مصنوعی و تکنولوژی متاورس. هولوآیز، دیتاهایی را که شبیه ارگان های بدن است، از سی تی اسکن و ام آر آی استخراج می کند و آن ها را به صورت موفیتی (موفیت در فضا) نمایش می دهد تا بتواند آن ها را به طور دقیق در محور مختصات (x,y,z) مشخص کند. x و y و z به دست آمده در نهایت به اطلاعات چندوجهی تبدیل می شوند تا در تکنولوژی واقعیت گسترش یافته استفاده شوند

جراحی رباتیک		• رباتیک در جراحی: روندهای فعلی. ۴ • سیستم‌های جراحی رباتیک.۵	• هیتش چوپرا (۲۰۲۲) • ساشی کومو (۲۰۲۳)	• کاهش خطاهای ناشی از جراحی، کاهش زمان بهبودی بیمار، احساس درد کمتر و بیمار پس از جراحی با کمک جراحی رباتیک. • کمک ربات‌ها به پزشکان برای انجام روش‌های درمانی پیچیده با دقت، انعطاف‌پذیری و کنترلی فراتر از توانایی‌های انسانی. • افزایش مهارت پزشکان با استفاده از ربات‌های مجهز به دوربین، بازوهای مکانیکی و ابزار جراحی. • مهارت و دقت حرکتی بالاتر دستگاه‌های رباتیک در مقایسه با جراحی لاپاراسکوپی معمولی با کم تهاجمی • دسترسی بهتر جراحان به بخش‌های غیرقابل دسترس بدن با استفاده از رباتیک. • استفاده از دستگاه RAS، شکلی از سیستم جراحی با کامپیوتر برای کنترل و حرکت ابزارهای جراحی. • مزایای دستگاه RAS شامل ظرفیت آن برای کمک به جراحی کم تهاجمی و کمک به کارهای پیچیده در مناطق محدود • امکان کنترل دوربین با حرکات سر، کاهش خستگی دستیار و فراهم کردن دید پایداری با استفاده از ربات نگهدارنده دوربین اندوآسیست. • راه محدوده حرکتی ۷ درجه‌ای، دید ۳ بعدی و تعیین اندازه حرکات در جراحی توسط ربات داوینچی.	• انجام یک روش جراحی به کمک ربات با کمک بازوی جراحی رباتیک در سال ۱۹۸۵. این ربات برای انجام بیوپسی استریوتاکسیک عصبی از دقت معمولی و تحت هدایت توموگرافی کامپیوتری استفاده کرد. • جراحی با کمک ربات متعاقبا برای کوله سیستکتومی لاپاراسکوپی، جراحی پروستات و جراحی تعویض مفصل زانویی مورد استفاده قرار گرفت. • معرفی سیستم جراحی رباتیک زئوس با هدف انجام جراحی رباتیک برای انجام جراحی لوله فالوپ: پیوند عروق کرونر و کوله سیستکتومی در سال ۱۹۹۸. • توسعه یک سیستم رباتیک جراحی از راه دور در سال ۲۰۰۳ که پایه و اساس ربات داوینچی اولیه بود. این ابزار بیش رفته کم تهاجمی مورد توجه گسترده قرار گرفت و در سال ۲۰۰۰ ربات داوینچی به اولین سیستم جراحی رباتیک تبدیل شد که تاییدیه جراحی لاپاراسکوپی عمومی را به دست آورد. • اعمال موفق سیستم داوینچی برای انجام اولین جراحی های پی قلبی با کمک رباتیک در سال ۱۹۹۸. • انجام اولین جراحی پیوند کلیه با کمک رباتیک در سال ۲۰۰۹ و اولین پروستاتکتومی رادیکال لاپاراسکوپی به کمک ربات در سال ۲۰۰۰. • تایید سیستم جراحی داوینچی، اولین ربات جراحی، برای جراحی عمومی به صورت کم تهاجمی در اروپا در سال ۲۰۰۰. سال ۲۰۰۱ انجام پروستاتکتومی به این روش و سال ۲۰۰۵ استفاده از هوش مصنوعی در کنسرهای زبان مورد تایید قرار گرفت. • مورد قبول واقع شدن سیستم دستیار رباتیکی، یک ربات قدرتمند جراحی، در سال ۲۰۱۷. • دریافت تاییدیه ربات نگهدارنده دوربین اندوآسیست در سال ۲۰۰۰.
جراحی رباتیک	ربات جراحی S-Surge	S-Surge یک ربات جراحی قابل حمل بر اساس مکانیزم جدید با قابلیت سختی نیرو برای جراحی رباتیک ۶	ویکتوریم کپر (۲۰۲۰)	• تولید یک ربات متراکم با وزن کم و مناسب که قابلیت حس کردن نیرو را داشته باشد و بتوان از آن در اعمال جراحی استفاده نمود. • استفاده به عنوان ربات کمکی برای اعمال جراحی با میزان تهاجم کم.	• تمرکز اولیه ی طراحان این ربات بر طراحی دستگاه و سیستم حس کردن و سنجش نیروی آن بوده است. • برتری های این ربات شامل ساختار متراکم و فشرده، سادگی، دقت بالا و سختی بالا می باشد.

جراحی رباتیک	سیستم جراحی داوینچی	ساختمان کومو (۲۰۲۴)	ـ پرتکامی جراحی رباتیک ۵	• گسترش استفاده از این سیستم از جراحی های اولیه اورولوژی و زنان، به جراحی های گوارشی، تنفسی، قلبی و عروقی و سایر جراحی‌ها. • سیستم جراحی دارای تصویربرداری با وضوح بالا به صورت سه بعدی، ابزارهای اندوریست با ۷ درجه آزادی، فیدبک لرزش فیزیولوژیک و مقیاس بندی حرکت.	مدل چهارم داوینچی در حال حاضر در دسترس است.
جراحی رباتیک بر اساس تخصص		ساختمان کومو (۲۰۲۴)	سیر تکاملی جراحی رباتیک ۵	• جراحی رادیکال پروستاتکتومی و نفرکتومی در اورولوژی. • دسترسی ارگونومیک ارائه شده توسط بازوهای رباتیک، به ویژه برای تشخیص و درمان سرطان‌ها در جراحی‌های زنان. • استفاده از کولیسیستکتومی، اروفرکتومی و جراحی پانکراس در جراحی عمومی. • ادغام تکنیک‌های لاپاراسکوپی در جراحی‌های سرطان معده، روده و رکتال. • بهبود محدودیت های لاپاراسکوپی از طریق دید سه بعدی، بزرگ نمایی بالا، ابزارهای اندوریست، فیلتر لرزش و مقیاس بندی حرکت در جراحی سرطان مری و پانکراس.	• نتایج انکولوژیکی مشابه با جراحی باز، همراه با زمان بهبودی پس از عمل سریع تر و عوارض کمتر پس از عمل. • افزایش میدان دید در جراحی. • نتایج مشابه در مدیریت قبل از عمل، ارزیابی انکولوژیک و نتایج عملکردی بین جراحی رباتیک و لاپاراسکوپی.
جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی عمومی	ساختمان کومو (۲۰۲۴)	ـ پرتکامی جراحی رباتیک ۵	• فراهم کردن یک گزینه ایمن و موثر به ویژه در جراحی های چالش برانگیز مانند برداشتن مزورکتوم و مزوکولون توسط جراحی رباتیک. • استفاده موفق از پلتفرم های رباتیک در روش های مختلف جراحی عمومی، از جمله جراحی های کبدی مانند متاستازکتومی سلکتیو.	در جراحی عمومی، اغلب رویکرد لاپاراسکوپی ترجیح داده می شود و برخی از جراحان از جراحی رباتیک به ویژه در پروسیجرهای پیچیده مانند کولکتومی حمایت می کنند.
جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی سر و گردن	ساختمان کومو (۲۰۲۴)	سیر تکاملی جراحی رباتیک ۵	درمان تومورهای اوروفارنجیال در مراحل اول (T1-2) با استفاده از جراحی رباتیک ترنس‌اورال.	جراحی رباتیک ترنس‌اورال، به عنوان روش جایگزین برای جراحی لیزری میکرو در نظر گرفته می‌شود.

جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی قلب و عروق	سانشی کومو (۲۰۲۳)	سیر تکاملی جراحی رباتیک، ۵	جراحی موفق دریچه میترال، جراحی فیبریلاسیون دهلیز، بازسازی کرونر، قرار دادن لید چپ و جراحی اختلالات مادرزادی با استفاده از جراحی رباتیک.	تکامل رویکردهای رباتیک در جراحی های قلب و عروق در دو دهه گذشته.
جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی زنان	سانشی کومو (۲۰۲۳)	سیر تکاملی جراحی رباتیک، ۵	• طراحی سیستم جراحی هومینیس برای سالپنگو اوفورکتومی همراه با هیسترکتومی خوش خیم. • بردن های شکمی کمتری در مقایسه با جراحی لاپاراسکوپی سنتی. • قابل مقایسه بودن نتایج انکولوژیک با رویکردهای رباتیک با جراحی های باز در روش‌های رایج شامل رادیکال هیسترکتومی، رادیکال اوفورکتومی و لنفادنکتومی لگنی و برائوت جراحی رباتیک در زنان • مدیریت بدخیمی‌های زنان با جراحی رباتیک.	• سیستم جراحی هومینیس از تجهیزات جراحی با حداقل تهاجم و یک دوربین فیبرنوری برای دیدن ابزارهای داخل بدن بیمار در حین برداشتن رحم استفاده می کند. • ۳۰ بیمار را که هیسترکتومی کامل، سالپنگکتومی با سالپنگو اوفورکتومی برای بیماری های خوش خیم، انجام داده بودند را با استفاده از سیستم جراحی هومینیس مورد بررسی قرار دادند. • با استفاده از سیستم جراحی هومینیس، با وجود چندتلاقی های مختلف در بیماران مورد بررسی، در هیچ یک از ۳۰ جراحی انجام شده، هیچ نیازی به انجام لاپاراسکوپی یا با انواع روش های جایگزین دیگر وجود نداشت
جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی مری	جیرو هایاشی (۲۰۲۲)	بنانسیل قعی آینده جراحی رباتیک برای سرطان دستگاه گوارش. ۷	• انجام موفق جراحی رباتیک رادیکال ازوفاگکتومی و رادیکال لنف نود دایسکشن در SCC • استفاده از تکنیک جراحی رباتیک غیر توراسیک، ترکیبی از ترانس هیاتال و سرویکال و ترانس توراسیک بدون ورود به قفسه سینه، به قصد کاهش عوارض کاردیوپولمونر در حین تشریح کامل لنف نود ها. • کاهش خونریزی، پنومونی و عوارض کلی و برش رادیکال بیشتر جراحی رباتیک مری نسبت به لاپاراسکوپی.	• درمان استاندارد سرطان مری، کموتراپی قبل از عمل و پس از آن، رادیکال ازوفاگکتومی می باشد. درمان جراحی لاپاراسکوپی- توراکوسکوپی با توجه به کاهش عوارض قلبی عروقی، کاهش درد پس از عمل، کاهش مدت بستری و بهبود کیفیت زندگی، به نسبت جراحی باز، به طور گسترده برای کنسر مری مورد استفاده قرار می گیرد. • برای بهبود کارسینوما، رویکرد مدیاستینال و ابدومینال (مانند روش ازوفاگکتومی ترانس توراسیک و برای SCC، رویکرد سرویکال و توراسیک و ابدومینال نیاز است.
جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی معده	جیرو هایاشی (۲۰۲۲)	بنانسیل قعی آینده جراحی رباتیک برای سرطان دستگاه گوارش. ۷	• اجرای موفقیت آمیز رزکسیون لنف نودهای دوبعدی با استفاده گسترده از گاسترکتومی لاپاراسکوپی. • کاهش قابل توجه در حجم خون ریزی در حین عمل جراحی و در نهایت کاهش نیاز به ترانسفوزیون خون و بهبود نتایج کوتاه مدت و طولانی مدت عمل با جراحی رباتیک. • کاهش عوارض بعد از عمل در گاسترکتومی رباتیک.	• گاسترکتومی رباتیک از نظر اثر بخشی، ایمنی و امکان پذیری، مشابه لاپاراسکوپی است و از نظر نتایج طولانی مدت انکولوژیک، به خوبی جراحی باز می باشد. • جراحی رباتیک به جلوگیری از آسیب به ارگان های مجاور در طول دایسکشن لنف نودهای حفره فوقانی و انکراس کمک می کند. مزایای تکنیکال این روش شامل دید سه بعدی، بزرگنمایی بالا، کاهش لرزش ها و حرکات دقیق می باشد.

جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی کولورکتال	جیرو هیاشی (۲۰۲۲) ۷	پتانسیل فعلی آینده جراحی رباتیک برای سرطان دستگاه گوارش.	در روش رباتیک، نیاز به تغییر روش به جراحی باز، حدود ۵ درصد کمتر است که این روش را برای کیس های کمپلکه مناسب تر می سازد.	روش رباتیک، نتایج انکولوژیکی معادل جراحی باز دارد.
جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی بانکراس	جیرو هیاشی (۲۰۲۲) ۷	پتانسیل فعلی آینده جراحی رباتیک برای سرطان دستگاه گوارش.	• میدان دید مناسب تر و دقت بیشتر سوچورها با استفاده از ربات ها • کاهش نیاز به تغییر متد عمل به جراحی باز به دلایل ویژوالیزاسیون آناتومی اطراف بانکراس، بزرگنمایی ساختارهای عروقی اطراف آن و حذف لرزش ها هنگام سوچور زدن.	رزکسیون توده در سر و دم پانکراس، از جهت نیاز به مهارت، به مراتب نسبت به تن آن ساده تر است؛ چرا که در رزکسیون سر پانکراس، نیاز به پانکراتیکوجژونوستومی، بازسازی پانکراس، دئودنوموز بین رزوم و پانکراس و همچنین بایل داکت داخل حفره شکم می باشد به همین علت، استفاده از ربات ها کارامدتر است.
جراحی رباتیک بر اساس تخصص	جراحی هپاتیک	جیرو هیاشی (۲۰۲۲) ۷	پتانسیل فعلی آینده جراحی رباتیک برای سرطان دستگاه گوارش.	• کارامدتر بودن روش رباتیک در کنترل کنسر، از جهت حجم خون ریزی، عوارض و مدت عمل نسبت به روش رزکسیون باز کبد. • بزرگنمایی، حذف لرزش دست و دقت بالای عمل در روش رباتیک.	روش رباتیک به ویژه در کیس های کمپلیکه مثل تومور مجاور عروق، بیماران چاق و فراگیری غیرعادی شریان هپاتیک، روش ارجح می باشد.
فورسپس های رباتیک	-	دونگیو ژو (۲۰۲۰) ۸	فورسپس های رباتیک با مفصل مچ دست انعطاف پذیر ساخته شده از پلاستیک فوق مهندسی.	• استفاده از فورسپس رباتیک در وسائل بزرگی با دلایل مقاومت در برابر گرمایی بسیار بالا، بازدهی از نظر شیمیایی و قدرت مکانیکی بالا. • مقاومت در برابر فشارهای بالا و نیروی فشارنده تا ۳۰ نیوتن قسمت میانی فورسپس ساخته شده با PEEK و ایجاد نیرویی به اندازه ۱۰۲ نیوتن.	• فورسپس های رباتیک مینیاتوریزه که دارای اتصال بازو و قسمت میانی انعطاف پذیر هستند، در این که کدام ویژگی سخت و سخت بودن یا انعطاف پذیر بودن غالب باشد، دچار مشکل می باشند، برای حل این مشکل، یک فورسپس رباتیک معرفی گردیده که قسمت میانی انعطاف پذیر آن از پلاستیکی با مهندسی بسیار پیشرفته ساخته شده است. • اتصال بازوی انعطاف پذیر، با استفاده از پلی آمر کشون ساخته شده است.
فورسپس های رباتیک	فورسپس های رباتیک دارای قابلیت استفاده مجدد	ناکامیرو هوما (۲۰۲۴)	عوامل موثر بر خطای عایق در دستگاه های جراحی دارای قابلیت استفاده مجدد. ۹	• یافتن خطای عایق در ۸ مورد از ۶۹ دستگاه معادل ۱۱/۶٪. • یافتن ۴ خطای عایق در ۲۸ دستگاه گوارش (۱۴/۳٪)، ۳ خطای عایق در ۲۰ دستگاه زنان (۱۵٪) و یک خطای عایق در ۱۲ دستگاه ورولوژی (۸/۳٪) با همکاری متخصصین رشته های مختلف. • یافت نشدن خطای عایق در هیچ کدام از ۹ دستگاه بررسی شده توراسیک. • استفاده از روبه دارای خطای عایق از محصولات ۳ شرکت مختلف. • تأثیر کمتر روش تمیز کردن و زمان استفاده، بر روی IT.	• عوامل مرتبط با خطای عایق در وسائل اندوسکوپی دارای قابلیت استفاده ی مجدد بررسی شده است. • پوشش عایق وسایل اندوسکوپیک دارای قابلیت استفاده ی مجدد، بازرسی های بصری روتین را پشت سرگذاشتند و تحت شستشوی دست ها برای حذف لکه های قابل مشاهده و استریلیزاسیون مکانیزه قرار گرفتند.

جراحی لاپاراسکوپیک با کمک ربات ها	-	هوان لیو (۲۰۲۱)	MUSHA Hand II: دست چند منظوره برای جراحی لاپاراسکوپیک به کمک ربات. ۱۰	• جراحی و ارزیابی یک وسیله چندکاره با سنسورهای پیشرفته. • افزایش میزان بازدهی و کارایی جراحی های رباتیک و غلبه بر محدودیت ها.	• پس از این که این وسیله در حفره ی شکم قرار گرفت، می تواند به شکل های مختلف گیرنده یا لمس کننده برای اهداف مختلف ایفای نقش کند.
جراحی لاپاراسکوپیک با کمک ربات ها	فیدبک وابسته به حس لامسه	الکساندر کوآباد (۲۰۲۲)	یک دست بدون اتصال قابل پوشیدن جدید با بازخورد لمسی پوستی متناوب. ۱۱	معرفی یک وسیله لمسی قابل پوشیدن از جنس اسکلت خارجی تشکیل شده از پنج سر انگشت کوچک با ابعاد ۴x۴ برای ارائه فیدبک پوستی.	• واسطگی جراح به دید با جزئیات و توانایی حس کوچک ترین جزئیات ارگان ها حین عمل جراحی باز. • در جراحی لاپاراسکوپیک، فیدبک وابسته به حس لامسه، برای جراح اطلاعات زیادی درباره ی اثر متقابل وسیله ی مورد استفاده در جراحی و بافت مدن فراهم می کند.
تکنولوژی تصویربرداری در جراحی	جراحی توراسیک به کمک ویدیو	یامین مائو (۲۰۱۷)	شناسایی ندول های ریه سانتی‌متری توسط سیستم‌های توراکوسکوپیک فلوئورسانس نزدیک فروسرخ در جراحی‌های رزکسیون ریوی. ۱۲	• عملی و قابل استفاده بودن و امنیت بالا و بالای استفاده از دستگاه فلوئورسانس نزدیک فروسرخ در جراحی های تراسیک به کمک ویدیو در رزکسیون ریه. • تصویربرداری با حساسیت بالا در حین عمل جراحی که باعث کشف شدن تومورهای کوچک می شوند • شناسایی ندول های کوچک با استفاده از تصاویر فلوئورسانس نزدیک فروسرخ.	۲ دستگاه فلوئورسانس نزدیک فروسرخ در اتصال جراحی رزکسیون ریه با هم مقایسه شدند. استفاده از دستگاه فلوئورسانس نزدیک فروسرخ باعث کشف ۹ ندول اضافه شد که در روش های سنتی کشف نشده بودند. ۴ عدد از این ۹ ندول معادل ۴۴/۴٪ به عنوان بدخیم یا هایپرپلازی آدنوماتوی بدخیم شناخته شدند. ۵ ندول دیگر در واقع مثبت کاذب بودند. حساسیت و ارزش اخباری مثبت این دستگاه برای تومورهای ریه به ترتیب ۸۸/۷٪ و ۹۷/۶٪ بود
تکنولوژی تصویربرداری در جراحی	جراحی توراکوسکوپیک به کمک ویدیوی نزدیک فروسرخ	یوسوکه ماتسورا (۲۰۱۹)	تصویربرداری نوری مبتنی بر فلوئورسانس اخیرا برای گمنتکتومی جراحی توراکوسکوپیک با کمک ویدیو. ۱۳	• عملی، شدنی و موثر بودن استفاده از جراحی توراکوسکوپیک به کمک ویدیوی نزدیک فروسرخ بر پایه ی ICG در سگمنتکتومی ریه ی بیمارانی که سرطان ریه دارند. • عملی بودن و کارایی استفاده از فلوئورسانس ایندوسیانین سبز در جراحی های توراسیک با استفاده از سیستم تصویربرداری فروسرخ.	بررسی این روش بر پایه ی ICG بر روی ۱۰۹ بیمار و فراهم نمودن شبه سازی سه بعدی از ساختارهای عروقی، سگمان های برونش و تومور ریه با بررسی هر بیمار قبل از عمل با استفاده از یک توموگرافی کامپیوتری رده ی چند انتشار از تزریق ICG با دوز پایین (۰/۲۵ mg/kg)، بعد از جدا کردن شریان های ریوی سگمنتال و برونش های هدف جداسازی شده. مشخص شدن یک خط فلورسنت ICG با استفاده الکترونیکی تحت دایمن NIR توراکوسکوپی و تقسیم بازاتک به ریه در امتداد خط توسط استاپلین الکترونیکی.
جراحی توراکوسکوپیک به کمک ویدیوی نزدیک فروسرخ	لوکالیزه کردن ندول های ریوی در جراحی های توراکوسکوپیک	ژو وو (۲۰۲۱)	محلی سازی ندول های ریوی زیر سانتی متری با استفاده از سیستم تصویربرداری نزدیک فروسرخ سبز ایندوسیانین در حین جراحی توراکوسکوپیک با کمک ویدیو تک پورتال. ۱۴	• امکان عملی و موثر بودن روش تصویربرداری با استفاده از ICG در لوکالیزه کردن ندول های ریوی. • مختصر نشدن جراحی به توراکوتومی و دچار نشدن به عوارض جدی در هیچ یک از بیماران	مطالعه با آنالیز گذشته نگر بر روی ۳۲ بیمار ندول ریوی تحت عمل جراحی از سپتامبر ۲۰۱۹ تا مارس ۲۰۲۰ و لوکالیزه کردن تومور با استفاده از ICG. تزریق mg/kg ۲/۵ از ICG به درون ریه. با توجه به ویژگی های کلینیکی، ۳۲ ندول زیر ۱ سانتی متری ۳۲ بیمار با موفقیت لوکالیزه شد. ۲۲ نفر از بیماران، تحت لوبکتومی قرار گرفتند که متوسط زمان عمل جراحی آن ها ۴۵/۳ دقیقه و زمان حفظ لوله آن ها، ۲ روز بود. سرطان ریه ای که سرطان سلول کوچک نبود در ۹ نفر از بیماران در حین عمل کشف شد که در میان آن ها، عفونائی ترین مدت زمان جراحی ۱۲۰ دقیقه و کوتاه ترین زمان بستری در بیمارستان، ۷ روز بود.

جراحی تورکوسکوپیک به کمک ویدیوی نزدیک فروسرخ	شناسایی تومورها در جراحی های تورکوسکوپیک	ژانفر، والش (۲۰۲۲)	نحسین جراحی های تورکوسکوپیک با کمک ویدیو. ۱۵	• عدم بودن و یمنی استفاده از ICG برای تصویربرداری از تومورهای ریوی در اعمال جراحی. • شناسایی نشدن هیچ عارضه ی جانبی که مرتبط با ICG باشد. در دوره ی پیگیری بیماران. • عدم و مطمئن بودن روش استفاده از ICG در هنگام جراحی برای شناسایی تومورهای بد.	از ژانویه ۲۰۲۲ تا می ۲۰۲۲، ۲۳ بیمار با تشول ریوی بررسی شدند. همه ی بیماران در هنگام جراحی، ICG برای تصویربرداری تومورهای ریوی با استفاده از تصویربرداری نزدیک فروسرخ، استفاده کردند. در کل، ۵۰ تشول ریوی در ۴۳ بیمار شناسایی و به طور کامل رزکسیون انجام و ۴۴ تشول ریوی در هنگام جراحی با میزان ICG با دوز ۱۸۸ میلی گرم به وسیله فلوروسانس شناسایی شد.
تکنولوژی تصویربرداری در جراحی	سیستم اندوسکوپی دارای قابلیت پردازش تصویر	تورو جیما (۲۰۱۶)	سیستم اندوسکوپیک پردازش تصویر چند طیفی بیدرنگ برای تحلیل بافت و اشباع هموگلوبین و غلظت نسبی هموگلوبین. ۱۶	• طراحی و تأیید یک سیستم اندوسکوپی نوری مجهز به فیلتر دارای قابلیت تصویربرداری دو بعدی از غلظت و اشباع هموگلوبین برای یافتن تومورهای کوچک. • مورد استفاده برای نظارت بر بهبود جریان خون و تامین اکسیژن بافت پس از جراحی. • تشخیص ناهنجاری فضایی در بافت.	• برای بررسی ارتباط بین هایپوکسی و رگ زایی با پیشرفت به سمت بدخیمی، اشباع و غلظت هموگلوبین بافت اندازه گیری می شود. یک سیستم اندوسکوپی که دارای قابلیت پردازش تصویر و یک الگوریتم ساده با طیف گسترده می باشد، طراحی شده تا از غلظت و اشباع هموگلوبین برای پیدا کردن تومورهای کوچک در حیوانات استفاده شود. • با استفاده از سیستم اندوسکوپی، تفاوت در میزان اکسیژن رسانی بین موکوس نرمال و تومورهای کوچک حیوانات اندازه گیری شد.
تکنولوژی تصویربرداری در جراحی	سیستم تصویر برداری فوق طیفی در تشخیص زخم های حاد و مزمن	کلادیا سیچ (۲۰۱۸)	تصویربرداری فراطیفی با عدم وجود یک ابزار مکمل برای تجسم تغییرات در اکسیژن رسانی هموگلوبین در بیماران مبتلا به هموداینامیک ثابت مفهوم. ۱۷	• تعیین میزان خون رسانی بافتی و مشخص کردن تشکیل آبسه و پلسرهای مزمن بستری با استفاده از سیستم تصویربرداری فوق طیفی • مناسب بودن برای تشخیص روتین زخم های حاد و مزمن و موثر در ارزیابی اختلالات هموداینامیک سیستمیک.	مشکلات هموداینامیک مختلف در بیمارانی که از اسکلرودرمی، جراحی جهت دوم وبزرگ و زخم مزمن با عفونت پوستی رنج می برند، بررسی شده است. اشباع اکسیژن خون و میزان توزیع هموگلوبین با استفاده از سیستم تصویربرداری فوق طیفی تعیین گردیده است. در بیماران با اسکلرودرمی، تمایز منطقه ی با خون رسانی کم، دارای ارتباط با ویژگی های ماکروسکوپیک پوست بوده و به همین دلیل می توان در کنترل روند درمان از آن استفاده نمود.
تکنولوژی تصویربرداری در جراحی	تکنیک بازتاب پرتوهای چند طیفی	آمری، لارنس، (۲۰۲۰)	بازتاب پرتوهای چند طیفی می تواند رگ های خونی و خونریزی را در طول جراحی مغز بر اساس هموداینامیک فرکانس پایین متمایز کند. ۱۸	• متمایز ساختن رگ های خونی، قشر و خونریزی از سطح مغز، حین انجام جراحی مغز با تصویربرداری از مغز و فعالیت هموداینامیک. • فرایند اختصاصی بودن سیگنال ها با استفاده از این سیستم در قالب یک پروب فیبر نوری.	مهم ترین تفاوت بین سه مورد خونریزی، عروق خونی و قشر که برای ایجاد تمایز بین آن ها به کار می رود، میزان فرکانس می باشد که رنج آن از ۰/۰۳ تا ۰/۲ هرتز بوده و با فرکانس هموداینامیک پایین و نرخ و تعداد تنفس در ارتباط است.
حسگرهای لمسی	-	هیپ هوانگ لی (۲۰۱۷)	گریپر دارای عملکرد حس لامسه با استفاده از بازتاب صوتی برای جراحی لاپاراسکوپیک. ۱۹	• منتقل کردن حس لامسه برای بازتاب صوتی و عدم استفاده از الکتریسیته. • رفع معایب پیچیده و الکتریکی بودن حسگرهای پیزومقاومتی با فیلم پلی‌وینیلیدین.	یک لوله سفت و یک لوله لاستیک از درون آنیک موج آکوستیک عبور کرده و با اتصال سر به قسمت لاستیک، بازتاب موج تغییر نموده و شدت موج خروجی در مقایسه با موج ورودی محاسبه می شود. در نمونه اولیه این دستگاه، ۲ بازوی گریپر با حفره هوایی مربوط به آن، به قاب دارای اسپیکر و میکروفن متصل شده است.

حسگرهای لمسی	ارزیابی بازخورد لامسه و بینایی در جراحی لاپاراسکوپیک	توموهیرو فوکودا (۲۰۱۷)	بازخورد بصری و لمسی برای یک حسگر لمسی با دستکاری مستقیم در لمس لاپاراسکوپیک. ۲۰	• تأثیر در کشف تومور، اطمینان به پاسخ و زمان کشف تومور در بازخورد لامسه و بینایی در جراحی لاپاراسکوپیک تومور. • کاهش نیروی طمسی برای خروج توده به دلیل بازخورد بینایی. • کاهش سرعت جستجو در بازخورد لامسه. • ایجاد یک مانیپولر لفاف در انتهای عمل.	• برای بازخورد لامسه از بازتاب آکوستیک استفاده شده که بازخورد سفتی تومور از طریق دستگاهی از سیم پیچ صدا به پای جراح داده می شود. • بازخورد بینایی از یک مانیپولر لفاف در مانیپولر لاپاراسکوپی به شکل نمودار خطی به جراح رسانده می شود. • آزمایش در ۱۲ مورد غیر جراح انجام پذیرفت. همچنین آزمایش با ۴ جراح با تجربه نیز انجام و تکرار گشت.
حسگرهای لمسی	فراهم آوردن امکان لمس در جراحی های اندوسکوپیک	ایوان سوسیک (۲۰۱۹)	فعال کردن لمس حداقل تهاجمی در آندوسکوپ ها برای بافت های انعطاف پذیر. ۲۱	• امکان لمس در جراحی های اندوسکوپیک. • موثر بودن شکل اندوسکوپ علاوه بر نیرو در القای حس لمس توسط دستگاه. • توجه به جراحی نیروهای غیرطبیعی و جلوگیری از آسیب بافتی با تعبیه ی دو حسگر، یکی در نوک اندوسکوپ و دیگری در شفت یا محل هدایت آن	یک دستگاه سنجش نیروی محصورکننده را می توان بر روی یک اندوسکوپ رباتیک مفصلی انعطاف پذیر نصب کرد تا لمس در جراحی های کم تهاجمی امکان پذیر شود. FBG دارای یک سنسور نیروی سه محوری مینیاتوری، به هم راه یک دوربین یک پارچه نصب شده بر روی نوک FBG است.
حسگرهای لمسی	دستگاه های حسگر لمسی در جراحی رباتیک کمتر تهاجمی	جلیزاوتا کنستانتینوا (۲۰۱۴)	پیاده سازی حس لامسه برای لمس در جراحی کم تهاجمی به کمک ربات. مرور. ۲۲	• ابزار لمسی بر اساس اصول فوروفتگی: دادن اطلاعات در مورد بافت مورد نظر بر اساس میزان فوروفتگی و شکل فوروفتگی و قطر آن. • ابزارهای آپیرنسیون: لمس بافت نرم و تخمین سفتی آن با شکش بافت هدف توسط دستگاه بینا. • کانترهایی با عناصر حس نمایی: استفاده در جراحی های کمتر تهاجمی مثل پروسیجرهای قبی شاس برای پس عروق کرونری، جراحی های میترال و جراحی های روی شریان قلب. • ساختارهای لایه ای: درک نیروی بازخورد و قابل حس کردن سختی بافت با ترکیب مواد مختلف در وسیله. • حسگرهای آرایه: ارزیابی نیروی وارد بر بافت در رزکسیون لاپاراسکوپیک کبد، استفاده از از مدل های مختلف برای افزایش حساسیت دستگاه. • وسایل غیر نمایی: استفاده از جت هوا برای ایجاد فوروفتگی، موثر نبودن اثر اصطکاک مکانیکی بر پویایی حرکت حین عمل، قابل استفاده در مسیری پیوسته و بی درنگ.	• رایج ترین ابزار لمسی بر اساس اصول فوروفتگی، حسگر سنسور نیرو و گشتاور سه بعدی NANO17 است که حساسیت خوبی در سایرهای میلیمتری با قطر 17mm دارد. • جهت جلوگیری از آسیب اتفاقی ها با عروق، مطلوب این است که نیروی لمس شده روی بافت، کنترل شده باشد. بنابراین نصب حسگرهای نیرو که بر بخی بافت ها را در تماس با نوک کاتتر متوجه نشوند، می تواند در این امر یاری دهنده باشد. • لایه های حسگرهای لمسی لایه ای، می توانند از جنس لاستیک یا سیلیکون باشند و باید حین انتخاب لایه های حسگر، ماهیت ویسکوالاستیک بافت مورد سنجش را در نظر گرفت. مثلا دو بلوک لاستیکی مختلف در سازول بانک به صورت متحدالمرکز بر روی عناصر حس کننده فشار گذاشته شده اند. مثال دیگر نصب ه ای میکروالکترومکانیک با حسگر های سختی در آن در ساختارهای لایه ای هستند. • یک جراح، با سابقه بیش از ۱۰۰۰ جراحی لاپاراسکوپیک، انتخاب و با یک سیستم عامل بیدرنگ جهت ارزیابی نیروی گرفته، نیروی وارد شده بر بافت کبد خوک، ارزیابی شد. سیستم فوق از یک سنسور میکروالکترومکانیکال و حسگر نیروی سه محوره متصل به نوک انبرک و مدار اصلی فایبر و پل متصل به دسته ابزار، تشکیل شده است. در ۵ مرحله از ۰.۵N تا ۲.۵N (هر فورس ۰.۵N) و به طول مدت ۱۰S) به بافت، فشار وارد و بعد از ۴۰ دقیقه فورسپس برداشته شده و بافت برای پاتولوژی ارسال شد.

صفحه مانیتورها		تاتسوما شونوکا (۲۰۲۱)	مقایسه روش‌های لاپاراسکوپی انجام شده توسط دانشجویان تازه کار پزشکی با استفاده از مانیتورهای 8K با کیفیت فوق‌العاده‌وضوح بالا و 2K با کیفیت بالابعدی ۲۳	• استفاده ی دانشجویان تازه کار پزشکی از مانیتورهای دو بعدی کیفیت بالای فوق العاده 8K و مانیتورهای سه بعدی با کیفیت بالای 2K در پروسیجر لاپاراسکوپیک، مورد بررسی قرار گرفت. ۹ دانشجوی پزشکی ثبت نام کردند و از آن ها خواسته شد دو کار را با استفاده از مانیتورهای 3d/2k و 2d/8k و 2d/2k انجام دهند. • در کار یک، از آن ها خواسته شد تا با استفاده از هر دست، سه مهره فلزی را با فورسپس بگیرند. در کار دوم از آن ها خواسته شد تا مهره های فلزی را از داخل یک رینگ فلزی عبور داده و با فورسپس دیگر و با دست غیرغالب آن را بگیرند
صفحه مانیتورها	کاربرد میکروسکوپ های 8K در میکروسرجری	هیروماسا یاماشیتا (۲۰۲۱)	مکانیسم و طراحی یک میکروسکوپ ویدیویی با وضوح فوق العاده بالا 8K جدید برای میکروسرجری ۲۴	• بهبود حدود ی سه بعدی در استفاده از دوربین تک چشمی به دلیل داشتن تنظیمات نوربرداری خاص برای سایه ها. • امکان انجام آناستوموز میکروواسکولیک در وضعیت سر بالا، با یک نمایشگر ۷۰ اینچی 8K و سیستم دوربین تک چشمی 8K • امکان به دست آوردن تصاویر بزرگ نمایی بزرگتر با فوکال کاری کوتاه تر با تصاویر جراحی میکروسکوپی با نسبت بزرگنمایی قابل تنظیم ۴۰۰ برابر، با عملکرد زوم دیجیتال ۴۰۰ برابر با استفاده از تنظیمات اپتیکال	• یک سیستم میکروسکوپ دیجیتال 8K جدید با زوم دیجیتال تا حداکثر بزرگنمایی ۳۰۰ برابر، استفاده شد. • در میکروسرجری انجام شده، دو فاکتور عمق میدان و بزرگنمایی، مورد بررسی قرار گرفت. در فاکتور اول، با زاویه دادن به جهت تصویربرداری، عمق میدان افزایش داده شد. در واقع، تنظیم دیافراگم از 8K به F16 بیش از دو برابر عمق میدان را فراهم کرد و زاویه کمری بزرگ تر بیش از دو برابر عمق میدان را ارائه نمود. با این حال، فاصله بین جهت ابروج و جهت تصویربرداری، بزرگ تر شده و باعث کاهش عملکرد گردید. عدد F بزرگتر، عمق میدان بیشتری را فراهم نمود. با این حال وضوح تصویر، کاهش پیدا کرد. پس این رابطه یک مبادله است و بنابراین سیستم به ترکیب مناسبی از زاویه دوربین و عدد F نیز نیاز دارد
صفحه مانیتورها	مانیتورهای 4K Ultra HD	گیولیو مزی (۲۰۲۰)	فناوری 4K Ultra HD زمان عمل و از دست دادن خون حین عمل را در جراحی لاپاراسکوپی کولورکتال کاهش می دهد. ۲۵	• کاهش از دست رفتن خون حین عمل در جراحی لاپاراسکوپیک کولورکتال • ارتقا عملکرد جراحی و بهبود نتایج حین و پس از عمل به دلیل رزولوشن بالاتر ویدیویی در مانیتورهای 4K Ultra HD	۲ گروه از بیماران انتخاب شدند. یک گروه در سال ۲۰۱۷ و با تکنولوژی Visera Elite Full HD و گروه دیگر در سال ۲۰۱۸ و با تکنولوژی Visera 4K Ultra HD تحت جراحی برای سرطان کولورکتال قرار گرفتند. مشاهده شد که جونریزی حین عمل در بیمارانی که در سال ۲۰۱۸ تحت عمل جراحی قرار گرفته اند، به طور قابل توجهی کاهش یافته است.

صفحه ماستورها	جراحی اندوسکوپیک با تکنولوژی 8K UHD	یوشی کونو (۲۰۲۳)	درست ی منطقه ی از رات و چ ا شر ه ای و ک سب نه اندوسکوپیک ، ا کنفر ن ق وی ا ه ا داد 8K در مقایسه ه د ا سیستم ها ی اندوسکوپیک موجود ه ده برای جراح ی اندوسکوپیک. ۲۶	بهتر شدن احساس حضور، احساس واقعی بودن و احساس رویت بافت در تکنولوژی 8K UHD	• از افراد شرکت کننده یا ساطر در عمل جراحی اندوسکوپیک با تکنولوژی 8K UHD از تاریخ فوریه ۲۰۲۰ تا فوریه ۲۰۲۱، موارد زیر سوال شد: ۱. حس حضور ۲. میزان واقعی بودن ۳. قابلیت رویت بافت ها ۴. درک عمقی ۵. خستگی چشم ها ۶. مقدار رضایت جراح و ناظرین ۷. وزن دستگاه ۸. استفاده راحت از دستگاه ۹. مقدار تمرکز ۱۰. خستگی جسمانی در اثر استفاده از دستگاه ۱۱. مقدار رضایت کمک گرهای دوربین • در کل به هر جراحی اندوسکوپیک با استفاده از تکنولوژی 8K UHD امتیاز ۱ تا ۵ تعلق گرفت و پاسخ ۱۴۹ شرکت کننده در این مطالعه جمع شد.
صفحه ماستورها	جراحی لاپاراسکوپیک با استفاده از تکنولوژی 8K UHD	شانوکه تسوکاموتو (۲۰۲۱)	جراحی لاپاراسکوپیک با استفاده از فناوری با کیفیت ق وی ا ه داد بالا 8K: نتایج یک مطالعه ه ق از دوم. ۲۷	• نیاز نبودن تبدیل جراحی های لاپاراسکوپیک به جراحی باز. • موثر و ایمن بودن جراحی لاپاراسکوپیک با استفاده از 8K UHD.	۲۳ بیمار با سرطان کولون و رکتوم بگمویید که ه اندیکاسیون روش رزکسیون رادیکال و با کولکتومی لاپاراسکوپیک (8K UHD) را داشتند، بررسی شد. از ۲۳ بیمار مورد مطالعه، ۲۲ بیمار جراحی لاپاراسکوپیک را با استفاده از این سیستم به اتمام رساندند و فقط یک بیمار دچار مشکلات تکنیکی شد که با سیستم (8K UHD) به جراحی ادامه داد. مقدار میانگین از دست دادن خون حین عمل در آن ها ۱۴ml (با دامنه ۲ تا ۷۱ میلی لیتر) بود و تعداد بیمارانی که حین عمل بیش از ۴۰ میلی لیتر خون از دست دادند، ۴ نفر معادل ۱۷/۴٪ برآورد شد و هیچ یک از بیماران در حین عمل بیش از ۱۰۰ میلی لیتر خون از دست ندادند.
وسایل جراحی و پزشکی	وسایل جراحی خمیده	جولمین بارک (۲۰۲۲)	یک کانولا (تروکار) یک از پیش منحنی جدید با انعطاف پذیری و سفتی بالا. ۲۸	• گسترش فضای کاری وسایل جراحی صاف. • ایجاد کانولای دو قطره از قبل خم شده برای انتقال نوترینوزاسیون دارای حرکات خمیده • انحنای ایده آل و حداکثر سختی ۱/۳۸ نیوتون بر میلی متر کانولای دو قطره از قبل خمیده شده • دسترسی به رباط کلتوهوسرال تحتانی توسط DSPC و انجام موفق کوتریزاسیون الکتریکی توسط جراحی. • موثر بودن DSPC طراحی شده برای استفاده در فورسپس ها و رباط ها در آینده جراحی.	این وسیله جراحی خمیده، شامل یک فلز امتداد مستقیم، فلز مسطح پیش منحنی و حفاظ پلی اتیلن با مدول بالا ساخته شده است. همچنین، یک دستگاه دستی کانولای دو قطره ی از قبل خمیده شده، برای دستکاری بصری، طراحی شده است کانولا دارای قطر ۳.۹ میلی متر می باشد و به عنوان یک لوله ی محافظ عمل می کند؛ به طوری که الکترود می تواند به راحتی به ضایعه برسد.

وسایل جراحی و پزشکی	اینترنت اشیا در وسایل جراحی	بوکی بوشمارو (۲۰۱۹)	ناوری در ا ای جراح ی/ عم ل ه ا استفاده از اینترنت اشیا در دستگاه های پزشکی ۲۹	• مدیریت داده های مختلف و متعدد بیومتریک را از طریق ICT توسط سیستم تخت هوشمند. • جم ع آوری و م دیریت داده ه ای بیومتریک از افراد سالم و بیماران م ا استفاده از ی ک دس تگاه قا ل پوشیدن. • بهبود پیروی از عمل جراحی با استفاده از IOT در جراحی ها و استفاده بهینه از وسایل.	• تعدادی از وسایل مورد استفاده در جراحی مانند فورسپس که در جراحی باز استفاده می شوند، با استفاده از بارکدها و شناساگرهای رادیو فرکانسی برچسب خورده اند. با استفاده از این برچسب ها فقط می توان محل وسیله را مشخص نمود و جراح با استفاده از آن ها نمی تواند حرکات وسایل و خاموش یا روشن شدن یک دستگاه انرژی را تشخیص دهد و فقط می توانند مکان را مشخص کند. • در مطالعه‌ای در این زمینه، پنج جراح عمل کننده سیستم الکترومی لایار سکوپیک را انجام دادند. فورسپس ها به یک RFID متصل بودند که به طور اتوماتیک قادر به ردیابی دست جراح و ثبت عمل بود و زمان میانگین هر عمل ثبت شد. همچنین مشخص شد که فورسپس ها در ۶۲٪ زمان جراحی در دست چپ جراح بوده است.
وسایل جراحی و پزشکی	اینترنت اشیا جهت بهبود استریلیزاسیون ابزار جراحی	لون پینگ هانگ (۲۰۲۰)	استفاده از اینترنت اشیا برای بهبود فرآیند استریلیزاسیون برای وسایل جراحی در مراقبت های بهداشتی ۳۰	• بهبود استریلیزاسیون ابزار جراحی با استفاده از اینترنت اشیا. • مانیتور پروسه‌ی استریلیزاسیون از طریق اینترنت اشیا. • خط ای کمپ رنس ثبت ه د استریلیزاسیون دستی انسانی.	جهت مانیتور کردن پروسه‌ی تامین بسته های استریل وسایل جراحی، ۳ مرحله وجود دارد: ۱) اولین مرحله، مانیتور پروسه استریلیزاسیون در دستگاه است. در این مرحله، تمام بسته زنگ دارای وسایل جراحی، برچسب دار می شوند. در واقع داخل هر بسته، حسگرهای ترموکوپل مقاوم به حرارت قرار داده می شود. سپس تمام بسته ها استریل شده و سپس بخار از جایگزین آن می کند. کار حسگر این است که دما و زمان استریل شدن را از طریق وای فای به دستگاه خوانده ارسال کرده و این دستگاه از طریق یو اس بی آن را به دیتابیس تبدیل کند. این گونه دما و زمان استریل شدن با دما و زمان استاندارد برای این کار، مقایسه شده و اگر به حد استاندارد نرسد، دستگاه هشدار می دهد. ۲) مرحله‌ی بعد مانیتور زمان انقضا است. در سیستم فعلی، اجناس پزشکی، اطلاعات زمان تولید، زمان انقضا و بارکد هر بسته را در خود دارند و هیچ هشداری در مورد این که یک بسته منقضی شده یا در شرف انقضا است، صورت نمی گیرد اما اگر بسته ها به صورت برچسب دار ساخته شوند، سیستم به صورت اتوماتیک، زمان های انقضای بسته ها را جمع آوری می کند. تایمر برنامه که در سیستم وجود دارد، زمان انقضای هر بسته را به صورت اتوماتیک خوانده و اگر در شرف انقضا بوده یا منقضی شده باشد، هشدار می دهد. ۳) مرحله ی آخر، مانیتور ذخیره‌ی وسایل استریل می باشد. زمانی که بسته ها استفاده می شوند، سیستم با محاسبه ذخیره یک های استریل و مقایسه آن ها با تقاضا و استفاده وسیله ها، در صورت مواجهه با کمبود، تذکر داده و توصیه به افزایش وسایل پزشکی می کند تا در مواقع ضروری، وسایل استریل و موجود باشند

کاربردهای بالینی هوش مصنوعی در گوارش	بانوی کرونر (۲۰۲۱)	هوش مصنوعی در گوارش: مرور پیشرفته، ۲۱	• نمره دهی عینی برای طبقه بندی خطر، پیش آگهی بیمار و یا پاسخ درمانی مانند شناسایی ضایعات پیش بدخیم یا بدخیم شامل شناسایی دیسپلازی با اندوکارسیوم، تشخیص ضایعات بولیپ کوچک و طبقه بندی آن، مروری بر ابزار تشخیصی های بالکراس • تعیین سود بیماران دارای بیماری انتهایی روده از درمان بیولوژیکی. • ارزیابی معیارهای مختلف کیفیت اندوسکوپی با نمره آماده سازی روده. • کمک به شناسایی متاپلازی روده معده با استفاده از پایگاه داده بزرگی از ضایعات که قبلا توسط ابالیور به عنوان موارد متناظر با GIM شناسایی شده • تشخیص تصاویر طبیعی، دیسپلاستیک، نئوپلاستیک با دقت حداقل ۸۹/۹ درصد و عملکرد بهتر نسبت به آندوسکوپیست های غیر متخصص • تشخیص محل بیوپسی بهینه در ۹۷ درصد بیماران. • هیلیکوباکتر پیوری با آندوسکوپی و بدون آزمایش های تهاجمی و گران قیمت. • پیش بینی خون ریزی گوارشی: جهت پیش بینی خون ریزی مجدد و نیاز به درمان آندوسکوپیک یا جراحی.	• ۸ مطالعه برای بررسی سری بارت، وارد شده است که همه آن ها به تشخیص دیسپلازی یا آدنوکارسینوم زودرس معری بر اساس تصویر برداری آندوسکوپیک یا اندومیکروسکوپی لیزری پرداختند. • محبوب ترین مدل های تحلیلی، شبکه عصبی پیچشی و ماشین بردار پشتیبانی بودند. • اگرچه دقت، حساسیت، تشخیص SCC معری بین مطالعات متفاوت بوده، اما همه مدل ها حداقل به خوبی آندوسکوپیست ها، در تشخیص و تعیین ضایعه عمل کردند و تشخیص آندوسکوپیست ها را بهبود بخشیدند. • شناسایی نئوپلازی زودرس معده یا ضایعات پیش بدخیم از اهمیت بالا برخوردار است. به همین دلیل و در حالی که اندوسکوپی، حساسیت ویژگی کمی برای شناسایی آن ها دارد، از CNN و SVM در این قسمت های لوله گوارش نیز استفاده می شود. • یک مدل مبتنی بر CNN، ضایعات نئوپلازی زودرس معده را با دقت ۹۲/۵٪، حساسیت ۹۴٪ و ویژگی ۹۱٪ تشخیص داد. همچنین دو مدل مبتنی بر CNN و شبکه های عصبی کانولوشن، از نشانگرهای ریستی و CT برای پیش بینی متاستاز به کبد و غدد لنفاوی با حساسیت ۶۶٪ و ویژگی ۹۳٪ استفاده کردند. مدل های دیگر، بقا در سرطان معده یا طبقه بندی خطر ابتلا به سرطان معده را پیش بینی کردند. • مدل دیگری مبتنی بر SVM به دقتی بالاتر نسبت به سیستم مرحله بندی TNM (تومور، نود، متاستاز) برای پیش بینی بقای کلی بیمار دست یافت. همچنین در مطالعه ای، یک مدل دیگر، عمق تهاجم GC را با دقت ۸۹/۱۶ در مقابل دقت آندوسکوپیست ۷۱/۴۹٪ پیش بینی کرد. • دقت AI، ۹۹/۱ ۹۸/۹ در مقابل ۸۷/۷ ۷۷/۵ و میانگین زمان تشخیص هلیکوباکتر توسط AI، ۱۹۴ ثانیه و توسط آندوسکوپیست ۶۵ ± ۲۳۰ دقیقه است.
سیستم ارزیابی فیزیکی سایبری	یو نینگ لی (۲۰۱۲)	یک سیستم مدیریت فیزیکی سایبری برای تجویل و نظارت بر ابزار جراحی در OR ۴۲	• کاهش خطاها و آثار منفی ناشی از کمک به تیم جراحی و رده ابی وسایل جراحی با مدیریت فیزیکی سایبری. • پیشرفت قابل توجه در اعمال جراحی انجام شده در اتاق عمل • رساندن وسایل جراحی به جراح اصلی توسط CPS، با استفاده از شناسایی حرکات دست و صحبت، در زمانی که ارتباطات به مشکل بخورد. • پیش بینی وسیله مورد نیاز مبتنی بر اساس نوع عمل جراحی. • پیشگیری از جا ماندن وسیله جراحی.	• خطاها، شامل ناخنر در دستورات داده، ناکامل بودن آن ها، ارائه شدن به فرد مورد نظر است. ۳۱٪ ارتباطات داخل اتاق عمل با خطا مواجه است. • دلیل برخی از اشتباهات، بایدار بودن نیز جراحی، کمبود منابع و نبود نیروی کافی و عوامل برهم زننده تمرکز می باشد. ارتباط ضعیف بین تیم جراحی می تواند باعث جا ماندن وسایل در بدن بیمار شود. عده خطا لیق در تعداد وسایل جراحی در بیش از ۱۲/۵٪ از جراحی ها بدید می آید. • دستگاه Xbox و میکروفون به ترتیب حرکات دست و بدن و صدای جراح را تشخیص می دهند و به PC ارسال می کنند. PC به صورت بی سیم به دستگاه ارائه دهنده ی ابزار، مخابره شده و ابزار با میانگین زمانی ۲ ۳ ثانیه به دست جراح می رسد. این دستگاه می تواند وسایل جراحی را نیز ارزیابی کرده و تحویل وسایل جراحی را به صورت آنلاین ثبت کند.

با استفاده از محیط شبیه‌سازی، فضای کاری دسته ربات اصلی توسط آنان به دست آمده و ترسیم شد. سپس قابلیت دستکاری ربات برای هر نقطه از فضای کاری محاسبه گردید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه شبیه‌سازی، بیشترین مقادیر دستکاری‌پذیری بین 0/1 و 0/9 قرار داشت که در آن بیشتر از 0/44 برای بیش از 50% از کل نقاط فضای کاری افکتور انتهایی وجود دارد که به اندازه 574×484×560 میلیمتر است.[33]

رنو رودیمان و همکارانش در سال 2023 مقاله‌ای با هدف بررسی عملکرد جراح در سیستم جراحی از راه دور رباتیک سینافلکس و ارتباط با ساعات آموزشی صرف شده در برنامه آموزشی آن، ارائه دادند. در این پژوهش که در بیمارستان حسن سادیکین شهر باندونگ در جاوه غربی اندونزی انجام شد، 43 جراح از 11 بخش، برای آموزش با استفاده از سیستم جراحی از راه دور رباتیک سینافلکس در بیمارستان حسن سادیکین دعوت شدند. همه گروه‌های مطالعه هرگز یک عمل جراحی رباتیک را از قبل انجام نداده بودند و حداقل پنج سال تجربه میدانی داشتند. همچنین جراحان در انتخاب مدت آموزش و شبیه‌سازی آزاد بودند. پس از اتمام جلسه آموزشی، از آنها خواسته شد تا چندین کار را با سطوح مختلف دشواری انجام دهند. در مجموع 9 کار آموزشی با افزایش سطح دشواری وجود داشت. مطالعه به 3 دسته مختلف تقسیم شد و اکثر جراحان، موفق به قبولی در انجام کارها نشدند. از نظر مدت زمان صرف شده برای آموزش روی ربات، تفاوت کمی بین ساعات آموزشی بین گروه موفق و گروه شکست خورده وجود داشت (به ترتیب 10/0 [10/1-8/4] در مقابل 10/0 [10/0-8/0]) با مقدار P = 0/265). علاوه بر این، سن جراحان "شکست خورده" بیشتر از گروه "موفق" بود (49/3 ± 7/4 در مقابل 42/1 ± 7/3 سال، P = 0/005). هیچ ارتباطی بین کل ساعات صرف شده در برنامه آموزشی و عملکرد جراح در سیستم جراحی از راه دور رباتیک سینافلکس پیدا نشد و بنابراین دوره‌های آموزشی ربات‌های جراحی باید در برنامه‌های آموزشی گنجانده شود.[34]

چالش‌های هوش مصنوعی در بخش سلامت

از مهمترین چالش‌های حقوقی هوش مصنوعی نقض کرامت انسانی، مسئولیت مدنی، ضمان پزشک، امنیت سایبری و نقض حریم خصوصی است؛ همچنین مهمترین چالش‌های پزشکی شامل اعتماد به هوش مصنوعی، استانداردسازی هوش مصنوعی در پزشکی، رعایت اخلاق پزشکی در هوش مصنوعی، هوش مصنوعی در تشخیص اتمام درمان و هوش مصنوعی و کارکرد احساسی آن است.[35]

از نظر نحوه تنظیم امنیت و حریم خصوصی خلاءهایی وجود دارد. به این ترتیب که مجموعه‌ای از قوانین و قواعدی موجود هستند و اعمال می‌شوند، اما برای هوش مصنوعی طراحی نشده‌اند.

استفاده از سیستم‌های هوشمند مصنوعی در مراقبت‌های پزشکی برای استفاده عموم مردم تا حدودی ناشناخته است. به علاوه، اثرات منفی بسیاری از تکنولوژی‌های مدرن، بر سلامت روان وجود دارد.

علیرغم تمام مزایا، فناوری‌های هوش مصنوعی مسلماً با سرعتی سریع‌تر از سازمان‌های نظارتی در حال توسعه هستند. فروشندگان هوش مصنوعی در فضای مراقبت‌های پزشکی باید نحوه هدایت مقررات و قوانین موجود در این زمینه را در نظر داشته باشند. در این میان، نگرانی‌های امنیتی و حفظ حریم خصوصی بیماران در بخش مراقبت‌های بهداشتی در مورد هوش مصنوعی در اولویت باقی می‌ماند.

هوش مصنوعی با وجود مزیت‌ها و قابلیت‌های زیاد، معایبی نیز دارد. از معایب آن می‌توان به محدود بودن، هزینه بالای نگهداری، نیاز به بروزرسانی دائمی، کاهش خلاقیت فردی و ایجاد وابستگی با استفاده دائم از این فناوری اشاره کرد.[36]

علاوه بر این، اگر چه فناوری هوش مصنوعی می‌تواند مزایای زیادی برای صنعت بهداشت و درمان داشته باشد، اما یافتن راهی برای پیاده‌سازی این فناوری نوین در سیستم مراقبت‌های بهداشتی فعلی و یافتن راه حل‌های آموزشی برای متخصصان پزشکی و مدیران سازمان‌های پزشکی همواره می‌تواند یک چالش بزرگ باشد.

چشم انداز آینده

هوش مصنوعی به دلیل گستردگی و نوظهور بودن، هنوز جای پیشرفت و توسعه زیادی به ویژه در حوزه پزشکی و سلامت دارد. ادامه تکامل سریع در جراحی رباتیک پیش‌بینی می‌شود و پلتفرم‌های جدیدی با فیدبک لمسی و نوری پیشرفته در حال معرفی می‌باشند. تحقیقاتی با هدف

اعتبارسنجی ایمنی و کارایی، پرداختن به چالش‌ها و در عین حال کاهش هزینه‌ها در حال انجامند.

علیرغم پیشرفت‌های مثبت در AI، محدودیت‌های متعددی برای مطالعات کنونی و موانعی برای غلبه بر مطالعات آینده وجود دارد. بنابراین، آموزش پزشکان و بیماران در مسیر آینده برنامه‌های کاربردی AI برای افزایش درک ارزش آن و کاهش بی‌میلی در تعامل با آن بسیار مهم است.

به طور خاص حوزه جراحی هنوز در مورد اینترنت اشیا [Internet of Things (IOT)]، نسبت به جامعه عمومی عقب است. همچنین امکان این که آیا تصویرسازی، در اعمال جراحی از طریق IOT، قابلیت عملی شدن دارد یا خیر، هنوز مشخص نمی‌باشد. البته تعدادی از وسایل مورد استفاده در جراحی مانند فورسپس که در جراحی باز استفاده می‌شوند، با استفاده از بارکدها و شناساگرهای رادیو فرکانسی [Radio Frequency Identifiers (RFID)] برچسب خورده‌اند. با استفاده از این برچسب‌ها فقط می‌توان محل وسیله را مشخص نمود و جراح با استفاده از آنها نمی‌تواند حرکات وسایل و خاموش یا روشن شدن یک دستگاه انرژی را تشخیص دهد و فقط می‌تواند مکان را مشخص کند. در آینده با در نظر گرفتن این که IOT قطعاً به اتاق‌های جراحی راه پیدا می‌کند، امید است که بتوان به این وسیله، تصویر سازی را فراهم نمود.

هزینه بالا و عدم وجود بازخورد لمسی، موانع مهمی برای پذیرش جهانی جراحی رباتیک باقی گذاشته است. آینده جراحی رباتیک، به کاهش هزینه، توسعه پلتفرم‌های جدید، ایجاد شبیه‌ساز مجازی و اعتبارسنجی از طریق آزمایشات کلینیکی تصادفی کنترل شده، وابسته است.

انتظار می‌رود که جراحی رباتیک در آینده با سایر فناوری های پیشرفته ترکیب شود. بنابراین یک همکاری بین رشته‌ای شامل همکاری زیست شناسان، دانشمندان بالینی و مهندسان مواد و شیمی دانان لازم است تا در این زمینه پیشرفت‌های بیشتر حاصل شود. کاربردی که هوش مصنوعی برای جراحان دارد کمک به جراحان و دقیق‌تر و آسان‌تر شدن کار برای آن‌ها است.

قابلیت این فناوری برای کمک به ارائه راهنمایی و مشاوره به بیماران و هماهنگ ساختن سبک زندگی جدید و خدمات سلامت، موجب افزایش کارایی تعاملات در آینده خواهد شد.

بسیاری از بیمارستان‌ها به دلیل هزینه‌های بالا، منابع انسانی و عدم صلاحیت مورد نیاز، هنوز تمایلی به استفاده از ربات‌ها برای بیماران ندارند. از سوی دیگر این روش‌ها به دلیل عوارض کمتر به سرعت در حال پیشرفت است.

انتظار می‌رود که جراحی رباتیک در آینده با سایر فناوری‌های پیشرفته ترکیب شود. کاربردی که هوش مصنوعی برای جراحان دارد کمک به جراحان و دقیق‌تر و آسان‌تر شدن کار برای آن هاست و نتیجتاً جراحی رباتیک به این زودی‌ها نمی‌تواند جایگاه پزشکان انسان را بگیرد و صرفاً برای افزایش توانایی‌های انسان و بهبود نتایج پس از عمل مورد استفاده است.

هوش مصنوعی می‌تواند به جای تکیه بر نمونه‌برداری تصادفی در آندوسکوپی تشخیصی، پزشک را در انجام بیوپسی‌های هدایت شده، راهنمایی کند.

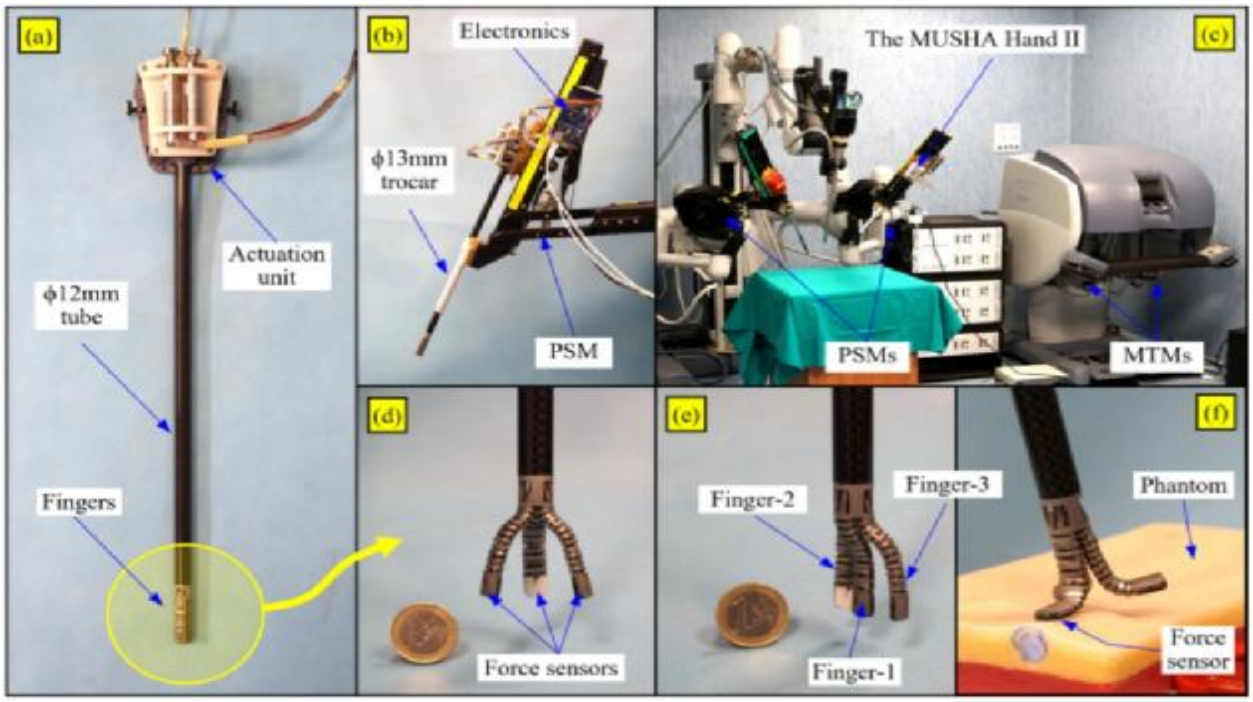
جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف هوش مصنوعی نزدیک نمودن رفتار و پاسخ یک سیستم کامپیوتری به الگوریتم‌هایی است که انسان بر اساس آنها رفتار می‌کند و پاسخ می‌دهد. اصطلاح پزشکی هوشمند، ترکیبی از فناوری‌های نوین مبتنی بر هوش مصنوعی و شاخه‌های علوم پزشکی را شامل می‌شود که از جمله تصمیم‌گیری بالینی (تشخیص، درمان، پیشگیری)، پزشکی از راه دور، سلامت هوشمند و توسعه دارو را دربر دارد.

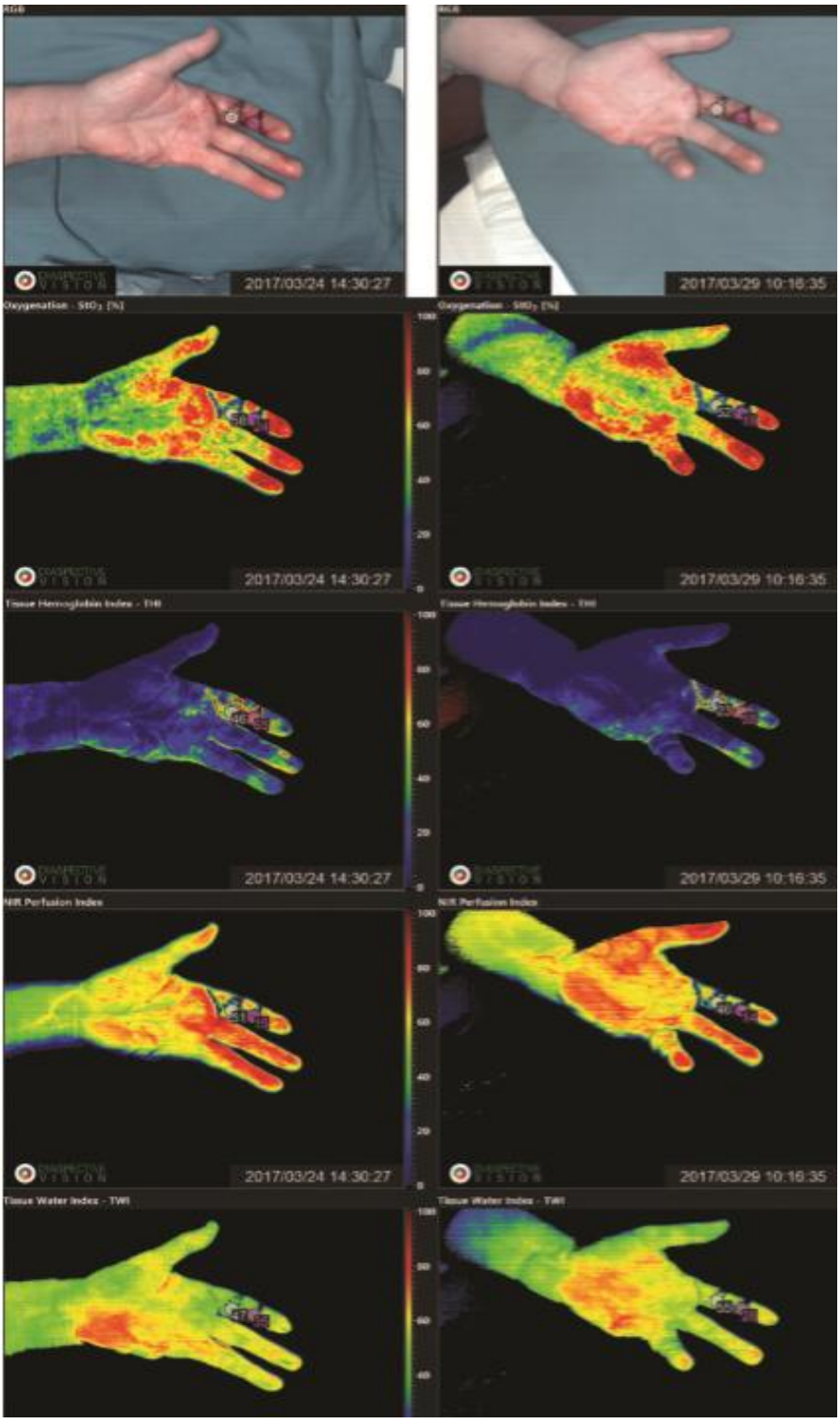
استفاده از ربات به عنوان یک ابزار کمکی برای کمک به روش‌های جراحی مرسوم، با موفقیت به راهی برای غلبه بر محدودیت‌های اعمال جراحی کم تهاجمی و استفاده گسترده از آن در اکثر تخصص‌های جراحی منجر شده است.

مراقبت‌های بهداشتی و درمانی هوشمند با استفاده از فناوری‌های نوین اطلاعاتی، از طریق هوش مصنوعی و ابزارهایی مانند اینترنت اشیا، مراکز بهداشتی و درمانی سنتی را متحول کرده و مراقبت‌های بهداشتی و درمانی در قالب بیمارستان، کلینیک، داروخانه و اتاق عمل هوشمند به وجود می‌آیند که این امر در تشخیص دقیق و سریع و کاهش خطاهای پزشکی بسیار مؤثر است.

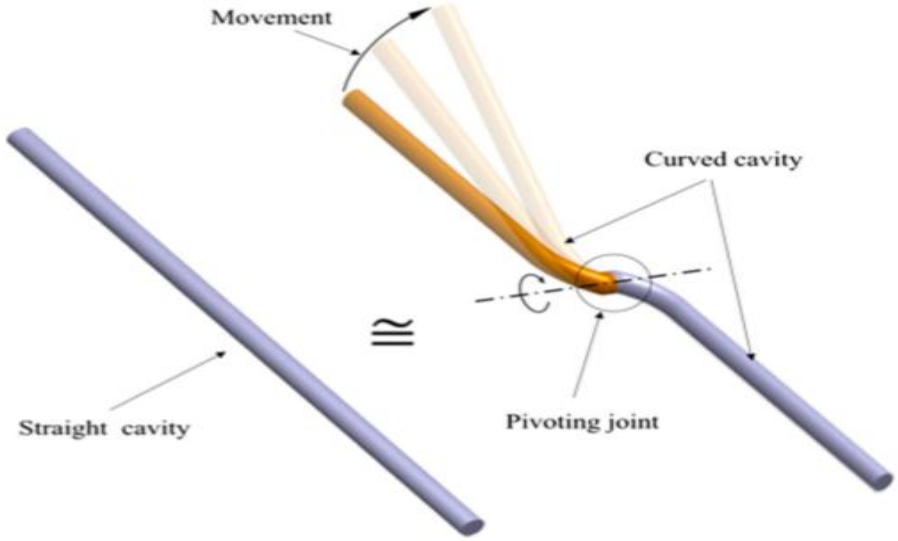
تصویر 1ـ فیلم‌های با وضوح بالا: دوربین‌های 360° (a, b) و فیلم‌های جراحی برای جراحی ستون فقرات (c). یک ویدیو گرفته شده توسط GoPro (d, e) تصویر از دید جراح (f).



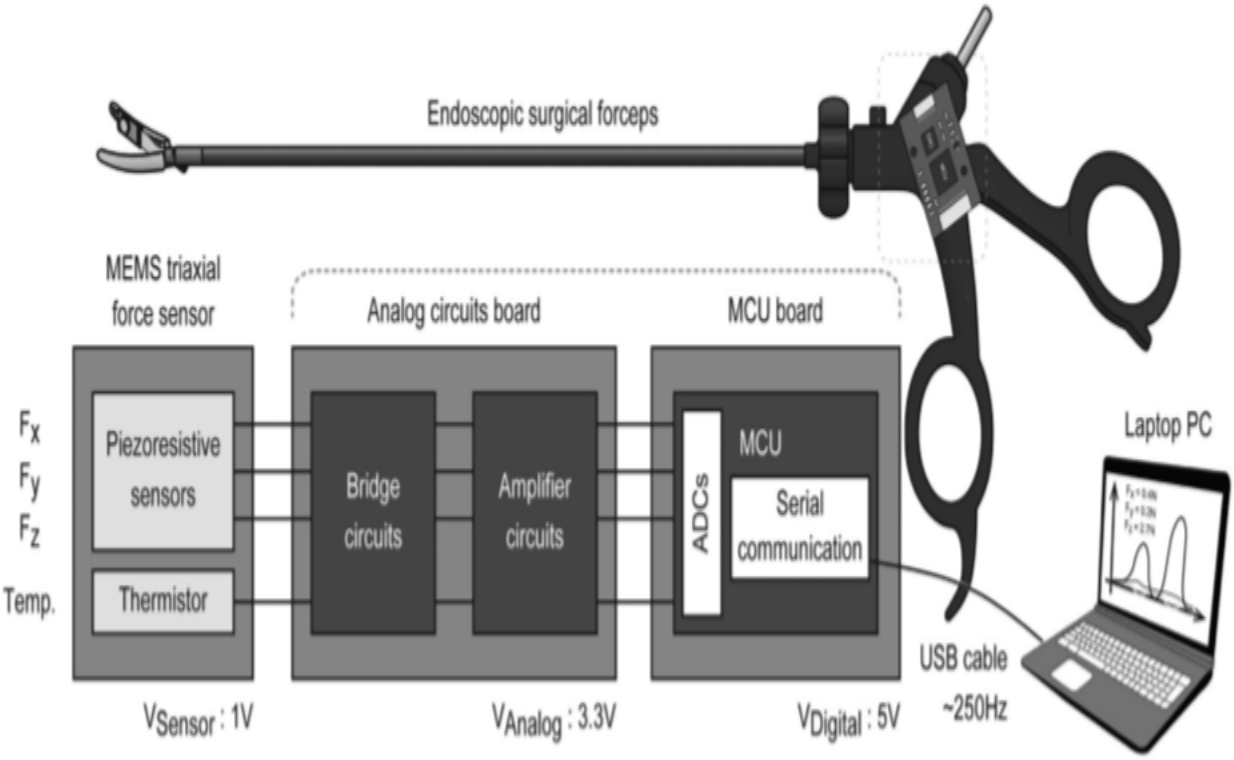
تصویر 2ـ MUSHA Hand II توسعه یافته. (a) MUSHA Hand II به شکل استوانه ای با φ12 میلی‌متری تا شده است. (b) Hand، با استفاده از رابط مکانیکی داوینچی اصلی روی PSM سیستم dVRK نصب شده است. لوازم الکترونیکی در کنار آن نصب شده است. (c) نمای کلی Hand در سیستم dVRK. (d) Hand در حالت چنگال. (e) Hand در حالت جمع کننده فن. (f) Hand در حالت لمس.



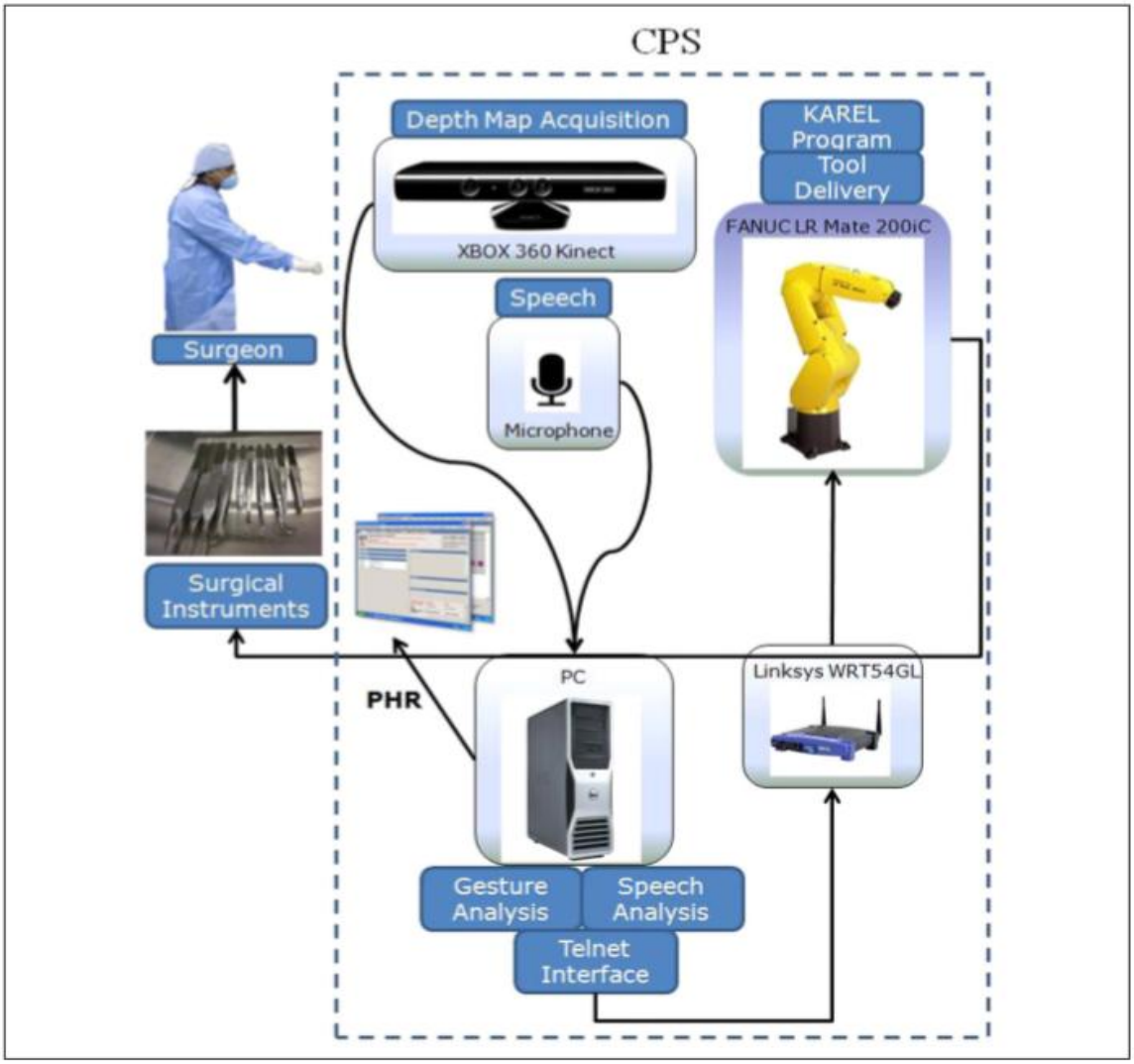
تصویر 3ـ (از بالا به پایین) تصویر RGB و تصاویر HS، 4 روز (ردیف چپ) و 9 روز (ردیف راست) پس از عمل انقباض دوپویترن. کاهش اشباع اکسیژن خون در سطح (StO2) و در عمق (شاخص پرفیوژن NIR) و همچنین کاهش توزیع هموگلوبین (THI) را می‌توان در هر دو اندازه‌گیری (POI سفید) در مقایسه با ناحیه مجاور (POI صورتی) نشان داد.



تصویر 4 ـ تصویری ساده از طرح پیشنهادی حفره صوتی.



تصویر 5ـ شماتیک سیستم اندازه‌گیری نیروی گرفتن. این سیستم متشکل از فورسپس گرفتن (KK33322CC, Karl Storz)، یک سنسور نیروی سه محوری سیستم میکروالکترومکانیکی (MEMS) متصل به نوک فورسپس، یک پل و تخته مدار تقویت کننده متصل به دسته فورسپس، یک برد واحد میکرو کامپیوتر (MCU) با قابلیت تبدیل آنالوگ به دیجیتال (ADC) و ارتباط سریال و لپ تاپ متصل به برد MCU توسط کابل USB.



تصویر 6ـ معماری سیستم. اختصارات: CPS، سیستم مدیریت فیزیکی سایبری؛ PHR، پرونده سلامت شخصی.

هوش مصنوعی در حال تبدیل شدن به قوی‌ترین اهرم انسان در فرایندهای پزشکی و سیستم سلامت است. این اهرم عملاً برای بالا بردن توانایی‌های متخصصان پزشکی ارائه شده و می‌تواند خلاء توانایی‌های آن‌ها را برطرف سازد. حوزه پزشکی و سلامت برای ادامه حیات بشر بسیار مهم است و کاربردهای هوش مصنوعی در پزشکی و سلامت در سال‌های اخیر افزایش پیدا کرده است. دقت 99 درصدی ابزارهای هوش مصنوعی، بهترین راه حل برای اجتناب از اشتباهات پزشکی است. الگوریتم‌های یادگیری مصنوعی، دستاوردهای قابل توجهی را در کاهش زمان جهت تعیین داروهای مورد نیاز کسب نموده‌اند. قابلیت جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل میزان زیادی از داده‌های مختلف، هوش مصنوعی را قادر خواهد ساخت تا سرعت و دقت فرآیند تشخیص سریع‌تر و دقیق‌تر را بر بخش وسیع‌تری از جمعیت اعمال نماید.

استفاده از هوش مصنوعی در مجموعه داده‌های بزرگ و پیچیده ممکن است به شناسایی ارتباط‌های جدید بین متغیرها کمک کند که به طور بالقوه منجر به تغییرات در عملکرد بالینی می‌شود. زمان زیادی طول نمی‌کشد که با هوش مصنوعی قادر به تنظیم رژیم درمانی یا پیش‌بینی بالقوه پاسخ به درمان در یک بیمار خاص بر اساس مقادیر گسترده داده‌های بالینی از مجموعه داده‌های زیاد بیمار باشیم.

Abstract:

Investigating the Role of Artificial Intelligence Technology Development in Medicine and Health Promotion

Zandi R. MD[*]*, Ahmadi Abdashti A. R. MD*[**]*, Ahmadi Abdashti Z. M.Sc*[***]
Okhovatpour M. A. MD[*]*, Minator Sajjadi M. R. MD*[*]

(Received: 26 March 2024 Accepted: 22 June 2024)

The development of artificial intelligence has increased dramatically and its clinical applications have been explored for most medical specialties. The development and expansion of tools used in surgery began thousands of years ago and is progressing.

Also, robotic surgery is a safe and medical tool to perform some surgeries. Using the robot as an assistive tool to assist conventional surgical procedures has been successfully used as a solution to overcome the limitations of minimally invasive surgery. This has led to its use in most surgical specialties.

On the other hand, tissue engineering applies the principles and methods of material science engineering and cellular and molecular biology in order to develop sustainable alternatives to improve, maintain or improve the function of human tissues. There are methods in response to taking tissue from the body.

Due to the spread of artificial intelligence in health studies and many researches in this field, the need to collect and compile materials is strongly felt. In this article, an attempt is made to prepare a coherent article from the collection of artificial intelligence studies in medicine. Also, the measures taken in this case as well as the problems and problems ahead have been examined.

Key Words: Artificial Intelligence, Robotic Surgery, Monitor Screen, Touch Sensor

[*] *Associate Professor of Orthopedic Surgery, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Research Development Committee, Taleghani Hospital, Tehran, Iran*

[**] *Resident of Orthopedic Surgery, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Taleghani Hospital, Tehran, Iran*

[***] *Department of Electrical engineering, Electronic, Micro and Nano Electronic Devices, Faculty of Mechanic, Electrical and Computer, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

References:

1. Morimoto T, Hirata H, Ueno M, Fukumori N, Sakai T et al. Digital Transformation Will Change Medical Education and Rehabilitation in Spine Surgery, Medicina 2022, 58, 508, 1-9.
2. Yamazaki A, Ito T, Sugimoto M, Yoshida S, Honda K et al. Patient-specific virtual and mixed reality for immersive, experiential anatomy education and for surgical planning in temporal bone surgery, Auris Nasus Larynx, Published by Elsevier B.V. All rights reserved, May 29, 2021; 4: 20.
3. Sugimoto M, Sueyoshi T, Development of Holoeyes Holographic Image-Guided Surgery and Telemedicine System: Clinical Benefits of Extended Reality (Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality), The Metaverse, and Artificial Intelligence in Surgery with a Systematic Review, Medical Research Archives, 31 July 2023, 11(7), 1- 12.
4. Emran T, Chopra H, Baig A et al. Robotics in surgery: Current trends, Annals of Medicine and Surgery, 2022 Sep; 81: 104375.
5. KOMMU S, The evolution of robotic surgery: Current status and future concepts, Medical Innovation, 2023, 179- 188.
6. Kim U, Kim Y.B, Seok D, Choi H.R, S-Surge: A Portable Surgical Robot Based on a Novel Mechanism With Force-Sensing Capability for Robotic Surgery, Handbook of Robotic and Image-Guided Surgery, 2020, 265- 283.
7. Hayashi J, Akagi A, Urano T, Tsujimoto K, Matsumoto K, Nakamura Y et al. Current Status and Future Potential of Robotic Surgery for Gastrointestinal Cancer, Kawasaki Medical Journal 48: 39 - 47, 2022.
8. Zhou D, Sanada K, Haraguchi D, Robotic Forceps with a Flexible Wrist Joint Made of Super Engineering Plastic, Sensors and Materials , Vol. 32, No. 3 (2020), 1027-1039.
9. Homma T, Uehara H, Saji H, Factors affecting insulation failure in reusable surgical devices, Scientific Reports, 2023, 13: 13719, 1-6.
10. Liu H, Ferrentino P, Moccia R, Pirozzi S, Bracale U, Ficuciello F, The MUSHA Hand II: A Multifunctional Hand for Robot-Assisted Laparoscopic Surgery, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 26, No. 1, FEBRUARY 2021, 393-404.
11. Abad A.C, Reid D, Ranasinghe A, A Novel Untethered Hand Wearable with Fine-Grained Cutaneous Haptic Feedback, Sensors 2022, 22, 1924.
12. Mao Y, Chi C, Yang F, Zhou J, He K, Li H et al. The identification of sub-centimetre nodules by near-infrared fluorescence thoracoscopic systems in pulmonary resection surgeries. Eur J Cardiothorac Surg 2017; doi:10.1093/ejcts/ezx207.
13. Matsuura Y, Mun M, Ichinose J, Nakao M, Nakagawa K, Okumura S, Recent fluorescence-based optical imaging for video-assisted thoracoscopic surgery segmentectomy, Ann Transl Med 2019; 7(2): 32.
14. Wu Zh, Zhang L, Zhao Xi, Zhou Di, Yang Xu, Localization of subcentimeter pulmonary nodules using an indocyanine green near-infrared imaging system during uniportal video-assisted thoracoscopic surgery, J Cardiothorac Surg, (2021) 16: 224.
15. Wang Z, Tian X, Yang F, Wang L, Li H, Zhang Z et al. Indocyanine green inhalation visualizes lung tumour during video-assisted thoracoscopic surgery. Interdiscip CardioVasc Thorac Surg 2023; 36(6).
16. Chiba T, Obara Y, Murata M, Akahoshi T, Advanced multispectral image-processing endoscopy system for visualizing two-dimensional hemoglobin saturation and relative hemoglobin concentration, Endoscopy International Open 2019; 07: E1442-E1447.
17. Sicher C, Rutkowski R, Lutze S, Podewils S et al. Hyperspectral imaging as a possible tool for visualization of changes in hemoglobin oxygenation in patients with deficient hemodynamics – proof of concept, Biomed. Eng.-Biomed. Tech. 2018; 63(5): 609-616.
18. Laurence A, Bouthillier A, Robert M, Nguyen D, Leblonda F, Multispectral diffuse reflectance can discriminate blood vessels and bleeding during neurosurgery based on low-frequency hemodynamics, Journal of Biomedical Optics, November 2020, Vol. 25(11).
19. Hoang Ly H, Tanaka Y, Fukuda T, Sano A, Grasper having tactile sensing function using acoustic reflection for laparoscopic surgery, Int J CARS (2017) 12: 1333-1343.
20. Fukuda T, Tanaka Y, Kappers A, Fujiwara M, Sano A, Visual and tactile feedback for a direct-manipulating tactile sensor in laparoscopic palpation, Int J Med Robotics Comput Assist Surg, 2017, e1879, 1- 13.
21. Sušić I, Zam A, Cattin P, Rauter G, Enabling Minimal Invasive Palpation in Flexible Robotic Endoscopes, New Trends in Medical and Service Robotics, MMS 65, pp. 70-77, 2019.
22. Konstantinova J, Jiang A, Althoefer K et al. Implementation of Tactile Sensing for Palpation in Robot-Assisted Minimally Invasive Surgery: A Review, IEEE SENSORS Journal, Vol. 14, No. 8, AUGUST 2014, 2490- 2501.
23. Shonaka T, Tani C, Iwata H et al. A comparison of laparoscopic procedures performed by novice medical students using 8K ultra-high-definition / two-dimensional and 2K high-definition / three-dimensional monitors, Surgery Today (2021) 51: 1397-1403.
24. Yamashita H, Kobayashi E, Mechanism and design of a novel 8K ultra-high-definition video microscope for microsurgery, Heliyon 7 (2021), e06244.

25. Mari G, Crippa J, Achilli P, Miranda A, Santurro L et al. 4K ultra HD technology reduces operative time and intraoperative blood loss in colorectal laparoscopic surgery [version 1; peer review: awaiting peer review], F1000Research 2020, 9:106 Last updated: 20 FEB 2020.
26. Kono Y, Inomata M, Sumi Y, Ohigashi S, Ieiri S et al. A multicenter survey of effects and challenges of an 8K ultra-high-definition endoscopy system compared to existing endoscopy systems for endoscopic surgery, Asian J Endosc Surg. 2023; 16: 50-57.
27. Tsukamoto S, Kuchiba A, Moritani K, Shida D et al. Laparoscopic surgery using 8 K ultra-high-definition technology: Outcomes of a phase II study, Asian J Endosc Surg. 2021; 1-8.
28. Park C, Kim J, Moon Y, Kim K, A novel arthroscopic pre□curved cannula with both flexibility and high stiffness, Int J Med Robot. 2022; 18: e2360, 1- 12.
29. Ushimaru Y, Takahashi T, Souma Y, Yanagimoto Y, Nagase H, Tanaka K et al. Innovation in surgery / operating room driven by Internet of Things on medical devices, Surgical Endoscopy (2019) 33: 3469-3477.
30. Hung L, Chen K, Hsieh N, Chen C, Using Internet of Things to Improve the Sterilization Process for Surgical Instruments in Healthcare, Journal of Internet Technology, Volume 21, (2020), No.6, 1811- 1819.
31. Kröner P, Engels M, Glicksberg B, Johnson K et al. Artificial intelligence in gastroenterology: A state-of-the-art review, World Journal of W J G Gastroenterology, 2021 October 28; 27(40): 6794-6824.
32. Li Y, Jacob M, Akingba G, P. Wachs J, A Cyber-Physical Management System for Delivering and Monitoring Surgical Instruments in the OR, Surgical Innovation 20(4), 2012, 377 - 384.
33. Aghanouri M, Kheradmand P, Mousavi M, Moradi H, Mirbagheri A. Kinematic and Workspace Analysis of the Master Robot in the Sinaflex Robotic Telesurgery System, Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. Nov; (2021): 4777-4780.
34. Rudiman R, Mirbagheri A, Candrawinata VS. Assessment of robotic telesurgery system among surgeons: a single-center study. J Robot Surg. (2023) Dec; 17(6): 2757-2761.
35. Derogari R, Kavosi Khasraghi P, The Application of Artificial Intelligence in the Field of Medicine and the Legal Challenges of Privacy Protection, national Conference on Health Promotion & Its Legal & Medical Challenges, 2023, 1-14.
36. Abbasi M, Teymouri M, Legal and Medical Challenges of Using Artificial Intelligence in Promoting Health Law, national Conference on Health Promotion & Its Legal & Medical Challenges, 2023, 1-16.
37. Al-Himdani S, Jessop Z, Al-Sabah A et al. Tissue-Engineered Solutions in Plastic and Reconstructive Surgery: Principles and Practice, Frontiers in Surgery, February 2017, Volume 4, Article 4, 1- 14.
38. Castillo-Segura P, Fern´andez-Panadero C, Alario-Hoyos C et al. A cost-effective IoT learning environment for the training and assessment of surgical technical skills with visual learning analytics, Journal of Biomedical Informatics 124 (2021) 103952, 1- 19.
39. Colazo J, Evans B, Farinas A et al. Applied Bioengineering in Tissue Reconstruction, Replacement, and Regeneration, TISSUE ENGINEERING: Part B Volume 25, Number 4, 2019, 259- 290.
40. Fishman J, Wormald J, Lowdell M, De Coppi P, Birchall M, Operating RegenMed: development of better in-theater strategies for handling tissue-engineered organs and tissues, Regen. Med. (2014), 9(6), 785- 791.
41. Guo X, Guo Y, Liu Y, The Development of Extended Reality in Education: Inspiration from the Research Literature, Sustainability 2021, 13, 13776, 1-20.
42. Gupta A, Singla T, Chennatt J et al. Artificial intelligence: A new tool in surgeon's hand, Journal of Education and Health Promotion, March 2022, Volume 11, 1-6.
43. Li K, Lau B, Yuan X, Ni W, Guizani M, Yuen C, Towards Ubiquitous Semantic Metaverse: Challenges, Approaches, and Opportunities, IEEE Internet of Things Journal, 2023, 1-18.
44. Lin Q, Yang R, Dai Z, Chen H, Cai K, Automatic registration method using EM sensors in the IoT operating room, EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, (2020) 2020: 136, 1-16.
45. Luo X, Mori K, Peters T, Advanced Endoscopic Navigation: Surgical Big Data, Methodology, and Applications, Annual Review of Biomedical Engineering, 24 February 2018, 9: 33, 221- 251.
46. Matta R, Davies J, Bioengineering and Regenerative Medicine in Surgery, Bioengineering for Surgery, 2016, 189- 203.
47. M´oga K, Boesl D, Haidegger T, Augmented/Mixed Reality Technologies Supporting Digital Surgery, IEEE 19th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, September 16-18, 2021, 183- 190.
48. Moss R et al. Instrument Manufacturing: Implications for Perioperative Teams, AORN Journal, July 2020, Vol. 112, No. 1, 15- 29.
49. Okuda Y, Nakai A, Sato T, et al. New device with force sensors for laparoscopic liver resection – investigation of grip force and histological damage, Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies, 2020.

50. Orlando G, Wood K, Coppi P et al. Regenerative Medicine as Applied to General Surgery, Annals of Surgery, Volume 255, Number 5, May 2012, 867- 880.
51. Parasa S, Wallace M, Bagci U, Antonino M et al. Proceedings from the First Global Artificial Intelligence in Gastroenterology and Endoscopy Summit, GASTROINTESTINAL ENDOSCOPY, Volume 92, No. 4 : 2020, 938- 945.
52. Patrone C, Khodabakhsh A, Lattuada M, Revetria R, Internet of Things Application in the Healthcare Sector, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2018, Vol I.
53. Tokunaga T, Sugimoto M, Saito Y, Kashihara H, Yoshikawa K et al. Transanal lateral lymph node dissection with intraoperative hologram support in low rectal cancer, Surgical Endoscopy, 2023, Jul; 37 (7): 5414-5420.
54. Tomita D, Sugimoto M, Kimizuka S et al. Optimizing Orthognathic and Maxillofacial Surgery Outcomes: Integration of Surgery First Approach (SFA), Early Recovery after Surgery (ERAS), CAD / CAM and Extended Reality (XR) in the Metaverse to Minimize Overnight Hospitalization, Journal of Surgery, 2023, Volume 08, Issue 12, 1-10.
55. Wang Y, Su Z, Zhang N, Xing R et al. A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Volume 25, Issue 1, 2022, pp 319-352.
56. Wong V, Wan D, Gurtner G, Longaker M, Regenerative Surgery: Tissue Engineering in General Surgical Practice, World Journal of Surg, 10 July 2012.
57. Shaddel M, Jamalpour M, Zand M, Yousefi M, Overview of Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Orthopedic Surgery (Challenges, Techniques, 7th International Conference Innovative Technologies in science, engineering and technology, 31 May 2021, 1-13.
58. Alidadi M, Investigating the role of artificial intelligence in the challenges of the treatment and health sector and its impact on organization management, The First International Conference Political Science, Management, Economy and Accounting, 2023, 1-10.
59. Ghanbari Birgani N, Rahnmazadeh M, Application of artificial intelligence in medical science, The Fifth national conference of new technologies in electrical, computer and mechanical engineering of Iran, 2022, 1-11.
60. Mohammady Sh, Hariri A, Investigating the application of artificial intelligence in the design of medical surgical robots, 14th International Conference on Information Technology, Computer & Telecommunication, 2021, 1-22.