

تکنولوژی‌های دیجیتال در جراحی: آیا دیجیتالی شدن، جراحی را متحول خواهد کرد؟

دکتر آیدین پرنیا*

چکیده:

تکنولوژی‌های دیجیتال در همه ابعاد زندگی انسان وارد شده‌اند و حوزه‌ها و صنایع مختلف را متحول کرده‌اند. حوزه سلامت نیز تحت تأثیر این تحولات قرار گرفته، اما به دلایل مختلفی این تأثیرپذیری کمتر از سایر حوزه‌ها بوده است. با این حال برخی اعتقاد دارند که تحول دیجیتال دیر یا زود حوزه سلامت را نیز در برخواهد گرفت. در این مقاله ضمن پاسخ به این موضوع، تکنولوژی‌های دیجیتال امروزی در تخصص جراحی را بررسی و نتیجه‌گیری می‌کنیم که آیا باید در انتظار تحول دیجیتال در جراحی باشیم یا خیر؟

واژه‌های کلیدی: جراحی دیجیتال، سلامت دیجیتال، تحول دیجیتال

زمینه و هدف

تکنولوژی دیجیتال به برخی صنایع و تخصص‌ها را کند می‌کند و باعث ایجاد مقاومت می‌شود.

در حالی که تکنولوژی‌های دیجیتال بسیاری از حوزه‌ها مانند ارتباطات یا مالی را در نور دیده و در طی دو دهه گذشته جایگاه ویژه‌ای در آن‌ها پیدا کرده، در ورود به حوزه سلامت به آن اندازه اقبال نداشته است. در دهه 1990، همزمان با گسترش استفاده از کامپیوترهای شخصی، به خصوص برای الکترونیکی کردن پرونده‌ها، سلامت الکترونیک یا eHealth شکل گرفت. در اوایل قرن 21 با رشد اینترنت و ورود web 2.0 همین مفاهیم با عنوانی مانند

با پیشرفت تکنولوژی‌های دیجیتال، شناخت بیشتر از کاربردها، کاهش قیمت و همه‌گیر شدن آن‌ها در میان عموم مردم، صنایع، مشاغل و تخصص‌های مختلف و مهمتر از همه تبدیل شدن آن‌ها به بخشی از زندگی روزمره، شاهد پدیده‌ای به نام تحول دیجیتال (Digital Transformation) هستیم. هرچند تحول دیجیتال با هدف استفاده از تکنولوژی‌های دیجیتال برای رفع مشکلات و ارائه راهکارهای جدید رخ می‌دهد، ولی این امر در بسیاری از مواقع منجر به تغییرات بنیادی در رفتارها، فرآیندها و ساختارها می‌گردد. همین تغییرات اساسی و سریع یکی از دلایلی است که ورود

* نویسنده پاسخگو: دکتر آیدین پرنیا

تلفن: 021-26750474 داخلی 5601

E-mail: draparnia@gmail.com

* پزشکی و مشاور حوزه سلامت دیجیتال

تاریخ وصول: 1398/06/28

تاریخ پذیرش: 1398/10/03

سلامت قرار گیرند. با این حال امروز این تکنولوژی‌ها به آرامی در حال ورود به حوزه سلامت هستند و برخی از نمونه‌های آن در ادامه ذکر می‌گردد.

1. هوش مصنوعی (Artificial Intelligence): یکی از کاربردهای شناخته شده هوش مصنوعی در پردازش تصویر برای سیستم‌های کمک تصمیم‌گیری (Decision Support Systems) رادبولوژی است. شرکت‌ها و استارت‌آپ‌های مختلفی بر روی این تکنولوژی کار می‌کنند، VoxelCloud یکی از آن‌ها است که سیستم کمک تصمیم‌گیری برای تصویربرداری سی‌تی‌اسکن ریه و قلب طراحی کرده است.

2. واقعیت مجازی (Virtual Reality): از تکنولوژی واقعیت مجازی در زمینه بازتوانی، توانبخشی و حتی درمان برخی بیماری‌ها به عنوان مثال تنبلی چشم استفاده شده است. همچنین استارت‌آپ Augmedix از عینک گوگل (Google Glass) برای جمع‌آوری و ثبت اطلاعات در زمان گرفتن شرح حال و معاینه بیمار استفاده نموده است تا پزشک بتواند به جای تایپ پرونده الکترونیک توجه بیشتری به حفظ ارتباط مؤثر با بیمار داشته باشد.

3. اینترنت اشیا (Internet of Things): دستگاه‌های مختلفی که با تکنولوژی اینترنت اشیا کار می‌کنند و مربوط به حوزه سلامت هستند، ساخته و ارائه شده‌اند. از دستگاه‌های پوشیدنی (Wearables) که علائم حیاتی و اطلاعات موقعیتی فرد را جمع‌آوری می‌کنند تا ابزارهایی که اطلاعات محیطی و وضعیت وسایل دیگر را تحلیل می‌کنند. به عنوان مثال استارت‌آپ AliveCor دستگاه کوچکی تولید کرده است که با قراردادن دو انگشت بر روی آن نوار قلبی با ارزش بالینی می‌گیرد و به گوشی موبایل ارسال می‌کند.

4. پرینت سه بعدی (3D Printing): پرینترهای سه بعدی امکان تولید دقیق و شخصی‌سازی تقریباً هر چیز را فراهم آورده‌اند. امروزه تقریباً هر چیز را می‌توان با استفاده از این تکنولوژی تولید نمود تا آنجا که اکنون تلاش برای پرینت ارگان‌های زنده برای پیوند اعضا با استفاده از این تکنولوژی انجام می‌شود. در این حوزه شرکت Apprecia Pharmaceuticals قرص‌هایی تولید کرده است که به صورت سه بعدی پرینت می‌شوند و سرعت انحلال بسیار بالایی دارند.

5. داده‌های کلان (Big Data): جمع‌آوری و تحلیل داده‌های کلان بدون شک راز بسیاری از مسائل در حوزه

Health 2.0 وارد عرصه سلامت شد. با همه‌گیر شدن موبایل در اواسط دهه 2000 شاخه جدیدی به نام mHealth معرفی گردید و پس از آن نیز با دیجیتالی شدن همه ابعاد زندگی انسان‌ها امروزه حوزه‌ای به نام سلامت دیجیتال (Digital Health) به وجود آمده است. علیرغم همه این نام‌گذاری‌ها و معرفی حوزه‌ها و شاخه‌های مختلف و حتی راه‌اندازی رشته‌های تخصصی در این زمینه‌ها و برگزاری صدها همایش و کنفرانس در سراسر جهان، همچنان بنظر می‌رسد تحول دیجیتال به سختی راه خود را در میان تخصص‌ها و زیرمجموعه‌های سلامت پیدا می‌کند.

هرچند تکنولوژی‌های دیجیتال با کاربری‌های مختلفی در حوزه سلامت وارد شده‌اند و در برخی موارد نیز توانسته‌اند جایگاه خوب و مناسبی پیدا کنند، ولی هنوز تبدیل به یک جزء الزامی و لاینفک در حوزه سلامت نشده‌اند که بتوان ادعا کرد تحولی عظیم ایجاد کرده‌اند. برای فهم بهتر می‌توان این موضوع را با سایر حوزه‌ها از جمله حوزه مالی مقایسه کرد. اگر تنها نحوه پرداخت قبض‌های خود را امروز با ده سال پیش مقایسه کنید، به خوبی مشاهده می‌کنید که تکنولوژی به نحوی تعاملات و ساختارها در حوزه مالی را متحول کرده که حتی تصور بازگشت به دوران قبل از آن غیر ممکن است. اما در حوزه سلامت چطور؟ نحوه تعامل بیماران، پزشکان، پرسنل بهداشتی درمانی و تمامی اجزاء سیستم سلامت در مقایسه با ده سال پیش چقدر تغییر کرده است؟ در واقع با اطمینان می‌توان گفت نحوه تعاملات و ساختارها در حوزه سلامت هنوز به واسطه تکنولوژی دستخوش تغییری اساسی نشده است. حال سوال این است که آیا تحول دیجیتال در آینده در حوزه سلامت رخ خواهد داد یا خیر؟

تحول دیجیتال در سلامت

صاحب نظران معتقدند که تحول دیجیتال سرانجام تمام زندگی انسان را دگرگون خواهد کرد و حوزه سلامت نیز مستثنی نیست. اینکه چرا این اتفاق تاکنون رخ نداده از یک سو به سابقه چند هزار ساله و قدرتمند شکل‌گیری و رشد پزشکی مربوط است که به پشتوانه آن در برابر چنین تغییری از خود مقاومت نشان می‌دهد و از سوی دیگر به این ارتباط پیدا می‌کند که تکنولوژی‌های دیجیتال هنوز بسیار جوان و نابالغ هستند و هنوز نیازمند رشد و توسعه بیشتری هستند تا به طور شایسته مورد پذیرش سیاست‌گذاران و متولیان

نورهای لیزری بیمار را درمان می‌کنند. هرچند این تصویر بیشتر به فیلم‌های علمی تخیلی شبیه است (تصویر 1) ولی واقعیت آن است که همین امروز تکنولوژی‌های دیجیتال در جراحی تا حدود زیادی به این تصویر نزدیک شده‌اند. با این حال اغلب راهکارهای دیجیتال که در جراحی معرفی و استفاده شده‌اند به خودی خود مانند این تصویر تخیلی نیستند. بهتر است برای درک بهتر از این راهکارها با نمونه‌هایی از آن‌ها آشنا شویم. این راهکارها را می‌توان در 5 دسته: (1) آموزش جراحی؛ (2) پیش از جراحی؛ (3) در اتاق عمل؛ (4) پس از جراحی؛ (5) پژوهش و مدیریت تقسیم نمود.

1. آموزش جراحی

با استفاده از تکنولوژی واقعیت مجازی یا VR و شبیه‌سازی شرایط جراحی می‌توان آموزش و تمرین جراحی را بسیار به واقعیت نزدیک نمود. پنل‌های شبیه‌سازی جراحی که با استفاده از VR کار می‌کنند، توسط شرکت‌های مختلفی طراحی و عرضه شده‌اند.

- تاج سرجری (Touch Surgery): شبیه‌ساز آموزشی جراحی بر روی موبایل است که بیش از 300 شبیه‌سازی جراحی دارد و تمرین و آموزش گام به گام را در هر مکانی امکان‌پذیر می‌کند. <https://www.touchsurgery.com/>
- فاندamental وی آر (FundamentalVR): دستگاه شبیه‌ساز آموزشی جراحی است که علاوه بر تکنولوژی VR از تکنولوژی Haptic استفاده می‌کند که حس لمس را به کاربر انتقال می‌دهد.

<http://www.fundamentalvr.com/>

- ایمرسیوتاج (ImmersiveTouch): یک دسته از محصولات این استارت‌آپ دستگاه‌های آموزش جراحی هستند که با تکنولوژی‌های واقعیت مجازی یا واقعیت افزوده کار می‌کنند.

<https://www.immersivetouch.com/immersivesim-training>

- پرسین او اس (Precision OS): این استارت‌آپ نوپا نرم‌افزارهای شبیه‌سازی آموزشی و برنامه‌ریزی اختصاصی جراحی‌های ارتوپدی را با استفاده از تکنولوژی VR و Haptic ارائه می‌دهد.

<https://www.precisionostech.com/>

سلامت را خواهد گشود و فعالیت‌های بسیاری در این زمینه انجام می‌شود. به عنوان مثال استارت‌آپی به نام Flatiron Health در حوزه سرطان فعالیت می‌کند و با ایجاد جامعه‌ای از متخصصین و محققین سرطان امکان به اشتراک‌گذاری داده‌ها را فراهم نموده و خود به جمع‌آوری و تحلیل این داده‌ها می‌پردازد.

این موارد تنها نمونه‌هایی از میان هزاران شرکت و استارت‌آپی هستند که سعی در تولید محصولات و خدمات دیجیتال کاربردی در حوزه سلامت دارند. اتفاقاً این نمونه‌ها تا حدود زیادی مربوط به تکنولوژی‌های پیچیده با تکنولوژی سطح بالا می‌باشند. این در حالی است که راهکارهای بسیاری نیز وجود دارند که در قالب یک اپلیکیشن پیگیری یا آموزش بیمار، یا یک گجت دیجیتالی ساده برای جمع‌آوری اطلاعات و یا یک سامانه مجازی ارتباط با بیمار ارائه می‌شوند. مشخصه مشترک میان همه این موارد آن است که تلاش دارند یک مسئله یا مشکل در حوزه سلامت را رفع کرده یا راهکار قبلی را ارتقاء دهند.

در هر حال بنظر می‌رسد هرچند تحول دیجیتال هنوز در حوزه سلامت رخ نداده ولی ورود و حضور آن را می‌توان به وضوح حس کرد. این حضور در برخی تخصص‌ها به واسطه ماهیت و شرایط آن‌ها بیشتر لمس می‌شود، به عنوان مثال می‌توان به تخصص رادیولوژی اشاره کرد که تکنولوژی‌های دیجیتال مدتی است که وارد این تخصص شده‌اند و در حال گسترش می‌باشند و می‌توان گفت تا حدودی نحوه تعامل متخصصین رادیولوژی و سایر افراد درگیر در این رشته را متأثر نموده‌اند.

یکی از تخصص‌هایی که ردپای تکنولوژی‌های دیجیتال کمتر در آن دیده می‌شود جراحی است. با این حال این تکنولوژی‌ها توانسته‌اند تا حدی راهی برای ورود به میان جراحان نیز پیدا کنند. در ادامه نمونه‌هایی از استفاده تکنولوژی‌های دیجیتال در جراحی را معرفی می‌نمائیم.

تکنولوژی‌های دیجیتال در جراحی

شاید اولین تصویری که از تکنولوژی دیجیتال در جراحی به ذهن می‌رسد، اتاقی سفید شبیه به یک سفینه فضایی است که در آن بازوهای رباتیک بدون حضور انسان با



تصویر 1- تصویری که اغلب ما از اتاق‌های عمل و جراحی آینده در ذهن داریم

4. ابزارهای کمک تصمیم‌گیری (Decision Support)

(Systems): راهکارهای مختلفی برای برنامه‌ریزی جراحی و تمرین پیش از آن به صورت مجازی و یا حتی بر روی ارگان‌هایی که به صورت سه بعدی پرینت شده‌اند، توسعه پیدا کرده است.

در ادامه چند نمونه از استارت‌آپ‌هایی که محصولاتی در دسته «پیش از جراحی» ارائه نموده‌اند را معرفی می‌کنیم:

- سرجیکال تیتر (Surgical Theater): این استارت‌آپ در زمینه نوروسرجری شبیه‌سازی ضایعات و برنامه‌ریزی عمل جراحی مغز را انجام می‌دهد و همچنین امکان نمایش برنامه عمل به بیمار با استفاده از تکنولوژی VR را فراهم می‌کند.

<https://www.surgicaltheater.net/>

- اکویپیکسل (EchoPixel): راهکار این استارت‌آپ برای بهبود برنامه‌ریزی برای عمل‌های جراحی شکم، تبدیل تصاویر دو بعدی به تصاویر سه بعدی تعاملی است تا پزشک بتواند به راحتی تصویری واقعی از بیمار را مشاهده کند.

<https://echopixeltech.com/>

- بادی هلت‌کر (Buddy Healthcare): این استارت‌آپ راهکار هوشمند ترغیب و راهنمایی بیمار برای آمادگی و اقدامات پیش از جراحی را ارائه می‌نماید.

2. پیش از جراحی

کاربردهای تکنولوژی در پیش از جراحی را می‌توان به چند بخش تقسیم کرد. باید به این نکته توجه داشت که بسیاری از این راهکارها برای دیگر تخصص‌های پزشکی نیز قابل استفاده است و برای جراحی انحصاری نیست.

1. پزشکی از راه دور (Telemedicine): این راهکار می‌تواند به صورت ارتباط از راه دور یک پزشک با یک جراح باشد یا اینکه ارتباط جراح مستقیماً با بیمار برقرار شود. در هر صورت این راهکارها به خصوص برای مناطق دور دست که دسترسی راحتی به جراح متخصص ندارند، بسیار کاربرد دارد.

2. آموزش بیمار: راهکارهای آموزش بیمار با به تصویر کشیدن روند جراحی از طریق محتوای تصویری تعاملی (Interactive) به فهم و درک بیمار از فرآیند جراحی کمک بسیار می‌کند.

3. مدیریت منابع و اتاق‌های عمل: راهکارهای هوش مصنوعی برای کمک به مدیریت بهتر منابع از جمله لوازم مصرفی، تجهیزات و فضاهای فیزیکی، در کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری کاربرد دارد.

الکترونیک بیمار دارند و هم می‌توانند اطلاعات را دریافت و ثبت کنند و در عین حال دستورات دریافتی برای بازخوانی یا نمایش اطلاعات را انجام دهند، ساخته شده است.

در ادامه چند نمونه از شرکت‌ها و استارت‌آپ‌هایی که محصولات در دسته «در اتاق عمل» ارائه نموده‌اند را معرفی می‌کنیم.

- ربات جراحی سینا (Sina Robotics and Medical Innovators): این ربات پیشرفته جراحی در داخل ایران طراحی و تولید شده است و قابلیت رقابت با نمونه‌های خارجی را دارد. <http://sinamed.ir/>

- ربات جراحی داوینچی (da Vinci surgical system): یکی از شناخته‌شده‌ترین ربات‌های جراحی در دنیا است که در تخصص‌های مختلف جراحی قابل استفاده است. <https://www.davincisurgery.com/>

- سایبر سرجری (Cyber Surgery): سیستم‌های رباتیک مجهز به تکنولوژی هوش مصنوعی برای عمل‌های جراحی ستون فقرات است.

<https://cyber-surgery.com/>
- تراپیکسل (Therapixel): این استارت‌آپ راهکار هدایت تصویربرداری بدون نیاز به لمس را با کمک تکنولوژی هوش مصنوعی تولید کرده است.

<https://www.therapixel.com/>
- اکسپلورر سرجیکال (ExplORer Surgical): این استارت‌آپ راهکاری برای مدیریت بهتر فرآیندها و بهبود کار تیمی در اتاق عمل با استفاده از تکنولوژی هوش مصنوعی ارائه نموده است. <https://explorersurgical.com/>

- سنتی ای آر (SentiAR): راهکار این استارت‌آپ ایجاد تصویر واقعیت افزوده از آناتومی واقعی بدن بیمار در اتاق عمل است که با حرکات دست جراح قابل کنترل و جابجایی است. <https://senti-ar.com/>

- مدیویس (MEDIVIS): ابزار واقعیت افزوده برای نمایش و کنترل تصاویر هولوگرافیک بر روی بدن بیمار تولید نموده است. <https://www.medivis.com/>

4. پس از جراحی

پس از انجام جراحی تکنولوژی‌های دیجیتال مجدداً نقش‌هایی می‌گیرند که در این میان می‌توان دسته‌های زیر را نام برد.

1. پیگیری و مانیتورینگ پس از جراحی: با استفاده از اپلیکیشن‌های موبایل و سامانه‌های آنلاین می‌توان اطلاعات

همچنین برای پس از عمل جراحی نیز آموزش و راهنمایی‌های لازم را به بیمار ارائه می‌دهد.

<https://www.buddyhealthcare.com/en/>

- سیم‌لس ام‌دی (SeamlessMD): ابزار ترغیب، مانیتورینگ و مراقبت مجازی بیماران را پیش و پس از جراحی فراهم می‌کند. این راهکار منجر به کاهش هزینه‌ها و بهبود نتایج حاصل از جراحی می‌گردد.

<https://seamless.md/>

- کلا هلت (kēlaHealth): این استارت‌آپ سیستم کمک تصمیم‌گیری برای پیش‌بینی میزان خطر عوارض پس از جراحی شکل گرفته است که برای کاهش بروز این عوارض مداخلاتی را پیشنهاد می‌دهد.

<https://www.kelahealth.com/>

3. در اتاق عمل

تکنولوژی‌های دیجیتال برای اقدامات داخل اتاق عمل و در حین جراحی نیز راهکارهایی دارند. چند دسته کلی این راهکارها از این قرار هستند.

1. جراحی روباتیک: ابزارهای روباتیک که با استفاده از تکنولوژی دیجیتال به جراح کمک می‌کنند با دقت و ظرافت بیشتری جراحی را انجام دهد. یا ابزارهای هوش مصنوعی که تصاویر رادیولوژی را متناسب با محل انجام جراحی یا حرکت دست جراح تغییر می‌دهند. روبات‌های جراح همچنین توانسته‌اند رویای جراحی از راه دور را تبدیل به واقعیت کنند.

2. ابزارها، ایمپلنت‌ها و اندام‌های شخصی‌سازی شده: با استفاده از تکنولوژی پرینت سه‌بعدی امکان تهیه ابزار، ایمپلنت‌ها و حتی اندام‌های مصنوعی فراهم شده است که برای هر فرد شخصی‌سازی شده‌اند و کاملاً با ساختار بدن وی تناسب دارند.

3. ذخیره و نمایش تصاویر و اطلاعات: تکنولوژی واقعیت افزوده (Augmented Reality) امکان نمایش تصاویر دیجیتال بر روی تصویر دنیای واقعی و تعامل با آن را فراهم می‌آورد. به عنوان مثال می‌توان تصویر داخل بدن بیمار و یا یک تومور را دقیقاً بر روی بدن مشاهده کرد. نسخه ساده‌تر این تکنولوژی برای نمایش علائم حیاتی و یا اطلاعات مورد نیاز جراح در مقابل چشم وی بکار گرفته شده است.

4. کنترل صوتی در اتاق عمل: برای اتاق عمل دستیارهای صوتی که دسترسی به اطلاعات پرونده

که در تخصص جراحی این حوزه فعالیت می‌کنند در ادامه معرفی شده‌اند.

- مدمتریکس (MDmetrix): ابزار مجازی تحلیل و نمایش داده‌های بیمارستانی و مراکز جراحی است که امکان تحلیل موشکافانه اطلاعات در مورد فرآیندها را به مدیران می‌دهد. <https://mdmetrix.com/>

- لپ‌بیس (Lapbase): سامانه ابری (Cloud Based) ذخیره و پیگیری داده‌های جراحی‌های چاقی است که امکان ثبت داده‌های بیماران در قالب‌های استاندارد بین‌المللی را دارد. <http://www.lapbase.com/>

در این بین شرکت‌هایی نیز وجود دارند که رویکرد جامع‌تر و جسورانه‌تری دارند و یک نمونه آن‌ها ورب سرجیکال می‌باشد.

ورب سرجیکال (Verb Surgical): این استارت‌آپ مجموعه‌ای از تمام تکنولوژی‌های است که نام برده شد و با به خدمت گرفتن هوش مصنوعی، روباتیک، واقعیت مجازی و داده‌های کلان، اتفاقات در اتاق عمل و پیش و پس از جراحی را تغییر می‌دهد. این مجموعه که با همکاری دو شرکت جانسون و جانسون و گوگل راه‌اندازی شده است، قصد دارد نحوه انجام عمل‌های جراحی را متحول کند.

<http://www.verbsurgical.com/>

نتیجه‌گیری

همانطور که پیش‌تر ذکر شد تکنولوژی دیجیتال هنوز موفق نشده است که تحولی قابل توجه در سلامت ایجاد کنند و با مروری بر نمونه‌های عنوان شده در بالا نیز بنظر می‌رسد این تحولات در تخصص جراحی حتی کمرنگ‌تر از سایر تخصص‌های پزشکی هستند. علیرغم اینکه بسیاری از منابع و صاحب‌نظران ادعا می‌کنند که تحول دیجیتال نهایتاً همه حوزه‌ها از جمله سلامت و جراحی را دگرگون خواهد کرد ولی آنچه امروز با اطمینان می‌توان در مورد آن اظهار نظر کرد، این است که این تحولات ساختار شکن به واسطه تکنولوژی‌های دیجیتال در آینده نزدیک در جراحی رخ نخواهند داد. البته این بدان معنی نیست که تکنولوژی هیچ جایگاهی در جراحی نخواهد داشت. بدون شک برخی از نمونه‌هایی که در این مقاله ذکر شد و بسیاری دیگر از راهکارهایی که از تکنولوژی‌های دیجیتال بهره می‌برند وارد اتاق‌های عمل و طبابت جراحان خواهند شد و جایگاه خود را نیز پیدا می‌کنند. ولی بسیار بعید است که تکنولوژی‌های

لازم را از بیماران دریافت کرد و مانیتورینگ دقیق‌تری در مورد وضعیت بیمار انجام داد. همچنین از دستگاه‌هایی که با تکنولوژی اینترنت اشیا کار می‌کنند می‌توان برای جمع‌آوری برخی اطلاعات خاص بهره گرفت.

2. مراقبت‌های در منزل: خدمات مراقبت در منزل به نوبه خود دیجیتال نیستند ولی ابزارهای دیجیتال امکان مراقبت بهتر و مطمئن‌تر در منزل و به موجب آن امکان ترخیص زودتر از بیمارستان را فراهم آورده‌اند.

3. بازتوانی در منزل: دستگاه‌های مختلفی که با استفاده از تکنولوژی اینترنت اشیا کار می‌کنند، برای انجام بازتوانی‌های مختلف در منزل طراحی و تولید شده‌اند. این ابزارها امکان بازخورد آبی و نظارت از راه دور متخصص را فراهم می‌آورند.

در ادامه چند نمونه از شرکت‌ها و استارت‌آپ‌هایی که محصولات در دسته «پس از جراحی» ارائه نموده‌اند را معرفی می‌کنیم.

- فال‌آپ کر (FollowApp Care): با استفاده از هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های بیماران ارتباط بین پزشک و بیمار پس از عمل جراحی را مدیریت می‌کند.

<https://www.followapp.care/>

- آن‌وارد هلث (Onward Health): این استارت‌آپ بیماران را پس از ترخیص، ترغیب به ادامه درمان‌ها و دستورات ارائه شده می‌کند و وضعیت ایشان را مانیتور می‌نماید. <http://onwardhealth.co/>

- نرو تکنولوژی (NERv Technology): این استارت‌آپ سنسوری برای تشخیص عوارض آناستوموز جراحی گوارشی تولید کرده است که در کمتر از یک دقیقه وجود نشت از آناستوموز را تشخیص داده و اعلام می‌کند.

<https://www.ne-rv.com/>

- اینتلی‌رود اسپاین (Intellirod Spine): این استارت‌آپ ایمپلنت وایرلسی را تولید کرده است که موفقیت جراحی فیوژن ستون فقرات را نشان می‌دهد و نیاز به جراحی مجدد برای اطمینان از موفقیت یا عدم موفقیت جراحی را رفع می‌کند. <http://intellirodspine.com/>

5. پژوهش و مدیریت

در حوزه پژوهش و تحقیقات تکنولوژی داده‌های کلان و تحلیل داده‌ها به کمک مدیران می‌آید تا بتوانند راهکارهای جدیدی برای مسائل حل نشده سلامت ارائه دهند یا تحلیل دقیق‌تری از مشکلات داشته باشند. برخی استارت‌آپ‌هایی

ارائه راهکارهای بیشتر و کاربردی‌تر در جراحی بیش از پیش مهیا خواهد شد. در میان نمونه‌های معرفی شده در همین مقاله نیز تعداد قابل توجهی توسط یک جراح بنیان‌گذاری شده یا حداقل یک جراح در توسعه و ساخت محصول مشارکت فعال داشته است. پرواضح است که بدون وجود دیدگاه‌های یک جراح با سابقه و با تجربه ساخت محصولی مفید و ارزش‌آفرین در این حیطه میسر نیست. به همین دلیل اگر راه‌های ورود و استفاده از تکنولوژی‌های دیجیتال توسط جراحان نوآفرین تعیین و تقویت نگردد و حتی اگر خود ایشان برای ارائه راهکارهای نوآورانه قدم پیش نگذارند بنظر نمی‌رسد که فرصت بهره‌مندی از آن‌ها فراهم گردد. در نهایت لازم به ذکر است که معرفی نمونه‌ها در این مقاله به معنای تأیید علمی، عملکردی یا موفقیت آن محصولات یا خدمات نیست و تنها به عنوان ایده‌هایی از کاربردهای تکنولوژی‌های دیجیتال در جراحی ذکر گردیده‌اند.

دیجیتال امروزی بتوانند منجر به رخدادی مانند آنچه لاپاروسکوپی در جراحی ایجاد کرد بشوند.

به طور کلی می‌توان چشم‌انداز تکنولوژی‌های دیجیتال در جراحی را در دو جهت اصلی دانست. از یک جهت این تکنولوژی‌ها می‌توانند به هرچه کمتر تهاجمی شدن عمل‌های جراحی کمک کنند و راهکارها و لوازمی را در این راستا توسعه دهند. از جهت دیگر تکنولوژی دیجیتال می‌تواند هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم را در مراحل مختلف کاهش دهد. این رویکرد به خصوص در کاهش مدت بستری بیمارستانی و مراقبت‌های پس از جراحی تأثیرات مثبت بسیار بر هزینه‌های سیستم سلامت دارد.

در هر حال راهکارهای جزئی‌تر و محدودتر که به آن اندازه ساختارشکن نیستند نیز تأثیرات مهم و قابل توجهی می‌توانند داشته باشند. به نظر می‌رسد که با شناخت بهتر جراحان از تکنولوژی‌های دیجیتال و کاربردهای آن، شرایط

Abstract:**Digital technologies in surgery: Is surgery going to be transformed by digitalization?**

*Parnia A. MD**

(Received: 19 Sep 2019 Accepted: 24 Dec 2019)

Digital technologies have entered every aspect of human life and revolutionized various industries and domains. Health sector have also been affected but to a lesser extent. However, it is believed that health will be encompassed by digital transformation, sooner or later. In this article we are discussing this issue as well as available digital technologies in surgery, concluding whether or not we should look for digital transformation in the field of surgery.

Key Words: Digital Surgery, Digital Health, Digital Transformation

* *Digital Health Investment and Startup Consultant, Tehran, Iran*

References:

1. Hodson R. Digital health. *Nature*. 2019 Sep; 573: S97-. (<https://www.nature.com/articles/d41586-019-02869-x>).
2. Murray E, Hekler EB, Andersson G, Collins LM, Doherty A, Hollis C, Rivera DE, West R, Wyatt JC. Evaluating digital health interventions: key questions and approaches. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S074937971630229X>).
3. Targarona EM, Balla A, Batista G. Big data and surgery: The digital revolution continues. (<https://www.elsevier.es/en-revista-cirugia-espanola-english-edition--436-articulo-big-data-surgery-the-digital-S2173507718300929>).
4. Svoboda E. Your robot surgeon will see you now. *Nature*. 2019 Sep; 573: S110-1. (<https://www.nature.com/articles/d41586-019-02874-0>).
5. Abovitz R. Digital surgery: the future of medicine and human-robot symbiotic interaction. *Industrial Robot: An International Journal*. 2001 Oct 1; 28(5): 401-6. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5220044/>).
6. Hurst EJ. 3D printing in healthcare: emerging applications. *Journal of Hospital Librarianship*. 2016 Jul 2; 16(3): 255-67. (<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15323269.2016.1188042?journalCode=whos20>).
7. Anbil PS, Ricci MT, Sarofian S. The Future of (Digital) Surgery. 2019 Aug 1. (<https://www.mddionline.com/future-digital-surgery>).
8. Reiter B, Greenwood L. 5 Big Trends in O.R. Digitalization. 2019 Oct 14. (<https://www.brainlab.com/journal/5-big-trends-in-o-r-digitalization/>).
9. Keller M. The Future of Surgery: How Technology Is Transforming the Operating Room. 2019 Aug 28. (<https://www.3blmedia.com/News/Future-Surgery-How-Technology-Transforming-Operating-Room>).
10. Fastco Works. The future of surgery. 2018 Oct 18. (<https://www.fastcompany.com/90252884/the-future-of-surgery>).