

نویسنده:
دکتر برتalan مسکو
مترجم:
دکتر فرزاد مرادحاصلی



راهنمای آینده پزشکی

فناوری و تماس انسانی



راهنمای آینده پزشکی

فناوری و تماس انسانی

نویسنده:

دکتر برتالان مسکو

مترجم:

دکتر فرزاد مرادحاصلی



بنیاد رشد و اندیشه سازندگی
استان بوشهر



وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت آموزشی
کلان منطقه پنج



دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس



ریاست جمهوری
معاونت علم و فناوری
مصدوق حمایت از پژوهشگران و فناوری کشور



بنیاد ملی نخبگان
بنیاد نخبگان استان بوشهر

به نام خداوند دریاها

سرشناسه	: مسکو، برتالان Meskó, Bertalan
عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای آینده پزشکی فناوری و تماس انسانی/ نویسنده برتالان مسکو؛ مترجم فرزاد مرادحاصلی؛ [برای] پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج فارس دانشکده مجازی.
مشخصات نشر	: بوشهر: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۴۱۴ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۳۲-۵۰۸۹-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: The Guide to the future of Medicine: Technology and the Human Touch.
موضوع	: تکنولوژی پزشکی -- آینده‌نگری
موضوع	: Medical technology -- Forecasting
موضوع	: پزشکی -- آینده‌نگری
موضوع	: Medicine -- Forecasting
موضوع	: پزشکی -- نوآوری
موضوع	: Medical innovations
شناسه افزوده	: مرادحاصلی، فرزاد، ۱۳۵۴ - ، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر
شناسه افزوده	: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان بوشهر. پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج فارس
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ ر۲م/۸۵۵R
رده بندی دیویی	: ۲۸/۶۱۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۳۱۵۳۶۴

راهنمای آینده پزشکی: فناوری و تماس انسانی

نویسنده: دکتر برتالان مسکو

مترجم: دکتر فرزاد مرادحاصلی

صفحه‌آرا: دارا جوکار

ناشر: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بوشهر

چاپ: نزهت

چاپ اول: تابستان ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد



دانشگاه علوم پزشکی بوشهر
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات زیست‌فناوری، دریایی، بهداشتی



ریاست جمهوری
معاونت عام و فناوری
معاونت خدمات از پژوهشگران و فناوری‌های نو



سازمان اسناد و کتابخانه ملی
سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران



سازمان اسناد و کتابخانه ملی
سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران



وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت آموزش پزشکی
کتابخانه تخصصی

This book has been published as a nonprofit project by the Bushehr exponential medicine center for the use of medical students, physicians and futurists.
We would like to thank Dr. Bertalan Meskó, who kindly permitting us, to translate his invaluable book without any financial expectation. He also sent us original pictures of the book.

این کتاب به صورت یک پروژه غیرانتفاعی، توسط مرکز پزشکی نمایی دانشگاه علوم پزشکی بوشهر و برای استفاده دانشجویان پزشکی، پزشکان و آینده‌پژوهان به چاپ رسیده است.

صمیمانه از آقای دکتر برتالان مسکو که بدون هیچ چشم‌داشتی، اجازه ترجمه این کتاب ارزشمند را به ما دادند، تشکر می‌کنیم. همچنین ایشان تصاویر اصلی این کتاب را برای ما ارسال نمودند.

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

تقدیم به پدرم

به پاس تمام زحماتی که در طول سالها برای من کشیده

9

تقدیم به مادرم

به خاطر محبت خالصانه ای که به فرزندان خویش دارد

فهرست مطالب

سخن نخست	۱
درباره نویسنده	۷
پیشگفتاری از لوسین انجلن	۹
پیشگفتار	۱۳
بخش اول: مقدمه	۱۹
نقش یک آینده پژوه پزشکی	۲۶
بخش دوم: روندهایی که آینده پزشکی را شکل خواهند داد	۲۹
آناتومی توصیف یک روند	۳۱
روند اول: بیماران توانمند شده	۳۳
اجتماعات آنلاین جدید	۳۷
بیماران توانمند شده هکهای خدمات سلامت هستند	۴۱
روند دوم: بازی وارسازی سلامت	۴۹
ترغیب بیماران به پیگیری درمان	۵۲
بازی های تصویری در بیمارستان	۵۶
روند سوم: تغذیه در آینده	۶۳
برگرهای سلول های بنیادی و سالم ترین غذای دنیا	۶۶
آیا شما می دانید که چه می خورید؟	۶۹
روند چهارم: واقعیت افزوده و واقعیت مجازی	۷۷
از عینک تا لنزهای تماسی و ماورای آن	۸۵

- روند پنجم: تله مدیسین و مراقبت از راه دور ۹۳
- تماس های خانگی در قرن ۲۱ ۹۷
- روند ششم: تفکری دوباره در برنامه های آموزش پزشکی ۱۰۵
- چگونه یک کوریکولوم جدید را طراحی کنیم؟ ۱۱۲
- روند هفتم: ربات های جراح و ربات های انسان نما ۱۱۷
- موانع پذیرش بیشتر این فناوری ۱۲۱
- درک ارزش رباتیک ۱۲۶
- ربات ها در میان ما ۱۲۸
- روند هشتم: ژنومیک و پزشکی فردگرایانه واقعی ۱۳۵
- ژنومیک می تواند زندگی را تغییر دهد ۱۴۲
- روند نهم: حسگرهای جسمی در داخل یا خارج بدن ۱۵۱
- حسگرهای پوشیدنی غیرقابل دید ۱۵۴
- پایش مداوم سلامت ۱۶۲
- روند دهم: تریکورد در پزشکی و ابزارهای تشخیصی قابل حمل ۱۶۹
- رادیولوژی و آزمایشگاه های کلینیکی در منزل ۱۷۲
- بررسی کارکردهای تلفن های همراه بر سلامت، به صورت مبتنی بر شواهد ۱۷۶
- روند یازدهم: پرورش ارگان ها در داخل بشقاب ۱۸۱
- دنیای سلول های بنیادی ۱۸۸
- روند دوازدهم: زیست فناوری را خودت انجام بده ۱۹۳
- آزمایشگاه های زیست فناوری در جامعه ۱۹۸
- شرکت های نوپای زیست فناوری، عامل تغییر در پزشکی ۲۰۲
- روند سیزدهم: انقلاب چاپ سه بعدی ۲۰۷
- تبدیل شدن چاپ سه بعدی به یک مسیر اصلی ۲۰۹
- مثال هایی از چاپ سه بعدی ۲۱۴
- روند چهاردهم: مرد آهنین؛ اسکلت خارجی و اندام های مصنوعی دارای قدرت تحرک ۲۲۵
- پروتزهای سفارشی سازی شده ۲۳۲
- پروتزها با کارکرد عصبی ۲۳۷
- مسائل و ملاحظات اخلاقی ۲۳۹

۲۴۳	.....	روند پانزدهم: پایان آزمایشات انسانی
۲۴۸	.....	شبیه سازی ارگان ها بر روی چیپ های کامپیوتری
۲۵۷	.....	روند شانزدهم: تصمیمات پزشکی با استفاده از هوش مصنوعی
۲۶۲	.....	هزینه های استفاده از این فناوری
۲۶۶	.....	هوش مصنوعی دوستانه و غیردوستانه
۲۷۳	.....	روند هفدهم: نانوربات هایی که در خون ما زندگی خواهند کرد
۲۷۷	.....	فرصت های بی پایان
۲۸۱	.....	ساخت یک جامعه نوین
۲۸۵	.....	روند هجدهم: بیمارستان های آینده
۲۸۹	.....	درس هایی برای طراحی بیمارستان های آینده
۲۹۷	.....	روند نوزدهم: مغزهای مجازی - دیجیتالی
۳۰۰	.....	انجام نوار مغزی (EEG) در خانه
۳۰۸	.....	کنترل سلول های عصبی با اپتوژنتیک
۳۱۱	.....	ایمپلنت های مغزی و تقویت عصبی
۳۱۴	.....	اتصال مغزها و رایانه ها
۳۱۹	.....	روند بیستم: ظهور سایبورگ های بازآفرینی شده
۳۲۳	.....	اولین سایبورگ
۳۲۸	.....	متصل ترین فرد
۳۳۲	.....	تقویت قابلیت های انسان
۳۳۷	.....	روند بیست و یکم: کرایونیک و افزایش طول عمر
۳۴۰	.....	ما چقدر می توانیم عمر کنیم؟
۳۴۷	.....	روند بیست و دوم: یک جامعه جدید متمایز، چگونه خواهد بود؟
۳۵۱	.....	تکنوسکچوالیتی و فراتر از آن
۳۵۷	.....	بخش سوم: آماده شدن برای آینده پزشکی
۳۵۹	.....	خودتان را به روز نگه دارید
۳۶۰	.....	به استقبال دنیای دیجیتال بروید
۳۶۰	.....	بخوانید، گوش دهید و ببینید
۳۶۱	.....	از بیرون علم پزشکی به آن بنگرید

- ۳۶۱..... از گزافه‌گویی‌ها و ادعاهای نادرست دوری کنید
- ۳۶۲..... استقراء و نتیجه‌گیری کردن از روندهای امروزی
- ۳۶۲..... راه‌حل‌های نهایی و یگانه را فراموش کنید
- ۳۶۳..... از رشد و اهمیت فناوری نترسید
- ۳۶۴..... فناوری را بیش از حد دست بالا نگیرید
- ۳۶۴..... اگر مهارت‌های کار با رایانه را ندارید، تسلیم نشوید
- ۳۶۵..... برای باقی ماندن تماس‌های انسانی بجنگید
- ۳۶۵..... ارتباطات دوجانبه را بپذیرید
- ۳۶۶..... دیگران را هم برای این تغییرات آماده کنید
- ۳۶۶..... پیش‌بینی آینده پزشکی خود یک چالش است
- ۳۶۷..... ارتباطات و جمع‌سپاری
- ۳۶۸..... نتیجه‌گیری

۳۷۱..... **قدردانی**

۳۷۳..... **کتابنامه**

سخن نخست

بسم الله الرحمن الرحيم

ما همگی با قانون مور^۱ آشنایی داریم که مدعی بود افت حجمی ترانزیستورها بر روی یک مدار یکپارچه، اجازه ظهور دو برابر عملکرد مثبت ادوات الکترونیک را در هر سال فراهم می آورد؛ اما پیشرفت های فناوری^۲ دو دهه اخیر حاکی از آن است که رشد فناوری از آنچه که مور نیز پیش بینی کرده بود فزونی یافته و با نرخ نمایی^۳ رشد می یابد.

پیتر دیامندس که بنیانگذار دانشگاه تکینگی و نیز جایزه ایکس است با مشاهده پیشرفت های موجود در داده های بزرگ^۴، پزشکی فردگرایانه^۴، چاپ سه بعدی و هوش مصنوعی، معتقد است که فناوری وارد دوره رشد نمایی خود شده است که سرعت آن به اندازه ای تند گردیده که از قانون مور نیز پیشی جسته است و این خود موجب ایجاد تحولات بنیان برافکن در گستره پزشکی و مراقبت های سلامت خواهد شد.

آذرخش های آینده پزشکی از سال ۲۰۲۵ هویدا خواهند شد؛ مانند اسکن های سلامت خودکار توانمند شده با هوش مصنوعی، توالی یابی ژنومیک گسترده مقیاس و

^۱ Moore's Law

^۲ Exponential

^۳ Big Data

^۴ Personalized Medicine

یادگیری ماشینی که ما را توانمند می‌سازد تا ریشه بیماری‌هایی همچون سرطان، قلبی-عروقی و بیماری‌های دژنراتیو عصبی را درک نماییم، جراحان رباتیک که اعمال دقیق را در هر مقیاس زمانی با هزینه‌ای ناچیز انجام خواهند داد و خیزش پزشکی بازآفرینشی (بازساختی) که شاهد رشد فزاینده ارگان‌ها خواهیم بود و بدین‌سان نیازی به انتظار برای دهنده عضو نخواهیم داشت.

از نظر ری کورزویل، سه انقلاب عمده ما را به سر منزل تکینگی^۱ در سال ۲۰۴۵ خواهند رساند؛ این سه انقلاب شامل، انقلاب در ژنتیک، انقلاب در نانو فناوری و انقلاب در رباتیک است.

از دید دکتر جیمز کانتون که یک آینده‌پژوه سرشناس است، هفت انقلاب در پزشکی به صورت رشد نمایی، پزشکی را به سوی پزشکی نمایی سوق می‌دهند. این انقلاب‌ها شامل فناوری DNA نو ترکیب، ژنومیک و توالی‌یابی ژن، انقلاب در داده‌های بزرگ و رشد پزشکی فردگرایانه بر اساس قرارداد DNA فردی و دیگر شیوه‌های تشخیص پزشکی، انقلاب در مراقبت‌های سلامت دیجیتال با ایجاد کارآمدی و ایمنی از طریق شبکه‌های مجازی، iPads، فناوری وب و فناوری پوشیدنی^۲، انقلاب در پزشکی بازآفرینشی^۳، انقلاب فزونی در سلامت با کاربرد پیش‌بینی، پیشگیری و سپس درمان با ارتقاء سیستم ایمنی جهت مقابله با بیماری، افزایش کارایی شناختی، بهینه‌سازی قدرت بدنی و عملکرد عضوی، طراوت بخشیدن به نرمینگی^۴ عصبی، افزایش حافظه و چالاکی قوای روانی و انقلاب در افزایش طول عمر و فناوری‌های ضد پیری و افزایش گستره زندگی سالم در فراتر از یکصد سال می‌باشند.

در حقیقت، این انقلاب‌ها منشأ گرفته از همان ابروندهایی هستند که مورد پایش

¹ Singularity

² Wearable

³ Regenerative Medicine

⁴ Plasticity

و رصد دکتر برتالان مسکو قرار گرفته‌اند. او که دانش آموخته رشته پزشکی و دارای دکترای در ژنومیکس بالینی است به عنوان یک آینده پژوه جوان و سرشار از انرژی و ایده، توانسته است بیست و دو ابر روند حاکم در فضای پزشکی که این دانش را به سوی آینده‌ای شگفت انگیز سوق می‌دهند را رصد نماید. از ژرف نگری در ابروندهای دکتر مسکو می‌توانیم چند پیش‌ران عمده که بر پزشکی آینده نیرو وارد می‌نمایند را دیده بانی کنیم:

نخست، همگرا شدن فناوری‌ها که از همگرا شدن فناوری‌های زیستی، نانویی، شناختی و اطلاعاتی، خلق رشته‌های نوین علوم و ابر فناوری‌هایی بنیان برافکن را در گستره پزشکی شاهد خواهیم بود.

دوم، حرکت میان رشته‌ای و در پاره‌ای از موارد فرارشته‌ای برای کار در فضایی مملو از بی‌کرانگی و امتزاج و اثتلاف دانش‌ها و خلق علوم نوین سوم، ظهور انقلاب صنعتی چهارم که علوم زیستی، فیزیکی و دیجیتالی در مفهوم و عمل با یکدیگر هم‌آغوشی می‌یابند و از یکپارچگی آن‌ها، فناوری‌های نوینی خلق می‌شوند که بر آینده پزشکی اثری شگرف را فرود می‌آورند.

چهارم، دیجیتالی‌سازی و فناوری‌ها شدن علم پزشکی و به زبان دیگر جایگزینی گوشی پزشکی با گوشی (استتوسکوپ) مولکولی

پنجم، تبدیل پزشکی به دانش داده‌ها و خلق داده‌های بزرگ ششم، شکل‌گیری مفهوم فلسفی پزشکی سیستمی^۱. در فلسفه پزشکی سیستمی، به شبکه‌های پیچیده در سطح مولکولی، بیماری‌ها، عوامل زیست محیطی، اقتصادی - اجتماعی، نظر افکنده می‌شود.

هفتم، ظهور پزشکی فرا دقیق^۲. پزشکی فرادقیق، رهیافتی در پزشکی است که

¹ Systems Medicine

² Precision Medicine

تفاوت های ژنی، محیط زیست افراد و شیوه زندگی آن ها را در مدّ نظر قرار می دهد و این هدف را با بازتعریف آگاهی ما از آغاز و پیشرفت، پاسخ درمانی و پیامدهای سلامت، از طریق اندازه گیری های دقیق مولکولی و عوامل محیط زیست و رفتاری که در سلامت و بیماری نقش دارند، فراهم می آورد. در پزشکی فرادقیق از فناوری های امیکس^۱ در حدّ افراط استفاده می شود.

ابروندهای پزشکی آینده و نمایی از این پیش ران ها را می توان به سادگی در لابه لای نوشتار دکتر برتalan مسکو تحت عنوان «راهنمای آینده پزشکی: فناوری و تماس انسانی» که به زیبایی توسط آینده پژوه گرامی جناب آقای دکتر فرزاد مرادحاصلی ترجمان یافته است را یافت نمود. دکتر مسکو با گشاده رویی ترجمه این نوشتار را به زبان فارسی پذیرفته و سخاوتمندانه تصاویر اصلی کتاب را نیز ارسال نمودند.

بی شک، خوانش این کتاب برای آینده پژوهان و دانشجویان پزشکی که سودای فراتر از مرزهای دانش را می جویند، بسیار الهام بخش خواهد بود و می تواند همچون درسنامه ای در برنامه های آموزش پزشکی دانشجویان گنجانده شود. در متن این نوشتار پی خواهیم برد که چگونه هر ایده ای نوآورانه توانسته است در قالب یک شرکت دانش بنیان موجب پیشبرد یک بخش از فناوری های برتر در حوزه پزشکی شود.

از آنجا که ما هم اکنون در سایه تلاش های استاد گرامی جناب آقای دکتر باقر لاریجانی، معاون محترم آموزش وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به سوی دانشگاه های نسل سوم گام بر می داریم، واقعیت های نهفته در پس هر پیشرفت ابروند نگاشته در کتاب دکتر برتalan مسکو، ما را با این حقیقت آشنا می سازد که چگونه می توان در قالب راهبردهای دانشگاه های نسل سوم، در خلق و گسترش فناوری های سوق دهنده آینده پزشکی سهمیم شد. از این رو، مطالعه این کتاب برای برنامه نویسان و

¹ Omics

استراتژیست‌های دانشگاه‌های نسل سوم، مملو از آموزه‌های عملی و راهبردی می‌باشد. هر چند که فناوری‌های هوش مصنوعی، رباتیک پیشرفته، اینترنت اشیاء، چاپ سه بعدی، میانجی‌های انسان - ماشین، واقعیت افزوده و فناوری‌های داده‌های بزرگ بر دانش پزشکی آینده چنان مستولی خواهند شد که پزشکی، سیمایی فناورانه خواهد یافت اما به یاد داشته باشیم که همان گونه که مسکو در این نوشتار خاطر نشان می‌کند، باز این دستان سحرانگیز و کلام شفابخش طبیب انسان دوست است که خواهد توانست تن آدمی را که در مکتب شرق، جایگاه روان است، تسلی بخشد و از آلام او بکاهد. بدین سان، هنوز در حدّ فاصل تماس انسان و فناوری در پزشکی آینده، باز این روح مقدس و شفابخش دانش پزشکی است که به واسطهٔ پزشک شفادهنده در جان و تن آدمی، جاری می‌شود.

دکتر ایرج نبی پور

عضو پیوستهٔ فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران

گروه آینده نگاری، نظریه پردازی و رصد کلان سلامت

درباره نویسنده

دکتر برتالان مسکو^۱ یک آینده پژوه پزشکی است که دانش آموخته دانشگاه دبرسن^۲ می باشد. او به عنوان پزشک، جایزه وزپرمی^۳ که مرکز علوم پزشکی و سلامت دانشگاه دبرسن اعطا میکند را دریافت کرده و دکترای^۴ خود را هم در ژنومیکس بالینی^۵ به پایان برده است. به عنوان یک آینده پژوه پزشکی، او گام های بعدی و روندهای در حال وقوع این عرصه را زیر نظر داشته و ارتباط دو جانبه و مثبت بین تماس انسانی^۶ و فناوری های نوآورانه را که ما منتظر ظهور آنها در آینده خدمات بهداشتی هستیم، پیگیری می کند.

دکتر مسکو بنیانگذار و مدیر وبسایت وبیسینا (webicina.com) نیز هست که منابع رسانه های اجتماعی مرتبط با پزشکی و سلامت را در اختیار بیماران و افراد شاغل در گروه های پزشکی قرار می دهد. او بیش از پانصد سخنرانی در مورد آینده پزشکی در دانشگاه های ییل، استنفورد، هاروارد، سازمان بهداشت جهانی و دانشگاه تکینگی^۷ داشته است.

¹ Bertalan Mesko

² Debercen

³ Wespřemy Award (Medical and Health Science Center, University of Debrecen)

⁴ PhD

⁵ Clinical Genomics

⁶ Human Touch

⁷ دانشگاه تکینگی (Singularity University) توسط ری کورزویل (Ray Kurzweil) آینده پژوه معروف و پیتر دیامندس (Peter Diamendes) در سال ۲۰۰۸ بنیانگذاری شده است. این دانشگاه با الهام از تئوری تکینگی کورزویل تأسیس شده و معتقد است در دهه های آینده، فناوری های نوین و هوش انسانی با هم یکی شده و این تکینگی باعث تحول در جامعه خواهد شد.

او مؤلف کتاب «رسانه‌های اجتماعی در پزشکی بالینی»^۱ بوده و همچنین یک وبلاگ پزشکی^۲ را اداره می‌کند که برنده چندین جایزه شده است. او بنیانگذار و مدرس دوره‌های دانشگاهی «رسانه‌های اجتماعی در پزشکی» می‌باشد. او عضو «انجمن جهانی آینده»^۳ نیز هست.



¹ Social Media in Clinical Practice

² <http://www.sciencerooll.com>

³ World Future Society

پیشگفتاری از لوسین انجلن^۱

من تخمین می‌زنم از امروز تا پنجاه سال آینده، بیش از پنجاه درصد درآمدهای حوزه سلامت مربوط به شرکت‌هایی خواهد بود که یا امروزه وجود ندارند (هنوز تأسیس نشده‌اند) و یا اگر وجود دارند، فعالیت قابل توجهی در زمینه سلامت امروزی ندارند. پیشرفت‌های فناورانه همراه با دگرگونی‌های جامعه باعث شده که مراقبت‌های سلامت به عنوان پنجمین عامل دموکراتیزه کردن جوامع (پس از موسیقی، سفر، خرده فروشی و رسانه) مطرح گردد و این پیشرفت‌ها خود باعث افزایش قدرت بیماران و ایجاد یک «طوفان کامل» در ارایه خدمات سلامت خواهد شد. به عنوان یک نکته کلیدی، من در این حوزه اغلب چهار عامل اصلی مرتبط با یکدیگر را به صورت 4D مطرح می‌کنم که شامل مکان‌زدایی^۲، دیجیتالی‌شدن^۳، پول^۴ و دموکراتیزه شدن^۵ بوده و این چهار عامل در صورت همراهی با هم می‌توانند باعث آغاز پیشرفتی چشمگیر شده و عامل خلق یک اکوسیستم ایده‌آل جهت تغییرات وسیع باشند.

گرچه تغییرات مراقبت‌های سلامت قابل توجه خواهد بود ولی این گونه نیست که قابل پیشگویی نباشند. با این حال متأسفانه شواهد و علائم آن به طور مکرر نادیده گرفته می‌شوند.

پزشکی با ظهور درمان‌ها، داروها و پروتکل‌های جدید پیشرفت می‌کند ولی تأثیر واقعی آن بر الگوهای سلامت جامعه که محل اصلی تأثیرگذاری آن است به خوبی مورد

¹ Lucien Engelen

² Delocalization

³ Digitalization

⁴ Dollar

⁵ Democratization

بررسی قرار نگرفته است. در حقیقت حوزه سلامت، امروزه همانگونه مدیریت می شود که در صد سال گذشته اداره می شد.

امروزه به خاطر رشد نمایی^۱ فناوری، ما می توانیم مراقبت های سلامت را به خانه های افراد جامعه بازگردانیم. البته این کار به مدل های جدید پرداخت، تغییرات کوریکولوم های آموزشی برای دانشجویان پزشکی و حتی قوانین جدید در جامعه نیاز دارد. جهت واکاوی این فرآیندهای دگرگون ساز، نیاز به افرادی داریم که به این تغییرات آگاه بوده و بتوانند نمایی از دنیای فردای ما را به تصویر بکشند.

در کنفرانس های TEDx ماستریخت سال های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲، من سخنرانی هایی با عنوان «تغییر در مراقبت های سلامت از طریق نوآوری ها» ارائه کردم و در بین شرکت کنندگان هم، با افرادی برخورد کردم که توانایی پل زدن بین دنیای پزشکی و سطوح عالی فناوری های جدید را داشتند. یکی از این افراد دانشجوی پزشکی جوانی بود (منظور مؤلف کتاب است) که یک وبلاگ پزشکی^۲ را اداره می کرد که در زمان خودش یکی از بهترین وبلاگ ها در این حوزه به شمار می رفت.

ما در سال ۲۰۰۹ از طریق اینترنت با هم آشنا شدیم و با توجه به وجود دیدگاه های مشترک ولی رهیافت های متفاوت، من از او برای سخنرانی در کنفرانس «شکل دهی دوباره مراقبت های بهداشتی» در نایمخن^۳ هلند دعوت به عمل آوردم. دکتر مسکو یکی از معدود افرادی است که بینش، تخصص، احساس و آگاهی لازم جهت هدایت پزشکی در گذر از این تغییرات را دارد.

او در این مسیر چالش های بزرگی را پشت سر گذاشته و گزینه های خود را به دقت انتخاب کرده و نظرات او در مورد تغییرات پزشکی قابل اعتماد است. در دانشگاه

¹ Exponential

² Sciencereoll

³ Nijmegen

تکینگی، دانشکده پزشکی نمایی^۱ وجود دارد که قبلاً به فیوچرمد^۲ مشهور بوده و کنفرانس‌های متعددی را در این حوزه برگزار می‌کند. در سال ۲۰۱۳، من از دانیل کرافت خواش کردم که در صورت امکان نیمی از وقت سخنرانی من، به برتالان (مؤلف این کتاب) اختصاص داده شود و چه جایی بهتر از این دانشکده برای نشان دادن قابلیت‌های برجسته یک همکار جوان وجود داشت که از نظر دانش با اکثر استادان با تجربه‌ای که مراحل انتهایی دوران فعالیت کاری خود را می‌گذرانند، برابری می‌کرد. همانطور که پیش‌بینی می‌کردم او باعث تعجب همگان شد. او خود را آینده‌پژوه پزشکی معرفی کرد، کسی که به سؤالاتی که چگونه و چه وقت قدم‌های بعدی برداشته می‌شود، پاسخ می‌دهد. کتابی که اکنون در دست داریم، نتیجه آخرین تلاش‌های او در این زمینه است.

اگر چه الگوی نوشتن کتاب به این شکل، ممکن است در آینده منسوخ گردد ولی امروزه این روش هنوز یک راه مؤثر جهت گسترش دانش به شمار می‌رود. این کتاب باید به صورت اجباری در کوریکولوم‌های آموزشی رشته‌های پزشکی و پرستاری و همچنین در هر نوع برنامه آموزشی MBA سلامت گنجانده شود. البته من مشتاقانه چشم به راه نسخه بر خط^۳ دوره‌های آموزشی این کتاب هستم که امیدوارم به زودی تهیه گردد.

در این کتاب شما مباحث جالب متعددی را پیدا خواهید کرد که در یک جا، کنار هم قرار گرفته‌اند و این به جهت راهنمای شما برای سفری است که با مطالعه این کتاب به آن می‌پردازید. بزرگترین پیشنهاد مؤلف به شما این است: اکنون به اکتشاف جهان پیرامون خود با دیدگاهی نوآورانه بپردازید. راه خود را پیدا کنید و در میدان نبردی پیکار کنید که خود انتخاب می‌کنید.

¹ Exponential Medicine

² FutureMed

³ Online

پیشنهاد من برای مطالعه این کتاب این است که هر روز یک فصل را بخوانید و روز بعد با مطالعه دوباره، آن را هضم کرده و سپس در روز بعدی به تفکر و کاوش در مطالب آن بپردازید و سپس فصل بعد را شروع کنید. البته شانس این که شما کتاب را یک باره بخوانید بیشتر بوده که این نیز روش خوبی است.

در کنار خواندن این کتاب ارزشمند، او یک محیط مجازی جهت بحث پایه گذاری کرده است^۱ که من امیدوارم شما را نیز در آنجا ملاقات کنم.

برتالان عزیز، دوست من، به شما تبریک می گویم. شما همواره با قدم هایی که برمی دارید باعث حیرت من و بسیاری از افراد دیگر می شوید. ولی من دوست دارم نصیحتی به شما بگویم که برگرفته شده از یکی از جملات استیو جابز بزرگ است:

”شجاعت این را داشته باش تا به دنبال خواسته های قلبی، بینش و شهود درونی خود بروی ... مشتاق و آرزومند باش و البته گاهی هم کمی سبک سر و احمق“.

لوسین انجلن

دانشکده پزشکی نمایی

دانشگاه تکنیکی

سیلیکون ولی

¹ <http://www.medicalfuturist.com>

پیشگفتار

اکنون ما شاهد تغییرات گسترده‌ای در پزشکی و مراقبت‌های سلامت بوده و پیشرفت آن‌ها در این دوره بیش از هر زمان دیگری خواهد بود. ما چندین بار در سال شاهد برگزاری جلسات کلیدی و مهم و همچنین گزارش پیشرفت‌های فناورانه شرکت‌های مختلف هستیم. در این جلسات آن‌ها به معرفی گجت‌هایی^۱ می‌پردازند که انقلابی را در زندگی و کارمان ایجاد کرده‌اند. تا پنج سال گذشته نیز این تصور دور از ذهن بود که میلیون‌ها نفر، کاربران شبکه‌های اجتماعی باشند و از برنامه‌های کاربردی پزشکی بر روی تلفن‌های هوشمند و تبلت‌های خود استفاده کنند. استفاده از عینک گوگل و دیدن جهان با واقعیت افزوده، وجود ابررایانه واتسون IBM و استفاده از آن در تصمیم‌گیری‌های پزشکی و سلامت، استفاده از اسکلت خارجی^۲ که به افراد فلج توانایی قدم زدن دوباره می‌دهد و یا چاپ سه بعدی تجهیزات پزشکی و یا مواد زیستی، همه این موارد در مدت زمان کمی تحقق پیدا کرده و تمام این پیشرفت‌ها بیشتر شبیه یک رمان عملی - تخیلی به نظر می‌رسند. دیر یا زود، جلسات معرفی پیشرفت‌های کلیدی و مهم فناورانه از چند بار در سال به چند بار در ماه خواهد رسید، به صورتی که دیگر برای ما سخت خواهد بود که از تمام پیشرفت‌های جدید مطلع شویم و این چالشی فراروی همه ماست. پیشرفت‌های فناورانه با همه مزیت‌هایش، همزمان می‌تواند تهدیدی برای تماس انسانی و ارتباط مؤثر پزشک - بیمار و ارایه صحیح مراقبت‌های سلامت باشد.

¹ Gadgets

² Exoskeleton

ساختارهای سنتی پزشکی پس از ظهور تله‌مدیسین و اینترنت، متحمل تغییرات قابل توجهی شده است. همچنین وجود ربات‌های جراح، نانوتکنولوژی و وجود وسایل تشخیصی خانگی که تقریباً همه چیز را از فشار خون گرفته تا قند خون و داده‌های ژنتیکی را اندازه‌گیری می‌کنند، همگی به تحول در ساختار پزشکی کمک کرده‌اند.

مردم به طور کلی از هر تغییری بیمناک می‌شوند، حتی اگر آن تغییرات در آینده باعث ایجاد ارزش‌هایی برای آنان گردد. چالش‌هایی که ما امروزه گریبانگیر آن‌ها هستیم، می‌تواند منجر به بهترین نتایج هم برای شاغلین رشته‌های مرتبط با پزشکی و هم برای بیماران گردد. البته خوش بینی من در این زمینه بر پایه روندهای کنونی و یا وضعیت مراقبت‌های سلامت امروزی در سطح جهان نیست. وقتی شما این کتاب را مطالعه کنید، همچنان که من به این مطلب پی بردم، شما هم به این نتیجه خواهید رسید که چقدر فناوری می‌تواند مفید باشد، اگر ما بتوانیم آینده را پیش‌بینی کرده و همه خطرات بالقوه آن را هم در نظر داشته باشیم.

بسیاری از ما هم اکنون نیز نظاره‌گر علائم و نشانه‌های این تغییرات هستیم. برای مثال امروزه کم نیستند بیمارانی که در شبکه‌های اینترنتی به دنبال افرادی با مشکل مشابه خودشان می‌گردند تا از تجربیات آن‌ها استفاده کنند و یا پزشک‌انی که در کنار درمان‌های مرسوم، از برنامه‌های کاربردی^۱ موبایل و یا اطلاعات به دست آمده توسط آن‌ها استفاده می‌کنند. اما آنچه که من در این چند سال اخیر به عنوان یک آینده‌پژوه پزشکی متوجه شدم، این است که هیچکدام از افراد درگیر در مراقبت‌های سلامت، شامل گروه‌های سیاست‌گذار، پژوهشگران، بیماران و پزشکان، هنوز برای دگرگونی‌های پیش‌رو آماده نیستند. تغییرات فناورانه شگرفی فرا روی ما قرار دارند و اگر ما بدون آمادگی قبلی به استقبال آن‌ها برویم، همچنان که اکنون هم این آمادگی در جوامع وجود ندارد، این تغییرات تمام سیستم پزشکی فعلی را نابود کرده و آنچه باقی می‌ماند فقط خدمات

¹ Application

فناورانه صرف بدون تعاملات انسانی و شخصی خواهد بود. این سیستم پیچیده نباید به این شکل تخریب گردد، بلکه باید به صورت آگاهانه و هوشمندانه و به شکلی دقیق، بازطراحی گردد. اگر ما برای آینده آماده نباشیم فرصت‌ها را از دست خواهیم داد.

بر پایهٔ مطالب پژوهش «زندگی دیجیتال در ۲۰۲۵»^۱ که توسط مرکز پژوهشی پو^۱ در سال ۲۰۱۴ منتشر شده است، به اشتراک گذاشتن اطلاعات از طریق اینترنت که به آسانی صورت می‌گیرد، به طور کامل در زندگی ما تنیده خواهد شد و مانند الکتریسیته در زندگی ما جاری خواهد بود. گسترش اینترنت باعث تقویت پیوندهای جهانی خواهد شد، ارتباطات را در سطح دنیا افزایش داده و از نادیده گرفتن امور مهم جلوگیری می‌کند. تمام موارد بالا، موتور محرکهٔ این رخدادها در سال‌های آینده بوده ولی بدون در نظر گرفتن جزئیات این روندها، عواقب خطرناک آن‌ها بیش از منافع حیرت‌آورشان خواهد بود.

پیش‌زمینهٔ من به عنوان یک دانش‌آموختهٔ پزشکی و پژوهشگر، باعث شد که من دیدگاهی ویژه نسبت به آیندهٔ پزشکی داشته باشم. پزشک درون من، همیشه به این فکر می‌کند که این تغییرات وسیع فناورانه تهدیدی جدی برای تماس انسانی پزشک که به آن هنر پزشکی می‌گویند خواهد بود. ما نباید بگذاریم این اتفاق بیفتد. مردم همیشه یک گرایش ذاتی برای تعامل با یکدیگر داشته و البته ما مواقعی که بیمار یا آسیب‌پذیر هستیم، به مراتب نیاز بیشتری به احساس همدلی و جملات صمیمانه از جانب مراقبین سلامت خود داریم. آینده پژوه پزشکی درون من، نمی‌تواند صبر کند تا شاهد تغییرات این چینی در الگوی پزشکی سنتی، توسط فناوری‌های نوآور و ساختارشکن باشد.

مردم عموماً فکر می‌کنند که فناوری و تماس انسانی با هم ناسازگارند. رسالت من این است که اثبات کنم آن‌ها اشتباه می‌کنند. مثال‌ها و داستان‌های این کتاب سعی دارند تا ارتباطات دو جانبه بین این دو موضوع را نشان دهند. همچنان که ما می‌توانیم

¹ Pew Research Center

روابط انسانی بین پزشک و بیمار را بر پایه اعتماد به هم حفظ کنیم، می توان از فناوری های ایمن و مفید در پزشکی نیز بهره برد و پذیرفت که استفاده از هر دوی آن ها یک رکن اساسی در مراقبت های سلامت بیماران است. این ارتباطات دو طرفه و این توازن ظریف بین هنر پزشکی و استفاده از نوآوری ها، آینده پزشکی را شکل خواهد داد. این کتاب سعی دارد خوانندگان خود را برای مواجهه با امواج این تغییرات آماده ساخته و به عنوان یک راهنمای آینده پزشکی بتواند توسط هر کسی مورد استفاده قرار گیرد. هیچ کس نمی تواند به طور دقیق بگوید که در آینده چه اتفاقی خواهد افتاد و چگونه مراقبت های بهداشتی بازطراحی خواهد شد. البته ممکن است جهت گیری هایی که در این مسیر وجود دارد بتواند نیازهای آینده ما را در علم و مهارت و هر آنچه که برای تصمیم گیری های آگاهانه مورد نیاز است، برآورده سازد.

من با افراد صاحب نظر متعددی مصاحبه کردم و نقشی که هوش مصنوعی^۱ می تواند در تصمیم گیری های پزشکی ایفا کند را به طور کامل بررسی کرده ام. برای مثال ربات های جراحی که به جراحان یاری می رسانند، یا این که چگونه علم ژنومیک می تواند مراقبت های اولیه کاملاً فردگرایانه^۲ و منحصر به فردی را برای ما به ارمغان بیاورد و یا این که چگونه تجهیزات پوشیدنی (مثل ساعت های هوشمند و ...) می توانند نیاز ما را به آزمایشگاه های کلینیکی مرتفع کنند، همگی مثال هایی از نقش فناوری در بهبود سطح سلامت جامعه می باشد. من تقریباً با ۷۰ نفر از افراد خبره در زمینه های مختلف گفتگو کردم تا بتوانم تحلیل های خود را در این زمینه ها تقویت کنم.

¹ Artificial Intelligence

² Personalized

به واسطه وجود شبکه‌های آنلاین، من از قدرت جمع‌سپاری^۱ استفاده کردم و این فرصت را پیدا کردم تا افراد خبره از روندهایی که به نظر آن‌ها جالب بوده، مرا آگاه سازند. امیدوارم این داستان‌ها، توصیفات و پیشنهادات، راهنمای شما در این مسیر بوده و بتواند شما را برای آینده پیش رو، بیشتر آماده کند.

^۱ جمع‌سپاری Crowdsourcing: نوعی برون‌سپاری (Outsourcing) است. در برون‌سپاری یک وظیفه مشخص به خارج از شرکت یا محل کار، به فرد یا پیمانکاری متخصص واگذار می‌شود. اما در جمع‌سپاری، یک وظیفه مشخص به یک گروه بزرگ و تعریف نشده از افراد خارج سازمان، طی یک فراخوان عمومی واگذار می‌شود. مثلاً یک شرکت برای طراحی لوگوی خود مسابقه‌ای ترتیب می‌دهد و برای بهترین طراحی‌ها جایزه‌ای هم در نظر می‌گیرد. در این موارد جمع‌سپاری‌ها معمولاً نتایج بهتری از کارهای داخل سازمان و یا برون‌سپاری‌ها دارند [م].

بخش اول

مقدمه

”پیش بینی بسیار سخت است به ویژه اگر در مورد آینده باشد.“

نیلز بوهر

در اوایل دهه ۹۰ وقتی من حدود ۱۰ سال داشتم، در یک فروشگاه رایانه کنجکاو شدم که در مورد سخت افزارهایی که در پس نرم افزارها هستند، اطلاعاتی کسب کنم. من آموختم که چطور یک رایانه شخصی را سرهم کنم، کاری که این روزها هم گاهی آن را انجام می‌دهم. آن موقع به عنوان یک کودک، به خاطر دسترسی به این جدیدترین ابزار فناورانه، شگفت زده شده و شاهد ارتقاء روزافزون آن‌ها بودم. یک روز مردی وارد فروشگاه شد و در مورد حداکثر ظرفیت هارد دیسک موجود سؤال کرد. به او گفتیم که بیشترین ظرفیت هارد دیسک ۴۰ مگابایت است و او گفت که نمی‌داند که با این همه مگابایت چکار کند!! در حقیقت سیستم عامل، برنامه‌ها و فایل‌های او به زحمت گوشه‌ای از این هارد را اشغال می‌کرد. امروزه اما ظرفیت هارد دیسک رایانه‌ها در حد ترابایت بوده و در سال ۲۰۱۴، اینترنت، حامل حدود دو زتابایت^۱ اطلاعات بود که ده هزار بیلیون برابر بزرگتر از هارد آن روز می‌باشد. تمام این پیشرفت‌ها فقط در کمتر از یک دهه صورت گرفته است.

من بسیار خوش اقبال بودم که در دوره‌ای که فناوری با گام‌های خارق‌العاده‌ای در مسیر پیشرفت است زندگی می‌کنم. من دقیقاً زمانی را که برای بار اول آنلاین شدم را به خاطر دارم، ۲۱ نوامبر ۱۹۹۶ و ساعت ۲ نیمه شب بود که با صدای سوت مودم به اینترنت وصل شدم. شما آن زمان در صورتی می‌توانستید از سایتی دیدن کنید که

¹ Zettabyte (10²¹)

آدرس آن را از حفظ بودید. هجده سال بعد، من در حال کار و حتی گاهی زندگی آنلاین هستم تا بتوانم این دنیای بدون محدودیت را تجربه کنم.

اکنون تلفن‌های هوشمند، پارامترهای سلامتی را رصد می‌کنند و حتی قادر به ثبت الکتروکاردیوگرام (ECG) هستند. هوش مصنوعی در تشخیص بیماری‌های نادر، بهتر عمل کرده و واقعیت افزوده^۱ به ما اجازه می‌دهد که شاهد دنیای آنلاین وسیع‌تری نسبت به زندگی حقیقی باشیم. من برای سال‌ها مدیریت یک جمع‌سپاری را در مورد یک تشخیص نادر بر عهده داشتم که در آن با جمع کردن افراد نخبه دست‌چین شده در توئیتر، داده‌های لازم را گردآوری می‌کردم. من شاهد بودم که چطور فناوری می‌تواند باعث ارتقاء کیفیت زندگی گردد. البته هنوز فناوری‌های جدید، تغییرات اساسی در مراقبت‌های سلامت سازماندهی شده ما را ایجاد نکرده است.

با این که من عاشق فناوری هستم، اما به عنوان یک گیگ^۲ می‌دانم که فناوری به تنهایی مشکلاتی را که اکنون مراقبت‌های سلامت با آن گریبانگیر است را حل نخواهد کرد. فناوری می‌تواند نوسازی مراقبت‌های سلامت را با کمک تجهیزات، داده‌ها و راه‌حل‌های جدید تسهیل کند. اما بیماران نیاز به توجه عاطفی و همدردی از جانب مراقبت‌کنندگان خود هم دارند. نبود ارتباط صحیح بین مردم و مؤسسات مراقبت سلامت، مسئله‌ای است که در سطح جهانی با آن درگیر هستیم. من فکر می‌کنم حدود ۱۰ سال دیگر باید به فرزندان خود بگویم که دهه دوم قرن بیست و یکم یک دوره زمانی بربریت و توحش بوده، زیرا نه پزشکان و نه بیماران به داده‌هایی که واقعاً

^۱ Augmented Reality

^۲ گیگ (Geek): کسانی هستند که علاقه و مهارت ویژه‌ای در کاری دارند (اکثراً کامپیوتر، ریاضی و فناوری‌های جدید) و آن کار را مجالی برای ارزیابی قابلیت‌های خود می‌بینند و البته در این راه، مشوق آن‌ها پول یا شهرت نیست. گیگ‌ها تمرکز ویژه‌ای روی کار خود دارند و روابط اجتماعی کمی داشته و آدم‌های عجیب و غریبی به نظر می‌رسند. بعضاً به آن‌ها رایانه‌باز و یا خوره کامپیوتر هم می‌گویند [م].

به آن‌ها نیازمند بودند، دسترسی نداشتند.

رشد نمایی اطلاعات پزشکی باعث می‌شود که برای پزشکان به روز بودن، غیرممکن شده و سرخورده شوند. در این زمان بهتر است به جای خواندن چند مقاله که ممکن است راجع به موضوع مورد علاقه یک پزشک خاص باشد، از جمع‌سپاری بهترین مقالات پزشکی بر حسب نیاز خود استفاده کنیم.

به جای تایپ دستی اطلاعات توسط صفحه کلید، بهتر است این فرآیند را با استفاده از واقعیت افزوده تعاملی تر کرده و سرعت بیشتری به آن بدهیم. با انجام این کارها و صرفه جویی در زمان، پزشک می‌تواند فرصت بیشتری را برای ارتباط با بیمار خود پیدا کرده و از مشکلاتش آگاهی دقیق‌تری پیدا کند. هیچ برنامه کاربردی تلفن همراه برای احساس همدردی و مراقبت‌های عاطفی از بیماران وجود ندارد.

باید تمام افراد ذی‌نفع، به اطلاعات لازم در مورد شرایط بیماری و درمان آن دسترسی داشته باشند. اطلاعات مربوط به سلامت جامعه باید در دسترس همگان باشد، تا هر نفر با پایش وضعیت سلامت خود، بتواند در صورت وجود علائم هشدار دهنده، تغییرات مفیدی را در روش زندگی خود^۱ ایجاد کند.

پزشکان، از این اطلاعات و تجهیزات (که توسط فناوری‌های جدید ارایه می‌شود) در جهت مراقبت‌های بهتر استفاده کرده و بیماران هم قادر خواهند بود با استفاده از خدمات پایش سلامت خانگی، بهتر از خود مواظبت کنند. خلاصه این که همگی سود می‌برند. فناوری‌های جدید در نهایت به شاغلین حرفه‌های پزشکی کمک خواهد کرد که به جای این که وقت خود را صرف به دست آوردن اطلاعات گوناگون از آن‌ها کنند، بیشتر روی بیمار به عنوان انسان تمرکز کنند. آن‌ها قادر خواهند بود بهترین کار ممکن را انجام داده و خدمات خود را با مهارت ارایه دهند. بیماران هم به نوبه خود این فرصت را خواهند داشت که به عنوان یک شریک برابر، در این فرآیند حضور داشته باشند.

¹ Lifestyle

بگذارید برای آنچه که پیش روست، آماده شویم

من سخنرانی‌های متعددی را هر ساله با سفر به کشورهای مختلف برگزار می‌کنم. در همه جا یک سامانهٔ هرمی شکل مشاهده می‌شود که در قاعدهٔ هرم، سازمان‌های بیمه‌گر، دولت‌ها و شرکت‌های داروسازی قرار داشته و در وسط هرم شاغلین گروه‌های پزشکی قرار دارند که تقریباً تمام مسئولیت بر عهدهٔ آن‌ها است و در نهایت در نوک این هرم، ذی‌نفعان این سامانه یا همان بیماران، کوچکترین قسمت را اشغال می‌کنند. این سامانه در سال‌های آینده دگرگون خواهد شد و با حرکت بیماران به قسمت‌های میانی، شکاف و تجزیه در این هرم ایجاد خواهد شد. بیماران به زودی قادر خواهند بود تمام پارامترهای سلامت خود را در خانه اندازه‌گیری کنند. آن‌ها آگاه خواهند شد که دقیقاً باید چه بخورند و فشارخون، الکتروکاردیوگرام و سایر اطلاعات اساسی را به طور مستمر می‌توانند ثبت کنند.

این بیماران که اکنون به نام E-Patients یا «بیماران توانمند شده»^۱ نامیده می‌شوند، نیازمند آموزش بیشتر برای استفاده بهتر از دنیای دیجیتال هستند. در حالی که بعضی از بیماران نمی‌توانند نیازهای خود را به صورت آنلاین پیدا کرده و بنابراین مأیوس شده و به نوبهٔ خود باعث دلسردی پزشک خود می‌شوند، عده‌ای دیگر با مشکل داشتن گزینه‌های بسیار زیاد مواجه هستند. رسیدن به یک مدیریت سلامت مناسب، که تضمین‌کنندهٔ مراقبت از سلامت ما و نه فقط رفع بیماری باشد، در سایهٔ تغییر در ساختار پزشکی ممکن بوده و نیازمند فعالیت و مشارکت بیشتر بیماران می‌باشد.

^۱ E-Patient: برای اولین بار Tom Ferguson که یک پزشک بود واژهٔ E-Patient را ابداع کرد. حرف E در اول این کلمه از حرف اول واژه‌های زیر گرفته شده است:

Equipped: مجهز به وسایل و مهارت‌هایی است که بتواند شرایط خود را مدیریت کند.

Enabled: قادر به انتخاب گزینه‌هایی برای مراقبت از خود می‌باشد.

Empowered: توانمند در مقابله با مشکلات سلامت و مراقبت خود است.

Engaged: درگیر با وضعیت سلامت و مراقبت خود می‌باشد.

از این پس در این کتاب، هر جا که از واژهٔ «بیمار توانمند شده» یاد کردیم، منظور همان E-Patient می‌باشد [م].

به جز چند استثناء، آموزش پزشکی در تربیت دانش آموختگان خود، برای آگاهی از پیشرفت‌های فناوریانه طراحی نشده است و آن‌ها فقط برای فناوری‌ها و روندهای^۱ امروزی آموزش دیده‌اند، در حالی که دانش و قدرت محاسباتی^۲ با گام‌های نمایی رو به پیشرفت است.

همچنان که آینده‌پژوه معروف ری کورزویل اشاره کرده است، این پیشرفت‌های سریع ممکن است ما را به نقطه‌ای برساند که قادر نباشیم با اطمینان قدم عقلانی بعدی را برداریم. ما ممکن است هوش مصنوعی را خلق کنیم و هوش مصنوعی بتواند الگوریتم‌ها و ربات‌هایی را طراحی کند که ما قادر به درک آن‌ها نباشیم و این موضوع به اندازه کافی دلهره‌آور است. این تغییرات در پزشکی به خاطر طبیعت حساس آن، باید با نگرانی بیشتری دنبال شود. ربات‌های جراح تمام اتوماتیک، میکروچیپ‌هایی که فیزیولوژی انسانی را نمونه‌سازی می‌کنند و یا نانوروبات‌هایی که در جریان خون ما زندگی خواهند کرد، همگی می‌توانند هم فرصت‌هایی شگفت‌انگیزی ایجاد کرده و هم باعث تهدیدهای جدی شوند.

پزشکی مبتنی بر شواهد به این معنی است که شما از کیفیت درمان‌های ارایه شده مطمئن باشید و تشخیص بر مبنای شواهد تجربی و نه حدسیات شخصی باشد. البته در حیطه پزشکی و سلامت، انطباق‌پذیری و سازگاری با تغییرات بسیار کندتر از سایر زمینه‌ها است. برای مثال هنگامی که خودروی بدون راننده گوگل توانست یک میلیون مایل را بدون حادثه طی کند، سازندگان خودرو مثل ولوو اعلام کردند از گنجاندن چنین الگوریتم‌هایی در محصولات بعدی خود استقبال می‌کنند. به دلایل واضح این موارد جدید بسیار کندتر در مراقبت‌های سلامت مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما اگر فکری به حال این معضل نشود، به زودی این شکاف در حال گسترش

¹ Trends

² Computational Power

آن قدر بزرگ خواهد شد که غلبه کردن بر آن بسیار دشوار می شود. همانطور که افراد خبره و طرفدار فناوری نیز موافقت می کنند که معاینه و تماس انسانی نباید از علم پزشکی حذف شود، افرادی هم که مخالف فناوری هستند باید قبول کنند که در این زمانه، بدون فناوری، ارائه خدمات بهداشتی و درمانی ممکن نیست. راه حل همانا آماده کردن بیماران، پزشکان، پرستاران، سیاست گذاران و سایر ذی نفعان برای رویارویی با این موج تغییرات می باشد. من اطمینان دارم این کار ممکن بوده و هنوز برای آن فرصت هست. هدف آغاز بحث های عمومی درباره مزیت ها و خطرات بالقوه ای است که در آینده با آن ها مواجه خواهیم شد.

نقش یک آینده پژوه پزشکی

در سال ۲۰۱۲ و در سن ۲۷ سالگی، من به رویای کودکی خود جامه عمل پوشانده و پزشک شدم و پس از آن دکترای خود را در ژنومیکس دریافت کردم. من آماده شده بودم تا به عنوان یک پژوهشگر زندگی کنم، اما اگر صادق باشم به صورت کامل از این شرایط راضی نبوده و احساس می کردم که در این راه نخواهم توانست «گیگ» درون خود و تجربیات تکنیکی ام را به کار گیرم. من شغل جدیدی خلق کردم که بتوانم در آن، از پیش زمینه های قبلی و دیدگاه هایی که دارم استفاده کنم. اینگونه بود که من آینده پژوه پزشکی شدم.

نقش یک آینده پژوه پزشکی این نیست که تماشاگر روندها باشد. علاقه من، فصل مشترک بین اصلاح مراقبت های سلامت به کمک فناوری از یک سو و علم پزشکی که هنر طبابت هم در آن آموزش داده می شود، از سوی دیگر می باشد. این موضوع به من فرصت و حس مسئولیت جهت تحلیل های آینده سلامت را اعطاء می کند.

یکی از ژورنال های پزشکی چالش مهیجی را مطرح کرده بود که آینده مراقبت های سلامت در سال ۲۰۵۰ را به صورت یک پیام توییتری در قالب ۱۴۰

کاراکتر بیان شود. من ترجیح می‌دهم که نوشته خود را اینجا نقل کنم:

”در ۲۰۵۰ مراقبت‌های سلامت شفاف و بدون شبهه، تصمیم‌گیری صحیح، محتوای درست آنلاین، «بیمار توانمند شده»، پزشکان با دانش وب بالا و نبود موانع همکاری‌های دسته جمعی“.

من مطمئن هستم در این جهت حرکت خواهیم کرد، گرچه بدون برگزاری مباحثه‌های عمومی در این موضوع، احتمال این که بتوانیم یک رابطه دو جانبه سالم بین فناوری و تماس انسانی را بنیانگذاری کنیم، هر روز کمتر می‌شود.

بخش دوم

روندهایی که آینده پزشکی را

شکل خواهند داد

“روندها را دنبال نکنید، روندها را آغاز کنید.”

فرانک کاپرا

سخت ترین قسمت کار هر آینده پژوه خصوصاً آینده پژوه پزشکی، دست چین کردن روندها، فناوری ها و مفاهیمی است که به نظر می رسد در آینده پزشکی و مراقبت های سلامت نقش عمده ای داشته و همچنین تعیین برآوردهایی برای سال های آینده، بر پایه روندهای امروزی می باشد. آنچه که این کار را بسیار سخت تر می کند، این حقیقت است که بسیاری از این فناوری ها و مفاهیم، از بسیاری جهات، در هم تنیده شده و ترکیب می شوند.

استفاده از هوش مصنوعی در دنیای ثبت الکترونیک اطلاعات پزشکی، استفاده از رباتیک پیشرفته در جراحی ها و استفاده از تجهیزات تشخیصی پیشرفته قابل حمل، قریب الوقوع خواهند بود. در فصل های بعدی این کتاب، برای هر بخش یک عنوان در نظر گرفته شده است که مؤید روندهای در آینده است که به نظر من احتمال بالایی برای وقوع دارند. هدف از این فصل ها این است از گام های کلیدی که توسط فناوری به سمت آینده پزشکی برداشته می شود، تصویری روشن در ذهن شما تشکیل گردد.

آناتومی توصیف یک روند

هر بخش این فصل در مورد روندی خاص بحث می کند که شامل توصیف پایه ای از فناوری های آن، داستان های واقعی و مثال های عملی، مفاهیمی که کاربردهای آن را در پزشکی و سلامت تعیین کرده و جهت گیری آینده آن روند است. در مورد این

۲۲ روندی که بحث شده، از مفاهیمی که در حال حاضر در دسترس بوده به طرف فناوری‌هایی که در آینده کاربرد بیشتری خواهند داشت، حرکت خواهیم کرد. در پایان هر قسمت، نمراتی به منظور درک بهتر میزان کاربردی بودن آن فناوری در نظر گرفته شده است.

«نمره دسترسی» که نمره‌ای بین ۱ تا ۱۰ بوده و نمره ۱ به معنی فناوری است که در آینده دور در دسترس خواهد بود و نمره ۱۰ به معنی کاربردی بودن آن روند و فناوری در زمان حاضر است.

«کانون توجه» به شما خواهد گفت که کدامیک از ذی‌نفعان حوزه سلامت بیشترین بهره را از این روند خواهند برد.

«وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط» که به شما کمک می‌کند تا با دنبال کردن آن‌ها اطلاعات مفیدی را به دست آورید.

«کمپانی‌ها و شرکت‌های نوپا^۱» که شرکت‌هایی را به شما معرفی می‌کند که روی روند خاصی کار کرده و در آن زمینه پیش‌رو هستند.

«کتاب‌ها و فیلم‌ها» به منابعی می‌پردازد که مزیت‌ها و عيوب روندهای فناورانه را توصیف می‌کنند.

¹ Startup

روند اول

بیماران توانمند شده

من در نوامبر ۲۰۱۳ و در فرودگاه بوداپست، منتظر ورود دیو دبرونکارت^۱ بودم. من از او دعوت کرده بودم تا در دانشکده پزشکی سملوایز^۲ سخنرانی کند. سال ها است که او در مورد قدرت یافتن بیماران در سطح جهان سخنرانی کرده و کتاب هایی را منتشر کرده است. تجربه او در مواجهه با سرطان کلیه و سپس سرطان پوست باعث شد که در جستجوی روش ها و راه حل های جدیدی باشد. در ژانویه ۲۰۰۷، پس از گرفتن یک عکس از شانه او، به طور اتفاقی مشخص شد که توده ای در ریه اش وجود دارد. آزمایشات بعدی نشان داد که دیو مبتلا به سرطان پیشرفته کلیه با درگیری های ثانویه (متاستاز) به سایر نواحی بدن می باشد. متوسط زمان بقا پس از این تشخیص حدود ۲۴ هفته است ولی دیو ناامید نشد. او به دنبال اطلاعاتی در مورد بیماری خود و سپس به دنبال کسانی بود که تجربه بیماری مشابه او را داشتند. او در یک انجمن گفتگوی بیماران^۳ اطلاعاتی در مورد درمانی که هنوز کاملاً تأیید شده نبود پیدا کرد، درمان با اینترلوکین ۲. بنابراین پس از این که جراحان توده کلیوی وی را خارج کردند، به او این شانس را دادند تا در یک کارآزمایی بالینی^۴ برای دریافت اینترلوکین ۲ وارد شود. تا سپتامبر او بیماری را شکست داده بود. در طول این درمان او به طور مداوم با پزشک خود دنی سندز^۵ در ارتباط بود که یکی از

¹ Dave de Bronkart

² Semmelweis Medical School

³ Patient Forum

⁴ Clinical Trial

⁵ Danny Sands

اولین پزشکان مبلغ و حامی «بیمار توانمند شده» است. برای این که مراقبت‌های سلامت پیشرفت واقعی داشته باشد، لازم است که پزشکان به بیمارانشان اجازه دهند، به خودشان کمک کرده و یک شریک کامل و فعال در طی تصمیماتی باشند که در زندگی آن‌ها مؤثر است. این پیام اصلی کتاب دِبرونکارت با نام «بگذارید بیماران کمک کنند»^۱ می‌باشد. پس از مطالعه این کتاب و تکرار مطالعه آن برای بار دوم، من یک پیام توئیتری برای او فرستادم که باید این کتاب در دسترس تمام دانشجویان پزشکی قرار گیرد. او پس از دریافت پیام من، به مجارستان پرواز کرد تا به ما توضیح دهد که از نظر او مشکلات کلیدی که ما با آن‌ها مواجه هستیم، چیست.

”یک قرن پیش، بیمار مبتلا به دیابت نمی‌توانست بدون مراجعه به پزشک از بیماری خود باخبر شود. امروزه نوارهای ادراری و حتی گاهی نمایشگرهای گلوکز خون خانگی را در دسترس داریم. البته این امکانات به هیچ وجه، نیاز به یک متخصص غدد و متابولیسم را کم نمی‌کند ولی به جای این که ما در کلینیک به بحث در این مورد بپردازیم که در این موقعیت چه کارهایی را باید انجام دهیم، قسمتی از وقت خود را صرف فهم بهتر این بیماری خواهیم کرد. شاید شما بگویید که پزشکان مهارت‌های زیادی دارند: علم، تشخیص، تجویز، مراقبت، پایش و سایر موارد. ولی باید دانست که در طول زمان بعضی از این مهارت‌ها حالت خودکار به خود می‌گیرند. این گفته به هیچ وجه اهانتی به پزشکان نبوده و نیست مگر آن که آن‌ها معتقد باشند که فقط «من این مهارت جادویی را دارم» و خود را افراد مقدس و غیرقابل انتقاد فرض کنند. در نظر من، وقتی بعضی وظایف اتوماتیک و خودکار می‌شوند، باعث خلق فضای بیشتری برای ماندگاری سایر مهارت‌ها می‌شوند.“

¹ Let Patients Help



بیمار توانمند شده، دیو دیرونگارت در کنار پزشک خود دکتر دنی سندز

به نظر او ایجاد طبابتی که عمیقاً متمرکز بر بیمار باشد، امکان پذیر است. به این صورت که همزمان با اطمینان از زمینه علمی پزشک، قدرت و توانمندی بیمار نیز مورد توجه قرار گیرد. او به ارزش کار پزشکان و پرستاران در زمانی که او در بستر بیماری بوده و نیاز به جراحی داشته واقف است ولی اکنون نمی تواند تصور کند که چطور یک پزشک باهوش و با ذهنیت علمی نتواند همین وظایف خود را برای بیماری که توانمند شده، انجام دهد.

”تنها مشکلی که در موارد نادر با آن برخورد کردم، وقتی است که یک پزشک فکر کند تنها چیزی که باعث ارزشمندی کار او می شود این است که او چیزهایی را می داند که دیگران از آن ها مطلع نیستند. اگر این خودانگاره پزشک باشد، قطعاً فراگیری آن مطالب توسط دیگران یک تهدید برای او به حساب خواهد آمد. در این مورد تنها چیزی که من می توانم بگویم این است که پزشکان

من هزاران برابر من در این مسائل اطلاعات دارند و من هم به همین علت آن‌ها را دوست دارم ولی با این حال کاری که من می‌توانم برای آن‌ها انجام دهم این است که بهترین شریک برایشان باشم.

او با تعداد زیادی از پزشکانی که از ارتباطات دیجیتال استفاده می‌کنند برخورد داشته است. پزشک او دکتر سندز یک مثال عالی از پزشکی است که می‌خواهد با بیمارانش یک شریک برابر باشد. دیونکارت برای توضیح این ارتباط، اتفاقی را که اخیراً تجربه کرده است را بیان کرد:

یک سال پیش وقتی که وارد سوییس شدم، نشانه‌های نگران کننده‌ای در ساق پای خود حس کردم و با خود فکر کردم آیا ممکن است در مسیر پرواز خود، یک لخته باعث انسداد وریدی در من شده باشد؟ بی درنگ از طریق اسکایپ^۱ و با استفاده از دوربین^۲ تصویر دانه‌هایی که روی ساق پای من ظاهر شده بود را برای پزشکم ارسال کردم. چون به این شکل او بهتر می‌توانست موقعیت مرا ارزیابی کند، سرانجام او گفت: "بله زودتر به یک کلینیک در آنجا مراجعه کن" و من هم همین کار را کردم.

در پزشکی همانند سایر علوم، توانایی انجام بهترین کار به آگاهی کامل ما از آن موقعیت بستگی دارد و به لطف فناوری، این آگاهی از فواصل دور نیز امکان پذیر شده است. همچنین فناوری به نوبه خود باعث سهولت دسترسی به مراقبت‌های سلامت توسط بیماران خواهد شد. البته این دگرگونی‌ها برای آرایه دهندگان خدمت گسترده‌تر خواهد بود، زیرا آن‌ها خواستار فروش خدمات بیشتر به افراد هستند. آنچنان که دیونکارت توصیف می‌کند، هیچ کدام از دانشکده‌های پزشکی که در تمام عمر خود به تربیت پزشکان مشغول بوده‌اند نمی‌توانستند تغییرات وسیعی که در این ۱۰ تا ۲۰ سال اخیر با آمدن وسایل و تجهیزات جدید به وقوع پیوسته را پیش بینی کنند.

^۱ Skype

^۲ Webcam

البته ما چشم انتظار این سه تغییر بنیادی در آینده خواهیم بود:

۱- انتقال فوری اطلاعات: به جایی که مورد نیاز است و می تواند به صورت فرستادن و یا دریافت اطلاعات بوده و شامل پرونده پزشکی بیمار و سایر اطلاعات در مورد وضعیت بیمار می باشد.

۲- احساس نیاز به این اطلاعات: به دلیل این که اگر مردم در مورد فرصت ها و حق انتخاب های خود چیزی ندانند و آن ها را مطالعه نکنند، نتیجه خوبی عایدشان نخواهد شد.

۳- و در آخر، وجود گروه های تحلیل گر که آنالیز این حجم وسیع اطلاعات را برعهده داشته و فقط باعث جلب توجه به آن قسمتی از اطلاعات می شوند که به موقعیت فعلی ما مرتبط است.

دکتر باب واچر^۱ از مرکز پزشکی سانفرانسیسکو اشاره می کند همانطور که امروزه در هوانوردی تجاری سعی می شود که فقط اطلاعات مفید و ضروری در داخل کابین خلبان نمایش داده شوند و سیل اطلاعات زیاد و غیرضروری فقط باعث سردرگمی خواهد بود، در مورد منابع اطلاعاتی در پزشکی هم برخورد با حجم وسیع اطلاعات با ارزش های مختلف (کم تا زیاد) باعث اتلاف وقت شده و در چنین موقعیتی، هیچ چیز بهینه نخواهد شد. استفاده از فیلترها و بهره بردن از دانش تحلیل گرها می تواند در این موقعیت ها کمک کننده بوده و به عنوان دروازه ورود ما به این وادی عمل کند.

اجتماعات آنلاین جدید

اگر هدف اصلی مراقبت های سلامت برآورده کردن تمامی نیازها و حقوق بیماران باشد، دیگر دلیلی برای نرفتن به سوی توانمندی بیماران وجود ندارد. بنابراین لازم

¹ Bob Wachter

است بیماران در نیاز به رسیدن به جایگاه بالاتر در ارتباط با پزشکان، خود را بالا کشیده و اطلاعات شان را بهبود بخشند تا در این رابطه بیشتر به عنوان یک شریک پذیرفته شوند و نه این که مانند گذشته و در یک نظام سنتی طبقاتی و به عنوان یک زیردست به ایفای نقش خود پردازند.

بیماران در ابتدای قرن حاضر ابتکار عمل را در دست گرفته و جنبش‌هایی را آغاز کردند که هدفشان ارتقاء سبک زندگی سالم بود. آن‌ها برای رسیدن به این هدف، در زمینه‌هایی شروع به فعالیت کردند، مثل مدیریت اطلاعات، جستجو برای درک بهتر جزئیاتی در مورد شرایط و بیماری خود و توانایی مدیریت بهتر آن، استفاده از کانال‌های دیجیتالی و ابزارهایی که اطلاعاتی را در مورد بدن و بیماری‌شان به آن‌ها می‌دهند.

در آغاز بیماران شروع به جستجوی اطلاعاتی کردند که پیش از این، به آن‌ها دسترسی نداشته و دسترسی به آن‌ها حق انحصاری برای افراد شاغل در حرفه‌های وابسته به پزشکی بود. سپس آن‌ها این اطلاعات جمع‌آوری شده را به صورت آنلاین در اختیار دیگران قرار دادند. اما همه پزشکان در این مورد نظر مساعدی ندارند. من خودم شخصاً شاهد بودم که پس از این که یک بیمار به پزشک خود گفت که در اینترنت در مورد علائم و نشانه‌های بیماری خود اطلاعاتی را پیدا کرده است، بلافاصله استاد با این جمله که «پس دیگر به من در اینجا نیازی ندارید» اتاق معاینه را ترک کرد. قطعاً این نوع برخورد با بیماری که می‌خواهد از منابع آنلاین هم استفاده کند کمکی نخواهد کرد. در عوض پزشکان اکنون نیازمند فراگیری مهارت‌هایی در مورد «سواد دیجیتالی» بوده که بتوانند هم خودشان کیفیت سایت‌های حاوی مطالب پزشکی را ارزیابی کرده و هم به بیماران خود در این زمینه کمک کنند.

به تدریج «بیماران توانمند شده» این رویه را تغییر خواهند داد. آن‌ها در اجتماعاتی که تشکیل داده‌اند، دیدگاه‌ها و نظرات خود را در مورد زیستن با شرایط خاصی که دارند را به اشتراک می‌گذارند. من سال‌ها است که با افراد پیش‌رو در زمینه

بیمار توانمند شده در ارتباط هستیم، آن‌ها توانستند ثابت کنند که افراد دیگر مبتلا به بیماری، بهتر از هر فرد شاغل در حرفه‌های پزشکی، می‌توانند بیماران مانند خود را درک کنند.

اولین سایت فراگیر در این زمینه patientslikeme.com بود. در این سایت افراد مبتلا به یک بیماری خاص، می‌توانند پس از ثبت نام وارد سایت شده و در گروهی که در برگیرنده سایر افراد مبتلا به همان بیماری بود عضو شده و اطلاعات زیادی را در مورد بیماری، شرایط و زندگی روزانه خود پیدا کنند.

نتایج اولین پژوهش در مورد استفاده از سایت‌های این چنینی، برای اولین بار در سال ۲۰۱۱ در ژورنال Nature Biotechnology مطرح شد و سپس در سال ۲۰۱۲ به عنوان یک مقاله با دسترسی آزاد^۱ در ژورنال Plos Medicine به چاپ رسید.

در سال ۲۰۱۴، سایت patientslikeme.com اعلام کرد که به یک توافقنامه پنج ساله با یک شرکت داروسازی به نام جنتک^۲ دست یافته است. بر طبق این توافق، شرکت مذکور از بیماران پژوهشگری که تجربیاتی در مورد بیماری خود و روش‌های درمانی آن به دست آورده‌اند حمایت کرده و با استفاده از شبکه جهانی بر خط این شرکت، به گسترش راه‌های نوینی کمک خواهد کرد که به درمان بهتر این بیماران منجر شود.

بعضی از بیماران سرخورده و مأیوس، تمایل دارند که پس از تشخیص اولیه، به جای رفتن به دنبال مشورت با یک شخص دیگر و دریافت نظر دوم برای تأیید تشخیص، به اینترنت روی آورده و با مطرح کردن علائمی که دارند برای تشخیص بیماری خود از جمع‌سپاری استفاده کنند.

وبسایت crowdmed.com برای همین منظور طراحی شده است. افراد می‌توانند

¹ Open Access

² Genetech

با تشریح کامل علائم و جزئیات مربوط به بیماری خود، یک مورد^۱ را جهت بررسی پدید آورده و سپس پزشکان مختلفی، راه‌حل‌های موجود را ارائه کرده و به محتمل‌ترین آن‌ها رأی می‌دهند. در نهایت این اطلاعات توسط crowdmed.com ارزیابی شده و پاسخ نهایی که حاصل اجماع نظر افراد خبره در مورد این احتمالات است را به بیمار ارائه می‌کند.

در پشت هر کار خلاقانه‌ای داستانی وجود دارد. بنیانگذار سایت crowdmed.com فردی به نام جرد هیمن^۲ است که خواهر او به بیماری سختی دچار شد و با مراجعه به پزشکان مختلف و صرف هزینه حدود صد هزار دلاری، بهبودی در وضعیت او حاصل نشد. بنابراین او سایت crowdmed.com را جهت استفاده از خرد جمعی افراد خبره ایجاد کرد و در نهایت مشکل خواهر او با همکاری گروهی از افراد خبره پزشکی و با یک تعامل بین گروهی^۳ حل شد.

یک نوآور دیگر در این عرصه جیلز فرایمن^۴ است که با ایجاد گروه‌های ایمیلی^۵ برای بیماران مبتلا به سرطان، کار خود را آغاز کرد. او همچنین بنیانگذار «انجمن منابع بر خط سرطان»^۶ است که در سال ۱۹۹۵ کار خود را شروع کرد.

این گروه‌های ایمیلی باعث می‌شد که افراد مبتلا به یک بیماری خاص و دارای مشکلات مشابه، شانس تعامل با یکدیگر را داشته باشند. این گروه‌ها (ACOR) آن چنان رشد کردند که تبدیل به بزرگترین گروه‌های ایمیلی شدند و فرایمن هم به نوآوری‌های خود برای کمک به بیماران ادامه داد. من فرایمن را بارها در نواحی مختلف از کالیفرنیا تا پاریس ملاقات کردم. او همیشه با دیدگاه‌هایش در مورد این که ما چگونه

¹ Case

² Jared Heyman

³ Interdisciplinary

⁴ Gilles Frydman

⁵ Mailing Groups

⁶ ACOR (Association of Cancer Online Resources)

باید به بیماران در به دست آوردن اطلاعاتی که نیاز دارند کمک کرده و باعث ارتباط آن‌ها با هم شویم، مرا به وجد آورده است. من وقتی که متوجه شدم پروژه جدید او «بیماران هوشمند»^۱ است متعجب نشدم. این پروژه یک سایت است که حاوی جزئیاتی در مورد درمان‌ها، کارآزمایی‌های بالینی و آخرین دستاوردهای عملی بوده و توضیح می‌دهد که چگونه این اطلاعات در تجربیات روزمره اشخاص به کار گرفته شوند. در نتیجه اقدامات ذکر شده، جنبش جدیدی متولد شده است که رسالت این جنبش که به نام Participatory Medicine یا پزشکی مشارکت‌گرا معروف شده است، در جملات زیر خلاصه شده است:

”پزشکی مشارکت‌گرا یک الگوی همکاری جهت مراقبت‌های بهداشتی است که در آن بیماران، پزشکان و سایر ارایه‌دهندگان خدمات بهداشتی و درمانی همگی به طور فعال در این فرایند درگیر بوده و تمام مراقبت‌های لازم را در جهت سلامت افراد ارایه می‌کنند. پزشکی مشارکت‌گرا یک رهیافت اخلاقی جهت ارایه خدمات سلامت بوده که باعث بهبود عملکرد، نتایج بهتر، کاهش خطاهای پزشکی، افزایش رضایت بیماران و تعدیل هزینه‌های مراقبت می‌شود.“

پزشکی مشارکت‌گرا برای خود، دارای یک ژورنال معتبر، انجمن گفتگو^۲ جهت تبادل پژوهش‌ها، منابع آموزشی و طرفداران خاص خود می‌باشد.

بیماران توانمند شده هک‌های خدمات سلامت هستند

قبلاً گفتیم که بیمار توانمند شده، در حقیقت بیماری است که قدرتمند، مجهز، دارای اطلاعات بالا، فعالانه درگیر مشکلات خود و خواهان ارتباط برابر با دیگر اعضای ارایه‌دهنده خدمات سلامت است. تمام مواردی که برشمردیم در حقیقت باعث می‌شود، یک بیمار

^۱ Smart Patients

^۲ Forum

توانمند شده عامل ایجاد گسست در آرایه خدمات سلامت به صورت سنتی شود. خانم کتی مک کوردی^۱ که شغل او طراحی بود و از یک اختلال عصبی مزمن برای سالیان دراز رنج می برد، تصمیم گرفت هر وقت که به دیدن یک پزشک جدید جهت ادامه درمان خود می رود، به وسیله یک اینفوگرافیک که خود آن را طراحی کرده بود، تمام جزئیات مربوط به بیماری اش مثل داروها، درمان ها، اعمال جراحی و ... که در طی زمان طولانی درگیر آن ها بوده است را به صورت بصری نمایش دهد و به این ترتیب او تصویر روشنی از وضعیت بیماری خود را در یک زمان کوتاه به پزشک منتقل می کرد که باعث راحتی کار و تعامل بهتر بین بیمار و پزشک جدید می شد.

سالواتوره لاکونزی^۲ اهل کشور ایتالیا، مبتلا به یک نوع سرطان مغزی بود و برای کمک به درمان خود یک جمع سپاری را به راه انداخت. او که یک برنامه نویس و کدنویس^۳ بود، کدهای اطلاعات پزشکی خود را رمزگشایی کرده و این اطلاعات را به صورت متن باز^۴ در اختیار بقیه قرار داد که هر کس بتواند آن را آنالیز کند و از دیگران خواست با استفاده از این اطلاعات و با ساختن ویدئو، کارهای هنری، نقشه، متن، شعر و یا بازی باعث کمک به پیدا کردن راه حلی برای مشکلات سلامت او شوند.

در موردی دیگر، یک مادر پس از زایمان سومین فرزندش دچار افزایش فشارخون بدخیم و حملات صرعی از نوع Complex Partial Seizure شد. او درمان های مختلف را امتحان کرد ولی تشخیصی برای آن وضعیت نداشتند. همسر این زن یک صفحه درخواست در فیسبوک درست کرد و همچنین در ویکی پدیا هم یک صفحه جهت دریافت نظریه هایی که بتواند این بیماری را توجیه کند، ایجاد کرد به طوری که هر کس بتواند به راحتی نظرات خود را بنویسد. بعدها آن ها نمودار دفعات و فواصل

¹ Kathy Mccurdy

² Salvatore Laconesi

³ Coder

⁴ Open Source

فعالیت‌های تشنجی و شدت آن را هم منتشر کردند. ایده‌های فراوانی در این مورد ارایه شد به طوری که آن‌ها ناگزیر شدند که یک جمع‌سپاری دیگر جهت بررسی و آنالیز داده‌ها ایجاد کنند.

چنین مثال‌هایی به خوبی نشان می‌دهد که چطور بیماران می‌توانند نظرات مشورتی دیگران را به دست آورده و به ارایه کنندگان سلامت در حل مشکلات خود کمک برسانند. در نتیجه این اقدامات، امروزه شرکت‌های نوپای بیشتری به این حوزه ورود می‌کنند ولی باید دانست که گسترش خدمات برای «بیماران توانمند شده» به آن آسانی که به نظر می‌رسد نیست.

من با جیسون برک - لوئیس، که مشاور رسانه‌های جمعی در یک شرکت نوپایی سلامت است در ملبورن استرالیا ملاقات کردم. هدف من آگاه شدن از افکار او در مورد تأثیر رسانه‌های جمعی و اثر ورود شرکت‌های نوپا در عرصه خدمات سلامت بود. او در زمینه سلامت دیجیتال، تجربیات وافر در کار با افراد نوآور دارد. ما به بحث در مورد نیروهای پیش‌رانی پرداختیم که باعث ایجاد و شکل‌دهی نوآوری‌ها در شرکت‌های نوپایی می‌شوند که در ارایه خدمات سلامت تمرکز دارند.

”شما می‌توانید فاکتورهای شکل دهنده به نوآوری‌ها در عرصه خدمات سلامت را به دو مقوله جداگانه تقسیم کنید، یکی پول/هزینه/قدرت خرید و دیگری تسهیل دسترسی به خدمات سلامت.

امروزه دولت‌های غربی با چالش‌های مالی عمده در زمینه هزینه‌های فزاینده خدمات سلامت روبه‌رو هستند (که از یک سو با افزایش جمعیت سالمند و از سوی دیگر به خاطر هزینه‌های به کارگیری فناوری‌های جدید در سلامت، بیشتر هم می‌شود). در این وضعیت، شرکت‌های نوپا و نوآوران این عرصه می‌توانند نقشی حیاتی در دسترسی سریع‌تر، ارزان‌تر و بهتر به خدمات اساسی سلامت ایفا کنند.“

افزایش فشارهای مالی در سامانه‌های خدمات سلامت غربی باعث ایجاد شرکت‌های نوپای خدمات سلامت بیشتری شده است. قرار است سامانه خدمات سلامت با کمک این شرکت‌ها و با نگاهی به تجربیات سایر کشورها و شرکت‌های دیگر و استفاده از آن‌ها در سیستم خدمات محلی خود، به بهره‌وری و کارایی بیشتری دست پیدا کنند.

برک - لوئیس در مورد روندهایی که به نظر باعث تغییرات اساسی و واقعی در پزشکی می‌شود، دیدگاه‌های استواری دارد که یکی از آن‌ها جذب سرمایه‌های مردمی^۱ برای خدمات سلامت است. بعضی از بیماران چشم انتظار همین سرمایه‌های مردمی برای دسترسی به خدمات بیشتر در حوزه سلامت و فناوری‌های جدید هستند. مورد دیگر تولید تبلت‌های تلفن‌های هوشمند با قیمت‌های پایین می‌باشد. تولید کنندگان تلفن در آسیا و آفریقا در پی کاهش بیشتر قیمت‌های تلفن‌های همراه هوشمند خود بر پایه سیستم عامل اندروید هستند و قابلیت این سیستم عامل (اندروید) در کار کردن با پردازنده‌های ارزان‌تر و با سرعت پایین‌تر (در مقایسه با اپل و ...) باعث شده که بیشتر تولید کنندگان از سیستم عامل اندروید (به جهت صرفه اقتصادی بیشتر) استفاده کنند. او توضیح می‌دهد که چطور بیمارستان‌ها به محلی برای آزمون شرکت‌های نوآور در سلامت تبدیل خواهند شد.

با در نظر گرفتن موانع موجود که شرکت‌های نوآور در جهت افزایش دسترسی بیماران با آن مواجه هستند، او فکر می‌کند که الگوی فعلی غربی در این مورد شکست خورده است.

”هزینه‌های خدمات سلامت به طور سرسام‌آوری بالاست و شما وقتی که می‌خواهید از یک فناوری جدید استفاده کنید، بالقوه در حال «بازی» با زندگی

^۱ Crowdfunding : یا جذب سرمایه‌های مردمی یک شکل از تأمین بودجه برای بعضی پروژه‌ها بوده که در آن با اعلام یک فراخوان، عده‌ای از مردم با اهدای مبالغ هر چند اندک می‌توانند در کل مبلغ قابل توجهی را جهت اجرای یک پروژه تأمین کنند [م].

مردم هستید. اما کوشش جهت اصلاح و تغییر خدمات سلامت به وسیله کارهایی که اکنون در حال انجام است و تلاش جهت وارد کردن این اصلاحات به الگوهای شکست خورده خدمات سلامت، محکوم به شکست است اگر انتظار داشته باشید که پس از این اقدامات، بهره‌وری بیشتر و پیامدهای بهتری در خدمات سلامت داشته باشید. باید قبول کرد الگوهای رایج غربی ارایه خدمات سلامت، قدیمی و شکست خورده بوده و فاقد هرگونه شبکه سامان دهنده (که حامی پزشکان و به دنبال سلامت بیماران باشد) بوده و بنابراین نمی‌توانند باعث ایجاد فرصت‌های جدیدی برای نوآوری باشند.

بر پایه تحقیقات Pew Internet Research، حدود ۷۲٪ کاربران اینترنت بیان کرده‌اند که در یک سال گذشته حداقل یک بار به صورت آنلاین اطلاعاتی را در مورد سلامت خود جستجو کرده‌اند. این موضوع باعث ایجاد مسئولیت در افراد شاغل در حرفه پزشکی برای کمک به بیماران، در یادگیری استفاده درست از رسانه‌های جمعی و اینترنت می‌شود. پزشکان باید مهارت‌های مرتبط با این موضوع را کسب کنند. در مواجهه با حجم وسیع اطلاعات غلط در اینترنت، لازم است که پزشکان و بیماران مطلع، اقدام به ایجاد سایت‌ها و منابع پویا کنند.

در www.webicina.com که خود بنیانگذار آن هستم، چنین منابع اطلاعاتی توسط افراد خبره تهیه شده که هم برای بیماران و هم ارایه دهندگان خدمات سلامت به طور رایگان و در بیست زبان مختلف در دسترس است. این تنها راهی است که باعث کمک به تمامی ذینفعان حوزه سلامت می‌شود.

امروزه نظام سلسه مراتبی رابطه بیمار و پزشک به طور جدی در حال تبدیل شدن به سامانه‌ای است که در آن بیمار در «مرکز توجه» قرار دارد. بیماران می‌توانند همه پارامترهای سلامت خودشان را اندازه‌گیری کرده، به اطلاعات و منابع مختلف بدون محدودیت دسترسی دارند. این افراد قادرند بیماری و یا سلامت خود را مدیریت کرده

و در اتخاذ تصمیم‌های پزشکی با ارایه دهندگان سلامت خود، به صورت برابر، مشارکت کنند.

نمونه‌هایی وجود دارد که چطور خدمات سلامت توسط بیماران دچار تغییر شده‌اند. برای مثال، بیمارانی بوده‌اند که شرکت مجری یک کارآزمایی بالینی ورشکست شده را خریداری کرده و خودشان توانستند تحقیقات را ادامه دهند و یا بیمارانی که خود شرکت‌هایی را جهت کمک به دیگران تأسیس کردند. البته تمام این حرکات مثل گام برداشتن‌های یک کودک نوپا بوده و این تنها آغاز راه است.

نمره در دسترس بودن: ۱۰

کانون توجه: بیماران

وبسایت و سایر منابع آنلاین:

- E-Patients (<http://e-Patients.net>)
- Patient's Opinion (www.patientopinion.org.uk)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- Smart Patients (www.smartpatients.com)
- Crowdmed (www.crowdmed.com)
- ACOR (www.acor.org)
- Patients Like Me (www.patientslikeme.com)
- Webicina (www.webicina.com)

کتاب ها:

- Let Patients Help by E-Patients Dave de Bronkart
- The Complete Guide to Managing Health Care Using Technology by Nancy B Finn

فیلم:

- Extraordinary Measures (2010)

رونند دوم

بازی وارسازی سلامت^۱

به نظر شما در حال حاضر ما «خدمات سلامت» داریم یا «خدمات بیماری»؟ بیشتر در بیماری به ما خدمات ارائه می شود و یا در حالت سلامتی؟ همه ما می دانیم که چقدر متناسب نگه داشتن بدن، داشتن رژیم غذایی سالم و زندگی توأم با سلامت، سخت است. به نظر می رسد بازی وارسازی می تواند به عنوان یک عنصر کلیدی باعث تشویق مردم جهت تعقیب روش های صحیح زندگی و یا دنبال کردن درمان توسط آن ها شده و به کمک آن مردم می توانند از سختی های که در طول این مسیر وجود دارد، بکاهند.

بیش از ۶۳٪ آمریکایی ها اعتقاد دارند که تبدیل فعالیت های روزانه به بازی، شادی بخش بوده و پاداش دهنده نیز می باشد. گجت های پوشیدنی، خدمات آنلاین و راه حل های^۲ مبتنی بر تلفن همراه اگر در طراحی خود با بازی ها درآمیخته شوند، می توانند به نتایج بهتری ختم شوند. این اقدامات باعث می شود که بهبود سلامت و یا پیشرفت های کاری ما همراه با تفریح باشد. از سن ۱۴ سالگی من فعالیت های روزانه زندگی خود را با جزئیات ثبت می کنم و در حقیقت حتی یک روز هم در این «روزنوشت دیجیتال» از قلم نیفتاده است. امروز چیزی حدود ۶۶۰۰ روز از داده های زندگی من وجود دارد. من میزان خواب خود، مسئله اصلی که در آن زمان بر روی آن تمرکز داشتم و همچنین نمراتی را برای فعالیت های فیزیکی، احساسی و عاطفی خود بین

^۱ Gamification Health^۲ Solutions

یک تا ده در نظر می‌گیرم. بر این اساس قادر بودم تا تصمیمات مهمی را در مورد سبک زندگی خود با توجه به داده‌های موجود بگیریم و در صورت لزوم تغییراتی را در رژیم غذایی، عادت‌ها و یا فعالیت‌های فیزیکی خود بدهم و این کمک شایانی به من کرد. من از Withing Pulse که یک گجت پوشیدنی است برای اندازه‌گیری فعالیت‌های فیزیکی روزانه و بررسی کیفیت خواب خود استفاده کرده و همچنین روزانه به مدت پنج دقیقه در سایت Lumosity.com به صورت آنلاین بازی می‌کنم تا به طور مداوم مهارت‌های شناختی خود را که در زندگی شخصی و حرفه‌ای به آن‌ها نیاز دارم، بهبود ببخشم.

مایک اسکانون^۱ که یکی از بنیانگذاران Lumosity است، مادر بزرگی داشت که به بیماری آلزایمر مبتلا شد و او از نزدیک شاهد سیر ویرانگر این بیماری بود. در آن زمان او دانشجوی دکترای علوم اعصاب در دانشگاه استنفورد بود. او شاهد پیشرفت‌هایی در پژوهش‌های مربوط به مغز بود که البته فقط در موقعیت‌های آکادمیک مطرح می‌شدند. او می‌خواست نتیجه این پژوهش‌ها و آثار مفید آن‌ها در دسترس اجتماع قرار گیرد و به این ترتیب Lumosity متولد شد. در این سایت مجموعه‌ای از بازی‌های آنلاین وجود دارد که انجام روزانه آن‌ها می‌تواند به بهبود حافظه کوتاه مدت، بلند مدت، انعطاف پذیری و توجه و تمرکز شما منجر شود.

در یک مطالعه که در دانشگاه واشنگتن صورت گرفت، مشخص شد که بازی‌های Lumosity می‌تواند باعث افتراق افراد مبتلا به سیروز کبدی، افراد در مرحله پیش از سیروز کبدی^۲ و همچنین افراد سالم گروه کنترل از همدیگر شود. در این تحقیق بازی Lumosity به عنوان یک آزمون سایکومتری جهت تشخیص اختلالات جزئی شناختی مورد استفاده قرار گرفته بود. این راه حل‌های مبتنی بر بازی در آینده و در پژوهش‌ها

¹ Mike Scanlon

² Pre-Cirrhosis

و کارآزمایی‌های بالینی به وفور استفاده خواهند شد.

Quantified Self یا «کمی‌سازی خود» به جنبشی اطلاق می‌شود که در آن تصمیمات مربوط به روش زندگی، بر پایه اندازه‌گیری‌های روزانه از پارامترهای سلامت صورت می‌گیرد. بیمارانی که دچار یک مشکل خاص هستند برای مثال اختلال خواب، می‌توانند در یک مکان گرد هم آمده و به بحث در مورد علل و زمینه‌های بالقوه این اختلال، عادات بد زندگی خود و روش‌هایی جهت بهبود این مشکل بپردازند. سپس می‌توانند نتایج را نیز اندازه‌گیری کرده و با جمع‌آوری این اطلاعات، به ارزیابی روش‌های موفق رفع این معضل دست یابند.

با استفاده از فناوری و راه‌حل‌های مبتنی بر بازی در مراقبت‌های سلامت، به راحتی می‌توان داده‌هایی که مربوط به زندگی شخصی هر فرد اعم از رژیم غذایی، فعالیت فیزیکی و وضعیت روحی^۱ را جمع‌آوری کرد. مردم در هر مکانی می‌توانند به راحتی مؤلفه‌ها و عادات مربوط به سلامت خود را روزانه اندازه‌گیری کرده و به مقایسه اطلاعات با هم پرداخته و یا این که آن‌ها را با دیگران به اشتراک بگذارند و در نهایت برای اصلاح روش زندگی خود یک انتخاب از روی آگاهی داشته باشند.

گجت‌ها و ابزارهایی فراوانی که توانایی اندازه‌گیری تناسب اندام، خواب و حتی اندازه‌گیری گلوکز خون دارند، به بازار عرضه شده است به طوری که حتی انتخاب نمونه‌های مناسب و خوب آن‌ها نیز برای افراد مشکل شده است. البته در سایت آمازون این گجت‌های پوشیدنی از نظر مؤلفه‌های گوناگون با هم مقایسه شده‌اند که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده بیشتر از اپلیکیشن‌های تلفن همراه، امروزه جنبش «کمی‌سازی خود» در حال تغییر و تبدیل به «کمی‌سازی ما»^۲ شده است. می‌توان تصور کرد که با استفاده از داده‌های صحیح هر شخصی می‌تواند به راحتی در مورد

^۱ Mood

^۲ Quantified Us

علت وضعیت اسفبار خواب خود در شب قبل اظهار نظر کرده و یا یک مبتلا به صرع می تواند دلیلی را که باعث حمله تشنجی شب گذشته او شده است را موشکافی کند. فرصت ها در این حوزه بی پایان است و البته موانعی هم در جهت غلبه بر برخی مشکلات، مثل کیفی سازی اطلاعات ثبت شده و یا استفاده بیش از حد^۱ از این گجت ها هنوز وجود دارد.

ترغیب بیماران به پیگیری درمان

ولاپت (Wellapet) یک اپلیکیشن برای تلفن های هوشمند است که به صورت رایگان می توان آن را در گوشی ها بارگذاری کرد. در این بازی، کودکان یک حیوان خانگی را انتخاب کرده و مراقبت از او را بر عهده می گیرند. این حیوان خانگی مبتلا به آسم است و کودکان روزانه چند بار به او سر زده و با او بازی می کنند و البته بعضی چیزها را از محیط زندگی و خانه او جمع آوری می کنند تا از این حیوان آسمی مراقبت کرده باشند. طراحان این بازی با متخصصان کودکان مشورت کرده اند تا مطمئن شوند که در این بازی هر آنچه را که باید یک کودک مبتلا به آسم و یا کودکی که خواهر، برادر و یا دوست مبتلا به آسم دارد را فرا گرفته و آن ها را رعایت کنند.

من با الکساندر ریو^۲ که از بنیانگذاران شرکت سازنده بازی ولاپت است در مورد استفاده از این گونه اپلیکیشن های مبتنی بر بازی پرسیدم و او در جواب گفت:

”ما متوجه شدیم که ولاپت باعث بهبود ارتباط پزشک با کودکان شده و پزشکان می توانند با زبان کودکانه و از طریق بازی به بچه ها آموزش دهند. ولاپت به پزشک کمک می کند که به جای استفاده از نکات نامفهوم و موضوعات اغلب کسل کننده، با استفاده از یک رسانه قابل فهم و همراه با بازی به آموزش

¹ Overuse

² Alexander Ryu



تصویری از اپلیکیشن ولایت

کودکان جهت مراقبت از خود و عزیزانشان بپردازند. همچنین ماهیت اجتماعی این بازی هم باعث کمک به ایجاد بحث‌های مفیدی بین بچه‌ها و والدینشان در مورد سلامتی شده و این گفتگوها به صورت عادی و طبیعی و بدون احساس خجالت و شرمساری، صورت می‌گیرد.

البته به عقیده ریو بازی‌وارسازی^۱ واژه کاملاً درستی برای آنچه که آن‌ها انجام می‌دهند نیست. در حقیقت به نظر او سرگرمی^۲ همراه با طراحی خوب بازی، باید همیشه نسبت به عناصر آموزش و یا استراتژی‌های تغییر رفتاری، اولویت داشته باشند، زیرا اگر یک بازی به قدر کافی جذاب و سرگرم کننده نباشد و نتواند توجه کاربر را به خود جلب کند، قطعاً به مقاصد آموزشی خود هم نخواهد رسید. او با توجه به تجربیات

^۱ Gamification

^۲ Fun

ویرایش‌های اولیه ولاپت می‌گوید که متأسفانه برداشت بعضی از «بازی‌وارسازی» به صورت یک بازی نبوده و آن را یک درمانی جادویی فرض می‌کنند که در قالب یک بازی ارایه شده است و این رهیافت اشتباه گاهی در طراحی کیفی بعضی بازی‌ها به کار برده می‌شود. در حالی که هدف نهایی بر پایه گفتار ریو این است که دریافت کنندگان خدمات سلامت بپذیرند که این راه‌حل‌های جایگزین فناورانه می‌توانند حداقل به اندازه خدمات سنتی پزشکی باعث بهبود سطح سلامت آن‌ها به میزان قابل قبولی شود.

یکی از خبرگان بازی‌وارسازی که مؤلف کتاب انقلاب بازی‌وارسازی^۱ است و گیب زیکرمن^۲ نام دارد می‌گوید که اساساً مردم در این که بتوانند هم اکنون یک لذت را به تعویق بیندازند تا در آینده دستاوردی داشته و یا دچار دردی نشوند، دچار ضعف هستند. بازی‌ها هم برای همین طراحی شده تا با لذت حاصل از این بازی‌ها فرد به طریقی درگیر مسائل و مشکلات مربوط به خود شده و نیرومندتر از گذشته به حل آن‌ها بپردازند.

امروز شرکت‌های بزرگ هم تمایل دارند از قدرت بازی‌ها در جهت سالم نگهداشتن کارمندان خود استفاده کنند. بر طبق مطالعه گارتنر^۳ بیش از ۷۰٪ از دو هزار کمپانی بزرگ در دنیا حداقل یک اپلیکیشن بازی را برای کارمندان خود تا انتهای سال ۲۰۱۴ منتشر کرده‌اند.

با ترکیب این اپلیکیشن‌های بازی‌وارسازی شده با وسایلی که اطلاعات بیومتریک را جمع‌آوری می‌کنند می‌توان باعث ترغیب کارمندان جهت انجام فعالیت‌های مربوط به سلامت شد. همچنین با بررسی این داده‌های شخصی می‌توان به ارزیابی وضعیت سلامت فرد پرداخته و مخاطرات مربوط به سلامت هر فرد را مدیریت کرد. در آینده

¹ Gamification Revolution

² Gabe Zichermann

³ Gartner

نزدیک شاید دیگر فقط یک کارمند خوب بودن برای ماندن در یک شغل کافی نباشد و داشتن وضعیت سلامت خوب نیز برای حفظ یک شغل لازم باشد.

یک مثال از بازی وارسازی کردن مسائل مربوط به سلامت، اپلیکیشن استیک^۱ است که توسط اقتصاددانان دانشگاه ییل^۲ طراحی شده است. در این اپلیکیشن، کاربر باید یک هدف مشخص را به عنوان یک پیمان و تعهد بپذیرد. برای مثال کاربر تعیین می کند که چه مقدار وزن خود را کاهش دهد و یا یادگیری زبان جدید را شروع کند. فرد می تواند از مشوق هایی جهت رسیدن به هدف استفاده کرده و یک داور را به عنوان ناظر خارجی تعیین کند و همچنین افراد حمایت کننده جهت رسیدن به اهداف خود را مشخص سازد.

مای شوگر^۳ اپلیکیشن دیگری است که برای بیماران دیابتی طراحی شده و به عنوان یک دفترچه یادداشت عمل می کند. این اپلیکیشن با توجه به نوع تغذیه فرد می تواند به سرعت به او بازخورد داده و باعث کمک به بیمار در رام کردن هیولای دیابت می شود. هدف این اپلیکیشن، کنترل روزانه دیابت بوده و فرد را در مسیر درست درمان خود نگه می دارد.

ران ان امپایر^۴ گروهی از اپلیکیشن ها هستند که از واقعیت جایگزین^۵ استفاده می کنند. در این نوع بازی ها، داستان اصلی در زمینه دنیای واقعی اتفاق افتاده ولی عناصر و جلوه های بصری به داستان اصلی افزوده می شوند. مثلاً در اپلیکیشن فوق کاربران قلمروهای جدیدی را فتح کرده و با رقیبان خود به جنگ و همواردی، البته با فعالیت فیزیکی، می پردازند.

¹ Stick

² Yale

³ Mysugr

⁴ Run an Empire

⁵ Alternative Reality

مای آسیکس^۱ هم یک اپلیکیشن تلفن همراه است که تلفن شما را به یک وسیله تمام عیار برای برنامه ریزی در ورزش دو میدانی و پیاده روی تبدیل می کند. در این اپلیکیشن با توجه به بنیه و قدرت فعلی تان، برای شما یک برنامه دقیق (دویدن ۵ مایل تا دوی ماراتون) تعیین می کند تا به هدف خود برسید.

زامبی ران^۲ هم یک اپلیکیشن است که فرد باید آذوقه و توشه مجازی خود را برداشته و از دست زامبی های مجازی فرار کند. این بازی دودنی شما را غرق در خود کرده و کاربر از طریق هدفون گوشی از جزئیات حمله زامبی ها به شهر مطلع می شود. به وسیله ابزارهای واقعیت افزوده مثل عینک گوگل، فرد دهنده می تواند از نظر بصری هم شاهد حمله زامبی ها بوده و قبایل زامبی مجازی، به سناریوی زندگی واقعی، افزوده می شود.

بازی های تصویری در بیمارستان

سال ها قبل من این بخت را داشتم که چند نسخه از بازی ویدیویی رمیژن^۳ را به دست آورده و در اختیار بخش کودکان بیمارستان قرار دهم. بچه هایی که به جنگ با سرطان رفته بودند و از بازی های رزمی سه بعدی لذت می بردند.

آن ها می توانستند در ۲۰ سطح بازی کرده و برای شروع، بدن بیمار جوانی که به یکی از انواع مختلف سرطان مبتلا است را انتخاب می کردند. سپس با استفاده از انبار اسلحه ای که در اختیار آن ها قرار می گرفت و همچنین شیمی درمانی، آنتی بیوتیک و دفاع طبیعی بدن، با سرطان مبارزه کرده و شروع به شلیک به سلول های سرطانی و باکتری ها می کردند. رنگ گلوله هایی که به سلول های سرطانی شلیک می شود، مشابه رنگ قرص هایی است که در زندگی واقعی مصرف می کردند. یک مطالعه که روی ۳۷۵ کودک مبتلا به سرطان انجام گرفت نشان داد که گروهی از کودکان که رمیژن را بازی

¹ My Asics

² Zombies Run

³ Re-Mission

می کردند، به نسبت کودکانی که این بازی را انجام نمی دادند، با احتمال بیشتری مراحل درمان را کامل کرده و بهتر و سریع تر در مورد بیماری خود اطلاعات به دست آورده و اثر بخشی درمان ها در آنان واضح تر بود.

در میان کنسول های مختلف بازی، کنسول شرکت نیتندو که معروف به Wii می باشد، کنترل کننده متفاوتی نسبت به سایر کنسول ها (مثل پلی استیشن یا ایکس باکس و ...) داشته و در حالی که در یک دست قرار می گیرد توانایی تشخیص حرکات بدنی کاربر را هم دارد. در مطالعه ای، از این کنسول بازی، برای اندازه گیری میزان بهبود توانبخشی های عصبی - شناختی و اثر بخشی درمان پارکینسون استفاده شده است. در خانه های سالمندان هم از Wii برای انگیزه دادن به سالمندان برای فعالیت بیشتر استفاده کرد و از آن ها می خواهند با استفاده از کنترل کننده Wii، حرکات مشابه بولینگ یا تنیس را تقلید کنند.

حسگرهای سه بعدی شرکت مایکروسافت (کینکت) می توانند در آن واحد حرکات را آنالیز و پایش کرده و هنگامی که ورزش یا تمرینات بدنی کامل شد به بیمار فیدبک می دهند. با انجام بازی های تعاملی و استفاده از حسگرهای حساس به حرکت، پزشکان می توانند حرکات تا ۲۴ نقطه از بدن را بررسی کنند.

کینکت برای ارتقای سبک زندگی سالم و تناسب اندام، مدیریت درمان های فیزیکی و توانبخشی، تسهیل ویزیت های مجازی به وسیله شاغلان حرفه پزشکی و یا حتی غربالگری بچه های کوچک برای طیف اختلالات اوتیسم، استفاده می شود.

یک شرکت اسرائیلی به نام بیوگیمینگ^۱ یک برنامه مبتنی بر فضای ابری^۲ را تهیه کرده که اجازه می دهد درمانگران فیزیکی و مربیان بتوانند ورزش های شخصی و روتین را به بازی های تعاملی و جذاب تبدیل کنند. این مهارت ها اکتسابی بوده و برای همین

^۱ Bio Gaming

^۲ Cloud-Base Platform

است که انجام بازی های ویدیویی اثر مفید ثابت شده ای در آموزش جراحان دارد. این موضوع به این علت است که ابزارهای جدید جراحی نیاز به مهارت هایی شبیه به بازی های تصویری دارند. لاپاراسکوپی و یا جراحی های کمتر تهاجمی^۱ به جراح این امکان را می دهد که از طریق سوراخ های کوچکی وارد فضای شکمی شده و عمل جراحی خود را با حرکات ریز و دقیق انجام داده و در حین عمل به جای این که به دستان خود نگاه کند به تصویر دوربین که در مانیتور نمایش داده می شود، نگاه می کند. در یک مطالعه مشاهده شد که جراحانی که سابقه بازی های تصویری برای بیش از ۳ ساعت در هفته دارند ۳۷٪ اشتباه کمتر و ۲۷٪ سرعت بیشتری نسبت به جراحانی دارند که اصلاً سابقه بازی های ویدیویی ندارند. چندین دانشگاه مثل دانشگاه واشنگتن امروزه حامی آموزش چنین مهارت هایی به جراحان خود از طریق بازی های مشابه در موقعیت های بالینی هستند.

تبعیت از دستورات درمانی و قبول آن ها در بیمار که به معنی انجام دقیق و کامل توصیه های درمانی توسط بیماران است باعث بهبود سریع تر و کاهش هزینه های خدمات سلامت می شود. حدود ۵۰٪ بیماران مبتلا به بیماری های مزمن، درمان تجویز شده را به طور کامل اجرا نمی کنند که این کار آن ها باعث ایجاد بار اقتصادی^۲ کاملاً آشکار برای سامانه خدمات سلامت می شود.

چندین شرکت نوپا به دنبال راه حل هایی هستند که پیروی از درمان را در بیماران افزایش دهند. برای مثال بطری های قرصی که در زمان مصرف دارو حالت درخشان به خود گرفته و اگر یک دوز دارو فراموش شود به رنگ قرمز در آمده که هشدار برای بیمار و افراد خانواده او می باشد. یک مثال دیگر حسگرهای کوچک قابل هضمی است که می توان آن را همراه دارو در داخل کپسول قرار داد و قادرند اطلاعات مربوط به

¹ Minimally - Invasive

² Economic Burden

مصرف و هضم دارو را به پزشک و افراد خانواده بیمار ارسال کنند. شرکت پروتئوس هلت^۱ این حسگرها را به گونه‌ای طراحی کرده که سیگنال ارسالی توسط این قرص‌ها در هنگام مصرف توسط یک تلفن همراه هوشمند و یا هر وسیله دیگر مجهز به بلوتوث دریافت شود. نایب رئیس این شرکت دون کاولینگ^۲ در مورد مردی صحبت می‌کرد که ساکن کالیفرنیا است ولی پدر او که مبتلا به آلزایمر است در خانه سالمندان در لندن اقامت دارد و او می‌تواند به این وسیله از روند مصرف داروهای پدرش مطلع شود و حتی می‌تواند متوجه شود که پدرش در چه ساعتی می‌خوابد. در حقیقت امروزه ردیابی سلامت^۳ به صورت آنلاین، سطح جدیدی از کاربرد خود را به نمایش گذاشته است.

در آینده تبعیت نکردن از دستورات تجویز شده که مورد قبول اولیه بیماران قرار گرفته بسیار مشکل خواهد بود. علاوه بر این جهت همراهی بیشتر بیماران، دستورات درمانی باید تا آنجا که ممکن است ساده و راحت باشد. هدف اصلی این است که ما بتوانیم مؤلفه‌های سلامت را اندازه‌گیری کرده و مدام آن‌ها را پایش کرده و هر زمان که نیاز بود، مداخله انجام دهیم. با توجه به این که متقاعد کردن تمام افراد برای دنباله‌روی کامل دستورات درمانی ممکن نیست، پیدا کردن راه‌حلهایی مثل بازی‌وارسازی و ایجاد شرایطی که شباهتی با زندگی واقعی ندارد، می‌تواند باعث ترغیب سایر افراد به تکمیل دوره درمانی شد.

اگر در هنگام ارزیابی‌های مؤلفه‌های سلامت فردی متوجه شویم که مشکلی در سلامت او وجود دارد، برای او چه می‌توان کرد؟ در این موارد می‌توان برای تشویق فرد به بازگشت به زندگی سالم، دسترسی به خدمات سطح بالاتر پزشکی و یا تسهیلات سلامت را با قیمت پایین‌تر امکان‌پذیر نمود. بازی‌وارسازی سلامت می‌تواند باعث تسهیل همراهی بیماران و آموزش به کودکان، در جهت انطباق بیشتر با شرایط شود.

¹ Proteus Health

² Don Cowling

³ Health Tracking

بازی‌وارسازی می‌تواند به مانند کلیدی باشد برای گستره وسیعی از مشکلات فعلی ما که در حال حاضر راه‌حل‌های خوبی برای آن‌ها نداریم.

نمره دسترسی: ۶

کانون توجه: بیماران بیشتر از شاغلین حرفه‌های پزشکی

وبسایت‌های و سایر منابع بر خط:

- Amazon's Wearable Technology database (www.amazon.com/b?node=9013937011)
- Games for Health (<https://www.gamesforhealthurope.org/>)

شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا:

- Adhere Tech (www.adheretech.com)
- Proteus Digital Health (<https://www.proteus.com/>)
- Wellapets (www.wellapets.com)
- My ASICS (<http://my.asics.co.uk>)
- Re-Mission (www.re-mission2.org)

کتاب‌ها:

- The Gamification Revolution by Gabe Zichermann

فیلم‌ها:

- Believe in Gamification, short film (<http://youtube/zihcvpiklh8>)

روند سوم

تغذیه در آینده

بسیاری از فناوری‌های جدید که در این کتاب ارایه می‌گردند هم باعث تغییر اساسی در روش مصرف غذا و هم عامل تغییر در ترکیب غذا خواهند شد. امروزه دسترسی به «آب پاکیزه» و مواد غذایی اولیه، به مثابه وجود جنگ پایدار در بعضی نواحی جهان است. این در حالی که چاقی و رژیم غذایی ناسالم هم باعث ایجاد هزینه‌های اقتصادی زیادی در جوامع پیشرفته‌تر شده است.

تخمین زده می‌شود که جمعیت جهان تا حدود سال ۲۰۵۰، از مرز ۹ میلیارد نفر عبور کند. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) نیاز به گوشت را در چهل سال آینده بیش از دو برابر میزان کنونی می‌داند و البته روش‌های سنتی پرورش دام برای برآورده کردن این نیاز با مشکل مواجه شده و در کل قادر به تولید این مقدار گوشت نخواهد بود و این خود باعث چالشی برای سلامت مردم خواهد شد. در حقیقت فرهنگ خوردن و تولید غذا باید دچار تغییر گردد.

به عنوان یک راه‌حل بالقوه، شرکت‌هایی در حال بررسی و تجربه فناوری چاپ سه بعدی^۱ هستند که از آن برای تولید غذا استفاده کنند. اگرچه بیشتر چاپگرهای سه بعدی غذا، فقط قادر به چاپ مواد غذایی هستند که از یک تا حداکثر شش جزء تشکیل شده باشد.

هدف نهایی البته چاپ یک وعده غذایی کامل به صورت سفارشی و مطابق با نیاز و درخواست فرد است. در فیلم‌های *Back to the Future II* و *The Fifth Element*

¹ 3D Printing

می‌بینیم که پس از قرار دادن اجزاء لازم تشکیل دهنده غذا در یک ظرف و قراردادن آن در داخل یک اجاق ویژه، در عرض چند ثانیه غذای خوشمزه‌ای به فرد تحویل داده می‌شود. امروزه فودینی^۱ که به عنوان یک پروژه چاپگر سه بعدی غذا در سایت کیک استارتر^۲ معرفی شده است، با هدف تولید غذا از مواد اولیه تازه، تولید شده و می‌تواند انواعی از پاستا، کیک و بیسکویت را تهیه کند. کپسول مخصوص مواد اولیه غذا، در این دستگاه با مواد اولیه که در ابتدا حالت خام دارند پر شده و پس از چند دقیقه به غذای آماده مصرف تبدیل می‌شود.

جف لیپتون^۳ پژوهشگر در توسعه فناوری چاپ سه بعدی غذا است. او می‌گوید که اغلب نوآوری‌ها در این زمینه با هدف تغییر اساسی در وضعیت کنونی صورت گرفته و تمرکز آن‌ها اول بر تهیه راحت تر غذا و سپس سفارشی تر کردن آن برای افراد مختلف است. این راه، جهت اصلی توسعه صنایع غذایی و چشم‌انداز فردای آن است.

یک مثال دیگر از این که چطور چاپ سه بعدی غذا باعث آسایش در زندگی می‌شود، استفاده از این فناوری در خانه‌های سالمندان است. تعداد زیادی از خانه‌های سالمندان افرادی را که از مشکلات بلع (دیسفاژی) رنج می‌برند را در خود پناه داده‌اند. این افراد موقع بلعیدن غذا نمی‌توانند به خوبی حنجره خود را ببندند و این می‌تواند باعث ایجاد عوارضی مثل ذات‌الریه، نارسایی کلیوی و یا حتی گاهی مرگ شود.

غذاهای تصفیه شده^۴ می‌تواند یک راه حل برای این مشکل باشد. اما به علت این که وعده‌های غذایی در خانه‌های سالمندان به صورت گروهی و در کنار هم صرف می‌شود، دیدن ظروف غذای سایر سالمندان که با غذاهای خوشمزه پر شده است، برای سالمندان با مشکل بلع که باید غذای تصفیه شده مصرف کنند، می‌تواند باعث ناراحتی

^۱ Foodini

^۲ Kickstarter

^۳ Jeff Lipton

^۴ Purified Food

شود. به همین دلیل، ایده غذای نرم^۱ متولد شد.



بال مرغ ژله ای همراه با پوره سیب زمینی و هویج که به وسیله شرکت بیوزون پرینت شده است.

همانطور که ماتیاس کاک^۲ مدیر اجرایی شرکت بیوزون^۳ می گوید، در پروژه آن ها که در سال ۲۰۱۵ به پایان رسیده، چاپگرهای سه بعدی می توانند غذاهایی را درست کنند که به راحتی بلع شده و البته شبیه شکل اصلی خود باشند. در این نوع غذاها ابتدا مواد غذایی اولیه را کاملاً نرم و از هم جدا و ریز ریز می کنند و سپس آن را به صورت شکل اولیه خود به حالت پخته در می آورند. مثلاً یک تکه گوشت یا ران مرغ یا هویج و سیب زمینی و ... را کاملاً ریش ریش و تکه تکه کرده و سپس با چاپ سه بعدی آن را به شکل اولیه خود در می آورند مثلاً گوشت مرغ پخته و نرم شده را به

¹ Smooth Food

² Mathias Kuck

³ Biozoon

شکل ران مرغ و یا گوشت گاو را به شکل یک استیک نرم چاپ می کنند. این نوع غذاهای دوباره ساختار یافته^۱ بسیار نرم بود و پس از گذاشته شدن در داخل دهان، سریعاً وارفته و بلعیده می شوند.

برگرهای سلول های بنیادی و سالم ترین غذای دنیا

چندین سال قبل تولید همبرگر از سلول های بافت عضلانی گاو می توانست یک داستان مستند و مهیج در مورد آینده باشد ولی امروزه امکان چنین کاری وجود دارد. این فرآیند زمانی آغاز شد که حدود ۲۰ سال قبل ناسا از سازمان غذا و داروی آمریکا مجوز تحقیق در مورد تولید گوشت برای استفاده در طول مأموریت های بلند مدت فضایی را دریافت کرد.

در سال ۲۰۰۸ یک سازمان مردم نهاد به نام «جنبش مردمی رفتار اخلاقی با حیوانات»^۲ جایزه ای یک میلیون دلاری را برای کسی که بتواند گوشت مرغ مشتق شده از سلول های بنیادی را به مرحله تولید برساند، در نظر گرفته است. تا به امروز هنوز کسی این جایزه را دریافت نکرده است. سالیان دراز است که طرفداران محیط زیست و فعالان حقوق حیوانات، همچون سایر افراد منتظر تجاری سازی یک جایگزین برای گوشت، از طریق استفاده از سلول های بنیادی هستند. به این محصول نهایی شمیمت^۳ گفته می شود زیرا این نوع گوشت^۴ از رشد سلول های بنیادی به صورت صفحه ای^۵ درست شده و پس از تبدیل شدن به بافت عضلانی هم حالت صفحه مانند و صاف دارند.

پروژه کشت گوشت گاو در پی آن است که بتواند با دریافت سلول های عضلانی از بدن گاو زنده، گوشت را به صورت تجاری در دسترس همگان قرار دهد. این روش

^۱ Reconstructed Food

^۲ People for the Ethical Treatment of Animals (PETA)

^۳ Schmeat

^۴ Meat

^۵ Sheet

(در صورت تحقق) بسیار کارآمد است، زیرا در مقایسه با یک گاوداری سنتی، ۹۹٪ فضای کمتری برای تولید نیاز داشته و علاوه بر آن سلول‌هایی که از یک گاو گرفته می‌شود می‌تواند برای تولید حدود ۴۴ میلیون پوند گوشت استفاده شود، در حالی که در روش گاوداری سنتی برای تولید این مقدار گوشت به حدود ۴۴۰ هزار گاو نیاز خواهیم داشت. در یک گاوداری سنتی مقادیر زیادی غذا، آب و انرژی مصرف خواهد شد و علاوه بر آن تولید متان از سیستم گوارشی گاوها نیز به تشدید اثر گلخانه‌ای جو دامن می‌زند. بر طبق تحقیقی که اخیراً صورت گرفته تولید گوشت در شرایط آزمایشگاهی^۱ باعث ۴۵٪ کاهش در مصرف انرژی، حدود ۹۶٪ کاهش در تولید گازهای گلخانه‌ای و ۹۹٪ کاهش در استفاده از زمین و فضاهای فیزیکی می‌شود که این اعداد مزایای اقتصادی استفاده از این روش را یادآور می‌شوند.

البته هنوز این فناوری برای تولید انبوه در دسترس نبوده و علاوه بر آن هنوز «مزه و طعم» این نوع گوشت به صورت یک مشکل باقیمانده است. مزه «برگرهای سلول‌های بنیادی» هنوز شبیه آن طعمی که ما به آن عادت داریم و می‌پسندیم نیست ولی احتمالاً با همان شتابی که قدرت محاسبه کامپیوترها افزایش پیدا کرد، طعم این برگرها هم بهتر خواهد شد. در حال حاضر نبود چربی طبیعی در این گوشت‌های صناعی^۲ باعث شده که از مواد افزودنی دیگر برای خوشمزه‌تر شدن آن‌ها استفاده شود. اگر چه بافت^۳ این گوشت‌ها خوب به نظر می‌رسد ولی غذای درست شده با آن‌ها لذیذ و آبدار نیست. البته به نظر می‌رسد تا سال ۲۰۲۰ پیشرفت‌ها به مرحله‌ای برسد که ما نتوانیم بین برگرهای درست شده با گوشت صنعتی از برگرهای تهیه شده از گوشت‌های صناعی تفاوتی را قائل شویم.

گوشت‌های آزمایشگاهی چون از سیستم ایمنی طبیعی بدن حیوان برای مقابله با

¹ in vitro

² Schmeat

³ Texture

میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا بهره نمی‌برند، استفاده از آنتی بیوتیک‌ها در فرآیند تولید آن‌ها ضروری بوده که این موضوع خود به یکی از دغدغه‌های مهم در این روش تبدیل شده است. البته در گاوداری‌های سنتی نیز مصرف آنتی بیوتیک‌ها بالا بوده و در آمریکا حدود ۸۰ درصد کل آنتی بیوتیک‌های تولیدی در صنعت دامپزشکی مصرف می‌شوند.

در سال ۱۹۶۸ و در فیلم «۲۰۰۱: یک ادیسو فضایی» نشان داده شد که فضانوردان یک غذای بسیار ساده را مصرف می‌کنند که حاوی تمامی مواد مورد نیاز بدن آن‌ها در طول یک مأموریت طولانی فضایی می‌باشد. اخیراً راب رینهارت^۱ با تولید سویلنت^۲، به این مفهوم واقعیت بخشیده است. او عقیده دارد که زمانی خواهد رسید که غذا خوردن نه به عنوان یک فعالیت اجباری برای زنده ماندن بلکه به عنوان یک هنر مطرح باشد.

سویلنت یک نوشیدنی به رنگ بژ است که طبق ادعای رینهارت حاوی تمامی مواد مغذی مورد نیاز بدن می‌باشد. نامگذاری این نوشیدنی براساس فیلم SoyLent Green یا بیسکویت سبز که محصول سال ۱۹۷۳ است صورت گرفته است. در این فیلم، شهر نیویورک در سال ۲۰۲۲، با فقر شدید و کمبود مواد غذایی به تصویر کشیده شده و اکثراً شهروندان به علت گرانی غذا با محصول شرکتی به نام سویلنت که ارزان بوده، انرژی خود را تأمین می‌کنند.

پس از حدود ۳ میلیون دلار هزینه و تست این نوشیدنی روی خود رینهارت و چند داوطلب دیگر، او معتقد است که این نوشیدنی آمادگی این را دارد که به صورت تجاری عرضه گردد. این محصول توسط سازمان غذا و داروی آمریکا تحت عنوان «به صورت کلی ایمن شناخته شده»، دسته بندی شده است.

برای چندین ماه رینهارت فقط از سویلنت استفاده کرده و هیچ ماده مغذی

^۱ Rob Rhienhart

^۲ SoyLent

دیگری را مصرف نکرد. او قصد دارد هزینه استفاده از این نوشیدنی را به پنج دلار در روز (به ازای دریافت ۲۶۰۰ کیلوکالری) پایین بیاورد. بعضی از روزنامه‌ها مانند تلگراف^۱ از افراد دانشگاهی در مورد این محصول نظر خواستند ولی بعضی از آن‌ها نسبت به این محصول تردید داشته و تقاضای مصاحبه در این مورد را رد کردند. سایر افراد متخصص هم نسبت به این که کسی در پی جایگزینی غذا با یک ترکیب صناعی باشد اظهار تعجب کردند. آن‌ها همچنین اهمیت بسیاری از ریزمغذی‌ها^۲ را که در میوه‌ها و سبزیجات وجود دارند را یادآور شده و اظهار کردند که نمی‌توان تمام این ریزمغذی‌ها را در یک فرمول واحد گرد هم آورد. بر طبق این اظهارات حتی اگر سویلنت به درستی فرموله شده باشد و با آن هر کس بتواند زنده بماند، بعید است که با مصرف آن حالت ایده‌آل سلامت بدنی تجربه گردد. با آن که این روش راه حل نهایی برای مشکل جهانی گرسنگی نیست ولی می‌تواند مسیری را نشان دهد که محققان در حال طی کردن آن هستند.

آیا شما می‌دانید که چه می‌خورید؟

امروزه فقط با توجه به نوشته‌های روی برچسب مواد غذایی می‌توانیم تا حدی محتویات آن‌ها را حدس بزنیم ولی یک راه حل جدید برای پی بردن به مواد تشکیل دهنده محصولات غذایی توسط شرکت «تل اسپکت»^۳ و با استفاده از یک وسیله کوچک دستی ابداع شده است. این دستگاه با استفاده از اسپکتروسکوپی و طول موج امواج فرستاده شده، که به سطوح مختلف مواد غذایی برخورد کرده و پژواک آن امواج که از سطوح مختلف مواد غذایی به سمت دستگاه باز می‌گردد، می‌تواند مواد تشکیل دهنده محصولات غذایی را تعیین کند.

¹ The Telegraph

² Micronutrient

³ Tellspec

خانم ایزابل هافمن^۱ که بنیانگذار و عضو هیئت مدیره شرکت تل اسپکت است، در سال ۲۰۱۳ از طریق برگزاری یک کارزار (کمپین) جمع‌سپاری در سایت ایندایگوگو^۲، مبلغ حدود ۳۸۶ هزار دلار کمک برای اجرای طرح خود به دست آورد و پروژه خود را آغاز کرد. من نظر او را در مورد این پروژه پرسیدم و مثل بسیاری از ایده‌های دیگر در اینجا هم یک قصه شخصی آغازگر این ایده بوده است.

هافمن که یک کارآفرین بوده و چندین پروژه تولید نرم‌افزار، اینترنت و خدمات سلامت را اجرا کرده بود، در سال ۲۰۱۱ به کانادا مهاجرت کرد. فقط ۳ ماه پس از مهاجرت، دختر ۱۳ ساله‌اش بیمار شد. او آلرژی‌های مکرر، آنژیوادم (ورم بافت‌های زیرپوستی صورت و گلو) و کم خونی را تجربه کرد. پزشکان فکر می‌کردند که او مبتلا به یک نوع عفونت ویروسی بوده که خود به خود بهبود خواهد یافت ولی اینگونه نشد. دخترش دیگر توانایی حضور در مدرسه را نداشته و خانه نشین شد. هافمن هم جهت مراقبت از فرزندش در خانه ماند. گاهی آنقدر فشارخون دخترش پایین می‌آمد که قادر به راه رفتن هم نبود. سرانجام هافمن به دکتر نیل ناتان^۳ مراجعه کرد که معمولاً بیماران ناامید از سیستم پزشکی مرسوم به او رجوع می‌کنند. تشخیص دکتر ناتان آلرژی شدید به پنی سیلین در کنار مجموعه‌ای از آلرژی‌های غذایی بود. پس از این قضیه هافمن، به دنبال یافتن دیگر مبتلایان به این بیماری بود. او به عنوان یک هدف قصد داشت تا مردم از غذاهای سمی اجتناب کرده و به کسانی کمک کند که رژیم غذایی خود را به دقت رعایت می‌کنند ولی نمی‌توانند جزئیات مواد تشکیل دهنده آن‌ها و یا وجود مواد آلرژی‌زا را در آن‌ها تعیین کنند. او افراد مناسب را پیدا کرده و با جذب سرمایه‌های مردمی در سال ۲۰۱۳، تأمین مالی پروژه را انجام داد.

”گروهی در برزیل قصد داشتند تا اپیدمی چاقی را در بین برزیلی‌ها با

¹ Isabel Hoffmann

² Indiegogo

³ Niel Nathan

توجه به دسترسی گسترده آن‌ها به غذاهای فرآوری شده بررسی کنند. از چالش‌هایی که ما امروزه با آن مواجه هستیم شیوع همزمان چاقی و گرسنگی در جامعه است. در واقع ما به درستی نمی‌دانیم که چه می‌خوریم. در بیماری‌های محیطی، دسته‌ای از عوامل بیماری‌زا در برخورد با سطح پوست ایجاد بیماری می‌کنند و دسته‌ای دیگر هم در تماس با سطح مخاطی دستگاه گوارش عامل بیماری می‌شوند. بنابراین آنچه ما می‌خوریم واجد اهمیت اساسی است. فناوری در نهایت به مراحل رسیده که واقعاً برای مردم سودمند شده است. ما در سال ۲۰۱۳ برای شروع این پروژه، فقط بین ماه‌های اکتبر تا نوامبر، حدود ۲۰۰۰۰ ایمیل جهت مشارکت در این پروژه دریافت کردیم.



انبار تل اسکپ

دو مسیری که شرکت تل اسپکت همزمان در آن حرکت می کند، یکی ژنومیکس است و دیگری استفاده از طیف سنجی که شامل داده هایی می شود که تغییرات طول موج نور که به سطوح مختلف تابیده شده و انعکاس می یابد را مورد بررسی قرار می دهد. آن ها این راه را مسیر حقیقی پزشکی فردگرایانه^۱ می دانند.

هافمن در سخنرانی TED خود در سال ۲۰۱۴، به آینده درخشان وسایل تشخیصی قابل حمل اشاره می کند. او از ساعت های مچی خبر داد که با دستگاه های تل اسپکت جمع شده و اطلاعاتی از ژنوم و میکروبیوم (اطلاعات ژنتیکی میکروب های موجود در دستگاه گوارش) را در اختیار کاربران قرار خواهد داد. با چنین ابزارهایی مردم می توانند تصمیمات خود را بر پایه اطلاعات حیاتی بدن خود گرفته و مثلاً انتخاب کنند که برای صبحانه بهتر است چه چیزی را بخورند. این ابزارها، قدرت، دانش و اطلاعاتی را به ما می دهند که امروزه در جامعه وجود ندارد. این وسایل جدید به ما اطمینان می دهد که غذای مناسبی را خورده و مواد مغذی کافی به بدن ما رسیده است. مثال دیگر Hapifork است که یک چنگال الکترونیکی است و هنگامی که کسی سریع غذا بخورد به لرزش در می آید. این ابزار کمک می کند تا عادات غذا خوردن ما پایش شود. این چنگال مدت زمانی را که شما صرف خوردن یک وعده غذایی می کنید^۲ را هم می شمارد و زمان بین هر بار استفاده از چنگال^۳ را محاسبه می کند. مثل بسیاری از افراد دیگر، من هم زمان کافی برای خوردن غذا ندارم ولی Hapifork به من آموخت که سرعت غذا خوردن خود را کاهش دهم و من متوجه شدم که هر روز چقدر سریع و نادرست غذا می خوردم.

ایده های دیگری هم وجود دارند که قابلیت ایجاد تغییر در سبک غذا خوردن

^۱ Personalized Medicine

^۲ Fork Serving

^۳ Interval

ما را داشته و از آن‌ها می‌توان به چاقوهای هوشمند^۱ اشاره کرد. این چاقوها علاوه بر اندازه‌گیری میزان سطوح مواد غذایی مثل قند، ویتامین‌ها، پروتئین و چربی در نواحی که غذا بریده می‌شود، می‌تواند مقدار مضر باکتری‌ها و یا آفت‌کش‌ها را هم در مواد غذایی اندازه‌گیری کند. این وسیله می‌تواند یون‌های منفی را به غذا منتشر کرده و باعث تر و تازه نگه داشتن مواد غذایی شود.



ابزار Hapifork و اپلیکیشن و وب سایت آن

¹ Smart Knives

یک شرکت اسپانیایی هم چیزی به نام خالکوبی غذا^۱ را ابداع کرده‌اند. آن‌ها با استفاده از لیزر می‌توانند به طور ایمن لوگو و یا حتی رمزینه پاسخ سریع^۲ را بر روی میوه‌ها و سبزیجات حک کنند. سپس تلفن‌های هوشمند، می‌توانند تقریباً تمامی محصولات و از جمله مواد غذایی را اسکن کرده و شناسایی کنند و سپس مصرف کننده را به وبسایت شرکت تولید کننده آن راهنمون شوند.

واقعیت افزوده هم می‌تواند به افراد در پایبند بودن به رژیم غذایی خود کمک کند. محققان یک هدست دیداری^۳ را طراحی کرده‌اند که غذا را ۱/۵ برابر بزرگتر نشان می‌دهد و باعث کاهش مصرف ۱۰ درصدی غذا در فرد می‌شود.

برای دهه‌ها است که انسان نتوانسته دو مشکل متضاد مربوط به تغذیه یعنی چاقی و گرسنگی را علیرغم افزایش دانش خود در مورد رژیم غذایی سالم و ایده‌آل، حل و فصل نماید. آینده‌پژوه معروف ری کورزویل همراه با متخصص تغذیه دکتر تری گراسمن مفهومی را در مورد آینده تغذیه در کتاب «Fantastic Voyage: Live Long Enough to Live Forever» مطرح کرده‌اند. به عقیده آن‌ها در آینده با استفاده نانوربات‌هایی که مواد مغذی مناسب و به مقدار لازم را به سلول‌های ما انتقال می‌دهند، دیگر نیازی به خوردن مواد غذایی نخواهیم داشت. انسان‌های آینده ممکن است چیزی مثل کمربند تغذیه‌ای^۴ داشته باشند که حاوی میلیون‌ها نانوربات حاوی مواد غذایی است که می‌توانند در هنگام نیاز از طریق پوست وارد بدن شده و یا از بدن خارج شوند.

در حقیقت فناوری‌های آینده تغییرات وسیعی را در تعامل ما با خوردن و

^۱ Food Tattoos

^۲ رمزینه پاسخ سریع یا Quick Response Code (QR Code) این رمزینه‌ها که به شکل مربع طراحی می‌شوند حاوی اطلاعاتی در مورد محصول و شرکت سازنده آن‌ها بوده که با اسکن توسط دستگاه‌های الکترونیکی رمزگشایی می‌شوند [م].

^۳ Visual Headset

^۴ Nutrient Belt

آشامیدن ایجاد خواهند کرد. البته این خطر هم وجود دارد که فناوری به عنوان یک عامل مختل کننده حواس، از تغذیه به موقع و به اندازه ما نیز جلوگیری کرده و در نتیجه باعث افزایش مصرف مواد غذایی و یا ایجاد عادت های بد غذایی در ما گردد که البته این مورد هم کاملاً به خود ما و شیوه تعامل ما با فناوری مرتبط خواهد بود.

نمره دسترسی: ۳

کانون توجه: مصرف کنندگان

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- The Future of Food (<http://food.nationalgeographic.com>)
- European Learning Partnership About the Future of Food (<http://fof.gaiaysofia.com>)
- Personal Blog of Bill Gates (<http://billgates.com/about-bill-gates/future-of-food>)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- Soylent (<http://www.soylent.com>)
- HAPI (<http://www.hapi.com>)
- Tellspec (<http://tellspec.com>)

کتاب ها:

- The Prince's Speech: on the Future of Food by Prince Charles
- Can We Feed the World? By Conway

فیلم ها:

- Soylent Green (1973)

رونند چهارم

واقعیت افزوده و واقعیت مجازی

واقعیت افزوده^۱، تصویری از محیط و جهان واقعی است که همزمان داده‌های رایانه‌ای مثل صدا، تصویر، گرافیک، اطلاعات GPS و یا هر نوع ورودی دیگری به آن افزوده می‌شود.

تصور کنید که با یک دستگاه واقعیت افزوده (AR)، در حال قدم زدن بوده و این دستگاه اطلاعاتی در مورد پیشنهادهای ویژه خرید را از یک فروشگاه که در حال عبور از کنار آن هستید، به شما ارائه می‌دهد. در حقیقت شما به طور همزمان شاهد دنیای واقعی و مجازی به صورت منطبق بر هم هستید. شرکتی به نام متایو^۲ یک اپلیکیشن واقعیت افزوده برای تکنسین‌های بی تجربه و آموزش ندیده خود ارائه کرده است که در فروشگاه‌های سرویس و تعمیر خودروهای فولکس واگن حضور دارند. در این اپلیکیشن با نگاه کردن به هر ابزاری در این فروشگاه، نکات و دستورالعمل‌های لازم در مورد آن وسیله در بالای آن به نمایش گذاشته می‌شود. دریافت اطلاعات به وسیله عینک گوگل و لنزهای تماسی دیجیتال، می‌تواند باعث پیشرفت قابل توجه در آموزش پزشکی و درمان بیماران شود.

عینک گوگل یک رایانه پوشیدنی است که نمایشگری اپتیکی در بالای آن نصب شده و در سال ۲۰۱۳ برای توسعه دهندگان و کسانی که مایل به آزمایش این ابزار

^۱ Augmented Reality

^۲ Metaio

بودند، ارایه شد. این عینک شامل یک صفحه لمسی^۱ در قسمت دسته خود و یک دوربین و یک نمایشگر اپتیکی می باشد. این وسیله مثل یک تلفن همراه هوشمند کار کرده و به کاربر خود اجازه می دهد که عکس یا ویدیو تهیه کرده، وب گردی کند، یادداشت برداری کند و یا تلفن بزند. دسترسی به اینترنت با فرمان های صوتی و زبان گفتاری معمولی صورت می گیرد، مانند این که بگویید ”خوب، عینک، یک جستجو در مورد دیابت برای من انجام بده.“

دکتر رافائل گراسمن^۲ جراح ونزوئلایی، یکی از دوستان من بوده و ساکن آمریکا است. او تقریباً اولین جراحی است که از عینک گوگل در طول یک جراحی زنده استفاده کرده و من در حالی که پشت کامپیوتر خود در خانه نشسته بودم، جراحی او را دنبال می کردم. این خود شاهی از پیشرفت واقعیت افزوده در حوزه پزشکی است که می تواند برای عموم مردم سودمند باشد.

دکتر گراسمن می گفت که دانشجویان برای یادگیری جراحی، باید از بالای شانه های جراح نگاه کنند ولی امروزه جراحی هایی را که انجام می دهد به صورت خیلی بهتر و دقیق تری به صدها دانشجو به طور همزمان نشان داده و منطقه ای که او در حین جراحی مشاهده می کند، بر روی یک نمایشگر بزرگ به تصویر کشیده می شود. دکتر آبراهام ورگیس^۳ هم که از پزشکان دانشگاه استنفورد است، از عینک گوگل برای تهیه ویدیوهایی که شیوه صحیح معاینه فیزیکی را به دانشجویان آموزش می دهد، استفاده می کند. دکتر گراسمن در یک سخنرانی که در کنگره جراحی اروپای مرکزی داشت، به تشریح استفاده از عینک گوگل پرداخت. او بیان کرد که وقتی در مطب مشغول ویزیت بیمار خود هستید، مجبورید که مرتب به مانیتور کامپیوتر خود نگاه کرده و داده ها را ارزیابی کنید. حتی با همه گیر شدن تبلت ها هم باز مجبورید هر از

¹ Touchpad

² Rafael Grossmann

³ Abraham Verghese

گاهی سر خود را پایین آورده و به تبلت خود نگاه کنید ولی با استفاده از عینک گوگل تماس چشمی شما با بیمار به طور مداوم و پایدار حفظ می شود و شما داده ها را با عینک گوگل می بینید و این باعث ارتباط چشمی بهتر و بیشتر با بیمار شده و رابطه پزشک - بیمار را بهبود می بخشد.



دکتر رافائل گراسمن با عینک گوگل

لوسین انجلن^۱ که مدیر مرکز نوآوری ریشیپ (Reshape) در مرکز پزشکی دانشگاه رادبود (Radboud) هلند است، مطالعاتی را در مورد استفاده از عینک گوگل آغاز کرده است. تمرکز او بر روی کیفیت تصاویر و ویدیوها، قابلیت مشاوره از راه دور با سایر پزشکان، قابلیت نمایش چک لیست برای پزشکان در حال تعلیم و یا حتی بررسی میزان باقیمانده عمر باتری‌های وسایل پزشکی می‌باشد. انجلن بیان می‌کند با تمام سودمندی‌های بالقوه این فناوری در خدمات بهداشتی درمانی، هنوز مشکلات تکنیکی متعددی، استفاده از این فناوری را با محدودیت و مشکلات خاص خود مواجه کرده است.

در آینده نزدیک آدم‌های عادی هم می‌توانند با استفاده از اصول احیای قلبی - ریوی که بر روی عینک خود مشاهده می‌کنند، باعث نجات جان دیگران شوند. این اپلیکیشن به راحتی و با یک فرمان صوتی ساده به کار می‌افتد. کافی است بگویید «خوب عینک، احیای قلبی - ریوی»^۲.

دکتر هائو یو وئی^۳ و همکارانش در دانشگاه MIT الگوریتمی را ابداع کرده‌اند که با استفاده از دوربین تلفن همراه می‌توان ضربان قلب شخص را با دقت بالایی ثبت کرد. براساس این فناوری جدید می‌توان متوجه شد فردی که دچار مشکل قلبی - عروقی شده و بر روی زمین افتاده است، نبض دارد یا نه و اگر نبض نداشت بلافاصله دستورالعمل‌های احیای قلبی و ماساژ قلبی ریوی برای شما ارایه می‌شود.

در هنگام ماساژ قلبی، فشردن قفسه با سرعت ۱۰۰ بار در دقیقه انجام شده و عینک نیز همزمان هم تعداد ماساژ را در دقیقه را شمارش کرده و هم مقدار حرکت قفسه سینه را با استفاده از ردیاب حرکتی^۴ خود بررسی می‌کند تا بفهمد که آیا مقدار حرکت قفسه سینه در ماساژ قلبی در حال انجام، کافی است یا نه. همزمان این عینک

¹ Lucien Engelen

² "OK Glass, CPR"

³ Hao-Yu Wui

⁴ Motion Tracker

مختصات GPS محل حادثه را به آمبولانس اطلاع داده و قادر است در مورد حادثه پیش آمده پیام‌های متنی را به نزدیکترین بیمارستان مخابره کرده تا آن‌ها مہیای پذیرش بیمار گردند.

به وسیله عینک گوگل، پزشکان می‌توانند با نگاه کردن به خطوط تست‌های نواری (که برای تست‌های ادرار یا خون استفاده می‌شوند)، خیلی سریع پاسخ خود را در مورد طبیعی بودن آزمایش و یا غیرطبیعی بودن آن، اظهار کنند. در آینده نزدیک این نوارها، با رمزینہ‌های پاسخ سریع انفرادی^۱ متمایز شده و به صورت روزمره در بالین بیمار استفاده خواهند شد.

این عینک‌ها باعث می‌شوند که بیماران به سرعت با پرسنل درمانی تماس برقرار کرده و پرسنل هم می‌توانند به وسیله این عینک‌ها بهتر از دیدگاه بیماران خود آگاه گردند. در ملبورن استرالیا یک شرکت به نام Small World Teams از عینک گوگل برای انجمن تغذیه با شیر مادر بهره می‌برد. مشاوران تلفنی این شرکت با استفاده از این عینک‌ها می‌توانند مشکلات تغذیه با شیر مادر را از منظر مادران تازه کار که درگیر شیردهی کودک خود هستند را مشاهده کرده و درک بهتری از موقعیت و مشکلات آن‌ها داشته باشند.

در پروژه دیگری که در بیمارستان رودآیلند^۲ آمریکا اجرا شده، از عینک گوگل در بخش اورژانس استفاده شد تا در مواقع ضروری پزشکان اورژانس بتوانند زمانی که به مشاوره با متخصصان پوست نیاز است، با آن‌ها ارتباط برقرار کنند.

از دسامبر ۲۰۱۳ در مرکز پزشکی Beth Israel Deaconess واقع در بوستون، پزشکان از عینک گوگل استفاده می‌کنند که باعث تسهیل در تعاملات بین پزشکان و بیماران شده و دریافت اطلاعات از بیماران نیز به راحتی صورت می‌گیرد. بر روی در

¹ Individual QR Code

² Rhode Island

اتاق بیماران، یک رمزینه بزرگ پاسخ سریع^۱ آویزان شده است و با ورود پزشک به اتاق، این رمزینه اسکن شده و عینک به اطلاعات و پرونده مربوط به آن بیمار خاص دسترسی پیدا کرده و در حالی که پزشک در حال نگاه کردن به بیمار است، همزمان اطلاعات او نیز دریافت می‌گردد. در آوریل ۲۰۱۴ عینک گوگل تمام تاریخچه پزشکی یک بیمار را اسکن کرده و مشخص شد که به آن شخص اطلاعات نادرست در مورد بیماری او داده شده است و در نتیجه پزشکان توانستند او را به روند صحیح درمان برگردانند.

یک مورد دیگر از کمک عینک گوگل در اورژانس وقتی بود که پزشکان درگیر درمان یک بیمار با خونریزی وسیع داخل جمجمه‌ای بودند. عینک گوگل به طور خودکار اطلاعات مربوط به آلرژی بیمار را به یکی از داروهای که در درمان او مورد استفاده قرار گرفته است را بازبایی کرد و سریعاً داروی مورد نظر قطع شد. این ابزار می‌تواند در شرایط اورژانس ارزشمند بوده و اطلاعات بیشتری را در شرایط بحرانی به پزشکان ارائه کند. در شرایط عادی برای دریافت این اطلاعات باید به کامپیوتر مراجعه کرده که این نوع بازبایی اطلاعات در زمان و مکان مشخص انجام شده و با اتلاف وقت همراه است.

من این فرصت را پیدا کردم که اپلیکیشن پزشکی واقعیت افزوده عینک گوگل با نام Medic AR را در عمل امتحان کنم. دیدن تصاویر آناتومیک از طریق دوربین عینک گوگل تجربه زیبایی بود. این عینک تصاویر سه بعدی الگوهای مختلف آناتومیکی را درست همانطور که این ارگان‌ها در جای حقیقی خودشان قرار دارند را برای شما به نمایش می‌گذارد.

دکتر کریستین اسد - کاتنر^۲ و همکارانش اولین مقاله را در مورد کاربرد عینک گوگل در آموزش پزشکی منتشر کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که فناوری‌های

¹ QR Code

² Christian Assad-Kottner

پوشیدنی مثل عینک گوگل اگر به طور گسترده در دسترس قرار گیرند، می‌توانند باعث تقویت آموزش پزشکی و ایمنی بیشتر بیماران گردند. مؤلفان پیشنهاد کردند که باید سیاست‌های جدیدی در دستورالعمل‌های پزشکی، به خصوص در مورد حریم شخصی تعریف گردد تا هنگامی که از این فناوری‌ها برای تقویت خدمات استفاده می‌شود، به حقوق بیماران نیز خدشه‌ای وارد نگردد.

پژوهشگران در مرکز سرطان آلوین جی سایتمن^۱ اعلام کردند عینکی با فناوری سطح بالا ابداع کرده‌اند تا به جراحان برای دیدن سلول‌های سرطانی کمک کنند. بافت سرطانی زنده وقتی که از ورای این عینک مشاهده شود به رنگ آبی دیده می‌شود. این عینک برای اولین بار در فوریه ۲۰۱۴ در هنگام جراحی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به این که این عینک می‌تواند به افتراق سلول‌های سرطانی از سلول‌های سالم کمک کند، می‌توان با استفاده از آن سلول‌های سرطانی سرگردانی که جا مانده‌اند را مشاهده و برداشت کرد. البته این تکنیک دقت صد در صد در بررسی تمامی سلول‌های سرطانی ندارد ولی می‌تواند به کاهش جراحی‌های بعدی بیمار منجر شده و از استرس و مخارج اضافی بیمار هم جلوگیری کند.

لایار^۲ یکی از شناخته شده‌ترین مرورگرهای واقعیت افزوده برای تلفن‌های همراه هوشمند است و میلیون‌ها بار تا به حال بارگذاری شده است. این اپلیکیشن قادر است که قابلیت‌های واقعیت افزوده را نشان دهد. در یک پروژه مشترک با مرکز نوآوری ریشیپ^۳ در هلند، شهروندان هلندی با استفاده از لایر بر روی تلفن‌های هوشمند خود می‌توانند محل نزدیک‌ترین فیبریلاتور نیمه اتوماتیک (که برای احیای قلبی - ریوی استفاده می‌شود) را مشاهده کنند. در شرایط اورژانس این اپلیکیشن آن‌ها را به محل نزدیک‌ترین دستگاه هدایت می‌کند. اپلیکیشن‌های مشابه هم می‌توانند روی

¹ Alvin J. Siteman

² Layar

³ Reshape

عینک‌های واقعیت افزوده و یا لنزهای تماس استفاده شوند. آیا شما هم خاطره بدی از هنگام خونگیری از خود دارید؟ وقتی که پرستار نمی‌تواند یک ورید خوب را برای گرفتن نمونه خون پیدا کند. موفقیت در رگ‌گیری کاملاً وابسته به تجربیات پرستار است که بتواند با کمترین درد موفق به انجام این کار شود. عینک جدیدی به نام Eyes-on که از نوعی فناوری تصویربرداری استفاده می‌کند، مناسب‌ترین محل را برای رگ‌گیری پیدا می‌کند. این ابزار قابلیت استفاده در مطب پزشکان، کلینیک‌ها و بیمارستان‌ها را دارد.



عینک Eyes-On که پرستاران برای رگ‌گیری از آن استفاده می‌کنند.

موفقیت این چنین پیشرفت‌های فناورانه، کاملاً وابسته به کیفیت و کمیت اپلیکیشن‌های در دسترس برای آن دستگاه خاص دارد. برای همین شرکتهای Paloma Health و Qualcomm Life محیطی را برای توسعه دهندگان نرم‌افزاری با تمرکز بر کاربردهای عینک گوگل در خدمات بهداشتی و درمانی ایجاد کرده‌اند و نام

آن را Glassomics گذاشته است.

با پدید آمدن هر نوآوری، مسایل اخلاقی و حریم شخصی مربوط به آن نیز نمایان می‌شود. برای مثال وقتی عینک کسی گم شده و یا دزدیده می‌شود چه اتفاقی برای اطلاعات شخصی او خواهد افتاد؟ جامعه چه عکس‌العملی از خود نشان می‌دهد وقتی که بداند هر فرد در هر زمانی که بخواهد می‌تواند ویدیویی را ضبط کند؟ رانندگانی هستند که مکرراً به خاطر استفاده از این عینک‌ها، خودرو آن‌ها توسط پلیس متوقف شده است. کازینوهای لاس‌وگاس استفاده از این عینک‌ها را ممنوع کرده‌اند. این‌ها مثال‌هایی هستند که نشان می‌دهند ما هنوز در عمل چه مقدار برای کاربرد این ابزار با مشکل مواجه هستیم.

از عینک تا لنزهای تماسی و ماورای آن

بابک پرویز، مهندس برق دانشگاه واشنگتن در یکی از سخنرانی‌های خود در سال ۲۰۱۳، در مورد لنزهای تماسی و استفاده از آن‌ها به عنوان پایشگر مداوم بدن^۱ صحبت کرده است. امروزه بیش از ۱۰۰ میلیون نفر از لنزهای تماسی استفاده کرده و این وسیله کاندیدای خوبی برای پایش مداوم سلامت می‌باشد. برای مثال این لنزها می‌توانند حاوی حسگرهای مینیاتوری گلوکز باشند و علاوه بر این حسگر، دارای مدارهای خوانش^۲ و یک آنتن نیز هستند. چنین سیستمی می‌تواند توان مصرفی خود را به صورت کنترل از راه دور و از طریق امواج فرکانس رادیویی^۳ دریافت کرده و شروع به کار کند. این ابزار می‌تواند اندازه‌گیری‌ها را انجام داده و قبل از این که توان آن به پایان برسد، اطلاعات را ارسال کند.

عینک گوگل را می‌توان با استفاده از فرمان‌های صوتی و یا حالات دست کنترل

¹ Continuous body Monitoring

² Readout Circuits

³ Radiofrequency

کرد. در آینده حسگرهای لنزهای تماسی به وسیله امواج مغزی کنترل خواهند شد که با توجه به پیشرفت‌های صورت گرفته تا این زمان، این ایده کاملاً باورپذیر است. قدرت بالقوه واقعیت مجازی به اندازه کافی عظیم هست که متخصصان امور پزشکی خواستار استفاده منصفانه از آن در پزشکی باشند، البته با این شرط که حریم خصوصی بیماران حفظ گردد.

استفاده از گرافین^۱ (که یک شکل از کربن است) باعث شده که ساخت لنزهای تماسی هوشمند کوچک ولی با قابلیت‌های زیاد و یا در کل دستگاه‌های بسیار نازک^۲ امکان پذیر شود. این وسایل می‌توانند به عنوان دوربین مادون قرمز عمل کرده و دامنه بینایی فرد را تا آنجا گسترش دهند تا بتواند چیزهایی را مشاهده کند که با چشم انسان به طور معمول دیده نمی‌شوند. علاوه بر این، لنزهای تماسی آینده نه تنها به ما اجازه مشاهده جهان اطراف خود به همراه واقعیت افزوده و اطلاعات اضافی را خواهند داد، بلکه می‌توانند به عنوان یک دستگاه اندازه‌گیری مداوم پارامترهای سلامت هم عمل کنند.

بر طبق گزارش اداره اختراعات و نشان‌های تجاری در آمریکا، گوگل در حال پژوهش بر روی یک حسگر چندگانه^۳ لنزهای تماسی است که می‌تواند با عینک گوگل یا سایر دستگاه‌های پوشیدنی، تلفن‌های هوشمند اندرویدی، تلویزیون‌های هوشمند و سایر دستگاه‌های مشابه کار کند. با یک پلک زدن، این دستگاه قادر خواهد بود که صفحه بعدی کتاب را به شما نشان دهد و یا آهنگ بعدی را برای شما پخش کند. در نهایت در آینده قادر خواهیم بود که صفحه نمایشی را هم در داخل این لنزها وارد کنیم که البته این ایده برای تحقق کامل، نیاز به چندین سال زمان دارد.

در آینده دیگر برای اضافه کردن داده‌ها به سیستم، به سخت افزار نیاز نخواهیم

¹ Graphene

² Ultra-thin

³ Multi-sensor

داشت. صفحه‌های نمایش و صفحه کلیدها، همگی بر روی دیوار یا میز به صورت هولوگرافیک نمایش داده شده و بدون واسطه در هر مکانی مثل موقعیت‌های کلینیکی در دسترس خواهند بود. صفحه کلیدهای هولوگرافیک در مقابل کاربر به صورت معلق و ایستاده به نمایش در آمده که علاوه بر جلوه بصری زیبا، حساس به لمس نیز می‌باشند. در آینده تلفن‌های هوشمند و تبلت‌ها فراموش شده و لمس فیزیکی در این فرآیند حذف خواهد شد. داده‌ها فقط در فضای ابری ذخیره خواهند شد. دستگاه‌های کوچک جایگزین رایانه‌های شخصی و لپ‌تاپ‌ها می‌شوند و دیگر نیازی به لوازم جانبی مثل صفحه کلید و موسواره^۱ نخواهد بود.

با استفاده از تصاویر ویدیویی سطح بالا و بسیار با کیفیت و صداهاى سه بعدی از نوع Binaural Recording^۲، افراد در مشاوره‌های مجازی بر خط، دقیقاً مثل یک فرد حقیقی زنده به نظر خواهند رسید. رابط‌های حساس به وضعیت بدن^۳ شبیه به آنچه که در فیلم «گزارش اقلیت»^۴ به نمایش درآمده، باعث می‌شود که تعاملات با داده‌های بزرگ^۵ به طور عادی و روزمره انجام شود. با استفاده از واقعیت مجازی و هولوگرام‌هایی که به طور پیش‌رونده‌ای پیچیده‌تر می‌شوند، طبابت دوباره بازآفرینی می‌شود.

بیماری‌های جدید هم در اثر استفاده بیش از حد از واقعیت مجازی در بازی‌ها و برنامه‌های تجاری ایجاد خواهد شد. برای مثال کسانی که در بازی‌هایی مثل «ندای وظیفه»^۶ و با استفاده از ماسک‌های واقعیت مجازی در جنگ‌های مجازی وحشتناک (و شبیه به دنیای واقعی) شرکت می‌کنند، دچار «اختلال استرس پس از سانحه

^۱ Mouse

^۲ این نوع ضبط صدا که به آن Binaural Recording گفته می‌شود، قادر است نزدیکترین تجربه صوتی را نسبت به ساختمان گوش انسان ارائه دهد. اگر شما در هنگام شنیدن این نوع صدا چشمان خود را ببندید کاملاً خود را در آن محیط احساس خواهید کرد و دقیقاً درکی سه بعدی از این نوع صدا خواهید داشت. به این نوع صدا Holophonic هم گفته می‌شود [م].

^۳ Gesture-Sensitive Interface

^۴ Minority Report

^۵ Big Data

^۶ Call of Duty

مجازی^۱ می‌شوند. علائم این بیماری درست مشابه سربازانی است که در جنگ‌های واقعی شرکت کرده و دچار «اختلال استرس پس از سانحه» یا PTSD غیرمجازی شده‌اند. اما جنبه مثبت این قضایا، استفاده از واقعیت مجازی در روان درمانی^۲ برای بهبود حال این بیماران است. همچنین مردم می‌توانند به صورت مجازی مکان‌های بسیار دور را بازدید کنند بدون آن که قبلاً هرگز به صورت فیزیکی به آنجا رفته باشند. برای مثال بیماران مضطرب می‌توانند به صورت گام به گام و آهسته برای جراحی پیش روی خود آماده شده و یا بیمارستان مورد نظر خود را بر اساس تجربه مجازی حضور خود در آنجا انتخاب کنند.

وجود اپلیکیشن‌های واقعیت مجازی باعث می‌شود که عده‌ای زندگی خود را بیشتر در دنیای مجازی ادامه دهند. البته محبوبیت زندگی دوم^۳ که یکی از محیط‌های برخط اولیه واقعیت مجازی است، پس از تجربیات اولیه و با گذشت زمان کاهش یافت، زیرا بعضی از افراد نتوانستند این تجربیات را بهبود ببخشند و عده‌ای نیز آن‌ها را سازنده نیافتند. اما واقعاً چه خواهد شد اگر اتاق‌های واقعیت مجازی به صورت تجاری در دسترس عموم مردم قرار گیرند و به کاربران اجازه داده شود در حالی که در روی صندلی خانه خود نشسته‌اند، تمام تجربیات ممکن را در جهان داشته باشند؟ آیا ممکن است در یک دنیای کاملاً مجازی زندگی کرده، خرید کنند، به دیدن دیگران رفته و حتی در محیط مصنوعی با دیگران کار کنند؟ چه میزان از این احتمالات باعث تغییر در جامعه خواهد شد؟ ما چه کارهایی می‌توانیم انجام دهیم تا مردم ترغیب نشوند که از زندگی حقیقی به جهان مجازی بروند؟

اولین رابط مغزی - ماشینی دو طرفه^۴ به شکل یک دستگاه کوچک، در مغز یک

^۱ Virtual Post-Traumatic Stress Disorder (V-PTSD)

^۲ Psychotherapy

^۳ Second Life

^۴ Bidirectional Brain-Machine Interface

میمون کاشته شد. با کمک این رابط، میمون توانست دست مجازی خود را کنترل کرده و بازخورد آن هم که به شکل فریب مغز میمون و حس کردن یک بافت مجازی بود را دریافت کند. بر پایه این تجربه، شرکتی در شهر اتاوا به نام «پرسونال نورو»^۱ در حال پژوهش بر روی سودمندی احتمالی عینک گوگل در تحلیل فعالیت‌های الکتریکی مغز یا الکتروانسفالوگرام (EEG) است. ما فاصله زیادی تا کنترل دستگاه‌های پوشیدنی به وسیله افکارمان نداریم. استفاده از چنین راه‌حلی در اتاق عمل، کارایی درمان را به سطوح بالاتری می‌برد. امروزه جراحان برای ایجاد برش در بافت‌ها، با کمترین میزان خونریزی، از کوتری^۲ استفاده می‌کنند که با انتقال جریان الکتریکی، ایجاد گرما می‌کند. ولی با استفاده از چاقوهای جراحی هوشمند^۳ پس از ایجاد برش با کوتری، با آنالیز دود و بخار متصاعد شده از بافت جراحی شده و به کمک طیف سنج جرمی^۴ که در آن تعبیه شده است، می‌تواند مولکول‌هایی که در بافت بیولوژیک وجود دارد را شناسایی کند. با استفاده از همین روش، جراح در موقع عمل جراحی می‌تواند متوجه شود بافت سرطانی است یا نه و نیازی به نمونه‌برداری و ارسال آن به آزمایشگاه پاتولوژی وجود ندارد.

یک کلینیک در آلمان تجربه استفاده از اپلیکیشن‌های واقعیت مجازی را بر روی تبلت‌ها آغاز کرده است. در این روش در طول عمل جراحی، جراح به راحتی قادر به انجام برش‌های دقیق است، زیرا که در هر لحظه او تمام جزئیات آناتومیک را با کمک تصاویر رادیولوژی بیمار و تطابق آن‌ها با جسم فرد مشاهده می‌کند. این فرصت‌ها بی پایان هستند. با توسعه ابزارهایی مانند عینک گوگل^۵، مورفیوس

¹ Personal Neuro

² Cautery

³ Intelligent knife

⁴ Mass Spectrometer

⁵ Google Glass

سونی^۱ و آکولوس ریفت^۲، اپلیکیشن‌های پزشکی مرتبط با آن‌ها نیز در سال‌های بعد توسعه خواهند یافت. البته آکولوس ریفت در سال ۲۰۱۴ به مبلغ ۲ میلیارد دلار توسط فیسبوک خریداری شد. پس از فروش آکولوس ریفت به فیسبوک، پیش‌بینی شده که در ده سال آینده واقعیت مجازی همه‌گیر شده و موجب تحول در جامعه خواهد شد.

^۱ Sony's Morpheus

^۲ Oculus Rift

نمره دسترسی: ۴

کانون توجه: بیشتر شاغلان حرفه پزشکی تا بیماران

وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط:

- Glassomics (<http://glassomics.com>)
- Google Glass Application (<http://glass-apps.org>)

شرکت‌ها و شرکت‌ها نوپا:

- Evena Medical (<http://evenamed.com>)
- Google Glass (<http://www.google.com/glass/start/>)

کتاب‌ها:

- The Google Glass Revelation by Samuel Cole
- Augmented Reality: An Emerging Technology Guide to AR by Kipper & Rampolla

فیلم‌ها:

- The Terminator (1984)
- Predator (1987)
- Minority Report (2002)
- Iron Man (2008)
- Avatar (2009)
- Surrogates (2009)

روند پنجم

تله مدیسین و مراقبت از راه دور^۱

هوگو گرنزبک^۲ فردی پیشرو در علوم رادیویی و در صنعت چاپ و نشر بود. او علاوه بر طراحی اولین دستگاه رادیوی خانگی، مجلات متعددی را نیز در اوایل قرن بیستم منتشر می کرد. از او مقاله ای در مورد ارتباطات رادیویی به جا مانده که در فوریه ۱۹۲۵ به چاپ رسیده است. در آن مقاله او از یک وسیله به نام «تله داکتیل»^۳ نام می برد (در زبان یونانی، tele به معنی دور و dactyl به معنی انگشت) که به وسیله آن پزشکان قادر خواهند بود بیماران را از راه دور ویزیت کرده و معاینه کنند و این کار به کمک یک صفحه نمایش همراه با بازوهای رباتیکی انجام می شوند که در کیلومترها دورتر قرار دارند. او پیش بینی کرده بود که تا حوالی سال ۱۹۷۰ طبابت بسیار متفاوتی از آنچه که در اوایل قرن بیستم شاهد آن بوده اند، به وجود خواهد آمد و یک پزشک می تواند از داخل مطب خود و با کمک ماشین ها و ابزاری که با امواج رادیویی کار می کنند، به تشخیص بیماری ها و درمان بیماران پرداخته و در تمام این مراحل هم بیمار نه در مطب پزشک که در خانه خود است. او این ابزارها را با جزئیات و به شرح زیر توضیح داده است.

”پزشکان آینده به وسیله ابزارهایی قادر به لمس و معاینه بیماران خود از راه دور خواهند بود، درست مثل زمانی که بیمار در کنار آن ها قرار دارد. پزشکان

¹ Remote Care² Hugo Gernsback³ Teledactyl

خواهند توانست همان کارهایی را که در مطب خود انجام می دهند را از طریق دستگاه کنترل از راه دور هم انجام دهند. آن ها می توانند به وسیله یک نمایشگر، هر آنچه را که در اتاق بیمار می گذرد را مشاهده کنند و هر حرکتی در اتاق پزشک به همان شکل و با استفاده از امواج رادیویی در اتاق بیمار تکرار می شود. هر زمانی که دستگاه تله داکتیل بیمار با مقاومتی مواجه شود، دستگاه کنترل از راه دور پزشک نیز با همان میزان مقاومت رو به رو خواهد شد. دستگاه کنترل از راه دور پزشک به صدا و گرما حساس بوده و این ویژگی ها همگی برای تشخیص بیماری ها در آینده مهم خواهند بود.

ایده تله داکتیل نشان دهنده این است که چگونه ارتباط بیمار - پزشک از راه دور هم می تواند اتفاق بیفتد. البته در سال ۲۰۰۱، اولین جراحی کامل انسان با کمک پزشکی از راه دور (یا به عبارت بهتر عمل جراحی از راه دور)^۱ توسط یک تیم جراحی فرانسوی مستقر در نیویورک انجام گرفت. در طی این جراحی، بیماری در شهر استراسبورگ فرانسه و از راه دور توسط ربات های جراحی که از نیویورک کنترل می شدند، عمل شد. این جراحی به عمل لیندبرگ^۲ معروف گردید زیرا که تیم جراح در یک سوی اقیانوس اطلس و بیمار در سوی دیگر آن قرار داشت. (برگرفته شده از نام چارلز لیندبرگ^۳ هوانورد آمریکایی که برای اولین بار، به تنهایی برفراز اقیانوس اطلس پرواز کرده و از یک سوی اقیانوس به سوی دیگر آن رفت). از یک دیدگاه شاید کم شدن نسبی تماس انسانی در پزشکی مدرن غیرقابل اجتناب باشد ولی طبابت چیزی نیست که به کل، توانایی دیجیتالی شدن داشته باشد. در حالی که هنوز ما نیازمند رابطه تثبیت شده بین پزشک و بیمار به عنوان دو انسان هستیم، این تعاملات دیجیتال می تواند باعث انجام سریع تر کارها شده و تلاش های پزشک و بیمار هم در زمان کمتری به بار خواهد

¹ Tele-surgical Operation

² Lindbergh operation

³ Charles Lindbergh

نشست که برای هر دو طرف مفید است. از دیدگاهی دیگر، کمبود پزشک یک مشکل جهانی است و حل این مشکل هم نیازمند استفاده بیشتر از روش‌های دیجیتال است. فقط در کشور آمریکا که اکنون با کمبود حدود ۶۰ هزار پزشک مواجه است، تا سال ۲۰۲۵ این میزان کمبود به حدود ۱۳۰ هزار نفر خواهد رسید و یا قاره آفریقا که بار حدود ۲۵٪ کل بیماری‌ها را در سطح جهانی به دوش می‌کشد، فقط ۳٪ از کل کارمندان خدمات بهداشت و سلامت را در اختیار دارد و تقریباً غیرممکن است که بتوان تمامی پزشکانی که مورد نیاز هستند را در این مدت آموزش داد.

برای رویارویی با این مشکل، دو شرکت Intouch Health و iRobot در سال ۲۰۱۳ اعلام کردند که یک «ربات دستیار خودمختار حاضر در مکان‌های دور»^۱ را به نام RP-Vita^۲ ابداع کردند. سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) روشن ساخته که این دستگاه کاربرتش در پایش بیماران قبل، حین و بعد از عمل جراحی بوده و این وسیله نمی‌تواند انجام جراحی از راه دور را بر عهده بگیرد زیرا به ملحقاتی برای انجام این نوع مداخلات مجهز نیست. البته این دستگاه با وجود لنزهایی که قادر به حرکات افقی و چرخشی بوده و قابلیت زوم دارند، به راحتی قادر به همکاری با جراحی است که در مکان دوری قرار گرفته، ولی هنوز انجام جراحی توسط آن به تأیید سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) نرسیده است. این وسیله می‌تواند به طور خودکار و خودمختار به محلی که پزشک تعیین می‌کند، رفته و عامل انتقال دستورات پزشک و ارائه خدمات به بیمار گردد. شرکت Dignity Health (که یکی از سامانه‌های بزرگ درمانی و بیمارستانی در آمریکا است) هم از یک ماشین ویدیو کنفرانس مشابه که بر روی چرخ‌هایی قرار داشته و متحرک است استفاده می‌کند. این ربات، تصویر پزشک را روی یک صفحه نمایش بزرگ نشان داده و دارای دوربین، میکروفون و پخش کننده صدا است. بر طبق نظر

^۱ Autonomous Remote-Presence Robot

^۲ Remote Presence Virtual Independent Telemedicine Assistant



مراقبت از بیمار به کمک ربات RP-VITA

آلان شاتزل^۱ که مدیر پزشکی شبکه سلامت از راه دور «مرسی»^۲ است، این دستگاه می‌تواند در عرض چند دقیقه در کنار بستر بیمار قرار گرفته و بدون توجه به این که بیمار در چه مکانی است، پزشک اپراتور سیستم، این احساس را خواهد داشت که دقیقاً در کنار بیمار است. البته خود شاتزل معترف است که هیچ چیز به پای مراقبت شخصی و حضور فیزیکی در کنار بیمار نمی‌رسد ولی پس از آن، این روش بهترین نوع ارائه خدمات به بیمار می‌باشد.

در قرن گذشته تمامی بیماری‌ها سناریوی یکسانی را طی می‌کردند. در این

¹ Alan Shatzel

² Mercy Telehealth Network

سناریو پس از بیماری، پزشکان فرا خوانده شده و بر بالین بیمار حاضر می شدند، ارزیابی سریعی از بیمار انجام داده و سپس یا دارو تجویز کرده و یا این که او را بستری می کردند. پزشکی از راه دور^۱ اولین تغییر واقعی را در این سناریو ایجاد خواهد کرد و پزشک فقط از طریق کانال های بر خط و یا وبکم (Webcam) در دسترس قرار خواهد گرفت. در آینده نه چندان دور، تله مدیسین می تواند تصویر سه بعدی هولوگرافیک از پزشک را در خانه بیمار ایجاد کند که بسیار شبیه به حضور واقعی پزشک خواهد بود. فقط لمس (معاینه) از راه دور باقی می ماند که این مشکل نیز باید حل شود.

در صنعت بازی های ویدیویی و از سال ۱۹۹۰ به بعد، از مفهومی به نام «باز خورد نیرو»^۲ استفاده می شود. در این پدیده برای مثال فردی که در حال بازی ویدیویی ماشین سواری است و خودروی او از یک مسیر ناهموار در حال حرکت است، به او احساس تکان های بدنی و لرزش، دست می دهد. در کالیفرنیا من فرصت استفاده از یک ابزار آموزشی را پیدا کردم که انجام نمونه برداری (بیوپسی) را شبیه سازی می کرد. با استفاده از پدیده «بازخورد نیرو» و هنگامی که من تمرین انجام نمونه برداری در محیط مجازی را انجام می دادم، مقاومت (مجازی) پوست در برابر ورود سوزن نمونه برداری را حس می کردم. همچنین سامانه های بازخورد مبتنی بر دستکش^۳ هم اکنون وجود داشته و استفاده از آن احساس لمس از راه دور را به ما می دهد.

تماس های خانگی^۴ در قرن ۲۱

شرکت دلویت^۵ در گزارش مربوط به سلامت الکترونیک خود در سال ۲۰۱۴ از مفهومی به نام ویزیت الکترونیک (e-visit) نام می برد و آن را در زمره تماس های

¹ Telemedicine

² Force Feedback

³ Glove-Based Feedback systems

⁴ House Calls

⁵ Deloitte

خانگی قرن ۲۱ می‌داند (کارهایی که در خانه می‌توان با یک تماس و بدون حضور فیزیکی در محل دیگری انجام داد). حدود ۱۰۰ میلیون ویزیت الکترونیک در سال ۲۰۱۴ صورت گرفته که باعث صرفه‌جویی حدود ۵ بلیون دلار در مقایسه با هزینه ویزیت شخصی در مطب پزشکان شده است. آن‌ها سال ۲۰۱۴ را نقطه عطفی می‌دانند که در آن کاهش هزینه‌ها، کیفیت مراقبت، پیشرفت در ارتباطات از راه دور^۱ و نگرش حرفه‌ای به این موضوع، باعث پذیرش بیشتر این روند شده است. پیام این شرکت به سیاست‌گذاران در سطح جهان این است که:

”از آنجایی که ویزیت الکترونیک در دنیای پیشرفته مورد قبول قرار گرفته و خود را به اثبات رسانده است و در کشورهای در حال پیشرفت هم زیرساخت‌های ضروری آن مهیا شده است، می‌توان برای آن‌ها پیشنهادهای مناسب و کم‌هزینه جهت مراقبت‌های تشخیصی و پزشکی ارائه کرد و جمعیت زیادی به این طریق، به خدماتی دسترسی پیدا می‌کنند که تا به امروز از آن محروم بودند.“

در سال ۲۰۱۰، انجمن خدمات پزشکی هاوایی^۲ که بزرگترین سامانه سلامت ایالت هاوایی بوده و حدود هفتصد هزار نفر شهروند را تحت پوشش خود دارد، اولین سازمان بیمه‌گری بود که دسترسی به منابع و اطلاعات خود را به صورت برخط برای اعضا خود ممکن ساخت. افراد بیمه شده می‌توانستند از طریق وبکم با پزشک خود صحبت کرده و پزشک هم از راه دور می‌توانست توضیحات خود را برای بیمار ارسال کند. افرادی هم که عضو این سامانه سلامت نیستند، می‌توانند با پرداخت وجه از این خدمات استفاده کنند.

«هلت تپ»^۳ هم سرویسی است که بیماران می‌توانند سؤالات خود را در معرض

^۱ Telecommunication

^۲ Hawaii Medical Service Association

^۳ HealthTap

بازدید جمعی از پزشکان قرار دهند. پرسش اول رایگان بوده ولی پاسخ پرسش‌های بعدی با پرداخت هزینه صورت می‌گیرد. این سایت ادعا می‌کند که تا به حال حدود ۱/۳ بلیون سؤال را پاسخ داده و جان حدود ۱۳ هزار نفر را نجات داده است. در همین سایت تذکر انجمن پزشکی آمریکا نیز قرار داده شده که در آن تأکید شده که اینترنت باید به عنوان «مکمل» و نه «جایگزین» ارتباط بیمار با پزشک در نظر گرفته شود. انجمن پزشکی آمریکا اشاره می‌کند که درگاه‌های بر خط سلامت، عموماً شرح حال نگرفته و قادر به انجام معاینه فیزیکی نبوده و توانایی پایش درمان پیشنهادی را ندارند و استفاده از چنین اطلاعاتی به تنهایی، می‌تواند برای بیمار مخاطره آمیز باشد.

بعضی از شرکت‌های بزرگ، سهم مهمی در توسعه خدمات تله مدیسین دارند. در نوامبر ۲۰۱۳، گوگل سرویس، Google Helpout خود را راه‌اندازی کرد که به عنوان جانشین Google Answers معرفی شد. این سرویس به افراد متخصص که پاسخگو سؤالات هستند، اجازه می‌دهد که یا به ازای پاسخ هر سؤال و یا به صورت دقیقه‌ای و یا به هر دو صورت بتوانند هزینه دریافت کنند و سهم گوگل هم ۲۰٪ هزینه فوق است ولی از آنجایی که توسعه «سلامت از راه دور»^۱ یکی از اولویت‌های گوگل است، گوگل از سهم ۲۰ درصدی خود در تمامی سؤالات مربوط به سلامت صرف نظر می‌کند.

سال‌ها قبل مایان کوهن^۲ متوجه شد که دوست جوان و به ظاهر سلامت او دچار تومور مغزی شده است. او می‌دید که یک بیمار با انبوهی از کاغذها که شامل جواب آزمایشات، نسخه‌ها، برگه‌های شرح حال، پاسخ‌های تصویربرداری و ... مواجه بوده که باعث گیج شدن بیمار شده و احساس عدم کنترل بر اوضاع را در فرد به وجود می‌آورد. در همین حال او با زیو ملتزر^۳ که خودش مبتلا درد معده بدون تشخیص خاص بود، آشنا شده و هر دو با درک این موقعیت، شغل‌های خود را رها کرده و به طراحی یک

¹ Telehealth

² Maayan Cohen

³ Ziv Meltzer

سرویس و اپلیکیشن موبایلی به نام Hello Doctor مبادرت کرده که در آن تمامی مدارک پزشکی بیمار مدیریت شده و مرتب می‌شود و بیمار را از سردرگمی نجات می‌دهد.

ژیو ملترز زمینه ایجاد اپلیکیشن Hello Doctor را برای من توضیح داد. او گفت که در این شرکت هر مراجعه کننده، بیماری است که هر چه اطلاعات و مدارک جمع‌آوری شده از او بیشتر باشد، امکان کمک به وی نیز بیشتر است. امروزه این اپلیکیشن تمرکز اصلی خود را روی جمع‌آوری، مدیریت و مرتب کردن مدارک پزشکی افراد قرار داده زیرا که برای بیشتر مردم بزرگترین درد و عامل ایجاد استرس همین مدارک نامرتب و مدیریت نشده است.

مشاوره‌های ویدیویی هم به عنوان قسمتی از مراقبت‌های پیشنهادی در کلینیک و بیمارستان استانفورد، در حال گسترش است. بیماران می‌توانند با استفاده از یک کامپیوتر مجهز به وبکم و از طریق سایت بیمارستان، ترتیب ملاقات ویدیویی با پزشک مربوطه را داده و در خلال این ملاقات ویدیویی، اطلاعات لازم را به پزشک ارائه کرده و راهنمایی‌های مفید را دریافت کنند.

در حالی که خدمات مشابه متعددی در زمینه‌های مرتبط با سلامت در حال گسترش و توسعه است، نیاز به یک درگاه اتصال^۱ بین پزشکان، بیماران و مدارک پزشکی آن‌ها، هر روز بیشتر احساس می‌شود. در سال ۲۰۰۵ آقای ریان هوارد^۲ نیاز به وجود نرم‌افزارهایی با استفاده آسان و هزینه مناسب برای کمک به مطب‌های پزشکی را احساس کرد. او که پیش از این درگیر تصادف شدیدی با موتورسیکلت شده بود و علاوه بر آن به مقدار زیادی هم مقروض بود، خانه و ماشین خود را فروخت. سپس علاوه بر تسویه دیون خود، حقوق سه نفر کارمند را هم به مخارج خود افزود و

^۱ Connection Hub

^۲ Ryan Howard

پس از ترک شغل خود، شرکت Practice Fusion را بنیان گذاشت. در سال ۲۰۱۴ این شرکت برای بیش از ۱۱۰ هزار پزشک، کار مدیریت مدارک پزشکی حدود ۸۰ میلیون بیمار را انجام داده است.

هدف نهایی جمع‌آوری اطلاعات عظیمی که یا از ثبت مدارک پزشکی الکترونیک توسط پزشکان تهیه شده و یا از گردآوری مدارک سلامت شخصی توسط بیماران صورت می‌گیرد، این است که علایم و هشدارها به زبان ساده و عامه فهم بررسی و مطرح گردند. در چنین فضایی، سامانه خدمات پزشکی، معنی دقیق تمام کلمات و عباراتی را که در پرونده بیمار ثبت می‌شود را می‌داند و هر زمانی که بیمار به خدمات خاصی نیاز داشت، این اقدامات سریع‌تر انجام می‌گیرد.

در سال ۲۰۱۴ و در یکی از کنفرانس‌های TED که در شهر ونکوور کانادا برگزار می‌شد، لری پیج^۱ از بنیانگذاران گوگل، در مورد ایجاد مدارک الکترونیک پزشکی بیماران در سرویس Google Health صحبت کرد. او توضیح داد که اگر مردم از راه درست و در زمان مناسب، اطلاعات مربوط به مدارک پزشکی خود با افراد متخصص و خبره به اشتراک بگذارند، ما می‌توانیم باعث نجات جان صدها هزار نفر شویم.

چنین نوآوری‌هایی تلاش دارد که خدمات بهداشتی و درمانی را به خانه‌های بیماران ببرد. مثال این تفکر، ایجاد «کیوسک سلامت»^۲ است که اتاقکی است شبیه به مطب پزشکان. این اتاقک یک سامانه سلامت از راه دور^۳ بوده و برای مؤسسات مختلفی از جمله بیمارستان‌ها، مطب پزشکان، اورژانس، فروشگاه‌های بزرگ، جوامع روستایی، پایگاه‌های نظامی، مدارس، خانه سالمندان و حتی روستاهای دور افتاده در کشور های در حال توسعه قابل استفاده می‌باشد. این سامانه با حفظ کامل حریم شخصی بیمار، گفتگوی رو در رو، تشخیص پزشکی و ثبت الکترونیک مدارک پزشکی

^۱ Larry Page

^۲ Healthspot Station

^۳ Telehealth

بیمار را انجام می دهد و با نشستن در این اتاقک بیماران می توانند اطلاعات لازم را ارسال کرده و با کمک انواع دوربین ها انجام معاینه فیزیکی هم تا حدی میسر است.



کیوسک سلامت

«مد ترونیک»^۱ که بزرگترین تولید کننده تجهیزات پزشکی در دنیا است، پمپ های انسولین، پایشگرها قند خون و ابزارهای مربوط به کارکرد قلب را تهیه کرده که قادر به انتقال اطلاعات بیماران به سرورهای امن هستند. برای افراد دیابتی که تمامی افراد تیم درمانی آن ها نیاز به اطلاعات دقیق از میزان قند خون و تغییرات آن دارند، وجود چنین وسایلی باعث مدیریت بهتر درمان بیماران شده و از وقوع شرایطی که در آن قند خون بسیار بالا و یا بسیار پایین و تهدید کننده حیات باشد، جلوگیری می کند.

¹ Medtronic

مایکروسافت با اتصال محصولات ارتباطی خودش به محصولات اصلی سلامت این شرکت و با تبدیل کردن کینکت (رابط بازی های رایانه ای مایکروسافت که به حرکت حساس است) به ابزار سلامت از راه دور می تواند در درمان های فیزیکی و حرکتی کمک کننده باشد. در این حالت با ترکیبی از قابلیت تقلید حرکتی در کینکت و استفاده از اسکایپ و همچنین سامانه ثبت الکترونیک مدارک پزشکی مایکروسافت که اطلاعات را در فضای ابری ذخیره کرده و «HealthVault» نام دارد، بیمار می تواند دقیقاً مشاهده کند که چه کاری را باید در یک جلسه تمرین فیزیکی انجام دهد. نتایج این تمرینات در فضای ابری آپلود شده و جلسه درمانی ثبت شده و کارآمدی آن ارزیابی می شود که قابلیت به اشتراک گذاشته شدن هم دارد. این نوع ابزارها و خدمات که باعث ارتباط آسان تر پزشکان با بیماران می شود، خصوصاً در شرایطی ارزشمند است که امکان خدمات حضوری وجود ندارد.

در ادامه این روند چه شرایطی را شاهد خواهیم بود؟ در آینده بیماران قادر خواهند بود که مدارک پزشکی خود را دانلود کنند. افراد شاغل در خدمات پزشکی و سلامت هم می توانند بدون محدودیت با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و با هم مشورت کنند. تمام شواهد بیانگر این است که به زودی خدمات پزشکی و تست های آزمایشگاهی در درون خانه ها در دسترس خواهند بود. به علت کمبود پزشک در سطح جهانی و کمبود دسترسی به خدمات پزشکی در نواحی کمتر توسعه یافته، ارتباط بر خط پزشکان با بیماران هر روز بیشتر مورد توجه قرار می گیرد. پزشکی از راه دور، مسئولیت بیشتری را در بیماران جهت دریافت خدمات ایجاد کرده است ولی این به معنی پایان رابطه پزشک و بیمار و یا ارتباطات شخصی نیست و باید در نظر داشت که عناصر دیگری هم باعث مؤثرتر شدن این ارتباطات می شوند.

نمره دسترسی: ۸

کانون توجه: بیماران

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- International Society for Telemedicine & ehealth
(<http://www.isfteh.org>)
- American telemedicine Association
(<http://www.americantelemed.org>)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- In Touch Health (<http://www.intouchhealth.com>)
- American Well (<http://www.americanwell.com>)
- Practice Fusion (<http://www.practicefusion.com>)

کتاب ها:

- Telemedicine and Telehealth: Principles, policies, Performance and Pitfalls by Darkins & Cary.
- Connected Health: How Mobiles phones, Cloud and Big Data will reinvent Health Care by Ranck.
- The Creative Destruction of Medicine by Topol

فیلم ها:

- Logan's Run (1976)

روند ششم

تفکری دوباره در برنامه های آموزش پزشکی

من در سال ۲۰۰۹ از دانشکده پزشکی فارغ التحصیل شدم. وقتی امروزه به منابعی نگاه می کنم که در زمان دانشجویی استفاده می کردم، بیشتر آن ها کتاب ها و اطلس های آناتومی نسبتاً قدیمی بودند. در سال های بعد من با منابع بر خط و کانال های مفید و به روز آشنا شدم که با استفاده از رسانه های اجتماعی این منابع را در اختیار همگان قرار می دادند. یادگیری درس هایی مثل آناتومی یا سایر مباحث مشکل پزشکی، با استفاده از متون قدیمی و فقط با استفاده از کتاب بسیار سخت است. امروزه راه حل ها و ابزارهای متعددی در جهت آموزش بهتر پزشکی در دسترس بوده و خود من هنوز نمی دانم چگونه این مطالب را فقط از طریق کتاب یاد گرفتم.

برنامه آموزش پزشکی (کوریکولوم پزشکی) به قصد تربیت دانشجویان و تبدیل آن ها به افراد خبره در خدمات سلامت و آماده کردن ایشان برای طبابت نوشته شده است. تقریباً بدون استثناء مشکل تمامی کوریکولوم های آموزشی در دنیا این است که با تمرکز بر فناوری های امروز نوشته شده و از الگوی ارتباط پزشک با بیمار در زمان حال استفاده می کنند. اما هم فناوری و هم نیاز بیماران به سرعت در حال تغییر است. معمولاً بین ۶ تا ۷ سال برای پزشک شدن و ۴ تا ۷ سال برای طی دوره های تخصصی و فوق تخصصی زمان لازم است. ببینید چه چیزی در اطراف شما در طی ۴ تا ۷ سال بدون تغییر باقی می ماند؟ همه گیر شدن تلفن های هوشمند و تبلت ها، عینک گوگل، رسانه های جمعی و یا هوش مصنوعی همه مثال هایی از تغییرات سریع هستند. این مثال ها نشان می دهد که در یک بازه زمانی کوتاه، چقدر جهان می تواند

تغییر کند و البته شتاب این تغییرات هم هر روز سریع تر می شود. کوریکولوم های فعلی به هیچ وجه نمی توانند دانشجویان را برای این تغییرات آماده کنند زیرا اپلیکیشن ها و فناوری های جدید در حال تبدیل شدن به قسمت اساسی حرفه پزشکی شده اند. اکنون زمان تغییر و یا به عبارت دیگر تفکر دوباره در مورد اصولی است که ما برای آموزش پزشکی مهم می دانیم.

به عنوان قدم اول، در سال ۲۰۰۸ من یک دوره آموزشی را در دانشگاه دبرسن ایجاد کردم که تمرکز آن بر استفاده ایمن و معنی دار رسانه های جمعی در آموزش دانشجویان پزشکی بود. پس از آن تاریخ، این دوره آموزشی به دانشکده پزشکی سملوایز در بوداپست مجارستان منتقل شده و به طور کامل به اجرا در آمد. در این دوره آموزشی، استفاده از موتورهای جستجو، فیسبوک، توئیتر، یوتیوب، وبلاگ ها و سایر منابع بر خط در حیطه آموزش پزشکی مورد بررسی قرار می گیرد. ما دانشجویان را برای دنیای دیجیتال آماده می کنیم. شعار آموزشی من در این دوره این است که "اگر می خواهید به من آموزش دهید، ابتدا باید به من دسترسی پیدا کنید."^۱ من از دانشجویان می خواهم که پرسشنامه آنلاین را در مورد عادات دیجیتال خود پر کنند و پس از بررسی آن ها، برای دانشجویان سؤالات چالشی را در فیسبوک خودم می گذارم که این سؤالات هر روز مربوط به یکی از مباحث ارایه شده در کلاس بوده و دانشجویان می توانند جهت رقابت در گرفتن نمرات کلاسی بهتر در طول دوره، برای پاسخگویی به آن ها تلاش کنند. بر طبق نظر دانشجویان این روش با موفقیت بالایی همراه بوده است.

دانشی که در این دوره آموزشی مورد بحث قرار می گیرد سواد دیجیتالی^۲ نامیده می شود. پس از آن که من در دانشکده پزشکی استانفورد تجربه خود را در مورد این نوع کوریکولوم آموزشی بیان کردم، یکی از پزشکان که ساکن لندن بود، درخواست

^۱ If you want to teach me, you first have to reach me.

^۲ Digital literacy



صفحه اصلی دوره آموزشی رسانه‌های اجتماعی

کرد که در طول ترم تحصیلی، هفته‌ای یک بار در بوداپست مجارستان حاضر شده و به صورت شخصی در این دوره آموزشی شرکت کند. هیچ برنامه‌ای، مشابه این دوره آموزشی در بریتانیا وجود نداشت و این خود نشان از کم اهمیت شمردن نیاز به چنین دوره‌های آموزشی بر خط و تعیین محتوای دوره، راهنمای مطالعه درس و منابع آن است. در این دوره آموزشی، آزمون پایان دوره هم به صورت بازی وارسازی متناسب با آن مباحث می‌باشد. این همان چیزی بود که من در سال ۲۰۱۲ به نام دوره‌های آموزشی وسایل ارتباط جمعی^۱ بنیانگذاری کردم و از آن زمان تاکنون هزاران دانشجو و پزشک (که البته تعداد پزشکان بیشتر از دانشجویان بوده است) این دوره را آغاز کرده‌اند. صدها نفر هم گواهی «نهایت خبرگی»^۲ را دریافت کردند. هرگز کافی نیست که تنها بر روی رسانه‌های جمعی و موبایل تمرکز کنیم.

^۱ The Social MEDia Course

^۲ Ultimate Expert

دانشجویان علاوه بر آموزش پزشکی، باید برای مواجهه با دنیای پیرامون خودشان نیز آماده شوند. در سال ۲۰۱۴ یک دوره آموزشی آزمایشی در دانشکده پزشکی سملوایز^۱ برگزار شد که در آن دانشجویان با مجموعه‌ای از مهارت‌هایی آشنا شدند که آن‌ها را قادر می‌ساخت تا به شناخت فناوری‌های جدید پرداخته و از اطلاعات جدید پزشکی آگاه شوند. نام این دوره «فناوری‌های بنیان برافکن پزشکی»^۲ بوده و هدف آن آشنایی با پزشکی از راه دور، چاپ سه بعدی، پزشکی بازآفرینی^۳، رباتیک و هوش مصنوعی است. چنین ابتکاری باید در تمامی دانشکده‌های پزشکی به خرج داده شود تا دانشجویان بتوانند به کسب مهارت‌هایی بپردازند که در آینده نزدیک برای کار در حیطه پزشکی نیاز دارند.

در کنار این تغییرات، دلایل بسیار زیادی وجود دارد که چرا امروزه دانشجوی پزشکی بودن، تجربه‌های خوبی را برای شما رقم خواهد زد. شبکه‌های آنلاین که بر روی یک موضوع خاص تمرکز دارند، برای مثال در توئیتر، Google+، فیسبوک و بسیاری از وبلاگ‌ها می‌توانند منابع اطلاعاتی خوبی برای شما باشند. این منابع می‌توانند به عنوان یک فیلتر، تنها اطلاعات و اخبار مورد اطمینان و مرتبط با حوزه کاری شما را برایتان ارسال کنند و یا با کمک جمع‌سپاری پاسخگوی سؤالات علمی و یا کلینیکی شما باشند. با کمک فناوری می‌توان گروه‌های آموزشی و علمی بدون محدودیت جغرافیایی ایجاد کرد و به راحتی به افراد خبره و پروژه‌های آن‌ها دسترسی داشت.

یک کوریکولوم معمولی به دانشجویانی احتیاج دارد که منابع را مطالعه کرده و بدون این که علت آن‌ها را بدانند و یا قادر به درک فلسفه وجودی آن باشند، اطلاعات را از حفظ کنند. در عوض مطالعه از طریق بازی‌های تشخیصی جدی می‌تواند مزایای فراوانی داشته باشد. Healing Blade نوعی کارت بازی است که فرد را به دنیای دیگری

¹ Semmelwies

² Disruptive Technologies in Medicine

³ Regenerative Medicine



نمونه‌ای از شخصیت‌هایی که نماینده باکتری‌ها و آنتی بیوتیک‌ها در بازی شرکت نردکور هستند.

برده و اطلاعات فراوانی را در مورد بیماری‌های عفونی و عوامل درمانی آن‌ها و استراتژی‌هایی که باعث پیروزی بر این بیماری‌های عفونی می‌شود را در اختیار فرد بازی کننده با این کارت‌ها می‌گذارد. این کارت‌های بازی تشخیصی توسط شرکت نردکور^۱ تهیه شده است. این شرکت در زمینه‌های فیزیک، آمار و بیوشیمی هم محصولات مشابهی دارد. هزینه‌های مالی تولیدات این شرکت از طریق کمک‌های مردمی و در سایت کیک استارتر^۲ تأمین شده و با این که هدفشان جذب ۲۵ هزار دلار بود، آن‌ها موفق شدند بیش از ۹۸ هزار دلار برای کارهای خود منابع مالی جذب کنند. همچنین بر پایه شخصیت‌های کارت‌های Healing Blade، کتاب مصوری به نام

^۱ Nerdcore Medical

^۲ Kickstarter

باکتریونامیکون^۱ به چاپ که در آن ۴۱ باکتری با عنوان «خدایان بیماری‌های همه‌گیر»^۲ با ۲۷ آنتی بیوتیک با عنوان «حکیمان شفا دهنده»^۳ به مبارزه می‌پردازند. در هیچ دوره‌ای به دست آوردن اطلاعات پزشکی مورد نیاز، به این اندازه آسان نبوده است. شما می‌توانید با ثبت نام در سایت‌ها و وبلاگ‌های مفید در حیطه کاری خود، از آخرین اخبار و اطلاعات آن‌ها، به سرعت و بدون زحمت با خبر شوید. این روش یک راه کارآمد برای فیلتر کردن اطلاعات مرتبط با رشته شما در میان حجم عظیم و رو به افزایش اطلاعات پزشکی است.

منابع جدید همگی در راه آسانتر کردن آموزش به دانشجو گام برمی‌دارند. من فرصت استفاده از The Anatomage Table را در دانشگاه تکینگی^۴ پیدا کردم و آرزو کردم ای کاش در دوران دانشجویی می‌توانستم از آن بهره ببرم. این ابداع، یک سامانه تصویری آناتومیک همراه با صفحه نمایشی به اندازه انسان بوده که برای مقاصد آموزشی تهیه شده و توسط بسیاری از مؤسسات و دانشکده‌های پزشکی پیشرو در جهان مورد قبول قرار گرفته است. این جسد مجازی، نرم افزارهای رادیولوژی را با محتوای کلینیکی همراه کرده و به کاربر اجازه می‌دهد که هر ساختار آناتومیک را از زاویه‌های مختلف مشاهده کند.

شرکت سیستم های بیودیجیتال^۵ به تازگی بدن مجازی انسان را با پلتفرمی بر پایه اینترنت معرفی کرده است که می‌تواند هر گونه محتوایی را در نقشه بدن انسان جستجو کند. دکتر جان جی کوالتر^۶ از دانشکده پزشکی نیویورک که در طراحی سه بعدی آن کمک کرده است، از آن به عنوان یک کتاب مرجع دیجیتال زنده یاد می‌کند.

¹ Bacterionomicon

² Lords of Pestilence

³ Apothecary Health

⁴ Singularity

⁵ Biodigital Systems

⁶ John J Qualter

دانشکده پزشکی در آریزونا هم از همکاری انحصاری بین این دانشکده و شرکت SynDaver Labs که در فلوریدا قرار دارد خبر می دهد. این شرکت جسد‌های مصنوعی می سازد که دارای قلبی تپنده بوده و خون را پمپ می کند و کبد این جسد هم صفرا می سازد. این شرکت همچنین تولید کننده پیشرفته ترین بافت های انسان و اعضای مصنوعی بدن می باشد. این اجساد مصنوعی، به آموزش دانشجویان کمک کرده و باعث کاهش نیاز (با رفع نیاز کامل) به جانداران زنده و یا جسد برای آموزش می شود. بدون شک آینده متعلق به نوآوری های بین رشته ای است. برای مثال در دانشکده پزشکی دانشگاه سن دیگو کالیفرنیا، جراحان مغز و اعصاب تحت هدایت تصویربرداری تشدید مغناطیسی^۱، ژن درمانی را فقط در داخل تومورهای مغزی اعمال کرده و با این روش بقیه بافت مغز که سالم است تحت عوارض درمان قرار نگرفته و خطرات این روش درمان به کمترین میزان خود می رسد.

یک شرکت دیگر به نام Interventions MRI سامانه ای را طراحی کرده که روش های درمانی با تهاجم کم^۲ را تحت هدایت همزمان^۳ با دستگاه تصویربرداری تشدید مغناطیسی مقدور می سازد. این سامانه مورد تأیید سازمان غذا و داروی آمریکا بوده و در بیمارستان های متعددی در ایالات متحده آمریکا نصب شده است. این روش علاوه بر استفاده از آن در جراحی های مغز، برای تزریق دارو به صورت مستقیم در محلی معین، برای تخریب بافت بیمار با استفاده از لیزر^۴ و انتقال دارو به مغز در مبتلایان به پارکینسون، سایر اختلالات حرکتی، صرع و تومورهای مغزی نیز کاربرد دارد.

متخصصین حوزه های مختلف پزشکی، از زوایای مختلفی به سلامت نگاه می کنند

^۱ Magnetic resonance imaging (MRI)

^۲ Minimally Invasive Procedures

^۳ Real-Time

^۴ Laser Ablation

و به همین دلیل است که امروزه آموزش پزشکی به کلی به سمت تخصص گرایی رفته است. در این میان ترکیب دانش از چندین تخصص می تواند به بهترین نتایج برای بیماران منجر گردد و رسانه های جمعی و سایر تکنولوژی های دیجیتالی می توانند با ایجاد روش های جدید همکاری و همفکری، کمک کننده باشند.

اکنون زمان آن است که با بازآفرینی اصول کوریکولوم پزشکی و تفکر دوباره در مورد این که چگونه افراد شاغل در حرفه های وابسته پزشکی را آموزش دهیم، بتوانیم دانشجویانی را تربیت کنیم که افرادی با درک و شعور بالا در اینترنت و تکنولوژی باشند. همچنین آن ها باید مهارت هایی را برای هدایت دنیایی داشته باشند که در آن اطلاعات و فناوری های پزشکی به صورت نمایی در حال رشد است. هدف اولیه درمان کردن بیماران با همدردی به این معنی است که یک «تعادل به خوبی طراحی شده»^۱ مورد نیاز است.

چگونه یک کوریکولوم جدید را طراحی کنیم؟

هستند کسانی که معتقدند، آموزش پزشکی از آخرین تغییر الگوی خود در سال ۱۹۱۰ که در گزارش فلکسنر^۲ چاپ شده تغییر چندانی نکرده است. این مطالعه (که به حجم یک کتاب است) در مورد آموزش پزشکی در آمریکا و کانادا بوده و به دانشکده های پزشکی آن زمان توصیه می کند که استانداردهای پذیرش دانشجو و فارغ التحصیلی خود را بالا برده و دستورالعمل های جریان اصلی دانش را در آموزش و پژوهش رعایت کنند. امروزه دانشجویان علاوه بر این که باید به افرادی که از بیماران مراقبت می کنند تبدیل شوند، باید قادر به همکاری با سایر متخصصان و مراقبت کنندگان دیگر عرصه سلامت هم بوده و علاوه بر خلاقیت و هنر تفکر در

^۱ Well-designed balance

^۲ Flexner Report

بحران‌ها، خود را برای یادگیری در تمام عمر و پیشرفت مداوم آماده کنند. از زمانی که برای دفاع از پایان نامه دوره PhD خود در دانشگاه رادبود^۱ هلند بودم، مباحثات فراوانی در مورد آینده کوریکولوم‌های آموزشی با دکتر جور کوکسما^۲ (استادیار دانشگاه رادبود) داشتم.

در دانشگاه رادبود افراد زیادی بر روی طراحی یک کوریکولوم پزشکی جدید انقلابی در حال فعالیت هستند. افرادی که الهام‌بخش این تغییرات بوده و دیدگاه آموزشی که در پشت این تغییرات نهفته است، همگی در صدد بهبود زندگی مردم به وسیله خدمات بهداشتی و آموزشی بهتر هستند. این تغییرات که توسط دکتر کوکسما توصیف شدند دارای دو پایه اصلی هستند.

اول از همه، ما می‌خواهیم که دانشجویان و بیماران در یک محیط آموزش کاملاً واقعی کنار هم باشند. دانشجویان باید به افراد «یادگیرنده حرفه‌ای» تبدیل شوند که شروع آموزش آن‌ها از لحظه‌ای است که کوریکولوم را آغاز می‌کنند. در همین اولین روزهاست که دانشجویان با بیماران صحبت کرده و به داستان آن‌ها گوش می‌دهند. در این روش، داستان‌های بیماران، همیشه جهت دهنده حرکت آموزشی پزشکان خواهند بود. دانشجویان احساس مسئولیت حقیقی در کار حرفه‌ای خود پیدا کرده و پس از مدتی آثار این نوع یادگیری عمیق را در کار خود مشاهده خواهند کرد. این کار باعث افزایش قابلیت‌های آنان شده و با این روش بهتر می‌توانند اهداف آموزشی مرتبط با حرفه خود را بیاموزند.

اما ستون دیگر این روش «یادگیری خود راهنما»^۳ است. دانشجویان به عنوان افراد یادگیرنده حرفه‌ای، در قبال مسیر آموزشی که طی می‌کنند هم مسئولیت دارند. آن‌ها مسیر آموزش خود را مدیریت کرده و ساختارمند می‌کنند و در بعضی حیطه‌ها

^۱ Radboud

^۲ Jur Koksma

^۳ Self-directed Learning

در مورد محتوای برنامه درس خود تصمیماتی می گیرند. با این روش ما می توانیم فرصت های «آموزش فردگرایانه»^۱ را به مقدار بیشینه خود برسانیم. هر دانشجو این فرصت را دارد که با تکیه به انگیزه ها و استعداد های منحصر به فرد خود به بهترین پزشک تبدیل شود. ما باید روش «یک سایز متناسب با همه» را در مراقبت از بیماران و آموزش پزشکان کنار بگذاریم. بیایید این الگوی جدید آموزش پزشکی را به اجرا بگذاریم.

در این سامانه هر دانشجو یک مربی شخصی^۲ خواهد داشت. دانشجویان با استفاده از فناوری های جدید با همدیگر و با استادان خود در ارتباط بوده و خودشان تصمیم می گیرند که وقتی با استادان خود ملاقات کردند به چه مطلبی پرداخته شود. در حال حاضر دانشجویان پزشکی و دانشجویان رشته های زیست پزشکی زیادی برای بعضی از شرکت های داروسازی به عنوان مشاور فعالیت کرده و تلاش می کنند که ایده های نوآورانه ای را مطرح کنند. البته این دانشجویان جوان هنوز چیزهای زیادی را برای آموختن دارند ولی به نظر می رسد که خصوصاً وقتی که تحت فشار باشند بسیار سریع یاد می گیرند.

دانشکده های پزشکی آینده، کلاس های تماماً دیجیتال را در سطح جهان برگزار خواهند کرد و با دسترسی فراوان به اطلاعات و منابع بر خط آموزشی، کیفیت های متفاوت کوریکولوم های آموزشی در نقاط مختلف جهان جبران خواهد شد. هیچگونه کتاب قدیمی و یا اجساد قرار داده شده در فرمالدئید و یا کمبود اطلاعات و منابع آموزشی در دانشکده های پزشکی آینده مفهومی نخواهند داشت. دانشجویان در همکاری با سایر حرفه های وابسته پزشکی آموزش خواهند دید که منعکس کننده رویکرد بین رشته ای بوده و این خود یک جزء اساسی در محیط کار بالینی است.

با کمک فناوری های جدید، ارجاع بیماران کارآمدتر شده، مشاوره ها سریع تر انجام

¹ Personalized Education

² Personal Coach

شده و مراقبت‌ها به شکل بهتری صورت می‌گیرند که در نتیجه ارایه دهندگان خدمت می‌توانند زمان مفید بیشتری با بیماران خود گذارنده و رابطه قویتری را با او ایجاد کنند. پلتفرم‌های دیجیتال از ابرکامپیوتر واتسون شرکت IBM گرفته تا وسایل پوشیدنی، همگی از روز اول، در تربیت دانشجویان مشارکت خواهند داشت.

پزشک خوب بودن مشابه بودن در یک رقابت دوی ماراتون است و نه دوی سرعت. سامانه آزمون‌های فعلی، تمامی مهارت‌هایی که یک پزشک باید آن‌ها را کسب کند را ارزیابی می‌کنند. اما روش بهتر شاید این باشد که دانشجویان با سرعت خودشان پیشرفت کرده و تنها وقتی از آن‌ها آزمون گرفته شود که کاملاً به مطلب تسلط پیدا کرده‌اند.

مؤسسه نوآوری‌های کلایتون کریستینسن در سن ماثئوی کالیفرنیا به این روش «یادگیری بر پایه توانمندی»^۱ می‌گوید و بر طبق آن، برنامه‌های آموزشی و کوریکولوم برای هر دانشجوی پزشکی به طور مجزا تهیه می‌شود. اگر دوره آموزشی به طور آنلاین در دسترس باشد، دانشجویان می‌توانند به صورت شخصی از آن‌ها بهره ببرند. حتی برای دانستن این که چه موقع یک دانشجو به تمام قابلیت‌های خود دست یافته، از تحلیل پاسخ‌های دانشجو به سؤالات آزمون توسط هوش مصنوعی می‌توان استفاده کرد.

در کل یک کوریکولوم باید بتواند هم نیازهای علمی امروز دانشجو را پاسخگو باشد و هم برای آموزش مهارت‌های مورد نیاز افراد شاغل در حرفه پزشکی مفید باشد زیرا که پزشکان علاوه بر ارایه دادن مراقبت‌های سلامت با کیفیت، باید از فناوری‌های نوآورانه هم استفاده کنند. این کار مشکل است ولی در طول تاریخ پزشکی فرصتی مانند این برای ارتقاء کوریکولوم‌های پزشکی به سطوح بالاتر، وجود نداشته است.

¹ Competency-Based Learning

نمره دسترسی: ۴

کانون توجه: دانشجویان پزشکی

وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط:

- The Social MEDia Course (<http://thecourse.webicina.com>)

شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا:

- Nerdcore Medical (www.nerdcoremedical.com)
- Anatomage (www.anatomage.com)
- Pocket Anatomy (www.pocketanatomy.com)
- Osmosis (www.osmosis.org)

کتاب‌ها:

- Medical Education for the Future by Bleakley, Bligh and Browne.
- Understanding Medical Education: Evidence, Theory and Practice by Swanwick.

فیلم‌ها:

- The Doctor (1991)

روند هفتم

ربات‌های جراح و ربات‌های انسان نما

از زمانی که کودک بودم، به طور مداوم سعی در بهبود عملکرد شناختی خود (از سرعت گرفته تا تمرکز) داشتم و این کار را به وسیله بازی‌های ویدیویی انجام می‌دادم. من تقریباً تمام گجت‌ها را امتحان کرده‌ام و به همین خاطر از کاربرد ربات‌هایی مثل ربات جراح داوینچی شگفت زده نشدم.

در سال ۲۰۱۳ وقتی که در کالیفرنیا دوره آموزشی فیوچرمد^۱ را برگزار می‌کردم، از نزدیک با یکی از این ربات‌ها کار کردم. من در حالی که اهرمک^۲ آن را در دستم گرفته بودم و پدال‌ها در زیر پایم بود، به یک صفحه بزرگ سه بعدی بسیار با کیفیت نگاه می‌کردم که تصاویر را از چندین دوربین نمایش می‌داد. من توانستم به وسیله بازوهای رباتیک مینیاتوری دقیق آن وسیله، یک جسم کوچک را گرفته و حرکت دهم. من این کار را با کمک و آموزش‌های دکتر کاترین مور^۳ انجام دادم که در تمام طول این کار در پشت سر من ایستاده بود و آنچه که من انجام می‌دادم را نظاره می‌کرد. او مدیر قسمت تحقیقات پزشکی در شرکت Intuitive Surgical بوده و یکی از افراد خبره در عرصه جراحی رباتیک و فناوری‌های آن می‌باشد. من در آن زمان با او در مورد قصد تألیف این کتاب صحبت کرده بودم و او دیدگاه‌های خود را در مورد این مسئله با من در میان گذاشت. دلیل اصلی که من خواستم از عقاید او در تألیف

¹ Futuremed

² Joystick

³ Cathrine Mohr

این کتاب بهره‌مند شوم، علاوه بر دانش او در این زمینه، ایده‌های او در مورد نقش توسعه فناوری در بهبود خدمات سلامت بود.

”در پاییز ۲۰۱۳ از من درخواست شد تا در یک جلسه مباحثه و گفتگو در مجموعه آکسفورد شرکت کنم. عنوان این جلسه این بود «این مجمع عقیده دارد که انقلاب فناوری می‌تواند بحران‌های مراقبت سلامت را در سطح جهان حل کند». برای بسیاری از مردم جالب بود که من به عنوان یک پزشک و یک تکنولوژیست، در مخالفت با این عنوان سخنرانی کردم. اگر چه من اعتقاد راسخی به فناوری دارم و به قدرت فناوری در تغییر خدمات سلامت معتقدم ولی همچنین عمیقاً معتقدم که فناوری فقط یک وسیله در دستان ماست و آینده پزشکی بستگی به استفاده درست از این ابزارها خواهد داشت.“

مدت زیادی از حضور ربات‌ها و دیجیتالی شدن پزشکی نمی‌گذرد. در دهه ۵۰ میلادی بود که کامپیوتر اولیه IBM 650 برای اسکن مستندات پزشکی به کار گرفته شد. اولین برنامه کامپیوتری جهت پرتوتابی به تومورهای مغزی به نام Gamma Knife در سال ۱۹۷۴ معرفی شد، سیستم ربات جراح داونچی در سال ۱۹۹۹ عرضه شد و سیستم بازوی رباتیک تعاملی ارتوپدی جهت استفاده در جراحی‌های زانو و مفصل هیپ در سال ۲۰۰۴ معرفی گردید و هنوز این توسعه خارق‌العاده در حال تکامل است. اکنون جراحان می‌توانند بازوهای رباتیک و سایر عملکردهای ربات را در اتاق فرمان کنترل کرده و حتی این کنترل از راه دور و در دو سوی اقیانوس اطلس از طریق ارتباطات اینترنتی اعمال می‌گردد و جراح در یک کشور می‌تواند به بازوی رباتیک در کشور دیگری فرمان داده و جراحی را انجام دهد. اکنون توجه جراحان به این نوع جراحی‌های رباتیک معطوف شده و تجهیزاتی هم برای ایجاد مهارت و تجربه در این نوع جراحی‌های در اختیار جراحان قرار گرفته است.

البته هنوز ربات‌های جراح به طور کامل اتوماتیک، ساخته نشده‌اند. دکتر مور

بیان می‌کند که مسئله خودمختاری^۱ هم در آینده استفاده از رباتیک پزشکی مطرح خواهد شد.

”ربات معمولاً به وسیله‌ای اطلاق می‌شود که حرکت خودمختار^۲ و یا نیمه خودمختار داشته و قادر به تصمیم‌گیری است ولی بسیاری از وسایلی که ما در حیطه پزشکی و جراحی به نام ربات می‌شناسیم، در حقیقت Telemanipulator هستند که قابلیت دستکاری‌هایی را از راه دور و از طریق واسطه‌های الکترومکانیکال برای پزشک یا جراح فراهم می‌کنند و در کل فرآیند، انسان کنترل را در دست دارد.“

در نسخه جدید سیستم داوینچی که به آن Xi گفته می‌شود و توسط شرکت Intuitive در سال ۲۰۱۴ عرضه شد، این وسیله طوری طراحی شده که دسترسی به هر چهار کوادران شکم را داشته و این باعث آسانتر شدن جراحی‌های شکمی مثل جراحی‌های کولورکتال (روده بزرگ و راست روده) می‌شود. میدان دید و فعالیت دستگاه به راحتی از یک بازو به بازوی دیگر منتقل شده و به تبع آن میدان دید جراح هم بدون نیاز به راه‌اندازی مجدد و تنظیم دوباره دستگاه به راحتی تغییر می‌کند. این قابلیت‌ها باعث می‌شود که جراح هم به راحتی به جلو و عقب حرکت کرده و یک محیط وسیع‌تر جراحی را نسبت به قبل تجربه کند. این فناوری‌ها باعث گشایش در بسیاری از حیطه‌های جراحی عمومی به کمک دانش رباتیک شده و موجب می‌شود که بیماران بیشتری، جراحی‌های با تهاجم کم^۳ را تجربه کنند.

سایر مزیت‌هایی در این نوع جراحی‌ها قابل ذکر است شامل کمتر شدن دستکاری‌های غیرضروری در بدن و یا کوچکتر شدن میدان جراحی توسط جراح است که آن‌ها هم در نهایت به راحت‌تر شدن جراحی و دقیق‌تر شدن آن کمک می‌کنند.

¹ Autonomy

² Autonomous

³ Minimally Invasive



سیستم جدید داونچی به نام Xi

تصویربرداری فلورسانس هم یک کاربرد دیگر در زمینه بهینه سازی جراحی‌ها است. عروق خونی، لنف نودها و مجاری صفراوی می‌توانند با دقت توسط مواد حاجب فلورسانس که در زیر نور ماوراء بنفش قابل رؤیت است، مشخص شده و این فناوری در بسیاری از انواع جراحی‌ها می‌تواند کمک کننده باشد.



دکتر مور در کنار سیستم داونچی

موانع پذیرش بیشتر این فناوری

یکی از موانعی که جهت پذیرش بیشتر ربات‌های جراح وجود داشته و باید از میان برداشته شود، تصحیح برداشتی است که مردم از خودمختاری ربات‌ها دارند. مردم در مورد جراحی‌هایی که به وسیله یک ماشین از پیش برنامه‌ریزی شده صورت می‌گیرد، به حق دچار اضطراب و نگرانی می‌شوند. آن‌ها از این که تحت اختیار یک ربات قرار بگیرند می‌ترسند. اما اگر ربات ارتوپدی را که برای شما معرفی کردیم، در نظر بگیرید با این که مسیر برش از قبل تعیین شده است و ربات یک برنامه از پیش تعیین شده را اجرا می‌کند، ولی جراح بر کل فرایند نظارت داشته و در مورد این برنامه مسئول است. بیماران زمانی که تحت اختیار یک انسان قرار گیرند کمتر دچار نگرانی می‌شوند تا وقتی که در اختیار یک ماشین قرار گرفته باشند.

مانع دیگر درک اشتباهی است که از اقتصاد رباتیک دارند. بر اساس گفته‌های دکتر مور، بیماران با نگاهی به هزینه‌های این فناوری‌ها می‌پندارند که این هزینه‌های سنگین، به هزینه‌های انجام عمل جراحی آن‌ها افزوده می‌شود و به ایشان این احساس را می‌دهد که استفاده از رباتیک در خدمات سلامت منجر به افزایش هزینه‌ها خواهد شد و در قبال آن هیچگونه ارزش افزوده‌ای به نسبت هزینه‌های پرداختی دریافت نمی‌کنند.

اما حقیقت این است که ربات‌ها، جراحی‌هایی که قبلاً با انجام برش‌های بزرگ انجام می‌شده را با برش‌های بسیار کوچکتر انجام می‌دهند و با این که هزینه‌های این فناوری به مخارج بیماران افزوده می‌شود ولی عواملی مثل کاهش عوارض جراحی و کمتر شدن احتمال بستری دوباره در بیمارستان، باعث می‌شوند که در کل بیمار با استفاده از این فناوری‌ها، مخارج بسیار کمتری (به نسبت هزینه‌ای که برای استفاده از فناوری می‌پردازد) داشته باشند.

چالش دیگری که شرکت‌های مولد این فناوری برای ورود این پیشرفت‌ها به حوزه خدمات سلامت دارند، وجود سازمان‌های تنظیم مقررات یا رگولاتوری‌ها هستند. این سازمان‌ها باید تعادلی بین ارتقاء سلامت عمومی و حفاظت از سلامت افراد برقرار کنند. وقتی که ارتقاء سلامت بیش از حد مورد تأکید قرار گیرد، فناوری‌ها و داروهای جدید که پتانسیل بهبود وضعیت بیماران را دارند، با شور و شوق مورد پذیرش قرار گرفته و به خطری که بعضی جنبه‌های منفی این فناوری‌ها ممکن است داشته باشند چندان توجه ای نمی‌شود. در مقابل اگر حفاظت از سلامت افراد مورد تأکید بیش از اندازه قرار گیرد، هر فناوری و داروی جدیدی تا وقتی که مزایای آن اثبات شود، خطرناک انگاشته می‌شود. به این ترتیب نوآوری‌های کمی در فرآیند رگولاتوری به حیات خود ادامه خواهند داد. جهت تعادل مناسب بین ارتقاء سلامت و حفاظت از سلامت، جامعه به یک رابطه تکامل یافته بین فایده و ریسک این فرآیندها نیاز دارد.

من با پروفیسور بلیک هانفورد^۱ که مدیر آزمایشگاه بیورباتیک در دانشگاه واشنگتن است مصاحبه کردم و بحث ما در مورد قابلیت‌های استفاده از رباتیک پیشرفته در پزشکی و موانع پیش روی آن بود که باید بر آن‌ها غلبه گردد. او کسی است که در حیطه کنترل از راه دور ربات‌ها در سازمان فضایی آمریکا (NASA) کار کرده و برنده جایزه ملی پژوهشگر جوان بنیاد علوم ریاست جمهوری می‌باشد. او به عنوان یک فرد صاحب نظر در بیوماشین‌های جراح و سایر ربات‌هایی که بر پایه‌های زیست‌شناختی طراحی می‌شوند، چنین گفت:

”در ربات‌ها هم مانند سایر تجهیزات پزشکی، توازن بسیار سخت‌گیرانه‌ای وجود دارد بین نوآوری که امکانات فناورانه را در اختیار ما می‌گذارد و وظیفه که انجام کار را به ثابت شده‌ترین روش ممکن لازم می‌داند. پذیرش گسترده‌تر ربات‌های پزشکی نیاز به پیشرفت در هر دو جنبه دارد. در کلینیک نیاز ما، به کار گرفتن و اعتبار بخشیدن این دستگاه‌ها و کاربرد آن‌ها در جهت بهبود حال بیماران و درمان ایمن‌تر آن‌ها با کمک درمان‌های وابسته به رباتیک است. اما از جنبه مهندسی ما نیاز به پیشرفت‌هایی در معماری نرم‌افزارها داریم تا عملکرد آن‌ها به صورت قابل اعتمادی با الگوریتم‌های رباتیک با کارکرد از راه دور^۲ درهم تنیده شود.“

در صحبت‌های من با دکتر هانفورد، او بسیار با هیجان در مورد پروژه‌ای سخن گفت که در آزمایشگاه بیورباتیک در حال انجام آن بود و توسط مؤسسه سلامت آمریکا (NIH) تأمین مالی می‌شود. او با همکاران مرکز پژوهش‌های سرطان Fred Hutchinson قصد دارد تا توده‌های سرطانی را به وسیله مولکولی که از سم عقرب استخراج شده، علامت‌دار کرده و به توده سرطانی خاصیت فلورسانس بدهد. عوامل تصویربرداری

^۱ Blake Hannaford

^۲ Teleoperation

فلورسانس بیشتری هم به زودی در بازار سلامت در دسترس قرار خواهد گرفت که با استفاده از آن‌ها جراح این توده‌ها را به صورت مستقیم مشاهده کرده و در حین عمل از آسیب بیشتر به بافت‌های مجاور و اعصاب و عروق نزدیک به آن جلوگیری خواهد شد. آن‌ها همچنین در گسترش «جامعه توسعه دهندگان^۱ فعال» نقش داشته و در تشویق مراکز به استفاده از نرم افزارهای منبع باز^۲ که اکنون در دانشگاه‌های متعددی از آن‌ها بهره برده می‌شود، مؤثر هستند. البته این که چطور باید این نرم افزارهای متن باز توسط سیستم‌های رگولاتوری بررسی شوند را به درستی نمی‌دانیم ولی برای سازمان غذا و دارو که ایده‌های جذاب را مطالعه کرده و مورد بررسی قرار می‌دهد، رفع ایرادات^۳ نرم افزارهای متن باز و اصلاح آن‌ها به مراتب آسان تر از نرم افزارهایی است که توسط شرکت‌های بزرگ طراحی شده و با حق اختراع‌های^۴ متعددی حفاظت می‌شوند. پژوهشگران فکر می‌کنند که ایجاد یک شبکه رگولاتوری شفاف برای نرم افزارهای پزشکی که شامل مجموعه‌های ترکیبی از نرم افزارهای متن باز و متن بسته^۵ باشد و همزمان با این فعالیت‌ها، طراحی مطالعات طولی^۶ که در آن‌ها مزایای استفاده از فناوری‌های رباتیک جدید اثبات شود، هر دو را در جهت تحکیم جایگاه رباتیک پیشرفته در اتاق‌های عمل مورد نیاز می‌دانند.

یک هدف مهم ایجاد حس لمس در ربات‌ها است و توانایی تشخیص این که ربات‌ها چه چیزی را لمس می‌کنند. این به معنی بازخورد لمسی^۷ از بافت بدن بیمار توسط ربات و انتقال آن به دستان جراح است.

بر طبق گفته‌های پروفیسور هانفورد فناوری مبتنی بر لامسه در طی ده سال

¹ Developers

² Open-source

³ Bugs

⁴ Patents

⁵ Closed-source

⁶ Longitudinal

⁷ Haptic Feedback

گذشته تکامل زیادی پیدا کرده ولی هنوز برای ورود قدرتمندانه به بازار باید پیشرفت‌های بیشتری کسب کند. بازخورد لمسی در ربات‌های جراح یک نیاز اساسی است و سرانجام به آن دست پیدا خواهیم کرد. البته هنوز کاملاً روشن نیست که چگونه بازخورد لمسی به عنوان یک فرآیند، به طور کاملاً ایمن و پایدار مورد تأیید قرار خواهد گرفت. در آینده جراحان ممکن است بر روی یک صندلی ویژه بنشینند و تصاویر بسیار واضح و سه بعدی از آنچه که بازوهای رباتیک دریافت می‌کنند را مشاهده کرده و بنابراین قادر خواهند بود حرکات جزئی را با دقت بسیار بالایی از راه دور کنترل کنند. در نواحی کمتر توسعه یافته، ربات‌های جراح می‌توانند عامل انجام جراحی‌هایی شوند که به وسیله کنترل جراحان خبره از هزاران کیلومتر دورتر صورت می‌گیرد.

پروفسور جاکوب روزن^۱ از دانشگاه کالیفرنیا، در فصلی که در مورد تجهیزات پزشکی در کتاب «Surgical and Image Guided Technologies» نوشته است به سه روند مهم اشاره می‌کند که می‌توانند باعث تغییرات بنیادین در جراحی رباتیک شوند. روند اول تلاش برای کاهش اقدامات تهاجمی است که عامل کاهش تروما و آسیب به بافت‌های اطراف شده و کاهش خطر عفونت و در نتیجه بهبود سریع‌تر و کاهش مدت زمان بستری بیمار را باعث می‌شود.

روند دوم، بهبود تصویربرداری است. دوربین‌های آندوسکوپیک همراه با مدالیته‌های جدید تصویربرداری، نماهای جدیدی را به ما ارزانی داشته و باعث بهبود مشاهده ساختارهای آناتومیک بیمار می‌شود.

روند سوم نگرانی در مورد سطح خود مختاری ربات‌ها است و این که چه مقدار از کنترل جراح برای اجرای یک عمل جراحی مورد نیاز است. در سال ۲۰۰۷ یک برنامه پژوهشی به نام Trauma Pod انجام شد که به وسیله آژانس پروژه‌های پژوهشی پیشرفته دفاعی^۲ مورد حمایت مالی قرار گرفته بود. در این پژوهش نشان داده شد که

^۱ Jacob Rosen

^۲ DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency

یک اتاق عمل می‌تواند تماماً خودکار بوده و هیچ انسانی در آن وجود نداشته باشد. جراح می‌تواند ربات جراح را به وسیله حضور از راه دور^۱ کنترل کند و تکنسین اتاق عمل هم با بازوهای رباتیک حامل وسایل و تجهیزات جراحی جایگزین شده و کار سایر تکنسین‌ها هم با استفاده از ربات‌های خاص در طول عمل جراحی قابل انجام است.



نمونه مفهومی و الگوی اولیه ربات‌های آینده که به همراه سیستم‌های ارتباط از راه دور، مورد استفاده پزشکان قرار خواهند گرفت.

درک ارزش رباتیک

دکتر مور می‌گوید که حتی با وجود ربات‌های جراح، اتاق‌های عمل کاملاً رباتیک نخواهند شد. وظایف بسیاری در مراقبت از بیمار هنگام جراحی وجود دارد که انسان‌ها به راحتی و با تنوع در مهارت‌های مختلف می‌توانند آن‌ها را انجام داده و ارزش کمی برای ساختن ربات، جهت انجام این کارها وجود دارد. انسان‌ها در خیلی از جنبه‌ها از ربات‌ها پیش بوده و هر گاه که انجام وظایف متعدد با مهارت‌های مختلف همراه با انعطاف‌پذیری در عملکرد مورد نیاز باشد، انسان همچنان بهترین گزینه انجام این گونه

¹ Telepresence

کارها خواهد بود.

در حال حاضر مقرون به صرفه بودن این سرویس‌ها و فناوری‌های جدید، مثل حضور رباتیک در سامانه خدمات سلامت جاری مشخص نیست و فقط شاید مسئولان امور مالی بیمارستان‌ها در این مورد آگاهی کمی داشته باشند! در حالی که پزشکان و بیماران تمایل به استفاده از امتیازات ارزشمند این فناوری داشته و عقیده دارند که این فناوری می‌تواند منجر به پیامدهای بهتری در نتیجه درمان شود، نه پزشکان و نه بیماران در سیستم سلامت آمریکا به داده‌های مربوط به هزینه این نوع فناوری‌ها دسترسی کافی ندارند. بنابراین همانگونه که دکتر مور می‌گوید، بسیار مشکل است در مورد به صرفه بودن این نوع فناوری‌ها بتوان قضاوت کرد. در سال‌های اخیر بیماران تحصیل کرده بیشتری خواهان جراحی‌ها با تهاجم کمتر و یا جراحی توسط ربات‌ها شده‌اند. بسیاری از این اقدامات به نظر مقرون به صرفه می‌آیند ولی هنوز بیماران درک کمی از جنبه‌های اقتصادی آن دارند.

با فهم بیشتر عملکرد ربات‌های جراح متوجه خواهیم شد که آن‌ها بیشتر باعث تقویت قابلیت‌های جراحان خواهند شد تا این که بخواهند جایگزین آن‌ها شوند. این ربات‌ها می‌توانند به جراحان مهارت، دید و هدایت در مسیری را عطا کنند که خارج از توانایی یک انسان به تنهایی می‌باشد. مانند دیگر موارد فناوری‌های پیشرفته، درک این مطلب که هنوز جراحان کنترل جراحی را بر عهده دارند، در پذیرش عمومی جراحی‌های رباتیک مؤثر بوده و اضطراب بیماران را کمتر می‌کند.

بر طبق نظر کارشناسان، ساخت وسایل بسیار ریزی که قطر کمتر از یک میلی‌متر دارند، بسیار ارزشمند بوده و این وسایل کوچک متحرک مقاوم که در مقیاس‌های میکرو^۱ مداخله می‌کنند آنقدر قابلیت دارند که به راحتی با سلول‌ها تعامل می‌کنند. هدف نهایی که دکتر مور از ساخت این گونه وسایل با من در میان گذاشت، رسیدن به تشخیص

¹ Micro-scale

زودتر، دقیق تر و بهتر سرطان بوده تا بتوانیم آن را در زمانی که با جراحی درمان پذیر است مداوا کنیم. با رسیدن به این هدف، سرطان فقط مثل یک سرعت گیر در مسیر زندگی یک فرد بوده و دیگر به مثابه یک تراژدی، نابود کننده زندگی نخواهد بود.

ربات ها در میان ما

مثال های زیادی وجود دارد که چطور ربات ها می توانند در پزشکی و حتی در زندگی روزانه ما نقش داشته باشند.

ربات تلنویید^۱ که توسط دانشگاه اوزاکا و مؤسسه بین المللی پژوهشی ارتباطات پیشرفته طراحی شده است یک ربات عملگر از راه دور بر پایه اندروید^۲ بوده که برای انتقال حس حضور افراد^۳ توسعه یافته است. این ربات می تواند مانند یک شخصیت مینی مالیستی رفتار کرده و ظاهر شود و بینندگان این ربات می توانند در کنار آن حضور افراد آشنایی را که در حال حاضر از آن ها دور هستند را احساس کنند. این حضور از راه دور می تواند یک نوه برای پدر بزرگ پیری باشد که می تواند از این طریق با او ارتباط برقرار کند. ربات دیگری به نام آکتروئید^۴ که آن هم توسط دانشگاه اوزاکا طراحی شده، می تواند به عنوان یک همراه و همدم بالقوه عمل کند. این ربات انسان نما^۵ از نظر بصری هم زیبا به نظر رسیده و شبیه یک بانوی جوان ژاپنی طراحی شده است. این ربات می تواند بعضی از عملکردهای انسان زنده را مثل چشمک زدن و یا نفس کشیدن را تقلید کند و همچنین می تواند صحبت ها را تشخیص داده و با مهربانی به آن ها پاسخ دهد.

The Vasteras Giraff که یک ابزار ارتباطی مشابه اسکایپ است، به افراد مسن

^۱ Telenoid R1

^۲ Teleoperation Android Robot

^۳ Individual Presence

^۴ Actroid

^۵ Humanoid Robot

در داشتن ارتباط بهتر با جهان خارج یاری می‌کند. این وسیله کنترل از راه دور بوده و دارای چرخ، یک دوربین و یک مانیتور است. همچنین The Aethon TUG هم یک سیستم خودکار است که در راهروهای بیمارستان می‌تواند حرکت کرده و دارو، غذا و یا تجهیزات را جا به جا کند. این وسیله می‌تواند از آسانسور هم استفاده کند. مدل‌های جدیدی از این ربات‌ها که کارکردهای متفاوتی دارند، تقریباً به طور ماهانه معرفی می‌شوند.

اطلس^۱ که یک ربات ۱۸۳ سانتی‌متری با وزن ۱۵۰ کیلوگرم بوده و از آلومینیوم و تیتانیوم ساخته شده، توانایی راه رفتن بر روی زمین ناهموار را دارد. این ربات در برابر ضربه‌های ناشی از پرتاب اجسام به سوی آن مقاوم بوده و قادر به حفظ تعادل بر روی یک پای خود می‌باشد. قیمت این ربات حدود دو میلیون دلار است و در سال ۲۰۱۳ این ربات انسان‌نما که بر روی دو پا حرکت می‌کند توسط شرکت Boston Dynamics در یک کنفرانس معرفی شد. پس از فاجعه هسته‌ای که در سال ۲۰۱۱ در فوکوشیما ژاپن به وقوع پیوست، شش گروه مختلف در چالش رباتیک ۲۰۱۴ که توسط DARPA (آژانس پروژه‌های پژوهشی پیشرفته دفاعی) اعلام شده بود با هم به رقابت پرداختند. این رقابت برای آزمایش ربات‌ها جهت انجام وظایفی مشابه شرایط فاجعه فوکوشیما صورت گرفت و در آن قابلیت‌هایی مثل سوار و پیاده شدن از اتومبیل، رانندگی، باز کردن در و یا استفاده از ابزار به نمایش گذاشته شد. در آینده نزدیک دستان حساس ربات اطلس قادر خواهد بود که از ابزارهایی که برای استفاده انسان طراحی شده، استفاده کند. همچنین با داشتن دوربین‌ها و نرم افزارهای هوشمند می‌تواند وظایفی را در محیط اطراف خود انجام دهد. مثلاً می‌توان به او گفت یک تکه چوب را از زمین بردارد و یا به او گفت که آن را از دستانش رها کند.

در شرق آلمان و در یک فروشگاه نوشیدنی، رباتی به نام کارل (Carl) به مشتریان

¹ Atlas

خدمت ارایه می کند. این ربات قادر به تهیه انواع نوشیدنی های مخلوط بوده و همچنین می تواند ارتباط کلامی محدود با مشتریان برقرار کند. طراحی این ربات توسط یک مهندس مکاترونیک به نام بن شفر^۱ در شرکت H&S Robots صورت گرفته است. او حدود ۲۳ سال تجربه کاری در این زمینه و در شرکت آلمانی KUKA دارد.

ویبوت^۲ که شرکتی کوچک در کالیفرنیا است، توانسته رباتیک را با نرم افزار تحلیل تصاویر^۳ ترکیب کرده و از آن برای گرفتن نمونه خون به صورت ایمن در بیماران استفاده کند. ابتدا دستگاه جریان خون را در آن ناحیه متوقف می کند (مثل زمانی که هنگام خونگیری توسط انسان، با بستن نواری در بالای آرنج، جریان خون وریدی زیر آرنج را متوقف می کنند تا وریدها برجسته شده و بهتر مشاهده شوند). سپس با نور فروسرخ^۴ که بر سطح پوست تابیده می شود، دوربین به دنبال ورید می گردد و پس از آن دستگاه با کمک اولتراسوند دوباره وجود ورید را کنترل کرده تا مطمئن شود که بر روی هدف قرار دارد. در کمتر از یک دقیقه دستگاه نمونه خون را می گیرد و موفقیت آن حدود ۸۳٪ است (معادل درصد موفقیت انسان در گرفتن نمونه خون) این شرکت قصد دارد قبل از آن که این وسیله را وارد کارآزمایی های بالینی کند، میزان موفقیت آن را به حدود ۹۰٪ برساند.

یک شرکت اسرائیلی به نام Given Imaging برای اولین بار قرص های دوربین دار را تولید کرده که پس از بلعیده شدن، اطلاعاتی را به دریافت کننده ای که در خارج بدن بیمار قرار دارد ارسال می کند. چندین گروه پژوهشی بر روی قابلیت حرکت و مانور توسط خود قرص ها در حال فعالیت هستند (نه این که قرص ها فقط با حرکت دستگاه گوارش تکان بخورند، بلکه خود بتوانند عامل ایجاد حرکت باشند). جمعی از

¹ Ben Schaefer

² Veebot

³ Image Analysis

⁴ Infrared

پژوهشگران اروپایی در گروهی به نام ARES گرد هم آمده و در حال آزمایش بر روی کپسول‌های متعددی هستند که می‌توانند به طور خودکار به همدیگر ملحق شده و این به معنی ایجاد یک وسیله بزرگتر و پیچیده‌تر در داخل معده بیمار، پس از بلعیده شدن مجزای قطعات آن است. چنین کپسول‌هایی ممکن است وظایف متفاوتی مثل تصویربرداری و یا نمونه برداری را بر عهده داشته باشند. این کپسول‌ها در داخل معده به هم متصل شده و یک وسیله مار مانند را ایجاد کرده که در طول روده کوچک هم می‌تواند حرکت کند و وظایف پیچیده‌ای را انجام دهد که انجام آن توسط یک کپسول منفرد و یا چند کپسول مجزای از هم، ممکن نیست.

در آینده داروها و تجهیزات پزشکی به نواحی که به طور سنتی غیرقابل دسترس بودند، به راحتی ارسال خواهند شد. برای مثال ۸۵٪ جاده‌ها در نواحی زیر صحرای آفریقا^۱ در فصل‌هایی از سال، غیرقابل دسترس شده و ارسال تجهیزات و خدمات پزشکی به آن نواحی قطع می‌شود و البته مثال‌های متعددی از این مناطق در تمام جهان وجود دارد.

رباتیک پزشکی هنوز یک حوزه جوان و ناشناخته بوده و پیشرفت‌های فناوری در دو دهه گذشته باعث گسترش و توسعه آن گردیده است. به همین خاطر است که هنوز بهبود بالقوه‌ای که این ربات‌ها می‌توانند در زندگی ما ایجاد کنند، به درستی درک نشده است. فقط پس از گذشت چند نسل است که می‌توان به ارزش‌های این دانش پی برد، گرچه انسان‌های آگاه و تحصیل کرده، هم اکنون به اهمیت آن پی برده و می‌دانند که به خاطر دستاوردهای این حوزه در آینده نزدیک، درمان بیماران بهتر صورت گرفته و به خاطر پیشرفت‌های صورت گرفته در سایر حوزه‌ها مثل مهندسی بافت^۲، ژن درمانی و مداخلات سریع در بیماری‌ها، همگی باعث ایجاد تغییرات شگرفی

¹ Sub-saharan Africa

² Tissue Engineering

در پزشکی خواهند شد.

یک چالش اساسی در جراحی رباتیک خودکار مسئله تصمیم‌گیری^۱ است. همانند جراحان، اکنون ربات‌ها قادرند که وریدها را پیدا کرده و از آسیب زدن به آن‌ها اجتناب کنند و همچنین اگر خونریزی رخ داد، متوجه آن شوند.

دکتر گوانگ-ژونگ یانگ^۲ در کالج سلطنتی لندن بر این باور است که هدف گذاری برای رسیدن به ربات‌های جراح تماماً خودکار یک رهیافت صحیح نیست. واقعیت این است که انسان‌ها در تصمیم‌گیری و یادگیری به اندازه کافی خوب بوده، در حالی که ربات‌ها در انجام کارهای ظریف و دقیق خوب هستند و مجموعه‌ای از این دو می‌تواند ما را به رهیافتی صحیح رسانده و راه حلی برای مشکلات ما باشد.

در تأیید این نظر، جهت‌گیری نوآوری‌های رباتیک که اکنون در حال انجام هستند، به این صورت است که «ربات‌های همکار^۳ با حمایت مستقیم و در یک رابطه همزیستی با همتای انسانی خود عمل می‌کنند». سؤالی که اینجا مطرح می‌شود این است که آیا ما می‌توانیم بدون عواقب نامطلوب، ربات‌ها را کنترل کنیم. در زمانی علمی - تخیلی به نام Runaround که در سال ۱۹۴۲ توسط ایزاک آسیموف به رشته تحریر درآمده، این موضوع پیشگویی شده و سه قانون اولیه به عنوان قوانین سه گانه رباتیک، مطرح شده است.

۱- یک ربات با عملکرد خود ممکن نیست که موجب آزار یک انسان شده و یا از طریق وارد عمل نشدن اجازه دهد که به انسان صدمه‌ای وارد شود.

۲- یک ربات باید به دستوراتی که توسط انسان به او داده می‌شود عمل کند مگر این که دستورات در تناقض با قانون اول باشد.

۳- یک ربات باید از وجود خود محافظت کند، البته تا وقتی که این محافظت با

¹ Decision Making

² Guang-zhong Yang

³ Co-robots

قوانین اول و دوم تناقض پیدا نکنند.

چندی بعد آیزاک آسیموف قانون شماره صفر^۱ را به قوانین بالا اضافه کرد که بر طبق آن «یک ربات ممکن نیست که به انسانیت^۲ صدمه ای وارد کند و یا با عدم اقدام خود باعث صدمه به آن شود».

مقاله ای که در سال ۲۰۱۴ برنده جایزه ای از کنفرانس بین المللی IEEE شده است، ارتباطات انسان - ربات را اینگونه توصیف می کند که در آینده ربات ها با مردم از طریق زبان بدن مشابه انسان، ژست ها و اشارات ارتباط برقرار خواهند کرد. مؤلفان این مقاله بر این عقیده هستند که داشتن این قابلیت ها برای نگهداری ربات ها در خانه یک قدم اساسی بوده و وجود ربات ها در خانه ها باعث خواهد که آن ها تعاملات بهتر و طبیعی تری را با انسان ها داشته باشند. چنین تلاش هایی به نزدیک شدن و کاهش شکاف بین انسان ها و ربات هایی که انسان ها آن ها را خلق می کنند، کمک خواهد کرد.

¹ Zeroth law

² Humanity

نمره دسترسی: ۵

کانون توجه: شاغلین حرفه پزشکی

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- The Society of Robotic Surgery (<http://www.srobotics.org>)
- Medical Robots News by IEEE (<https://spectrum.ieee.org/robotics/medical-robots>)

شرکت ها و شرکت ها نوپا:

- H&S Robots (<http://www.hs-robots.de>)
- Boston Dynamics (<http://www.bostondynamics.com>)
- Da Vinci Surgery (<http://www.davincisurgery.com>)

کتاب:

- Robot by Asimov

فیلم ها:

- Prometheus (2012)
- Ender's Game (2013)

روند هشتم

ژنومیک و پزشکی فردگرایانه واقعی

زمانی که من به عنوان دانشجوی پزشکی پذیرفته شدم، اتمام پروژه ژنوم انسانی اعلام شد و در نهایت اطلاعات ژنتیکی DNA انسان در دسترس همگان قرار گرفت. من از فرصتهایی که پیشرفت در ژنومیک برای انسانها فراهم می کرد، شگفت زده بودم. هنگامی که من بر روی PhD خود کار می کردم، پروژه ژنوم شخصی^۱ در سطح جهان با هدف تعیین توالی و انتشار ژنوم کامل حدود صد هزار داوطلب و به اشتراک گذاردن اسناد پزشکی آنها، توجه همه را به سوی خود جلب کرده بود. از زمان اتمام پروژه ژنوم انسانی در سال ۲۰۰۳، دیدگان ما به سوی دوران پزشکی فردگرایانه گشوده شد. در این نوع پزشکی، هر فرد درمان ویژه خود را دریافت کرده و دوز داروی متناسب خود را می گیرد. بر طبق نظریه «ائتلاف پزشکی فردگرایانه»^۲، حدود ۱۵۰ مورد وجود دارد که در آنها ژنومیک شخصی (جهت درمان) اعمال می شود. این موارد همگی بر پایه شواهد و مطالعات موجود مشخص شده و هر چه بیشتر به سوی جلو حرکت می کنیم، فرصتهای بیشتری برای استفاده از تحلیل DNA در کنار تخت بیمار خواهیم داشت. در آینده، این کار یک قدم الزامی قبل از تجویز هر نوع درمان برای بیمار خواهد شد. در این نوع طبابت، هر بیمار باید نوع دارو و دوز دارویی که دقیقاً متناسب با ژنوم منحصر به فرد و زمینه متابولیک خود است را دریافت کرده و برای رسیدن به این هدف انجام توالی DNA به صورت سریع، دقیق و با قابلیت دسترسی گسترده به آن، مورد نیاز خواهد بود.

^۱ Personal Genome Project

^۲ Personalized Medicine Coalition

من در طول دفاع از رساله دکترای خود با دکتر ژول دادلی^۱، استادیار علوم ژنتیک و ژنومیک و مدیر بخش انفورماتیک زیست پزشکی در دانشکده پزشکی مونت سینای^۲ آشنا شدم. او و گروه همکارانش در نیویورک بر روی یکی از مهیج ترین پروژه ها در زیست شناسی، زیست پزشکی و ژنومیک کار می کنند. وقتی از او پرسیدم که به نظر او علم ژنومیک به کدام سو می رود، او با خوشرویی در مورد شرایط پزشکی خودش و ارتباط آن با ژنوم خود سخن گفت:

”من فکر می کنم یکی از روش هایی که می تواند به گسترش دسترسی به فناوری های نوآورانه در پزشکی منجر شود، کمک به بیماران برای درک بهتر این مسائل است. با یک مثال در مورد خودم شروع می کنم. من مبتلا به بیماری کرون هستم که یک بیماری التهابی روده هاست. من در این مورد حساسیتی ندارم و به راحتی می توان در مورد آن با شما گفتگو کنم و توضیح دهم که چگونه ژنوم من در فرایند درمان بیماری مؤثر است. من در ژنوم خود یک جهش در ژن TPMT دارم که باعث افزایش عوارض جانبی داروی 6-Mercaptopurine (که از داروهای مورد استفاده در درمان کرون است) در من می شود. به نظر من بیماری هایی که انسان به آن ها مبتلا می شود، پیچیده بوده و تظاهرات آن ها نیز گاهی در هر فردی منحصر به فرد است. افرادی که به یک بیماری خاص مبتلا می شوند ممکن است درک و دریافتی منحصر به فرد و علائم و نشانه های مخصوص به خود را داشته باشند.“

او متذکر شد که چطور می توان به افراد مبتلا به بیماری کرون کمک کرد تا درک بهتری از شرایط بیماری خود داشته باشند و بتوانند جهش های مربوط به این بیماری را در ژنوم خود که بر روی درمان و یا پیشرفت بیماری مؤثر هستند را شناسایی کنند.

¹ Joel Dudley

² Mount Sinai

به گمان او وقتی فردی شواهدی در DNA خود پیدا می کند که درگیری و چالش او را با بیماری که به آن مبتلا است، توجیه کرده و یا یک ژن خاص که در بدن او شکسته و آسیب دیده را پیدا می کند، همین برای او حس آرامش بخشی به همراه خواهد داشت. همچنین او می تواند روابط صمیمی تری با سایر افراد مبتلا به همان بیماری برقرار کند، بدون آن که خود را مقصر ابتلا به این بیماری بداند.

او مثال دیگری را در مورد بیماری اوتیسم مطرح می کند. اوتیسم یک بیماری پیچیده با اجزای ژنتیکی قوی است. در این بیماری، والدین و بچه های مبتلا به آن باید به طور مداوم با سوء برداشت سایر افراد و الگوهای ساده انگارانه بقیه افراد جامعه، خانواده و گاهی افراد شاغل در حرفه پزشکی برخورد داشته باشند. اگر در خلال این تست های ژنتیکی یک جهش مرتبط با بیماری اوتیسم یافت شود، این باعث می شود که آن ها بهتر بتوانند تلاش و تقلای روزانه خود را برای دیگران توجیه کرده و با نشان دادن شواهد علمی به دیگران، بیماری را توضیح دهند.

دکتر دادلی عقیده دارد که در آینده ژنومیک به عنوان یک خواسته، مورد پذیرش عموم قرار خواهد گرفت، گرچه سیستم های درمانی هنوز به طور کامل به اهمیت اطلاعات ژنومیک در درمان بیماری ها پی نبرده اند و سازمان های مسئول هم برای رفع این معضل ترغیب نشده اند. یکی از دلایلی که پزشکان ارتباط محدودی با اطلاعات ژنومیک دارند، این است که آن ها به طور سنتی آموزش کمی در مورد ژنومیک و آثار آن بر گسترش بیماری ها داشته اند.

البته امروزه بیشتر از همه در حوزه آنکولوژی به اهمیت این موضوع پی برده شده و هر از گاهی لیست بلند بالایی از جهش هایی که عامل سرطان های مختلفی می شوند به دست مردم می رسد. برای همین در بیماران مبتلا به سرطان بیش از بقیه، انجام تست های ژنومیک برای راهنمایی پزشکان در درمان و تجویز دارو مفید به نظر می رسد که البته این کار هم مستلزم تعیین توالی ژنوم فرد است.

تیم دکتر دادلی از یک روش بسیار زیبا در ژنومیک و سامانه‌های بیولوژیک برای آنالیز استفاده می‌کند که بیشتر بر ارزش‌هایی که پزشکان باستان برای درمان بیماران به آن‌ها اعتقاد داشته‌اند مبتنی است. به عقیده آن‌ها:

”مشکل اینجا است که ما مطالبی که پزشکان یونانی هزاران سال قبل می‌دانستند را فراموش کرده‌ایم. این حقیقت که بدن انسان یک مجموعه سازگار پیچیده‌ای است که با اجزای پویای متعددی، چه در داخل بدن و چه خارج آن تعامل داشته و در سطوح مختلف با آن‌ها ارتباط دارد. یکی از نشانه‌های اصلی وجود یک سامانه سازگار پیچیده^۱ مانند بدن انسان این است که شما با شناخت اجزای تشکیل دهنده آن نمی‌توانید کل مجموعه را درک کنید چون این نوع مجموعه‌ها چیزی بیشتر از اجزاء تشکیل دهنده خود می‌باشند. با توجه به این حقیقت، پزشکی و زیست‌شناسی اکنون بر روی این اجزا و بیماری‌ها تمرکز کرده و هر روز تخصصی‌تر می‌شوند که به عقیده من مسیر اشتباهی را رفته و این راه، به شناخت بهتر بدن انسان منجر نخواهد شد. هیچ بیماری به صورت مجزا از بقیه فیزیولوژی یک شخص، ظاهر نخواهد کرد.“

دکتر دادلی امیدوار است که ما در آینده بتوانیم بیماری‌ها را، مشابه داده‌های GPS تعریف کنیم. در این روش هر فرد به صورت یک مشخصه عددی و در ارتباط با سایر بیماران و بیماری‌ها و براساس مشابهت با آن‌ها دسته بندی خواهد شد. همراهان بیمار هم اطلاعاتشان توسط حسگرهای زیستی^۲ جمع‌آوری شده و بررسی می‌گردد و با این روش می‌توان متوجه شد که این همراهان بیمار تا چه حد به بیماری فرد مبتلا مستعد بوده و از این طریق می‌توان به آن‌ها کمک کرد. با کمک اینگونه پیشگیری‌ها است که کانون توجه خود را از بیماری و درمان آن، به سمت تأمین سلامت انسان و طول عمر آن تغییر می‌دهیم.

^۱ Complex adaptive system

^۲ Biosensors

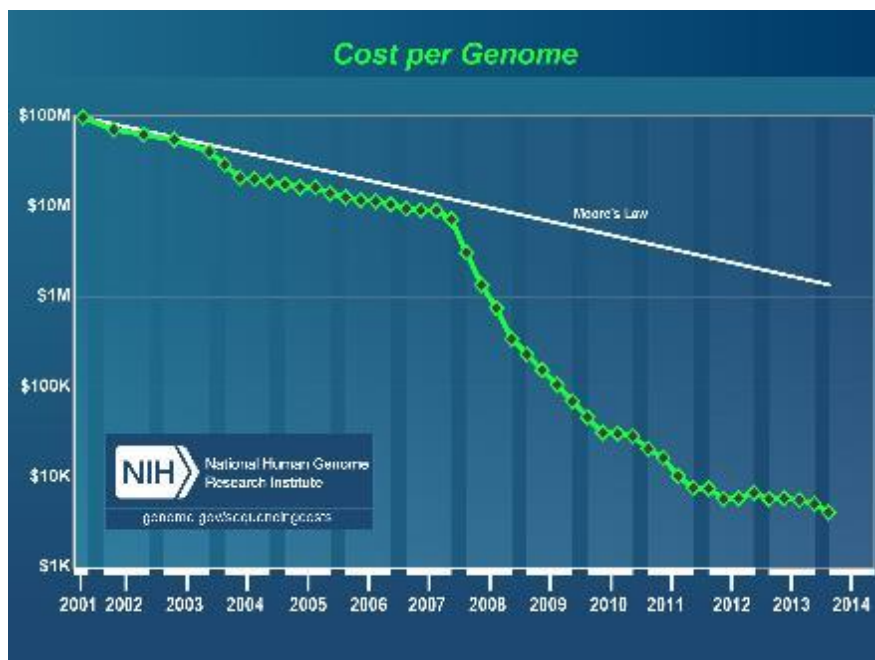
اطلاعات ژنوم افراد

من روزی را می بینم که داشتن توالی ژنوم در بین انسان ها یک امر شایع و عادی خواهد بود. اگر تعداد ساکنین زمین را ۷ میلیارد نفر فرض کنیم، با توجه به وجود حدود ۳ میلیارد جفت باز^۱ در ژنوم هر فرد حدود $2/1 \times 10^{19}$ جفت باز در سطح جهان وجود دارد. با توجه به روندی که در سایر صنایع مثل تلفن های همراه شاهد بودیم، من فکر می کنم که در آینده هزینه انجام تعیین توالی ژنوم برای افراد به نزدیک صفر برسد ولی تحلیل این اطلاعات و استخراج نتایج مفید آن در تصمیمات پزشکی، همچنان گران خواهد بود.

دکتر دادلی با نظر من در مورد کاهش قیمت تعیین توالی ژنوم موافق بوده ولی او حدس می زند که تفسیر ژنوم هم در نهایت رایگان خواهد شد. از نظر او الگوهایی که مشاهده می شود، نشان دهنده سرمایه گذاری عظیم بر روی ابزارهای تفسیر بهتر ژنوم بوده و همچنین گسترش استفاده از خدمات اینترنتی هم در این زمینه کمک کننده است. در آینده بسیاری از این وبسایت ها، حاوی مجموعه بزرگی از اطلاعات ارزشمند جمعیت قابل توجهی از افراد بوده و می توانند باعث کمک و راهنمایی مردم شوند. آن ها می توانند از این ابزار برای جلب توجه مردم به خود و وبسایتشان استفاده کرده و برای این جلب توجه حاضرند هزینه هایی را پرداخت کنند.

با تأسف باید گفت که استفاده بالینی گسترده تر از ژنومیک هنوز کاملاً تثبیت نشده است و مثال های کاربرد ژنومیک محدود است به فارماکوژنومیک که در مورد نوع و شدت پاسخ افراد مختلف به دارویی خاص بحث کرده و دیگری آنکولوژی است که اطلاعات ژنومیک برای تصمیمات پزشکی از اهمیت بالایی علمی و کلینیکی برخوردار است. بدون وجود شواهد بیشتر اثبات شده پیرامون سودمندی اطلاعات ژنومیک، حتی بخش خصوصی هم حاضر به سرمایه گذاری و قبول هزینه برای کاربرد فناوری های ژنومیک نخواهد بود.

¹ Base Pair



نمودار لگاریتمی هزینه تعیین توالی ژنوم انسانی و تغییرات آن در طول زمان که توسط مؤسسه ملی پژوهشی ژنوم انسانی تخمین زده شده است.

در سال ۲۰۰۹ من به کمپ ساینس فو^۱ دعوت شدم که در یکی از دفاتر منطقه‌ای گوگل به نام گوگل پلکس^۲ قرار دارد. در آنجا با پروفسور جرج چارچ^۳ ملاقات کردم که یکی از استادان معروف ژنتیک دانشگاه هاروارد است. از او خواستم تفکراتش را در مورد آینده تعیین توالی ژن‌ها برای من بیان کند. او با من یک قرار مصاحبه تلفنی گذاشت که در آن، من ابتدا هدف خود از نوشتن این کتاب را بیان کردم و بعد نظر او را جویا شدم:

”در اینجا هم تماس انسانی نقش دارد زیرا این روش برای مدت‌ها مرسوم بوده است، نشستن کنار تخت بیمار و تلاش برای بالا بردن روحیه او. اگر چه

¹ Science Foo

² GooglePlex

³ George Church

پیشرفت‌هایی در ژنومیک انسانی به وقوع پیوسته و بعضی از این پیشرفت‌ها باعث خودکار شدن برخی فرآیندها شده است، ولی پزشکان نمی‌توانند خارج از روشی که به آن خو گرفته‌اند، رفتار کنند و این دقیقاً همان تماس انسانی است که ما قبلاً هم از آن برخوردار بوده‌ایم. گرچه بیماران در ابتدا مجذوب فناوری‌های نوین شده و از پزشکان درخواست استفاده از این فناوری‌ها را خواهند داشت؛ اما باید دانست وظیفه پزشکان دانستن این جزئیات فناورانه نیست و مثلاً لازم نیست که بدانند دستگاه MRI چگونه کار می‌کند، بلکه آن‌ها باید آگاه باشند که چرا و چه موقع باید از آن استفاده کنند.

هزاران اتفاق ممکن است در حوزه ژنومیک به وقوع بپیوندد ولی در مورد وقوع هیچکدام از آن‌ها نمی‌توان تضمینی داد. پروفیسور چارچ می‌گوید که آموزش به مردم عادی همراه با آموزش به افراد شاغل در حرفه‌های وابسته به پزشکی بزرگترین قدم در آینده خواهد بود. با استفاده از طب پیشگیری، مردم بیشتر از گذشته قادر به حفظ سلامت خود بوده و نقش مؤثرتری در سلامت خود ایفا خواهند کرد که به نسبت نقش غیرفعالی که هم اکنون دارند، پیشرفتی مهم به حساب می‌آید.

از او در مورد کیفیت به دست آوردن اطلاعات در ژنومیک و کاربردهای آن پرسیدم. او دیدگاه کاملاً خوشبینانه‌ای در این مورد داشت. برای مثال او بیان کرد که در آینده با استفاده از تلفن‌های هوشمند، تعیین توالی به صورت پرتابل^۱ میسر خواهد بود و یا با کمک عینک‌هایی که وجود بعضی عوامل بیماری‌زا یا حساسیت‌زا را در محیط نمایان خواهند کرد، زندگی، تحصیل و کار ما با تغییر مواجه خواهد شد. اولین دستگاه‌های GPS را به خاطر بیاورید، استفاده از آن‌ها بسیار مشکل و خود دستگاه بسیار پیچیده بود ولی با پیشرفت صنعت، دستورالعمل‌ها آنچنان ساده شد که مردم عادی هم به راحتی از آن استفاده می‌کنند. چنین سناریویی هم برای ژنومیک به وقوع

¹ Portable DNA Sequencing

خواهد پیوست. به عقیده دکتر چارچ آنچه که ما در این زمان بیش از همه چیز به آن نیاز داریم، نرم افزارهای بهتر است.

ژنومیک می تواند زندگی را تغییر دهد

من آزمایشات ژنومیکی را انجام داده‌ام که نشان می‌داد حامل چند ژن جهش یافته هستم. همچنین قسمت‌هایی از ژنوم خود را تعیین توالی کردم که توسط سه شرکت Navigenics، Pathway Genomics و Gentle انجام شد که البته شرکت Gentle یک فایل متنی که حاوی اطلاعات ژنومیک من همراه با تحلیل آن بود را هم ارایه کرد. با توجه به تجربه خود کاملاً تصویر روشنی از مراحل انجام این فرایند داشته و می‌دانم که این سرویس‌ها چگونه کار می‌کنند. برای انجام این کار من به راحتی وارد سایت این شرکت‌ها شدم و تقاضای خود را ثبت کردم. هفته بعد لوله نمونه‌گیری برای من ارسال شد که باید برای فرستادن بزاق دهان از آن استفاده می‌شد. بعضی شرکت‌ها حدود ۱۰ سی‌سی بزاق برای انجام آزمایش می‌خواهند که تهیه آن یک فرایند نسبتاً مشکل بوده و حدود نیم ساعت وقت می‌گیرد. سپس نمونه را ارسال کرده و جواب آزمایش به وسیله ایمیل برای من ارسال شد.

به جز چند استثناء مثل داشتن وضعیت حامل برای بعضی شرایط و بیماری‌های نادر و یا بعضی ویژگی‌های فارماکوژنومیک داروها، این اطلاعات فایده چندانی ندارند. در مورد شخص من هم این اطلاعات هیچ تأثیری بر تصمیمات پزشکی من نگذاشت و فقط توضیحات شرکت Gentle به بعضی از سؤالات من پاسخ می‌داد. به همین خاطر من شگفت زده نشدم وقتی شنیدم سازمان غذا و دارو به فعالیت یکی از این شرکت‌ها ایراد گرفته و اعلام کرده بود که انجام این تست‌ها به عنوان تست‌های تشخیصی، هنوز مورد تأیید قرار نگرفته‌اند و انجام این آزمایشات بدون نظارت یک پزشک می‌تواند برای آن‌ها دردسر ساز باشد.



تجهیزات تهیه نمونه شرکت Gentle

این شرکت‌ها باید روش خود را هم در تحلیل اطلاعات و هم در تحویل اطلاعات تغییر داده و برای این کار نیازمند اصلاحات مداوم در خدمات خود دارند تا به مرور زمان تکامل بیشتری پیدا کنند.

بعضی از اتفاقات نیز باعث مورد توجه قرار گرفتن اهمیت فزاینده ژنومیک شد. مثلاً خانم آن موریس^۱ که از طریق بانک اسپرم باردار شده بود، پس از تولد پسرش دریافت که او مبتلا به یک بیماری ژنتیکی نادر به نام «کمبود آنزیم MCAD»^۲ بوده که بر متابولیسم چربی در بدن مؤثر است. او پس از بررسی DNA اسپرم دریافتی خود متوجه شد که آن اسپرم حامل جهش برای این نقص ژنتیکی بوده است. این تجربه

^۱ Anne Morriss

^۲ Medium-chain acyl-CoA dehydrogenase (MCAD) deficiency

ناخوشایند باعث شد که او شرکتی جدید را به نام ژن پیکس^۱ پایه‌گذاری کرده و از دانشمندان دانشگاه پرینستون برای کار در آن دعوت کند. این شرکت DNA سلول‌های جنسی پذیرنده و گیرنده را دریافت کرده و یک بچه مجازی^۲ با توجه به اطلاعات ژنتیکی آن‌ها تهیه کرده و محتوای ژنتیکی آن را برای بیماری‌های نادر ژنتیکی غربالگری می‌کنند. آن‌ها امیدوارند که در آینده این فناوری برای تمام افراد خواستار آن در دسترس قرار گیرد.

بیش از ۲۵ سال است که ما می‌دانیم مقادیر جزئی DAN جنین می‌تواند به خون مادری راه پیدا کند. در مطالعه‌ای که در ژونال نیوانگلند به چاپ رسید، مشخص شد که بررسی این DNA جنین موجود در خود مادر برای بررسی اختلالات کروموزومی با تعداد کروموزم‌های اضافه (مثل تری‌زومی‌ها) صحت بسیار بالایی دارد که می‌تواند آغازگر یک دوره جدید در آزمایشات ژنتیکی قبل از تولد جنین باشد. در این مقاله از بررسی ۱۹۱۴ مادر باردار جوان که فقط ۸ مورد آن جنین‌های دارای کروموزوم اضافه بودند مورد بررسی قرار گرفته و تمام ۸ مورد در آزمایشات DNA جنینی داخل خون مادر هم قابل تشخیص بود و وجود اختلال را مشخص کرد. آیا می‌توان در آینده تمامی بیماری‌های ژنتیکی جنین، مشخصه‌های اصلی کودک و دیگر صفات پیچیده کودک را از این طریق پیش‌بینی کرد؟

من از ادوارد آبراهامز^۳ برای بحث در مورد این جنبه‌های علم ژنومیک در آینده دعوت کردم. او رئیس «ائتلاف پزشکی فردگرایانه» بوده که در سال ۲۰۰۴ بنیانگذاری شده و کارش آموزش مردم و سیاستگذاری است. این شرکت قصد دارد مسیر و راه جدیدی را برای تفکر در خدمات سلامت ایجاد کند و از بیش از ۲۲۵ نفر افراد خلاق، دانشگاهی، صنعتگر، بیماران، تأمین‌کنندگان خدمات و تأمین‌کنندگان مالی تشکیل

¹ Gene Peeks

² Virtual baby

³ Edward Abrahams

شده است. او در ویرایش سوم کتاب « شواهد مستدل در مورد پزشکی فردگرایانه»^۱ آینده روشنی را برای ژنومیک و داده‌های عظیم آن می‌بیند.

”پزشکی را در نظر بگیرید که در حال صرف فنجان قهوه خود، پشت لپ‌تاپش نشسته است. در یک وبسایت که او برای مدیریت طبابت خود از آن استفاده می‌کند، به مطلبی برخورد می‌کند که در آن اشاره شده که در چندین مطالعه ارتباطی بین چند موتاسیون نادر که در ۱۰٪ افراد رخ می‌دهد، با خطر ابتلا به دیابت نوع دو دیده شده است. حال فرض کنید که تمام بیماران پزشک مذکور توالی ژنتیکی آن‌ها تعیین شده و به صورت یک فایل الکترونیک در پرونده آن‌ها ثبت شده است و این فرآیند با بهای چند صد دلار و زمان یک هفته انجام شده و به خاطر منافع زیادی که در مدیریت سلامت افراد در طول زندگی آن‌ها دارد، در تعهدات سازمان‌های بیمه‌گر هم قرار دارد.

این پزشک سریعاً لیست بیماران خود را که حدود ۲۰۰۰ نفر است بررسی کرده و متوجه می‌شود که ۸۰ نفر آن‌ها در ریسک ابتلا به دیابت نوع دو قرار دارند. به نیمی از این بیماران پیام‌ها و یادآوری‌هایی در مورد رژیم غذایی و تغییر سبک زندگی را فرستاده که بتواند از ابتلا آنان به بیماری جلوگیری کند و با نیمی دیگر از این افراد که علائم پیش از شروع دیابت، در آن‌ها آشکار شده قرار ملاقات حضوری ترتیب داده تا درمان‌های دارویی لازم را برای جلوگیری از پیشرفت بیماری آن‌ها آغاز کند.

دکتر آبراهامز به من گفت که پس از اتمام پروژه ژنوم انسانی، انتظارات اولیه از این پروژه کمی غیرواقع‌بینانه بود که البته این نوع انتظارات برای تمامی پیشرفت‌های بزرگ علمی و فنی رخ می‌دهد. اما امروزه و پس از گذشت چند سال، این اتفاق به تدریج در حال ورود به دنیای طبابت بوده و در آینده باعث تغییر روش برخورد با

¹ The Case for Personalized Medicine

بیماران خواهد شد. گرچه هنوز تا تعیین الگوهای استفاده از این فناوری و تغییرات قوانین و تنظیم مقررات جهت استفاده از آن به زمان احتیاج داریم، ولی پیشرفت‌های فزاینده‌ای برای تولید محصولاتی که از اطلاعات ژنومیک استفاده می‌کند و ورود آن‌ها به بازار سلامت، صورت گرفته است.

او عقیده دارد برای این که سازمان‌های بیمه‌گر را متقاعد کرد که هزینه‌های این نوع درمان را بپذیرند، لازم است که پژوهشگران با مطالعات خود نشان دهند که این نوع درمان‌های فردگرایانه، نه تنها می‌تواند باعث بهبود بیشتر و بهتر بیماران گردد بلکه در بلند مدت با توجه به درمان سریع‌تر می‌تواند باعث صرفه جویی در منابع مالی هم شود. «ائتلاف پزشکی فردگرایانه» امیدوار است که با استفاده از درمان‌های هدفمند^۱، هم سیستم درمانی کارآمدتر شده و هم عوارض جانبی (مربوط به درمان‌های قدیمی) کاسته شود. هدف دوم «ائتلاف پزشکی فردگرایانه» آموزش و انتقال اطلاعات به عموم مردم و حتی سازمان‌های ارایه کننده خدمات سلامت در مورد این نوع درمان است زیرا بسیاری از افراد، اطلاعات دقیقی در مورد این نوع درمان ندارند. «ائتلاف پزشکی فردگرایانه» امیدوار است با مطلع شدن افراد جامعه از مزایای این نوع درمان، استقبال از آن بیشتر شده و در آینده هزینه‌های تعیین توالی ژن کاهش یافته و به صفر نزدیک شود.

شرکت انگلیسی آکسفورد - نانوپور^۲ در سپتامبر ۲۰۱۳ وسیله‌ای به نام MinION را معرفی کرد. این وسیله می‌تواند قطعات کوچک DNA را بخواند و تعیین توالی کند و تقریباً به اندازه یک حافظه USB بوده و قادر است پس از اتصال به لپ‌تاپ، یک تعیین توالی واقعی را انجام دهد. گرچه این وسیله هنوز انتظارات اولیه بالایی که از آن می‌رفت را برآورده نکرده است ولی تولید آن، اثبات این تفکر است که می‌توان تعیین

^۱ Targeting Therapies

^۲ Oxford-Nanopore

توالی ژنومیک را برای آحاد جامعه انجام داد.

شرکت QuantuMDX که بازیگر جدیدی در بازار سلامت است، برای ساخت وسیله‌ای کوچک که آنالیز DNA را در دسترس مردم قرار خواهد داد، درخواست تأمین مالی از عموم مردم کرده است. این شرکت در نظر دارد تا یک وسیله کوچک دستی برای آنالیز DNA بسازد که در کابینت هر خانه‌ای موجود باشد و به وسیله آن در تشخیص بعضی بیماری‌ها مثل آنفولانزا بتوان از آن استفاده کرد.

مثال‌های فوق نشان می‌دهد که چگونه ژنومیک می‌تواند جامعه را دچار تغییر کند. پژوهشگران در دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا^۱ و دانشگاه کاتولیک لوون^۲ (در بلژیک) یک مدل آماری را برای نقشه برداری عناصر صورت، با کمک مارکرهای نژادی، جنسی و ژنومیک پیدا کرده‌اند و امروزه می‌توانند با استفاده از DNA هر فرد، تا حدودی تصویر صورت فرد را با دقت بالایی بازسازی کنند. این روش می‌تواند ما را به سوی دنیای بدون جرم رهنمون شود زیرا اگر فردی بداند که با به جا گذاشتن DNA خود در صحنه جرم به آسانی و در چند ثانیه شناسایی خواهد شد، از انجام اقدامات مجرمانه صرف نظر خواهد کرد.

آقای کریاک و نتر^۳ که یکی از پدران ژنومیک مدرن است در کتاب اخیر خود به نام «زندگی در سرعت نور»^۴ از روش جالبی سخن گفته که به ادعای او در آینده اجرا خواهد شد. او ادعا می‌کند که می‌توان یک پیش‌الگو^۵ از «مبدل دیجیتال بیولوژیک»^۶ ساخت که از طریق آن دورنوردی^۷ بیولوژیک را بتوان صورت داد. در این نظریه فرد

^۱ The Penn State University

^۲ The Université catholique de Louvain

^۳ Craig Venter

^۴ Life at the Speed of Light

^۵ Prototype

^۶ Digital Biological Converter

^۷ دورنوردی یا Teleportation به معنی انتقال بی‌درنگ اشیا و افراد بدون گذر کردن از فضای فیزیکی بین آن‌ها است. در این پدیده، اشیاء یا افراد به صورت غیرمادی از مکانی به مکان دیگر منتقل می‌شوند؛ این فناوری شامل تبدیل ماده به داده - نور، انتقال به مقصد و تبدیل مجدد به ماده اولیه است [م].

می تواند توالی خاصی از DNA را از طریق اینترنت دریافت کند و به وسیله آن پروتئین، ویروس و یا سلول زنده را سنتز کند و این به معنی دورنوردی حیات است. پیش الگوی فعلی فقط قادر به ساخت DNA است و نه پروتئین یا سلول زنده ولی با توجه به پیشرفت های صورت گرفته به زودی می تواند آن ها را هم سنتز کند. این پیش الگوها هم می توانند واکسن، آنتی بیوتیک و یا انسولین را از فواصل دور انتقال داده و هم خواهند توانست برای بیماران داروهای فردگرایانه تهیه کنند که این همان هدف اصلی پزشکی فردگرایانه است که با استفاده از پیشرفت های قابل توجه در آنالیز ژنومیک قابل دستیابی است. DNA عامل اصلی تفاوت های فردی در بین انسان ها است و بنابراین در آینده باید نقش بیشتری برای آن در حوزه تشخیص و درمان های تجویز شده قائل شد.

نمره دسترسی: ۶

کانون توجه: پژوهشگران و بیماران

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- The Personalized Medicine Coalition
(www.personalizedmedicinecoalition.org/)
- Genomeweb (www.genomeweb.com)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- Oxford Nanopore: (www.nanoporetech.com)
- Gentle: (<http://www.gentle-labs.com>)

کتاب ها:

- Exploring Personal Genomics by Dudley & Karczewski

فیلم ها:

- Gattaca (1997)
- Splice (2009)

روند نهم

حسگرهای جسمی در داخل یا خارج بدن

وقتی که ما نیاز به اندازه‌گیری پارامترهای مختلف سلامت خود داریم چه می‌کنیم؟ به آزمایشگاه رفته و نمونه خون داده، یا مثلاً به بیمارستان رفته و فشارخون خود را اندازه‌گیری کرده، نوار قلب می‌گیریم و یا سایر تست‌های تشخیصی را انجام می‌دهیم. پس از دریافت نتایج این آزمایشات، آن‌ها را نزد پزشک خود برده و در مورد آن‌ها و یا انجام قدم‌های بعدی که ممکن است لازم باشد بحث می‌کنیم. اگر نیاز به انجام آزمون‌های تصویربرداری یا آزمایشگاهی بیشتر باشد، آن‌ها را انجام داده و منتظر گرفتن پاسخ می‌مانیم، که این زمان انتظار ممکن است طولانی باشد. وقتی که می‌خواستیم DNA خود را تعیین توالی کنیم، نمونه بزاق خود را تهیه کرده و مستقیماً به یک شرکت ژنومیک ارسال کردم و آن‌ها چند هفته بعد، آنالیز نتایج را به صورت آنلاین در اختیار من قرار دادند و حتی به صورت تلفنی ارتباط مرا با یک مشاور ژنتیک برای تفسیر و توضیح اطلاعات DNA برقرار کردند.

فقط تعداد کمی از پارامترهای سلامت وجود دارند که در داخل منزل و با دردسر کمی قابل اندازه‌گیری هستند، مثل تعیین سطح گلوکز خون و یا اندازه‌گیری فشارخون. در سایر موارد ما به مؤسسات پزشکی مراجعه کرده و به قیمت مدتی انتظار برای دریافت پاسخ، داده‌های سلامت خود را از آن‌ها دریافت می‌کنیم.

چه می‌شد اگر افراد شاغل در گروه‌های پزشکی، به جای صرف زمان و انرژی زیاد در بررسی و گردآوری انواع آزمایشات که ممکن است بعضی از آن‌ها نامربوط و غیرضروری باشد، تلاش خود را صرف تمرکز بر حل نواقص الگوی فعلی تشخیص و

درمان بیماران کنند؟ این که چه نوع آزمایش خونی، چه نوع مارکر زیستی و یا چه نوع تصویربرداری باید صورت گیرد هم باید به دقت و به درستی تعیین شود. این مفهوم با پیشرفت های صورت گرفته و تولید انواع جدید حسگرها که می توانند در بدن کاشته شده و یا کار گذاشته شوند، متحول شده است. این حسگرها قادرند که پارامترهای سلامت را به روش هایی که قبلاً ممکن نبوده اندازه گیری کنند. حوزه های تناسب اندام و ورزش، دو مثال از کاربردهای این حسگرها هستند که به کمک بازی وارسازی می توانند باعث بهبود سلامت افراد شوند.

امروزه شمار زیادی از گجت ها و فناوری هایی که این اندازه گیری ها را به شکل ساده و به راحتی انجام می دهند، وجود دارند تا آنجا که برای استفاده از آن ها و ایجاد تعادل بین شمار زیاد این وسایل فناورانه و نیاز واقعی افراد دچار مشکل شده ایم! در یکی از سخنرانی هایم، من به وسیله تلفن هوشمند خود و با استفاده از اپلیکیشن Alivecol که مورد تأیید FDA هم قرار گرفته، نوار قلب (EKG) خود را گرفتم. بعداً یکی از همکاران من گفت که همسرش هر پنج دقیقه نوار قلب خود را با استفاده از این فناوری ثبت می کند. این استفاده بیش از حد از فناوری در مرحله معرفی اولیه آن به طور معمول اتفاق می افتد. داندلود اپلیکیشن های مرتبط با سلامت هم در ابتدای معرفی آن ها بسیار زیاد است ولی پس از مدتی، داندلود کاهش یافته و متعادل می شود. البته من مطمئن هستم که ما در آینده می توانیم تعادلی مناسب برای استفاده از این فناوری ها پیدا کنیم. راه حل اصلی هم استفاده از صدها اپلیکیشن و یا چندین گجت مفید به صورت همزمان نیست، حتی اگر این وسایل و اپلیکیشن ها بسیار مفید باشند. بهترین راه حل، استفاده از حسگرهای بسیار کوچکی است که در لباس ها یا سایر لوازم پوشیدنی مثل لنزهای تماسی یا انگشتر و ... قرار گرفته و از طریق آن ها می توان اطلاعات مرتبط با سلامت را به راحتی و به صورت غیرمحموس اندازه گیری

کرد. این روش در مقایسه با سایر روش‌های پر دردرس مثل پایش ۲۴ ساعته نوار قلبی^۱ بسیار راحت‌تر و خوشایندتر است.

طبق گزارش سال ۲۰۱۳ مؤسسه نیلسن^۲ حدود ۱۵٪ افراد مورد مطالعه که گجت‌های پوشیدنی را می‌شناختند، دست کم از یکی از آن‌ها استفاده کرده بود و در میان آن‌ها ۶۱٪ افراد دستبندهای تناسب اندام و ۴۵٪ هم ساعت‌های هوشمند را مورد استفاده قرار داده بودند. برای فراگیر شدن این وسایل باید قیمت آن‌ها کمتر شود و این همان چیزی است که در هر صنعتی به مرور زمان شاهد آن خواهیم بود.

افرادی که از این گجت‌های پوشیدنی استفاده کرده‌اند، تأثیر مثبت این وسایل را در زندگی خود تأیید کرده‌اند. تا سال ۲۰۱۷ میزان تولید و استفاده از این گجت‌ها حدود ۸ برابر سال ۲۰۱۲ شده و در سال ۲۰۱۸ هم تخمین زده می‌شود که مردم حدود ۱۹ بلیون دلار برای این وسایل هزینه خواهند کرد. PSFK یک شبکه محتوا است که توسط The Future of Wearable Tech ایجاد شده است و در آن به توضیح نوآوری‌هایی پرداخته که ممکن است در آینده به وقوع بپیوندند. برای مثال در مورد یکی از این نوآوری‌ها گفته شده که با کمک فناوری می‌توان کاری کرد که با وجود دور بودن از چیزی یا کسی، احساس بودن در کنار آن را به شما القاء می‌کند مثل انگشترهای هوشمندی که می‌تواند باعث شوند با افرادی که دور از ما هستند، ارتباط برقرار کرده و احساس بودن در کنار آن‌ها را به ما می‌دهد. همچنین هدفون‌های کوچک داخل گوشی^۳ در آینده خواهند توانست حالات روحی فرد را تشخیص داده و آهنگ بعدی را متناسب با آن برای فرد انتخاب کنند. لنزهای تماسی با قابلیت زوم هم می‌توانند به افراد مبتلا به بیماری‌های شبکیه کمک کنند تا بینایی آن‌ها بهتر از قبل شود. علاوه بر این‌ها با استفاده از گجت‌های گریم و آرایشی الکترونیکی که با ولتاژ

¹ Holter EKG Monitoring

² Nielsen

³ Earbuds

پایین کار می کنند، می توان متناسب با حالات روحی فرد و حالات چهره^۱ او، فرد را طوری آرایش کرد که بهترین عملکرد خود را به نمایش بگذارد. در آخر می توان به یک فناوری دیگر اشاره کرد که در آن از قرص های خوراکی دیجیتالی به عنوان گذرواژه^۲ استفاده می شود. پس از بلعیدن و مصرف این قرص ها، وقتی که در کنار یک وسیله الکترونیکی قرار می گیرید و یا می خواهید وارد یک سایت خاص شوید، شما به آن وسیله یا سایت شناسانده شده و می توانید وارد آن سایت شده و از آن وسیله استفاده کنید.

این حسگرها می توانند در داخل بافتی کار گذاشته شوند (مثل پیس میکرها) و یا خوردنی باشند (مثل قرص های هوشمند) و یا در اپی درم قرار داده می شوند (پوست هوشمند و یا خالکوبی دیجیتالی) و یا در وسایل پوشیدنی (مثل لباس یا جواهرات) قرار داده شده و یا به صورت خارجی (مثل وسایل پایش فشارخون و یا ساعت های هوشمند) مورد استفاده قرار گیرند. این حسگرها به طور فزاینده ای در حال رشد هم از نظر تعداد و هم تنوع بوده و این رشد، بعد از سال ۲۰۱۴، بسیار سریع تر از قبل از آن بوده است.

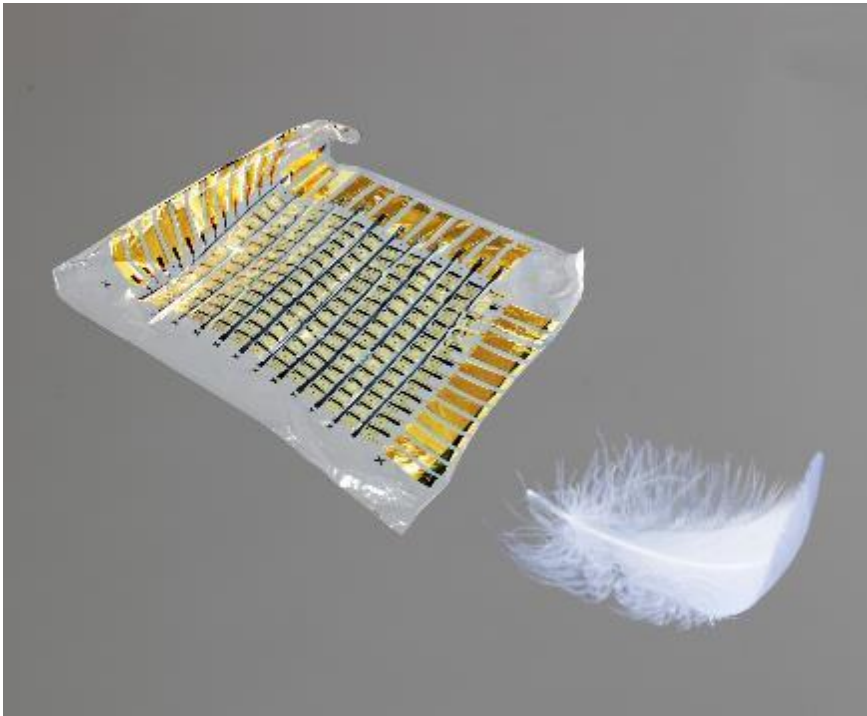
حسگرهای پوشیدنی غیرقابل دید

این حسگرهای پوشیدنی در آینده زندگی ما را بسیار تحت تأثیر قرار خواهند داد و با این که بسیار کوچک و اغلب غیرقابل دید هستند، دقت بالایی دارند. پروفیسور تاکائو سومیا^۳ که در دانشگاه توکیو مشغول تحقیق و تدریس می باشد، بر روی پروژه ای به نام Bio-Harmonized Project کار می کند. گروه او بر روی اولین حسگر قابل انعطاف بی سیم تحقیق می کند که می تواند در وسایلی مثل چسب زخم و یا پوشک بیچه مورد استفاده قرار گیرد. هدف او تولید یک دستگاه الکترونیک است که در ارتباط متقابل با بافت زنده بوده و از مزیت استفاده از مولکول های ارگانیک برخوردار باشد.

¹ Facial Expression

² Password

³ Takao Someya



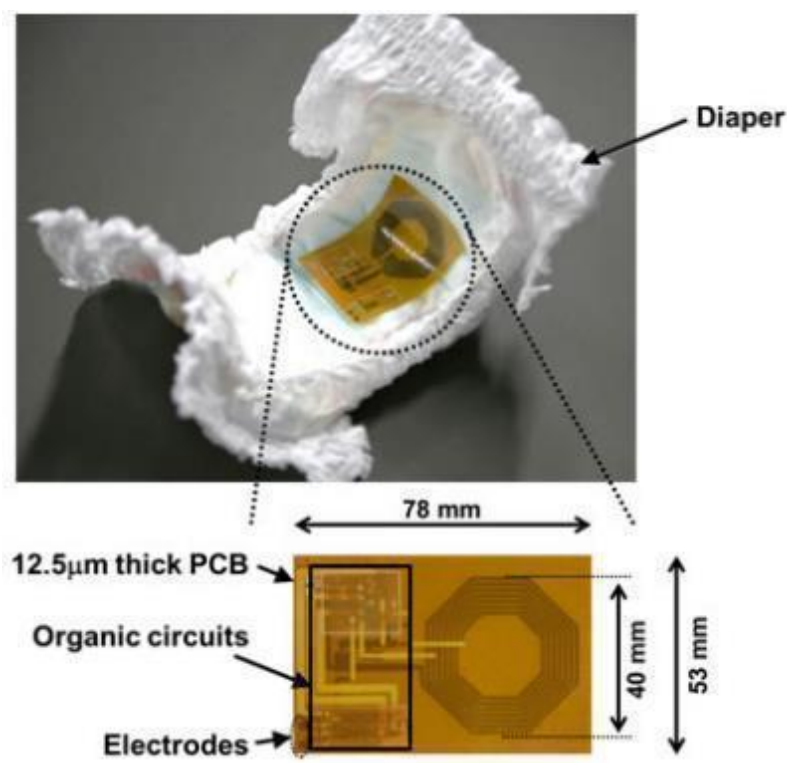
نازکترین و سبکترین حسگر پوشیدنی قابل انعطاف در دنیا

چنین وسایلی می‌توانند با استفاده از جوهرهای زیست سازگار^۱ به تولید مدارهایی با بیلیون‌ها حسگر زیستی پرداخته که به طور ایمن قابلیت ارتباط با بافت‌های بیولوژیک را داشته باشند.

وقتی که مواد سخت در داخل بافت‌های بیولوژیک کاشته شود، می‌تواند باعث ایجاد التهاب شده و این موضوع برای قرار دادن و کاشتن طولانی مدت حسگرهای مختلف در بدن مانع ایجاد خواهد کرد. برای غلبه بر این موضوع، گروه دکتر سومیا بر روی استفاده از نیمه هادی‌های ارگانیک زیست سازگار به جای استفاده از مواد غیرارگانیک سنتی مثل سیلیکون تمرکز کرده‌اند. این موضوع می‌تواند باعث

¹ Biocompatible INK

پیشرفت‌هایی مثل تولید کاتترهای هوشمند، ویلچرهای هوشمند و یا ساخت حسگرهای سلامت انعطاف پذیری شود که به طور مداوم پارامترهای مخصوصی را پایش می‌کنند.



اولین سیستم حسگر ارگانیک بیسیم که توانایی تشخیص مایع را دارا بوده و می‌تواند اطلاعات را به صورت بیسیم انتقال دهد. این حسگر را می‌توان به صورت یک بار مصرف در داخل پوشک کودکان و یا درون پانسمان بیماران قرار داد.

پروفسور سومیا هدف خود را از این پژوهش اینگونه عنوان می‌کند:
 ”این حسگرها می‌توانند سیگنال‌های الکتریکی یا شیمیایی میلیاردها

نورون را که در مغز انسان وجود دارند را حس کرده و قادرند فعالیت‌های همزمان نورون‌ها را با جزئیات بالایی به تصویر بکشند. با استفاده از وسایل زیستی/ارگانیکی جدید، ما قصد داریم که تصویرسازی شبکه‌های نورونی پیچیده مغزی که متشکل از تجمعی از میلیاردها نورون است را تکمیل کنیم.^۱

در صورتی که چنین حسگرهایی در داخل بدن ما قرار داده شوند، انقلابی در جمع‌آوری داده‌های مربوط به سلامت اتفاق خواهد افتاد و اندازه‌گیری آسان اطلاعات کمی مرتبط با سلامت، دروازه‌ای به سوی وضعیت بهتر سلامت خواهد گشود. آینده از آن حسگرهای کوچکی خواهد بود که به روش‌های مختلف استفاده خواهند شد مثل روش‌های کاشتنی، دهانی و یا پوشیدنی که در مورد حسگرهای پوشیدنی، آن‌ها مثل یک لایه انعطاف‌پذیر روی سطح پوست قرار خواهند گرفت. این حسگرهای پوشیدنی می‌توانند علائم حیاتی و سایر پارامترهای مرتبط با سلامت را در طی ۲۴ ساعت اندازه‌گیری کرده و اطلاعات لازم را در مواقع خطر (مثل زمانی که سکتۀ مغزی در فرد در حال وقوع است) از طریق فرستادن هشدار به سامانه‌های پزشکی ارسال کنند. این حسگرها می‌توانند با آمبولانس تماس گرفته و اطلاعات بیمار را ارسال کنند.

بعضی حسگرها خوراکی بوده و پس از بلع اطلاعاتی را از داخل بدن، به خارج ارسال می‌کنند. برای مثال در بیماری‌های گوارشی، بلعیدن وسیله‌ای که شامل یک دوربین فیلمبرداری است می‌تواند تصاویر فراوانی را برای ما ارسال کرده و ما را به تشخیص برساند، در حالی که به صورت معمول، برای رسیدن به این تشخیص، به آزمایشات فراوان و انجام اندوسکوپی یا کولونوسکوپی نیاز است.

اخیراً شرکت «اکویی ویتال»^۱ حسگرهایی را طراحی کرده که از داده‌های آن‌ها می‌توان برای جلوگیری از عوارض جانبی در بیماران با نارسایی کلیوی که تحت همودایلیز قرار دارند استفاده کرد. این حسگرها به طور مداوم علائم حیاتی، میزان

¹ Equival

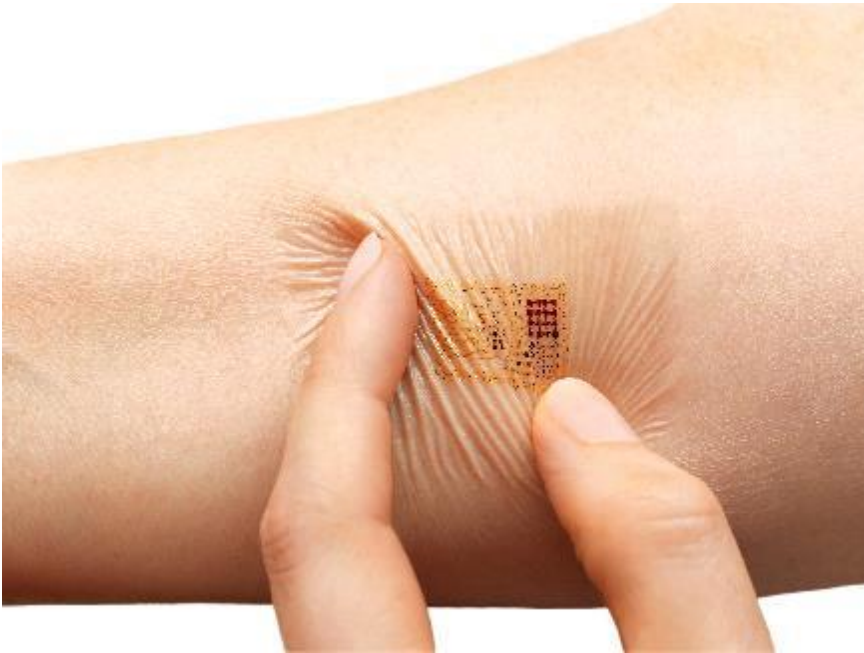
اشباع اکسیژن در خون^۱ و دمای بدن را کنترل می کنند و با استفاده از این اطلاعات، فاکتورهای مرتبط با عوارض جانبی دیالیز یا تأخیر در آن را کنترل می نمایند. البته این شرکت وسایل دیگری را نیز جهت مصارف پزشکی، دارویی و یا نظامی هم تولید کرده است.



حسگر نازک پوشیدنی که مانند خالکوبی دیجیتال^۲ روی پوست قرار گرفته و می تواند مؤلفه های سلامت را اندازه گیری کند.

^۱ O₂ Saturation

^۲ Digital Tattoo



خالکوبی دیجیتال که توسط شرکت MC10 طراحی شده است.

شرکت MC10 که در کمبریج ماساچوست قرار دارد، پلتفرمی را توسعه داده که در آن، ترکیبی از الکترونیک سنتی و مکانیک جدید استفاده شده است و باعث تولید نسل جدیدی از سیستم‌های الکترونیکی ظریفی شده که در فعالیت‌های ورزشی، تناسب اندام، زیبایی و آرایشی، سلامت، انرژی و دفاعی کاربرد دارد. آن‌ها اولین محصول خود را در کنفرانس CES¹ به نمایش گذاشتند که یک کلاه ایمنی² الکترونیک بود که نیروی وارد شده بر سر ورزشکاران را در طی برخوردهای ورزشی اندازه‌گیری می‌کند. این وسیله می‌تواند به ما کمک کند که آیا ضربه وارد شده به سر ورزشکار می‌توانسته بالقوه خطرناک باشد یا نه. همچنین این شرکت ابزارهای سیلیکونی به

¹ Consumer Electronics Show

² Skullcap

نازکی عرض یک تار موی انسان تهیه کرده که با استفاده از اتصالات فلزی قابل کشش و پلیمرهای کشسان لاستیک مانند ساخته شده و توانسته سامانه قدرتمندی را ایجاد کند که قادر به احساس، اندازه‌گیری و آنالیز اطلاعات بوده و همزمان قادر به تبادل اطلاعات هم می‌باشد. این فناوری که به عنوان خالکوبی دیجیتال^۱ شناخته شده، به خاطر قابلیت انعطاف پذیری بالای خود به راحتی بر روی پوست قرار گرفته و اطلاعات را از بدن دریافت می‌کند.



Checklight شرکت ورزشی ریپوک که توسط شرکت MC10 طراحی شده است.

یک شرکت ژاپنی توسعه دهنده مواد و تجهیزات تلفن همراه به نام تورای^۲ پروژه‌ای به نام Hitoe (به زبان ژاپنی به معنی «تک لایه») دارد که در آن یک لباس

^۱ Digital Tattoo

^۲ Toray

از جنس فیبرهای نانو، توسط لایه نازکی پوشیده شده که قابلیت تبادل اطلاعات دارد. با کمک الکترودهایی این لباس می تواند نبض و سایر مؤلفه های سلامت را اندازه گیری کرده و یا نوار قلب فردی که آن را پوشیده دریافت کند و این اطلاعات را به تلفن همراه هوشمند صاحب آن لباس مخابره نماید. این پدیده به عنوان قدم اول طراحی انواع جدیدی از لباس ها محسوب می شود.

طراح لباس کری والاش^۱ اخیراً پیراهنی را طراحی کرده که به گرمای بدن فرد پاسخ داده و می تواند حالات روحی فرد^۲ را پیشگویی کند. شرکت آیتلت^۳ نیز لباسی را طراحی کرده که میزان فعالیت ورزشی افراد و زمانی که آن ها استراحت می کنند را به وسیله پایش ضربان قلبشان، اندازه گیری می کند.

شرکت هگزواسکین^۴ هم اولین تی شرت الکترونیک را معرفی کرده است که می تواند مسیر حرکت، آهنگ تنفس و میزان ضربان قلب فرد را پایش کند. افرادی که از این تی شرت استفاده می کنند (مثل ورزشکاران حرفه ای یا فضانوردان یا به طور کلی علاقمندان به فعالیت های ورزشی) می توانند با برقراری ارتباط این تی شرت با تلفن همراه خود، به صورت همزمان تمام پارامترهای مهم فعالیت خود را مشاهده کنند. این اطلاعات سپس در حساب کاربری بر خطی که به نام فرد قبلاً ایجاد شده، ثبت می شود و با بررسی این اطلاعات و تغییرات آن ها می توان توصیه های دقیقی را جهت سلامت عمومی به فرد ارائه کرد. البته امروزه داشتن بازخوردی صحیح از فعالیت های فیزیکی، کیفیت خواب، میزان استرس، تنفس شبانه، آهنگ ضربان قلب و ... هزینه های زیادی برای فرد در پی دارد ولی در سال های آینده شاهد کاهش قابل توجه در هزینه های پایش دقیق این پارامترها برای هر فرد خواهیم بود.

¹ Kerri Wallace

² Mood

³ Ithlete

⁴ Hexoskin

در آینده کفش های هوشمندی ارایه خواهد شد که به تلفن هوشمند شما متصل شده و می تواند به عنوان راهنما برای تعیین بهترین مسیر برای رسیدن به مقصد، به کار گرفته شوند. در آینده نه چندان دور باید منتظر ورود طراحان بزرگ و مشهور لباس، وسایل تخصصی، جواهرات و ... به این حوزه ها بوده و شاهد نوآوری های آن ها در این زمینه خواهیم بود.

پایش مداوم سلامت

شرکتی به نام اسکنادو^۱ که در سال ۲۰۱۱ و در کالیفرنیا پایه گذاری شده است، توانست از ۸۸۰۰ نفر که پشتیبان طرح های این شرکت شده بودند، مبلغ ۱/۶۶ میلیون دلار جمع آوری کند تا در توسعه وسایل فناورانه پزشکی هزینه نماید. اولین وسیله ای که آن ها ابداع کردند Scanadu Scout بود که یک وسیله کوچک قابل حمل با توانایی اندازه گیری پارامترهایی مثل دمای بدن، آهنگ ضربان قلب، میزان اشباع اکسیژن خون، آهنگ تنفس و ثبت فعالیت الکتریکی قلب و اندازه گیری میزان فشارخون بود. آن ها ابتدا این وسیله ابداعی خود را در ماه مارس ۲۰۱۴ به افراد پشتیبان پروژه خود هدیه کرده و سپس در سال ۲۰۱۵ آن را برای عموم مردم ارایه نمودند.

یک وسیله دیگر که رقیب Scanadu Scout محسوب می شود و در دانشگاه ملی تابوان طراحی شده، حسگری است که در داخل حفره دندانی^۲ کار گذاشته شده و قادر است با امواج وای فای مواردی مثل حرکات فک، نوشیدن، جویدن، سرفه کردن، صحبت کردن و یا حتی سیگار کشیدن را پایش کرده و این اطلاعات را به صورت بی سیم منتقل کنند. اگر این حسگر ورودی های مناسب دریافت کند می تواند در مهار کردن انواعی از اعتیادها (از سیگار کشیدن گرفته تا سوء مصرف الکل) مورد استفاده قرار گیرد.

^۱ Scanadu

^۲ Tooth Cavity



دستگاه Scanadu Scout

شرکتی دیگر به نام iHealth lab نیز بر روی مواردی مثل پایش مداوم فشارخون و ثبت نوار قلب و ارسال این داده‌ها به صورت بی سیم به مراکز درمانی و یا اندازه‌گیری میزان اشباع اکسیژن خون به وسیله وسایل پوشیدنی کار می‌کنند. آن‌ها این وسایل را برای استفاده در آمبولانس‌ها طراحی می‌کنند.

شرکت کالیبری^۱ یک مسواک هوشمند تولید کرده که می‌تواند عادات مسواک زدن شما را پایش کرده و در بهتر شدن بهداشت دهان و دندان به شما کمک کند. یک دوربین بسیار کوچک (که به اندازه یک قرص ویتامین کوچک است) و وزن کمتر از ۴ گرم دارد عرضه شده که PillcamSB نام داشته و استفاده از آن نیز توسط سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) تأیید شده است. این وسیله می‌تواند میزان فشار، PH، دما و مقدار حرکت دستگاه گوارش را اندازه‌گیری کرده و در تشخیص زخم‌ها، علائم آغازین توده‌های بدخیم و یا تشخیص محل و یا میزان خونریزی در روده کوچک

¹ Kolibree

به ما کمک کند. امروزه شاهد ابداع انواع حسگرها برای بررسی طیف وسیعی از پارامترهای سلامت مربوط به تمامی نواحی بدن هستیم.

علاوه بر مزیت‌های استفاده از حسگرهای پوشیدنی^۱ و بلعیدنی^۲، تصور کنید که با کمک فناوری بی‌سیم، اطلاعات این حسگرها، به صورت مداوم و همزمان^۳ توسط یک پانکراس مصنوعی^۴ دریافت شود. شرکت مدترونیک^۵ که شرکتی پیش‌رو با سابقه ۳۰ سال نوآوری در زمینه فناوری مرتبط با بیماری دیابت است و برای اولین بار هم پمپ انسولین توسط این شرکت در سال ۱۹۸۳ به بازار عرضه گردید، اکنون پانکراس مصنوعی تماماً خودکار خود را معرفی کرده است که تأییدیه سازمان غذا و دارو را نیز دریافت کرده است. این پانکراس مصنوعی به وسیله پایش مداوم سطح گلوکز خون، میزان رها شدن انسولین را بدون نیاز به دخالت بیمار و یا با حداقل دخالت او تنظیم می‌کند و دقیقاً عملکرد مشابه پانکراس را در بدن به نمایش می‌گذارد.

ایمپلنت‌های شبکیه چشم که هم اکنون موجود هستند، قادر هستند بینایی را به بیمار بازگردانند. این بینایی ثانویه که توسط ایمپلنت‌ها برقرار می‌شود شامل یک دوربین ویدیویی و یک انتقال دهنده بوده که به شکل عینک طراحی شده است. تصاویر ویدیویی به یک سری پالس‌های الکتریکی تبدیل شده و به صورت بی‌سیم به الکترودهایی که در روی شبکیه چشم کار گذاشته شده‌اند ارسال می‌گردند. این پالس‌های الکتریکی باعث تحریک باقیمانده سلول‌های سالم شبکیه فرد شده و این تحریکات را به عصب بینایی منتقل می‌کنند.

همچنین مدارهای شفافی^۶ به ضخامت یک میکرون که در یک بستر پلیمری

¹ Wearable

² Digestible

³ Real Time

⁴ Artificial Pancreas

⁵ Medtronic

⁶ Transparent

نازک قرار داده شده‌اند، می‌توانند به صورت لنز تماسی بر روی چشم قرار گرفته که قابلیت پایش مداوم فشار داخل چشمی را در مبتلایان به گلوکوم (آب سیاه) داشته و همچنین می‌تواند به طور مداوم میزان قند موجود در اشک افراد مبتلا به دیابت را هم بررسی کند.

امروزه برچسب‌های پوستی^۱ به بازار عرضه شده است، که توانایی انتقال دارو به طور مستمر داشته و قابلیت قطع انتقال دارو در زمان‌های معین را نیز دارد. مثلاً آن‌ها می‌توانند عوامل درمانی را براساس میزان درجه حرارت بدن فرد آزاد کنند. در آینده این برچسب‌های پوستی کاملاً حالت بی‌سیم پیدا کرده و توانایی انتقال اطلاعات (مثل میزان داروی آزاد شده و یا مقدار داروی باقیمانده) را خواهند داشت.

خیلی از وسایل پوشیدنی^۲، هنگام استفاده، براساس الگوهایی که از صاحب خود در آن‌ها ذخیره گردیده او را شناسایی نموده و پس از آن شروع به کار خواهند کرد؛ مثلاً بر اساس اطلاعات بیومتریک، ساختار صورت فرد، استفاده از الگوی مردمک و یا حتی استفاده از الگوی DNA فرد. یک شرکت کانادایی به نام بیونیم^۳ یک الگوی بیومتریک جدیدی را برای تعیین هویت فرد ابداع کرده که بر اساس الگوی منحصر به فرد نوار قلب کاربر بوده و این الگو با اندازه، شکل و موقعیت قلب در داخل قفسه سینه کاربر متغییر است.

خانم لزلی ساکسون^۴ که در دانشکده پزشکی کک^۵ در کالیفرنیا جنوبی مشغول به کار است، از احتمال استفاده از حسگرهای بیشتری در داخل و یا خارج بدن ما صحبت می‌کند. کودکی که در ۵ تا ۱۰ سال آینده به دنیا بیاید، می‌تواند از مدارهای متعدد متصل به هم استفاده کند که به شکل خالکوبی بر روی پوست او قرار خواهد

¹ Skin Patch

² Wearable Device

³ Bionym

⁴ Leslie Saxon

⁵ Keck

گرفت. این خالکوبی‌های دیجیتال قابلیت پایش نوار قلب، فعالیت فیزیکی، وضعیت تغذیه‌ای، میزان خواب، شمارش آهنگ تنفس، اندازه‌گیری دمای بدن و میزان آب بدن کودک را دارد و اطلاعات عظیمی را در اختیار ما خواهد گذاشت که در مدیریت سلامت یک فرد و یا پیش‌بینی بروز یک بیماری لازم است. تمام اطلاعات فوق از طریق بی‌سیم به تلفن‌های هوشمند و یا تبلت‌ها منتقل خواهد شد و این اپلیکیشن‌ها به والدین کودک و متخصصان اطفال اجازه خواهد داد که به طور مداوم وضعیت سلامت کودک را تحت نظر داشته باشند. همین سناریو برای بزرگسالان، خصوصاً در مورد سربازان و ورزشکاران در دسترس خواهد بود. البته خانم ساکسون متذکر می‌شود که باید در این مورد محتاط بود و نکته اصلی این است که استفاده از ماشین باید برای تقویت انسان و انسانیت باشد و نه باعث ترس و وحشت انسان از آن‌ها شود.

آقای دانیل رید^۱ مشاور دولت در سیاست‌گذاری علوم و فناوری، به نقش مهم و فزاینده اینگونه فناوری‌های پوشیدنی اشاره کرده است. به گفته او با این که هر شخص با دیگران تفاوت‌های مهمی دارد ولی درمان‌های کنونی پزشکی هنوز حالت ژنریک و عام دارند. به احتمال زیاد در طول چند سال آینده، لوازم پوشیدنی و یا کاشتنی^۲ عرضه خواهند شد که توانایی تشخیص بیماری‌های متابولیک را همراه با سیستم هشدار زودرس در موارد به خطر افتادن سلامت فرد را خواهند داشت.

آقای ماکس کنوبلاخ^۳ خبرنگار سایت Mashable.com هنوز در مورد این وسایل پوشیدنی و طرز استفاده صحیح از آن‌ها قانع نشده است. او یک آزمایش ۳۰ روزه را بر روی خود انجام داد و بعضی از پارامترهای سلامت خود را در این مدت به طور مداوم اندازه‌گیری کرد. با استفاده از اپلیکیشن myfitnesspal مسیر دویدن خود را ارزیابی نموده و با Sleepbot عادات خواب خود را زیر نظر داشته و به وسیله Fitbit میزان

^۱ Daniel Reed

^۲ Implantable

^۳ Max Knoblauch

فعالیت خود را اندازه‌گیری می‌کرد. او این ۳۰ روز را دلگیرترین و بدترین روزهای زندگی خود توصیف کرد. از نظر او در حالی که این وسایل در بعضی موارد اطلاعات واضح و صحیحی را ارائه می‌کردند ولی در موارد دیگر دقت کافی نداشتند. همچنین برای استفاده بهتر از این وسایل، به باور او باید منتظر یک گجت کامل و خوب ماند که از ترکیب چندین وسیله ردیاب^۱ سلامت تشکیل شده و همگی در یک وسیله واحد جمع شده باشند. به علت همین نواقص موجود است که پژوهش‌های فعلی هم نشان می‌دهد که حدود یک سوم افرادی که یک وسیله پوشیدنی را خریداری کرده‌اند، پس از حدود ۶ ماه استفاده از آن را کنار گذاشته‌اند.

دکتر کمال جتوانی^۲ از مرکز سلامت بوستون عقیده دارد که هدف ما نباید این باشد که مردم را وادار کنیم تا از این وسایل پوشیدنی به صورت تمام وقت و برای تمام سال استفاده کنند، بلکه این وسایل باید زمانی استفاده شوند که مصرف آن‌ها معنی‌دار باشد. البته در آینده عواقب غیرقابل پیش‌بینی در استفاده از این وسایل به وقوع خواهد پیوست ولی این آینده می‌تواند همچنان برای انسان، در خدمت انسان و با مرکزیت وجود انسان باشد. ما باید بتوانیم در سطح کل جامعه، قابلیت‌ها و همچنین خطرهای این وسایل را در کانون توجه قرار دهیم و این خود بحث مهمی است که از هم اکنون آغاز شده است.

¹ Tracker

² Kamal Jethwani

نمره دسترسی: ۵

کانون توجه: بیماران

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- Crunchwear (www.crunchwear.com)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- MC10 (www.mc10inc.com)
- Equivital (www.equivital.co.uk/)
- Scanadu (www.Scanadu.com)

کتاب ها:

- Sensor Technologies: Health Care, Wellness and Environmental Applications by McGrath scanaiil.

فیلم ها:

- Minority Report (2002)
- The Avengers (2012)

رونند دهم

تریکوردر^۱ پزشکی و ابزارهای تشخیصی قابل حمل

یک وسیله خیالی به نام تریکوردر در سریال تلویزیونی «Star Trek» که در دهه ۱۹۶۰ از تلویزیون پخش می شد وجود داشت که دکتر لئونارد مک کوی^۲ از آن برای تشخیص فوری و قطعی بعضی بیماری ها استفاده می کرد. این وسیله یک اسکنر دستی با رزولوشن بالا بود که می توانست اطلاعات مربوط به علائم حیاتی را بررسی کرده و عملکرد تمام ارگان ها را ارزیابی کند و قادر بود از وجود ارگان‌های خطرناک مطلع شود. البته خصوصیت دیگری نیز در این وسیله وجود داشت که به بحث این کتاب مربوط نبوده و آن وجود بانک اطلاعاتی از گونه های غیرانسانی در این وسیله بود که توانایی درمان سایر گونه های غیرانسانی را هم برای این وسیله ممکن می ساخت.

برای دهه ها، تریکوردر به عنوان جزء اصلی در درمان های علمی - تخیلی به حساب می آمد ولی به نظر می رسید که راه درازی برای دست پیدا کردن به چنین وسیله ای پیش رو خواهیم داشت. در سال ۲۰۱۲ جایزه ای به عنوان Qualcomm Tricorder Xprize به مبلغ ۱۰ میلیون دلار برای اولین تیمی که بتواند یک تریکوردر پزشکی بسازد در نظر گرفته شد. بیش از ۲۳۰ تیم از ۳۰ کشور جهان وارد این رقابت شدند. طبق دستورالعمل اعلام شده این وسیله ابداع شده باید بتواند ۱۵ نوع سرطان را در ۳۰ نفر و در مدت ۳ روز شناسایی کرده و استفاده از آن هم ساده و راحت باشد.

^۱ تریکوردر (Tricorder) که کوتاه شده عبارت TRI-function reCORDER است، به وسیله ای تخیلی اطلاق می شود که سه فعالیت اسکن، محاسبه و تحلیل داده ها و ضبط و ثبت اطلاعات را به صورت همزمان انجام می دهد [م].

^۲ Leonard Mccoy

امروزه ما بیش از هر زمان دیگری به داشتن تریکورد^۱ به عنوان یک وسیله با کاربرد روزانه نزدیک شده ایم و تلفن های هوشمند ما به طور فزاینده ای کوچکتر شده و در حال تبدیل به یک آزمایشگاه پزشکی سیار هستند. وجود بیش از سه میلیارد تلفن هوشمند و پنج میلیارد تلفن همراه در جهان نشانگر نقش مهمی است که این وسیله در ارتباطات و خریدهای ما ایفا می کند. تقریباً تمام حوزه های پزشکی، اپلیکیشن هایی در تلفن های هوشمند داشته و تعداد آن ها هم رو به افزایش است.

استفاده میلیون ها نفر از این تلفن های هوشمند که البته شاغلین حرفه های پزشکی و بیماران هم در بین آن ها قرار دارند و از این اپلیکیشن های مرتبط با سلامت استفاده می کنند به پیشرفت در این زمینه کمک خواهد کرد. پیش بینی می شود که تا سال ۲۰۱۸ بیش از ۳/۴ میلیارد تلفن هوشمند و تبلت عرضه خواهد شد که حداقل نیمی از این افراد اپلیکیشن های مرتبط با سلامت را دانلود کرده و بر روی تلفن ها و یا تبلت های خود نصب خواهند کرد.

دکتر اریک تپل^۱ قابلیت های استفاده از این گونه اپلیکیشن های تلفن های همراه را با یک داستان واقعی که برای او اتفاق افتاده شرح می دهد. او در یکی از پروازهای خود از واشنگتن به سان دیگو متوجه شد که خلبان درخواست می کند با توجه به درد سینه یکی از مسافران، اگر پزشکی در بین مسافران است، خود را به خدمه معرفی کند. او خود را معرفی کرده و با قرار دادن گوشی آیفون خود بر روی EKG bracket شرکت آلیوکور^۲ توانست نوار قلب بیمار را مشاهده کند. او تشخیص داد که بیمار دچار حمله قلبی شده و نیاز به درمان فوری دارد و با یک فرود اضطراری، جان بیمار حفظ شد. بر طبق گفته های دکتر تپل در آینده تلفن های هوشمند، به عنوان مرکزی برای ارائه بعضی خدمات بهداشتی و پزشکی عمل خواهد کرد. جمله ای که دکتر تپل برای

^۱ Eric Topol

^۲ AliveCor

گفتن آن شهرت دارد این است که "امروزه من بیشتر برای بیماران خود اپلیکیشن‌های پزشکی تجویز می‌کنم تا دارو."



محصول شرکت الایوکور که با کمک تلفن هوشمند قادر به نمایش نوار قلب فرد می‌باشد.

پس از ملاقاتی که در سال ۲۰۱۳ در کالیفرنیا با دکتر دیوید آلبرت^۱ بنیانگذار و مسئول ارشد پزشکی در شرکت الایوکور داشتم، همواره به دانشجویان خود که تدریس به آن‌ها را بر عهده دارم و همچنین به بیماران، استفاده از وسایل قابل حمل شرکت الایوکور را آموزش می‌دهم. دکتر آلبرت به من خاطر نشان کرد که از این وسایل کوچک در بیش از یک دوجین پرواز برای تشخیص بیماری‌هایی مثل سکته قلبی و یا فیبریلاسیون دهلیزی (AF) استفاده شده است.

"بسیاری از آریتمی‌های قلبی ممکن است توسط بیماران به ثبت برسند. در مرد جوانی که موقع تولد عمل Fontan^۲ بر روی قلب او انجام شده بود، پزشکان مشکوک به نوعی آریتمی به نام AVNRT^۳ در او بودند. ولی حتی با دو هفته پایش فعالیت‌های قلب^۴ او در بیمارستان، شواهدی برای آن پیدا نکرد و

^۱ David E. Albert

^۲ جراحی Fontan نوعی جراحی تسکینی قلب در کودکان است و در کسانی انجام می‌شود که فقط دارای یک بطن کارکردی در قلب خود هستند [م].

^۳ Atrioventricular Nodal Reentry Tachycardia (AVNRT)

^۴ Holter Monitoring

او از بیمارستان مرخص شد. این بیمار جهت بررسی فعالیت الکتریکی قلب خود یک وسیله کوچک قابل حمل را از شرکت الایوکور تهیه کرد و حدود ۶ ماه پس از استفاده از این وسیله او توانست با استفاده از آن، آریتمی قلبی AVNRT را با ضربان ۲۵۰ بار در دقیقه ثبت کند و سریعاً خود را به اورژانس رسانده و با دریافت داروی آدنوزین، آریتمی خود را درمان کند. بزرگترین حسن این وسایل پس از همه گیر شدن استفاده از آن‌ها، این است که از مراجعه بی دلیل فرد به اورژانس جلوگیری می‌کند. بسیاری از علائمی که در بیماران قلبی ایجاد شده و فرد به اشتباه گمان می‌کند مربوط به آریتمی است و عامل مراجعه به اورژانس و ویزیت‌های مکرر پرهزینه می‌شود، منشأ قلبی ندارند. با استفاده از این وسایل قابل حمل، بیمار فقط زمانی به اورژانس مراجعه می‌کند که تقریباً از وجود آریتمی در قلب خود مطمئن است.

قدم بعدی این شرکت الایوکور این است که به همان صورتی که در آمریکا خدمات خود را ارائه می‌دهد، محصولات خود را در سطحی گسترده و در بازارهای جهانی عرضه کند. مثال دیگر شرکت iBGstar است که برای اولین بار دستگاهی برای سنجش قند خون عرضه کرده که به آیفون و آپد متصل می‌شوند و با اپلیکیشن‌های سیستم عامل IOS پشتیبانی شده و می‌توانند سطوح قند خون را پس از قرار دادن نوار آزمایش^۱ در داخل این دستگاه (درحالی که دستگاه به آیفون و یا آپد متصل است) اندازه گیری کند.

رادیولوژی و آزمایشگاه‌های کلینیکی در منزل

کار اصلی آزمایشگاه‌های پزشکی استفاده از روش‌های پیچیده جهت شناسایی میکروب‌ها و اندازه گیری پارامترها و مارکرهای زیستی است که با استفاده از تجهیزات گران قیمت این وظایف را انجام می‌دهند. اکنون این موارد هم در حال انتقال به محیط

¹ Test Strip

منزل ما هستند. وسیله کوچکی به نام Biomeme ابداع شده که ارزان بوده و با اتصال به تلفن هوشمند، افراد را قادر می‌سازد که با اندکی مهارت‌های آزمایشگاهی، بتوانند طیف وسیعی از بیماری‌ها را به وسیله همانند سازی DNA تشخیص دهند. این در حالی است که این کار در حال حاضر، در آزمایشگاه‌های پیشرفته و با استفاده از دستگاه‌های گران قیمت $qPCR^1$ انجام می‌گیرد که توانایی تکثیر مولکول‌های DNA را دارند.

«آزمایشگاه اپتیکی بر روی یک چیپ»^۲ چیزی است که توسط پژوهشگران دانشگاه UCLA توسعه یافته و توانایی اندازه‌گیری ۱۷۰ هزار مولکول متفاوت را از مارکرهای سرطانی گرفته تا سطوح انسولین فرد را با استفاده از تغییرات شدت نور^۳ دارد. این وسیله فقط ۷/۵ سانتی متر ارتفاع و ۶۰ گرم وزن دارد و قادر به شناسایی ویروس‌ها و یا انواع پروتئین‌های تک لایه‌ای، حتی به کوچکی سه نانومتر هم می‌باشد. یکی از بزرگترین شرکت‌های اروپایی در زمینه تولید آزمایشگاه بر روی چیپ از ۱۳ مؤسسه دیگر از ۸ کشور مختلف برای کار بر روی پروژه‌ای به نام Labonfoil دعوت به همکاری کرده است. هدف آن‌ها تولید یک آزمایشگاه پرتابل است که بتواند به سرعت و با هزینه پایین، تشخیص‌های قابل اعتمادی را ارائه کند. این پروژه از اتحادیه اروپا کمک مالی به مبلغ ۵/۳ میلیارد یورو دریافت کرده است. این آزمایشگاه پرتابل از سه کارت هوشمند و یک کارخوان^۴ که وظیفه آنالیز داده‌ها را بر عهده دارد، تشکیل شده و قابلیت اتصال بی‌سیم به رایانه، تبلت و یا تلفن هوشمند را دارد. فقط با چند قطره خون، کارت اول توانایی شناسایی پروتئین‌های ویژه‌ای که در هنگام ابتلا به سرطان خون زیاد می‌شوند (مارکرهای سرطانی) را داشته و کارت دوم هم توانایی تشخیص عوامل بیماری‌زا مثل باکتری‌ها یا ویروس‌ها را در غذا دارد. کارت سوم هم

¹ quantitative Polymerase Chain Reaction

² Optical Lab on a Chip

³ Light Intensity

⁴ Card Reader

می تواند غلظت فیتوپلانکتون ها در نمونه های آب دریا را اندازه گیری کند.



کارت هوشمند Labonfoil

تانیا کانرای^۱، استاد دانشگاه نورث استرن^۲ هم یک وسیله کوچک قابل حمل به نام ScanDrop را ابداع کرده که می تواند گستره ای از نمونه های بیولوژیک را شناسایی کند. این وسیله دارای یک چیپ رایانه ای است که از پلیمر و یا شیشه ساخته شده و به تیوب های کوچکی با اندازه یکسان متصل شده اند که می توان در آن ها مقادیر ناچیزی از نمونه های مایع، مثل آب یا مایعات بیولوژیک ریخت و این مایعات با یک سری دانه های میکروسکوپی^۳ که در داخل لوله هستند واکنش نشان داده و سپس می توانند مواردی مثل وجود انواع آنتی بادی ها و یا مارکرها را کشف کنند.

¹ Tania Konry

² Northeastern

³ Microscopic Beads

این وسیله برای مصارف کلینیکی تأیید شده و مردم می‌توانند خود فرایند تشخیص را با گرفتن نمونه‌ای در منزل و تحلیل داده‌ها توسط تلفن هوشمندشان انجام دهند.



ابزار Labonfoil که کارت‌های هوشمند را آنالیز می‌کند.

یک اپلیکیشن دیگر که توسط پژوهشگران دانشگاه کمبریج طراحی شده، می‌تواند تلفن همراه هوشمند شما را به یک وسیله تشخیصی پرتابل پزشکی تبدیل کند که

قادر به انجام آزمایشات رنگ سنجی^۱ است. پس از این که فرد نمونه‌ای از یکی از مایعات بدن مثل ادرار، بزاق و ... را گرفت، بیمار با استفاده از آزمایشات رنگ سنجی، می‌تواند از نوار آزمایش خود با دوربین تلفن همراه خود عکس گرفته و با کمک اپلیکیشن Colorimetrix تحلیل نتایج را با مقایسه آن‌ها با داده‌های قبل از کالیبراسیون انجام دهد.

آوردن قابلیت وسایل رادیولوژیک به داخل منزل بیماران هم می‌تواند فواید زیادی برای بیماران داشته باشد. برای مثال وقتی که دستگاه Mobius SP1 معرفی شد، حدود ۶٪ مردم دنیا به سونوگرافی دسترسی نداشتند. این وسیله یک دستگاه اولتراسوند است که می‌تواند به یک گوشی هوشمند مرتبط شده و آن را به یک دستگاه اولتراسوند بسیار ساده تبدیل کند. دستگاه Mobius SP1 می‌تواند تصاویر را تا ظرفیت ۸ گیگابایت ذخیره کرده و یا آن‌ها به صورت بی‌سیم به اشتراک بگذارد. این وسیله کاملاً پرتابل بوده و روش استفاده از آن هم بسیار آسان است.

همچنین مداخلات قلبی با استفاده از دستگاه‌های CT و MRI جهت اسکن قلب بیمار و یا ایجاد الگوی چاپ سه بعدی از قلب، اخیراً توسعه زیادی پیدا کرده است. در تمام موارد فوق می‌توان اطلاعات را به صورت همزمان در تلفن هوشمند (در حالی که با دستگاه اصلی به صورت بی‌سیم مرتبط شده است) مشاهده کرد و اطلاعات مربوط به کارکرد قلب و سلامت آن را بر روی تلفن مشاهده کرد.

بررسی کارکردهای تلفن‌های همراه بر سلامت، به صورت مبتنی بر شواهد^۲

تعداد اپلیکیشن‌های پزشکی تلفن‌های همراه سال‌ها است که در حال افزایش است ولی همیشه چالش اصلی در مورد این اپلیکیشن‌ها، ترغیب کاربران به استفاده

^۱ Colorimetric

^۲ Evidence Based

بلند مدت و پایدار از آن‌ها بوده است. امروزه پرسش اصلی این نیست که اصولاً از این اپلیکیشن‌ها باید در حوزه سلامت استفاده شود یا خیر، بلکه سؤال اصلی این است که کدامیک از آن‌ها مفیدتر بوده و به چه میزانی استفاده از آن‌ها توصیه می‌شود. البته برای بررسی این مسئله به صورت مبتنی بر شواهد، باید از این اپلیکیشن‌ها در موقعیت‌های کلینیکی استفاده کرد.

سرانجام در سال ۲۰۱۳ بود که FDA به طور رسمی راهنما و دستورالعملی را برای تولید این اپلیکیشن‌ها و تسهیل استفاده از آن‌ها منتشر کرد که در آن قید شده بود که برای بهبود مراقبت‌های سلامت و برای افزایش اطلاعات ارزشمند مربوط به سلامت هم در شاغلین گروه پزشکی و هم در گیرندگان خدمات می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. البته FDA مسئولیت مهمی در قبال سلامت عمومی دارد که شامل نظارت مداوم بر وسایل پزشکی هم از جهت کارایی و هم ایمنی آن‌ها بوده و این شامل اپلیکیشن‌های پزشکی تلفن‌های همراه نیز می‌باشد.

اولین اپلیکیشنی که به صورت رسمی و با حمایت بیمه‌ها تجویز شد اپلیکیشن^۱ The Catena Vision Therapy بود که توسط سازمان بیمه سلامت آلمان از تاریخ اول آوریل ۲۰۱۴ مورد تأیید قرار گرفت و پس از این تاریخ، چشم پزشکان آلمانی با حمایت بیمه قادر به تجویز این اپلیکیشن به بیماران خود شدند. معضل بزرگی که پزشکان و بیماران هر روز بیشتر با آن مواجه می‌شوند، مشکل تر شدن انتخاب اپلیکیشنی مناسب، برای مدیریت سلامت می‌باشد. فقط با یک جستجوی ساده در مورد هر کدام از مسائل پزشکی و یا بهداشتی متوجه می‌شوید که لیستی بلند بالا از اپلیکیشن‌های مربوط به آن موجود بوده و انتخاب مناسب‌ترین آن‌ها بسیار مشکل است. البته بیماران و گیرندگان خدمات سلامت می‌توانند با مطالعه، تحقیق و یادگیری

^۱ این اپلیکیشن در دانشگاه Dresden طراحی شده و در درمان تنبلی چشم کودکان (آمبلیوپی) بسیار موفق بوده است.

بیشتر در این زمینه، بهترین‌ها را انتخاب کنند ولی این روش زمان‌بر و وقت‌گیر است. راه حل دیگر این است که یک سری مقررات تنظیم کننده و استانداردها برای تولید این اپلیکیشن‌ها در نظر گرفته شود، البته به صورتی که در توانایی آن‌ها محدودیت ایجاد نکند و با وضع این قوانین و تضمین کیفیت این اپلیکیشن‌ها، انتخاب بین آن‌ها ساده‌تر شده و تمامی افراد حوزه سلامت از این کار سود خواهند برد.



نمایی از اپلیکیشن pApp

بعضی از اپلیکیشن‌ها به صورت سفارشی^۱ تهیه می‌شوند که مثال آن pApp است که به پزشک این توانایی را می‌دهد، بدون این که از تولید و توسعه اپلیکیشن‌ها تلفن‌های همراه اطلاعاتی داشته باشند، بتوانند با تعیین پارامترهای خاصی، اپلیکیشن

¹ Customized

مخصوص به هر بیمار خود را جداگانه تهیه کند. آن‌ها با انتخاب این نوع عملکردها (که به آن‌ها bundle می‌گویند) اپلیکیشن‌های سفارشی را ایجاد کرده و در همان زمان، بیماران می‌توانند آن‌ها را دانلود کرده و استفاده کنند.

در آینده تلفن‌های همراه و تبلت‌ها به یک مدالیتۀ شایع درمانی تبدیل خواهند شد و صفحه نمایش آن‌ها هم از حالت سخت‌امروزی به حالت انعطاف‌پذیر که می‌توان آنرا لوله کرد و یا مثل کیف پول آن را از وسط تا کرده در خواهد آمد و حمل آن آسان‌تر از امروز خواهد شد. قابلیت‌های دیگری مثل عمل کردن به عنوان یک پروژکتور کوچک، صفحات سه بعدی و یا هولوگرام هم در آینده به آن اضافه خواهد شد. تغییر دیگری که ممکن است ما شاهد آن باشیم، یکی شدن و ادغام وسایل و تجهیزات سلامت با تلفن‌های هوشمند است که باعث می‌شود این قابلیت‌ها به طور ذاتی در دستگاه وجود داشته باشد، نه این که به صورت اپلیکیشن روی موبایل دانلود شود، همان طور که اپل هم از سیستم IOS 8 به بعد هم توانایی اندازه‌گیری مؤلفه‌های پایه‌ای سلامت را در دستگاه‌های خود اضافه کرد. به نظر می‌رسد که اپل یک چرخش اساسی به سمت حوزه پزشکی را در طراحی وسایل خود لحاظ کرده است. البته بیشتر این موارد با تمرکز بر روی ساعت هوشمند که توانایی پایش چندین پارامتر سلامت (مثل دمای بدن و یا اندازه‌گیری ضربان قلب و ...) را دارد، صورت گرفته است. تغییرات مشابهی هم در طراحی تلفن‌های آیفون انجام شده است.

شاید روزی برسد که آزمایشگاه‌های بزرگ ناپدید شده و با وسایل کوچک قابل حمل جایگزین شوند که در این صورت هر کس می‌تواند بدون آموزش اولیه و به آسانی از آن‌ها استفاده کند. اندازه‌گیری پارامترهای سلامت و پارامترهای خونی هر روز ارزان‌تر و گسترده‌تر شده و در آینده همه، حتی افراد غیرحرفه‌ای و کم‌اطلاع نیز به راحتی از آن‌ها استفاده خواهند کرد.

نمره دسترسی: ۷

کانون توجه: بیماران و شاغلین حرفه پزشکی

وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط:

- Qualcomm Xprize (<https://tricorder.xprize.org/>)
- Imedical Apps (www.imedicalapps.Com)

شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا:

- Happtique (www.happtique.com)
- AliveCor (www.alivecor.com)

کتاب:

- The Next Web of 50 Billion Devices: Mobile Internet's Past, Present and Future by Ahmad

فیلم:

- Star Trek (TV Series)

روند یازدهم

پرورش ارگان‌ها در داخل بشقاب

در سال ۲۰۱۳ یک نظرسنجی (توسط مرکز پژوهشی پو^۱) که از حدود ۲۰۰۰ نفر آمریکایی به عمل آمد، به وضوح تصویری که مردم آمریکا از طول عمر خود داشتند را برای ما روشن کرد. حدود ۶۰٪ پاسخ‌دهندگان هیچ تمایلی برای داشتن عمر بالای ۹۰ سال نداشتند و حدود ۳۰٪ هم خواهان عمر بیش از ۸۰ سال نبودند. عده‌ای هم بر این باور بودند که حتی اگر با استفاده از پیشرفت‌های پزشکی بتوان فرآیند پیری را کند کرد به طوری که متوسط طول عمر افراد به ۱۲۰ سال برسد، این اتفاق برای «جامعه» یک واقعه خوشایند محسوب نمی‌شود. علت چنین طرز فکری در مردم نسبت به عمر طولانی، این است که عموم مردم پیری را معادل یک فرآیند مخرب و نابود کننده می‌دانند و هیچ اطلاعی از توانایی‌های پزشکی بازآفرینشی^۲ ندارند که باعث بهبود کیفیت حیات می‌شود. با کمک این علم، علاوه بر افزایش طول عمر، کیفیت زندگی افراد و کارایی آن‌ها هم افزایش می‌یابد و با اطلاع از این پیشرفت‌ها، قطعاً مردم بیشتر از قبل از افزایش طول عمر خود استقبال خواهند کرد.

زمانی خواهد رسید که امکان رشد ارگان‌های بدن ما در آزمایشگاه‌ها به حقیقت پیوسته و ما می‌توانیم آن‌ها را با ارگان‌های قدیمی خود تعویض کنیم. همچنین می‌توان با استفاده از سلول‌های بنیادی، بعضی بیماری‌ها را درمان کرد و در آن زمان حتماً دیدگاه مردم نسبت به افزایش طول عمر تغییر خواهد کرد. می‌توان به بیماران با نارسایی

¹ The Pew Research Center

² Regenerative Medicine

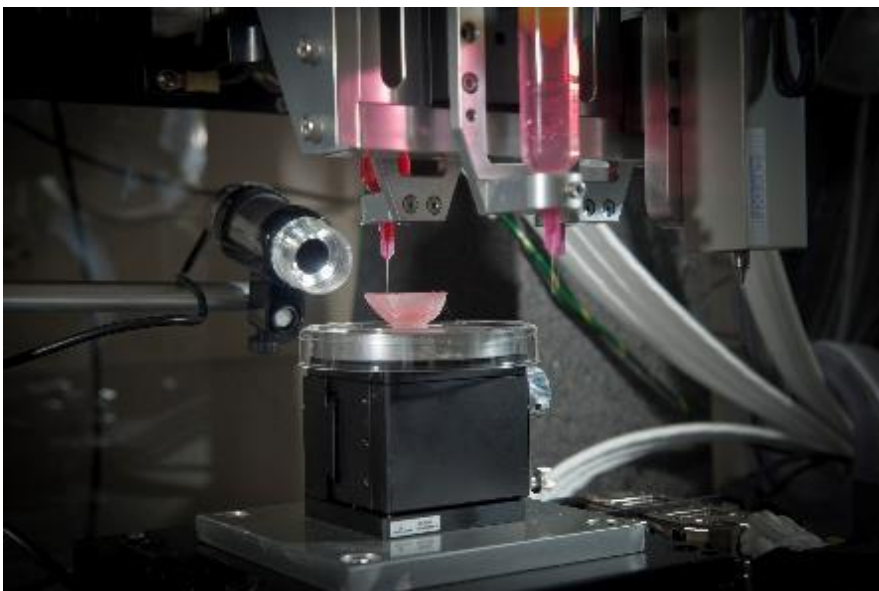
مزمّن ارگان‌های مختلف کمک کرد و مشکل کمبود اهدا کنندگان اعضای مختلف را با کمک پزشکی بازآفرینی مرتفع کرد. این حیطه از پزشکی، حوزه‌ای با رشد سریع بوده و قابلیت ایجاد تحول شگرف در زمینه‌های مختلف درمانی مثل بیماری‌های قلبی عروقی و یا بیماری‌های آسیب زنده به سیستم عصبی (نورودژنراتیو) را دارا است و می‌تواند تمامی بافت‌های آسیب دیده مثل عضلات و تاندون‌ها را به صورت اولیه خود برگرداند. پروفسور آنتونی آتالا^۱ در سال ۲۰۰۹ سخنان جالبی را در گردهمایی TEDMED در مورد تولید ارگان‌های انسانی مثل عضلات، عروق خونی یا مثانه را ارایه داد. من به دیدار او رفتم تا از آخرین پیشرفت‌های صورت گرفته در این حوزه مطلع شوم. پروفسور آتالا سردبیر چندین مجله معتبر علمی و مسئول چندین تیم تحقیقاتی پزشکی است که در موضوعات نوآورانه‌ای از نانوتکنولوژی گرفته تا رشد بافت‌های انسانی فعالیت دارد. او همچنین مدیر مؤسسه پزشکی بازآفرینی در مرکز پزشکی Wake Forest Baptist و سرپرست چندین کمیته ملی و دولتی است. او تألیف ۱۳ کتاب، چاپ بیش از ۳۰۰ مقاله و ثبت بیش از ۲۰۰ نوآوری و حق اختراع در سطح ملی و بین‌المللی را در کارنامه خود داشته و در نهایت یک جراح است. او دستاوردهای زیادی در حوزه کاری خود داشته و در مورد درمان‌های جدید و فناوری‌های نوین و تعامل بین پزشک و بیمار به من گفت:

”روشن است که هدف ما به عنوان پزشک، شفا یافتن بیماران است. البته تمام پزشکان می‌دانند که در حال حاضر همه ابزارهایی که برای بهبود بیماران لازم است در دسترس آن‌ها قرار ندارد. من هدایت یک تیم با بیش از ۳۰۰ دانشمند را بر عهده دارم که وظیفه آن توسعه فناوری‌های جدید است. کار این گروه، پژوهش در مورد درمان‌های سلولی و جایگزین کردن بافت‌ها و ارگان‌ها بوده که البته فقط گوشه‌ای از کمبودهای موجود را پر خواهد کرد. بسیاری از

¹ Anthony Atala

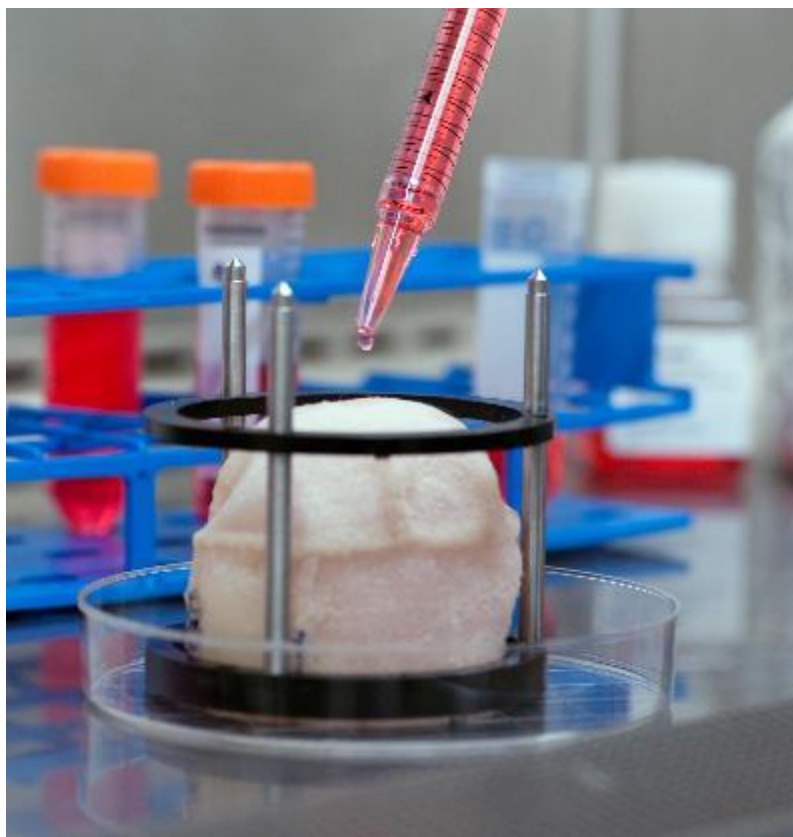
مردم معتقدند کاری را که ما انجام می‌دهیم مشابه داستان‌های علمی-تخیلی است. اما تمام این فناوری‌ها بر پایه توانایی درونی بدن برای بهبودی خودش پایه‌ریزی شده است.

این گونه درمان‌ها با این که به عنوان یک روش با فناوری بالا^۱ محسوب می‌شوند، ولی باز در فرآیند درمان، ارتباط پزشک و بیمار بسیار مهم بوده و من هیچ اعتقادی به وجود فاصله بین پزشکان و بیماران ندارم و به جای آن به عمیق‌تر کردن ارتباط بین آن‌ها فکر می‌کنم. این که شما بتوانید یک درمان جدید را به بیماران خود پیشنهاد کنید، باعث استحکام رابطه پزشک و بیمار خواهد شد. در آخر مهمترین دلیلی که باعث اعتماد بیماران به پزشکان خواهد شد، مشاهده بهتر شدن حال بیماران توسط خودشان خواهد بود.



پرینتر سه بعدی که بر روی داربست کلیه (kidney scaffold) کار می‌کند.

^۱ High Tech



داربست مثانه که سلول‌ها در آن کاشته می‌شوند.

او عقیده دارد که «احتیاج» به عنوان نیروی پیش‌رانی است که در پس هر نوآوری وجود دارد و کلید اصلی حل مشکلات پزشکی و علمی بوده و ما را به سوی درمان‌های جدید رهنمون می‌سازد. دانشمندان و پزشکان باید به طور مداوم از خود بپرسند که چه راه‌های بهتری برای انجام کارها وجود دارد و چگونه می‌توانند مسائل را بهتر حل کنند. او می‌گوید:

”ثبات قدم یک نکته اساسی دیگر است. اگر در مرحله اول، کاری موفقیت‌آمیز نبود شما باید مسیرهای دیگر را امتحان کنید. گرچه همیشه ملاحظات عملی

زیادی در مورد هر درمان جدید از مرحله ایده تا واقعیت وجود دارد که شامل مسائلی است مثل هزینه توسعه درمان، آزمایش‌های تعیین اثربخشی آن، طی کردن مسیرهای نظارتی و در نهایت قابلیت تجاری سازی آن که بتوان آن را در سطحی وسیع در اختیار عموم مردم قرار داد. اما برای من تمایل به حل مشکلات، نیروی اصلی برای یافتن راه‌حل‌های جدید به حساب می‌آید.”



ساخت داربست میزنای

هدف آن‌ها در آن مرکز، توسعه درمان‌های جدیدی است که باعث بهبود زندگی بیماران می‌شود. پروفسور آتالا عقیده دارد که داشتن افکار پیش‌داورانه خصوصاً در مورد جهت‌گیری‌های آینده مفید نیستند. زیرا که در روش پیش‌داورانه ما فقط به گوشه‌ای مسئله نگاه کرده و از احتمالات و امکانات مفید دیگر غافل می‌شویم. فقط وقتی که با ذهنی باز به استقبال آینده برویم می‌توانیم این احتمالات مفید را مشاهده

کنیم. هیچگاه پژوهشگران نباید آن چنان به یک هدف مشغول شوند که سایر احتمالات از نظر آن‌ها دور بماند. آن‌ها باید به هدف نهایی خود که همانا ایجاد احساس بهتر در بیماران است فکر کنند و نه به یک مسیر خاص برای رسیدن به آن. از آنجا که پزشکی بازآفرینشی هنوز یک حوزه جدید در علم به شمار می‌رود، فقط پیشرفت علمی نمی‌تواند پیش‌ران شما در آن باشد و علاوه بر آن چالش‌های تولید محصولات آن و موانع تنظیمی و مقرراتی را هم باید در نظر داشت.



بعضی داربست‌ها و نمونه اولیه ارگان‌هایی که توسط پرینتر سه بعدی تهیه شده‌اند.

در دهه ۱۹۸۰ آقای رابرت لانگر^۱ استاد دانشگاه MIT، ایده تلفیق داربست^۲ پلیمری صناعی سه بعدی را با سلول‌ها، به منظور تولید بافت‌ها و ارگان‌های جدید مطرح کرد. از آنجایی که به این ایده با شک و تردید زیادی نگریده می‌شد، امکان جذب کمک‌های مالی دولتی برای پروژه وجود نداشت. بنابراین او مجبور شد ایده و ابداع خود را به شرکت‌های خصوصی عرضه کند و با واگذار کردن حق اختراع خود به آن‌ها، کمک‌های مالی را برای پیشبرد پروژه تأمین کند. این ایده اکنون سنگ بنای مهندسی بافت^۳ و پزشکی بازآفرینشی است که منجر به تولید پوست مصنوعی برای افراد قربانی سوختگی شده و در آینده ارگان‌های مختلف را هم تولید خواهد کرد.

پروفسور لانگر که در تمام دنیا به عنوان یکی از افراد پیش‌رو در حیطه مهندسی بافت شناخته می‌شود، تحقیقاتش در زمینه ابداع پلیمرهای خود تخریب شونده زیستی است که می‌توان آن‌ها را به داخل بافت‌های سرطانی وارد کرد. این مواد قابلیت آزاد کردن مقادیر مشخصی از دارو را به صورت تدریجی در بافت هدف خواهند داشت. بنابراین با این روش، درمان کم‌عارضه‌تر، ایمن‌تر و مؤثرتر از درمانی‌های معمول خواهد بود. داربست پلیمری سه بعدی او همچنین توسط پژوهشگران برای رشد دادن سلول‌های انسانی و در آوردن آن‌ها به شکل‌های مختلف استفاده می‌شود که معروفترین آن‌ها تولید گوش با این روش در آزمایشگاه است.

ما مشاهده می‌کنیم که او در مراحل مختلف زندگی علمی‌اش، با چالش‌های بزرگی که به نظر غلبه بر آن‌ها ناممکن بوده، رو به رو شده است و همواره نگاه بعضی از مجامع علمی به او همراه با بدبینی بوده است. ولی او و گروهش امروزه حق اختراع‌ها و محصولات مورد تأیید FDA زیادی را به ثبت رسانده‌اند. وقتی از او پرسیدم که کلید اصلی حل مشکلات پزشکی و علمی که در حال حاضر شاید خیال‌پردازانه و یا آینده‌نگرانه به نظر

¹ Robert Langer

² Scaffold

³ Tissue Engineering

برسد چیست؟ پاسخ سر راست او این بود: "اعتماد به / این که شما می‌توانید."^۱ مسایل دیگری که امروزه برای توسعه این فناوری مهم هستند شامل: زیست سازگاری مواد کاشته شده در بدن، جلوگیری از پس زدن این مواد از بدن و موفقیت در ایجاد رگ و عصب در بافت کاشته شده بوده و تلاش برای غلبه بر آن‌ها همچنان ادامه دارد.

دنیای سلول‌های بنیادی

بیشتر سلول‌های بالغ فقط قادرند به چند نوع سلول با کارکردهای ویژه تبدیل شوند در حالی که سلول‌های بنیادی رویایی^۱ قابلیت pluripotent داشته یعنی می‌تواند به انواع مختلفی از سلول‌ها تبدیل شود. البته پژوهش‌ها در مورد سلول‌های بنیادی رویانی هم باعث به وجود آمدن مسایل اخلاقی و قانونی خاص خودش شده است. زیرا که به دست آوردن این نوع سلول‌ها نیاز به تخریب بلاستوسیست^۲ دارد که از مراحل اولیه رشد رویانی است و این خود به نوعی از بین بردن شکلی از حیات به حساب می‌آید. علیرغم این مشکل، این حوزه از علم در سال‌های آینده، توسعه و رشد چشمگیری را تجربه خواهد کرد.

تحقیقات در زمینه سلول‌های بنیادی در سال ۲۰۰۶ و با ابداع روش تازه که توسط دکتر شینیا یاماناکا^۳ صورت گرفت دچار یک تحول انقلابی شد و سلول‌های بنیادی به نام induced Pluripotent Stem Cells (iPSCs) معرفی شدند. در این روش با استفاده از سلول‌های بنیادی بالغ (که مشکلات اخلاقی استفاده

^۱ Embryonic Stem Cells (ESCs)

^۲ Blastocyst

^۳ دکتر Shinya Yamanaka برای این کار خود در سال ۲۰۱۲ به همراه John Bertrand Gurdon برنده جایزه نوبل شد [م].

از سلول‌های بنیادی جنینی را ندارد) و با کمک چهار ژن خاص که فاکتورهای رونویسی ژن‌ها^۱ را کدگذاری می‌کنند، توانستند که سلول‌های بالغ را به سلول‌های با قابلیت‌های چندگانه^۲ تبدیل کنند. در این روش این سلول‌ها (iPSCs) می‌تواند به همان حالت اولیه خود، دوباره برنامه‌ریزی شده که به آن «مرحله صفر حیات» گفته می‌شود و در حقیقت سلول به همان مرحله‌ای باز می‌گردد که پس از لقاح با آن مواجه هستیم. با این کار، این نوع سلول‌های که به صورت ژنتیکی دوباره برنامه‌ریزی شده‌اند، می‌توانند مانند سلول‌های بنیادی جنینی رفتار کرده و به بافت یا ارگان‌های جدید مختلفی تبدیل شوند. در اولین کارآزمایی بالینی، از سلول‌های (iPSCs) برای درمان یک بیماری چشمی به نام دام‌ژنراسیون ماکولر وابسته به سن استفاده شده تا این سلول‌ها با ساخت شبکه‌ی جدید، باعث بهبود دید در بیمار شوند. اگر نتایج این پژوهش امیدوار کننده باشد، به زودی برای درمان بیماری‌های دیگری مثل آلزایمر یا انواع سرطان هم می‌توان از این روش استفاده کرد.

پژوهشگران در سنگاپور در حال توسعه فرآیندی هستند که برای تهیه این سلول‌ها (iPSCs) به جای استفاده از سلول‌های مغز استخوان (که نمونه‌گیری آن دردناک و تهاجمی است) به وسیله گرفتن نمونه خون محیطی، سلول‌های بنیادی بالغ را به دست آورده و سپس آن‌ها را به iPSCs تبدیل کنند. برنامه‌ریزی دوباره این سلول‌ها ما را قادر می‌سازد که آن‌ها را به هر نوع سلول که بخواهیم تبدیل کرده و مثلاً سلول‌های عضلانی قلب که با این روش به وجود می‌آیند حتی ضربان ریتمیک قلبی هم در آن‌ها مشاهده می‌شود.

البته سیاست‌گذاران بهداشتی و درمانی، مسئولیت سنگینی در قبال نظارت بر کار کلینیک‌های سلول‌های بنیادی دارند، زیرا تعداد آن‌ها هر روز بیشتر شده و بعضی

¹ Transcription Factors

² Pluripotent Stem Cells

از آن‌ها به غلط، ادعاهای مختلفی را در مورد درمان بعضی بیماری‌ها از مشکلات قلبی عروقی گرفته تا پارکینسون مطرح می‌کنند.

در سال ۲۰۱۳ گروهی در کالج لندن موفق به ساختن یک بینی جدید برای مردی انگلیسی شد که به علت سرطان، بینی او به طور کامل تخریب شده بود. سلول‌های بنیادی این فرد از بافت چربی او گرفته شده و در آزمایشگاه به مدت ۲ هفته رشد داده شدند. در مرحله بعد، از این سلول‌ها برای تولید داربست بینی^۱ استفاده کردند. سپس این بینی جدید، بر روی ساعد فرد کاشته شد تا پوست روی سطح آن رشد کرده و آن را کاملاً بپوشاند. این آزمایشگاه یکی از چندین آزمایشگاهی است که در سطح جهان بر روی ایده آینده‌نگرانه رشد ارگان‌های مختلف در محیط آزمایشگاهی کار می‌کند. تا به امروز آن‌ها موفق شده‌اند که مجاری اشکی، عروق خونی و نای را بسازند ولی پژوهشگران خوش بین هستند که در آینده بتوانند قسمت‌های مختلف بدن را تولید کنند که قابلیت پیوند به بدن انسان داشته باشند. بر طبق گفته‌های این گروه، این کار مثل درست کردن انواع مختلفی از کیک است که البته از اجاق‌های متفاوتی برای تهیه آن استفاده می‌شود.

پژوهشگران دانشگاه ادینبورگ در سال ۲۰۱۴ اعلام کردند که با استفاده از سلول‌های بالغ انسانی و برنامه‌ریزی دوباره آن‌ها برای تبدیل شدن به سلول‌های بنیادی، توانسته‌اند که گلبول‌های قرمز نوع O را تولید کنند. این اولین باری بود که سلول خونی با کیفیت مناسب و استانداردهای ایمن برای تزریق به انسان تولید می‌شد. این کار ممکن است به زودی دروازه‌ای را به سوی تولید خون مصنوعی باز کند.

در سال ۲۰۱۴ دانشمندان موفق شدند برای اولین بار، تیموس را به عنوان یک ارگان زنده دوباره سازی کنند به طوری که قادر به تولید سلول‌های ایمنی هم باشد. اگر ایمنی این تکنیک ثابت شود، این کار قدم بزرگی در درمان بیماران با سیستم

¹ Nose Scaffold

ایمنی آسیب دیده بوده و همچنین کسانی را که مشکلات و ناهنجاری‌های ژنتیکی درگیر کننده تیموس دارند، به درمان امیدوار خواهد کرد.

علاوه بر آن پژوهشگران دانشگاه کمبریج توانستند راهی را برای سرعت بخشیدن به پروسه‌های سلولی و تبدیل آن به سلول‌های بالغ سیستم عصبی پیدا کنند. با این روش آن‌ها توانستند با استفاده از سلول‌های پوست، سلول‌های بالغ عصبی را به وجود آورند که معادل سلول‌های عصبی بدن ما عملکرد دارند.

هدف نهایی تمام این پژوهش‌ها تولید و رشد ارگان‌های جدید توسط چاپ سه بعدی است که البته باید به روش سریع، کارا و ایمن انجام شود. گروهی به نام آکسی بیو^۱ قصد دارند که از تکنیک‌های چاپ سه بعدی، مشابه همان فرایندی که برای تولید مواد صناعی به کار گرفته می‌شود، برای مقاصد زیستی مثل ترمیم زخم، تحویل دارو به ارگان‌های مختلف و یا جایگزینی و ترمیم ارگان‌ها استفاده کنند. برای چاپ سه بعدی در این روش جدید که در حال توسعه آن هستند، مواد صناعی مشابه بافت‌های بدن را به صورت هزاران قطره‌های کوچک آب در آورده که سطح آن‌ها با سلول‌های زیستی پوشش داده شده (ساختاری مشابه پوشش خارجی سلول‌ها) و سپس این قطره‌ها در کنار هم قرار گیرند.

گرچه هنوز هم به نظر می‌رسد که بیشتر مردم تمایل به عمر بیش از ۹۰ یا ۱۰۰ سال ندارند ولی به زودی با پیشرفت‌های صورت گرفته در پزشکی بازآفرینشی، شاهد به حقیقت پیوستن این احتمال برای مردم خواهیم بود.

¹ OxSyBio

نمره دسترسی: ۳

کانون توجه: پژوهشگران

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- Center for Regenerative Medicine (<http://www.crm.ed.ac.uk/>)
- Wake Forest Institute for Regenerative Medicine (<http://www.wakehealth.edu/WFIRM/>)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- Organovo (<http://organovo.com/>)

کتاب ها:

- Principles of Regenerative Medicine by Atala, Ianza, Thomson & Nerem
- Regenerative Medicine Applications in Organ Transplantation by Orlando

فیلم:

- Terra Incognita: The Perils and Promise of Stem Cell Research (2007)

رونند دوازدهم

زیست فناوری را خودت انجام بده^۱

یکی از داستان‌های الهام بخش در علم و زیست فناوری، مربوط به جک آندراکا^۲ است. من او را هم در هلند و هم کالیفرنیا وقتی که به عنوان سخنران دعوت شده بود، ملاقات کرده‌ام. او که نوجوانی کم سن و سال بود، در کافه تریا بر روی صندلی نشسته و در فکر سخنرانی‌اش بود که باید ایراد می‌کرد. او با رویی گشاده با افراد حاضر در آن جلسات به گفتگو می‌پرداخت. آندراکا به من گفت علاقه‌اش به حسگرهای زیستی^۳ و آموختن در مورد آن‌ها و این که چگونه می‌توان به کمک آن‌ها آلودگی‌های محیطی کشف کرد، در سن ۱۳ سالگی در وجودش شکل گرفته است. پس از فوت یک دوست خانوادگی آن‌ها که به علت سرطان پانکراس از دنیا رفته و برایش مثل عمو بود، او علاقه مند به پژوهش در این حوزه شده بود.

پس از این حادثه او مدتی گیج و غمگین بود. او حتی نمی‌دانست که پانکراس چه هست و در مورد سرطان آن نیز اطلاعاتی نداشت. در قدم اول تصمیم گرفت که به سراغ ساده‌ترین و در دسترس‌ترین منبع اطلاعات یعنی اینترنت برود. سپس والدین او به کمکش آمدند و در کتابخانه ساعت‌ها صرف مطالعه منابع مکتوب و بررسی آن‌ها کردند تا چیزی از قلم نیفتد.

او با من موافق است که فناوری، امروزه باعث ارتباطات بیشتر ما با یکدیگر شده

^۱ Do-It-Yourself (DIY) Biotechnology

^۲ Jack Andraka

^۳ Biosensor

ولی علاوه بر آن، آموزش و یادگیری هم به کمک فناوری تسهیل شده است. شما با کمک اینترنت و در ویکی پدیا می توانید به راحتی مقاله ای در مورد آنچه که علاقمند به دانستن آن هستید را پیدا کرده و چاپ کنید تا بعداً سر فرصت به مطالعه آن بپردازید. او در حالی که در پایه هشتم دبیرستان و در کلاس زیست شناسی حضور داشت، این ایده ارزشمند به او الهام شد:

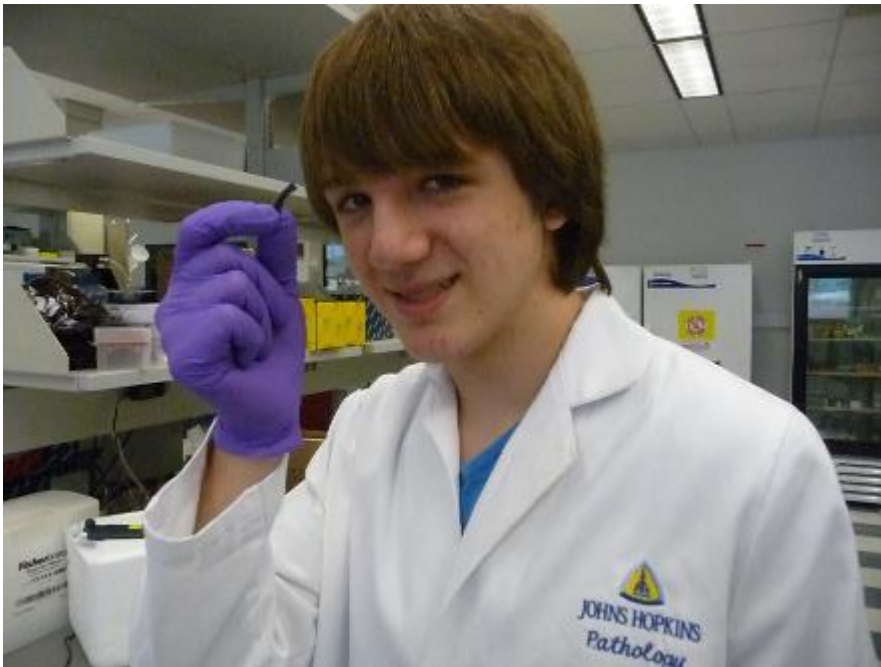
”من همزمان که به سخنان معلم در مورد آنتی بادی ها گوش می دادم، در حال خواندن مقاله ای در مورد نانوتیوب های کربنی تک دیواره ای بودم که ناگهان ایده ای به مغزم خطور کرد. چه می شد اگر می توانستم تلفیقی از آن چه که می خواندم (نانوتیوب) را با آنچه که قصد داشتند به من یاد بدهند (آنتی بادی) ایجاد کنم که حاصل آن تولید حسگری باشد که بتواند سرطان پانکراس را کشف کند.“

روشن است که این کار ساده ای نبود و باید زحمت زیادی برای به حقیقت پیوستن این ایده صرف کرد ولی به لطف فناوری های نوین، او توانست آنچه را که برای توسعه طرح خود لازم داشت را بیاموزد. مادرش به او گوشزد کرد که این آزمایش نسبت به آزمایشات قبلی اش بسیار پیچیده تر بوده و او حتماً نیازمند کار در یک آزمایشگاه پیشرفته برای پیگیری ایده خود است. او ایمیل های زیادی را به مراکز مختلف فرستاد و پاسخ های منفی زیادی دریافت کرد که البته این نامه ها هم به او کمک کرد که بهتر بنویسد و پیام های مناسب تری را به رشته تحریر درآورد. در نهایت او شانس فعالیت زیر نظر یک پاتولوژیست به نام آنیربان مایترا^۱ در مدرسه پزشکی جانز هاپکینز را پیدا کرد و شخص دکتر مایترا منبع الهامی برای او و کارهایش شد.

بر طبق گفته های آندراکا، تست سرطان پانکراس که او طراحی کرده است، ۱۶۸ برابر سریع تر بوده و از نظر هزینه ۲۶ هزار برابر کمتر از تست های قبلی خرج داشته

¹ Anirban Maitra

(حدود ۳ سنت) و حساسیت حدود ۴۰۰ برابر بیشتر از سایر تست‌های مرسوم تشخیص سرطان پانکراس دارد و فقط ۵ دقیقه زمان برای انجام آن لازم است. در نتیجه او در سال ۲۰۱۲ توانست جایزه Gordon E. Moore را دریافت کند که جایزه‌ای بزرگ در نمایشگاه بین‌المللی علوم و مهندسی است.



جک آندراکا که در آزمایشگاه مشغول به کار است.

روشی که روی آن کار کرده بود، کاملاً یک روش نوآورانه بوده و در ژورنال‌های معتبر تا آن موقع به چاپ نرسیده بود. آندراکا در گفتگویی که با من داشت، سعی کرد که چگونگی کارکرد این پروژه را برای من توضیح دهد. البته او پس از گفتگو و بحث با استادان و دانشمندان رده بالای آن مرکز، متوجه شده بود که باید کارهای بیشتری را تا قبل از به چاپ رساندن این پروژه به انجام برساند. او قویاً پیگیر پروژه خود بود

زیرا عقیده داشت که برای مردم مفید است. در حال حاضر او با چندین شرکت زیست فناوری در مورد انجام تحقیقات بیشتر روی این پروژه مذاکره کرده است.



ملاقات جک آندراکا با رئیس جمهور وقت ایالات متحده

او نمونه هزاران نوجوانی است که در سطح جهان ایده‌های قابل توجهی در علم و پزشکی دارند ولی نمی‌خواهند از مسیرهای سنتی و معمول به سوی این اهداف گام بردارند. در عوض آن‌ها تلاش می‌کنند که با استفاده از تمامی فرصت‌های موجود، راه‌حل‌ها را پیدا کنند.

آندراکا هر روز به سوالات نوجوانان دیگر از طریق ایمیل یا اسکایپ پاسخ می‌دهد و به من می‌گوید که عاشق انرژی، خوش بینی و هیجانی است که علم و ریاضی برای او به ارمغان آورده است. این دوره، زمان بسیار خوبی است که شما یک نوجوان با ایده‌های عظیم باشید، چون قادر خواهید بود به سرعت یاد بگیرید و به راحتی با افراد

متخصص ارتباط برقرار کنید. او همیشه به بقیه نوجوانان می گوید، وقتی یک نوجوان ۱۵ ساله که حتی پانکراس را به خوبی نمی شناسد، قادر است حسگری را برای تشخیص سرطان پانکراس ابداع کند، در نظر بگیرید این نوجوانان قادر خواهند بود چه کارهای عظیم دیگری را انجام دهند.

او عقیده دارد باید بودجه های پژوهشی بیشتری برای این نوع تحقیقات وجود داشته باشد و سهم مقالات با دسترسی آزاد^۱ در ژورنال های علمی باید افزایش یابد تا افراد بیشتری بتوانند بیاموزند و به نوآوری آن ها کمک شود. پس از پایان دبیرستان او امیدوار است با ورود به دانشگاه بتواند به یادگیری و پژوهش های خود ادامه دهد.

او به همراه همکلاسی خود چولی دیگر^۲، اخیراً توانستند جایز ۵۰,۰۰۰ دلاری شرکت زیمنس را با عنوان «We Can Change the World Challenge» را به خاطر طراحی یک زیست حسگر^۳ دریافت کنند. این حسگر زیستی که به اندازه یک کارت اعتباری است، توانایی شناسایی شش عامل آلوده کننده محیط یعنی: جیوه، سرب، کادمیوم، مس، گلیفوزات و آترازین را دارد. ایده این طرح از یادگیری مطالبی در کلاس های دبیرستان در زمینه آلودگی آب به ذهن آن ها رسید. هزینه این تست یک دلار بوده و انجام آن ۲۰ دقیقه زمان می برد و ۲۰۰/۰۰۰ بار ارزان تر و ۲۵ برابر کارآمدتر از حسگرهای موجود در بازار است. او نمونه کاملی از یک دانشمند جوان است که قابلیت مشارکت در پژوهش ها را با داشتن دسترسی کافی به منابع اطلاعاتی علمی آنلاین خواهند داشت.

به عنوان مثال آخر که البته امیدوارم مثال هایی بیشتر از این دست در جوامع دیده شود، پسری ۱۵ ساله اهل بوستون است که در سال ۲۰۱۴ برنده جایزه نمایشگاه بین المللی علوم و فناوری شد. علت دریافت جایزه طراحی الگوریتمی بود که در

¹ Open-access

² Chole Diggs

³ Biosensor

تشخیص موتاسیون‌های عامل سرطان پستان ۸۱٪ صحت داشت. در حالی که تا پیش از آن دقت این الگوریتم‌ها فقط ۴۰٪ بوده است. این نوجوان ۱۵ ساله پس از آن که یکی از دوستان نزدیک مادرش به سرطان تخمدان مبتلا شد، با استفاده از بیوانفورماتیک، کار بر روی نرم‌افزار جدیدی را شروع کرد. او به تحلیل ژن BRCA1 پرداخت که یکی از شناخته شده‌ترین ژن‌های ژنوم انسانی بوده و مستعد کننده بروز سرطان‌های پستان و تخمدان است. او سرانجام موفق به تهیه الگوریتم فوق شد.

آزمایشگاه‌های زیست فناوری در جامعه

اولین بار در سال ۲۰۰۸ یک آزمایشگاه، حرکتی را در جامعه آغاز کرد تحت عنوان «زیست شناسی را خودت انجام بده»^۱ که در آن دانش آموزان و سایر افرادی که به زیست شناسی و زیست فناوری علاقه داشتند، توانستند برای آزمایش‌هایی که مدنظرشان بود، از تجهیزات آزمایشگاهی حرفه‌ای استفاده کنند. افرادی که این حرکت را آغاز کردند خوش بین بودند که این برنامه به همه گیر شدن زیست فناوری کمک کرده و آن را مشابه اقداماتی می‌دانستند که در دهه ۷۰ میلادی، برنامه نویسان برای عمومی شدن ضعف‌های محاسباتی و کامپیوتری، از گاراژ منزلشان استفاده کرده بودند.

این آزمایشگاه‌ها علاوه بر تجهیزات، در زمینه آرایه آموزش و در اختیار قرار دادن منابع زیست فناوری به مراجعان نیز فعال بودند. پس از این حرکت بود که گروه‌های محلی بسیاری تحت عنوان DIYBio یا همان Do-It-Yourself Biology، از آمریکا و اروپا گرفته تا آسیا و اقیانوسیه تشکیل شدند.

در سال ۲۰۱۱، BioCurious نیز به عنوان مرکز تجمع دوستاران زیست فناوری

¹ Do-It-Yourself Biology

افتتاح شد. این مرکز با این هدف تأسیس شد که نوآوری در زیست شناسی باید در دسترس همگان بوده و قابل استفاده برای عموم مردم باشد. در این مرکز که یک آزمایشگاه زیست شناسی است، قسمت هایی وجود دارد که افراد آماتور، نوآور، کارآفرین و در کل هر شخصی که تمایل به انجام این آزمایشات داشته باشد می تواند از آن استفاده کند.



WWW.DIYBIO.ORG

لوگوی diybio.org

آن‌ها یک فضای آزمایشگاهی کاری کامل و یک کتابخانه فنی، تجهیزات میکروسکوپ فلورسنت و ماشین‌های PCR، مواد مصرفی، فضای وسیع کاری و مرکز آموزش تکنیک‌های آزمایشگاهی زیست‌شناسی را در اختیار دارند. این پروژه اولین آزمایشگاه جامعه محور بود که هزینه‌های ایده‌های نوپا^۱ در آن از طریق تأمین سرمایه مردمی^۲ صورت گرفته و اولین آزمایشگاهی بود که چاپگر زیستی^۳ را نصب کرده و توانست از طریق سایت‌های تأمین مالی مردمی، حدود نیم میلیون دلار بودجه جمع‌آوری کنند. گرچه آن‌ها هنوز هم در حال جمع‌آوری کمک‌های مردمی بیشتر برای انجام خدمات گسترده‌تری هستند.

اولین باری که در رقابت‌های iGEM^۴ شرکت کردم، به عنوان دانشجو در آزمایشگاه بر روی پروژه PhD خود کار می‌کردم و تصمیم گرفتم که به رقابت با یکی از ایده‌های آن‌ها بپردازم. چیزی که من از این رقابت فهمیدم این بود که مقصود اصلی بنیانگذاران این حرکت، آموزش و پیشرفت زیست‌شناسی، توسعه یک جامعه باز و افزایش همکاری‌های بین فردی است. در سال ۲۰۱۲ این مجموعه از MIT جدا شد و به صورت یک سازمان غیرانتفاعی مستقل در شهر کمبریج ماساچوست به کار خود ادامه داد. این مجموعه در سال ۲۰۰۳ با یک دوره آموزش یک ماهه در دانشگاه MIT متولد شد که در آن دانشجویان با طراحی سامانه‌های زیست‌شناختی سلول‌ها با هم به رقابت می‌پرداختند. در سال ۲۰۰۴ فقط ۵ تیم حضور داشتند. در سال ۲۰۰۵ تعداد تیم‌ها به ۱۳ رسید و در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ به حدود ۲۴۵ تیم افزایش یافت.

این تیم‌های دانشجویی در شروع تابستان، یک کیت از اجزای زیست‌شناختی را

^۱ Start-UP

^۲ Crowdfunding

^۳ Bioprinter

^۴ international Genetically Engineered Machine

از مجموعه اجزای استاندارد زیست شناختی این سازمان دریافت می کنند و در مدرسه یا دانشگاهی که در آن تحصیل می کنند، کار بر روی آن را آغاز می کنند. آن ها با استفاده از این اجزاء و همچنین سایر قطعاتی که خودشان طراحی می کنند، یکی از سامانه های زیست شناختی که در سلول زنده کار می کند را بازطراحی می کنند. شکل این پروژه و رقابتی که در آن قرار داده شده، یک عامل مؤثر و ترغیب کننده آموزش می باشد. از میان پروژه هایی که در این رقابت ها معرفی شده اند می توان به طراحی یک رنگین کمان با استفاده از کشت باکتری های رنگدانه دار (پیگمانته) و یا ساخت آشکارساز^۱ زیستی آرسنیک اشاره کرد که به میزان غلظت آرسنیک حساس بوده و در کشورهای کمتر توسعه یافته می توان از آن برای اندازه گیری میزان آرسنیک آب استفاده کرد. همچنین طرح هایی مثل توسعه Bactoblood هم از دل این رقابت بیرون آمده است. Bactoblood یک جایگزین کم هزینه برای گلبول های قرمز بوده و از باکتری های دستکاری شده تولید شده و می تواند به طور ایمن در خون، انتقال اکسیژن را بر عهده گرفته و تزریق آن خطراتی مثل سپتیمی (عفونت خون) را ندارد. این ترکیب می تواند برای مدتی طولانی (در حالت خشک) به صورت فریز شده نگهداری شود. در کل هیچگونه محدودیتی برای خلاقیت در این رقابت وجود ندارد.

وجود چنین آزمایشگاه هایی در سطح جامعه، در افزایش علاقه نوجوانان و جوانان به زیست فناوری مؤثر بوده و به دانشمندان هم این فرصت را می دهد که ایده های خود را آزمایش کرده و با پژوهش بر روی آن ها در نهایت این ایده ها را به مرحله تجاری سازی و استفاده جامعه نزدیک کنند. این روش سناریویی است که باید در سطح جهان پیگیری شود و این نوع آزمایشگاه ها باید در دسترس هر فردی با ایده خوب و مفید قرار داشته باشد.

¹ Detector

شرکت های نوپای زیست فناوری، عامل تغییر در پزشکی

خانم الیزابت هولمز^۱ شرکتی را به نام ترانوس^۲ تأسیس کرد که هزینه آن را با پول شهریه ای تأمین کرد که پس از انصراف از دانشگاه استنفورد پس انداز می کرد. این شرکت برای توسعه نوعی تست خونی که فقط نیاز به یک قطره خون داشت (که پس از سوراخ شدن پوست با یک سوزن بسیار کوچک این قطره خون تهیه می شود) متمرکز شد تا بتواند صدها آزمایش را از اندازه گیری میزان کلسترول خون تا آنالیزهای پیچیده ژنتیکی را انجام دهد. با این روش هم نتایج سریع تر آماده می شود و هم دقیق تر و ارزان تر از روش های معمول آزمایشگاهی است. انگیزه اصلی تأسیس چنین شرکتی ترس این خانم از خونگیری و وارد کردن سوزن سرنگ به داخل وریدهایش بود و این مورد تنها چیزی بود که او را به شدت می ترساند. تصور کنید که چنین آزمایشی چه میزان اطلاعات را می تواند برای ما تهیه کند.

نانوبیوسیم^۳ هم شرکت دیگری است که در حیطه هایی از دانش که از تلفیق فیزیک، زیست شناسی و فناوری نانو تشکیل شده فعالیت می کند. از کارهایی که در این شرکت انجام شده می توان به تولید پلتفرم های پرتابل فناوری نانو اشاره کرد که قادر هستند رد پای ژنتیکی^۴ هر ارگانیسم بیولوژیک را (در بدن ما) به درستی کشف کرده و به مردم در سرتاسر جهان این توانایی را می دهد که به اطلاعات تشخیصی صحیح و سریعی از وضعیت سلامت خود دست پیدا کنند. این شرکت که در کمبریج ماساچوست قرار دارد، ادعا می کند که روش آن ها می تواند بود یا نبود ارگانیسم بیماری زای یک بیماری خاص را در عرض یک ساعت مشخص کند.

^۱ Elizabeth Holmes

^۲ Theranos

^۳ Nanobiosym

^۴ Genetic Fingerprint

شرکتی دیگر به نام uBiome وجود دارد که تعیین توالی میکروبیوم‌ها^۱ کار اصلی آن‌ها می‌باشد و شما می‌توانید به صورت آنلاین از خدمات آن‌ها بهره‌مند شده و اطلاعات و ابزار لازم را جهت بررسی میکروبیوم‌های بدن شما را در اختیارتان قرار می‌دهند. همچنین این شرکت با استفاده از پژوهش «پروژه میکروبیوم انسانی»^۲ مطالعات گسترده‌ای بر روی میکروبیوم‌ها انجام داده و قادر است با مطالعه ژنوم زمینه‌ای میکروبیوم‌ها و مقایسه آن با ژنوم انسان، به ما در تشخیص بیماری‌ها و درمان‌های مناسب آن، اطلاعات ارزشمندی بدهد.

علاوه بر این چندین پژوهش هم اخیراً در مورد تغییر در مبانی زیست‌شناختی و استفاده از فناوری نانو در سطوح بالاتر دانش انجام شده است. DNA ما از چهار جزء که نوکلئوتید نامیده می‌شوند، تشکیل شده است. در سال ۲۰۱۴ زیست‌شناسان سنتتیک در انستیتو پژوهشی اسکریپس^۳ در منطقه لاهویا^۴ شهر سن دیگوی کالیفرنیا، سلولی را پدید آوردند که در آن الفبای ژنتیکی آن گسترده‌تر شده بود و دو جزء جدید در نوکلئوتیدهای آن دیده می‌شد. این پژوهش دروازه جدیدی را برای ایجاد گستره وسیعی از مولکول‌ها نوین به سوی ما باز کرد. آن‌ها ۱۵ سال زمان صرف توسعه این DNA جدید کردند تا بتوانند در نهایت به تولید پروتئین‌های جدید برسند. قدم بعدی آن‌ها این است که حالا چگونه از این DNA جدید با جفت بازهای جدید و غیرطبیعی رونویسی شود تا بتوان از آن RNA تولید کرده و در نهایت از این RNA برای تولید پروتئین استفاده شود.

^۱ میکروبیوم: به مجموعه ارگانیسم‌هایی گفته می‌شود که بدون توجه به سرده یا جنس آن‌ها، در یک قسمت بدن به صورت هم‌زیست با فرد زندگی می‌کنند مثل میکروبیوم دستگاه گوارش یا میکروبیوم پوست. همچنین گاهی به مجموعه ژن‌های این ارگانیسم‌ها، میکروبیوم اطلاق می‌شود [م].

^۲ Human Microbiome Project یا پروژه میکروبیوم انسانی، پروژه عظیمی که توسط انستیتو سلامت آمریکا (NIH) با هدف شناسایی تمام گونه‌های ارگانیسم‌های موجود در بدن انسان آغاز شده است. هدف اصلی این پروژه تهیه نقشه ژنتیکی میکروارگانیسم‌های بدن انسان بوده و با استفاده از این اطلاعات نقش ژن‌های این میکروارگانیسم‌ها در بیماری‌ها و تاثیر آن‌ها بر سلامت بدن بهتر مشخص خواهد شد [م].

^۳ Scripps Research Institute

^۴ La Jolla

در همین زمان شرکت اتودسک^۱ که در زمینه طراحی و مهندسی نرم افزار فعالیت داشته و در کالیفرنیا قرار دارد، توانسته است که یک باکتریوفاژ یا ویروس سنتتیک را تولید کرده و سپس از آن چاپ سه بعدی بگیرد. بر طبق گفته اندرو هسل^۲ که متخصص در این زمینه است، امروز می توان نرم افزارهایی با استفاده از کدهای زیستی (Bio-code که همان DNA است) برای تمامی موجودات زنده نوشت. این پروژه فقط در مدت دو هفته و با هزینه هزار دلار قابل انجام است که در مقایسه با مخارج چند بیلیون دلاری که در تاریخ ژنومیک خرج شده، بسیار ناچیز است.

زیست فناوری یکی از امید بخش ترین قسمت های پژوهش های مرتبط با پزشکی بوده و تا امروز حتی کمی از قابلیت های خود را هم نشان نداده است. تفکر دوباره در مورد اصول زیست شناسی ممکن است عواقب ناشناخته ای برای ما داشته باشد که ما هنوز برای رو به رو شدن با آن ها آماده نشده ایم. صنعت زیست فناوری در همین چند سال اخیر، یک هدف کلیدی برای سرمایه گذاران بوده و هنوز هم جایگاه شایسته خود را پیدا نکرده است. زیست فناوری این توانایی را دارد که با ارایه راه حل های جدید و بازخوانی اصول زیست شناختی، تغییرات قابل توجهی را در شکل طبابت ما به وجود آورد.

^۱ Autodesk

^۲ Andrew Hessel

نمره دسترسی: ۵

کانون توجه: پژوهشگران

وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط:

- iGEM (<http://igem.org>)
- DIYBio (<http://diybio.org>)
- Biocurious (<http://biocurious.org>)

شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا:

- Theranos (www.theranos.com)
- Nanobiosym (www.nanobiosym.com)
- uBiom (<http://ubiome.com>)

کتاب‌ها:

- Culturing Life: How Cells Became Technologies by Hannah Landecker
- A Life Decoded: My Genome, My Life by Craig Venter
- Life at the Speed of Light: From the Double Helix to the Dawn of Digital Life by Craig Venter

فیلم:

- Jurassic Park (1993)

رونند سیزدهم

انقلاب چاپ سه بعدی

یک کودک ۱۴ ماهه آمریکایی به علت نقایص متعدد قلبی نیاز به جراحی داشت ولی انجام عمل جراحی روی قلب او بسیار دشوار و خطرناک بود. برای آمادگی بیشتر تیم جراحی که از پزشکان بیمارستان کودکان کوزا^۱ در شهر لویسویل^۲ ایالت کنتاکی بودند، از آقای اسپید^۳ که در دانشکده مهندسی مشغول به کار بود خواستند که با استفاده از فناوری چاپ سه بعدی، یک مدل پلیمری سه بعدی از قلب این کودک تهیه کند. این مدل می توانست دید جدیدی به جراحان قبل از عمل داده و آن ها را زودتر با شرایط پیش رو آشنا کند. وقتی جراح قلب این مدل سه بعدی را مشاهده کرد، کاملاً متوجه شد که باید چه کارهایی را برای این بیمار انجام دهد. دیدن این مدل قبل از عمل به جراح کمک کرد که از برش های غیرضروری بیشتر حین عمل که فقط برای به دست آوردن اطلاعات از وضعیت ارگان مورد جراحی انجام می شود (و این اطلاعات قبلاً با این الگوی سه بعدی در اختیار جراح قرار داده شده بود) جلوگیری شود و عمل جراحی هم در کمترین زمان ممکن و با سرعت بالایی صورت گیرد. این مورد فقط یکی از مثال هایی بود که به کاربرد فناوری چاپ سه بعدی در حوزه پزشکی اشاره می کند.

در چاپ سه بعدی، جسمی با کمک یک مدل دیجیتالی طراحی شده و در حالی

^۱ Kosair

^۲ Louisville

^۳ J.B.Speed

که لایه‌های مختلف آن جسم با استفاده از مواد مختلف اولیه بر روی هم قرار داده می‌شوند، در نهایت جسم مورد نظر به طور کاملاً مشابه با مدل اولیه تولید می‌شود. از این فناوری می‌توان در پزشکی بازآفرینشی^۱، تعویض و جایگزینی ارگان‌ها و اعضا، جهت کمک به برنامه‌ریزی قبل از جراحی و دیگر حوزه‌های پزشکی استفاده کرد.

کایبا گیونفریدو^۲ نوزادی بود که در سال ۲۰۱۱ به صورت نارس به دنیا آمد. او فقط ۸ ماه دوره جنینی را طی کرده بود و موقع تولدش همه نگران وضعیت تکامل ریه‌های او بودند. پس از تولد ریتم تنفس کایبا طبیعی بود. او از بیمارستان مرخص شده و با والدینش به خانه فرستاده شد. شش هفته بعد اما به صورت ناگهانی تنفس کایبا قطع شده و کبود شد. پس از بستری و انجام اقدامات تشخیصی بیماری او «نرمی نای و مجاری هوایی» یا تراکئوبرونکومالاسی تشخیص داده شد و برای او تراکئوستومی (سوراخ کردن نای در ناحیه گردن برای دادن تنفس به بیمار) صورت گرفت و به دستگاه تنفس مصنوعی وصل شد که یک درمان قدیمی و سنتی محسوب می‌شود. با این اوصاف هنوز (تقریباً روزی یک بار) کایبا دچار قطع فعالیت تنفسی می‌شد. پزشکان تصمیم گرفتند با کمک فناوری چاپ سه بعدی، یک وسیله قابل جذب^۳ که متناسب با اندازه نای کودک ساخته شده را تهیه کرده و آن را در داخل مجرای تنفسی کودک قرار دهند.

وجود این وسیله از روی هم خوابیدن نای و قطع تنفس در کودک جلوگیری کرده و به این ترتیب به تداوم تنفس کایبا کمک می‌شد. این مورد هم یک مثال دیگر از کمک‌های درمانی است که فناوری چاپ سه بعدی می‌تواند در درمان بیماری‌ها در اختیار ما قرار دهد.

¹ Regenerative Medicine

² Kaiba Gionfriddo

³ Bioresorbable

در سال ۲۰۱۳ و در دانشگاه تکینگی^۱، من در گردهمایی Futuremed سخنرانی داشتم و به حضار نشان دادم که چطور با استفاده از اسکن رادیولوژی فک یک نفر، می‌توان مدل کامل و دقیقی از استخوان فک و دندان‌های او تهیه کرد. امروزه به طور فزاینده‌ای ما شاهد تهیه عناصر و وسایل بیشتری با استفاده از چاپ سه بعدی بوده و صنعت زیست فناوری هم بسیار مشتاق استفاده از قابلیت‌های چاپ سه بعدی است. چاپ وسایل و ابزارهای پزشکی، چاپ بافت‌های زنده بدن و در نهایت چاپ سلول‌ها و عوامل دارویی چیزی نیست که ما در آینده شاهد آن‌ها نباشیم. اعضای مثل گوش مصنوعی و در کل ارگان‌های ساده را می‌توان در کنار تخت بیمار چاپ کرد و چاپ ارگان‌های قابل پیوند هم باعث خواهد شد که دیگر چیزی به اسم لیست پیوند و انتظار برای پیدا شدن ارگان مناسب برای فرد معنی نداشته باشد. مسایل فنی چنین پیشرفت‌هایی هم در آینده از طریق جمع‌سپاری و استفاده از منابع علمی متن‌باز حل خواهد شد.

تبدیل شدن چاپ سه بعدی به یک مسیر اصلی

من سال‌ها است که مقالات آقای مایکل مولیتک - هو^۲ را دنبال می‌کنم زیرا وی مؤلفی خبره در زمینه چاپ سه بعدی است. من با او تماس گرفتم تا نظر او را در مورد نقشی که این صنعت سریعاً پیش‌رونده در آینده خواهد داشت را جویا شوم:

”به نظر من آن چیزی که اکنون باعث پیشرفت قابل توجه چاپ سه بعدی شده، حرکت به سوی منابع باز اطلاعاتی بوده و در کنار آن به اتمام رسیدن زمان حق اختراع‌های مهم در این حوزه نیز در پیشرفت آن نقش مهمی داشته است.

¹ Singularity University

² Michael Molitch-Hou



پرینت سه بعدی استخوان فک که بر پایه تصاویر رادیولوژی تهیه شده است.

اگرچه آدریان بوی^۱ در انگلستان و هاد لیپسون^۲ در آمریکا سال‌ها است که بر روی چاپگرهای سه بعدی متن باز کار می‌کردند ولی تا قبل از سال ۲۰۰۹ و به اتمام رسیدن حق اختراع مهمی به نام FDM^۳ که مالک آن اسکات کرامپ^۴ (مبدع FDM و بنیانگذار شرکت Stratasys)، تلاش‌ها در این زمینه به کندی پیش می‌رفت. پس از سال ۲۰۰۹ و با اتمام زمان حمایت از این حق اختراع، سایر افراد توانستند بدون هزینه از ابداع فوق استفاده کرده و کارهای جدید صورت گرفت و مثل سوختی بود که تمام صنعت چاپ سه بعدی را با سرعت زیاد به پیش راند.

پس از آن که شرکت DIYers توانست چاپگرهای سه بعدی را تجاری سازی کند، آن‌ها را برای استفاده عموم توزیع کرد. این چاپگرها بسیار ارزان‌تر

^۱ Adrian Bowyer

^۲ Hod Lipson

^۳ Fused Deposition Modeling (FDM)

^۴ Scott Cramp

از چاپگرهای بزرگی بودند که سایر شرکت‌ها تولید کرده بودند و مردم می‌توانستند آن‌ها را به صورت کیت‌های آماده و با قیمتی حدود ۱۰۰۰ دلار خریداری کرده و خودشان آن را در منزل سرهم کنند.

بر طبق نظرات آقای مولیتک-هو ما نیازمندیم که برای شکوفایی و پیشرفت صنعت چاپ سه بعدی، تغییرات وسیعی را در قوانین مربوط به حق اختراع صورت دهیم. مثلاً فرض کنید شرکت‌های داروسازی مجبور شوند که فرمول داروهای خود را به صورت متن باز در اختیار جامعه قرار دهند. در آن صورت دانشمندان آماتور می‌توانند به تولید آن داروها پرداخته و یا تولید کنندگان کوچک هم می‌توانند داروهای را با قیمت کم عرضه کنند. همچنین اگر شرکتی مثل Organovo تصمیم بگیرد که طرح‌های خود را به صورت متن باز اعلام کند، در آن صورت افراد آماتور هم می‌توانند از بافت‌های انسانی چاپ سه بعدی بگیرند.

علاوه بر چاپ سه بعدی ارگان‌های بدن، او پیش‌بینی می‌کند که انواع دیگری از چاپ‌های سه بعدی به زودی ابداع گردد. این نوع چاپ‌های جدید در مقیاس وسیع، سریع و با مواد اولیه چندگانه انجام خواهد شد. مثلاً در آینده فقط با استفاده از یک بازوی رباتیک می‌توان وسیله‌ای به ابعاد متوسط را چاپ سه بعدی گرفت و یا با استفاده از ورودی‌های متفاوت در این چاپگرها، مواد با ساختار متفاوت به چاپگر وارد شده که می‌تواند در ساخت آن وسیله توسط چاپ سه بعدی مورد استفاده قرارگیرد. آقای مولیتک-هو دوست دارد نظاره‌گر روزی باشد که تمامی اجزای الکترونیک، توسط چاپ سه بعدی تهیه شود که اگر این کار صورت گیرد و علاوه بر آن، از اجزای فلزی هم بتوان چاپ سه بعدی گرفت، در آن صورت می‌توان یک چاپگر سه بعدی خود تکثیر شونده را طراحی کرد. پروژه RePRaP در جهت طراحی و ساخت چنین وسیله‌ای آغاز شده است. مطالعات اولیه در این پروژه نشان داده‌اند که استفاده از نتایج RePRaP برای چاپ محصولات معمولی هم می‌تواند از نظر اقتصادی به صرفه باشد.

هدف نهایی چاپ سه بعدی، چاپ مولکول هاست. اگر این امکان روزی فراهم شود که ما ترکیب و ساختار مولکول ها را به صورت یک برنامه به چاپگر ارایه کنیم و قادر به چاپ آن ها شویم، در آن صورت ما کپی های نامحدودی از عناصر زنده را می توانیم تهیه کنیم. البته ما هنوز آمادگی لازم برای این پیشرفت را پیدا نکرده ایم.

امروزه سرمایه گذاری در چاپ سه بعدی از مرز ۲/۷ بلیون دلار گذشته است و فقط شرکت Organovo به عنوان یکی از بازیگران اصلی در این بازار جدید، بیش از ۲۴ میلیون دلار سرمایه گذاری برای تولید مواد زیستی و حتی اندام های مصنوعی کرده است. آقای مایک رینارد^۱ سخنگوی تجاری این شرکت در مورد طرح هایش می گوید:

”ما در حال تهیه مدل های آزمایشی بهتر برای دانشمندان علوم دارویی هستیم تا آن ها بتوانند به تولید داروهای جدیدتر، ایمن تر و البته با قیمت تمام شده پایین تر بپردازند. در فرآیند تولید و اکتشاف داروها، ما شاهد موارد زیادی از تحقیقات هستیم که در نهایت به نتیجه مطلوب منتهی نشده و یا هزینه های میلیون دلاری که در نهایت به سرانجام دلخواه نرسیده اند. علاوه بر این، مثال های زیادی هم وجود دارد که داروهایی در ابتدا تأیید شده و به بازار عرضه شده اند ولی بعداً به خاطر عوارض تهدید کننده ای که در بعضی از بیماران ایجاد کرده اند، جمع آوری شده و یا مصرف آن ها فقط در گروهی خاص از بیماران محدود شده است. این حوزه از علم قابلیت های عظیمی برای پیشرفت دارد. در نظر بگیرید فقط در ایالات متحده، روزانه ۱۸ نفر از کسانی که در انتظار برای دریافت عضو پیوندی هستند از دنیا می روند. علاوه بر این ها افراد دیگری هم هستند که با انواع شرایط یا بیماری های مزمن به علت نارسایی سیستم های مختلف بدن، فرآیندهای تخریب گر^۲ و یا نقایص متابولیک دست و پنجه نرم می کنند. در کل

¹ Mike Renard

² Degenerative

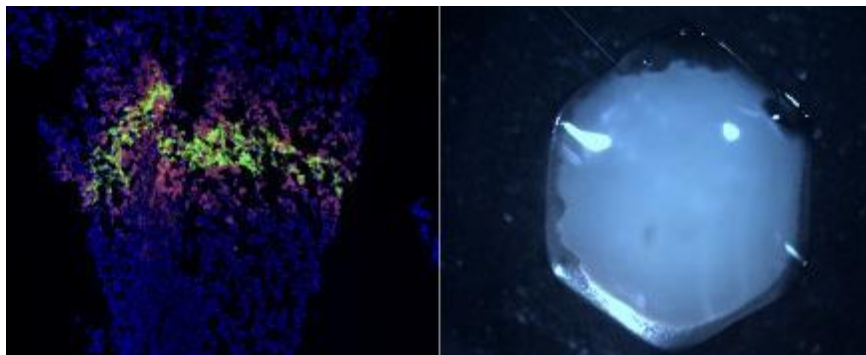
نیاز فزاینده به بافت‌های فعال به عنوان یک درمان، بسیار بیشتر از چیزی است که امروزه از طریق برنامه‌های اهدای عضو در دسترس ما است.



پرینتر زیستی Novogen MMX که قابلیت پرینت سه بعدی بافت را به اشکال مختلف دارد. .
هیدروژل و جوهرهای زیستی از هر دو سر این پرینتر به بافت اضافه می‌شوند.

چاپ بافت‌های زنده در مقایسه با چاپ اشیاء سه بعدی بی‌جان، یک اقدام بسیار عظیم‌تر و پیچیده‌تری است. اما پیشرفت‌های تکنیکی که به طور روز افزونی با آن‌ها مواجه هستیم به ما این اطمینان را می‌دهد که در آینده شاهد این فرآیند هم خواهیم بود. در حقیقت بافت‌ها در ذات خود سه بعدی هستند. آن‌ها از یک ساختار تعریف شده و الگوهای تکرار شونده پیروی می‌کنند. البته از آنجایی که بافت‌ها از انواع مختلفی از سلول‌ها تشکیل شده‌اند، آرایش و طرز قرارگیری صحیح آن‌ها در کنار همدیگر، جهت عملکرد صحیح بافت و سلامت کلیت سیستم ضروری است. کشت‌های سلولی دو بعدی و یا خطوط سلولی منفرد^۱ به تنهایی قادر به بازتولید این زیست‌شناسی طبیعی پیچیده نیستند.

¹ Single Cell Lines



تصویر سمت راست: بافت کبد انسانی که پرینت زیستی تهیه شده است.
تصویر سمت چپ: رنگ آمیزی هیستولوژیک بافت کبد انسانی که پرینت زیستی شده نمایانگر وجود هپاتوسیت ها، سلول های پری سینوزوئیدی و سلول های اندوتلیال بوده که به صورت ساختارمندی در کنار هم قرار گرفته اند.

مثال های زیادی وجود دارد که در آن ها چاپ بافت های زنده می تواند مورد استفاده قرار گیرد. یکی از این حوزه ها تولید بافت های بیمار برای مقاصد پژوهشی است. داشتن یک مدل از بیماری به صورت فعال و زنده که با وجود این که در خارج بدن قرار دارد ولی دقیقاً مانند بافت بیمار در داخل بدن عمل می کند، باعث گشایش درهای جدیدی جهت مقاصد پژوهشی در مورد مکانیسم های ایجاد بیماری ها خواهد شد. اکتشافات بالقوه در این زمینه می تواند باعث ایجاد تغییرات بنیادین در اهداف درمانی شده و می تواند به ما در فهم این نکته کمک شایانی کند که چگونه درمان را برای هر بیمار، شخصی سازی کنیم.

مثال هایی از چاپ سه بعدی

در زیر لیستی از مواردی که به طور موفقیت آمیز تا به حال چاپ شده اند، برای شما آورده شده تا شما بیشتر به قابلیت های این فناوری در آینده نزدیک پی ببرید.

- بافت‌هایی با عروق خونی

پژوهشگران دانشگاه هاروارد (که در آنجا از اولین چاپگر سه بعدی با قابلیت سفارشی سازی استفاده شده است) توانستند که در داخل تکه‌ای کوچک از بافتی که حاوی سلول‌های پوست بود، ساختارهایی درست کنند که در بافت اصلی در هم تنیده شده و به عنوان عروق خونی عمل می‌کردند.

- پروتزهای اندام‌های مختلف با هزینه پایین

ایجاد پروتزهای اندام‌های مختلف در روش معمول، علاوه بر این که تولید آن زمان‌بر است، برای ایجاد هر تغییر ثانویه بر روی آن باید قسمتی از پروتز را تخریب کرده و دوباره آن را بازسازی کرد. پژوهشگران دانشگاه تورنتو به همراه همکارانشان در Autodesk Research و cbm Canada با استفاده از فناوری چاپگر سه بعدی توانستند که اندام مصنوعی را برای بیماران در مدت زمان کمتر و با قیمت پایین‌تر و متناسب با نیازهای آنان تهیه کنند. در این روش ابتدا اندام بیمار اسکن شده و به صورت دیجیتالی طراحی می‌شود. سپس این طراحی به شکل یک الگو و توسط چاپگری سه بعدی در عرض چند ساعت تولید می‌شود. این نوع پروتز که جنس آن از پلی استیک اسید^۱ (که یک ماده ترموپلاستیک بوده و به راحتی با استفاده از حرارت و گرما قابلیت تغییر شکل دادن خواهد داشت) باعث کاهش هزینه تولید اندام مصنوعی به کمتر از ۱۰ دلار شده است. اگر این روش چاپ سه بعدی با الگوهای متن باز همراه شود، آن گاه هر شخص خودش خواهد توانست اندام مصنوعی خود را طراحی و تولید کند و این باعث تولید اندام مصنوعی ارزان‌تر برای افرادی می‌شود که اندام‌های آسیب دیده دارند.

¹ Polyactic acid

- داروها

آقای لی کرونین^۱ که شیمی دان دانشگاه گلاسکو است، قصد دارد روشی را برای تجویز و توزیع دارو کشف کند که مشابه همان کاری است که شرکت اپل برای موسیقی انجام داده است. آقای کرونین در یک سخنرانی TED Talk، از چاپگرهای سه بعدی صحبت کرد که توانایی سر هم کردن اجزای شیمیایی در سطح مولکولی را دارا می باشند. در این روش بیماران به داروخانه آنلاین مراجعه کرده و نسخه دیجیتال خود را ارایه می کنند و سپس از داروخانه طرح کلی^۲ داروی خود را همراه با جوهر شیمیایی^۳ خریداری کرده و با استفاده از آن ها در منزل، داروی خود را چاپ می کنند.

به گفته او در آینده ما چیزی به نام دارو را نخواهیم خرید بلکه اپلیکیشن و یا طرح کلی دارو را تهیه خواهیم کرد. این روش در توزیع دارو نیز بسیار کار آمد بوده و نیاز به توزیع داروی ساخته شده در داروخانه ها را رفع می کند. البته خطر بزرگ این روش این است که افراد ممکن است با سوء استفاده از این روش، طراحی ها و یا مواد خام اولیه را به سرقت برده و هر نوع دارویی را در منزل تولید کنند. این مورد یک کابوس برای دستگاه های نظارتی بوده و هست و حتی از تولید غیرقانونی سلاح هم عواقب وخیم تری دارد. این تغییرات می تواند باعث تحول گسترده در ساختار صنایع دارویی و زیست فناوری گردد.

- حسگرهای ساخته شده به صورت سفارشی و مختص خود فرد

پژوهشگران از اسکن قلب حیوانات برای تولید الگوهای چاپ شده قلب کمک گرفته و سپس عناصر الکترونیک با قابلیت کشسانی^۴ را بر روی این الگوی قلب، طراحی

¹ Lee Cronin

² Blueprint

³ Chemical Ink

⁴ Stretchy

کردند. در مرحله بعد این عناصر الکترونیک (حسگرها) از روی این الگوی ساخته شده بیرون آورده شده و بر روی قلب واقعی حیوان (که اندازه آن کاملاً مشابه با الگویی است که از اسکن قلب تولید شده بود) کار گذاشته می شود. امروزه بر روی تقویت قابلیت های این عناصر الکترونیک که در حقیقت از چندین حسگر تشکیل شده، پژوهش های زیادی در حال انجام است. طراحی های فوق نشانگر تولید نوع جدیدی از حسگرهای قلبی فردگرایانه است.

- استخوان

پروفسور ساسمیتا بوز^۱ از دانشگاه ایالتی واشنگتن، یک چاپگر سه بعدی اصلاح شده را طراحی کرده که با اتصال بعضی مواد شیمیایی به پودر سرامیک می تواند یک داربست سرامیکی در هم تنیده ای را تولید کند که توانایی تولید استخوان به شکل دلخواه را دارا است.

- دریچه های قلبی

پژوهشگری به نام جاناتان بوچر^۲ از دانشگاه کورنل توانسته است که دریچه قلبی را چاپ کرده و به زودی این نوع دریچه بر روی گوسفند آزمایش خواهد شد. او با استفاده از مجموعه ای از سلول ها و مواد زیستی، میزان سختی این نوع دریچه را تنظیم کرده است.

- غضروف گوش

باز هم در دانشگاه کورنل فردی به نام لارنس بوناسر^۳ با استفاده از تصاویر سه

¹ Susmita Bose

² Jonathan Butcher

³ Lawrence Bonassar

بعدی از گوش انسان توانسته که قالب‌هایی از گوش را تهیه کند. این قالب‌ها بعداً به وسیله نوعی ژل پر می‌شوند که حاوی سلول‌های غضروف گاوی بوده که در کلاژن به صورت سوسپانسیون وجود دارند. این ژل باعث شکل دادن به گوش شده و البته سلول‌های داخل آن هم در ماتریکس خارج سلولی رشد می‌کنند.

- تجهیزات پزشکی

یک کلینیک در کشور بولیوی که با نزدیکترین شهر حدود ۱۴۰ کیلومتر فاصله دارد، با استفاده از فناوری‌های موجود می‌تواند پروتزها و سایر وسایل و تجهیزات پزشکی را با قیمتی پایین چاپ کند. هزینه این کار دو سنت برای هر قطعه و آن هم به خاطر پلاستیک به کار رفته در آن می‌باشد. این روش به کشورهای در حال توسعه کمک می‌کند که از داشتن فروشگاه‌های متعدد و بزرگ تجهیزات پزشکی بی‌نیاز شوند. در حال حاضر هم بهترین استفاده از فناوری‌های چاپ سه بعدی در نواحی کمتر توسعه یافته صورت می‌گیرد. آزمایشگاهی به نام «Not Impossible Labs» که در شهر ونیس^۱ کالیفرنیا قرار دارد، با استفاده از فناوری چاپ سه بعدی به قربانیان جنگ و آشوب داخلی در کشور سودان که دچار قطع عضو شده‌اند ارایه خدمت کرده و اندام‌های مصنوعی برای آن‌ها تأمین می‌کند. بنیانگذار این مؤسسه آقای مایک ابلینگ^۲ شخصاً آموزش پرسنل محلی در سودان را در زمینه کار کردن با ماشین‌ها، تولید اندام مصنوعی متناسب با هر بیمار و ساخت پروتزهای ارزان قیمت را بر عهده داشته است.

- نگهدارنده و محافظ کابل‌های بیمارستانی

وسایل مختلف اندازه‌گیری علائم حیاتی بیماران، دارای کابل‌های متعددی بوده

^۱ Venice

^۲ Mick Ebeling

که پس از مدتی این کابل‌ها آسیب دیده و هزینه زیادی برای بیمارستان‌ها و مراکز درمانی ایجاد می‌کنند. آقای استیون جاورسکی^۱ تکنسین بیمارستان Brookhaven Memorial محافظی را برای این کابل‌ها طراحی کرده که تعداد زیادی از این کابل‌ها را در کنار هم نگه می‌دارد و از گره خوردن و آسیب دیدن این کابل‌ها، جلوگیری می‌کند. برای طراحی این محافظ از چاپگر سه بعدی استفاده شده که باعث صرفه جویی مبالغ بسیاری در هزینه‌های بیمارستان شده است.

- جایگزینی استخوان جمجمه

جراحان دانمارکی تمام استخوان‌های فوقانی جمجمه یک زن جوان ۲۲ ساله را با یک جمجمه مصنوعی از جنس پلاستیک که به صورت سفارشی و متناسب با اندازه جمجمه این زن چاپ شده بود، جایگزین کردند.

- الگوهای توموری

پژوهشگران در چین و آمریکا، سلول‌های تومورهای سرطانی را چاپ کرده تا با استفاده از آن‌ها و بررسی تاثیر داروهای جدید بر آن‌ها، بهتر به رشد و گسترش و انتشار تومورها پی برده و داروهای ضد سرطان جدید را ارزیابی کنند.

- چشم

شرکت Fripp Desian and Research در انگلستان قصد دارد تا چاپگری را طراحی کند که بتواند در هر ساعت ۱۵۰ پروتز چشم را تولید کند. این نوع تولید انبوه، نه فقط سرعت تولید را بالا می‌برد بلکه به طور قابل توجهی هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد. در ضمن سفارش دهندگان می‌توانند رنگ دلخواه چشم‌های پروتزی را هم انتخاب کنند.

¹ Steven Jaworski

- پوست مصنوعی^۱

آقای جیمز یو^۲ در دانشکده پزشکی ویک فورست^۳ آمریکا چاپگری را طراحی کرده که قادر به چاپ پوست بوده و می توان از آن برای ترمیم زخم های قربانیان سوختگی استفاده کرد.

- ارگان های داخل بدن

شرکت Organovo در سال ۲۰۱۳ اعلام کرد که نمونه آزمایشی کبدی که چاپ زیستی شده بود، بیش از ۴۰ روز عملکرد داشته است. عوامل اجرایی رده بالای شرکت Organovo و بقیه نخبگان این صنعت عقیده دارند که در طی یک دهه آینده ما قادر به چاپ ارگان های توپر مثل کبد، قلب و کلیه خواهیم بود. صدها هزار نفر در سطح جهان در انتظار دریافت پیوند هستند و این فناوری زندگی آن ها را تغییر خواهد داد. برای آن که تصویر بهتری از آنچه که مولیتک - هو برای من شرح داده را متوجه شوید، شنیدن داستان لیام^۴ کودک آمریکایی که با سندرم باند آمنیوتیک^۵ به دنیا آمده خالی از لطف نیست. سندرم باند آمنیوتیک باعث شده بود که لیام فقط قسمتی از انگشتان خود را داشته باشد.

همچنین نجاری به نام ریچارد وان^۶ هم که اهل آفریقای جنوبی بود، در یک حادثه شغلی انگشتان او آسیب جدی دیده بودند. برای ریچارد هم استفاده از پروتزهای پیشرفته موجود، هزینه بالایی داشته و حدود ده هزار دلار برای هر انگشت خرج برمی داشت.

¹ Synthetic Skin

² James Yoo

³ Wake Forest School of Medicine

⁴ Liam

^۵ سندرم باند آمنیوتیک: یک ناهنجاری مکانیکی است که در آن، نواری از بافت فیبرو به دور قسمتی از بدن جنین می پیچد و باعث اختلال در خون رسانی و اشکال در تکامل آن قسمت می شود. اگر این نوارها به دور انگشتان دست یا پا و یا خود دست یا پا پیچیده شوند می توانند منجر به قطع عضو هم بشوند و اگر این باندها از روی صورت عبور کند می توانند باعث شکاف کام یا شکاف لب گردند [م].

⁶ Richard Van

همزمان شخص دیگری به نام ایوان اُون^۱ که یک تکنسین اتوماسیون و دستگاه‌های خودکار بود، فیلمی را در یوتیوب به اشتراک گذاشت که در آن یک نگهدارنده مکانیکی که برای جشن هالوین طراحی شده بود را به نمایش می‌گذاشت. ریچارد پس از دیدن این فیلم از ایوان پرسید که با الهام از این نگهدارنده مکانیکی، آیا او می‌تواند یک بازوی پروتزی همراه با انگشتان را برای او طراحی کرده و بسازد؟ چون این دو نفر در نواحی مختلف دنیا زندگی می‌کردند، ارتباطات آن‌ها به وسیله اسکایپ برقرار می‌شد. با کمک شرکت MakerBot که شرکتی پیشرو در زمینه چاپ سه بعدی است، یک MakerBot Replicator که نوعی چاپگر سه بعدی است، در اختیار آن‌ها قرار گرفت. آن‌ها توانستند با چاپ‌های مکرر نمونه‌های اولیه، پروتز را طراحی کرده و اصلاحات بعدی را روی آن صورت دهند. سرانجام پروتزی مناسب برای دست ریچارد تهیه کردند.



کودکی که از پروتزهای ازران قیمت پرینت شده توسط شرکت RoboHand/استفاده می‌کند.

¹ Ivan owen

وقتی پدر لیام از این پروژه مطلع شد از ایوان و ریچارد خواست که پروتزی را هم برای فرزند او طراحی کنند. پس از چند آزمون و خطا، سرانجام آن‌ها توانستند برای لیام یک پروتز پلاستیکی مناسبی را طراحی کرده که به وسیله آن لیام می‌توانست اجسام را با دستان خود بگیرد.

پس از این، ریچارد شرکتی را به نام Robohand تأسیس کرد که در آن با کمک چاپ سه بعدی، تولید پروتزهایی برای افراد با دستان آسیب دیده را در برنامه خود قرار داد. البته در این شرکت او پروتزهایی برای پاهای آسیب دیده و با هزینه کم هم طراحی کرده است. این شرکت باعث تشویق سایر افراد برای ورود به این حوزه شده و سایر شرکت‌ها مثل e-NABLE هم در این عرصه شروع به فعالیت کردند.

البته نکته اصلی در تولید این پروتزها این است که قیمت آن‌ها، بسته به نوع طراحی متفاوت است. برای مثال وسایل میوالکترونیک که می‌توانند سیگنال‌ها را از فیبرهای عضلانی بازو گرفته و به انگشتان انتقال دهند، گرانتر از پروتزهای پلاستیکی ساده‌تر هستند. شرکت Robohand تا به حال توانسته برای بیش از ۲۰۰ نفر پروتزهای ارزان قیمت ولی با قابلیت عملکردی بالا تهیه کند.

تمام این طراحی‌ها حالت متن باز داشته و به زودی این فناوری با کمک چاپ سه بعدی به جریان اصلی در تولید پروتز تبدیل خواهد شد. برای ایجاد چنین تغییرات بنیادین البته باید تغییراتی در مقررات سازمان‌های نظارتی و خدمات سلامت ایجاد شده و برای غلبه بر مشکلات موجود در این عرصه، باید شاهد پیشرفت‌های بیشتری در مسایل تکنیکی مربوط به این فناوری باشیم.

نمره دسترسی: ۴

کانون توجه: بیماران و افراد شاغل در حرفه های پزشکی

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- 3D Printing News (<https://3dprintingindustry.com/medical/>)
- The Comin Group (www.chem.gla.ac.uk/cronin)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- MakerBot (www.makerbot.com)
- 3Dsystems (www.3dsystems.com)

کتاب:

- Make: Ultimate Guide to 3D Printing, 2014 by Mark Frauenfelder

فیلم:

- Iron Man 2 (2010)

روند چهاردهم

مرد آهنین؛ اسکلت خارجی و اندام‌های مصنوعی دارای قدرت تحرک

در یک روز آفتابی نوامبر سال ۲۰۱۳، من در یک گردهمایی شرکت کردم که توسط دانشگاه تکنیکی و در سالن آکادمی موسیقی Franz liszt بوداپست مجارستان برگزار شده بود. در این گردهمایی خانم آماندا بوکستل^۱ یکی از سخنرانان بود. او در سال ۱۹۹۲ و در یک حادثه اسکی در کلرادوی آمریکا آسیب نخاعی دیده و پس از آن حادثه کاملاً از ناحیه هر دو پا فلج شده بود. او برای همگان توضیح داد که پس از آن که شنید دیگر نخواهد توانست راه برود، چه حالی به او دست داده بود و چگونه رویاهای او به انتها رسیده بودند. البته او بعدها خود را باز یافت و در برنامه‌های متعددی شرکت کرد، مثل برنامه‌های اسکی انطباقی^۲ که در آن، افرادی که در اسکی مهارتی ندارند و یا دچار بعضی بیماری‌های محدود کننده هستند، با کمک افراد دیگر و با حمایت آن‌ها به اسکی می‌پردازند. همچنین در اردوهای قایق‌رانی معلولین هم حضور داشت. او به عنوان یکی از حمل‌کنندگان مشعل المپیک انتخاب شده و در پژوهش‌های قطب جنوب هم مشارکت کرد. او یکی از سفیران نوآوری شرکتی به نام «اسکو بیونیک»^۳ می‌باشد.

شرکت اسکوبیونیک در سال ۲۰۰۵ و در کالیفرنیا بنیانگذاری شد و هدف اصلی این شرکت طراحی و توسعه اسکلت خارجی جهت کمک به بیماران فلج بوده تا امکان راه رفتن را برای آن‌ها فراهم سازد. این اسکلت‌های خارجی دارای قدرت تحرک بوده و در حقیقت یک شبکه متحرکی است که فرد آن‌ها را می‌پوشد و حاوی یک موتور یا سامانه هیدرولیک بوده که انرژی مورد نیاز برای تحرک اندام‌ها را تأمین می‌کند.

^۱ Amanda Boxel

^۲ Adaptive ski programs

^۳ Esko Bionics



خانم آماندا بوکستل که با کمک اسکلت خارجی که به صورت سه بعدی پرینت شده، در میدان
قهرمانان بوداپست ایستاده است.

استفاده از این اسکلت‌های خارجی توسط افراد مختلف که درجات متفاوتی از فلج عضلانی به علل گوناگون در آن‌ها ایجاد شده مورد آزمایش قرار گرفته است. تا به حال این شرکت به افراد مختلفی کمک کرده که بیش از میلیون‌ها قدم را طی کنند و آرزوی دوباره آن‌ها برای راه رفتن را تحقق بخشند.

خانم بوکستل یکی از افرادی است که به طور آزمایشی از اسکلت خارجی استفاده می‌کند که شرکت اسکویونیک به صورت سفارشی برای او تهیه کرده است. او می‌گوید:

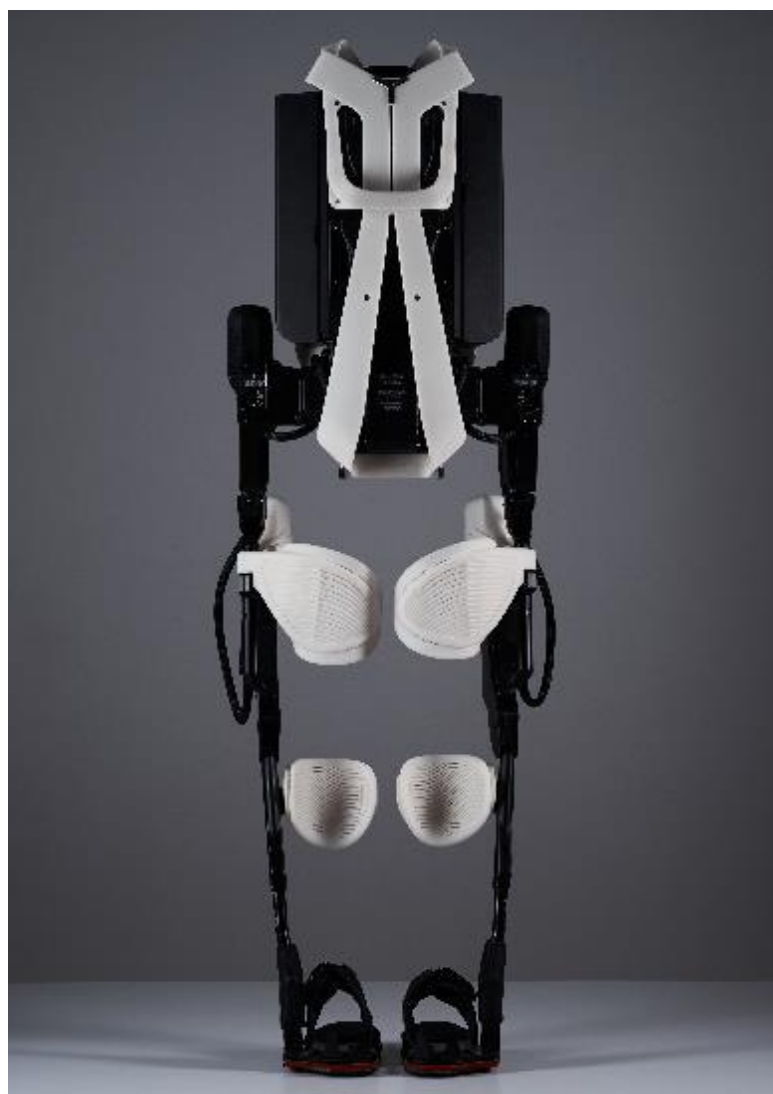
“این پروژه نشان دهنده پیروزی خلاقیت انسان و فناوری است که با کمک هم توانسته‌اند عملکرد صحیح بدن مرا به صورت بسیار زیبا و با یک طراحی ارگانیک به من برگردانند.”

اسکلت خارجی که او در کنفرانس با آن حضور پیدا کرده بود، به صورت کاملاً شخصی برای او طراحی شده و توسط چاپ سه بعدی دقیق آن را تهیه کرده بودند. اسکن از اندام فرد، به طراحان برای تولید قالب اولیه و تجهیزات رباتیک مناسب و مطابق با اندازه‌های بدن او کمک شایانی می‌کند. در مرحله بعد این تجهیزات با اجزای مکانیکی و وسایل کنترل مربوط به آن ترکیب شده و اسکلت خارجی کامل می‌شود. تمام این فرآیند حدود ۳ ماه طول خواهد کشید.

البته طراحان آن با چالش‌های متعددی رو به رو هستند مثل این مورد که در افراد دچار فلج اندام، گاهی به خاطر نبودن حس لامسه و درد، آسیب‌های بدنی ناشی از پوشیدن این اسکلت ممکن است ایجاد شده و عفونت در سطح این آسیب‌ها هم ممکن است دیده شود. اسکلت خارجی خانم بوکستل طوری طراحی شده که به وسیله باندهای چسبی^۱ به بدن او محکم شده و فشار کمتری در محل تماس مستقیم اسکلت

^۱ باندهای چسبی یا Velcro: فرهنگستان معادل این کلمه را چسبک قرار داده است. این وسیله دو باند پارچه‌ای است که یک طرف آن زبر بوده و دارای قلاب‌های ریز متعددی است و طرف دیگر حاوی الیاف فشرده نایلونی است و روی هم قرار گرفتن این باندها باعث چسبیده شدن آن‌ها به هم شده و به جای زیپ، دکمه و یا بند برای متصل کردن و روی هم قرار گرفتن دو چیز استفاده می‌شود [م].

خارجی به پوست وارد شده و پوست آسیب کمتری می بیند و او می تواند بدون تعریق و یا اصطکاک زیاد در آن نواحی، به راحتی به راه رفتن خود ادامه دهد.



پرینت سه بعدی نمونه کامل اسکلت خارجی شرکت اسکوبیونیک

چالش‌های دیگری هم وجود دارد مثل مشکل تأمین نیرو و انرژی برای این اسکلت خارجی، کمی انعطاف‌پذیری در نواحی مفاصل، اشتباهاتی در کنترل وسیله و در نتیجه ایجاد حرکات نامطلوب و در آخر مشکلاتی در زمینه سفارشی‌سازی آن می‌توان نام برد. من بحثی طولانی با آقای راس آنگولد^۱ مدیر فناوری شرکت اسکوبیونیک در مورد آینده و چشم‌انداز این شرکت داشتم. او پیش از این هم در شرکت‌های مختلف و در مناصب گوناگون به عنوان یک مهندس مشغول به کار بوده و در حال حاضر همکاری نزدیکی با شرکت لاکهید مارتین^۲ دارد که دارنده امتیاز فناوریانه اسکوبیونیک نیز هست. او می‌گوید:

”این بسیار دلگرم‌کننده است که در مدت کمتر از دو سال ما به حدود سه هزار نفر خدماتی را ارائه داده‌ایم. اسکلت خارجی ما به انسان‌های زیادی که دیگر قادر به کار نبوده و یا برای درمان نیاز به زمان‌های طولانی داشته‌اند، کمک کرده است. کار ما با کمک فناوری باعث شده که این افراد سالم‌تر شده و از یک زندگی کامل لذت ببرند.“

شرکت اسکوبیونیک قصد دارد تا با کمک فناوری که به آن دست پیدا کرده به افراد بیشتری کمک کند. در ابتدا تمام تمرکز آن‌ها روی بیماران با آسیب طناب نخاعی قرار داشت ولی اکنون قصد دارند که دامنه فعالیت خود را گسترش داده و برای بیماران دیگری با شرایط متفاوت هم وسایلی را طراحی کنند، مثل افرادی که یک پای آن‌ها قدرت کامل داشته و سالم بوده و فقط یکی از پاهای آن‌ها فلج می‌باشد. در مورد قیمت نسبتاً بالای این وسایل هم باید گفت با توجه به عوارضی که به علت عدم درمان این افراد در بلند مدت ایجاد می‌شود مثل عفونت‌های ادراری و دردهای مزمن و هزینه‌های درمانی این عوارض، استفاده از اسکلت خارجی و بازگرداندن تحرک به زندگی این افراد

¹ Russ Angold

² Lockheed Martin

بسیار مفید است.

آقای انگولد اشاره می کند که هر فناوری جدیدی با موانعی رو به رو شده و بیماران دچار فلج حرکتی نیز از نظر احساسی در وضعیت سخت و آزار دهنده ای قرار دارند، بنابراین این شرکت می کوشد که در مورد توصیف توانایی های اسکلت خارجی خود، فریبکارانه اقدام نکرده و فراتر از واقعیت نرود. البته این شرکت حداکثر تلاش خود را برای نشان دادن قابلیت های این اسکلت خارجی به بیماران و شاغلین مرتبط با حرفه پزشکی، در جهت پذیرش این وسیله به عنوان یک گزینه درمانی را داشته و فواید آن را برای آن ها توضیح خواهند داد.

آقای رابرت وو^۱ مهندس معماری بوده و پس از یک تصادف دچار فلج در هر چهار اندام خود شد. البته به مرور زمان بازوهای او قدرت خود را باز یافتند ولی پاهای او همچنان فلج هستند. او دچار پوچی و یأس شده بود و آرزوی مرگ خود را داشت. روزی در جستجوهای اینترنتی متوجه شد که یک اسکلت خارجی به نام Rewalk توسط شرکتی به نام «فناوری های پزشکی آرگو»^۲ در اسرائیل طراحی شده است. او با آن شرکت تماس گرفت و از آن ها تقاضا کرد که استفاده از این وسیله را به وی آموزش دهند. یک بیمار عادی نیاز به ۲۰ تا ۷۰ جلسه برای آموزش کامل جهت استفاده از این ربات پوشیدنی دارد. آقای وو بیان کرد که پس از این که با کمک این وسیله توانست در کنار همسر خود بایستد و او را در آغوش بگیرد، چه حس زیبایی به او دست داده است. او با همسر و فرزند خود و با کمک این وسیله به پارک رفته و با هم قدم می زنند. همین دلخوشی های کوچک در زندگی، که افراد آن ها را عادی فرض می کنند، بسیار مهم بوده و زمانی که شما از آن ها محروم شوید، متوجه اهمیت این مسایل در زندگی خود خواهید شد.

^۱ Robert Woo

^۲ Argo Medical Technologies



اسکلت خارجی کامل شرکت اسکوبیونیک که توسط یک بیمار پوشیده شده است.

مهندسين ايتاليایي در آزمایشگاه Perceptual Robotics رباتی را طراحی کرده‌اند که با کمک اسکلت خارجی آن، افراد می‌توانند اجسام سنگین را به راحتی بلند کرده و با هر دست می‌توانند حدود ۵۰ کیلوگرم بار را بلند کنند. آن‌ها نام این وسیله را Body Extender گذاشته‌اند. به ادعای این شرکت، این اسکلت خارجی، پیچیده‌ترین نوعی است که تا به حال طراحی شده است. این وسیله می‌تواند برای استفاده در صنایع مختلف که باید قطعات سنگینی جا به جا شود (مثل هواپیماسازی) استفاده شده و یا می‌تواند در هنگام زلزله برای از زیر آوار در آوردن قربانیان به کمک امدادگران بیاید. ما هنوز به قدرتی که یک اسکلت خارجی می‌تواند به ما اعطا کند، به طور کامل فکر نکرده‌ایم.

پروتزهای سفارشی‌سازی شده

آقای هیو هر^۱ که مدیر گروه پژوهشی بیومکانیک^۲ در آزمایشگاه دانشگاه MIT است، سخنرانی جالبی در TED Talks سال ۲۰۱۴ ارائه کرده است. آقای هر که هر دو پای خود را حدود ۳۰ سال قبل و در جریان کوهنوردی از دست داده بود، در مورد طرح‌های خود برای ساخت پروتزهای هوشمند قابل انعطاف و البته ارزان قیمت سخنرانی کرد که به راحتی در دسترس کسانی باشد که به آن نیاز دارند. تیم او پیشرو در زمینه ساخت اسکلت‌های خارجی و پروتزهای بیوهیبرید^۳ هوشمند است که برای افراد با ناتوانی‌های فیزیکی ساخته می‌شود. او تا به حال موفق به ساختن پروتزهای زانو، ساق و مچ پا شده که در ساختار آن‌ها عناصر بیومکانیک همراه با ریزپردازنده‌هایی وجود دارد که توانایی راه رفتن به حالات مختلف مثل قدم زدن طبیعی، حفظ تعادل

^۱ Hugh Herr

^۲ Biomechatronics

^۳ Biohybrid: ترکیبی از عناصر بیولوژیک و غیربیولوژیک را می‌گویند مثلاً قرار گرفتن سلول‌های انسانی در کنار مواد صناعی که به عنوان یک مجموعه واحد، دارای عملکرد باشند [م].

و با سرعت قدم زدن را دارا هستند. البته کارکردهای فوق می تواند (مثل عملکرد بیولوژیک و طبیعی افراد) از نظر قدرت یا سرعت هم تقویت شوند. در انتهای سخنرانی او یک سورپرایز برای شنوندگان ترتیب داده بود. خانم آدریان هاسلت^۱ - دیویس^۱ که از استادان رقص بوده و پای چپ خود را در حادثه بمب گذاری در ماراتون بوستون در سال ۲۰۱۳ از دست داده بود، به روی صحنه آمد و برای اولین بار پس از آن حادثه به هنرنمایی پرداخت.

مؤسسه بازتوانی شیکاگو و طراحان دانشگاه واندربیل^۲ توانسته اند که به دستاوردی بزرگ و غیرمنتظره برسند. آن ها اندام مصنوعی را طراحی کرده اند، که به افرادی که پای آن ها قطع شده این امکان را می دهد که از پله ها بالا روند، میچ پای خود را بچرخانند و روی زمین های شیب دار طی مسیر کنند و تمام این ها فقط با فکر کردن در مورد آن کار به انجام می رسد. پاهای مصنوعی تحت کنترل مغز یک قدم خارق العاده در آینده محسوب خواهد شد و مؤسسه بازتوانی شیکاگو از سال ۲۰۰۵ روی این موضوع فعالیت می کند. در سال ۲۰۱۲ فردی به نام زک واوتر^۳ با استفاده از نوآوری آن ها توانست بیش از ۲۰۰۰ پله تا طبقه ۱۰۳ برج ویلز^۴ شیکاگو را طی کند. او چهار سال قبل از این و در یک حادثه موتورسواری پای خود را از دست داده بود.

در سال ۲۰۱۴ سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) این پروتز را برای استفاده در مؤسسات بازتوانی تأیید کرد ولی هنوز برای استفاده شخصی در خانه تأیید نشده است. شرکت ها، پژوهشگران و بیماران زیادی از FDA خواسته اند تا این وسیله را برای استفاده در منزل هم تأیید کند.

شرکتی به نام Bespoke Innovations که در سانفرانسیسکو است هم در زمینه

¹ Adrienne Haslet-Davis

² Vanderbilt

³ Zac Vawter

⁴ Willes

سفارشی سازی و هم طراحی زیبای این پروتزها کار کرده و آن ها را بر اساس نیاز، کاربرد و شخصیت بیماران خود طراحی می کند. آقای اسکات سامیت^۱ که یکی از طراحان شرکت Bespoke است، توضیح داد که چگونه برای فردی که یک پای او قطع شده، این نوع پروتز را طراحی می کنند. آن ها ابتدا از پای سالم یک اسکن تهیه کرده و تصویر آئینه ای پای سالم را (که معادل پای مقابل آسیب دیده است) با تمام مختصات و جزئیات آن به دست آورده و پروتز را براساس آن طراحی می کنند.

ورزشکاری به نام جوزف متلکا^۲ که در سال ۲۰۰۹، در یک سانحه موتورسواری پای خود را از دست داده بود، حالا از ۱۲ نوع پروتز مختلف برای عملکردهای متفاوت مثل دوچرخه سواری کوهستان، اسکیت سواری و یا اسنوبورد استفاده می کند. هر کدام از این پروتزها توسط متخصصین در مرکز بازتوانی pace انگلستان طراحی شده اند.

ورزشکار دیگری به نام مایک شولتز^۳ که در رده های بالای حرفه ای مسابقات اتومبیل های برفی^۴ شرکت می کرد، به علت سانحه ای که برای او پیش آمد، پزشکان مجبور شدند پای او را از بالای زانو قطع کنند. او با کمک شرکت Fox که طراح و تولید کننده ضربه گیرها و سیستم های تعلیق وسایل نقلیه بود، محصولی به نام Moto Knee را تولید کردند. او بعداً توانست چندین مدال طلا در رشته های مختلف مثل موتور سواری در برف^۵ و موتورسواری در صحرا^۶ را با استفاده از نوآوری خود به دست آورد. شرکتی که او تأسیس کرده تا به حال به حدود ۱۰۰ نفر از ورزشکاران یا سایر افرادی که پاهای آن ها قطع شده بود، پروتزهای ورزشی فروخته و این افراد توانسته اند در مسابقاتی که علاقمند به شرکت در آن ها بودند، دوباره حضور پیدا کنند.

¹ Scott Summit

² Jozef Metelka

³ Mike Schultz

⁴ Snowmobile

⁵ Snowcross

⁶ Motocross



یک پروتز که سفارشی طراحی شده جهت استفاده یک بازیکن فوتبال

چالش واقعی برای چنین شرکت‌هایی، طراحی وسایلی است که حرکات پیچیده و مرکبی که در دست‌ها و پاها صورت می‌گیرد را به صورت دقیق و کامل تقلید کند. شرکت Touch Bionics بر پایه فناوری i-Limb که ابداع کرده‌اند، پروتز دستی را طراحی کرده که در آن هر کدام از انگشتان می‌تواند به صورت مجزا حرکت کند.



پروتز سفارشی طراحی شده برای فردی که علاقمند به موتورسواری است.

در پروتز آن‌ها، انگشت شست توانایی چرخش هم داشته و علاوه بر این به وسیله یک اپلیکیشن آیفون، فرد می‌تواند الگویی شبیه گرفتن اشیاء را به صورت کنترل شده انجام دهد. فرد با کلیک کردن روی صفحه نمایش می‌تواند هر نوع الگوی گرفتن که برای انجام کاری خاص مناسب است را انتخاب کند، مثل الگوی گرفتن موشواره کامپیوتر در دست و یا الگوی انگشتان در هنگام تایپ. به این شکل، زندگی بسیار آسانتر خواهد شد.



پروتزهای شرکت Touch Bionic که به زیبایی طراحی شده‌اند.

عکسی مربوط به سال ۱۸۹۰، دختر کوچکی را نشان می‌دهد که یک پروتز ساق پا را پوشیده که برای آن زمان از نظر فناوری به کار رفته در آن بسیار مدرن به حساب می‌آمده است. بعضی‌ها فکر می‌کنند که این تصور یک حقه و فریبی بیش نیست ولی این عکس منسوب به جیمز گلینگهام^۱ است که یک سازنده معروف کفش در قرن نوزدهم انگلستان می‌باشد. او پس از آن که مردی محلی در سال ۱۸۶۳ بازوی خود را از دست داد، به فکر تولید اندام مصنوعی افتاد. مسیر پیشرفت ساخت اندام‌های مصنوعی از آن زمان تا به امروز بسیار جذاب و شگفت‌انگیز بوده و مطمئناً انتهای این مسیر در این زمان نخواهد بود.

پروتزها با کارکرد عصبی^۲

هدف نهایی در ساخت پروتزها، ساخت اندامی است که به لمس حساس بوده و کسی که از آن استفاده می‌کند، بتواند اطلاعات را به صورت همزمان و به صورت مستقیم با مغز تبادل کند. در یک مطالعه، پژوهشگران الگوی مغزی فعالیت نورون‌ها را در هنگام انجام حرکت‌های مختلف و یا انواع دستکاری‌های اجسام به صورت طبیعی، تعیین کردند. سپس با استفاده از این الگوها و با القاء آن‌ها به مغز سعی کردند که

^۱ James Gillingham

^۲ Neuroprosthetics

همان حرکات را به صورت مصنوعی ایجاد کنند. یک تیم متشکل از متخصصان رشته‌های مختلف و از مؤسسات آموزشی، ادارات دولتی و شرکت‌های خصوصی، بر روی پروژه عظیمی در آژانس پروژه‌های پژوهشی پیشرفته دفاعی آمریکا^۱ کار می‌کنند تا بتوانند پروتزی را طراحی کنند که در آن کنترل حرکات به صورت طبیعی بوده و ایجاد حس در اندام به حقیقت بپیوندد.

چیزی شبیه به این در فیلمی به نام The Empire Strikes Back هم به نمایش گذاشته شده است وقتی که یکی از شخصیت‌های این فیلم یعنی لوک اسکای واکر^۲ پس از این که در یک نبرد بازوی خود را از دست می‌دهد، پروتز کامل بازویی را دریافت می‌کند که قابلیت‌های حسی و حرکتی را به صورت کامل داراست.

آقای دنیس آبو سورنسن^۳ که سال‌ها قبل در یک حادثه انفجار و آتش‌سوزی متعاقب آن دست چپ خود را از دست داده بود توضیح داد که چگونه به کمک دست پروتزی خود و در سن ۳۶ سالگی توانسته بوده احساس لمس اشیاء را دوباره تجربه کند. این کار به وسیله تعبیه حسگرهای حساس به فشار در انگشتان این پروتز صورت گرفته بود و سیگنال‌هایی که به وسیله این حسگرها دریافت می‌شد، از طریق سیم‌هایی به اعصاب حسی قسمت فوقانی بازوی او انتقال داده می‌شدند. او می‌تواند شکل و بافت سطحی اجسامی که لمس می‌کند را احساس کند. اولین واکنش او به توانایی احساس کردن اجسامی که سال‌ها از آن محروم بوده، هیجان زدگی و شادی بسیار بود.

متخصصان پزشکی و مهندسان در مؤسسه بازتوانی شیکاگو هم توانسته‌اند اندام مصنوعی را طراحی کنند که می‌تواند نسبت به افکار فرد پاسخ دهد. آن‌ها با قراردادن یک چیپ رایانه‌ای در داخل اندام مصنوعی و برقرار کردن ارتباط بین حسگرهای آن

^۱ DARPA

^۲ Luke Skywalker

^۳ Dennis Aabo Sorensen

با سیگنال‌های حرکتی که از اعصاب حرکتی به سمت این اندام می‌آید، باعث تولید حرکت در این اندام مصنوعی می‌شوند. برای این که چنین کاری انجام شود، جراحان باید مسیر اعصاب را به طرف عضلات بزرگ در انتهای محل قطع اندام تغییر داده تا این عضلات هم بتوانند سیگنال‌های عصبی را تقویت کنند. این سیگنال‌های عصبی تقویت شده توسط حسگرهایی در اندام مصنوعی دریافت شده و به موتورهای منتقل می‌شود که عامل حرکت دست خواهند بود.

مسائل و ملاحظات اخلاقی

آقای برتولت می‌یر^۱ که یک شخصیت دانشگاهی بوده و به Bionic Man معروف است از سال ۲۰۰۹ به بعد از یک ساعد مصنوعی پیشرفته ۴۰ هزار پوندی استفاده می‌کند. در سال ۲۰۱۳ او توجه دانشمندان و مهندسان را به پیشرفت‌های صورت گرفته در این حوزه جلب کرد و ملاحظات مربوط به در دسترس قرار دادن این فناوری را در بازار آزاد، در صورت عدم رعایت مباحث اخلاقی، به همگان متذکر شد. نگرانی او به این علت است که شاید کسانی که از این نوع اندام‌های تقویت شده بهره‌مند می‌شوند، استفاده مناسبی از آن نکرده و این مزیت را در جهت اهداف ناپسند به کار گیرند. وقتی این فناوری (تقویت اندام‌ها توسط فناوری بیونیک) همه‌گیر شود و در بازار در دسترس همگان قرار گیرد، مشکلات و عوارض آن بیشتر قابل مشاهده خواهد بود.

آقای می‌یر مولف یک فیلم مستند به نام How to Build a Bionic Man است که در آن توضیح می‌دهد چطور پروتزهای قبلی که او استفاده می‌کرده برای او مایه شرمساری در جامعه بود. ولی پروتزهای جدیدتر به او اعتماد به نفس بیشتری برای حضور در جامعه داده است.

¹ Bertolt Meyer

چه اتفاقی در جامعه خواهد افتاد وقتی که این اندام‌های مصنوعی جدید علاوه بر رفع معلولیت فرد به او قدرتی خارق‌العاده و بیشتر از سایر افراد جامعه اعطا کند؟ یک مثال در این مورد پروتزی است که پروفیسور ژیل وینبرگ^۱ طراحی کرده و می‌تواند برای نواختن طبل استفاده شود. فردی که دست‌های او قطع شده پس از استفاده از این نوع پروتز، توانایی گرفتن چند چوب طبل را به طور همزمان با هر دست خود خواهد داشت و با حرکات این چوب‌های متعدد می‌تواند طوری طبل بنوازد که هیچ انسان طبیعی نتواند از پس این کار برآید.

مثال دیگر فردی به نام متیو جیمز^۲ است که بدو تولد مبتلا به Dysmelia بوده که در این بیماری اندام‌های فرد حالت دفورمه و بدشکل دارد. جیمز در سن ۱۴ سالگی به تیم مورد علاقه خود در مسابقات فرمول یک، یعنی تیم مرسدس نامه‌ای نوشت و به آن‌ها پیشنهاد کرد که اگر آن‌ها او را از نظر مالی برای درمانش حمایت کنند، حاضر است لوگوی آن‌ها را روی پروتز خود به نمایش بگذارد. تیم مرسدس مبلغ ۳۰ هزار پوند به او کمک کرد ولی پیشنهاد او را برای استفاده از فضای تبلیغ بر روی پروتز نپذیرفت. این داستان نشان می‌دهد که وجود چنین خلاقیت‌هایی در زندگی روزانه هر فرد، الزاماً نیازی به وجود خصوصیات کارآفرینی افراد نداشته و گاهی یک فکر و درخواست خوب هم می‌تواند مشکل فرد را بر طرف کند.

این وسایل در حال حاضر بسیار گران‌قیمت هستند. آقای خوزه دلگادو جونیور^۳ به طور مادرزادی بدون دست چپ به دنیا آمد. هزینه پروتز میوالکتریک^۴ او حدود ۴۲ هزار پوند شد که البته بیمه درمانی او این مبلغ را تقبل کرد ولی اخیراً پیشنهادی از شرکت 3D Universe دریافت کرده که پروتز پیشرفته دست با عملکرد بالا^۵، را برای

^۱ Gil Weinberg

^۲ Matthew James

^۳ Jose Delgado jr.

^۴ Myoelectric

^۵ Cyborg Beast Prosthetic Hand

او با استفاده از فناوری چاپ سه بعدی تهیه کنند. چنین دست‌های چاپ شده منبع باز، در پروژه Robohand هم استفاده شده‌اند. دلگادو از این که کارایی این دست‌های چاپ شده از پروتز میوالکتریک او هم بالاتر بوده، شگفت زده شد و تصمیم گرفت که به استفاده از آن ادامه دهد. درست است که این دست‌های چاپ سه بعدی شده از جنس پلاستیک بوده و به راحتی می‌شکنند ولی چاپ دوباره آن‌ها هم کاری آسان و کم‌هزینه است. هزینه این پروتزهای سه بعدی چاپ شده، در مقایسه با پروتزهای معمول تقریباً هیچ است.

در آینده اگر کسی دست یا پای خود را چه به صورت مادرزادی و چه در نتیجه یک سانحه از دست داده باشد، مشکل بزرگی محسوب نخواهد شد و حتی با سرعت بالای پیشرفت فناوری در این حوزه، حتی قابلیت افراد با اندام‌های مصنوعی، از افراد با اندام طبیعی بیشتر خواهد بود. سؤال اصلی که اکنون ما با آن مواجه هستیم، این نیست که آیا فناوری قادر به کمک به این بیماران خواهد بود یا نه، بلکه این است که ما در آینده چگونه افراد سالم را قانع کنیم که به دنبال تعویض اندام‌های طبیعی خود با پروتزهای هوشمند و با قابلیت بالا نباشند.

نمره دسترسی: ۴

کانون توجه: بیماران

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- International Society for Prosthetics and Orthotics
(www.ispoint.org)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- Bespoke Innovations (www.bespokeinnovations.com)
- Robohand (www.robohand.net)
- Ekso Bionics (<https://eksobionics.com/>)

کتاب ها:

- Powered Exoskeleton 39 Success Secrets - 39 Most Asked Questions on Powered Exoskeleton - What You Need to Know by Jason Horn

فیلم ها:

- The Matrix Reloaded (2003)
- Avatar (2009)
- Iron Man 2 (2010)
- Elysium (2013)
- Edge of Tomorrow (2014)

رونند پانزدهم

پایان آزمایشات انسانی

امروزه هر داروی جدیدی که برای مصرف به تأیید می‌رسد، فرآیندی را طی می‌کند که نقطه اوج آن ارزیابی آن دارو در کارآزمایی بالینی^۱ انسانی است. کارآزمایی بالینی یک فرآیند بسیار سخت گیرانه و دقیق است که از تولید و توسعه مولکول‌های فعال دارو، شروع شده و سپس با کارآزمایی‌های حیوانی ادامه یافته و در نهایت آزمایش روی انسان صورت می‌گیرد. هزینه این کارآزمایی‌ها چندین بلیون دلار بوده و مدت چند سال هم برای رسیدن به نتایج باید وقت صرف کرد. بیمارانی که در این کارآزمایی‌ها شرکت می‌کنند در معرض عوارض جانبی قرار می‌گیرند که همه آن‌ها ممکن است در مطالعات حیوانی مشاهده نشده باشد. اگر دارو با موفقیت کارآزمایی بالینی را پشت سر بگذارد، ممکن است تأییدیه مصرف را از سازمان‌های نظارتی دریافت کند. این کارآزمایی‌ها، بدون در نظر گرفتن نتیجه نهایی آن، زمان و هزینه زیادی را صرف خود خواهند کرد.

چه روش دیگری برای تأیید داروها وجود دارد که سریع‌تر، ایمن‌تر و با هزینه کمتر باشد؟ به جای صرف سال‌ها زمان برای آزمون داروها در محیط‌های آزمایشگاهی^۲ و مطالعات حیوانی، قبل از آزمایش برروی انسان‌ها، چه خواهد شد اگر آزمایش هزاران مولکول جدید برروی بلیون‌ها نفر بیمار مجازی فقط در عرض چند دقیقه قابل انجام باشد؟ برای استفاده از چنین قابلیت‌هایی ما به چه چیزهایی نیاز داریم؟ و در آخر این

^۱ Clinical Trial^۲ Ex Vivo

که بیماران مجازی باید فیزیولوژی بیماران انسانی را کاملاً تقلید کنند. این سلول‌ها باید دارای سامانه‌های عصبی، گردش خون، آندوکراین و متابولیک باشند و هر کدام از این سامانه‌ها باید پاسخ‌های صحیحی مبتنی بر مکانیسم‌های فیزیولوژیک را به محرک‌های دارویی نشان دهند. این الگوها همچنین باید از نظر هزینه به صرفه بوده و بتوان یک فرآیند چند هفته‌ای را در یک دوره زمانی چند ثانیه‌ای شبیه‌سازی کند. چنین شبیه‌سازی‌هایی، معماری شناختی - محاسباتی^۱ نامیده می‌شود. البته هنوز این ساختار و این شبیه‌سازی‌ها، نماینده تمام پیچیدگی‌های فیزیولوژی انسانی نیست. یک سامانه جامع و فراگیر می‌تواند شرایط را برای بررسی علائم بیماری‌ها و سپس آثار داروها بر بدن را امکان‌پذیر کند. البته برای رسیدن به چنین هدف شجاعانه‌ای باید تمام جزئیاتی که در بدن انسان وجود دارد را در این شبیه‌سازی‌ها در نظر گرفت، مثل پاسخ بدن ما به تغییرات درجه حرارت و یا تغییر ریتم شبانه‌روزی^۲ در عملکرد هورمون‌ها.

HumMod یک سامانه شبیه‌سازی است که یک الگوی از بالا به پایین^۳ فیزیولوژی انسان را از ارگان‌ها گرفته تا هورمون‌ها، در بر می‌گیرد. این مدل اکنون شامل بیش از ۱۵۰۰ معادله خطی و غیرخطی و بیش از ۶۵۰۰ متغیر تصادفی^۴ مثل مایعات بدن، گردش خون، الکترولیت‌ها، هورمون‌ها متابولیسم و دمای پوست است. HumMod بر پایه کاری که دکتر آرتور گایتون و توماس کولمن در اوایل دهه ۷۰ میلادی شروع کردند، پایه‌گذاری شده است.

در طی چهار سال گذشته دکتر کولمن کار خود را گسترش داد. این پروژه در ابتدا برنامه‌ای مبتنی بر سیستم عامل Dos بود و به آن «Human» گفته می‌شد. سپس

^۱ Computational Cognitive Architecture

^۲ Circadian

^۳ Top-Down

^۴ State Variable

به برنامه‌ای بر پایه ویندوز تبدیل شد که به آن Quantitative Circulatory Physiology گفته شد و به طور رایگان در دسترس بود. سرانجام این برنامه با زبان برنامه نویسی ++C نوشته شد که کدهای فیزیولوژیک را به چالش می کشید. در طی ۸ سال اخیر دکتر رابرت هستر^۱ مدیریت توسعه HumMod را بر عهده داشته و اکنون اجزای فیزیولوژیک آن در قالب XML نوشته می شود.

پژوهشگران برای ایجاد HumMod، مجموعه‌ای از افراد را به عنوان یک جمعیت در نظر گرفته و خصوصیات فیزیولوژیک متفاوت آن‌ها را در این شبیه سازی لحاظ کردند. به این ترتیب اختلافاتی که افراد مختلف با هم داشته و پاسخ های متفاوتی که افراد به یک دارو می دهند هم در این شبیه سازی می توان بررسی کرد. پژوهش هایی که اخیراً در این حوزه در حال انجام است، نشان دهنده این است که به زودی ما خواهیم توانست فیزیولوژی بدن انسان را در حالت شبیه سازی شده در اختیار داشته باشیم. من با دکتر هستر که از خبرگان این حوزه است تماس گرفته و نظر او را در این مورد جویا شدم:

”ما عقیده داریم روشی که دیگران برای توسعه مدل های فیزیولوژیک در پیش گرفته اند، یک مشکل بزرگ دارد. در روش ما، از سطوح بالا کار شروع شده و یک توصیف ساده و خام از مسیرهای فیزیولوژیک ارائه می شود سپس جزئیات به این توصیف های خام اضافه شده تا مدل ما بهسازی شود. حسن این روش این است که مدلی یک پارچه از فیزیولوژی انسانی را ارائه می دهد. در سایر طراحی ها، کار را از سطوح پایین تر مثل شبیه سازی های مولکولی و بیوشیمیایی آغاز کرده و سپس سعی می کنند که این الگوها را با هم متناسب سازند. ما عقیده داریم چندین چالش در این نوع شبیه سازی وجود دارد. یکی از این چالش ها این است که در حال حاضر داده های آزمایشگاهی انسانی ما

¹ Robert Hester

برای این نوع الگو کافی نبوده و ما فاقد اطلاعات کافی برای درک کامل

مسیرهای بیوشیمیایی بدن هستیم که در شرایط مختلف اتفاق می‌افتد.^۱

در چند ماه اخیر، این گروه با همکاری یکی از شرکت‌ها بر روی طراحی و توسعه دستگاهی کار می‌کنند که نارسایی احتقانی قلب (CHF) را پایش کرده و بتواند زمانی را که بیمار نیاز به مراجعه به پزشک دارد را پیش‌بینی کند و از مراجعات مکرر این بیماران به اورژانس و یا بستری‌های بی‌مورد آن‌ها در بیمارستان جلوگیری کند. الگویی که آن‌ها برای بیماران طراحی کرده‌اند، گستره‌ای از پاتولوژی‌ها را در بر گرفته و شبیه‌سازی آن در یک دوره دو ماهه صورت گرفت. آن‌ها در حال مقایسه نتایج به دست آمده با داده‌های انسانی هستند تا بتوانند مشخص کنند که آیا توانسته‌اند پارامترهای مورد نظر را به طور مناسب جمع‌آوری کنند یا خیر.

HumMod که اجازه بهره‌برداری از آن در اختیار دانشگاه می‌سی‌سی‌پی است، قرار است به صورت یک نرم‌افزار تجاری در آمده و برای ادامه این پروژه هم قرار است منابع مالی بیشتری جذب شود. البته لازم است به مسیرهای جدید و متفاوتی در کاربرد این نرم‌افزار هم بیندیشیم. اولین کاربرد آن در آموزش پزشکی است. نسخه مرورگر^۱ نرم‌افزار HumMod برای دانشجویان طراحی شده تا بتوانند مبانی فیزیولوژی را در تمامی سطوح بهتر آموزش ببینند. همچنین برنامه‌ریزی در مورد سناریوهای متفاوتی که بیماران با آن درگیر خواهند بود با کمک HumMod می‌تواند صورت گیرد. به طور خلاصه HumMod در آموزش دانشجویان و درمان بهتر بیماران و مدیریت بهتر بیماری آنان مؤثر خواهد بود. کاربرد دیگر این نوع نرم‌افزارها، ارتباط برقرار کردن بین پژوهش‌های فیزیولوژیک و تحقیقات کلینیکی است.

همانطور که دکتر هستر عقیده دارد، پیاده‌سازی پزشکی فردگرایانه^۲ نیازمند وجود

^۱ Browser Version

^۲ Personalized Medicine

چنین الگوهای فیزیولوژیک می باشد:

”این ایده که هر کدام از ما مشابه افراد دیگر بوده و باید مشابه دیگران درمان شویم، امروزه کاملاً منسوخ شده است. اگر این فرض صحیح باشد، باید تمام معادلات فیزیولوژیک را مقدس و غیرقابل تغییر شمرد ولی عملاً می بینیم که در افراد مختلف این پارامترها با هم تفاوت دارند. البته با داشتن یک مجموعه بزرگ از بیماران و مشاهده این پارامترها در آنان به نسبت وقتی که یک بیمار را بررسی می کنیم، مشاهدات ما دقیق تر است و هرچه این مجموعه بزرگتر باشد، مدل به دست آمده گویاتر و معنی دارتر خواهد بود و بهتر خواهد توانست به عنوان پایه ای برای طراحی درمان، رژیم غذایی، ورزش و تحرک بدنی و یا هر جنبه دیگری از سلامت مورد استفاده قرار گیرد. این ایده ای است که ما سال ها در حال پیاده سازی آن بوده و به طور حسی و ذاتی صحیح به نظر می رسد.“

برای این که HumMod قادر به شبیه سازی شرایط مزمن و یا پروتوکل های پیچیده در بدن باشد، ما نیاز به پیشرفت و توسعه در عناصر زیادی از تعادل انرژی تا سیگنال های عصبی داریم. در حقیقت ایجاد یک داده بزرگ، جهت کارکرد صحیح و آنالیز مناسب نرم افزاری ضروری است ولی در ورای این مسائل، هدف نهایی پروژه HumMod ایجاد یک الگوی فیزیولوژیک از تولد تا مرگ می باشد.

HumMod تنها تلاش در این حوزه به شمار نمی رود. پروژه Avicenna که با کمک مالی کمیسیون اروپا در حال انجام است، قصد دارد که نقشه راهی را برای کارآزمایی های بالینی شبیه سازی شده^۱ در آینده تهیه کند که در آن شما خواهید توانست کارآزمایی های بالینی را بدون این که آن ها را واقعاً بر روی مردم آزمایش کنید، به اجرا درآورید. البته پروژه های دیگری هم هستند که از مدل های واقعی به جای مدل های محاسباتی استفاده می کنند. برای مثال ساخت ارگانی مشابه کبد

¹ In Silico

انسانی که طراحی آن در دانشگاه Gordon A. Cain صورت گرفته را می توان نام برد که در آن یک ساختار فیزیکی می تواند در تماس با مواد شیمیایی مثل کبد واقعی واکنش نشان دهد.

به عنوان یک هدف ۵ ساله، حدود ۱۹ میلیون دلار بودجه برای پروژه های چند مؤسسه ای در نظر گرفته شده که هدف آن ها توسعه و تولید ساختارهای ارگان های انسانی مرتبط با هم بوده که بر اساس الگو و ساختار مینیاتوری ساخته خواهد شد که ATHENA¹ نامیده می شود.

در آینده قادر خواهیم بود آثار مولکول های مختلف بر بدن انسان را بدون درگیر شدن با خطر آثار سمی احتمالی آن ها، آزمایش کرده و به پایش نوسانات این مولکول ها در میان هزاران مولکول دیگر که در سلول های زنده تولید شده و یا مصرف می شوند، بپردازیم. زیبایی این پروژه در این است که آن ها قصد دارند این محیط را با ساختار مشابه کبد^۲ و همچنین ساختار با کارکرد قلب^۳ که در دانشگاه هاروارد طراحی شده، متصل کنند. اگر پروژه فوق موفقیت آمیز باشد، سپس قرار است ساختار ریه مانند که در Los Alamos در حال طراحی است و ساختار مشابه کلیه که با کمک مشترک دانشگاه های UCSF/Vanderbilt در حال طراحی است هم به آن ها اضافه شده و به این صورت اولین مدل فیزیولوژیک انسان ساخته خواهد شد.

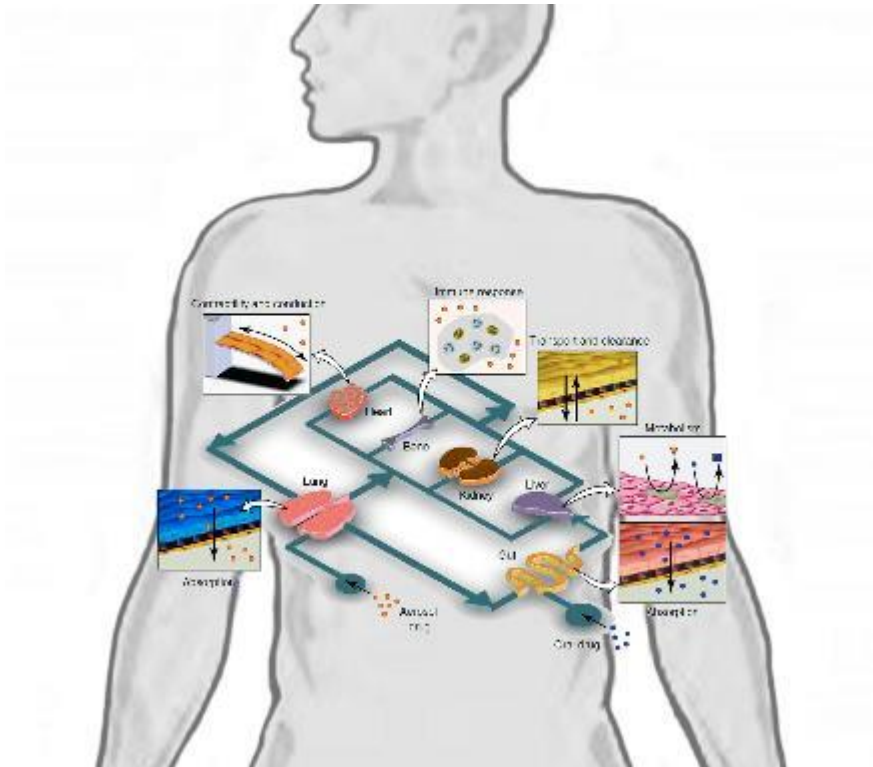
شبیه سازی ارگان ها بر روی چیپ های کامپیوتری

برای شبیه سازی فیزیولوژی انسانی، الزاماً نیاز نیست که آن ارگان با همان اندازه ای که در بدن ما وجود دارد، ساخته شود. فیزیولوژی ارگان ها می تواند به صورت

¹ Advanced Tissue-engineered Human Ectypal Network Analyser (ATHENA)

² Liver Device

³ Heart Device



طراحی ساختاری که تمام بدن را شبیه سازی کند می تواند بر یکی از مهمترین محدودیت های ارگان بر روی چیپ غلبه کند که همان ایزوله بودن این ارگان ها است.

بسیار ساده ای الگوسازی شود. تکنیکی به اسم «ارگان بر روی چیپ»^۱ می تواند تمام فعالیت ها، مکانیک و فیزیولوژی یک ارگان و یا سیستم را در خود داشته باشد. یک ارگان بر روی چیپ شخصی، از پلیمرهای شفاف انعطاف پذیر ساخته شده و اندازه آن معادل یک حافظه جانبی (فلش مموری) بوده و حاوی کانال های توخالی میکروفلوئیدی است که با سلول های زنده انسانی آن ارگان مفروش شده اند. این چیپ ها با توجه به ماهیت شفاف و روشنی که دارند، برای ما این فرصت را مهیا

¹ Organ-on-a-Chip

می‌کنند که نگاهی سریع ولی دقیق به کارکرد ارگان‌های داخلی خود داشته باشیم. ارگان‌ها و ساختارهایی مثل قلب، ریه، کلیه، شریان‌ها، استخوان، غضروف و پوست همگی توسط این وسایل کوچک حاوی مایع^۱ شبیه‌سازی شده‌اند. این تجهیزات به شرکت‌های داروسازی اجازه می‌دهند که بتوانند آثار مستقیم واکنش یک ارگان را بر روی ارگان‌های دیگر اندازه‌گیری کنند. البته چون این سیستم‌ها در حال توسعه و پیشرفت هستند، طراحی آن‌ها نیز با گذشت زمان پیشرفته‌تر شده و هنوز چالش‌هایی بر روی رشد و توسعه آن‌ها وجود دارد.

پژوهشگران در مؤسسه WYSS^۲، در جستجوی مرتبط کردن ارگان بر روی چیپ‌های مختلف با همدیگر بوده تا بتوانند مشابه فیزیولوژی تمام بدن را ایجاد کنند. این وسیله علاوه بر کنترل جریان مایع داخل ارگان بر روی چیپ‌ها و زنده نگه داشتن سلول‌های آن، اجازه تماشای همزمان بافت‌های کشت شده داخل آن و بررسی و تحلیل عملکردهای بیوشیمیایی پیچیده آن‌ها را به افراد می‌دهد. البته این وسیله با توجه به جامعیت آن «انسان بر روی چیپ»^۳ نامیده شده است. این ابداع می‌تواند برای ارزیابی داروهای جدید معرفی شده استفاده شده و اطلاعات ارزشمند و حیاتی را در مورد ایمنی و کارایی این داروها به پژوهشگران ارائه دهد.

در سال ۲۰۱۴، مؤسسه WYSS توانست «مغز استخوان بر روی چیپ»^۴ را به تولید برساند که ساختار، عملکرد و حتی آرایش سلولی این بافت پیچیده انسانی را بازسازی می‌کرد. این وسیله جهت آزمایش داروهای جدید و مطالعه آثار جانبی و سمیت آن‌ها بر روی استخوان طراحی شده است. علاوه بر آن از این وسیله می‌توان

^۱ Microfluidic Devices

^۲ مؤسسه WYSS: مؤسسه پژوهشی وابسته به دانشگاه هاروارد است که در زمینه توسعه و کاربرد علوم مهندسی با الهام از عناصر زیست‌شناختی و طبیعت فعالیت داشته و بیشتر تحقیقات آن‌ها در حوزه‌های خدمات سلامت، رباتیک، انرژی و سازه‌ها می‌باشد [م].

^۳ Human-on-a-Chip

^۴ Bone-Marrow-on-a-Chip

ویژگی که مختص به آن ارگان می باشد	ارگان
تولید پروتئین های سرم، ساختار آناتومیک ویژه	کبد
باز و بسته شدن راه های هوایی، وجود سطح ارتباطی بین مویرگ ها و آلوئول ها	ریه
انتقال مولکولی	کلیه
جذب روده ای	روده
الگوی شبکه ای و درهم تنیده شده	استخوان
متاستازهای سرطانی	پستان
تشکیل عروق جدید خونی در تومورها	مغز

ویژگی های مختص هر ارگان که باید در تهیه الگوی فیزیولوژی انسانی مدنظر قرار گیرد.

در بیماران مبتلا به سرطان که به علت پرتو درمانی یا شیمی درمانی دچار آسیب یا تخریب بافت مغز استخوان شده اند هم استفاده کرد و کارکردهای مغز استخوان را به بیمار باز گرداند.

جنبه انقلابی این مغز استخوان بر روی چیپ جدید، این است که واقعاً قادر به تولید سلول های خونی در یک سیستم گردش خون مصنوعی بوده و توانایی حمایت از شبکه بقیه ارگان ها بر روی چیپ و هماهنگ شدن با آن ها را دارد. FDA و DARPA تأمین مالی این تلاش ها را بر عهده گرفته اند. در نهایت چنین وسایلی می توانند جایگزین آزمایشات حیوانی مربوط به داروهای جدید یا سموم محیطی شده و قادر هستند که الگویی از بیماری های انسانی را با دقت تمام برای ما به تصویر بکشند.

مثالی دیگر هم از این وسایل وجود دارد که در موسسه تکنولوژی جرجیا^۱ طراحی شده است و آن وسیله ای است که جریان خون را در داخل عروق تنگ کرونری بازسازی می کند تا بهتر بتوانیم ارزیابی آثار داروهای ضد انعقادی مثل آسپرین را انجام دهیم.

¹ Georgia Institute of Technology

در یک مطالعه نشان داده شد گرچه آسپرین توانایی پیشگیری از تشکیل لخته‌های خطرناک را در بعضی بیماران دارد ولی در بعضی دیگر مصرف آسپرین قادر به جلوگیری از ایجاد ترومبوز در عروق تنگ کرونری نخواهد بود. درست به همین دلیل است که امروزه لیستی طولانی از داروهای ضد انعقادی و یا سایر وسایل تشخیصی و درمانی وجود دارد که قادر به پیشگیری از حملات قلبی بوده و استفاده از آن‌ها باعث کاهش هزینه‌های خدمات سلامت شده و عامل نجات جان بسیاری از بیماران می‌باشند.

در سال ۲۰۱۴، پژوهشگران بر روی اولین بار توانستند که بافت فردی که مبتلا به بیماری ژنتیکی خاصی بود را در آزمایشگاه دوباره‌سازی کنند. دانشمندان دانشگاه هاروارد و همکارانشان در مؤسسه WYSS، فردی مبتلا به سندرم Barth (یک بیماری ژنتیکی و نادر قلب که تا این زمان درمانی برای آن شناخته نشده است) را برای این تحقیق انتخاب کردند. سپس سلول‌های پوستی او را گرفته و در آزمایشگاه این سلول‌ها را به سلول‌های بنیادی تبدیل کردند که البته حامل ژن معیوب این بیماری بود. در مرحله بعد، این سلول‌های بنیادی در محیطی که شبیه محیط طبیعی آن‌ها در بدن بود، یعنی در موادی مشابه به پروتئین‌های ماتریکس خارج سلولی قرار داده شدند و عملکردشان را زیر نظر گرفتند. این سلول‌ها رشد کرده ولی بافت قلبی که از این سلول‌ها تشکیل شد، انقباضات ضعیفی داشت که درست مشابه ضعیفی بود که در عضلات قلب مبتلایان به سندرم Barth دیده می‌شد. پژوهشگران با توجه به این آزمایش نتیجه گرفتند که هرگز اهمیت یک جهش ژنتیکی به تنهایی در یک سلول مشاهده نخواهد شد و فقط وقتی که سلول‌های متعدد در کنار هم ارگانی را بسازند، آنگاه در این ارگان ما عملکرد صحیح یا اختلال عملکرد را مشاهده خواهیم کرد.

با ابداع سامانه‌های کشت سلولی که در مقیاس‌های کوچک طراحی شده‌اند^۱ ما می‌توانیم فیزیولوژی یک ارگان را تقلید کنیم. سپس از این سامانه برای توسعه

¹ Microengineered Cell-Culture Systems

مدل‌های بیماری‌های مختلف استفاده کرده و در این آزمایشات آثار داروها یا سموم مختلف را بر روی ارگانی خاص پیش‌بینی کنیم. این سامانه‌ها بینش بهتر و کامل‌تری را در جهت شناخت مکانیسم عمل داروها به ما می‌دهند. با استفاده از این فناوری ما قادر به کشف روش‌های جدید مصرف دارو، تحلیل و آنالیز تفاوت‌های زمینه‌های ژنتیکی افراد مختلف و پاسخ‌های مختلف آن‌ها به داروها، تعیین خواص فارماکوکینتیک ترکیبات مختلف و یا حتی طرح‌ریزی کارآزمایی‌های بالینی با استفاده از این مدل‌های مهندسی شده در مقیاس‌های کوچک^۱ خواهیم بود.

در سال ۲۰۱۴ مؤسسه Insigneo یک مدل فیزیولوژی انسانی که به طور کامل با رایانه شبیه‌سازی شده بود را برای استفاده در خدمات سلامت فردگرایانه^۲ طراحی کرد. «فیزیولوژی انسانی مجازی»^۳ به قصد استفاده کردن در کارآزمایی‌های بالینی و جایگزین کردن آن به جای آزمایشات انسانی یا حیوانی طراحی شده و آثار انواع درمان را بر روی بیماران شبیه‌سازی می‌کند. این گونه طراحی‌ها و کار بر روی آن‌ها برای آینده خدمات سلامت امری لازم و حیاتی است. بدون این پیشرفت‌ها در پزشکی، سازمان‌های متولی سلامت نخواهند توانست با نیازهای آینده تطابق پیدا کنند. استفاده از این نوع نرم افزارهای مبتنی بر آزمایشگاه مثل The Virtual Physiological Human در آزمایشات مختلف و طراحی انواع درمان، باعث صرفه جویی در زمان و پول شده و ما را به سمت درمان‌های برتر سوق خواهد داد.

اگر تمامی داده‌های مربوط به یک بیمار به این نرم افزارهای شبیه‌ساز اضافه شود، آن وقت می‌توان واکنش هر بیماری را به هر نوع دارویی مشخص کرده و آثار و عواقب آن را بر روی سطح سلامت فرد پیشگویی کرد و این کار، دروازه ورود به پزشکی فردگرایانه واقعی خواهد بود.

¹ Microengineered

² Personalized Healthcare

³ The Virtual Physiological Human

امروزه تیم‌های پژوهشی متعددی بر روی بیماری‌های ارگان‌های مختلف مشغول به فعالیت بوده که می‌توان به پروژه VIRTU Heart که بر روی بیماری‌های قلبی و عروق کرونر فعالیت داشته اشاره کرد. همچنین گروهی بر روی سلول‌های عصبی - عضلانی پژوهش کرده و هدفشان درمان بیماری پارکینسون است یا تیم Myspine بر روی دژنراسیون دیسک بین مهره‌ای فعالیت دارد و یا Mission-T2D که بر روی الگوهای مختلفی که باعث ایجاد خطر دیابت نوع دو در افراد می‌شود تحقیق می‌کند.

مثال‌های فوق نشان می‌دهد که رسیدن به یک شبیه‌سازی کامل از انسان و فیزیولوژی آن چیزی نیست که در طول چند سال بعد شاهد آن باشیم و احتمالاً در یک آینده دور به آن خواهیم رسید. ممکن است که ما در دوره زندگی خود شانس داشتن یک کپی شبیه‌سازی شده از خودمان را نداشته باشیم. این گونه کپی‌ها می‌تواند در بیماری‌ها و بررسی آثار داروها بر روی بدن ما مفید باشد و اگر روزی به این فناوری دست پیدا کنیم، انجام آزمایشات داروهای جدید و یا سایر ترکیباتی که می‌توانند سمی و مضر باشند، بر روی انسان متوقف شده و همچنین آزمایشات بر روی حیوانات نیز در اوایل یک کارآزمایی بالینی متوقف خواهد شد و ما قادر خواهیم بود که نتایج درمان بر روی خود و همچنین شروع بیماری قبل از آن که علائم آن بروز کند را پیشگویی کنیم. تمام مواردی که ذکر شد، باعث ایجاد انقلابی در خدمات سلامت شده که با کاهش هزینه‌ها و نجات جان افراد زیادی به خاطر استفاده از این مدل‌های رایانه‌ای همراه خواهد شد.

نمره دسترسی: ۲

کانون توجه: پژوهشگران

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- The WYSS Institue (<http://wyss.harvard.edu>)
- HumMod (<http://hummod.org>)
- Avicenna (<http://avicenna-isct.org>)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- Vitual Physiology (<http://www.virtual-physiology.com>)

کتاب ها:

- Handbook of Virtual Humans by Thalmann & Thalmann

فیلم:

- S1m0ne (2002)
- The Congress (2013)

روند شانزدهم

تصمیمات پزشکی با استفاده از هوش مصنوعی

در سال ۲۰۱۱، مردم شاهد رقابتی جذاب و غیرمعمول در برنامه تلویزیونی Quiz Show Jeopardy بودند. در این برنامه دو نفر از کسانی که در این مسابقات بهترین نتایج را گرفته بودند یعنی کن جنینگ^۱ که در ۷۴ دور این مسابقات بدون شکست بود و برد روتر^۲ که برنده جایزه ۳/۲۵ میلیون دلاری بود، حضور داشتند. حریف مقابل آن‌ها هم رایانه عظیمی با بیش از ۷۵۰ سرور و سامانه‌های خنک کننده بود که ابعادی به اندازه یک اتاق داشت و همان رایانه معروف IBM است که به افتخار بنیان گذار IBM یعنی Thomas J. Watson به نام واتسون نام گذاری شده است. البته این رایانه نمی تواند لبخند زده و یا احساسات خود را به نمایش بگذارد ولی در پیدا کردن جواب سؤالات بسیار متبحر است. در پایان این مسابقات واتسون برنده ۷۷۱۴۷ دلار شد و روتر و جنینگ به ترتیب ۲۱۶۰۰ و ۲۴۰۰۰ دلار برنده شدند. واتسون امروز احتمالاً مهمترین ابررایانه بوده و یکی از اولین رایانه‌هایی است که وارد حوزه هوش مصنوعی^۳ شده است.

آقای مارتین کوهن^۴ مدیر اطلاعات پزشکی این ابررایانه توضیح می دهد که آموزش آن یک فرایند مداوم بوده و این رایانه به سرعت توانایی دریافت مطالب را

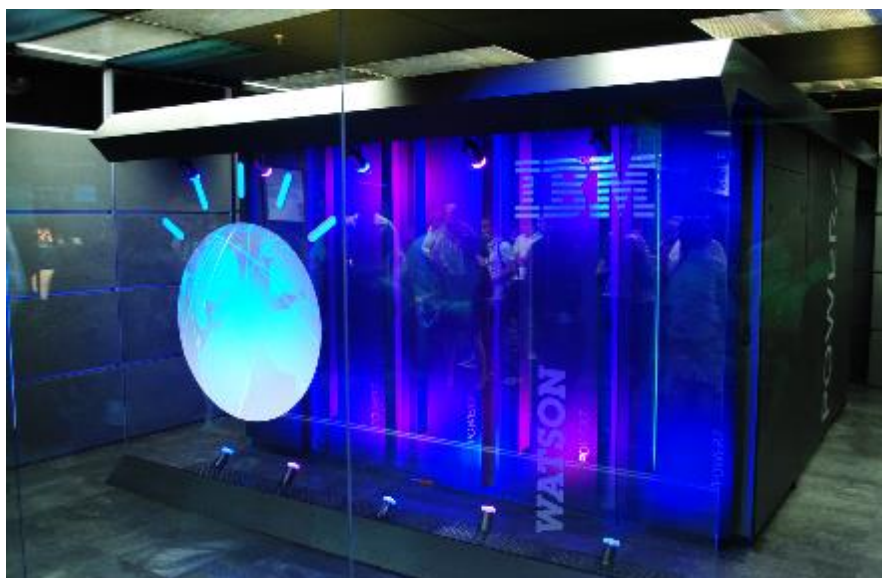
^۱ Ken Jennings

^۲ Bred Rutter

^۳ Artificial Intelligence (AI)

^۴ Martin Kohn

داشته و در زمان مناسب می تواند با بازیابی این اطلاعات، توصیه های ارزشمندی را مثلاً به یک آنکولوژیست در فرآیند درمان ارایه بدهد. واتسون همچنین می تواند به سرعت چیزهایی را که تا به حال نیاموخته است را اعلام کند. Siri منشی هوشمند سیستم عامل iOS اپل هم می تواند به درخواست شما به دنبال کلمات کلیدی در اینترنت گشته و گزینه های مختلفی را به شما ارایه دهد که شما می توانید یکی از آن ها را انتخاب کنید.



ابرایانه واتسون

امروزه حتی معروف ترین استادان دانشگاه هم نمی توانند با این گونه رایانه های شناختی^۱ به رقابت بپردازند. از آنجایی که رشد اطلاعات به صورت نمایی^۲ است، در آینده یاری گرفتن از رایانه برای اخذ تصمیمات پزشکی، قریب الوقوع خواهد بود.

^۱ Cognitive Computers

^۲ Exponential

حالی که ذهن یک پزشک می تواند چند ده مطالعه یا مقاله را در ذهن خود بسپارد، واتسون می تواند حدود ۲۰۰ میلیون صفحه را در عرض چند ثانیه پردازش کند. این سرعت خارق العاده باعث شده که از واتسون در مراکز آنکولوژی استفاده کنند تا ببینند که چگونه واتسون می تواند در تصمیم گیری های مرتبط با درمان و مراقبت از بیماران مبتلا به سرطان، به پزشکان کمک کند. واتسون البته به سؤالات پزشکی جواب مستقیم نمی دهد ولی بر پایه اطلاعاتی که به او داده می شود می تواند مناسب ترین گزینه ها را در اختیار پزشکان قرار داده و به آن ها در رسیدن به نتایج مطلوب کمک کند. البته این ابررایانه به عنوان یاریگر و کمک کننده پزشکان بوده و جایگزین آن ها نمی شود. رئیس قسمت پژوهشی IBM گفت که در ابتدای کار، می شد از واتسون در موضوعات مختلفی استفاده کرد و با توجه به قابلیت هایی که واتسون داشت، استفاده از او در هر حیطه ای می توانست قدرت او را به نمایش بگذارد ولی به دلایلی کاملاً روشن، تیم ما تصمیم گرفت که از واتسون در حیطه پزشکی استفاده کند. در نظر بگیرید واتسون تا چه حد می تواند در این حوزه سودمند باشد و با ارائه تشخیص ها و یا گزینه های متفاوت درمانی به ما کمک کند. با توجه به قابلیت های واتسون، او یک وسیله کامل و ارزشمند برای کمک به متخصصان سرطان شناسی بود که با انبوهی از گزینه های درمانی مثل پرتو درمانی، جراحی و تعداد بی شماری از داروهای شیمی درمانی کار می کنند. واتسون می تواند ژورنال های مختلف پزشکی را بخواند، شرح حال بیمار را بررسی کند، نگاهی به آخرین کارآزمایی های بالینی و درمان های جدید بیندازد و حتی دقیق ترین راهنمایی های بالینی^۱ را در زمانی کمتر از آنچه که یک پزشک فنجان قهوه خود را می نوشد، به شما ارائه دهد. در همه این اوقات، او همچنان به طور مداوم در حال یادگیری هم هست.

تعجبی نداشت که واتسون در سال ۲۰۱۲، در چندین بخش از جمله در

¹ Guidelines

Memorial Sloan Kettering Cancer Center مورد آزمایش قرار گرفت و همزمان WellPoint که یک سازمان بیمه گر بزرگ در ایالات متحده است، از واتسون جهت سرعت بخشیدن به اعطای مجوز برای مداخلات پزشکی استفاده کرد. افراد شاغل در مراکزی که واتسون به آن‌ها خدمات می‌داد، فرایند کمک گرفتن از واتسون را با نام واتسونیزه کردن^۱ می‌شناختند.

کارهایی که واتسون برای پزشکان انجام می‌داد، بیانگر این بود که چه تغییرات عظیمی در خدمات سلامت می‌تواند صورت گیرد. برای بیش از یک سال، واتسون در زمینه‌های علوم پزشکی آموزش داده شد و با استفاده از کتاب‌های مرجع پزشکی، ژورنال‌های معتبر، شرح حال بیماران مختلف و استفاده از راهنماهای بالینی درمان، این کار صورت گرفت. در مرکز Memorial Sloan-Kettering پزشکان از تبلت‌هایی استفاده می‌کردند که به واتسون از طریق فضای ابری متصل می‌شدند. آن‌ها داده‌ها را وارد کرده و یا سؤالات خود را می‌پرسیدند. از آنجایی که واتسون توانایی فهم زبان طبیعی را هم دارد، وقتی که از او در مورد درمان یک نوع سرطان پرسیده می‌شد، واتسون به کلمات کلیدی مثل نوع سرطان و یا واریانت ژنومیک تومور توجه می‌کرد. استفاده از پردازشگرهای متعدد که به موازات هم به صورت همزمان کار می‌کنند، باعث می‌شود که واتسون بتواند میلیون‌ها صفحه مرتبط با موضوع سوال را در کتاب‌های مرجع، مقالات، شرح حال بیماران و ... را در عرض چند ثانیه بررسی کند، سپس او فرضیه‌ای را برای درمان ارایه کرده و چندین گزینه را با درجات اطمینان متفاوت پیشنهاد می‌کرد که تمام این‌ها بر روی تبلت پزشکان نمایش داده می‌شد.

بر طبق تجربیات مرکز Memorial Sloan-Kettering واتسون حدود ۱۶۰ ساعت در هفته (تقریباً تمام هفته) را صرف بررسی مطالب پزشکی می‌کرد تا همگام با پیشرفت و انتشار علم، از آن بتواند در آینده استفاده کند. از سوی دیگر، مشخص شده

¹ Watsonizing

که فقط ۲۰٪ پزشکان هم در موقع تشخیص و هم در موقع تصمیم برای درمان، به شواهد مبتنی بر کارآزمایی‌های بالینی توجه کامل دارند. همچنان که WellPoint هم متوجه شد، درصد تشخیص صحیح واتسون برای بیماران سرطان ریه حدود ۹۰٪ بود ولی پزشکان صحت تشخیص اولیه حدود ۵۰٪ داشتند.

دکتر هربرت چیس^۱ که پزشک و استاد دانشگاه کلمبیا است و در جریان توسعه واتسون هم مورد مشورت IBM قرار داشته، می‌گوید که با توجه به توانایی‌های انسانی، یک پزشک قادر نخواهد بود که با این حجم از مقالات و کتب پزشکی خود را به روز نگه دارد. او تجربه‌ای را بیان می‌کند که مثالی خوب از اهمیت و فایده واتسون و به کارگیری آن در حرفه پزشکی است:

”یک بار در موضوعی با واتسون مشورت کردیم. بیمار خانم بارداری بود که مبتلا به بیماری لایم^۲ شده بود و به پنی‌سیلین هم آلرژی داشت. واتسون یک داروی خاص را به ما پیشنهاد کرد. در ابتدا من فکر کردم که واتسون اشتباه کرده است، چون طبق دانسته‌های من این دارو نباید به فردی که به پنی‌سیلین حساسیت داشته تجویز شود. البته اطلاعات من مربوط به ۵ سال قبل بود ولی در طی ۲ سال گذشته و بر اساس اطلاعات جدیدتر که واتسون از آن‌ها مطلع بود، به این نتیجه رسیده بودند که تجویز این دارو به افراد با حساسیت به پنی‌سیلین مانعی ندارد.“

در مثالی دیگر، پزشکی که در مرکز MD Anderson Cancer Center مشغول به کار بود، برای یکی از بیمارانش که خانمی مبتلا به لوسمی بود، دوره استاندارد شیمی درمانی را آغاز کرد. در طی درمان، بیمار به یکی از عوارض تهدید کننده حیات به نام

^۱ Herbert Chase

^۲ Lyme Disease

«سندرم انحلال تومور»^۱ مبتلا شد که اگر این عارضه سریعاً درمان نشود می تواند عامل نارسایی کلیوی، حملات قلبی و یا حتی مرگ شود. البته با کمک واتسون این وضعیت سریع تشخیص داده شد و سریعاً مداخلات درمانی برای بیمار شروع شد. این ها مثال هایی هستند که چگونه هوش مصنوعی قادر به کمک به افراد شاغل در حرفه های پزشکی است.

البته هوش مصنوعی کاربردهای دیگری هم در پژوهش های بالینی دارد. برای مثال در یک پژوهش، ژنوم ۲۵ بیمار مبتلا به نوع خاصی از سرطان مغزی، تعیین توالی شد و سپس نتایج این توالی ها به واتسون ارایه گردید. الگوهای آموزش و یادگیری در واتسون بسیار سریع تر از پژوهشگران قادر به کشف ارتباط موجود در ژنوم این افراد با بیماری بود. همچنین واتسون می تواند در موقع تجویز انواع دارو، آن ها را برای شما اولویت بندی کند و به پزشکان کمک کند که اگر دارو درمانی انتخاب اول است، داروهای بهتری را برای بیمار شروع کنند.

بیماران تمایل دارند که فکر کنند، پزشکانشان، تمام چیزهای مرتبط با بیماریشان را می داند ولی در حقیقت با علم امروز و با توانایی ها و محدودیت های انسانی، یک فرد نمی تواند تمام آنچه را که لازم است در مورد بیماری ها بداند. برای همین استفاده از هوش مصنوعی نه تنها مفید بلکه یک ضرورت غیرقابل اجتناب بوده ولی باید مراقب بود که به ارتباط معمول و سالم بین پزشک و بیمار آسیب نرساند.

هزینه های استفاده از این فناوری

به تازگی مطالعه بسیار جالبی را دیدم که در آن، به ارزان تر تمام شدن استفاده از هوش مصنوعی در تشخیص و درمان بیماری ها در مقایسه با روش های سنتی

^۱ سندرم انحلال تومور: (Tumor Lysis Syndrome/TLS) مجموعه ای از اختلالات متابولیک است که گاهی به عنوان عوارض درمان بعضی از بدخیمی ها ظاهر می شود. این سندرم معمولاً در بدخیمی های با میزان تکثیر سلولی بالا (مانند لنفوم های مهاجم یا لوسمی) و بعد از شیمی درمانی اتفاق می افتد [م].

تشخیص و درمان توسط پزشکان اشاره شده بود. در این مقاله حدود ۵۰۰ بیمار که کاملاً اتفاقی انتخاب شده بودند، به دو گروه تقسیم شده و نتایج از نظر تظاهرات بیماری، عملکرد پزشکان و سیر درمان مورد مقایسه قرار گرفتند. یک گروه با کمک هوش مصنوعی و با الگوهای تصمیم‌گیری آن مورد تشخیص و درمان قرار گرفتند و گروه دیگر به صورت معمول توسط پزشکان درمان شدند. در این مطالعه اختلاف فاحشی بین هزینه‌های درمانی در این دو گروه مشاهده شد. در گروه تحت درمان با کمک هوش مصنوعی هزینه‌ها حدود ۱۸۹ دلار بود در حالی که در گروه درمان معمول، هزینه‌ها به حدود ۴۹۷ دلار رسید.

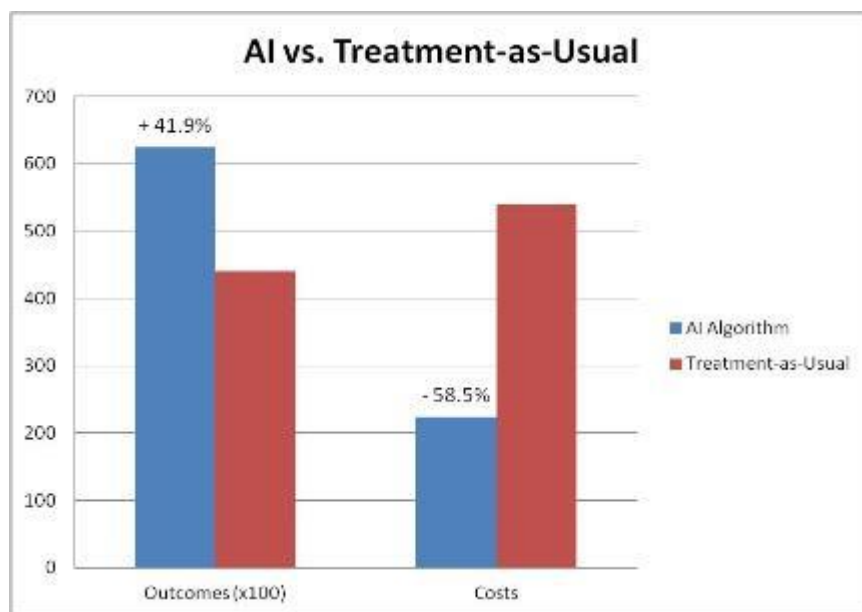
من با یکی از مؤلفان این مقاله یعنی کیسی بنت^۱ که در مرکز پژوهشی Centerstone در شهر نشویل ایالت تنسی آمریکا فعالیت دارد، تماس گرفتم و او با گشاده رویی جزئیات و دلایلی که در مطالعه آن‌ها وجود داشت را این گونه بیان کرد:

”یکی از مهمترین انگیزه‌های من برای انجام این پژوهش، وضعیتی بود که پدر بزرگ و مادر بزرگ من به عنوان انسان‌های سالمند با آن دست به گریبان بودند. آن‌ها به دلایل مختلف و مشکلات متعدد بهداشتی و درمانی به مراکز درمانی مراجعه می‌کردند و همیشه ابهامات و سؤالات اساسی در مورد درمانشان وجود داشت. آیا این نوع درمان یا دارو برای آن‌ها باید تجویز شود یا خیر؟ اگر مثلاً این درمان بر روی ۶۰٪ افراد مؤثر است، ممکن است برایشان مفید باشد یا نه؟ آیا این دارو عوارض جانبی خطرناکی هم دارد؟ کدامیک از عوارض جانبی آن قابل تحمل است؟ آیا ما می‌توانیم وضعیت آن‌ها را بهتر کنیم؟ آیا با وجود عوارض بلند مدت و هزینه این داروها، انجام این درمان ارزشمند خواهد بود یا خیر؟“

در طبابت، پزشکان هنگام برخورد با بیمار، به گمانه‌هایی که به آن‌ها آموزش داده شده فکر کرده و برای بیمار تصمیم می‌گیرند. اما وقتی بیماری که با او سروکار

¹ Casey Bennett

دارید از خویشاوندان و یا دوستان شما باشد، قضیه توأم با ترس و اضطراب خواهد شد. در مورد بنت، هدف واقعی استفاده از هوش مصنوعی، قدرت بخشیدن به بیماران و پزشکان بوده تا آن‌ها بتوانند به ابزار و اطلاعاتی که به آن نیاز دارند، دسترسی پیدا کرده و بهترین تصمیم را بر اساس آن اطلاعات بگیرند. البته بنت در سخنانش، جایگاهی هم برای هوش مصنوعی خودمختار^۱ هم قائل بود ولی به نظر من، انسان را نمی‌توان کاملاً از این معادله حذف کرد. در حقیقت تعامل و کار همزمان بین ماشین و انسان است که منجر به بهترین نتیجه خواهد شد.



مقایسه هزینه و نتایج درمان با روش سنتی و درمان با کمک هوش مصنوعی

از جمله مشکل دیگری که در راه استفاده از هوش مصنوعی وجود دارد و باید بر آن غلبه شود، این حقیقت است که روشی که این فناوری برای مواجهه با مشکل پیش

¹ Autonomous AI

می‌گیرد، دقیقاً مشابه روشی که ما در مورد مشکلات فکر می‌کنیم، نیست. این مورد باعث ایجاد ناسازگاری‌های شناختی در کار ماشین شده و برای افرادی که با ماشین کار می‌کنند ایجاد مشکل خواهد کرد. آقای بنت و همکارانش در همین چند سال اخیر که درگیر به کارگیری هوش مصنوعی و سایر فناوری‌های نوین در دنیای واقعی طبابت روزانه بودند، با چالش‌هایی مواجه شده‌اند ولی سعی کردند که برای هر کدام از آن‌ها راه حلی پیدا کنند.

هنوز ملاحظات اخلاقی جدی در مورد به کارگیری هوش مصنوعی در پزشکی وجود دارد. یکی از این ملاحظات که به طور مکرر مورد توجه افراد قرار گرفته، در مورد مسئولیت‌پذیری کارهای انجام گرفته است. اگر هوش مصنوعی دچار یک اشتباه بزرگ شود چه کسی پاسخگو خواهد بود؟ البته مشابه سایر فناوری‌های جدید عرصه پزشکی مثل ربات‌های جراح، در اینجا هم پزشکان همیشه تصمیم نهایی را خواهند گرفت و بنابراین سؤال و اشکال مطرح شده در بالا وارد نخواهد بود.

مسئله دیگر هم لزوم بهره‌مندی از آخرین راهنماهای بالینی و دستورالعمل‌های مطرح شده در مطالعات مبتنی بر شواهد و افزودن آن‌ها به سامانه‌های هوش مصنوعی بالینی است. این موضوعی حیاتی است و باید هوش مصنوعی از آخرین اطلاعات و استانداردهای مربوط به مراقبت از بیماران آگاه شده باشد.

از دکتر استنلی شاپشی^۱ پرسیدم که هوش مصنوعی در آینده پزشکی چگونه به ایفای نقش خواهد پرداخت؟ موضوعی که بیش از بقیه مسائل مورد توجه او قرار داشت این بود که فناوری‌های پیشرفته رایانه‌ای و یا همان هوش مصنوعی با این که به عنوان دستیار و کمک کننده و نه جایگزین پزشک مورد استفاده قرار می‌گیرند، با این حال نیاز به بازنگری‌های متعدد در داده‌ها و اطلاعات آن و در صورت لزوم افزودن اطلاعات جدید پزشکی به آن وجود دارد. هوش مصنوعی به این جهت به عنوان جایگزین پزشک

¹ Stanley M. Shapshay

مطرح نمی‌شود، زیرا که ارزش درمانی که یک رابطه خوب بیمار و پزشک، برای بهبودی بیمار ایجاد می‌کند، به هیچ وجه با استفاده از ماشین‌های هوشمند جایگزین نخواهد شد.

برای اولین بار یک سامانه الکترونیک مدارک پزشکی^۱ به نام Modernizing Medicine در سال ۲۰۱۴، بر روی واتسون به کار گرفته شد. در نظر بگیرید اگر واتسون با انواع مختلفی از سامانه‌های انفورماتیک پزشکی ادغام گردد، چه قابلیت‌هایی به آن اضافه خواهد شد.

ابرایانه واتسون به یک فرهنگ لغت زبان گفتاری هم دسترسی دارد تا بتواند اصطلاحات گفتاری و تکه کلام‌های عامیانه را درک کرده و به راحتی زبان گفتاری را بفهمد. البته با این که واتسون به یک پردازشگر زبان طبیعی و گفتاری مجهز شده ولی نمی‌تواند بین بعضی از اصطلاحات کوچه بازاری و الفاظی که فحش و ناسزا هستند، افتراقی قائل شود. زمانی که واتسون می‌خواهد از این الفاظ رکیک (که در اثر یادگیری آموخته است) استفاده کند، تیم طراحی واتسون، یک فیلتری برای این مواقع ایجاد کردند تا از استفاده واتسون از این کلمات جلوگیری کرده و سپس آن‌ها را از فرهنگ لغات زبان گفتاری واتسون پاک می‌کند. آیا زمانی خواهد رسید که ما قادر نباشیم که از یادگیری بیشتر هوش مصنوعی جلوگیری کنیم؟

هوش مصنوعی دوستانه و غیردوستانه

وقتی از مردم در مورد هوش مصنوعی سؤال کنید، سریع فکرشان به طرف فیلم‌های علمی - تخیلی جهت پیدا کرده و به فکر HAL 9000 در فیلم «۲۰۰۱»، یک ادیسه فضایی» و یا Samantha در فیلم Her می‌افتند. اما واقعیت این است که هوش مصنوعی هم اکنون ما را احاطه کرده است، در خودروها، ابزارها، تلفن‌های همراه، یا

¹ Electronic Medical Record Systems (EMR)

برای مثال نرم افزار خرید از آمازون که پیشگویی می کند، شما ممکن است چه چیزهایی دیگری را خریداری کنید و یا منشی صوتی اپل یعنی Siri. شرکت هایی مثل گوگل، فیسبوک و نتفلیکس سال ها است که سرمایه گذاری عظیمی را بر روی فناوری های یادگیری عمیق^۱ کرده اند.

در علم پزشکی با توجه به حوزه های متعددی که به سرعت در حال پیشرفت هستند، شاهد تولید مقادیر عظیمی از اطلاعات هستیم. امروز چالش ما نه فقط بررسی و آنالیز این حجم از داده ها، بلکه چگونگی استفاده از این اطلاعات می باشد. فقط با استفاده از یک چهارم ظرفیت ابررایانه ای به نام Beagle که در آزمایشگاه ملی Argonne در ایلینویز قرار دارد، آنالیز و بررسی همزمان ۲۴۰ ژنوم کامل، فقط در عرض دو روز انجام می گیرد که به وضوح افزایش قابل توجه سرعت پژوهش را نشان می دهد. در سال ۲۰۰۹، و در پروژه Blue Brain شرکت IBM، تصمیم گرفته شد که حدود ۱/۶ بلیون نورون با حدود ۹ تریلیون اتصال سیناپسی (که تقریباً به اندازه مغز یک گربه است) را شبیه سازی کنند. در این شبیه سازی، فعالیت مغزی که حدود یک ثانیه زمان می برد، توسط این ابررایانه در مدت ۶۰۰ ثانیه انجام شد و این در حالی بود که پژوهشگران از یکی از قویترین ابررایانه های دنیا با ۱۴۷۴۵۶ پردازنده استفاده کرده بودند. مغز انسان با حدود صدها بلیون نورون و بیش از صدها تریلیون اتصال سیناپسی، بسیار پیچیده تر است. البته قدرت محاسباتی ابررایانه ها هم هر ساله به صورت قابل توجه ای رو به افزایش است.

یک ابررایانه خود یاد گیرنده^۲ دیگری هم با نام Natilus وجود دارد که به میلیون ها مقاله روزنامه از سال ۱۹۴۵ به بعد دسترسی دارد. استفاده از چنین حجم عظیمی از اطلاعات در مورد وقایع گذشته در این ابررایانه به آن اجازه می دهد که در

¹ Deep Learning Technology

² Self-Learning

مورد اتفاقاتی که در آینده هم ممکن است به وقوع بپیوندد، پیش بینی و پیشنهاداتی داشته باشد، مثل تعیین محل صحیح اختفای بن لادن!

با این که ابررایانه ها به طور مداوم در حال توسعه و یادگیری هستند، نمی توانند به طور مستقل خودشان، پاسخ هایی به پرسش های مربوط به مسائل انسانی بدهند. ایجاد یک تیم «انسان - رایانه» محتمل ترین ترکیب استفاده از رایانه در آینده است. البته این ایده در مقابل ایده ای که در مورد توسعه و استفاده از فناوری های جدید تحت عنوان «Hyper Cycle For Emerging Technologies» ارایه شده، کمتر مورد توجه قرار گرفته است ولی در گزارش سال ۲۰۱۳ که توسط مؤسسه گارتنر^۱ به چاپ رسیده است، آقای جکی فن^۲ که یکی از معاونان مؤسسه گارتنر است، تمام سناریوهای ممکن در تعاملات انسان - فناوری را به شکل زیر به صورت خلاصه بیان کرده است:

”با مشاهده این که چگونه هر فناوری جدیدی توسط افرادی که آن را پذیرفته و از آن استفاده می کنند، گسترش می یابد، می توان سه مسیر کلی را در این مورد مشاهده کرد. این سه راه شامل:

- «تقویت انسان به وسیله فناوری»؛ برای مثال فردی از یک وسیله پوشیدنی - محاسباتی استفاده کرده و بعضی از قابلیت های خود را تقویت می کند.
- «ماشین هایی که جایگزین انسان می شوند»؛ مثل منشی های مجازی که به صورت خودکار ارتباط با مشتری را سامان می دهند.
- «کارکردن همزمان انسان و ماشین با هم»؛ که می توان به ربات های متحرکی که همراه با یک کارگر وظیفه انتقال بار و جعبه های متعدد در یک انبار را بر عهده دارند را ذکر کرد.

¹ Gartner

² Jackie Fenn

پیامدهای منفی بلند مدت این فناوری‌ها می‌تواند همان چیزی باشد که از آن به عنوان ربات شیزوفرنیک (روان گسیخته) یاد می‌شود و پژوهشگران دانشگاه تگزاس این پدیده را در شبیه‌سازی‌هایی که انجام دادند، به اثبات رساندند. وقتی که آن‌ها، رایانه‌ها را با انبوهی از داستان‌های وحشتناک مواجه کردند، در اثر یادگیری این داستان‌ها، بعداً ربات‌ها مدعی مسئولیت‌پذیری در مقابل فعالیت‌های تروریستی شده و به پژوهشگران در مورد احتمال انفجار یک بمب هشدار می‌دادند! همچنین پژوهشگران دانشگاه جورجیا با تجربیاتی برخورد کردند که به نظر می‌رسید که بعضی از ربات‌ها در بعضی موقعیت‌ها تقلب کرده و فریبکاری می‌کنند. آن‌ها نشان دادند که ربات‌ها می‌توانند، استراتژی‌های خود را بر اساس آزمون و خطا توسعه دهند.

ربات‌ها حتی با سطح هوشی کم هم می‌توانند سنگدل و بی‌رحم باشند. دانشمندان در آزمایشگاه سامانه‌های هوشمند، با قرار دادن گروهی از ربات‌ها در یک اتاق که در آن عناصری مثل «غذا» و «مواد سمی» وجود داشت، شروع به آزمودن ربات‌ها کردند. هر چه یک ربات به غذا نزدیکتر می‌شد، امتیاز بیشتری می‌گرفت. البته ربات‌ها قادر بودند، که اگر نیاز شد، چراغ‌های خود را خاموش کنند. پس از چند دور، تقریباً تمامی ربات‌ها چراغ‌های خود را خاموش کرده بودند و از کمک کردن به همدیگر برای پیدا کردن غذاها اجتناب می‌کردند.

در آینده هوش مصنوعی در مسیری حرکت خواهد کرد که می‌تواند بسیار هوشمندتر از آن چیزی باشد که اکنون عموم مردم فکر می‌کنند. این اتفاق دیر یا زود به وقوع پیوسته و انسان‌ها در آینده شاهد خواهند بود که هوش مصنوعی قادر به طراحی‌های سامانه‌های بهتر و فوق هوشمندتری بوده که ما اصلاً توان درک آن‌ها را نخواهیم داشت. آیا در آن موقع ما انگیزه استفاده از چنین سامانه‌هایی را داریم و استفاده از آن‌ها برای ما راحت خواهد بود؟ آیا ما ماشین‌هایی را می‌خواهیم که عقاید و دیدگاه‌های خود را داشته و تصمیمات خودشان را گرفته و بر ما حکمرانی کنند؟ نخبگان

هوش مصنوعی مثل جیمز بَرت^۱ و کیهان‌شناس معروف استیون هاوکینگ سعی می‌کنند در مورد خطرات هوش مصنوعی با عملکرد غیر دوستانه و اثرات آن بر جامعه، بحث‌های عمومی را آغاز کنند.

یک هوش مصنوعی کاملاً موفق، باید آزمون تورینگ^۲ را با موفقیت پشت سر بگذارد، که اولین بار توسط آلن تورینگ^۳ ریاضیدان و دانشمند علوم رایانه مطرح شد. این آزمون بر این فرض بحث‌انگیز بنا شده که اگر شخصی نتواند فرق بین یک انسان دیگر را با یک رایانه بر اساس تعاملاتی که با آن‌ها دارد را بیان کند، آن موقع است می‌توان گفت که رایانه به اندازه انسان هوشمند شده است. در حالی که بعضی از Chatbot ها^۴ مثل Eugene که شبیه‌سازی یک پسر ۱۳ ساله اکرایی است گفته می‌شود که این آزمون (تورینگ) را گذرانده‌اند ولی در واقع و تا این زمان هیچ سامانه هوش مصنوعی، این آزمون را با موفقیت نگذرانده است. اگر چه دلیلی وجود ندارد که این اتفاق در آینده نزدیک به وقوع نپیوندد.

جریانی که ممکن است باعث تسهیل حرکت ما به سوی رسیدن به سامانه‌های هوش مصنوعی مفید و دوستانه شود، چالش جدید A.I. XPrize است که در ماه مارس سال ۲۰۱۴ توسط آقایان کریس اندرسون^۵ و پیتر دیامندس^۶ جزئیات آن اعلام شد. در این چالش که یک نوع آزمون تورینگ امروزی محسوب می‌شود، اعلام شد که جایزه به طراح اولین هوش مصنوعی تعلق خواهد گرفت که بتواند بر روی صحنه حضور یافته

¹ James Barrat

² Turing Test

³ Alan Turing

^۴ Chatbot: برنامه‌های رایانه‌ای هستند که می‌توانند از طریق شنوایی و یا نوشتاری با انسان به مکالمه پرداخته و بعضی از آن‌ها به حدی پیشرفته هستند که می‌توانند با پردازش زبان گفتاری طبیعی، کاملاً شبیه به مکالمات انسانی، حرف زده و با انسان‌ها تعاملات گفتاری داشته باشند. در حقیقت می‌توان آن‌ها را ربات‌های سخنگو دانست [م].

⁵ Chris Anderson

⁶ Peter Diamandes

و یک سخنرانی جذاب و گیرای TED Talk را ارایه کند و به ابزار احساسات شنوندگان هم پاسخ دهد. قوانین کامل این مسابقه تدوین شده است و طراحی آن با توجه به موفقیت جوایز قبلی مثل Ansari X Prize صورت گرفت که در آن جایزه به اولین کسانی داده شد که توانستند بدون هیچ گونه کمک دولتی، فضاپیمای سرنشین دار و با قابلیت استفاده مجدد را طراحی کنند. در مورد جایزه A.I. XPrize هم انتظار موفقیت بالا است.

نمره دسترسی: ۳

کانون توجه: شاغلین حرفه‌ای پزشکی

وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط:

- BBC Future (<http://www.bbc.com/future/tags/artificialintelligence>)
- XPrize (<https://ai.xprize.org/>)

شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا:

- IBM Watson (www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson)

کتاب‌ها:

- Neuromancer by Gibson
- Our Final Innovation: Artificial Intelligence & the End of Human Era by Barrat

فیلم‌ها:

- Forbidden Planet (1956)
- 2001: A space odyssey (1968)
- The Terminator (1984)
- A.I. Artificial Intelligence (2001)

رونند هفدهم

نانوربات هایی که در خون ما زندگی خواهند کرد

در سال ۱۸۷۱ فیزیکدان اسکاتلندی جیمز کلرک ماکسول^۱ به عنوان جزئی از تجربیات ذهنی خود، وجود «شیاطین»^۲ کوچکی را مطرح کرد که قادرند باعث تغییر مسیر و جهت اتم ها شوند. البته عبارت «مهندسی مولکولی» برای اولین بار توسط آرتور رابرت ون هیپل^۳ استاد دانشگاه MIT در دهه ۱۹۵۰ میلادی استفاده شد. همچنین فیزیکدان معروف ریچارد فاینمن^۴ در بعدازظهر ۲۹ دسامبر سال ۱۹۵۹ و در گردهمایی جامعه فیزیک آمریکا، شرح می داد که چگونه در آینده تمام دانشنامه بریتانیکا در فضایی به اندازه نوک یک سوزن نوشته خواهد شد و یا این که چطور کل کتاب های دنیا را می توان در حجمی به اندازه یک جزوه کوچک^۵ جای داد.

در ادامه همین تجربیات ذهنی، کیم اریک درکسلر^۶ که در دهه ۱۹۷۰ در دانشگاه MIT دانشجوی بود، پیش بینی کرد که در آینده ماشین هایی با اندازه های در حد مولکول به وجود خواهند آمد که توانایی تولید تقریباً هر چیزی را خواهند داشت. البته درکسلر برای اولین بار ایده خود را در سال ۱۹۸۱ و در قالب یک مقاله منتشر کرد. بعداً در کتاب خود هم، به نقش فناوری نانو در آینده اشاره کرده و از تغییرات بنیادینی سخن گفت که در علم و فناوری ایجاد شده و منجر به پیشرفت های قابل توجه در پزشکی،

¹ James Clerk Maxwell

² Demons

³ Arthur Robert Von hippel

⁴ Richard Feynman

⁵ Pamphlet

⁶ Kim Eric Drexler

هوش مصنوعی و نجوم خواهند شد. او به شرح ایده‌ای پرداخت که در آن با ایجاد «ساختار دهنده»^۱ خواهیم توانست، اتم‌ها را در هر گونه آرایش معقول قرار داده و بنابراین این فناوری به ما اجازه خواهد داد که تقریباً هر چیزی که قوانین طبیعت به ما اجازه می‌دهد را تولید کنیم. این ساختار دهنده‌ها بعداً قابلیت تولید و تکثیر خودشان را هم خواهند داشت و به این طریق تعداد کلی ساختار دهنده‌ها به صورت نمایی رشد کرده و اجازه تولیدات بی‌شماری را به ما خواهد داد.

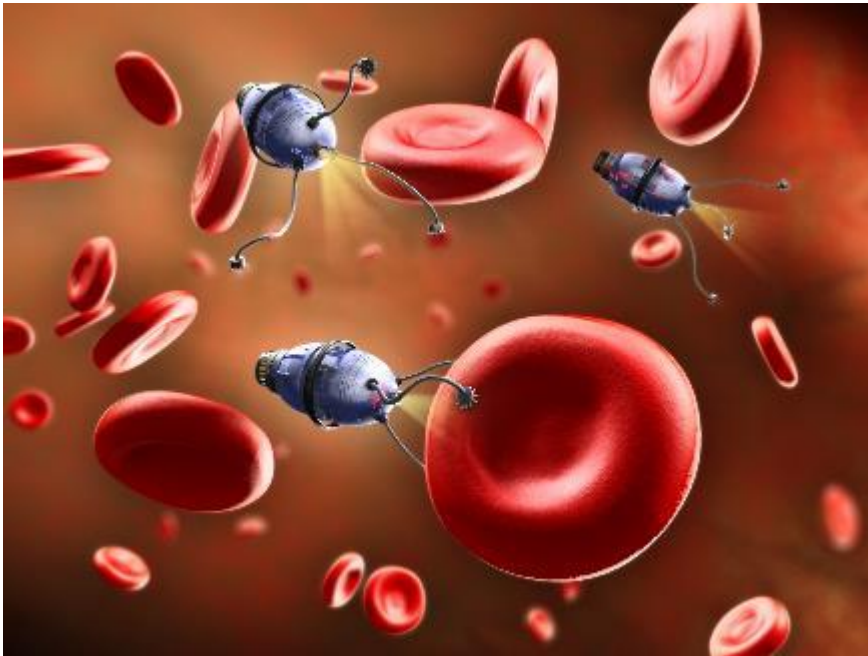
در سال ۱۹۹۱ نانوتیوب‌های کربنی کشف شد که تقریباً ۱۰۰ برابر فولاد قدرت داشت ولی وزن آن فقط یک ششم آن بود و دارای خصوصیات رسانایی و انتقال الکتریکی و گرمایی غیرمعمول بود. بعدها از آن در ساخت فضاپیماهای Juno که به مشتری فرستاده شد، استفاده گردید. این مواد با ساختار نانوکربنی هم برای انتقال الکتریسته، تخلیه الکتریسته ساکن و کاهش وزن فضاپیماها مفید بود. از همان ابتدا واضح بود که این فناوری در پزشکی نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت. پزشکی نانو^۲ به استفاده از موادی در مقیاس نانو (10^{-9}m) اشاره می‌کند.

در سناریوهای آینده نگرانه جسورانه، این گونه مطرح می‌شود که نانوربات‌های کوچکی در جریان خون ما قادر به تشخیص بیماری‌ها خواهند بود. بعد از چند دهه، آن‌ها باعث خواهند شد که کلمه «علائم بیماری»^۳ را از فرهنگ لغات حذف کنند زیرا دیگر کسی مبتلا به این «علائم» نخواهد شد. این ربات‌های میکروسکوپی می‌توانند در صورت لزوم هشدارهایی را به تلفن همراه و یا لنزهای تماسی دیجیتال ما فرستاده و قبل از این که ما به بیماری مبتلا شویم، از آن پیشگیری کنند. ما امروز بیش از هر زمان دیگری به این ایده آینده نگرانه نزدیک شده‌ایم. ربات‌های در اندازه‌های نانو، دوربین‌های بسیار کوچک، کپسول‌های ویژه که برای درمان سرطان توسط شیمی‌دان‌ها، مهندسين

¹ Assembler

² Nanomedicine

³ Symptom



طرح مفهومی نانوربات‌هایی که در جریان خون زندگی خواهند کرد.

و زیست‌شناسان توسعه و تکامل یافته‌اند، فقط گوشه‌ای از پیشرفت‌های امروز است. بعضی از این کاربردها اکنون در حال آزمایش بر روی حیوانات و یا انسان‌ها بوده و در بعضی دیگر هم اکنون در دسترس پزشکان قرار داشته و استفاده می‌شوند. بر طبق اعلام The European Technology Platform on Nanomedicine فقط در سال ۲۰۱۴ بیش از ۷۰ محصول فناوری نانو در کارآزمایی‌های بالینی و در گروه‌های اصلی بیماری‌ها مثل بیماری‌های نورودژنراتیو، بیماری‌های عصبی - عضلانی و بیماری‌های التهابی در حال بررسی و آزمایش بوده‌اند. اکنون حدود ۷۷ محصول فناوری نانو در بازار دارویی موجود است که در گروه محصولات تحویل دهنده دارو^۱ ۴۴ مورد، محصولات درمانی و دارویی ۱۸ مورد و گروه داروهای تشخیصی، تصویربرداری و مواد

¹ Drug-Delivering

زیستی ۱۵ مورد را شامل می‌شود.

یکی از مثال‌هایی که نشان دهنده چگونگی ایجاد تحول در پزشکی با استفاده از فناوری نانو است، قرار دادن موتورهای نانویی^۱ صناعی در داخل سلول‌های زنده انسانی و کنترل این موتورهای نانو به صورت مغناطیسی و یا از طریق امواج فراصوت است. بر طبق گفته‌های رهبر این تیم پژوهشی، در آینده و با استفاده از این موتورهای نانویی صناعی، مطالعات زیست شناختی سلولی را به روش‌های جدید انجام داده و در درمان سرطان و سایر بیماری‌ها هم به وسیله دستکاری‌های مکانیکی داخل سلولی از آن‌ها می‌توان استفاده کرد. این موتورهای نانو خواهند توانست جراحی‌های داخل سلولی را انجام داده و یا داروها را مستقیماً در داخل بافت زنده هدف تخلیه کنند.

نکته شگفت‌آور در مورد این موتورهای نانو این است که در قدرت‌های پایین فراصوت، اثر کمی بر سلول‌ها دارند ولی با افزایش توان فراصوت، آن‌ها سریعاً به حرکت درآمده و در داخل ساختارهای سلولی تجمع کرده و قادر به هموژنیزه و همگن کردن محتوای سلولی بوده و حتی می‌توانند باعث سوراخ شدن دیواره سلولی شوند. کار این موتورهای نانو در فیلم *Fantastic Voyage* که محصول ۱۹۶۶ است به تصویر درآمده است. در این فیلم، نانوموتورها در داخل بدن در گردش بوده و با همدیگر ارتباط برقرار کرده و قادر به تشخیص بیماری هستند و در صورت لزوم می‌توانند درمان مناسب را بدون تعامل با انسان تجویز کنند. در این فیلم پرسنل پزشکی سوار بر یک زیردریایی آزمایشگاهی شده و سپس به صورت چشمگیری کوچک شده و پس از این که حالت مینیاتوری پیدا کردند، به بیمار تزریق می‌شوند تا بتواند لخته‌های تهدید کننده حیات را در مغز بیمار تخریب کنند.

این زیردریایی، امروز همان نانوربات‌های Clotocyte می‌باشند که عملکردی مشابه پلاکت‌ها داشته و می‌توانند به هم چسبیده و ایجاد لخته کنند و جلوی خونریزی

¹ Nanomotor

را بگیرند. این نانوربات‌ها می‌توانند فیبرهایی را در داخل خود ذخیره کنند و وقتی که با یک زخم مواجه شدند، این فیبرها را آنجا پراکنده کرده و در مدت بسیار کوتاهی در مقایسه با پلاکت‌ها تولید لخته کنند. از سوی دیگر، نانوربات‌های Microbivore هم وجود دارند که عملکردی مشابه گلبول‌های سفید خون دارند، آن‌ها می‌توانند سریع‌تر و کارآمدتر از گلبول‌های سفید به تخریب باکتری‌ها و یا سایر عوامل مهاجم پردازند. عفونت‌های باکتریایی و یا ویروسی به راحتی و در مدت چند دقیقه از بدن پاک شده که در مقایسه با اثر آنتی‌بیوتیک‌ها که به چندین روز زمان نیاز دارد، قابل توجه است. البته این نانوربات‌ها آثار جانبی داروها را هم ندارند.

نانوربات‌های Respirocyte هم مشابه گلبول‌های قرمز عمل کرده و قابلیت حمل مقادیر بیشتری از اکسیژن را نسبت به گلبول‌های قرمز داشته و برای بیمارانی که مبتلا به کم‌خونی هستند، مفید می‌باشند. آن‌ها همچنین دارای حسگرهایی^۱ هستند که غلظت اکسیژن را در جریان خون اندازه‌گیری می‌کنند. روزی خواهد رسید که خون انسان حاوی سلول‌های زنده انسانی و مجموعه‌ای از این نانوربات‌ها باشد.

فرصت‌های بی‌پایان

مثال‌های زیادی وجود دارد که نشان دهنده این است که فناوری نانو چگونه پزشکی و خدمات سلامت را به صورت بنیادی دچار تغییر و تحول خواهد کرد. مثلاً به جای درمان‌های عمومی، نانوربات‌ها می‌توانند اعمال جراحی بسیار دقیق‌تر و در سطح سلولی انجام داده و فرآیند ترمیم بافت‌ها و درمان هم به صورت سلولی صورت خواهد گرفت. مثال دیگر آن واکسیناسیون است که به جای روش سنتی که نیازمند افراد آموزش دیده برای تزریق بوده و با خطر عفونت پس از تزریق نیز همراه است، با استفاده از فناوری نانو

¹ Sensors

و با کمک برچسب هایی با سوزن های بسیار کوچک^۱ می توان آن را بسیار ایمن تر و ساده تر انجام داد. این سوزن های بسیار کوچک در مقیاس میکرون بوده و از واکسن به شکل ماده خشک پوشیده شده است و پس از تماس با بدن (در اثر قرار دادن این برچسب ها بر روی پوست) در عرض چند دقیقه واکسن در پوست حل شده و جذب می شود. امروز نشان داده شده که واکسن سرخک را می توان به صورت پایدار بر روی این سوزن های ریز قرار داد و از این روش برای تزریق آن استفاده کرد. این روش در مقایسه با روش استاندارد تزریق زیر پوستی، ایمن تر و کارآمدتر است.

ساختن داروهایی که مستقیماً سلول های سرطانی را هدف قرار داده و در سایر بافت ها آسیبی ایجاد نکند، روشی ایمن در درمان سرطان دهانه رحم است. پژوهشگران سوئدی توانسته اند تکنیکی را کشف کنند که با استفاده از کنترل نانوذرات^۲ با کمک مغناطیس، دارو به صورت ترجیحی به سلول های سرطانی وارد شده و آن ها را نابود می کند بدون آن که به سلول های سالم مجاور آسیبی برسد. این در حالی است که در روش هایی مثل پرتو درمانی و یا شیمی درمانی، آسیب بافت های مجاور و یا حتی دوردست دیده می شود. این روش در ابتدا برای درمان انواع سرطان ها طراحی شده بود ولی می توان از آن برای مبارزه با سایر بیماری ها هم مثل دیابت نوع یک استفاده کرد.

با نگاهی به آینده، پیش بینی می شود که نانوذرات قابل برنامه ریزی^۳ را بتوان طراحی کرد که قابلیت تحویل انسولین به سلول ها را برای رشد سلولی و بازسازی بافتی در اندام های هدف را داشته باشند. یا برای مثال در جراحی، نانوذرات های قابل برنامه ریزی را می توان تولید کرده و آن ها را به جریان خون تزریق کرد که آن ها قادر به پیدا کردن سلول های آسیب دیده بوده و آن ها را از جریان خون حذف می کنند و باعث رشد سلول های جدید در بافت هدف می شوند. در بیماری های نورودژنراتیو مثل

^۱ Microneedle Patches

^۲ Nanoparticles

^۳ Programmable Nanoparticles

پارکینسون، درمان‌هایی مثل استفاده از نانوایزراهایی^۱ که قابلیت تحویل دارو به بافت‌ها را داشته، کاشتن تحریک کننده‌های عصبی^۲ و یا انتقال مواد زیستی هوشمند^۳ که از عروق خونی مغز عبور کرده و قادر به بازسازی^۴ سلول‌ها در سیستم اعصاب مرکزی می‌شوند را می‌توان نام برد.

از مثال‌های دیگر می‌توان از نانواسفنج‌هایی^۵ نام برد که در جریان خون گردش کرده و می‌توانند سموم را جذب کرده و از گردش خون خارج کنند. انجام بیوپسی در مقیاس نانو^۶ هم ما را قادر خواهد ساخت که محتوای سلولی و یا محتوای اجزای زیرسلولی مثل میتوکندری را استخراج کرده و جهت بررسی آن‌ها اقدام کنیم. به وسیله استفاده از نانو ایزارها ما خواهیم توانست که سطوح انسولین را در جریان خون اندازه‌گیری کرده و در هر جایی که نیاز باشد، انسولین را به سلول‌ها تحویل دهیم. تصویربرداری از تمام بدن جهت تعیین پراکندگی چربی با کمک نانوذرات هم اکنون در دسترس بوده و لوزالمعده مصنوعی هم بر پایه همین پیشرفت‌ها قابل دستیابی است. در موش‌هایی که اندام‌های آن‌ها فلج بود، با تزریق نانوموادهایی^۷ توانستند که قدرت و حرکت اندام‌ها را به آن‌ها بازگردانند. همچنین با استفاده از سلول‌های بنیادی که با کمک و همراهی بعضی نانوموادها در محل آسیب قرار داده می‌شوند، توانستند که دوران نقاهت فرد را کوتاه کنند. مواد جدیدی که در بدن کار گذاشته شده و یا پیوند می‌شوند، توانایی این را خواهند داشت که جلوی ایجاد عفونت ناشی از استفاده از این مواد را بگیرند. فهرست فرصت‌های استفاده از فناوری نانو بی‌پایان بوده و ما هم اکنون در ابتدای این راه هستیم.

¹ Nanodevices

² Neurostimulator

³ Intelligent Biomaterial

⁴ Regeneration

⁵ Nanosponges

⁶ Nanobiopsy

⁷ Nanomaterial

در یکی از آزمایشاتی که ما شاهد آن بودیم، ثابت شد که با وارد کردن نانوربات‌هایی که بر پایه ساختار DNA طراحی شده‌اند، به داخل بدن یک موجود زنده، می‌توان از آن‌ها برای انجام کارهایی مثل آزاد شدن یک ماده خاص که در داخل این نانوربات‌ها ذخیره شده است، کمک گرفت. به چنین ربات‌هایی، Origami Robots هم گفته شده و می‌توانند داروهایی که در داخل خود دارند را در محل مناسب آزاد کرده و علاوه بر آن، قادر به اعمال برنامه‌های پیچیده شامل تشخیص و درمان بیماری‌ها خواهند بود. یکی از شاهکارهایی که در این مورد شاهد آن هستیم، دقت و صحت بالای تحویل دارو و علاوه بر آن سامانه کنترل این نانوربات‌ها است که به راحتی با سیستم‌های رایانه‌ای از نظر دقت برابری می‌کنند.

سؤالی که البته باید به زودی به آن پاسخ داده شود این است که واکنش و عملکرد سیستم ایمنی بدن ما در هنگام مواجهه با لشکر نانوربات‌ها در داخل بدن ما چگونه خواهد بود. اولین نانوایزار DNA^۱ که در مواجهه با سیستم ایمنی بدن سالم می‌ماند، در سال ۲۰۱۴ ساخته شد. این کار در حقیقت گشوده شدن دروازه‌ای است برای استفاده از این نانوربات‌های هوشمند در زمینه‌هایی مثل هدف قرار دادن سلول‌های سرطانی و یا تولید داروهایی است که فقط در مکان مناسب خود آزاد خواهند شد. انتقال داروها و یا سایر مواد در این روش توسط کیسه‌های میکروسکوپی با دیواره‌ای که از اسیدهای چرب ساخته شده صورت می‌گیرد که به آن‌ها پروتوسل^۲ گفته می‌شود. در آینده نانوربات‌های پوشش دار^۳ می‌توانند تعمداً باعث فعال شدن سیستم ایمنی شده تا بتوانند با سرطان مقابله کرده و یا از پس زده شدن پیوند در بدن جلوگیری کنند. بیماران مبتلا به سرطان یا سایر بیماری‌ها می‌توانند از این ابزار بسیار دقیق در سطح مولکولی هم در جهت تشخیص و هم درمان بافت‌های خود بهره ببرند. قدم اصلی

^۱ DNA Nanodevices

^۲ Protocells

^۳ Cloaked Nanorobots

در این مسیر ساخت نانوذرات DNA است که توسط بدن تحمل شده و به وسیله سیستم ایمنی تخریب نمی شوند. بر طبق نظر آینده پژوهان خوش بین، نانوپزشکی مثل استفاده از داروهای هوشمند، در نهایت به پیشگیری از بیماری ها و حتی پیری پرداخته و از بسیاری جهات از ما یک ابرانسان می سازد.

ساخت یک جامعه نوین

من با دکتر آندراس پاسترناک^۱ که بنیانگذار جمعیت بین المللی علوم نانو است، در مورد قدم هایی که در فناوری نانو باید برداشته شود تا بیشتر به زندگی واقعی وارد گردد، صحبت کردم. او از هزینه به عنوان مانع اصلی در مقابل پذیرش وسیع تر این فناوری نام برد. به نظر او وقتی که سرمایه گذاران متوجه شوند که این فناوری ها بازگشت سرمایه خوبی خواهند داشت، آنگاه محصولات پزشکی تولید شده با فناوری نانو با قیمت مناسب به دست بیماران خواهد رسید. البته هنوز زمان لازم است که تمام بیمارستان ها و پزشکان به استفاده از فناوری نانو روی آورند ولی پیشرفت های زیادی بین ۳ تا ۵ سال آینده در این مورد به وقوع خواهد پیوست.

هنوز سؤالاتی در مورد نانوذراتی که برای پاکیزه کردن مواد به آن ها اضافه می شود و یا نانوذراتی به عنوان افزودنی به غذاها اضافه می شود، وجود دارد. چه خطرات بالقوه ای در مورد ورود این نانوذرات به داخل قلب یا ریه ما وجود دارد؟ دکتر پاسترناک به اهمیت ارتباط و تعامل بین دانشمندان واقف شده و آن را یک مسئله مهم و تأثیرگذار می داند. برای همین او Nanopaprika را به این منظور تأسیس کرده است:

”ما امروز ۷۵۰۰ عضو از ۸۰ کشور داریم، با کمک Nanopaprika دانشجویان زیادی توانستند که در دوره های Ph.D و یا پساکترو مشغول شده

¹ Andras Paszternak

و یا اطلاعات خود را در مورد فناوری نانو توسعه ببخشند. پژوهشگران برجسته با دانشجویان مستعد ملاقات کرده و اطلاعات و اخبار خود را در مورد نتایج تحقیقات و یافته‌های خود با آن‌ها به اشتراک گذاشته و همکاران جدیدی برای خود خواهند یافت. Nanopaprika به مشابه یک کانال منبع باز، برای مرتبط کردن افراد علاقه مند و معتاد به فناوری نانو بوده و آخرین اخبار را در این زمینه علمی بین آن‌ها به اشتراک می‌گذارد.^۱

البته محدودیت‌ها و تهدیدات چندی وجود دارد که باعث شده نانوپزشکی به آهستگی وارد زندگی روزانه ما شود. هنوز مباحث تکنیکی جدی در مورد هدایت و کنترل نانوربات‌ها در بدن، تعامل با محیط اطراف آن‌ها و حرکت نانوربات‌ها در بدن وجود دارد. این که چگونه نانوربات‌ها مشکلات را کشف کرده و با یکدیگر ارتباط برقرار کنند، و همچنین از نظر زیست سازگاری^۱ چگونه با بدن ما تعامل خواهند کرد، همگی محل بحث و گفتگو است. اگر چه سناریوهایی که در بالا به آن‌ها اشاره شد عموماً مثبت و مفید به نظر می‌رسد ولی گستره‌ای از تهدیدات جدی هم وجود دارد. بیوتروریسم یکی از این تهدیدات بوده و ممکن است با استفاده از این فناوری به «سلاح‌هایی» دست پیدا کنند که در داخل بدن ما به کار گرفته شود. اگر امروز افراد می‌توانند ضربان ساز قلب را تولید کنند، امکان ایجاد تداخل در کار آن را هم خواهند داشت. بنابراین امکان هک کردن نانوایزرها در آینده وجود داشته و باید به این مباحث هم پرداخته شود. بحث در مورد این خطرات و روش‌هایی که می‌توان از آن‌ها جلوگیری کرد و حمایت از ویژگی‌های درمانی و تشخیصی این فناوری می‌تواند ما را برای استفاده از این فناوری در آینده آماده کند.

¹ Biocompatibility

نمره دسترسی: ۱

کانون توجه: بیماران و افراد شاغل در حرفه‌های پزشکی

وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط:

- Nanomedicine Eu Platform (www.etp-nanomedicine.eu/public)
- The Foresight Institute (www.foresight.org)
- Nanopaprika (www.nanopaprika.eu/)

شرکت و شرکت‌های نوپا:

- Nanobio (www.nanobio.com)
- 3M (<http://solutions.3m.com>)
- P2i (www.p2i.com)

کتاب‌ها:

- The Invincible by Lem
- The Diamond Age by Stephenson

فیلم‌ها:

- Fantastic Voyage (1966)
- Star Trek: the Next Generation (1987-1994)
- Ghost in the Shell (1995)
- The Day the Earth Stood Still (2008)

روندهجدهم

بیمارستان های آینده

در آینده بیمارستان ها و مراکز خدمات سلامت با تغییرات وسیعی در رویه و عملکرد مواجه خواهند شد. این مراکز از مکان هایی که افراد پس از بیمار شدن به آن ها مراجعه خواهند کرد، تبدیل به مراکزی می شوند که دلیل مراجعه افراد به آن ها اطمینان از قرار داشتن در مسیر صحیح پیشگیری از بیماری ها و داشتن سبک زندگی سالم خواهد بود. معماری، فرآیند ارایه خدمات سلامت، اتاق های انتظار و جداول زمان بندی آن ها همگی تغییرات اساسی را تجربه خواهند کرد تا بتوانند به بهترین شکل به بیماران ارایه خدمت کنند.

پس از پایان قرن ۱۹، خدمات پزشکی پیچیده تر از آن شده بود که بتوان آن ها را در خانه به افراد ارایه کرد و بنابراین ارایه این خدمات در مجتمع های مجهز به صورت متمرکز در آمد. امروزه وقتی شما به قصد دریافت خدمات سلامت مجبور به سفر می شوید، حتی در مسافت های متوسط، این کار به نسبت هزینه های خدمات بیمارستانی دشوارتر و گران تر بوده و به نظر می رسد که ساخت یک بیمارستان در هر شهر کوچکی در کل باعث کاهش هزینه ها برای جامعه خواهد شد. در ایالات متحده به همین دلیل ما شاهد رشد تأسیس بیمارستان ها بوده و تعداد آن ها از ۱۸۷ مورد در سال ۱۸۷۳ به ۴۳۰۰ مورد در سال ۱۹۰۹ و ۶۰۰۰ بیمارستان در سال ۱۹۴۶ و ۷۲۰۰ بیمارستان در سال ۱۹۷۰ رسیده و اکنون به ۵۷۰۰ بیمارستان کاهش پیدا کرده است. امروزه فناوری های نوین، انجام جراحی های یک روزه را مقدور ساخته که در آن ها بیمار در یک روز وارد بیمارستان شده و در همان روز پس از جراحی ترخیص می شود.

البته هنوز این مراکز در مورد ارایه خدمات به مفهوم واقعی، نمونه‌های جدیدترین ایده‌ها در این عرصه نیستند و باید شاهد تحولات بیشتری در ساختار خود باشند.

این که در تمامی بیمارستان‌ها، گستره مشابهی از خدمات بدون توجه به نیاز جمعیتی که در اطراف آن زندگی می‌کنند، ارایه گردد به هیچ وجه ایده خوبی برای آینده سیستم‌های خدمات سلامت نخواهد بود. ایجاد شبکه‌ای از مؤسسات که هر کدام در یک جنبه متفاوت از پزشکی تمرکز کرده‌اند، می‌تواند یک راه حل بهتر برای ارایه خدمات سلامت باشد. از جنگ جهانی دوم به بعد، اتاق‌های بیمارستانی تغییرات بسیار مختصری داشته است. امروزه می‌دانیم که طراحی صحیح و اصولی بیمارستان از نظر سیر بهبودی بیماران و جلوگیری از بیماری‌ها بسیار مهم است. در آینده اتاق‌های بیماران باید به گونه‌ای طراحی شوند که ایمنی را همراه با داشتن یک فضای خصوصی و راحت برای بیماران به ارمغان آورد و مکانی برای بهبودی سریع بیمار باشند.

یک شرکت غیرانتفاعی در نیویورک به نام NXT Health طراحی و اجرای چنین فضاهایی را بر عهده دارد. قصد آن‌ها کاهش دادن میزان عفونت‌ها، کاهش صدمات ناشی از افتادن بیمار از روی تخت‌ها، کاهش خطاهای بیمارستانی و در نهایت کاهش هزینه‌ها است. در این اتاق‌ها با طراحی جدید، تمامی جوانبی که در بالا به آن‌ها اشاره شد را در نظر گرفته‌اند. در تاج تخت که بالای سر بیمار قرار دارد، ابزارهای الکترونیکی و فناورانه در کنار قطعات اکسیژن رسانی به بیمار و حتی یک سامانه مسدود کننده نویز و سروصدا هم تعبیه شده است. همچنین در بالای سر بیمار یک جعبه نوری^۱ هم طراحی شده که قابل برنامه‌ریزی بوده و جهت درمان‌های مرتبط با خلق و خو^۲ و یا درمان‌های با کمک نور^۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد و در کنار این موارد می‌تواند به عنوان یک صفحه نمایش هم عمل کند. پانل بالای سر بیمار هم تقریباً توانایی اندازه‌گیری

^۱ Light box

^۲ Mood

^۳ Light therapy



طرح مفهومی از اتاق بیماران در بیمارستان‌های آینده که توسط شرکت NTX Health طراحی شده است.



تفاوت‌های اصلی بین بیمارستان‌های امروزی و آینده

تمامی پارامترهای سلامت را بدون هر گونه مزاحمتی فراهم می‌آورد و به طور مداوم نتایج آن‌ها را ثبت می‌کند. دیوار پایین تخت در نزدیک پای بیمار هم یک صفحه نمایش است که برای سرگرمی بیمار، مشاوره‌های ویدیویی استفاده شده و یا دسترسی بیمار به هر گونه اطلاعاتی که نیاز دارد را فراهم می‌کند. کف این اتاق‌ها از نوعی لاستیک که خلل و فرج‌های بسیار کمی دارند، تهیه شده و در خود باکتری یا سایر مواد را نگه نداشته و نیاز به استفاده از پاک‌کننده‌های شیمیایی را به حداقل می‌رساند. همچنین این نوع کف اتاق با توجه به جنس لاستیکی آن، در صورت سقوط بیمار بر روی آن، باعث وارد آمدن آسیب کمتری به بیمار می‌شود.

برای کاهش عفونت‌های بالقوه بیمارستانی، تمامی سطوح از موادی که در سطوح روی کابینت آشپزخانه‌ها استفاده می‌شود، تهیه شده و علاوه بر آن چراغ‌هایی در ورودی اتاق‌ها وجود دارد که به پرسنل یادآوری می‌کنند که قبل از ورود به اتاق دست‌های خود را بشویند. از طریق پانل کنترل هم، اطلاعات و داده‌ها به پرونده بیمار اضافه می‌شوند.

درس‌هایی برای طراحی بیمارستان‌های آینده

مرکز پزشکی والنات هیل^۱ در شهر دالاس به علت طراحی خاص و طبابت نوآورانه خود به عنوان مرکزی که تجربیات متفاوتی را در اختیار بیماران و پزشکان قرار می‌دهد، معرفی شده است. کسانی که متقاضی کار در این بیمارستان هستند باید تحت مشاوره و معاینات روانپزشکی قرار گرفته و تمام این فرآیندها با سخت‌گیری تمام و بدون استثناء برای همگان صورت می‌گیرد. خوش‌آمدگویی به بیماران در همان فضای پارکینگ توسط نگهبانان و کارمندان آموزش دیده آغاز می‌شود. در داخل بیمارستان هم تمامی کارکنان باید از قانون «۵-۱۵» هتل‌های زنجیره‌ای ریتز کارلتون^۲ پیروی کنند. تمامی کارکنان باید از فاصله ۱۵ پایی (حدود ۵ متری) به بیماران لبخند زده و از فاصله ۵ پایی (حدود ۱/۵ متری) باید به گرمی با آن‌ها سلام و احوال‌پرسی کنند. تمام کارکنان برای ارتباط برقرار کردن صحیح با بیمار و خانواده او آموزش دیده‌اند. تمامی اتاق‌ها دارای پنجره‌های بزرگی هستند که نور مناسب و نمای زیبایی را برای اتاق بیمار تأمین می‌کنند.

در دکوراسیون اتاق‌ها از چوب با رنگ‌های طبیعی و زیبا استفاده شده است. در هنگام پذیرش، بیماران تبلتی را دریافت می‌کنند که در آن ویدیوها، مطالب خواندنی و اپلیکیشن‌هایی وجود دارد که علاوه بر آموزش بیمار، باعث می‌شود که بتوانند با کارکنان بیمارستان ارتباط ساده‌تری داشته باشند و همیشه از آخرین وضعیت خود با خبر باشند.

بیمارستان‌های آینده در افراد احساس مثبتی تولید می‌کنند، که این احساس به خاطر رنگ‌ها، معماری، تسهیلات و امکانات تناسب اندام و سلامتی و اقدامات مرتبط با پیشگیری از بیماری می‌باشد. استفاده از بازی‌وارسازی^۳ هم در این بیمارستان‌ها

¹ Walnut Hill Medical Center

² Ritz Carlton

³ Gamification

نقش مهمی در ترغیب بیماران برای پیروی از سبک زندگی سالم داشته و وقتی که آن‌ها از دستورات پزشکی پیروی کنند، مشوق‌هایی برایشان در نظر گرفته می‌شود. در این بیمارستان‌ها اشتباهات در شناسایی و تعیین هویت بیماران نیز با به کارگیری واقعیت افزوده و برچسب‌های بیونیک^۱ کاملاً حذف شده که مزیت آن نیز واضح است. در این بیمارستان‌ها انجام پروسیجرهای مجازی و مشاوره‌های بلادرنگ^۲ هم جزئی از کارهای معمول روزانه خواهد بود.

هوش مصنوعی در آینده می‌تواند مردم را راهنمایی کند که چه موقع و کجا برای بررسی و تحلیل داده‌ها و اطلاعات سلامت خود مراجعه کرده و به صورت خودکار به یادداشت‌های پزشک و نسخه‌های او هم پاسخ می‌دهد. لیست‌های انتظار حذف شده و بیماران قبل از مراجعه به پزشک با استفاده از ابزارهای پوشیدنی و با کمک اپلیکیشن‌های رصد کننده وضعیت سلامت، می‌توانند داده‌های لازم را بارگذاری کنند. تمامی پرونده‌های پزشکی و بایگانی‌ها، دیجیتال شده و اطلاعات جدید هم به صورت امن و با فرمت مناسب در فضای ابری ذخیره خواهد شد. در صورت لزوم چاپگرهای سه بعدی هم می‌توانند تجهیزات پزشکی و یا حتی پروتزها را چاپ کنند.

داده‌های بزرگ^۳ ممکن است در نقش پزشکان ما ظاهر شده و یا دست کم نقش بسیار مهم‌تری را در طبابت و توسعه و تکمیل درمان‌ها به نسبت امروز برعهده داشته باشند. درست مشابه همان کاری که Netflix، Google، Amazon، Facebook انجام می‌دهند، استفاده از داده‌های بزرگ، قدم بلند بعدی در تغییر پایه‌های خدمات سلامت است.

در طبقه پایین دفتر کار جف هامرباخ^۴ در دانشکده پزشکی آیکان^۵ شهر مونت

^۱ Bionic Tag

^۲ Real Time Consultations

^۳ Big data

^۴ Jeff Hammerbacher

^۵ Icahn

سینای^۱، یک ابررایانه به نام Minerva در سال ۲۰۱۳ نصب شده که نام آن از خدای عقل و طبابت در روم گرفته شده است. آقای هامرباخر علاوه بر این که یک پژوهشگر است، از بنیانگذاران شرکت‌های نرم افزاری مثل Cloudera و Demeter هم بوده که بر روی ذخیره سازی، پردازش، بهره برداری و ایجاد مدل‌های اطلاعاتی بهتر کار می‌کند. فقط در مدت چند ماه، Minerva حدود ۳۰۰ میلیون محاسبات جدید به منظور حمایت و پشتیبانی از تصمیمات خدمات سلامت انجام داد.

دکتر جول دادلی^۲ مدیر بیوانفورماتیک در دانشکده پزشکی آیکان به نکاتی در مورد پزشکی فردگرایانه اشاره کرده است. او گفت که آن‌ها سعی در ساختن یک سامانه خدمات سلامت یاد گیرنده دارند.

”ما در ابتدا نیاز داریم که داده‌ها را از جمعیت زیادی از مردم جمع‌آوری کرده و ارتباط این داده‌ها را با نتایج و عواقب بیماری‌های مردم بسنجیم. در این جمع‌آوری داده‌ها، هر چیزی که گمان می‌شود مرتبط با زیست شناسی بدن است را گردآوری کرده و بعد نگاه می‌کنیم که این اندازه‌گیری‌های خام در یک جمعیت بزرگ چه وضعیتی داشته و چه تغییراتی را از خود نشان می‌دهند. در نهایت این داده‌ها به ما خواهند گفت که اجزای زیست شناختی چگونه ساختار پیدا کرده و چگونه به هم مرتبط شده‌اند.“

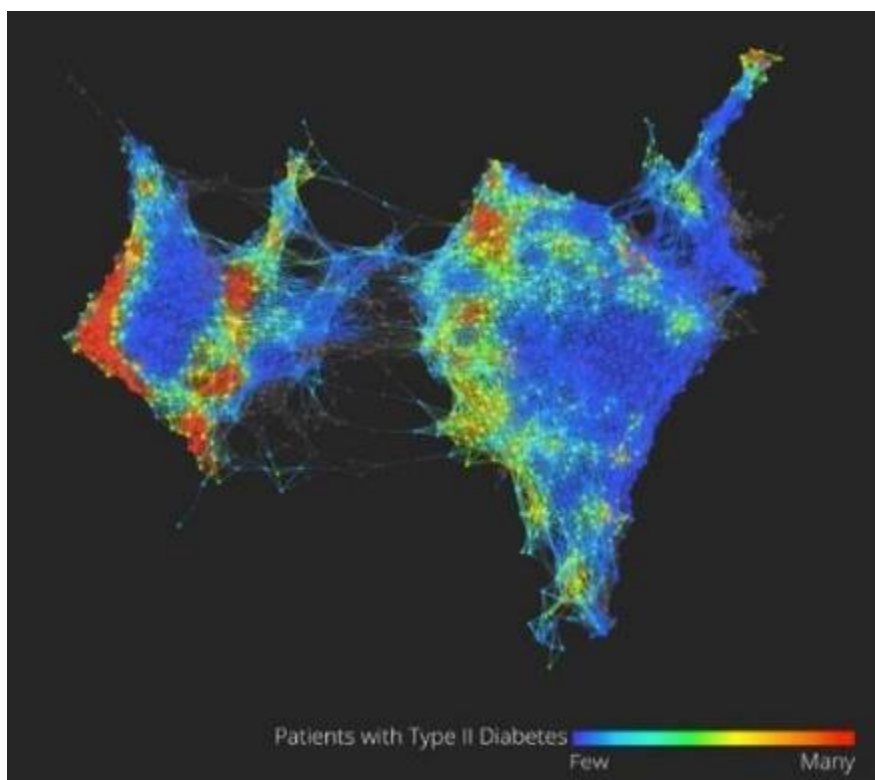
پژوهشگران این مرکز، اطلاعات سلامت مربوط به ۳۰ هزار نفر را تحلیل و بررسی کردند. این افراد خودشان داوطلب شده بودند تا داده‌های خود را برای این تحقیق به اشتراک بگذارند. پس از این بررسی روشن شد که ممکن است خوشه‌ها و زیرگروه‌های جدیدی از بیماری دیابت وجود داشته باشد. با تحلیل مقادیر عظیم داده‌ها، ممکن است ژن‌هایی که عامل دیابت در بعضی از گروه‌ها و خوشه‌های این بیماری هستند را

¹ Mount Sinai

² Joel Dudley

به دقت معین کرد. این روش، راه‌های جدیدی برای فهم این حقیقت به ما ارائه می‌کند که چطور زمینه ژنومیک ما در کنار محیط می‌تواند با بیماری، علائم و درمان آن مرتبط باشد.

البته هدف نهایی آن‌ها وارد کردن صد هزار نفر بیمار در این مطالعه است و نام این مجموعه را Biome Biobank گذاشته‌اند. تأمین مالی این پروژه توسط مؤسسه پزشکی فردگرایانه چارلز برونفمن^۱ صورت گرفته است. آن‌ها صاحب مجموعه عظیمی



با نگاهی به اطلاعات سلامت ۳۰ هزار نفر داوطلب ما متوجه می‌شویم که در مورد دیابت و انواع آن، اطلاعات کمتری نسبت به آنچه باید بدانیم را در اختیار داریم.

¹ Charles Bronfman Institute for Personalized Medicine

از نمونه‌های پلاسمای بیماران و مجموعه‌ای بزرگ از داده‌های ژنومیک هستند. البته ذخیره‌سازی آن‌ها با ملاحظه رعایت حقوق بیماران و حفظ اطلاعات آن‌ها صورت گرفته ولی پژوهشگران اجازه دارند که این داده‌ها را تحلیل کرده و از آن‌ها استفاده کنند. گرچه هنوز این روش به صورت وسیع مورد استفاده قرار نگرفته است ولی روش کار و فناوری آن هم اکنون وجود دارد. بزرگترین مانع استفاده از این روش، دسترسی به اطلاعات است.

ما ممکن است نظرات و مفاهیمی خاص از بیمارستان‌های آینده را در ذهن خود داشته باشیم ولی هنگامی که با افرادی که درگیر آرایه خدمت به بیماران هستند صحبت کرده و نظرات آن‌ها را جویا می‌شویم، تصورات و نظرات ما خواه ناخواه تغییر کرده و این کار در جهت بهبود نظریات ما بسیار مفید خواهد بود. در نهم ژانویه سال ۲۰۱۳ رخدادی آنلاین تحت عنوان «آینده بیمارستان‌ها» برگزار شد. هدف از برگزاری این رخداد، ایجاد ایده‌های جدید در این مورد بود که ما چگونه می‌توانیم برای افرادی که به بیمارستان‌ها مراجعه می‌کنند، تجربیات بهتر و تفاوت‌های نوآورانه‌ای ایجاد کنیم. این همایش توسط «انستیتو برای آینده»^۱ مدیریت شده و در قالب یک جمع‌سپاری آنلاین^۲ که به مدت ۲۴ ساعت در جریان بود، طراحی شد تا مردم بتوانند از سراسر جهان در این مبحث وارد شده و نظرات آینده‌نگرانه خود را در یک فرآیند سه مرحله‌ای شامل سناریو نویسی، درگیر کردن جامعه با این ایده‌ها و در نهایت تحلیل و بررسی این ایده‌ها را آرایه کنند. در آن روز حدود ۶۰۰ نفر از پنج کشور جهان در این رخداد مشارکت کردند که افرادی از مدیران اجرایی بیمارستان‌ها، معماران، پرستاران، پزشکان و دانشمندان علوم رایانه‌ای در میان آن‌ها حضور داشتند. در این مباحثات حدود ۴۵۰۰ ایده جدید مطرح شد.

¹ The Institute For the Future (IFF)

² Online Crowdsourcing

در سال ۲۰۱۳ مطالعه جامعی به صورت آنلاین و توسط شرکت اینتل انجام شد که در آن حدود ۱۲ هزار نفر از ۸ کشور جهان شرکت داشتند و نتیجه آن با نام Intel Health Innovation Barometer به چاپ رسید. در این گزارش مشخص شد که نیازهای آینده بیماران در حوزه خدمات سلامت بر پایه فناوری و فردگرایی استوار است. طبق نظر ۵۷٪ افراد حاضر در این مطالعه، بیمارستان‌های سنتی و نوع خدمات آن‌ها در آینده کاملاً منسوخ خواهد شد. در نهایت تعجب در این گزارش مشخص شد که ۸۴٪ افراد حاضرند در قبال به اشتراک گذاردن اطلاعات سلامت خود، از خدمات پیشرفته‌تر بهره‌مند شده و یا این که خدمات را با هزینه کمتری دریافت کنند. بیش از ۷۰٪ افراد پذیرفته بودند که از وسایلی مثل حسگرهای مورد استفاده در دستشویی‌ها (جهت بررسی هوشمند ادرار و مدفوع و اندازه‌گیری بعضی پارامترهای آن)، حسگرهای بطری داروها (که کنترل مصرف دارو را بر عهده دارد) و یا استفاده از پایشگرهای سلامت که بلعیدنی هستند را مورد استفاده قرار دهند. ۷۲٪ افراد مایل بودند که در شرایط غیراورژانسی، پزشک را از طریق ویدیو کنفرانس به جای ویزیت حضوری ملاقات کنند. ۶۶٪ افراد هم اظهار کرده بودند که ترجیح می‌دهند از رژیم درمانی که بر اساس پروفایل ژنتیکی آن‌ها و مختص آن‌ها طراحی شده تبعیت کنند. تمام موارد بالا، انتظاراتی است که در یک بیمارستانی که خود را برای آینده آماده می‌کند، باید مشاهده نمود.

در سال ۲۰۱۲ کالج سلطنتی پزشکان، کمیسیون بیمارستان‌های آینده را تشکیل داد تا بتواند توصیه‌هایی را در مورد تشکیل و توسعه یک بیمارستان مجهز با تفکرات آینده‌نگرانه ارائه دهد. نوآوری‌ها، ارائه خدمات با توجه به نیازهای بیماران و مراقبت‌های بیمارستانی جامع که تمامی نیازهای افراد را پوشش می‌دهد گوشه‌ای از این تغییرات است. نخستین گزارش آن‌ها در سال ۲۰۱۳ و در ۱۸۰ صفحه به چاپ رسید که در آن فقط ۲۷ بار از لغت «فناوری» استفاده شده بود. این نشان می‌دهد

که گرچه بیمارستان‌های آینده با استفاده از ابزارهای پوشیدنی^۱ دچار تغییرات وسیعی خواهند شد ولی هنوز صیانت از رابطه شخصی و انسانی پزشک و بیمار است که تجربه حضور در بیمارستان را به یک تجربه مثبت و سازنده و نشاط آور تبدیل خواهد کرد.

^۱ Wearable Devices

نمره دسترسی: ۳

کانون توجه: بیماران و افراد شاغل در حرفه‌های پزشکی

وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط:

- American Hospital Association (www.aha.org)

شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا:

- NXT Health (<http://nxthealth.org>)

کتاب‌ها:

- Lean-Led Hospital Design: creating the Efficient Hospital of the future by Grunden

فیلم‌ها:

- Elysium (2013)

روند نوزدهم

مغزهای مجازی - دیجیتالی

مغز یک ارگان بی همتا است و توسعه یافته ترین ارگانی است که در هستی وجود دارد و دارای خصوصیات جالبی است که در مطالعات روانشناسی به آن ها پرداخته شده است. در یک مطالعه کلاسیک که بر روی دانش آموزان صورت گرفت، متوجه شدند که اگر به دانش آموزان تکالیف کسل کننده کمتری بدهند، خود به خود آن تکالیف علیرغم ماهیت خسته کننده خود، جالب و مورد توجه خواهد شد (به جهت مقدار کم آن ها). ذهن ناخودآگاه همیشه این استدلال را مطرح می کند که اگر کاری را برای پول انجام نمی دهیم، باید آن را به دلیل این که جالب و سرگرم کننده است، انجام داد. البته در مورد عملکرد مغز، مواردی مثل مهارت های انجام چند وظیفه به صورت همزمان^۱، توهمات^۲، اطاعت از یک منبع قدرت^۳ و اثر دارونما^۴، مثال هایی هستند که نشان می دهند چگونه این سامانه ویژه گاهی در برخورد با مسائل، کارکردهای متفاوتی را از خود به نمایش می گذارد که ما را متعجب می کند و در حقیقت ما غالباً قابلیت های مغز را کمتر از حد واقعی تخمین می زنیم.

دانشمندان ژاپنی توانسته اند به اندازه یک ثانیه از فعالیت مغزی را با کمک رایانه ای به نام K Computer نقشه برداری کنند. این رایانه که چهارمین ابررایانه قدرتمند جهان است دارای ۷۰۵۰۲۴ پردازنده و ۱/۴ میلیون گیگابایت حافظه RAM

¹ Multi-Tasking Skills

² Hallucinations

³ Obedience to Authority

⁴ Placebo Effect

است. در آزمایش فوق شبیه سازی شبکه عصبی متشکل از $1/73$ میلیارد سلول عصبی و $10/4$ تریلیون سیناپس نیاز به رایانه ای در مقیاس پتا (10^{15} Peta Scale)^۱ داشته و شبیه سازی تمام مغز در سطح سلولی و سیناپس های آن ها هم احتمالاً با رایانه هایی در مقیاس اگزا (10^{18} Exa Scale) نیاز دارد که در دهه آینده در دسترس خواهد بود. دانشگاه استنفورد در سال ۲۰۱۴ اعلام کرد که بر روی مداری^۲ کار می کند که می تواند رفتار مغز انسان را تقلید کند. به این مدار که Neurogrid Circuit گفته می شود، می تواند پردازش های حدود یک میلیون سلول عصبی را تکرار و بازآفرینی کرده و این کار را در ابررایانه هایی انجام می دهد که حدود ۹۰۰۰ بار از رایانه های خانگی سریع تر است. مغز انسان در مقایسه با Neurogrid با حدود ۸۰ هزار سلول عصبی بیشتر، فقط ۳ برابر آن انرژی مصرف می کند. هدف بلند مدت پژوهشگران از توسعه این فناوری این است که بتوانند تعاملی بین سیستم های پروتزی (اندام مصنوعی) با ذهن انسان برقرار کنند که مشابه آن در فیلم های علمی - تخیلی مشاهده می شود.

یکی از پژوهشگران پیشرو در این زمینه معتقد است که به لطف فناوری های جدید که از رشد و توان فزاینده ای برخوردار هستند، دنیای ما و امکانات آن کاملاً دگرگون خواهد شد و دیگر انسان تحت تأثیر انتخاب طبیعی^۳ داروینی قرار نخواهد گرفت (بلکه خود انتخاب هایش را رقم خواهد زد). در حقیقت ما خواهیم توانست که به فراتر از مقاصد خود دست پیدا کنیم.

^۱ سرعت محاسبات رایانه ها با واحد Flops (تعداد محاسبات ممیز شناور در یک ثانیه) اندازه گیری شده و مقیاس آن با پیشوندهای معمول مثل مگا و گیگا و ... تعریف می شود. یک ابررایانه با مقیاس پتا می تواند 10^{15} محاسبه و ابررایانه در مقیاس اگزا می تواند 10^{18} محاسبه را در یک ثانیه انجام داده و پردازش کند [م].

^۲ Circuit Board

^۳ Natural Selection

پروژه مغز انسان^۱ که توسط کمیسیون اروپایی تأمین مالی شده است، در نظر دارد که زیرساخت محاسباتی کاملاً جدیدی را برای پژوهش‌های نوروساینس (علوم اعصاب) و سایر پژوهش‌های مرتبط با مغز بنا کند. این پروژه می‌تواند باعث تسریع همکاری‌ها در سطح جهانی برای فهم بهتر مغز انسان و بیماری‌های آن شده و نهایتاً خواهد توانست از قابلیت‌های محاسباتی مغز نیز تقلید کرده و به آن دست پیدا کند. این پروژه با مشارکت صدها پژوهشگر و با هزینه حدود ۱/۱ میلیارد یورویی در حال انجام است.

آقای سباستین سیونگ^۲ و گروه او بر روی نقشه برداری از ارتباطات مغزی و در پروژه‌ای به اسم Openworm Project کار می‌کنند. آن‌ها قصد دارند تا مغز یک کرم نماتود را در یک رایانه شبیه‌سازی کنند. در سال ۲۰۱۴، دانشمندان اروپایی اولین اسکن سه بعدی با رزولوشن بسیار بالا را از کل مغز انسان تهیه کردند. در آمریکا نیز رئیس جمهور سابق، باراک اوباما نیز بودجه ۱۰۰ میلیون دلاری را برای طرح نقشه برداری مغز اختصاص داد. تمام مثال‌های فوق نشان می‌دهد که پژوهش در حوزه مغز و کارکردهای آن به صورت خارق‌العاده‌ای رو به جلو گام بر می‌دارد.

گروه محاسباتی - شناختی شرکت IBM، یک چیپ رایانه‌ای طراحی کرده است که توانایی شبیه‌سازی قابلیت ایجاد ارتباط در سلول‌های عصبی را داشته و حتی می‌تواند اتصالات جدیدی را خلق کند. این چیپ که SYNAPSE نامگذاری شده است می‌تواند ۲۵۶ سلول عصبی را با حدود ۲۵۰ هزار اتصال عصبی شبیه‌سازی کند. هدف بلند مدت این پروژه رسیدن به قدرت شبیه‌سازی ۱۰ میلیارد سلول عصبی با حدود ۱۰۰ تریلیون اتصال است که تقریباً معادل قدرت مغز انسان بوده ولی توان مصرفی آن کمتر می‌باشد.

¹ Human Brain Project

² Sebastian Seung

در قرن نوزدهم، از کارت‌های پانچ^۱ برای کنترل خودکار ماشین‌های پارچه بافی استفاده می‌شد. انسان از سال ۱۸۹۶ به بعد با وارد کردن داده‌ها و دستورات به وسیله این کارت‌ها، ماشین‌ها را کنترل می‌کرد که مشابه همان کاری است که از دهه ۱۹۷۰ به بعد با وارد کردن اطلاعات به رایانه‌ها، این کار صورت می‌گیرد. صفحه کلید برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ میلادی معرفی شد و اولین موشواره^۲ نیز در سال ۱۹۶۳ تولید شد که از یک تکه چوب با یک دکمه منفرد تشکیل شده بود. اولین موشواره اپتیکال نیز در سال ۱۹۸۰ و اولین نوع چند لمسی^۳ آن هم در سال ۱۹۸۴ معرفی گردید. رابط‌های طبیعی مشابه آنچه که در وسایل بازی مثل Nintendo Wii و یا Microsoft Kinect استفاده می‌شوند هم در دهه اول قرن بیست و یکم به بازار معرفی شدند. تمام وسایل بالا، مثال‌هایی از گسترش قابلیت ارتباط ما با وسایل دیجیتال هستند. به صورت منطقی، قدم بعد، طراحی رابط‌های مغزی - رایانه‌ای^۴ است که از طریق آن خواهیم توانست با کمک افکار خود وسایل دیجیتال را کنترل کنیم.

ما هر روز به فهم جزئیات کارکردهای مغزی نزدیکتر می‌شویم. این موضوع بزرگترین کاوشی است که بشر در حال انجام آن می‌باشد. البته هنوز موانع و مشکلات تکنیکی زیادی در سر این راه وجود دارد که در گذر زمان حل خواهد شد.

انجام نوار مغزی (EEG) در خانه

در سال ۱۹۲۴ اولین نوار مغز انسان (EEG) توسط Hans Berger به ثبت رسید. نوار مغز در حقیقت همان سیگنال‌های ضعیف الکتریکی هستند که از مغز ما در حالاتی مثل فکر کردن، خوابیدن، حرکت کردن و یا تمرکز کردن منتشر می‌شوند. از همان

^۱ Punch Cards

^۲ Mouse

^۳ Multitouch

^۴ Brain-Computer Interface (BCI)

زمان هم ثبت دقیق این امواج مغزی در خانه هم مورد توجه بوده است ولی این مسئله به همان سادگی که به نظر می‌رسد، نیست.

خانم آریل گارتن^۱ نمونه کاملی از این مثال است که چطور می‌توان با یک پیش زمینه چند وجهی از علوم اعصاب، طراحی و درمان‌های روان‌شناختی، به حل مسائل کمک کرد و راه حل‌های نوآورانه را توسعه داد. من پس از سفارش دادن پیشانی بندی به نام موس^۲ که خانم گارتن ابداع کرده، گفتگویی با او داشتم. این وسیله ۷ حسگر دارد. ۵ حسگر آن در قسمت پیشانی قرار داشته و دوتای دیگر بر روی لاستیکی که در نزدیکی گوش‌ها قرار می‌گیرد طراحی شده است. این وسیله قادر به دریافت و ثبت فعالیت مغزی است، اگرچه متخصصان مغز و اعصاب، نقدهای جدی به کاربرد عمومی این وسیله دارند و در مورد خطر استفاده بیش از حد این وسایل هشدار می‌دهند. امواج ثبت شده با این ابزار می‌تواند به وسیله بلوتوث به تبلت‌ها و یا تلفن هوشمند فرد منتقل شود. حسگرهای پیشانی بند موس می‌تواند هرگونه فعالیت خودکار سلول‌های عصبی را که به صورت فرکانس‌های الکتریکی تولید می‌شود را ثبت کند.

مادر خانم گارتن یک هنرمند بود و نقاشی‌های رنگ روغنش، الهام بخش او در داشتن دید هنری به مسائل اطراف خود بود. بعدها خانم گارتن در یک آزمایشگاه علمی که توسط پروفسور استیو من^۳ که یکی از افراد پیشرو در علم سایبرنتیک و رایانه‌های پوشیدنی است، مشغول به کار شد و در زمینه تعاملات فناوری با ذهن که موضوع مورد علاقه او بود به پژوهش مشغول شد. در آنجا بود که او و همکارانش ایده استفاده از فعالیت مغزی را جهت انجام بعضی کارها مثل بازپخش موزیک^۴، به ذهنشان رسید.

¹ Ariel Garten

² Muse Headband

³ Steve Mann

⁴ Musical Playback

سپس او به همراه ترور کولمن^۱ و کریس آیمون^۲ شرکتی به نام Interaxon را بنیانگذاری کرده و موفق به تولید و توسعه پیشانی بند موس شدند که قادر به ثبت فعالیت مغزی است.

“وقتی که متوجه شدم یکی از اعضای شرکت ما که مبتلا به اضطراب و استرس بود، قصد استفاده از این پیشانی بند را دارد کمی دچار تردید شدم. ولی پس از یک هفته که او شروع به استفاده روزانه از پیشانی بند کرد، به من گفت که چطور موس توانسته به او در غلبه بر چالش‌های احساسی اش کمک کند. من همیشه در مقابل قدرت و قابلیت‌های رابط‌های مغزی - رایانه‌ای شگفت زده می‌شوم.”

در سال ۲۰۱۲ آن‌ها توانستند یک کارزار (کمپین) تأمین مالی را در سایت Indiegogo را با موفقیت پشت سر بگذارند و با این که مبلغ اولیه‌ای که آن‌ها پیش‌بینی می‌کردند جمع‌آوری ۱۵۰ هزار دلار بود، دو برابر این مقدار یعنی ۳۰۰ هزار دلار برای برنامه‌های خود به دست آوردند.

پیشانی بند موس می‌تواند در درمان اختلال «کاهش توجه و بیش‌فعالی» که به آن ADHD گفته می‌شود به کار گرفته شود و استفاده از آن در صرع هم سودمند است. همچنین این وسیله می‌تواند به مردم بیاموزد که چطور تمرکز کنند و یا چگونه باعث افزایش عملکردهای شناختی، هوش احساسی، حافظه و یا عملکردهای ورزشی خود شده و عاملی برای کاهش درد، استرس و یا افسردگی آن‌ها باشد.

در اول ماه مه سال ۲۰۱۴، آن‌ها شروع کردند به ارسال هزاران پیشانی بند به افرادی که آن را سفارش داده بودند و من هم یکی از سفارش‌دهندگان این وسیله بودم. EEG با واحد میکروولت اندازه‌گیری و ثبت می‌شود که در مقایسه با میلی‌ولت

¹ Treror Coleman

² Chris Aimone

هزار مرتبه بزرگتر است ولی باز هم گاهی نویزهای عضلانی می تواند باعث پوشیده شدن این امواج شوند. برای همین آموزش این نکات که چگونه کاربران بتوانند این اطلاعات مخدوش را حذف کنند، ضروری است. این آموزش ها در دهه ۱۹۵۰ میلادی هم صورت می گرفت ولی صرفاً به تکنسین های مسئول ثبت EEG به عنوان قسمتی از تکنیک استاندارد، آموزش داده می شد.



تصویر مردی که از پیشانی بند موس استفاده می کند.

شما از نظر بدنی چه در حالت خونسرد و بدون تحرک باشید و یا در حال تحرک و ورزش، این وسیله می تواند تعیین کند که مغز شما در آن زمان، در حالت فعالی قرار دارد و یا این که در حالت استراحت به سر می برد. این پیشانی بند با توجه به میزان

فعالیت مغزی شما، نمره‌ای را به شما ارایه می‌دهد که با کمک آن و با آموزش به خود، می‌توانید کم کم یاد بگیرید که چگونه آرامش بیشتری کسب کنید و یا بهتر تمرکز کنید. مدتی زمان لازم است تا مردم یاد بگیرند که وسایل پوشیدنی جدید چه مزیت‌هایی داشته و استفاده از آن‌ها چه نتایجی را برایشان به ارمغان خواهد آورد. البته مثل تمام فناوری‌های دیگر، در اینجا هم ایمنی و حفظ اطلاعات شخصی، یک مسئله مهم به شمار می‌آید. خانم گارتن در مورد این ملاحظات می‌گوید:

”در یک سال و نیم پیش وقتی که من موس و کارکردهای آن را برای مردم تشریح کردم، آن‌ها شگفت زده شده و اکنون مشتاق استفاده از آن هستند. باید به مردم آموزش داد که آن‌ها با این وسایل چه اطلاعاتی را به دست می‌آورند و برای همین آموزش همیشه رکن اصلی کار است. باید به کاربران اطمینان داد که اطلاعات آن‌ها کاملاً محرمانه و با استفاده از فناوری‌های رمزنگاری^۱ حفظ خواهد شد و از آن مهم‌تر این که این وسیله فقط فعالیت مغزی شما را ثبت می‌کند و به ثبت هیچ اطلاعات دیگری نمی‌پردازد.“

من به عنوان کسی که عاشق جنبش‌های متن باز^۲ هستم، سعی کردم حرکت‌های نوآورانه دیگری را که هدفشان اندازه‌گیری فعالیت مغزی (EEG) به صورت ساده بوده و به راحتی در تمامی جهان و برای همه افراد در دسترس باشد را پیدا کنم. چالش اصلی در این زمینه نبود آموزش به مردم است که باعث می‌شود آن‌ها توانایی افتراق امواج مخدوش (آرتیفکت) را از امواج واقعی مغز نداشته باشند. به همین خاطر آن‌ها نیازمند یادگیری این مسئله هستند که چگونه مقاومت (امپدانس) را در الکترودها کاهش داده و همه الکترودها را در وضعیت برابر قرار دهند. هر کس می‌تواند این موارد را بیاموزد ولی علاوه بر زمان بر بودن این آموزش‌ها، به سختی می‌توان این آموزش‌ها

^۱ Encryption

^۲ Open Source

را از طریق اینترنت و یا بدون تجهیزات خاصی به یاد گیرنده منتقل کرد. برای حل این مسئله و آسان تر شدن ثبت امواج مغزی توسط مردم، پروژه ای به نام The open BCI آغاز شد. آقایان کونور راسومَنو^۱ و ژول مورفی^۲ هم یک کارزار تأمین مالی را در سایت Kickstarter راه انداخته و موفق شدند که دو برابر مبلغ درخواستی که ۱۰۰ هزار دلار بود را جمع آوری کنند. آن ها همچنین برای توسعه اهداف خود، توانستند مقداری کمک هم از مؤسسه DARPA دریافت کرده و سرانجام موفق شدند یک سیستم ۸ کاناله ثبت EEG که به صورت یک کلاه طراحی شده را همراه با «رابط مغزی - رایانه ای متن باز»^۳ مربوط به آن ارایه دهند. آن ها با کمک این رابط مغزی - رایانه ای و یک چاپگر سه بعدی، توانستند یک کلاه قابل چاپ که با استفاده از اندازه های سر هر فرد، به طور سفارشی تهیه می شد را طراحی کنند. چاپ هر نمونه با تمام فایل های مربوط که به صورت آنلاین ارسال می شود، حدود ۷ ساعت وقت می گیرد و با کمک این فناوری هر فرد می تواند کلاه مخصوص خود را سفارش دهد.

من از آقای راسومَنو که در مدرسه طراحی Parsons هم به تدریس دوره های «خویشتن دیجیتال» می پردازد، درخواست کردم که در مورد مسیری که اکنون Open BCI در حال طی کردن است برای ما توضیحاتی ارایه کند:

“این کاوش ها برای کمک به حل شدن بزرگترین راز که همان پیدا کردن زمینه واقعی اختلالات شناختی است، صورت می گیرد و معجزه زمانی رخ می دهد که فناوری، دریافت اطلاعاتی که ما واقعاً به آن ها نیاز داریم را امکان پذیر می سازد. نتایج تکنیکی که «رابط مغزی - رایانه ای»^۴ می تواند برای

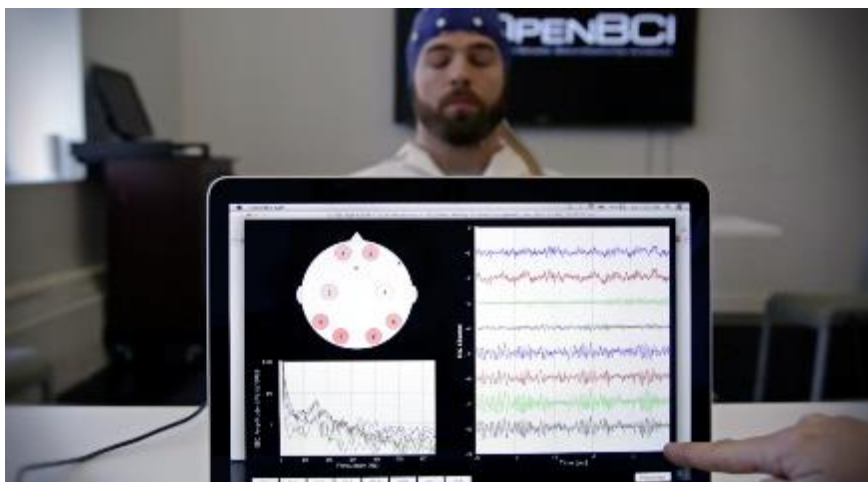
^۱ Conor Russomanno

^۲ Joel Murphy

^۳ Open Source Brain-Computer Interface

^۴ Brain-Computer Interface

ما به ارمغان بیاورد هنوز برای مردم روشن و واضح نیست (البته به غیر از هکرها و توسعه دهندگان نرم‌افزاری) و باید دانست که «رابط مغزی - رایانه‌ای» قادر است تأثیرات عظیمی را در زندگی روزانه ما به وجود آورد.



ثبت امواج مغزی آقای کونور راسومنو به وسیله OpenBCI

گرچه اکنون ثبت EEG با کمک «رابط مغزی - رایانه‌ای» محقق شده است ولی هنوز برای کاربردی شدن آن به طور کامل، با چالش‌هایی مواجه هستیم. امروزه وسایل فوق‌العاده‌ای از شرکت‌هایی مثل Neurosky، Interaxon و Emotive در بازار یافت شده ولی هنوز باید تلاش‌های بیشتری صورت بگیرد تا بتوان به آن سطح بهینه‌ای در طراحی این وسایل رسید که بین کارکرد خوب و مطلوب آن و پوشیدنی بودن آن به طور کامل به تعادل قابل قبولی رسید. او معتقد است که ما در حال حرکت به سمت یک صنعت بسیار سودآور در طی ۵ تا ۱۰ سال آینده هستیم. شما فقط کافی است در نظر بگیرید که سیستم خدمات سلامت که مبتنی بر پزشکی فردگرایانه بوده، بر اساس

اندازه‌گیری و ثبت نوار مغزی و بازخورد^۱ ناشی از آن در حال ارایه خدمت باشد.

”برای به دست آوردن اطلاعات با رزولوشن بالاتر (دقیق‌تر)، ما نیاز به تعداد بیشتری الکتروود داریم. هر چه اطلاعات بیشتر باشد، بهتر است. با کمک ثبت امواج مغزی، ما سعی خواهیم کرد که با نگاه کردن به این تغییرات الکتریکی قابل ثبت از روی پوست سر، در مورد شبکه‌های عصبی و فرآیندهایی که در داخل مغز وجود دارد، استنباط‌هایی را مطرح کنیم. این کار دقیقاً مشابه این است که ما با نگاه کردن به امواجی که به ساحل رسیده و به آن برخورد می‌کنند، استنباط‌هایی را در مورد بادهایی که در میانه اقیانوس وجود دارند، مطرح کنیم.“

هنوز چندین مانع در جهت رسیدن به پلتفرم‌های بهتر «رابط مغزی - رایانه‌ای» وجود دارد. اولین مانع این است که ما درک کنیم و بپذیریم که مغز الزاماً مثل یک رایانه عمل نمی‌کند. دومین مورد این است که بفهمیم مغز چیزی فراتر از شبکه‌ای از سلول‌های عصبی است و انواع دیگری از سلول‌ها مثل سلول‌های گلیال هم وجود دارند که حدود ۱۵٪ از سلول‌های مغزی را تشکیل داده و کارشان حمایت از سلول‌های عصبی است و هیچ گونه فعالیت الکتریکی و یا اتصالات عصبی با بقیه سلول‌ها ندارند. در آخر هم باید درک کرد که ما نیاز به فناوری‌های پیشرفته‌تر جهت تحلیل تمام فعالیت‌های مغزی داریم. به عنوان یک سناریوی آینده‌نگرانه، مؤسسه Government Works در حال تحقیق بر روی یک «هدست مجهز به رابط مغزی - رایانه‌ای»^۲ است که با کمک آن بتوان برای بررسی دروغگویی افراد، ارزیابی‌هایی را انجام داد و از آن در تحقیقات جنایی استفاده کرد. این شرکت ادعا می‌کند که این فناوری قادر است به ما بگوید که فرد در یک مورد خاص و یا اتفاقی خاص، اطلاعاتی دارد یا نه؟

^۱ Feedback

^۲ BCI headset

کنترل سلول‌های عصبی با اپتوژنتیک

وقتی که ژورنال پژوهشی میان رشته‌ای «Nature Methods» در سال ۲۰۱۰ روش اپتوژنتیک را در تمامی حوزه‌های علوم و مهندسی به عنوان «روش سال» برگزید و وقتی که ژورنال «Science» از آن به عنوان «موفقیت بزرگ در دهه اخیر» یاد کرد، بر همگان روشن شد که اپتوژنتیک جزء روندهای اصلی در آینده پزشکی خواهد بود. اپتوژنتیک تکنیک دستکاری و تغییر در سلول‌های عصبی^۱ است که از ترکیبی از علوم اپتیک و ژنتیک برای کنترل فعالیت سلول‌های عصبی استفاده می‌کند. این کار با کمک ژن‌هایی که پروتئین‌های حساس به نور را کدگذاری می‌کنند صورت می‌گیرد. عنصر اساسی این روش چگونگی تابش پرتوهای نوری از ورای مجسمه است. به طور معمول و در موش‌های آزمایشگاهی این کار با کمک جراحی‌های استریوتاکتیک^۲ و نصب چراغ‌های LED و یا فیبر نوری روی سر آن‌ها انجام می‌شود.

با کمک روش اپتوژنتیک به صورت انتخابی می‌توان انواع مختلفی از سلول‌های عصبی را با دقت بالا و وضوح فضایی^۳ عالی، فعال کرد. این روش به ما اجازه می‌دهد که دستکاری‌های بسیار ظریفی را در مغز اعمال کنیم که در مقایسه با سایر روش‌ها مثل الکترودهای کاشته شده، داروها و یا تحریکات الکترومغناطیسی از طریق مجسمه، بسیار دقیق‌تر است. فیزیکدان لئونارد ملودینوف^۴ که یکی از فیلمنامه‌نویسان سریال تلویزیونی علمی - تخیلی Star Trek بوده، اعتقاد دارد که دریافت جایزه نوبل در این حوزه اصلاً بعید نیست و اپتوژنتیک قادر است تغییراتی را در درمان بیماری‌های روانی ایجاد کرده و حتی در فهم ما از خودمان به عنوان «نوع بشر» تغییراتی را ایجاد کند.

^۱ Neuromodulation

^۲ جراحی استریوتاکتیک (Stereotactic Surgery) یک روش کم‌تهاجمی جراحی است که در آن مختصات دقیق سه بعدی هدف جراحی را در بدن به کمک تصویربرداری‌هایی مثل MRI مشخص کرده و سپس اقدام اصلی در آن ناحیه مانند نمونه برداری، تزریق، بخیه، ایمپلنت گذاری یا تابش پرتو و ... بر روی آن هدف انجام می‌گیرد [م].

^۳ Spatial Resolution

^۴ Leonard Mlodinow

اپتوژنتیک قابلیت‌هایی را در درمان چندین بیماری از خود نشان داده که از جمله آن‌ها می‌توان به صرع، پارکینسون، اختلالات وسواسی-جبری، اسکیزوفرنی، افسردگی و چند نوع از انواع اعتیادها را نام برد. یک مطالعه نیز توانایی این روش را در ایجاد خاطرات کاذب^۱ در موش‌ها تأیید کرده است. این اولین باری است که یک خاطره ترسناک^۲ با یک وسیله مصنوعی ایجاد می‌گردد. البته در زندگی روزمره ما هم این روش استفاده شده و ما اثر «دارونما» را به همین صورت درک می‌کنیم. وقتی که به بیماری دارونما می‌دهند ولی به او می‌گویند که «دارو» دریافت کرده است، حافظه کاذبی در افراد از دریافت دارو شکل می‌گیرد که می‌تواند باعث بهبودی آن‌ها شود. وقتی که از آقای اد بویدن^۳ که استاد دانشگاه MIT بوده و نویسنده مقالات معروفی در توصیف و پیشرفت‌های آتی اپتوژنتیک است، خواستم که قابلیت‌های سودمند این روش را برای ما توضیح دهد، او به بیان چند سناریوی آینده‌نگرانه به شرح زیر پرداخت:

“قبل از هر چیز، این روش درکی بنیادی از مغز را برای انسان به ارمغان خواهد آورد که واجد نتایج انسان‌شناسانه و فلسفی برای ما خواهد بود. برای مثال یک گروه پژوهشی در مؤسسه فناوری کالیفرنیا (Caltech) با استفاده از یک فیبر نوری همراه با ابزار اپتوژنتیک، حساسیت به نور را در قسمت‌های عمقی مغز ایجاد کردند. سپس وقتی که آن‌ها این قسمت را مورد آزمایش قرار داده و تحریک کردند، باعث ایجاد حالت تهاجمی در حیوانات شد. اگر ما بتوانیم اساس سلولی خشونت و تهاجم را متوجه شویم، ممکن است بتوانیم جنبه‌های پیچیده‌تر و مشکل‌تر رفتار انسانی را بیشتر توضیح دهیم و حتی ممکن است قادر باشیم این شرایط را کنترل کنیم.”

دست و پنجه نرم کردن با درد هم یک موضوع جهانی است و میلیون‌ها نفر در

¹ False Memories

² Fear Memory

³ Ed Boyden

دنیا به آن مبتلا هستند. اپتوژنتیک می تواند به این افراد هم کمک کند. یک گروه پژوهشی در دانشگاه استنفورد، ویروسی که حامل DNA پروتئینی به نام آپسین^۱ (که در سلول های حساس به نور شبکیه وجود دارد) را به اعصابی که به سمت چنگال های موش می رفت، تزریق کردند. چند هفته بعد، سلول های اعصابی که مسئول انتقال درد بودند، در DNA خود ژن های مسئول کد کردن پروتئین آپسین را داشتند. بنابراین به نظر می رسد که می شود امروز چنین تزریقی را انجام داد و پس از وارد شدن این ژن به داخل سلول های عصبی انتقال دهنده درد، برای مثال دو هفته بعد با تاباندن نور به چنگال های موش، شاهد تغییراتی در احساس درد حیوان باشیم. این روش می تواند برای کاهش درد مورد آزمایش قرار گرفته و به عنوان یک طرح آینده نگرانه واقعی به پزشکان اجازه خواهد داد تا روزی از تابش نور برای کاهش درد بیمار استفاده کنند.

هدف تمامی پژوهشگران، توسعه اشکال جدیدتری از پروتئین آپسین با ویژگی های متفاوت در پاسخ به رنگ های مختلف طیف نور است که باعث ورود علم اپتوژنتیک به دوران رنگین^۲ خود خواهد شد. در حقیقت همین الان هم پژوهشگران دانشگاه MIT پروتئین جدیدی را کشف کرده اند که به نور قرمز واکنش نشان می دهد. هر چقدر کشفیات در مورد پروتئین های حساس به نور بیشتر شود، ما شاهد بهبود بیشتر قابلیت های اپتوژنتیک خواهیم بود.

با این که این فناوری می تواند کاربردهای بی پایانی در درمان شرایط مختلف پزشکی داشته باشد، مانع بزرگی که در راه کاربردی شدن بیشتر آن وجود دارد، این است که چطور نور را مستقیماً به سلول های حساس به نور برسانیم، برای این که معمولاً بافت های دیگر در سر راه این سلول ها قرار دارند. البته اخیراً یک ایمپلنت هیدروژل جدید ساخته شده که هم می تواند کمک به تابش نور کرده و هم وجود نور

¹ Opsin

² Technicolor

در بافت های عمقی تر بدن را احساس کند.

مشکل دیگر نیز بسط دادن نتایج حیوانی به انسان است. گرچه مواد ژنتیکی خاصی را توانسته اند به سلول های مغزی اضافه کرده و با تابش نور به این سلول ها، قادر به کنترل این سلول ها شده اند ولی تمام این موارد بر روی موش آزمایش شده و مهندسی ژنتیک در سلول های عصبی انسانی، هنوز به عنوان یک گزینه مورد استفاده قرار نگرفته است.

در نهایت ما نیاز خواهیم داشت که درک درستی از زمینه های عصبی بیماری ها و بعضی از شرایط خاص پزشکی داشته باشیم، تا بتوانیم دقیقاً تعیین کنیم که کدامیک از سلول های عصبی و یا مدارهای عصبی فعالیت بیشتری و یا کمتری پیدا کرده اند تا بتوانیم آن ها را دوباره به حالت عادی خود برگردانیم.

ایمپلنت های مغزی و تقویت عصبی^۱

کوبین تریسی^۲ پس از این که در سن ۵ سالگی مادرش را به خاطر ابتلا به تومور مغزی غیر قابل جراحی از دست داد، تصمیم گرفت که جراح مغز شود. پدر بزرگش به او توضیح داد که جراحان مغز سعی در برداشتن تومور از بافت مغز می کنند، ولی همیشه قادر نیستند که به طور دقیق بافت سالم را از بافت سرطانی افتراق دهند. بنابراین کوبین تصمیم گرفت این مشکل را که به نظر غیرقابل حل می رسید، رفع کند. او بعداً یکی از پیشگامان بیوالکترونیک شد. در سال ۲۰۱۱ شرکت او یعنی Set Point Medical آغازگر اولین کارآزمایی بالینی برای درمان بیماری آرتریت روماتوئید بود که در آن از تحریک کننده های عصبی کاشته شده در مغز استفاده می شد. او فکر می کند که به جای دارو می توان از الگوهای ایمپالس های الکتریکی جهت درمان استفاده کرد.

^۱ Neuroenhancement

^۲ Kevin Tracy

چنین نوآوری‌هایی می‌تواند جایگزین صنعت دارویی گردد.

هم اکنون نیز تلاش‌هایی انجام شده که در آن‌ها از تحریک‌های الکتریکی در جهت بهبود حافظه و یا تمرکز بیشتر استفاده می‌شود. آقای برنت ویلیامز^۱ که یک مهندس است، در سال ۲۰۱۲ یک وسیله ساده خانگی را طراحی کرده که فقط ۲۰ دلار ساخت آن هزینه داشت و باعث تحریک مغزی می‌شود. او یک مدار ساده را با استفاده از گیره‌های فلزی که در دو طرف مدار قرار دارد، را به دو قطعه اسفنج کوچک که به سالیان آغشته شده است متصل کرده و این اسفنج‌های متصل به مدار الکتریکی را به وسیله یک نوار چرمی به هم متصل شده را بر روی سرش و در محل مناسب قرار می‌دهد. یک اسفنج درست بالای ابروی راست او قرار گرفته و دیگری در سمت چپ پیشانی او قرار می‌گیرد. این وسیله مجهز به یک باتری بوده و با چرخاندن یک دکمه، مقداری جریان الکتریکی را به مغز ارسال می‌کند. او ۲ تا ۳ بار در هفته و هر بار برای ۲۵ دقیقه این امواج الکتریکی ضعیف را در حالی که روی کاناپه دراز کشیده شده و مشغول مطالعه است به مغز خود ارسال می‌کند. آقای ویلیامز این ایده را از یک برنامه خبری گرفته بود که در آنجا پژوهشگران نیروی هوایی اعلام کرده بودند که چطور این گونه تحریکات مغزی در آموزش خلبانان، باعث کوتاه‌تر شدن طول دوره آموزشی در آن‌ها شده است.

البته روش تقویت عصبی یا استفاده از دارو برای بهبود عملکردهای مغزی ملاحظات جدی اخلاقی را برانگیخته است. یک طرح ابتکاری جدید که توسط کمیسیون اروپا اعلام شده و «پروژه‌های نوآورانه پژوهشی عامل تقویت عصبی» نام دارد، قصد دارد که در میان افراد جامعه و همچنین دانشمندان در مورد این فناوری جدید و مسائل مرتبط با آن بحث و گفتگو ایجاد کند. تقویت عصبی در اصل برای کمک به بیماران معلول و ناتوان طراحی شده بود ولی اکنون برای انسان‌های سالم و

¹ Brent Williams

توانا هم استفاده می شود تا بتوانند سریع تر و هوشمندتر و حتی جذاب تر به نظر برسند. وقتی که من با آقای دکتر گری مارکوس^۱ از دانشگاه نیویورک و دکتر کریستوف کخ^۲ از انستیتوی علوم مغزی آلن^۳ تماس گرفتم تا در مورد این مسائل اطلاعات بیشتری به دست آورم، آن ها مرا به یک مقاله مفصلی که اخیراً نگاشته شده بود، ارجاع دادند. در این مقاله تمامی موضوعات مهم در مورد آینده ایمپلنت ها و تقویت کننده های عصبی با جزئیاتش مورد بحث قرار گرفته بود. به نظر آن ها این علم اکنون در جایی قرار دارد که جراحی لیزری چشم در دهه گذشته قرار داشت و در سال های آینده پیشرفت های قابل توجهی در این زمینه به وجود خواهد آمد.

در نظر بگیرید که یک چیپ شبکیه ای^۴ بتواند به شما قدرت بینایی خارق العاده ای بدهد و یا این که شما را قادر سازد که در تاریکی هم دید خوبی داشته باشید و یا یک ایمپلنت حلزون گوش داخلی^۵ به شما یک شنوایی کامل و بی نقص اعطا کند و یا یک چیپ حافظه^۶ به شما حافظه ای بدون محدودیت ارائه دهد. البته چنین ایمپلنت های مغزی، تنها پروتزهای سیستم عصبی^۷ نخواهند بود که در طول سه دهه آینده به صورت تجاری در دسترس همگان خواهد بود و اکنون هم ایمپلنت هایی برای استفاده بیماران ارائه شده اند. برای مثال در سال ۲۰۱۳، ایمپلنت های حلزون گوش داخلی و ایمپلنت های شبکیه ای برای اولین بار توسط سازمان غذا و دارو (FDA) مورد تأیید قرار گرفتند. همچنین ایمپلنت هایی هم در بیماری پارکینسون در دسترس است که می تواند با ارسال ایمپالس های الکتریکی به قسمت های عمقی مغز و فعال کردن مسیرهای عصبی که کنترل حرکتی را برعهده دارند، باعث بهتر شدن وضعیت بیماری

¹ Gary Marcus

² Christof Koch

³ Allen Institute for Brain Sciences

⁴ Retinal Chip

⁵ Cochlear Implant

⁶ Memory Chip

⁷ Neuroprosthetics

شوند. چنین ایمپلنت‌هایی که در آینده تولید خواهند شد، نباید سمی بوده و باید کاملاً زیست سازگار^۱ باشند. هنوز مشکلات تکنیکی زیادی در این زمینه وجود دارد ولی مشابه صنعت تلفن همراه، نخبگان این عرصه نیز در حال پیدا کردن راه حل‌هایی برای این معضلات هستند.

اتصال مغزها و رایانه‌ها

مهندسان سیستم عصبی^۲ در دانشگاه دوک، یک رابط مغزی - رایانه‌ای - مغزی^۳ طراحی کرده‌اند که اکنون بر روی میمون‌ها در حال آزمایش است و اتصال مستقیم بین مغز و یک بدن مجازی^۴ را برقرار می‌کند.

در حالی که این بدن مجازی توسط فعالیت‌های مغزی حیوان کنترل می‌گردد، دست مجازی هم می‌تواند اطلاعات ناشی از بازخوردهای لمسی^۵ را به صورت سیگنال‌هایی به مغز بفرستد. میمون‌ها به این طریق می‌توانند دنیای مجازی را درست مانند احساسی که از دنیای حقیقی دارند، درک کنند.

دکتر کوین وارویک^۶ یک پژوهشگر دانشگاهی است که در زمینه کنترل ماشین‌ها و ارتباط برقرار کردن آن‌ها با یکدیگر به کمک افکار تحقیق کرده و بر روی ایمپلنت‌های عصبی بسیار پیشرفته کار می‌کند. در سال ۱۹۹۸، دکتر وارویک که از سوی همکارانش به عنوان کاپیتان سایبورگ^۷ مفتخر شده، یک فرستنده را در بازوی خود کاشت تا به وسیله آن بتواند درها را باز کرده و یا سایر وسایل را کنترل کند. سپس در سال ۲۰۰۲ تصمیم گرفت که مستقیماً الکتروود این ایمپلنت‌ها را در سیستم

¹ Biocompatible

² Neuroengineers

³ Brain-Machine-Brain-Interface

⁴ Virtual Body

⁵ Tactile Feedback

⁶ Kevin Warwick

⁷ Captain Cyborg

عصبی خود قرار دهد و به کمک آن کنترل یک ویلچر را از طریق افکار خود به دست گیرد و اجازه دهد که یک بازوی رباتیک کنترل کننده از راه دور، همان کارهایی را برای او انجام دهد که قبلاً با بازوی خودش انجام می داد.

هدف بعدی او کمک به بیمارانی است که توانایی صحبت کردن ندارند. او قدم شجاعانه ای را در برقراری ارتباط این افراد با دیگران برداشته است. آقای وارویک یک چیپ را در بازوی همسر خود کاشته و ارتباط آن را با مغز خودش و مغز همسرش از طریق اینترنت برقرار کرده و به این ترتیب اولین ارتباط الکترونیکی مغز با مغز^۱ برقرار شد. وقتی که همسرش دست خود را سه بار تکان داد، او سه پالس را حس کرده و تشخیص می داد که با همسرش ارتباط برقرار کرده است. او کاملاً خوش بین است که ارتباط ذهن با ذهن^۲ در یک یا دو دهه آینده به یک واقعیت تجاری تبدیل می شود.

خانم کتی هوچینسون^۳ به علت سکته مغزی که سال های قبل در ناحیه ساقه مغز او رخ داده بود، فلج شده بود و توانایی هیچ گونه حرکتی را نداشت. در سال ۲۰۱۲ و زمانی که او با استفاده از یک بازوی قوی رباتیک که فقط از فکر او و ایمپلنت عصبی که در مغز او کاشته شده بود فرمان می گرفت، توانست از یک بطری برای خود نوشیدنی ریخته و آن را بنوشد، مسیر آینده این تحقیقات که پیش روی پژوهشگران بود، کاملاً روشن شد.

یک سؤال دیگر این است که آیا در آینده خواهیم توانست رؤیاهای خود را کنترل کرده و یا آن ها را تغییر داده و تبدیل به رویاهای بهتری نماییم؟ شرکتی به نام Remee یک ماسک خواب^۴ را طراحی کرده است که باعث افزایش تعداد دفعات دیدن رؤیا شده و با استفاده از فناوری نور عمل کرده و می تواند الگوهای سفارشی و قابل تغییری از نور را ایجاد کرده و ذهن درگیر رویا در فرد می تواند این الگوها را آموخته و تشخیص

^۱ Brain-to-Brain Communication

^۲ Mind-to-Mind Communication

^۳ Cathy Hutchinson

^۴ Sleep Mask

دهد. بعدها در این زمینه پژوهش‌های بیشتری صورت خواهد گرفت. روزی که دانشمندان علوم اعصاب بتوانند از مغز یک اسکن با وضوح بسیار بالای فضایی و شیمیایی تهیه کنند، قادر خواهند بود مدلی ریاضی را از آن طراحی کرده و خواهند توانست که معادل دیجیتالی مغز را بیافرینند. چنین فناوری‌هایی اگر در داخل بدن ما قرار گیرند می‌توانند به انسان در انجام وظایفی که در آن‌ها خوب عمل نکرده و یا کند است، کمک کنند. بعضی از نخبگان عقیده دارند که روزی فرا خواهد رسید که تعداد چنین مشابه‌سازی‌هایی^۱ از تعداد خود انسان‌ها بیشتر شده و ما شاهد ایجاد نوع خاصی از جامعه خواهیم بود. آقای رابین هانسون^۲ از مؤسسه آینده بشریت که وابسته به دانشگاه آکسفورد است می‌گوید:

”چون این‌گونه مشابه‌سازی‌ها به راحتی کپی خواهد شد، شما می‌توانید یک نفر را آموزش دهید که مثلاً وکیل خوبی بشود و سپس میلیاردها کپی از ذهن او تهیه می‌کنید که همگی وکلای خوبی خواهند بود.“

این پدیده جامعه را دچار تغییر کرده و به سمت چیزی جدید و البته ناشناخته هدایت خواهد کرد.

حرکتی به نام ترابشریت^۳ که از کالیفرنیا و در دهه ۱۹۸۰ میلادی ریشه گرفته و در داستان‌های نویسندگان رمان‌های علمی تخیلی مثل ایزاک آسیمف و یا جولین هاکسلی (که برای اولین بار در سال ۱۹۵۷ کلمه ترابشریت را به کار برد) ردپای آن را می‌توان مشاهده کرد. اکنون این حرکت بسیار وسیع‌تر از قبل شده و حدود ده هزار نفر عضو دارد که آماده هستند تا اطلاعات عصبی آن‌ها بارگذاری^۴ شده و برای همیشه

¹ Emulations

² Robin Hanson

³ Transhumanism: جنبشی فکری و فرهنگی است که تلاش می‌کند پس از رسیدن به درکی که از انسان و انسانیت دارد و پی بردن به محدودیت‌های انسانی، با کمک فناوری‌های نو، برای محدودیت‌ها غلبه کرده و توانمندی‌های جدیدی را به بشر اعطا کند [م].

⁴ Download

به شکل دیجیتال زندگی کرده و این جسم انسانی که از نظر آن‌ها پسماندهای بیولوژیکی^۱ بیش نیست را پشت سر بگذارند.

در آینده ما شاهد ابداع حسگرهای بسیار کوچکی خواهیم بود که تقریباً غیرقابل دید هستند و همچنین وسایلی تولید خواهند شد که به شکل بی‌سیم و بدون اتصال الکترودها به سر بیمار، نوار مغزی او را تهیه خواهند کرد. همچنین در آینده با کمک این امواج مغزی، راه‌حلهایی را برای پی‌بردن به افکار و احساسات افراد پیدا خواهند شد. مهمترین مسئله‌ای که اکنون ما با آن مواجه هستیم، استفاده صحیح از این پیشرفت‌ها و تصویب قوانینی است که به صراحت اعلام کند که انسان مجاز است چه کارهایی را در این مورد انجام داده و از انجام چه کارهایی باید پرهیز کند. ما امروزه در یک نقطه بحرانی از تکامل خود قرار گرفته‌ایم که امکان دارد کاملاً به سمت فناوری به جای انسانیت منحرف شویم و تمام تمرکز ما به سمت ایجاد ارگان‌های پیچیده‌تر برای انسان معطوف شود. گفتگوهای عمومی در این زمینه باید آغاز گردد، تا ما بتوانیم این مسیر را به درستی طی کرده و قادر باشیم تعادلی بین درمان اختلالات ذهن و سایر استفاده‌ها از رابط‌های مغزی - رایانه‌ای برقرار کنیم.

¹ Biological Waste

نمره دسترسی: ۲

کانون توجه: بیماران

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- The human Brain Project (www.humanbrainproject.eu)
- Open BCI (www.openbci.com)
- Optogenetic@stanford
(www.stanford.edu/group/dlab/optogenetics)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- Interaxon (<http://www.choosemuse.com/>)
- Remee (<http://sleepwithremee.com>)

کتاب ها:

- How to Creat a Mind by Kurzweil
- Brain-Computer Interfaces: Principlas & Practice by wolpaw & wolpaw

فیلم ها:

- The Terminal Man (1974)
- eXistenZ (1999)
- The Matrix (1999)
- Upldr (2013)
- The Machine (2013)
- Transcendence (2014)

روند بیستم

ظهور سایبورگ‌های^۱ بازآفرینی شده

در هشتم اکتبر ۲۰۱۶، شهر زوریخ سوئیس، میزبان اولین دوره مسابقات قهرمانی ورزشکاران معلولی بود که از فناوری برای غلبه بر نقایص بدنی خود کمک گرفته بودند. این مسابقات تحت عنوان «سایب آتلون»^۲ برگزار گردید [و دوره بعدی آن در ماه مه سال ۲۰۲۰ در زوریخ خواهد شد]. این افراد از پروتزیسهایی با فناوری‌های سطح بالا، اسکلت خارجی^۳ و یا سایر وسایل یاری کننده رباتیک استفاده می کردند. این اولین واقعه ورزشی از این نوع بود و بر طبق توضیحاتی که در وبسایت آن‌ها نوشته شده است:

«هدف اصلی سایب آتلون ایجاد یک قالب مشخص برای توسعه فناوری‌های یاریگر جدیدی است که برای زندگی روزانه این افراد سودمند باشند. ما قصد داریم از طریق سازماندهی سایب آتلون به حذف موانعی کمک کنیم که بین جامعه، معلولین و علم وجود دارد.»

این هدف در «بنیاد ملی علوم سوئیس» و در «مرکز ملی مهارت در پژوهش‌های رباتیک» تعقیب شده و آن‌ها تحقیقاتی را در زمینه حذف موانع فوق در بین افراد

^۱ سایبورگ (Cyborg): که مخفف «Cybernetic Organism» است از دو کلمه سایبرنتیک (علم ارتباط انسان و ماشین) و ارگانیسم گرفته شده است و به شخصی اطلاق می‌شود که هم اعضای ارگانیک و هم اعضای مصنوعی دارد. امروزه این کلمه معنی بسیار عام‌تری پیدا کرده و به مفهوم وابستگی انسان به فناوری بوده و در این معنی سایبورگ کسی است که برای انجام کارهای روزانه‌اش به رایانه وابستگی بسیاری دارد [م].

^۲ Cybathlon

^۳ Exoskeleton

جامعه و افراد با معلولیت‌های خاص به انجام رسانده‌اند. من با پروفیسور رابرت رینر^۱ که یکی از سازمان دهندگان این حرکت است، تماس گرفتم و از او در مورد انگیزه‌های شخصی‌اش در این مورد سؤال کردم و مثل همیشه متوجه شدم که در این مورد هم یک داستان شخصی در پشت این حرکت وجود دارد.

”داستان شخصی من از آنجا شروع می‌شود که من روزانه با مردم زیادی مواجه می‌شوم که دچار ناتوانی‌هایی هستند و به هیچ وجه از فناوری‌های یاری کننده‌ای که اکنون برای کمک به آن‌ها وجود دارد، راضی نیستند. مثلاً بازوهای بیونیک^۲ موجود، نیاز واقعی یک فرد را برآورده نمی‌کند. توان باتری آن‌ها کاملاً محدود بوده و نمی‌توانند بار و وزن سنگینی را بلند کنند. فناوری‌های دیگر مثل اسکلت خارجی هم هنوز بسیار محدود کننده و کند بوده و ویلچرها هم هنوز نمی‌توانند از پله‌ها عبور کنند. سایب اتلون باید ما را به سمت فناوری‌های جدیدی سوق دهد که در زندگی روزمره عملکرد خوبی داشته باشند و مورد پذیرش واقعی این افراد قرار گرفته و در بهبود کیفیت زندگی آن‌ها مؤثر باشند.“ او کاملاً موافق این گفته است که فناوری‌های جدید باید ایمن و اخلاقی باشند. البته هدف اصلی آن‌ها تهیه وسایل یاریگری است که به انسان‌های معلول در زندگی روزانه آن‌ها کمک کرده و به ایشان اجازه می‌دهد که در رقابت‌هایی شرکت کنند که با فناوری‌های معمول و یا بدون فناوری، قادر به حضور در آن‌ها نبوندند. او افزود که این مزیت بالقوه، البته با کمی ریسک همراه خواهد بود و اصولاً ریسک در استفاده از هر فناوری نوینی وجود دارد.

تیم‌های شرکت کننده در این رقابت‌ها، در پاییز سال ۲۰۱۵، فناوری‌های به کار برده شده را به صورت تمرینی، به نمایش گذاشتند و سپس این رقابت‌ها در شش گروه

¹ Robert Riener

² Bionic

اصلی برگزار شد.

(۱) مسابقات رابط‌های مغزی - رایانه‌ای: شرکت کنندگان با استفاده از BCI (رابط‌های مغزی - رایانه‌ای) در مسابقات شرکت می‌کنند و کنترل یک آواتار را در یک بازی رایانه‌ای بر عهده گرفته و با هم به رقابت می‌پردازند.



طرح مفهومی سایب اتلون

(۲) مسابقات دوچرخه‌سواری با کمک تحریک‌های الکتریکی - عملکردی^۱: شرکت کنندگان در این مسابقه که آسیب کامل نخاعی دارند، با کمک این وسایل

^۱ تحریک‌های الکتریکی - عملکردی یا (Functional-Electrical Stimulation: FES): در بیمارانی که به علت آسیب‌های مغزی و یا نخاعی دچار معلولیت‌هایی شده‌اند (مثلاً نمی‌توانند راه بروند) با اعمال تحریک‌های کوچک الکتریکی به عضلات آن‌ها سعی می‌کنند که عملکرد عضله و تحرک آن را بهبود ببخشند [م].

- تحریک کننده الکتریکی - عملکردی می توانند بر روی یک دوچرخه و به صورت کنترل شده شروع به رکاب زدن کرده و در یک مسیر دایره‌ای حرکت کنند.
- (۳) مسابقات افراد دارای پروتزهای پا: این افراد مسیرهایی که دارای موانعی مثل سطوح شیب دار، پله‌ها و سطوح ناهموار بوده را طی کرده و حتی در دوهای سرعت نیز شرکت می کنند.
- (۴) مسابقات افراد با اسکلت خارجی توانمند^۱: این شرکت کنندگان که آسیب کامل نخاع سینه‌ای یا کمری دارند، به اسکلت‌های خارجی مجهز شده‌اند که آن‌ها را قادر می سازد در مسیر مسابقه راه بروند.
- (۵) مسابقات افراد با ویلچرهای توانمند^۲: در اینجا هم مسیر مسابقه دارای موانعی است و افراد باید در سطوح و محیط‌های مختلف ویلچر را حرکت دهند.
- (۶) مسابقات افراد با پروتزهای بازویی: افرادی که از ناحیه بازو و یا ساعد دچار آسیب شده‌اند و اندام آن‌ها قطع شده است، می توانند با استفاده از پروتزهای این اندام در این مسابقات شرکت کرده و کارهایی را که باید با دست انجام دهند را با حداکثر سرعت ممکن صورت می دهند.
- پیشرفت‌های قابل توجهی در فناوری‌های میکروالکترونیک و نیمه هادی‌ها صورت گرفته که ما را قادر ساخته ایمپلنت‌های الکترونیکی کوچکی تهیه کرده و از آن‌ها برای کنترل، بازتوانی و یا بهبود عملکرد اعضای بدن استفاده کنیم. مثال‌های این وسایل شامل ضربان‌سازهای قلبی^۳، ایمپلنت‌های شبکیه چشمی، ایمپلنت‌های شنوایی و ایمپلنت‌های تحریک قسمت‌های عمقی مغز برای کنترل درد یا کنترل علائم بیماری پارکینسون است. پیشرفت‌های بیوالکترونیک می توانند در ترکیب با علم

¹ Powered Exoskeleton

² Powered Wheelchair

³ Cardiac Pacemaker

رباتیک، در ساخت پروتزهای سیستم عصبی^۱ بسیار پیشرفته به ما کمک کنند. البته تمام فعالیت‌های فوق و اهداف اصلی آن‌ها، در جهت بازگرداندن این عملکردها به افرادی است که توانایی‌های آن‌ها آسیب دیده و یا به طور کامل از بین رفته است. همان طور که با گذشت زمان شاهد پیشرفت مداوم فناوری در این حوزه‌ها هستیم، به نظر می‌رسد که بعضی از افراد قصد دارند که از این فناوری‌ها در جهت تقویت قابلیت‌ها و صفات انسانی خود بهره برداری کنند. چندان دور از انتظار نیست که با پیشرفت فناوری و تولید نسل جدیدتر چنین سایبورگ‌هایی، کسانی دوست داشته باشند که سایبورگ باشند و مثلاً دید یا شنوایی کاملی را به دست آورند، فقط به این دلیل که این «خواسته» را داشته و قدرت پرداخت هزینه آن را هم دارند.

اولین سایبورگ

در یکی از روزهای سال ۲۰۰۴ یکی از استادان دانشگاه تورنتو، پروفیسور استیو من^۲ متوجه شد که یک ماشین با سرعت بالا به طرف کنج حیات خانه او در حال حرکت است. او سعی کرد که راننده را از این وضعیت مطلع کند ولی شتاب ماشین بسیار بالا بود و با او تصادف کرد و به پای راست او صدمه شدیدی وارد شد. او که قبل از این تصادف بر روی وسایل پوشیدنی کار می‌کرد (و تا امروز هم به مدت ۳۵ سال است که در این زمینه فعالیت دارد) برای خود یک سامانه دیداری رایانه‌ای^۳ طراحی کرده بود که به او دید بهتری از دنیا می‌داد و از این وسیله استفاده می‌کرد. در اثر شدت ضربه وارد شده به او، این سامانه محاسباتی پوشیدنی هم دچار آسیب و شکستگی شد. این وسیله طوری طراحی شده بود که با ضبط تصاویر و پس از پر شدن حافظه آن، تصاویر جدیدتر بر روی تصاویر قدیمی ضبط می‌شدند، اما پس از تصادف،

^۱ Neuroprostheses

^۲ Steve Mann

^۳ Computerized-Vision System

به علت آسیب دیدن، دیگر تصاویری را ضبط نکرد و پروفسور من توانست با بازیابی تصاویر زمان تصادف، عکس‌هایی از پلاک ماشین و راننده را به دست آورد که باعث شناسایی راننده خاطی و بازداشت او توسط پلیس شد.

در دهه ۱۹۷۰ میلادی، پروفسور من یک روش کاملاً متفاوتی برای طراحی وسایل پوشیدنی ارایه کرده بود. توجه داشته باشید که آن زمان حجم کامپیوترها بسیار بزرگ بوده و گاهی به اندازه یک اتاق بودند و هنوز فناوری‌های بی سیم و شبکه ایجاد نشده بودند.

”اولین نسخه‌ای که من از این ابزار پوشیدنی ساختم و آن را استفاده کردم، دارای دو آنتن مجزای فرستنده و گیرنده بود که بر روی سر قرار گرفته و حالتی شبیه به گوش‌های خرگوش داشت [این نوع آنتن‌ها به Rabbit Ear مشهور هستند]. تقریباً تمام افرادی که پیرامون من بودند، فکر می‌کردند که من کاملاً دیوانه شده‌ام که چنین وسایل و سخت‌افزارهایی را به وسیله تسمه‌هایی بر روی سر و بدن خود نصب کرده‌ام. وقتی با این وسایل بیرون می‌رفتم، خیلی از مردم از سر راه من کنار می‌رفتند تا با من برخورد نکنند. آینده چنین وسایل محاسباتی بسیار روشن است و شما شاهد ارتباطاتی بین مردم خواهید بود که با کمک این رایانه‌های پوشیدنی صورت گرفته و همچنین با کمک این ابزارها، محاسبات بسیار پیچیده و خارق‌العاده‌ای، انجام خواهد گرفت.“

در سال ۱۹۹۵ او اولین کسی بود که عکس روی گذرنامه اش نشان می‌داد که یک سایبورگ است. البته او این توصیف را از خود به عنوان سایبورگ، قبول نداشت و می‌گفت این واژه بسیار مبهم است. او کار بر روی وسایل پوشیدنی را از دهه ۱۹۸۰، زمانی که در دبیرستان مشغول به تحصیل بود، شروع کرد و رسالت خود را خلق یک «چشم دیجیتال» می‌دانست. مؤسسه مهندسان الکترونیک و الکترونیک^۱ از او به عنوان

¹ The Institute of Electrical & Electronical Engineers (IEEE)

پدر واقعیت افزوده^۱ و پدر وسایل پوشیدنی محاسباتی^۲ یاد می‌کند. تصویربرداری با دامنه پویایی بالا^۳ توسط او ابداع شده و امروزه این فناوری تقریباً در تمام دوربین‌های ساخته شده، از جمله دوربین‌های تلفن‌های همراه آیفون استفاده می‌شود.



سمت چپ تصویر گذرنامه پروفیسور استیو من در سال ۱۹۹۵ است و در سمت راست ایشان در حال استفاده از یکی از وسایلی است که توسط خودش طراحی شده است.

او در رایانه پوشیدنی خودش که در حقیقت یک Eyetap^۴ است، سه تصویر با درجات مختلف نوردهی^۵ را به صورت همزمان ترکیب کرده که حاصل آن ایجاد تصویری از دنیای اطراف ما می‌شود که در مقایسه با تصاویر چشم انسان از جزئیات بیشتری برخوردار است. با رسیدن به دامنه پویایی بالاتر از دامنه پویایی چشم انسان،

^۱ Augmented Reality

^۲ Wearable Computing Devices

^۳ High Dynamic Range Imaging

^۴ Eyetap وسیله‌ای است که بر روی یک قاب فلزی (مشابه قاب عینک) قرار گرفته و در آن یک دوربین کوچک در جلوی یک چشم قرار داشته که قادر به ضبط صحنه‌ها و تصاویر بوده و همزمان می‌تواند تصاویر را به صورت رایانه‌ای در جلوی چشم فرد به نمایش بگذارد. این وسیله در حقیقت به طور همزمان هم نقش نمایشگر و هم نقش دوربین را بر عهده دارد [م].

^۵ Exposure



سامانه آیبورگ (wearcam.org)

افراد می توانند شاهد جزئیاتی در تصاویر باشند که هرگز با تصاویر دیده شده با چشم و یا تصویری که دوربین های فعلی در اختیار ما قرار می دهند، قابل مقایسه نخواهد بود. او و سایر همکارانش بر روی سامانه آیبورگ^۱ کار می کنند که در حقیقت یک دوربین کاشته شده در داخل یک چشم مصنوعی^۲ می باشد.

او همچنین اولین کسی است که تفاوت روشی را بین واژه Surveillance (مراقبت و نظارت) یعنی وقتی که مردم و رفتارشان (مثلاً به وسیله دوربین های کنترل سرعت) توسط مراجع بالاتری نظارت می شود و واژه Inverse Surveillance یا مراقبت معکوس که البته او برای آن کلمه^۳ Sousveillance را ابداع کرده یعنی وقتی که مردم

^۱ Eyborg System

^۲ Prosthetic Eye

^۳ در زبان فرانسه پیشوند sur به معنی بالا و sous به معنی پایین است [م].

با دوربین‌های کوچکی (مثل تلفن‌های همراه) که در دست دارند، اقدام به ضبط تصاویری می‌کنند و با این کار، رفتار و برخورد افراد معروف و قدرتمند را کنترل می‌کنند. او مطالب زیادی در مورد همه‌گیر شدن دوربین‌ها در آینده نوشته است و اعلام کرده که این وضعیت پیامدهای مثبت و منفی زیادی با خود به همراه خواهد داشت.

در سال ۲۰۱۲ پروفیسور مَن در مورد یکی از تجربه‌های خود، نوشته‌ای را منتشر کرد. او روزی به همراه خانواده به شعبهٔ مک‌دونالد شهر پاریس مراجعه کرده بود ولی پرسنل مک‌دونالد، پس از این که از او خواسته بودند که هدست خود را (که قادر به گرفتن عکس و تصویربرداری بود) در بیاورد، او را از مغازه بیرون کرده بودند. بعداً مک‌دونالد در بیانیهٔ رسمی خود تأیید کرده بود که پروفیسور مَن را از مغازه بیرون کرده‌اند ولی منکر هرگونه برخورد فیزیکی با ایشان شده بود. پروفیسور مَن تصاویری را منتشر کرد که نشان می‌داد وقتی او به همراه همسر و فرزندش در صف سفارش غذا بودند، پرسنل مک‌دونالد عینک مخصوص او را با دست گرفته و به او گفته بودند که ورود دوربین به این مکان ممنوع است.

اگرچه پروفیسور مَن به آن‌ها گواهی پزشکی خود را نشان داده بود که در آن ذکر شده بود که او نیاز به پوشیدن این وسیله دارد، ولی پرسنل نوشتهٔ دکتر را مچاله کرده و سپس با بی‌احترامی او را به طرف در خروج و به سمت خیابان هل داده بودند، که این کار باعث آسیب دیدن به سخت‌افزار هدست او شد. او فقط از مک‌دونالد درخواست کرد که استفاده از چنین وسایلی را در فضاهای خود ممنوع نکند و به این افراد حمله‌ور نشوند زیرا هدف از ساخت و طراحی این وسایل کمک به افرادی است که مشکلات بینایی و یا حافظه دارند.

مورد پروفیسور مَن به روشنی نشان می‌دهد که در صورت رو به رو شدن افرادی که از این فناوری‌ها استفاده می‌کنند با دیگران، چه خطرات بالقوه‌ای ممکن است آن‌ها را تهدید کند. او همچنین در یکی از مقالات خود نوشته است که وسایل پوشیدنی

ضبط کننده تصاویر مشابه حافظه انسان‌ها هستند و بنابراین مؤسسات عمومی نباید تبعیضی را بین افرادی که خاطرات خود را در چنین ابزارهای رایانه‌ای ثبت می‌کنند با سایر افراد قائل شوند. او آینده‌ای را به تصویر می‌کشد که در آن از بیماران مبتلا به آلزایمر گرفته تا افراد سالم می‌توانند از چنین فناوری‌های پوشیدنی برای گسترش حافظه و خاطرات خود، بدون هیچ گونه مزاحمتی استفاده کنند.

چرا جامعه در برابر افرادی که قصد دارند با کمک فناوری و با استفاده از ابزارهای محاسباتی پوشیدنی و یا حسگرها به تقویت حیات خود بپردازند، دچار سوگیری است؟ البته این جریان (گسترش این فناوری‌ها) هم اکنون به وقوع پیوسته و دلیلی وجود ندارد که فکر نکنیم که تعداد سایبورگ‌ها با گذشت زمان به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش نخواهد یافت. آقای نیل هاربیسون^۱ یکی از اولین افرادی در بریتانیا بود که تصویر روی پاسپورتش ماهیت سایبورگ بودن او را نشان می‌دهد. او که یک هنرمند مبتلا به بیماری کوررنگی است از وسیله‌ای که بر روی سر او قرار گرفته و به Eyeborg معروف است استفاده می‌کند تا بتواند رنگ‌ها را به طور طبیعی ببیند و البته او قصد دارد به سایبورگ‌هایی مثل خودش کمک کند تا بتوانند به حقوق اجتماعی بیشتری دست یابند.

متصل‌ترین فرد^۲

آقای کریس دَنسی^۳ که از او به عنوان متصل‌ترین فرد در جهان یاد می‌شود، چیزی بین ۳۰۰ تا ۷۰۰ سامانه به صورت همزمان و تمام وقت با او در ارتباط بوده و به جمع‌آوری داده‌ها در مورد ابعاد مختلف زندگی او مشغول هستند. او این کار را از ۵ سال قبل آغاز کرده است. در آن زمان او که بیمار شده بود و وضعیت جسمانی خوبی نداشت، متوجه شد که در پیروی از دستورات و نسخه‌های پزشک دچار مشکل شده و

^۱ Neil Harbisson

^۲ The Most Connected Man

^۳ Chris Dancy



تصویر کریس دنسی که به گجت های متعددی متصل است.

این کار لحظات سختی را برای او رقم زده است. او برای غلبه بر این مشکلات ابتدا حدود ۴۵ کیلوگرم از وزن خود را کاهش داد و یاد گرفت که چگونه مدیریتش و تمرکز کند. او به من گفت که اکنون در مورد حیات و جنبه های مختلف آن بسیار آگاه شده و می داند که چگونه به آن ها پاسخ دهد و آماده است که قدم هایی را در جهت تغییر محیط پیرامون خود بردارد. او اکنون برای خود عادات بهتری را شکل داده است و با کمک وسایل و ابزارهایی که در این راه به او بازخورد مناسب داده و باعث تشویق او شده اند، توانسته به سطوح بالاتری از سلامت دست پیدا کند. او با خشنودی دیدگاه های خود را با من این گونه در میان گذاشت:

”همه ما عقایدی در مورد زندگی خود و انتخاب های مربوط به آن داریم

اما دیدن داده هایی که مربوط به زندگی و انتخاب های ماست به ما کمک

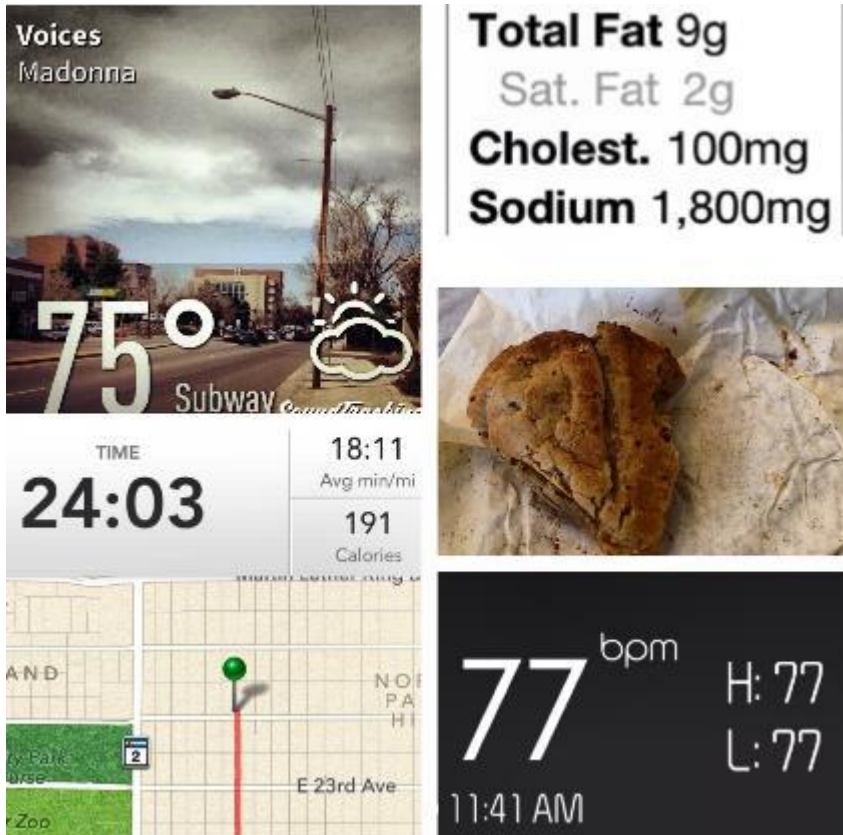
می‌کند تا شاهد نتایج این عقاید و آثار این انتخاب‌ها در روابط و زندگی خود باشیم. البته اگر تنها به استفاده از داده‌های بسیار ساده مثل میزان خواب اکتفا کنیم، باعث خواهد شد که گاهی ما در تحلیل‌های خود دچار سوگیری تأیید^۱ شویم ولی وقتی که منابع اطلاعاتی بیشتری مثل میزان نوزدهای محیطی، کیفیت هوایی که تنفس می‌کنیم، دمای هوا یا مرحله‌ای که ماه در آن قرار دارد و ... استفاده کنیم، آن‌گاه اثبات این که پاسخ‌های شما «اشتباه» است بسیار آسان‌تر از اثبات «صحیح» بودن پاسخ‌ها و درست بودن طرز زندگی شما در ارتباط با محیط پیرامون شما خواهد بود.

آقای دنسی از انواع زیادی از فناوری‌های پوشیدنی استفاده می‌کند که می‌توان به دستبندهای تناسب اندام Fitbit، ساعت هوشمند Pebble، دستگاه ثبت‌کننده وزن مجهز به وای فای Aria، تشک Beddit برای ارزیابی میزان و کیفیت خواب اشاره کرد. وقتی که من از او پرسیدم که دیدگاه کلی سایر مردم در مورد او و کارهایش چیست؟ به هیچ عنوان از پاسخ او و تجربیاتی که او در این زمینه داشت شگفت زده نشدم:

”در حال حاضر این کارها کمی احمقانه به نظر می‌رسد. البته بعضی از مردم کارهای مرا درک کرده و می‌بینند که چگونه این کارها عمیقاً روی من تأثیر گذاشته ولی بعضی دیگر من را یک «دیوانه گجت» می‌دانند. از این‌ها گذشته بعضی در فضای اینترنت، بسیار خشن با دیگران برخورد کرده و حملات لفظی و توهین آمیزی را به دیگران صورت می‌دهند.“

او عقیده دارد، از زمانی که شرکت‌های Apple و Samsung اپلیکیشن‌های سلامت خود را به صورت کاربردی و کارا در تلفن‌های هوشمند خود قرار دادند، تا حدی این دیدگاه منفی در حال کم شدن است و استفاده از این اپلیکیشن‌ها در حال گسترش بین توده مردم می‌باشد. افراد می‌توانند ضربان قلب، میزان تحرک و کالری

¹ Confirmation Bias



خلاصه‌ای از مؤلفه‌ها و عناصری که کریس دنسی به صورت روزانه آن‌ها را ثبت می‌کند.

که می‌سوزانند را به راحتی با تلفن‌های هوشمند خود اندازه‌گیری کنند. امروزه آگاهی از کاربرد این اپلیکیشن‌ها می‌تواند به افراد در رسیدن به سطوح بالاتر سلامت کمک کرده تا زودتر به اهداف خود برسند. در آینده نزدیک مردم خواهند توانست که اطلاعات زیادی را در مورد سطح سلامت، سبک زندگی و سایر پارامترهای مهم را به راحتی اندازه‌گیری کرده و نیازی به مراجعه به مؤسسات خدمات سلامت برای جمع‌آوری این داده‌ها و مدیریت آن‌ها وجود نخواهد داشت. عقیده کلی دنسی این است که در آینده نزدیک، افراد خودشان مسئول جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سلامتشان بوده و حتی

بعضی تصمیمات مهم پزشکی را خودشان خواهند گرفت و این باعث کاسته شدن از بار مالی بیمه‌های درمانی خواهد شد. مثلاً در آینده بسیار نزدیک، انجام آزمایشات ژنتیکی با هزینه حدود ۱۰۰ دلار در دسترس بیشتر مردم قرار خواهد گرفت و آن‌ها می‌توانند با استفاده از این اطلاعات ژنتیکی، بیشتر تصمیمات خود را در حیطه سلامت مدیریت کنند. او البته چشم انتظار به وجود آمدن بعضی فناوری‌های جدیدتر که هنوز به مرحله ظهور نرسیده‌اند، بوده که از میان آن‌ها می‌توان به حسگرهای یک بار مصرف^۱ نام برد که می‌توانند مسیر حرکت شما، پاسخ پوست شما به محیط اطراف، دمای هوا، میزان رطوبت هوا و سایر پارامترهای مهم را اندازه‌گیری کنند. چنین فناوری‌هایی می‌توانند در کمک به مردم با سطوح درآمدی پایینتر مفید بوده و باعث تغییرات قابل توجهی در پایش سلامت این دسته از مردم شوند.

همچنین این فناوری‌ها باعث ایجاد تغییراتی در ارتباطات و تعاملات ما با دیگر مردم و یا سامانه‌های موجود در جامعه خواهند شد. لباس‌های هوشمند می‌توانند به ما حافظه‌ای برای ثبت تمام اتفاقات پیرامون ما اعطا کنند. در نظر بگیرید که با پوشیدن یک لباس راحتی مسافرتی که مجهز به فناوری‌های پیشرفته است می‌توانند تمامی اتفاقات و تجربیات خود را ثبت کنید. البته چنین لباسی مجهز به اپلیکیشن‌های پیشرفته ارزیابی کننده سلامت هم بوده که به صورت حسگرهایی طراحی شده و قابلیت ارتباط برقرار کردن با سایر ابزارها و یا حسگرها را هم دارند. این وسایل خواهند توانست با دقت بالایی پارامترهای مختلف سلامت را ارزیابی کرده و در بهبود آن‌ها به ما کمک کنند.

تقویت قابلیت‌های انسان

در آینده نزدیک و با پیشرفت فناوری‌های مختلف به قابلیت‌های انسان افزوده خواهد شد و انسان خواهد توانست که به سرعت‌های بالاتری رسیده، به ارتفاع‌های

¹ Disposable Sensors

بلندتری پریده، سریع تر شنا کند، عاقلانه تر فکر کند و یا دید کامل تری داشته باشد. البته باید از خود پرسیم که اگر انجام کارهای فوق برای همه به صورت معمول در آید و یا وقتی که ما بتوانیم حتی هوش خود را تقویت کنیم، چه اتفاقی برای دنیای ما خواهد افتاد؟



سمت چپ تصویر کریس دنسی در سال ۲۰۱۲ و سمت راست عکس او در سال ۲۰۱۳ است.

دانش پزشکی در استفاده از این فناوری ها، هدف روشنی را دنبال می کند که همانا رفع معلولیت ها و مشکلات سلامت در افراد ناتوان و بیمار است. اما این حوزه از فناوری

که به تقویت قابلیت های انسان می پردازد، مطمئناً به این هدف قناعت نخواهد کرد. باید از خود پرسیم که واقعاً در چه نقطه ای از این مسیر، این خطر وجود دارد که آن چیزهایی که باعث «انسان شدن و انسان بودن» ما شده است را از دست خواهیم داد؟

وقتی که مؤسسه پژوهشی DARPA اعلام کرد که اداره فناوری های زیست شناختی خود را ایجاد کرده و تلاش می کند که در آن به کاوش ارتباطات دینامیک فزاینده ای که بین زیست شناسی و علوم فیزیکی وجود دارد بپردازد، کاملاً واضح بود که ما از خلق «سربازان ترابشر»^۱ خیلی دور نیستیم. چند نفر از کسانی که به طور کامل و یا نسبی کوادری پلژیک (فلج هر چهار دست و پا) بودند، به طور داوطلبانه اعلام آمادگی کردند تا در پروژه پژوهشی که در آن به وسیله جراحی، آرایه های کوچکی^۲ را در روی سطح مغز آنها قرار می دادند، شرکت کنند. این آرایه ها می توانستند که سیگنال های عصبی که برای ایجاد و کنترل حرکات لازم هستند را تولید کنند. آنها آموختند که چگونه با استفاده از این ابزارها، بازوهای رباتیک بسیار پیچیده را کنترل کنند. این کار در حقیقت ایجاد ارتباطی بین مغز انسان و بقیه جهان می باشد. آیا می توانید تصور کنید که به کارگیری چنین فناوری هایی در داخل بدن ما، تا چه حد می تواند در درمان و یا حتی پیشگیری از بیماری ها مؤثر باشد؟ آیا واقعاً کسی هست که با استفاده از چنین فناوری هایی برای ریشه کنی بیماری ها مخالفتی داشته باشد؟

در نظر بگیرید که یک «لوزالمعدة مصنوعی» به طور کامل خودکار، ابداع شده که دقیقاً عملکرد پانکراس را در ترشح میزان انسولین تقلید کرده و با پایش مداوم سطح قند خون، نیاز به میزان انسولین را تخمین زده و تمام این کارها بدون دخالت بیمار و یا با دخالت اندک او صورت می گیرد. در این صورت ما شاهد بهبود بسیار قابل

¹ Transhuman Soldiers

² Small Array

توجه در زندگی میلیون‌ها دیابتی در سطح جهان خواهیم بود. چالش واقعی ما میزان پیشرفت این فناوری‌ها و حرکت رو به جلوی آن‌ها نیست، بلکه خطر اصلی جایی است که این فناوری‌ها به جای این که هدیه‌ای برای جامعه انسانی باشند، تهدیدی برای آن خواهند شد. حل کردن این مسئله هم خود یک آزمونی بزرگ برای بشر خواهد بود.

پیدایش سایبورگ‌ها علاوه بر این که ما را به خلق فناوری‌های جدیدتر در جهت کمک به طول عمر بشر و تقویت قابلیت‌های انسان امیدوار می‌کند، می‌تواند تغییرات قابل توجهی را در ساختار پایه‌ای جوامع ما ایجاد نماید.

نمره دسترسی: ۲

کانون توجه: بیماران

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- Cybathlon (www.cybathlon.ethz.ch)
- Chris Dancy (www.chrisdancy.com)
- Prof. Steve Mann (www.eecg.toronto.edu/~mann)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

- Glance (www.glanceapp.info)

کتاب ها:

- Machine Man by Max Barry

فیلم ها:

- I, Robot (2004)
- RoboCop (2014)

روند بیست و یکم

کرایونیک^۱ و افزایش طول عمر

بنجامین فرانکلین در یکی از نامه‌های خود که در سال ۱۷۷۳ نوشته است، ذکر می‌کند که او در قری با پیشرفت کم، که بسیار نزدیک به دوران نوزادی علم است، زندگی می‌کند و از این که نمی‌تواند زنده باشد و یا بعداً دوباره حیات را تجربه کند تا وضعیت آمریکا را در صد سال بعد از آن تجربه کند، تأسف می‌خورد. در فیلم‌های علمی - تخیلی مثل «۲۰۰۱: یک ادیسه فضایی» یا «بیگانگان»^۲ و یا پرومته^۳ کسانی به تصویر کشیده می‌شوند که در دمای بسیار پایین نگه داشته شدند تا در پروازهای بسیار طولانی سفینه فضایی در این حالت حفظ شده و بعداً دوباره به زندگی و تحرک باز گردند. از سرما درمانی (کرایوتراپی) در درمان بعضی از ضایعات موضعی پوستی مثل زگیل، خال و یا ضمام پوستی^۴ استفاده می‌شود. کرایوتراپی (سرما درمانی) کل بدن، درون محفظه‌های ویژه‌ای که برای این منظور طراحی شده انجام گرفته و از آن به عنوان یک روش بازتوانی^۵ برای ورزشکاران استفاده می‌شود.

از سال ۱۹۶۲ که حفظ بدن به کمک سرما^۶ معرفی شده است، تا به حال برای

^۱ Cryonics: قرار دادن بدن انسان در دمای بسیار پایین (معمولاً ۱۹۶- درجه سلسیوس) و منجمد کردن آن، برای حفظ بافت‌های بدن است که بیشتر در بیمارانی که در حال حاضر درمانی برای آن‌ها وجود ندارد استفاده می‌شود. در این روش خون فرد با سالیین سرد جایگزین شده و سپس بدن منجمد می‌شود [م].

^۲ Aliens

^۳ Prometheus

^۴ Skin Tags

^۵ Rehabilitation

^۶ Cryopreservation

بیش از ۲۷۰ نفر از این روش استفاده شده است. این کار به این معنی است که آن‌ها امید دارند که احیاء و درمانشان در آینده امکان پذیر خواهد بود. گرچه همین حالا هم بسیاری از دانشمندان به این موضوع با دیده تردید نگاه می کنند.

تعلیق کارکردهای حیاتی^۱ برای اولین بار در سال ۲۰۰۲ و بر روی خوک‌ها (که از نظر فیزیولوژیک بسیار به انسان شبیه هستند) مورد آزمون قرار گرفت. پژوهشگران در این تحقیق ابتدا خون خوک را با مایع سالیین سرد جایگزین کرده و دمای بدن حیوان را به ۱۰ درجه سلسیوس (معادل ۵۰ درجه فارنهایت) کاهش دادند. سپس آسیب‌های وارده به او را درمان کرده و بعد دوباره حیوان را به صورت تدریجی و با جایگزین کردن خون به جای سالیین، گرم کردند. با این که حیوان برای چند ساعت مرده بود ولی پس از گرم کردن حیوان و جایگزین کردن خون، قلب حیوان خودش دوباره شروع به ضربان کرده و هیچ گونه اختلال فیزیکی یا شناختی واضحی در او مشاهده نشد.

این شیوه سرد کردن بدن با سالیین می تواند برای بازگرداندن حیات به افرادی که فاصله کمی از مرگ آن‌ها گذشته است هم مورد استفاده قرار گیرد. این کار خود زمینه‌ای برای انجام پژوهش‌هایی گردیده که کار بر روی آن‌ها در سال ۲۰۱۴ و در دانشگاه پنسیلوانیا آغاز شده است. آن‌ها در قربانیان حوادث تیراندازی که پزشکان سعی در حفظ جان‌شان داشتند، از روش فریز کردن استفاده کرده و آن را «حفظ و احیاء اورژانسی»^۲ نامگذاری کردند. در این افراد، خون با سالیین سرد جایگزین شده که باعث کاهش سریع دمای بدن شده و تقریباً تمامی فعالیت‌های سلولی را متوقف می کند. اگر سودمندی این روش به عنوان یک روش ایمن به اثبات برسد، آن وقت در تمامی بخش‌های اورژانس به صورت گسترده مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

^۱ Suspended Animation

^۲ Emergency Preservation & Resuscitation

البته قوانین در این حیطة بسیار بغرنج بوده و در حال حاضر این فرآیند (حفظ بدن به کمک سرما) را قبل از مرگ فرد، قتل عمد محسوب می کنند. در ایالات متحده انجام کرایونیک به صورت قانونی فقط در افرادی که رسماً مرگ آن ها اعلام شده، می تواند صورت گیرد. مؤسسه کرایونیک در میشیگان تا به حال صدها انسان و حیوان را همراه با DNA و نمونه های بافتی آن ها، در سرما حفظ کرده است. دماهای زیر صفر باعث محافظت سلول ها از آسیب بیشتر توسط منابع خارجی می شود. این کار هزاران دلار هزینه دارد. در وبسایت آن ها یک کتابچه راهنما در مورد این فرآیند به نام «واقعیات سرما»^۱ وجود دارد که جزئیات آمادگی برای این روش در آن به صورت کامل توضیح داده شده است.

از دیدگاه های مختلفی، انتقادهای جدی به کرایونیک^۲ و فرآیند آن صورت می گیرد. متخصصان اخلاق زیستی عقیده دارند که فقط در صورتی که از نظر تکنیکی بتوان تمامی آب درون سلول ها را با مایعی مثل گلیکول^۳ جایگزین کرد که مایعی بدون رنگ و بدون بو بوده و در صنعت هم مصارفی مثل استفاده در محصولات ضد انجماد^۴ دارد، می توان یک رفع انجماد ایمن داشت. در غیر این صورت وقتی که بخواهیم جسمی را از حالت انجماد بیرون بیاوریم، دیواره های سلولی پاره شده و بافت ها آسیب خواهند دید. به همین دلیل این افراد هنوز کرایونیک را در این زمان، چیزی در حیطة رمان های علمی - تخیلی می دانند.

آقای سلطان ایستوان^۵ که فیلسوف و یکی از هواداران جنبش ترابشریت^۶ است، از این هم فراتر رفته و عقیده دارد که "والدین باید به صورت قانونی اجازه پیدا کنند که

^۱ Cold Facts

^۲ Cryogenics: شاخه ای از فیزیک که به بحث در مورد ایجاد دماهای بسیار پایین و کاربردهای آن می پردازد [م].

^۳ Glycol

^۴ Anti Freeze

^۵ Zoltan Istvan

^۶ Transhumanist

حتی کودکان خود را که از نظر بیولوژیک سالم هستند و سال‌های زیادی از زندگی آن‌ها باقی مانده، بتوانند با حالتی بدون درد، در وضعیت کرایونیک قرار دهند.^۱ چنین دیدگاه‌هایی، بدون در نظر گرفتن نظر ما در مورد آن و بدون قضاوت در مورد محتوای آن، نشان می‌دهد که جامعه بحث در مورد این موضوعات را آغاز کرده است.

ما چقدر می‌توانیم عمر کنیم؟

خانمی به نام هندریکه وان اندل - شیپر^۱ که در سال ۱۸۹۰ به دنیا آمده بود، در سال ۲۰۰۵ و در سن ۱۱۵ سالگی از دنیا رفت. او بدن خود را پس از فوت در اختیار دانشمندان قرار داد، تا این راز که چگونه او مدت‌ها در وضعیت خوبی از نظر سلامت قرار داشته، برای دیگران روشن گردد. محققان متوجه شدند که حدود دو سوم از گلبول‌های سفید او فقط از دو سلول بنیادی^۲ تولید شده که این موضوع به این معنی است که او واجد یک سامانه برتر برای حذف یا اصلاح سلول‌هایی با جهش‌های خطرناک بوده است. برای پی بردن به دلایل بیولوژیک طول عمر^۳، بنیاد XPrize چالشی را در زمینه ژنومیک به نام Archon XPrize و با جایزه ۱۰۰ میلیون دلاری تعیین کرده که هدف آن تعیین توالی ژنوم ۱۰۰ نفر از افراد بالای ۱۰۰ سال است که باید با دقت و سرعت زیاد و با هزینه کم صورت گیرد. این افراد بالای ۱۰۰ سال با در اختیار قرار دادن DNA خود به پژوهشگران کمک خواهند کرد تا ژن‌های نادری که این افراد را از آسیب‌ها و بیماری‌های مختلف حفظ کرده و عامل طول عمر آن‌ها شده است، شناسایی شوند.

به علت وجود فرآیند پیری در افراد سالخورده، برای حل مشکلات مربوط به آن‌ها، باید بر روی راه‌حل‌هایی کار شود که مخصوص این افراد است. مرکز طول عمر

^۱ Hendrikje van Andel-Schipper

^۲ Stem Cell

^۳ Longevity

استانفورد^۱ پژوهش جامعی را در سال ۲۰۱۴ ترتیب داد. در این تحقیق قرار شد که جنبه‌های مختلف زندگی سالمندان مورد بررسی و پایش قرار گیرد، تا بتوان با استفاده از نتایج آن، در جهت حل معضلات سالمندان قدم‌های بیشتری برداشت. شرکت کنندگان در این پژوهش، می‌توانستند خدمات متفاوتی را دریافت کنند. یکی از این خدمات، «پایش فعالیت‌های خانگی به صورت خودکار»^۲ بود که در حقیقت سامانه‌ای برای پیدا کردن الگوهای روزانه زندگی سالمندان بوده و هر زمان که تغییری در این الگوها مشاهده شد و یا در مواقع ضروری که فرد نیاز به کمک داشته باشد، این سامانه می‌تواند از طریق تماس تلفنی، مراکز مربوطه را از این تغییرات آگاه سازد.

مورد دیگر استفاده از خدمتی به نام «Care Solver» است که قالبی برای دریافت خدمات سلامت بوده و باعث تسهیل در هماهنگی گروه‌های مختلف ارایه دهنده خدمات سلامت به این افراد می‌شود. سرویس دیگری به نام «Confage» هم ارایه می‌شود که در آن با استفاده از بعضی از بازی‌های آموزنده رایانه‌ای و درگیر کردن آن‌ها در این نوع بازی‌ها، استفاده بهتر از ابزارهای با صفحه نمایش لمسی را به ایشان آموزش می‌دهند. در آخر هم استفاده از سرویس «Eatwell» است که به طور خاص برای افراد سالخورده مبتلا به آلزایمر طراحی شده است و این افراد از ظروف و وسایل غذاخوری مخصوصی استفاده می‌کنند که می‌توانند تعداد وعده‌های غذایی و میزان مصرف مواد غذایی آن‌ها را پایش کنند.

دانش افزایش طول عمر انسان نام‌های مختلفی دارد که از «پزشکی ضدپیری»^۳ و افزایش نامحدود طول عمر گرفته تا «پیری شناسی»^۴ بیومدیکال و تجربی، برای اشاره به آن استفاده می‌شود.

^۱ The Stanford Center on Longevity

^۲ Automated Home Activity Monitoring

^۳ Anti-Aging Medicine

^۴ Gerontology

نکته اینجاست که عده‌ای از مردم خواهان زندگی طولانی تری بوده و پژوهش‌های سال‌های اخیر هم باعث کمک به پیشرفت این حوزه شده و اطلاعات زیادی در این مورد توسط محققان جمع‌آوری شده است. رهیافت‌های رسیدن به این منظور (افزایش طول عمر انسان) می‌تواند شامل استفاده از داروهای ضدپیری، مکمل‌های پروتئینی، ترمیم سلول‌ها با استفاده از نانوفناوری، جایگزینی اعضا و اندام‌ها با روش کلونینگ^۱، ایجاد تغییرات ژنتیکی و در نهایت انجام بارگذاری ذهن^۲ در فرمت دیجیتال باشد.

در یک نظرسنجی تحقیقاتی که در سال ۲۰۱۳ در آمریکا صورت گرفت، مشخص شد که ۳۸٪ آمریکایی‌ها خواهان درمان‌هایی برای افزایش طول عمر خود بوده ولی ۵۶٪ افراد چنین درخواستی را نداشتند. نکته جالب توجه هم این بود که فقط ۴٪ افراد معتقد بودند که «طول عمر ایده‌آل» برای یک فرد باید بیش از ۱۲۰ سال باشد. طولانی‌ترین مدت زمان عمری که تا به حال ثبت شده ۱۲۲ سال بوده که خانمی به نام جین کالمنت^۳ در سال ۱۸۷۵ به دنیا آمده و در سال ۱۹۹۷ وفات کرده است. افرادی که امروزه به دنیا می‌آیند، بر طبق جداول آماری امروز می‌توان انتظار داشت که عمری بیش از ۷۰ سال را تجربه کنند. البته در چند دهه آینده و در سرتاسر جهان افراد زیادی خواهند توانست بیش از ۱۰۰ سال عمر کرده و اولین انسانی هم که عمری بیش از ۱۵۰ سال خواهد داشت، احتمالاً هم اکنون زنده بوده و دوران کودکی خود را طی می‌کند.

آقای ژول گارو^۴ مؤلف کتاب «تکامل بنیادین»^۵ چهار سناریوی ممکن را به طور خلاصه در مورد طول عمر بشر توضیح داد. در سناریوی اول، این رشد‌نمایی موجود در فناوری‌های ژنتیک، زیست‌شناختی، عصب‌شناسی، اطلاعات، نانو و ایمپلنت، اثر

¹ Cloning

² Mind Uploading

³ Jeanne Calment

⁴ Joel Garreau

⁵ Radical Evolution

اندکی بر روی طول عمر و سطح سلامت فرد، هزینه‌ها، بیمارستان‌ها و بیمه سلامت خواهد داشت. در سناریوی دوم، چنین پیشرفت‌هایی در علوم‌ی مثل ژنتیک، رباتیک، اطلاعات و فناوری‌های نانو باعث افزایش طول عمر^۱ خواهند شد ولی تأثیری بر افزایش سطح سلامت^۲ نخواهند داشت. در سناریوی سوم، با پیشرفت‌های صورت گرفته در پزشکی فردگرایانه و مهندسی بافت^۳، بازسازی اندام‌ها^۴، ایمپلنت‌ها و تقویت حافظه^۵ در کنار مداخلات درمانی در بیماری‌های قلبی و عروقی، دیابت و سرطان، خواهند توانست هم به افزایش طول عمر و هم بهبود سطح سلامت افراد منجر شوند. در سناریوی چهارم، از نامیرایی^۶ بحث می‌شود که نیازمند این است که پیشرفت و توسعه فناوری‌های مختلف با سرعت بیشتری از گذر عمر ما صورت گیرد.

آقای آبری دگری^۷ که یک نظریه پرداز در علم پیری شناسی بوده و مسئول بخش علمی بنیاد پژوهشی SENS^۸ است، اعتقاد دارد که درمان پیری در محدوده زمانی عمر ما قابل دسترس بوده ولی بیشتر دانشمندان با این عقیده مخالف هستند. او دیدگاه‌های خود را در مورد رهیافت‌هایی جهت کند کردن فرآیند پیری ارایه کرده که به صورت برنامه‌های پژوهشی است که هدف آن‌ها رفع مسائل و مشکلات مرتبط با پیری می‌باشد. او عقیده دارد که پیری نوعی توحش و بربریت است و نباید به آن اجازه بروز داد و به هیچ وجه نباید آن را پذیرفت. به نظر او، این که ما اجازه بدهیم افراد پیر بمیرند یک فاجعه بوده و برای همین با شدت بر روی درمان‌های پیری کار می‌کند. او پس از مرگ مادرش از حدود ۱۶ میلیون دلار ارثیه خود، مبلغ ۱۳ میلیون دلار آن را

^۱ Life Span

^۲ Health Span

^۳ Tissue Engineering

^۴ Organ Regeneration

^۵ Memory Enhancement

^۶ Immortality

^۷ Aubrey de Grey

^۸ این بنیاد پژوهشی که در سال ۲۰۰۹ تأسیس شده، تمرکز فعالیت‌های خود را در زمینه پیری و طب بازآفرینشی (Regenerative Medicine) قرار داده است [م].

به بنیاد پژوهشی SENS اهداء کرد تا در جهت پیشبرد این نوع پژوهش‌ها صرف شود. پس از سال ۲۰۱۰ بود که اکثر شرکت‌های بزرگ که سوار بر امواج فناوری‌های جدید، رو به جلو در حال حرکت بودند، توجه خود را به مسئله طولانی‌تر کردن عمر بشر معطوف کردند. در سال ۲۰۱۳ شرکت گوگل اعلام کرد که شرکت جدیدی را به نام Calico تأسیس کرده که هدف آن مبارزه با بیماری‌ها و پیری بوده و در کنار آن از رویکرد داده‌های بزرگ^۱ برای سرعت بخشیدن به کشفیات حوزه سلامت استفاده خواهد کرد. مدیر عامل این شرکت آقای آرت لوینسون^۲ است که قبلاً یکی از مسئولین Apple و مدیر عامل سابق شرکت زیست فناوری Pioneer Greentech بوده است. این شرکت دانشمندان شناخته شده این حوزه‌ها را ترغیب می‌کند تا به این گروه پیوسته و در جهت پیشبرد این هدف به تلاش‌های این شرکت نوپا کمک کنند. اگر چه هنوز به طور کامل مشخص نشده که آن‌ها قرار است در این زمینه چه برنامه‌هایی را انجام دهند. در سال ۲۰۱۴، هم شرکت جدیدی به نام «Human Longevity» توسط آقای کریگ ونتر^۳ تأسیس شد. آقای ونتر قبلاً سرپرست گروهی در بخش خصوصی بود که تعیین توالی یکی از دو ژنوم انسانی را به همراه پیترو دیامندیس^۴ و رابرت حریری^۵ انجام داده بودند. این شرکت قصد دارد با کمک دانشمندان، بیماری‌هایی که مرتبط با پیری هستند را به طور دقیق بشناسند و برای رسیدن به این منظور نیاز دارند که DNA افراد مختلفی از کودکان تا سالمندان را رمزگشایی کرده و در یک پایگاه داده جمع‌آوری کنند که شامل جزئیاتی از ژنوم و میکروبیوم آن‌ها باشد. پژوهشگران این شرکت امید دارند که با انجام توالی ژنوم بیش از صد هزار نفر در سال در کسانی که امید دارند در ۶۰ سال آینده، صد ساله شوند، به این راز پی ببرند.

^۱ Big-Data Approach

^۲ Art Levinson

^۳ Craig Venter

^۴ Peter Diamandis

^۵ Robert Hariri

نمره دسترسی: ۱

کانون توجه: بیماران

وبسایت‌ها و سایر منابع بر خط:

- Cryogenics Society of America (www.cryogenicsociety.org)
- SENS Research Foundation (www.sens.org)

شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا:

- Calico (<https://www.calicolabs.com>)
- Human longevity Inc. (www.humanlongevity.com)

کتاب‌ها:

- Countdown to Immortality by FM-2030, Schnall & de Grey

فیلم‌ها:

- 2001: A Space Odyssey (1968)
- Alien (1979)
- Prometheus (2012)

روند بیست و دوم

یک جامعه جدید متمایز، چگونه خواهد بود؟

فناوری‌ها، روندها و تغییراتی که به آن‌ها اشاره کردیم، بدون تردید در سال‌های آینده باعث ایجاد تغییرات اساسی و قابل توجهی در جوامع خواهند شد. من با متخصصان اخلاق پزشکی، فیلسوفان و کسانی که در حوزه‌های مختلف پزشکی ایده‌های جدیدی را ارایه کرده‌اند، گفتگوهای جالب زیادی را داشته‌ام. برای مثال من با خانم دکتر مایری لوییت^۱ که یک متخصص اخلاق زیستی در دانشگاه لنکستر^۲ بریتانیا است، در مورد اثر بعضی از فناوری‌هایی که مخرب ارتباط بین پزشک و بیماران شده و در مورد ارتباط این فناوری‌ها با تماس انسانی^۳ گفتگو کردم. او در این مورد عقاید خاص خودش را دارد:

”به نظر من، گسترش این نوع فناوری‌های نوین، الزاماً به معنی حذف تماس و ارتباطات انسانی نخواهد بود. گرچه به نظر می‌رسد شواهدی تا به حال شاهد آن بوده‌ایم، به حذف تماس انسانی در فرایند درمان دلالت دارند. من فکر می‌کنم فناوری‌های نوین بیشترین کارکرد خود را در حوزه‌هایی خواهند داشت که اساساً تماس انسانی در آن‌ها بی‌معنی است مثلاً در ساخت اندام‌های مصنوعی و یا ساخت انواع بهتری از پروتزهای مفصل ران. نیازهایی مثل، پاسخ دادن به بیمار وقتی که شما را فرا می‌خواند، گوش

¹ Mairi Levitt

² Lancaster

³ Human Touch

دادن به بیمار و برآورده کردن احتیاجات او، نشستن در کنار مادری که تازه فرزند خود را به دنیا آورده و کمک کردن به او برای تغذیه نوزادش، غذا دادن به بیماری که خودش قادر به صرف غذا نیست و مواردی از این دست، نیازهای بسیار سطح پایینی هستند که در مقایسه با احتیاجاتی که فناوری‌های پیشرفته برای ما برآورده می‌کنند، اهمیت کمتری داشته و تمام این موارد را می‌توان با کمک پرسنلی که آموزش‌های کمی دیده‌اند و در سلسله مراتب پایین تراداری و علمی قرار دارند هم انجام داد. فناوری‌های سطح بالا به نظر می‌رسد که می‌تواند در سطوح بالاتری، عدالت و برابری را به ارمغان بیاورد.

خانم دکتر لویت عقیده دارد که اگر فناوری را به عنوان وسیله‌ای برای افزایش طول عمر، بهبود کیفیت درمان و تسهیل کننده وظایف افراد شاغل در حوزه سلامت معرفی کنیم، دیگر مشکل مهمی با پذیرش آن توسط افراد جامعه نخواهیم داشت. به نظر او مشکل اصلی این است که سیستم خدمات سلامت چگونه هزینه‌های استفاده از این فناوری‌ها را تقبل کرده و به چه ترتیب در مورد اولویت‌های استفاده از آن‌ها در مقایسه با فناوری‌های سطوح پایین تر تصمیم‌گیری کند که مصالح مردم و بیماران در آن به طور کامل لحاظ شود.

او قبول دارد که امواج پیشروی فناوری‌های نوین که هم اکنون نیز تغییرات زیادی را در پزشکی باعث شده است، می‌تواند خطرناک باشد به خصوص اگر در اثر هیجان دانشجویان پزشکی نسبت به این فناوری‌ها، دانشجویان از هدف اصلی خود که همانا کمک به بیماران با کمترین هزینه است، دور شده و غرق در جزئیات فناورانه شوند. به طور کلی هدف اصلی از آموزش پزشکی، در درجه اول تربیت پزشکانی است که اصول طبابت را به خوبی فرا گرفته‌اند و سپس در مورد جنبه‌های فناورانه پرکاربرد در پزشکی نیز آموزش‌هایی می‌بینند.

خانم دکتر جودیت سندور^۱، مدیر «مرکز اخلاق و قانون در زیست پزشکی» در دانشگاه مرکزی اروپا (CEU) در بوداپست مجارستان است. او اشاره می کند که به نظر می آید پزشکان و افراد شاغل در حرفه های مرتبط با پزشکی، از همان منظری که بیماران به مشکل خود نگاه می کنند، به قضیه توجه نمی کنند. چیزی که برای یک فرد مطلوب به نظر می رسد، ممکن است برای فرد دیگری کافی نبوده و نامطلوب محسوب شود.

“اگر طبقه بندی شما صرفاً مبتنی بر فناوری و یا فقط آسیب شناسانه باشد، جنبه های مهم حقوق بنیادی انسانی ممکن است از قلم افتاده و به سادگی مورد غفلت واقع شوند. بنابراین من معتقدم در سیاست هایی که طرح ریزی می شود، باید اولین و مهم ترین اهداف، بازگرداندن شأن و منزلت بیمار و اعطای آزادی و حق انتخاب به بیماران باشد. رسیدن به این اهداف ممکن است در فردی که دچار انواعی از معلولیت و یا ناتوانی است، با افزایش قابلیت دسترسی فیزیکی او در محل کارش تحقق یابد. البته این گونه تقویت کردن فناورانه در افراد با معلولیت های خاص، نباید به عنوان جایگزینی برای یکپارچگی و وحدت اجتماعی افراد جامعه تلقی شده و باعث بی توجهی ای افراد به یکدیگر شود.”

در حالی که متخصصان اخلاق پزشکی به ما در جهت دادن به مباحث مرتبط با استفاده افراطی از فناوری های نوین در پزشکی کمک می کنند، سؤال اساسی این است که چگونه می توان روندهای بعدی را پیش بینی کرد و چگونه می توان فناوری هایی را انتخاب کرد که نسبت به بقیه قابلیت های بیشتری دارد. آقای یان پیرسون^۲ که یک آینده پژوه مشهور و مؤلف مطالب علمی - تخیلی (Sci-Fi) است در کتاب خود با نام «You Tomorrow» به چندین پیشگویی موفق آینده پژوهانه اشاره کرده است. وقتی

¹ Judit Sandor

² Ian Pearson

که من در ابتدای سفر خودم به وادی آینده پژوهی پزشکی گام گذاشته بودم، او مرا راهنمایی کرده و پیشنهادات جالبی را به من ارایه نمود. او نظرات صریحی در مورد این که پیش بینی آینده تا چه اندازه می تواند مشکل باشد، ارایه کرده است:

”با پیشرفت های صورت گرفته در ایجاد ارتباط بین بافت های عصبی و اجزای الکترونیکی، امروزه ما می توانیم با کمک برچسب های پوستی^۱ خاص، خصوصیات خون در گردش را پایش کرده و با توجه به کوچک بودن اندازه این برچسب ها، به راحتی و به صورت معمول می توان از آن ها در بخش های بیمارستانی استفاده کرد تا به کمک آن ها بتوان پیش بینی کوتاه مدتی از سطح سلامت افراد انجام داد. برای پیش بینی میان مدت هم ابزارهایی به زودی ارایه خواهد شد که با استفاده از علم الکترونیک ساخته شده و با به کارگیری آن ها بر روی سطوح غشایی بدن و یا حتی بر روی پوست، می توان به ثبت دریافت های حسی^۲ افراد و پاسخ آن ها پرداخته و سطوح فعلی سلامت افراد را تحلیل کرد. در حقیقت تمام پیش بینی های بلند مدت در این زمینه، پس از سال ۲۰۰۱ که ما توانستیم برای اولین بار این ابزارهای الکترونیک را چاپ کنیم، امکان پذیر شد و با کمک این وسایل توانستیم سیگنال های الکترونیکی را از طریق پوست منتقل کنیم. بنابراین بسته به سطوح فناوری هایی که شما به آن ها دست پیدا می کنید، می توانید دید بیشتری نسبت به آینده پیدا کرده و پیش بینی های بهتری را ارایه دهید.“

از آنجا که پیشرفت های فناورانه، بار اصلی بیشتر تشخیص ها و درمان ها را بر دوش می کشد، در تمامی سطوح افرادی که خدمات سلامت را ارایه می کنند، بیشتر به سمت ایفای نقش های حمایتی و احساسی کشیده شده اند. به نظر یان پیرسون،

¹ Skin Patches

² Sensations

این گونه مراقبت‌ها در جای خود مهم بوده و خصوصاً به عنوان مهم‌ترین وظیفه پرستاران قلمداد می‌شود و باید به بیماران ارایه شود. اما پزشکان باید تأکید بیشتری بر روی توصیه‌هایی داشته باشند که به پیشگیری از بیماری‌ها کمک کرده و به خود - مراقبتی بهتر افراد منجر خواهد شد. در آینده ماشین‌ها بیشتر تحلیل‌ها را انجام خواهند داد. با پیشرفت فناوری، انسان‌ها ترغیب خواهند شد که بر روی بعد انسانی قضایا تمرکز بیشتری داشته باشند و ماشین‌ها هم اجازه خواهند داشت، کارهای مربوط به خود را انجام دهند. البته شناسایی این که از این فناوری‌های پیشرفته، کدام یک بیشتر با انسان تطابق حاصل کرده و بهتر مورد قبول مردم واقع می‌شود، مهم بوده و باعث ارتباط بهتر بین ماشین و انسان می‌شود.

تکنوسکچوالیتی^۱ و فراتر از آن

مردی به نام دیو کت^۲ با همسر و دوستش زندگی می‌کند که البته هر دوی آن‌ها صناعی^۳ بوده و به صورت سفارشی طراحی شده‌اند و در واقع عروسک‌هایی به سبب طبیعی انسانی هستند. در حقیقت دیو کت خود را یک تکنوسکچوال می‌داند. یکی از اهداف من در نوشتن این کتاب، نشان دادن تغییراتی در جوامع امروزی بود که به وسیله فناوری‌های نوظهور ایجاد شده‌اند. با این که بعضی از افراد قادر به درک این مطلب نیستند که دیو کت چگونه در مورد شرکای زندگی خود فکر می‌کند، ولی داستان او می‌تواند به طور کامل نمایانگر ایجاد تفاوت‌های زیادی در مفاهیم و نظریه‌هایی باشد که در دهه آینده ما شاهد آن‌ها خواهیم بود.

یکی از دلایلی که آقای دیو کت موافقت کرد تا در رسانه‌ها تصویر او را به همراه

^۱ تکنوسکچوال (Technosexual): به کسی اطلاق می‌شود که رفتار و فعالیت‌های جنسی او معطوف به وسایل تکنولوژیک مثل ربات، ماشین، رایانه و ... می‌باشد [م].

^۲ Dave Cat

^۳ Synthetic

همسرش سیدور^۱ و دوستش النا^۲ نشان داده شود، آگاه کردن جامعه و عموم افراد با مفهوم انسان صناعی^۳ است. اتفاقاً واژه «صناعی» یک عبارت کلی و مبهمی است که او هم برای توصیف انواع وسایل مصنوعی منفعل، مثل عروسک‌های مخصوص عشق بازی به کار برده و هم شامل انواعی از عروسک‌های فعال شبه زن و یا شبه مرد^۴ می‌شود. از آنجا که این عروسک‌ها از لحاظ ظاهری، به طور فزاینده‌ای در حال واقعی‌تر شدن هستند، ربات‌های انسان‌نما هم در حال گسترش بوده و طرز فکر و برخورد جامعه هم در این مورد بازتر از گذشته شده است. او معتقد است که در دو دهه آینده، ما شاهد تعداد بیشتری از این عروسک‌ها صناعی انسان‌نما خواهیم بود. او به من تأکید کرد که هدف اصلی او از این گفتگو، بیان این نکته است که شما ممکن است بتوانید با یک شریک صناعی، زندگی رضایت‌بخشی داشته باشید و او ایمان دارد که در آینده تنها کسی نخواهد بود که به این سبک زندگی می‌کند.

”بدون تردید، این که من یک فرد «عاشق ارتباط با عروسک»^۵ بوده‌ام، باعث ارتقای کیفیت زندگی من شده است. به دست آوردن سیدور و النا باعث شد تا من بتوانم با گروه‌های مختلفی از مردم چه در داخل و چه در خارج اجتماع «عشاق عروسک‌ها» ملاقات داشته باشم و باعث ایجاد روابط دوستی بین ما گردید.

همچنان که فرهنگ جامعه، کم‌کم روش زندگی افراد عشاق عروسک را به عنوان «یک سبک زندگی» و یا حداقل به عنوان «یک تفریح» می‌پذیرد، من معتقدم که هر فرد در جامعه می‌تواند یک شریک عروسکی مردانه یا زنانه‌ای

¹ Sidore

² Elena

³ Synthetic Human

⁴ Gynoids & Androids

⁵ Idollator: کسی است که از داشتن رابطه با عروسک‌ها نسبت به ارتباطات واقعی انسانی، لذت بیشتری می‌برد [م].

را برای خود داشته باشد. این افراد عشاق عروسک می‌توانند در مناسبت‌هایی در کنار هم جمع شده و شرکای زندگی خود را به یکدیگر نشان داده و همزمان نکات جدید و جالبی را که مربوط به دنیای خودشان است را بیاموزند. دقیقاً مثل همان کاری که دارندگان ماشین‌های قدیمی و عتیقه و یا دارندگان رادیوهای قدیمی انجام می‌دهند و در اجتماعاتی که برای خود دارند، تجربیات خود را با هم در میان می‌گذارند. بنابراین، این محصولات صناعی و در اصل خود فناوری قادر است که افراد را گرد هم آورده و این موضوع خصوصاً برای افرادی که از نظر ذهنی تنها هستند، باعث رفع تنهایی شده و نیز در آن‌ها احساس تعلق و پیوند به یک جامعه را ایجاد می‌کند.

او می‌گوید که عقیده و باور عمومی در مورد سبک زندگی خودش به سه دسته تقسیم می‌شود. بعضی‌ها فکر می‌کنند که داشتن چنین «همراهان سیلیکونی» می‌تواند جذاب و منحصر به فرد باشد. بعضی دیگر که از طریق رسانه‌ها مطالبی را در این مورد شنیده‌اند، چنین عقیده دارند که داشتن یک شریک زندگی صناعی، چیزی است که افراد شکست خورده و یا منحرف به دنبال آن هستند. و دسته آخر هم کسانی هستند که تا قبل از این که با او برخوردی داشته باشند، هیچ مطلبی در این مورد نشنیده‌اند.

”من فکر می‌کنم یکی از دلایلی که باعث شده، مخالفان به این موضوع این‌گونه عکس‌العمل نشان دهند، حسادت است. این افراد وارد روابط جدی ولی غیرسازنده و نامطلوب با همدیگر شده‌اند و وقتی که می‌بینید که شخصی به یک همراه صناعی عشق می‌ورزد، ممکن است آشفته و ناراحت شوند. من همیشه سعی می‌کنم تا این افراد را متقاعد کنم که حداقل از موضعی بی‌طرف به انسان‌های صناعی نگاه کنند. هم من و هم سیدور مطالبی را که چه به صورت رو در رو و چه در پشت سر ما گفته می‌شود را می‌شنویم. خوشبختانه در میان این نظرات، هستند افرادی که از ما حمایت کرده و وقتی که شاهد

وجود روابط شاد و خشنود بین ما هستند، تصمیم می‌گیرند که از ما و به طور

کلی از حرکت داشتن «یک همراه سیلیکونی» پشتیبانی کنند.^۱

او می‌داند که می‌توان با کمک هوش مصنوعی و یک برنامه نویسی دقیق، کاری کرد که فردی عاشق یک سیستم عامل شود. همچنین امروزه بازی‌های ویدیویی در ژاپن وجود دارد که استفاده از آن کاملاً همه‌گیر شده و پس از اجرا در گجت‌های قابل حمل می‌تواند یک «دوست مجازی» را برای شما شبیه‌سازی کند. باید قبول کنیم داشتن یک ربات انسان‌نما که کاملاً شبیه انسان باشد، ما را به سوی تشکیل نوع جدیدی از جامعه رهنمون خواهد نمود. در حقیقت هر چیزی که بتواند رفتار انسان‌های واقعی را شبیه‌سازی کند، بدون آن که نقاط ضعف و کمبودهای آن را داشته باشد، می‌تواند برای کسانی که به دنبال چنین کیفیتی هستند، جذاب باشد. اما در مورد کسانی که در برخورد با چنین انسان‌نمایی مشکل دارند و با آن‌ها راحت نیستند، چه باید کرد؟

آقای دیوکت به من می‌گوید که می‌تواند تصور کند انسان‌ها چه رنجی از تنهایی می‌کشند، چه افرادی که در ارتباطات فردی شکست خورده‌اند و یا کسانی که در تطابق با جامعه دچار مشکل شده‌اند، چه افراد سالمندی که فقط در جستجوی کسی هستند که بتوانند با او درد دل کنند. اینجاست که وجود این عروسک‌های زن یا مردنما که نه فقط قادر به شنیدن گفته‌های شما بوده بلکه توانایی پاسخ دادن را هم دارند، می‌تواند برای این افراد فواید بسیاری داشته باشد.

این داستان صرفاً یک مثال از تغییرات و مفاهیم جدیدی در جامعه بود که به زودی به وقوع خواهد پیوست و جامعه ناچار به تطابق با آن خواهد بود. در آینده ما مواجهه با مجموعه‌ای از دیدگاه‌ها، نقش‌ها و شغل‌هایی خواهیم بود، که امروزه ممکن است کاملاً عجیب به نظر برسند. مثلاً یک «راهبر خدمات سلامت»^۱ می‌تواند به بیماران در جمع‌آوری اطلاعات اولیه‌ای که در مجموعه‌های عظیم خدمات سلامت

¹ Healthcare Navigator

وجود دارد، کمک کرده و آن‌ها را به انتخاب بهترین گزینه‌های موجود رهنمون سازند. یا یک «درمانگر مراحل انتهایی حیات»^۱ ممکن است به افراد در برنامه‌ریزی برای سال‌های آخر عمرشان یاری کند. یک «مشاور خرید ربات»^۲ به افراد سالمی که به دنبال خرید ربات برای نیازهای منزل خود هستند کمک می‌کنند تا مناسب‌ترین نوع ربات را که متناسب با احتیاجاتشان است خریداری کنند.

در نظر بگیرید امروزه میلیون‌ها نفر در بدن خود انواع پروتز، ایمپلنت و یا ضربان‌سازهای قلبی دارند و پس از مرگشان با همین وسایل به خاک سپرده می‌شوند، که می‌تواند باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی هم بشود. همچنین در بعضی از فرهنگ‌ها که مرده‌ها را می‌سوزانند، این ایمپلنت‌های تیتانیومی یا کبالتی نخواهند سوخت و اگر این وسایل مانند ضربان‌سازهای قلبی حاوی باتری باشند، در اثر گرما ممکن است منفجر شوند.

برای غلبه بر چنین مشکلاتی یک شرکت دانمارکی به نام Orthometals، سالانه حدود ۲۵۰ تن از این وسایل فلزی را در سطح اتحادیه اروپا از بدن افراد جمع‌آوری می‌کند. آن‌ها این فلزات را به صنایع خودروسازی یا هوانوردی می‌فروشند. همچنین بعضی از این ایمپلنت‌های دست دوم هنوز کارایی داشته و می‌توانند به عنوان وسایلی که قادر به حفظ جان افراد در سایر نقاط دنیا می‌باشند، دوباره استفاده شوند. در همین راستا یک شرکت خیریه به نام Peace4life ضربان‌سازهای سالمی که در بدن افراد وجود دارد را قبل از مراسم تدفین، از بدن افراد خارج کرده و برای استفاده مجدد به هندوستان می‌فرستند. با وجود مفاهیم، فناوری‌ها و راه‌حل‌های جدیدی که در حال ورود به عرصه زندگی ماست، هنوز احتمالات شگفت‌آوری برای برخورد‌های انسانی با مسائل و مشکلات امروز وجود دارد و در حقیقت همه چیز به انتخاب‌های ما باز می‌گردد.

¹ End of life Therapist

² Robot Counsellor

نمره دسترسی: ۱

کانون توجه: همه افراد

وبسایت ها و سایر منابع بر خط:

- The world future society (<https://www.worldfuture.org/>)

شرکت ها و شرکت های نوپا:

کتاب ها:

- Society and Technological Changes by Volti
- Shaping Technology/Building Society by Bijker & Law

فیلم ها:

- Metropolis (1926)
- Blade Runner (1982)
- 1984 (1984)
- Bicentinnial Man (1999)

بخش سوم

آماده شدن برای آینده پزشکی

خودتان را به روز نگه دارید

اهمیتی ندارد که شما در کجای سیستم خدمات سلامت مشغول به کار هستید. فقط سعی کنید که روندهای اصلی دنیای پزشکی را دنبال کرده و خود را در مسیر پیشرفت‌های مهم آن قرار دهید. سعی کنید با استفاده از منابع دیجیتال خود را به روز نگه دارید. مشترک سایت‌هایی شوید که منابع با کیفیتی به حساب آمده و با ثبت نام در سایت‌های خبری معتبر، اخبار جدید را با کمک RSS¹ دریافت کرده و جریانات خبری مورد علاقه خود را تعقیب کنید. برای مثال من در حساب کاربری فیسبوک خود، تمامی مخاطبینی که پست‌های مفیدی ارسال نمی‌کردند را حذف کرده و فقط صفحه‌هایی را دنبال می‌کنم که موضوعات مورد علاقه مرا ارایه می‌دهند. در حال حاضر صفحه فیسبوک من به مثابه یک معدن طلاست که فقط اطلاعات مرتبطی را پوشش می‌دهد که من به آن‌ها نیاز دارم. البته من در مورد توئیتر و Google+ هم همین رویه را در پیش گرفته‌ام.

سایت medicalfuturist.com روزانه اطلاعاتی را در مورد آینده پزشکی در اختیار شما قرار خواهد داد و البته اگر بخواهید یک بولتن خبری الکترونیکی روزانه هم برای شما ارسال خواهد کرد. سایر وبسایت‌هایی که می‌توانید در آن‌ها مباحث مربوط به آینده پزشکی را دنبال کنید شامل: io9.com² و سایت [Kurzweil AI](http://www.kurzweilai.net)³ و سایت انجمن

¹ RSS سرنام عبارت Really Simple Syndication است و یک ابزار ساده بر اساس زبان XML بوده که با کمک آن بدون آن که به وبلاگ و یا سایت خاصی سر بزنید، آخرین اخبار و اطلاعات تازه آن وبسایت برای شما ارسال و در صورت علاقه مندی شما به مطلب، می‌توانید کل موضوع را در سایت مربوطه مطالعه کنید [م].

² <http://io9.com/tag/futurism>

³ www.kurzweilai.net

جهانی آینده یا World Future Society¹ می باشد.

به استقبال دنیای دیجیتال بروید

چه خوشتان بیاید و چه خوشتان نیاید، دنیا روز به روز بیشتر بر روی فناوری های جدید متمرکز می شود. البته این موضوع به این معنی نیست که همگی باید از تمام این تغییرات خشنود بوده و موافق آن ها باشیم و یا این که از همین لحظه به بعد باید کل زندگیمان بر مبنای این تغییرات دیجیتال شکل گیرد. ولی در صورت پذیرش اهمیت این تغییرات، آمادگی ما برای ادامه دادن این مسیر بیشتر می شود. خیلی از بیماران نیاز به دیدگاه های انسان مدارانه بیشتری از طرف مراقبین سلامت خود دارند. نیاز این گروه از بیماران، حتی در دنیای به طور کامل فناورانه نیز باید برآورده گردد. برای همین، به طور مداوم راه حل هایی برای ارایه بهتر مراقبت های سلامت و روش های برخورد صحیح تر با بیماران ارایه می گردد. بحث های مدیریت زمان و بعضی از راه حل های آنلاین هم می توانند در طول هفته باعث صرفه جویی زیادی در وقت شما شوند. بنابراین باید به استقبال این تغییرات دیجیتال رفت و با تکیه بر تکنیک هایی که وجود دارد و با استفاده از آن ها، راحتی بیشتری را در زندگی و کارایی بالاتری را در کار خود ایجاد کرد.

بخوانید، گوش دهید و ببینید

در هیچ زمان دیگری در طول تاریخ سرگرمی ها، این حجم از فیلم، مصاحبه و برنامه های تلویزیونی و یا کتاب هایی که عامل شروع بحث و گفتگو در مورد آینده و آینده پژوهی شود، در دسترس افراد قرار نداشته است. برای مثال می توان از فیلمی

¹ www.worldfuture.org

مثل «Her» که در سال ۲۰۱۳ ساخته شده و یا فیلم «Gatta Ca» که محصول ۱۹۹۷ می‌باشد، نام برد. در مورد کتاب‌ها هم می‌توان به کتاب «فیزیک آینده»^۱ نوشته میچیوکاکو و کتاب «اختراع پایانی ما»^۲ نوشته جیمز برات اشاره کرد که در مورد هوش مصنوعی و مباحث اخلاقی و ملاحظات است که باید به زودی بحث‌های جدی در مورد آن‌ها آغاز گردد.

از بیرون علم پزشکی به آن بنگرید

شما وقتی که فقط چشم‌هایتان را به پیشرفت‌های مرتبط با پزشکی بدوزید، به راحتی از پیشرفت‌های دیگری که در سایر علوم به وقوع پیوسته و می‌تواند در پزشکی هم به کار گرفته شود، غافل خواهید شد. در نظر بگیرید چرا نباید فرصت ایجاد تغییرات بنیادین در هر کدام از تخصص‌های پزشکی، از علمی مثل فناوری نانو، بخش انرژی و یا علم رباتیک الهام گرفته شود. فقط با گشودن چشمان خود بر روی پیشرفت‌های علوم دیگر و درک مفاهیمی که ممکن است به طور مستقیم به پزشکی مربوط نباشد، می‌توان شاهد پیشرفت‌های بیشتر در حوزه پزشکی بود. برای مثال ابرایانه واتسون IBM و یا ابداع نانو تیوب‌ها هیچ کدام به طور خاص در ابتدا برای مصارف پزشکی طراحی نشده بودند ولی امروزه در پیشرفت فناوری‌های پزشکی سهیم هستند.

از گزافه‌گویی‌ها و ادعاهای نادرست دوری کنید

گاهی مطالب غلوآمیزی در پزشکی مطرح می‌شود که البته بی‌معنی هستند. وجود این مطالب می‌تواند باعث برداشت‌های نادرست و انتظارات غیرواقعی مردم از تحقیقات پزشکی و نتایج آن‌ها گردد. سال‌ها طول کشید تا مطالب غیرواقعی که در مورد

¹ The Physics of the Future

² Our Final invention

کارکردهای اپلیکیشن‌های مختلف تلفن‌های هوشمند گفته شده بود، برای مردم روشن شد. امروزه هم افراد به جای این که اپلیکیشن‌های متعددی را روی تلفن خود نصب کنند، یاد گرفته‌اند که بهترین آن‌ها را انتخاب کرده و از آن استفاده کنند. هر نوع کاربرد راه‌حل‌های دیجیتال در حوزه سلامت باید به وسیله شواهد مبتنی بر داده‌های محکم و قابل استناد تأیید گردد. بنابراین بررسی مطالعات و مقالات موجود می‌تواند تصویری صحیح‌تر از فناوری‌های نوظهور را در ذهن شما ایجاد کند. برای پیدا کردن مقالات معتبر هم می‌توانید از سایت pubmed و یا Google Scholar استفاده کنید.

استقراء و نتیجه‌گیری کردن از روندهای امروزی

باید توانایی تحلیل روندها را به طور راهبردی داشته باشید تا با کمک آن، به شکل معنی‌داری قادر به پیش‌بینی آینده باشید. پس از این که روندی را تشخیص دادید، می‌توان با کمک منابع بر خط، پایگاه داده‌ها، کتاب‌ها و فیلم‌ها اطلاعات بیشتری را به دست آورد. به دست آوردن این اطلاعات کلید تشخیص مسیر آینده خواهد بود و این اطلاعات به طور فزاینده‌ای روز به روز در حال افزایش است. باید توانایی تشخیص روندها را پیدا کنید و بفهمید که کدام یک از آن‌ها بیشتر با نیازهای شما تطابق دارد و سعی کنید در بررسی آن روند، خبره شوید. فقط نظاره‌گر روند بودن کافی نیست، بلکه باید بتوانید ارزیابی‌های خود را هم از فناوری‌ها ارایه داده و با کمک مهارت خود بتوانید روندی که از سایر روندها مهم‌تر و تأثیرگذارتر است را تشخیص دهید.

راه‌حل‌های نهایی و یگانه را فراموش کنید

امروزه فلسفه‌ها و جنبش‌هایی وجود دارند که فقط تأکید بر روی یک مفهوم و یا یک رهیافت دارند و ادعا می‌کنند که می‌توانند با روش منحصر به فرد خود، آینده خوبی را برای بشریت به ارمغان بیاورند. اما باید در نظر داشت که استفاده از یک روش

و یا یک راه حل نمی تواند تمام مشکلات بشری را حل کند. در حقیقت ما به مجموعه‌ای از انسان‌ها، ابزارها و مفاهیم مرتبط با هم نیاز داریم تا بتوانیم مشکلات را در مقیاس جهانی از پیش پا برداریم. به همین دلیل توصیه می‌شود که بهتر است به یک فلسفه یا طرز فکر مثل «ترابشریت» و یا «تکینگی»^۱ اکتفا نشود و فکر نکنیم یک روش به تنهایی قادر به حل تمام مشکلات بشری خواهد بود. در حقیقت مطلوب‌ترین راه‌حل‌های آینده، آمیزه‌ای از تمام مفاهیمی است که ما سعی در تشریح و توضیح آن‌ها در دهه آینده خواهیم داشت.

قبل از پذیرش هر فلسفه‌ای که در مورد آینده بحث می‌کند، ابتدا به آن به دیده بدینی نگاه کرده و حتماً به صورت تحلیلی آن را ارزیابی کنید. در تاریخ بشر، تعداد فلسفه‌های جدیدی که برای توصیف زندگی بشری تبیین شده‌اند، هیچ گاه به اندازه امروز زیاد نبوده و البته هیچ وقت هم یادگیری در مورد آن‌ها، ساده‌تر از اکنون نخواهد بود.

از رشد و اهمیت فناوری نترسید

گاهی توسعه فناوری‌های مختلف باعث می‌شود جهان نسبت به آنچه که ایده آل ماست، شکل دیگری به خود بگیرد. اما همان طور که در طول تاریخ شاهد آن بوده‌ایم، هیچ فناوری در کوتاه مدت نتوانسته در روش زندگی افراد تغییراتی را به وجود آورد. بیش از یک دهه طول کشید تا اینترنت به وضعیت فعلی خود دست پیدا کند. همچنین ماشین‌های بدون راننده با این که تا به حال میلیون‌ها مایل را بدون هیچ تصادفی طی مسیر کرده‌اند، هنوز در جاده‌های ما دیده نمی‌شوند. یا ابزارهای واقعیت افزوده (AR) مثل عینک‌های هوشمند و عینک‌های گوگل با این که چندین سال است که از معرفی آن‌ها می‌گذرد، هنوز در تدریس استادان جراحی به دانشجویان و در دانشگاه‌های پزشکی مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.

¹ Singularity

چنین تغییراتی سرانجام به وقوع خواهند پیوست ولی باید بدانیم که خصوصاً در حوزه‌های خدمات سلامت و پزشکی، زمان زیادی برای اعمال این تغییرات مورد نیاز است. ما نیازمند تطابق صحیح با نیازهای نوین خود هستیم و برای همین پذیرش این پیشرفت به گذشت زمان احتیاج دارد.

فناوری را بیش از حد دست بالا نگیرید

وقتی که پروژه ژنوم انسانی به پایان رسید، بعضی افراد انتظار داشتند که بلافاصله انقلابی عظیم در علم پزشکی رخ دهد. در حالی که حدود یک دهه پس از آن، زمان لازم بود تا برای اولین بار بر اساس واریته ژنوم بیماری خاصی، تصمیم برای درمان افراد مبتلا به آن بیماری گرفته شود و هنوز هم این فرآیند به کندی در حال پیشرفت است.

همچنین با ظهور تلفن‌های آیفون، هم بعضی از پزشکان و هم بیماران، انتظار داشتند بتوانند از قابلیت‌های آن برای مقاصد درمانی استفاده کنند. باز هم حدود یک دهه طول کشید تا اولین اپلیکیشن پزشکی که بر اساس مطالعات مبتنی بر شواهد، سودمندی آن تأیید شده بود، مورد قبول شرکت‌های بیمه‌گذار به عنوان یک گزینه درمانی قرار گرفت. فناوری به تنهایی نمی‌تواند برای مشکلات اصلی که مؤسسات خدمات سلامت با آن مواجه هستند، راه‌حلی را پیدا کند. البته فناوری می‌تواند ابزارها و یا فرصت‌هایی را برای حل کردن معضلات موجود برای ما مهیا کند ولی در همین حد و نه بیشتر.

اگر مهارت‌های کار با رایانه را ندارید، تسلیم نشوید

بسیاری از افراد شاغل در گروه‌های پزشکی، خصوصاً افراد مسن‌تر، به من می‌گویند که قادر به استفاده کردن از فناوری‌های جدید نبوده و حتی بعضی از آن‌ها نمی‌توانند رایانه را روشن کنند. برای چنین افرادی، بسته‌های آموزشی از پیش طراحی

شده وجود دارند که کمک می کنند تا آن ها آشنایی بیشتری با این مباحث پیدا کنند. وقتی که این افراد شروع به کار و آموزش در این زمینه کنند، متوجه خواهند شد که این مطالب بسیار ساده تر از آن چیزی است که فکرش را می کردند. همچنین جهت سادگی بیشتر می توان برای وارد کردن داده ها به سامانه از صفحه کلیدهای هولوگرافیک استفاده کرد و به طور کلی می توان با استفاده از رابط های کاربری ساده تر به جای استفاده از سامانه های منسوخ و قدیمی، باعث تسهیل انجام کار برای افرادی شد که با این نوع فناوری ها مشکل داشته و در حال تقلا برای یادگیری هستند.

برای باقی ماندن تماس های انسانی بجنگید

با وجود این که من در هنگام نوشتن مقدمه و دیباچه این کتاب در این مورد خوش بین بودم ولی پیشرفت سریع فناوری، نشان از حرکتی دارد که قصد دارد تماس های انسانی و معاینه را از طبابت حذف کند. این سناریو تا حد زیادی بستگی به نوع مقابله ما با آن در کوتاه مدت دارد. باید به دنبال راه حل هایی باشیم که تماس های انسانی در آن ها جایگاهی داشته باشند. هم چنان که سیستم خدمات سلامت کارآتر می شود، پزشکی باید هنوز بر روی ارتباطات انسانی با دیگران متمرکز باشد.

ارتباطات دوجانبه را بپذیرید

بدون پذیرش عمومی ارتباط دوجانبه بین استفاده از فناوری های نوین و باقی نگه داشتن تماس های انسانی، امواج تغییرات پیش رو منجر به جدال و کشمکش در بین ما خواهد شد. اگر افراد محافظه کار هم چنان بر وجود تماس های انسانی تأکید کرده و باعث گسترش ترس از اثرات مخرب فناوری شوند و در سوی دیگر هم متخصصان فناوری به معرفی ابزارها و تکنیک های جدید بپردازند، به نظر نتیجه این دو حرکت به طور هم زمان ولی جدا از هم، برای بیشتر افراد مطلوب نخواهد بود و باید تعادلی بین

هر دو حرکت فوق برقرار شود. این تعادل زمانی محقق می‌شود که از هر دو حرکت اطلاعات کافی داشته باشیم و به اهمیت هر دو مورد واقف شده باشیم.

دیگران را هم برای این تغییرات آماده کنید

حتی امروز نیز به ندرت توجه افراد به سوی اخبار مرتبط با فناوری‌های آینده و چگونگی استفاده از آن‌ها در حیطه پزشکی جلب می‌شود. هنوز افراد هنگام مشاهده برنامه‌های تلویزیونی در مورد «افزایش طول عمر»، «فناوری‌های نانو»، و یا «ربات‌های جراح» به شکل غریبی با آن مواجه می‌شوند. در حال حاضر ما، منابع بر خط محدودی در این زمینه‌ها داریم که این مباحث را مورد نقد و بررسی قرار داده و در مورد ملاحظات اخلاقی و خطرات بالقوه آن‌ها بحث می‌کنند. یکی از روش‌های غلبه بر این مشکلات، به بحث گذاشتن این مطالب و ایده‌ها با افراد مختلف است. سوالات مهم را مطرح کنید و برای افرادی که علاقه مند به ایجاد تعادل بین فناوری و اصول طبابت هستند، مطالب جالب و شنیدنی این موضوعات را به بحث و گفتگو بگذارید.

پیش‌بینی آینده پزشکی خود یک چالش است

پزشکی و خدمات سلامت، حوزه منحصر به فردی است که بر پایه قوانین بسیار ویژه‌ای بنا نهاده شده و همیشه روش‌ها و درمان‌های نوین در حال اضافه شدن به ساختار پایه‌ای قدیمی آن هستند. هیچ‌کس نمی‌تواند به طور دقیق آینده پزشکی را پیش‌بینی کند ولی بر پایه روندهای جاری در سال‌های اخیر می‌توان حدس‌هایی را در مورد مسیرهای محتمل پزشکی در آینده مطرح کرد. به عنوان شاهی بر این مدعا، در قرن ۱۸ میلادی از جمعی از نقاشان فرانسوی خواسته شد که آن‌چه که در ذهن خود از جامعه در سال ۲۰۰۰ میلادی در سر دارند، به تصویر بکشند. امروزه وقتی این نقاشی‌ها را بررسی می‌کنیم، شاهد وجود ایده‌های جالب دیوانه‌واری هستیم که به

ذهن آن نقاشان خطور کرده بود. آن‌ها به ایده‌هایی مثل ارتباطات از راه دور (تله کنفرانس) و یا وسایل نقلیه سریع‌السیر اشاره کرده بودند. البته آن‌ها اشتباهاتی نیز داشتند، مثلاً آن‌ها تصور کرده بودند که با گذاشتن کتاب‌ها در داخل نوعی ماشین، می‌توان آن علوم را راحت‌تر به ذهن شاگردان انتقال داد. گرچه این ایده می‌توانست مفید باشد و همان رهیافتی است که در ابررایانه IBM به کار گرفته شده است ولی عملاً امروزه این ابررایانه کارهایی را انجام می‌دهند که هیچ انسانی قادر به انجام آن نبوده و اصولاً بحث انتقال مفاهیم به انسان مطرح نیست بلکه کمک به حل مسائل و مشکلات انسان مورد توجه قرار دارد.

از آنجا که روندهای پژوهشی هم در حال تکامل هستند، ارزیابی‌های مکرر و بررسی گزینه‌های پیش‌رو، برای اطمینان از این که در مسیری درست و به سوی آینده روشنی در حال حرکت هستیم، لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

ارتباطات و جمع‌سپاری

پایان این کتاب باید به معنی آغاز بحث‌های زیادی در مورد آینده پزشکی باشد. مطرح شدن این مباحث در جامعه و توجه همگانی به سوی روندهای شکل‌دهنده آینده می‌تواند بسیار مفید باشد. برای رسیدن به اهداف فوق می‌توانید بحث‌های مرتبط با آینده پزشکی را با استفاده از هشتگ #medicalfuture در توییتر و یا سایر سایت‌ها، وبلاگ‌ها و یا کانال‌های رسانه‌های جمعی مطرح کنید. اگر ایده‌های شما قابلیت تغییر آینده را دارد حتماً آن را در معرض دید سیاست‌گذاران قرار دهید. برای انجام راه‌حل‌های خود از جمع‌سپاری استفاده کنید تا مشکلات پیچیده به این روش حل گردند. استفاده از قدرت توده‌ها و جمع‌آوری کمک‌های نقدی از مردم برای ایده‌های خوب می‌تواند راهگشا باشد، به خصوص زمانی که شما خودتان از لحاظ مالی قادر به انجام این ایده نباشید. به یاد داشته باشید که هیچ محدودیتی برای یک ایده خوب وجود ندارد.

نتیجه گیری

”هیچ چیز مانند رؤیا قادر به خلق آینده نیست.“

ویکتور هوگو

آینده پژوهانی مثل ری کورزویل^۱ و یان پیرسون^۲ معمولاً در مورد یکی از آخرین ابداعات بشر یعنی مغز دیجیتال^۳ صحبت می کنند. در حال حاضر ما می دانیم که مغز چگونه سلول به سلول و در مقیاس های کوچک و بزرگ فعالیت می کند. در آینده ما قادر خواهیم بود که افکار، ذهنیات و خاطرات خود را دانلود کرده و برای همیشه به شکل یک مغز دیجیتال زندگی کنیم. گرچه این اتفاق ممکن است به این زودی به وقوع نپیوندد ولی به نظر من این اتفاق در حال حاضر و در زندگی حرفه ای من افتاده است و این چیزی است که من به آن رسانه های جمعی^۴ می گویم.

به صورت آنلاین من دسترسی به گنجینه ای از ذهن های خبره در زمینه های مورد علاقه خود دارم. من می توانم در مواقع لزوم به پاسخ هایی که این افراد به سؤالات من در زمینه های علمی، پزشکی و کلینیکی می دهند، اعتماد کنم. من در یک شبکه عظیمی از مردم زندگی می کنم که می توانند با من تعامل داشته باشند. در گذشته، زمانی که دانشجو بودم، وقتی که با یک سؤال پیچیده مواجه می شدم، برای رسیدن به پاسخ، گاهی به استادان و گاهی به دانشجویان سال های بالاتر مراجعه می کردم. گاهی هم پاسخ سؤالم را با چند مکالمه تلفنی می گرفتم. اما بعضی وقت ها کاملاً تنها شده و

^۱ Ray Kurzweil

^۲ Ian Pearson

^۳ Digital Brain

^۴ Social Media

هیچ پاسخی را به سؤال دریافت نمی کردم. این احساس تنهایی و نداشتن پاسخ برای سؤالاتم، احساس بسیار دردناکی را در من ایجاد می کرد، این که کاملاً تنها باشید و گاهی مجبور شوید تصمیم مهمی هم با همان اطلاعات ناقص بگیرید. من هرگز نمی خواهم که چنین احساسی را دوباره تجربه کنم. برای همین سال ها است که وقت صرف کردم تا یک شبکه گسترده آنلاین را در وبلاگ خود و سایر حساب های کاربری خود در Google+، Facebook، Twitter و LinkedIn ایجاد کنم تا هرگز از نظر حرفه ای تنها نشوم. چنین راهبردی برای هر متخصص رشته های پزشکی امکان پذیر است و به نظر من این بزرگترین ابداعی است که در تاریخ پزشکی صورت گرفته است. نوآوری امروز سریع تر از هر زمان دیگری به وقوع می پیوندد. شرکت های بزرگ و بعضی از شرکت های نوپا، همگی در تلاش برای ایجاد تغییرات بنیادین در قسمت های کوچک یا بزرگی از پزشکی هستند. بیماران در حال تبدیل شدن به e-Patient بوده و این پزشکان را برای حرکت بیشتر به سوی دنیای دیجیتال تشویق می کند. با آموزش به دانشجویان و حتی فارغ التحصیلان شاغل در حرفه های پزشکی می توان به آنها مهارت های لازم را آموخت تا هم از زمان خود بهترین استفاده را ببرند و هم بهتر بتوانند به راهنمایی بیماران خود بپردازند.

مثال هایی که ما با آن برخورد کردیم همگی بر قابلیت و قدرت فناوری تأکید داشته و باعث ارتباطات مؤثرتر، آموزشی بهتر و بهبود سریع تر بیماران شده است. چیزی که هنوز کمبود آن احساس می شود نبود بحث های جدی و جامع در مورد مباحثی است که به اخلاقیات و مشکلاتی که در آینده گریبان سیستم های خدمات سلامت را خواهند گرفت، مربوط می شوند. هدف از تألیف این کتاب هم شروع همین مباحث بوده و امیدوارم که آغازگری برای این حرکت باشد.

بر پایه روندها و فناوری هایی که در این کتاب معرفی شده اند، جدای از این که فناوری چگونه نقش خود را ایفا کند و چه اهمیتی در زندگی ما داشته باشد، تماس های

انسانی همیشه باید به عنوان یک عنصر کلیدی در ارتباط بین بیمار و پزشک مطرح باشد. با وجود آن که امواج فناوری که به سوی ما در حال حرکت هستند، بسیار عظیم بوده و آثار آن هم ممکن است گاهی مخرب باشد، اگر ذی نفعان گروه‌های پزشکی و سلامت خود را برای این تغییرات آماده کرده باشند، نه تنها پزشکی با قدرت باقی خواهند ماند، بلکه سامانه جدیدی از خدمات سلامت و روش‌های جدیدی برای طبابت از بطن این تغییرات متولد خواهد شد. در طول این دوره، هر کس باید بر طبق حدسیات خود، مهارت‌هایی که فکر می‌کند به آن‌ها نیاز دارد را توسعه داده و خود را با دنیای همیشه در حال تغییر، وفق دهد. من هنوز معتقدم که برای ایجاد این تغییرات دیر نشده و هنوز انجام این تعهدات ممکن است.

امیدوارم این کتاب به کسانی که می‌خواهند به استقبال آینده اسرارآمیز پزشکی بروند، کمک کرده باشد، همچنان که امیدوارم دنیای خدمات سلامت، خوش بینانه وارد دوره‌ای شود که بیش از این نیاز به راهنمایی نداشته باشد.

قدردانی

ارنست همینگوی که برنده جایزه نوبل ادبیات سال ۱۹۵۴ است، در سخنرانی پذیرش جایزه خود گفت که "نویسندگی در حدّ اعلای آن، یک زندگی غریبانه است". من صمیمانه از همسر خود سپاسگزارم، کسی که می داند تمام تلاش هایی که من برای تألیف این کتاب انجام دادم، صرفاً برای خودم نبوده است. از خانواده ام سپاسگزارم زیرا که ماه ها من را فقط در حالی که مشغول نوشتن بودم، تحمل کردند. همچنین باید مراتب سپاس خود را از کسانی اعلام کنم که به ایمیل های من پاسخ دادند. می دانم که همه آن ها، در حالی که سخت مشغول کار بودند، پاسخ سؤالات مرا دادند. از آقای لوسین انجلن که برای این کتاب مقدمه ای نگاشتند، صمیمانه تشکر می کنم، خصوصاً که ایشان در طول سال های گذشته، نصایح و راهنمایی های ارزنده خود را از من دریغ نکردند. نمی توانم قدردان تمامی نخبگانی نباشم که با ایشان مصاحبه کرده و از گفتار آن ها در این کتاب استفاده کردم. این افراد شامل:

Jason Berek.lewis, Dave de Bronkart, Denise Silber, Dr.Christian Assad-kottner, Isabel Hofmann, Alexander Ryu, Jared Heyman, Ziv Meltzer, Dr.Rafael Grossmann, Mathias Kuck, Sarah Doll, Kimble L.jenkins, Dr. Arun Mathews, Dr. Catherine Mohr, Prof. Blake Hannaford, Dr. Jur Koksma, Prof. George Church, Dr. Joel Dudley, Prof. Jacob Rosen, Prof. Takao Someya, Dr. Edward Abrahams, Prof. Antony Atala, Prof. Robert Langer, Dr. Dave Albert, Mike Renard, Michael Molitch-hou, Jack Andraka, Dr. Casey Bennett, Prof. Robert Hester, Russ Angold, Ariel Garten, Conor Russomanno, Dr. Andrs Paszternak, Prof. Steve Mann, Chris Dancy, Prof. Robert Riener, Dr. Malia Fullerton, Dr. Mairi Levitt, Ian Pearson, Dave cat, Prof. ed Boyden , Prof. Judit Sandor

و بسیاری از شرکت‌ها و شرکت‌های نوپا
همچنین از گروه موسیقی Focus@Will و آهنگ‌هایی که توسط Cliff Martinez
تنظیم شده بود، متشکرم زیرا با کمک آن‌ها بود که می‌توانستم برای مدت‌های طولانی
به نوشتن ادامه دهم.

کتابنامه

پیشگفتار

Pew Research, 15 Theses About the Digital Future
<http://www.pewinternet.org/2014/03/11/15-theses-about-the-digital-future/>

بیماران توانمند شده

Yahoo Finance, Genentech and PatientsLikeMe Enter Patient-Centric Research Collaboration
<http://finance.yahoo.com/news/genentech-patientslikeme-enter-patient-centric-130000088.html>

Crowdmed
<https://www.crowdmed.com/how-it-works?category=patient>

Crowdsourcing A Mom's Medical Diagnosis: Help is needed!
<http://sciencereoll.com/2012/07/02/crowdsourcing-a-moms-medical-diagnosis-help-isneeded/>
<http://artisopensource.net/>

Research Conducted Using Data Obtained through Online Communities: Ethical Implications of Methodological Limitations, PLoS Med. 2012;9(10):e1001328

Accelerated clinical discovery using self-reported patient data collected online and a patient-matching algorithm, Nature Biotechnology 29, 411-414 (2011)
doi:10.1038/nbt.1837

http://www.ted.com/speakers/dave_debronkart

بازی وارسازی سلامت

Do We Have a Winner? Gamification in Healthcare

<http://www.healthbizdecoded.com/2013/05/do-we-have-a-winner-gamification-in-healthcare/>

Wired, Can Gamification Help Fix One of the Biggest Health Problems You've Never Heard Of?

<http://insights.wired.com/profiles/blogs/seeking-solutions-to-the-biggest-problem-you-ve-never-heardof#axzz2wujFwuqb>

From gamification to personalized medicine, here's a list of companies pitching at IMPACT

<http://medcitynews.com/2013/10/want-know-pitching-impact-check-list/>

12 Surprising Gamification Stats for 2013

<http://www.getmoreengagement.com/gamification/12-surprising-gamification-stats-for-2013>

Gamification: Still the Future of Fitness?

<http://dailyburn.com/life/tech/gamification-future-of-fitness/>

Playing for better health with BioGaming

<http://blogs.msdn.com/b/healthblog/archive/2014/03/24/playing-for-better-health-with-biogaming.aspx>

Wired, Forget the Quantified Self. We Need to Build the Quantified Us

<http://www.wired.com/2014/04/forget-the-quantified-self-we-need-to-build-the-quantified-us/>

Alternate Reality Game Will Turn You Into a Fitness Maniac

<http://www.fastcodesign.com/3028503/alternate-reality-game-will-turn-you-into-a-fitness-maniac>

Wikipedia, Re-Mission,

<https://en.wikipedia.org/wiki/Re-Mission>

PSFK Future of Health Report (slideshow)

<http://www.slideshare.net/PSFK/psfk-future-of-health-report-33393202>

Serious Games Transforming Health Through Challenging Conversations

<http://seriousgamesmarket.blogspot.fr/2014/04/serious-games-transforming-health.html>

Nintendo Wii rehabilitation („Wii-hab”) provides benefits in Parkinson’s disease. Parkinsonism Relat Disord. 2013 Nov;19(11):1039-42.

The Nintendo Wii as a tool for neurocognitive rehabilitation, training and health promotion, Computers in Human Behavior Volume 31, February 2014, Pages 384-392

Mobile Health News, Eight ways the Microsoft Kinect will change healthcare

<http://mobihealthnews.com/25281/eight-ways-the-microsoft-kinect-will-change-healthcare/>

Science Daily, Wii-playing surgeons may improve performance on laparoscopic procedures

<http://www.sciencedaily.com/releases/2013/02/130227183500.htm>

How do you solve a problem like medication non-adherence?

<http://www.bcmj.org/blog/how-do-you-solve-problem-medication-non-adherence>

Why the University of Washington Wants Its Surgeons to Play Videogames

<http://allthingsd.com/20130911/why-the-university-of-washington-wants-its-surgeons-to-play-videogames/>

Medical News Today, Researchers use Lumosity to identify early cognitive impairment in cirrhosis patients

<http://www.medicalnewstoday.com/releases/273503.php>

تغذیه در آینده

5 Futuristic Food Trends

<http://abcnews.go.com/Health/futuristic-food-trends/story?id=20954898#5>

Business Insider, This Test-Tube Burger Could Literally Save The World

<http://www.businessinsider.com/cultured-beef-burger-could-save-the-world-2013-8>

R.I.'s Food Innovation Nexus seeks to create foods to treat medical conditions

<http://www.providencejournal.com/breaking-news/content/20131229-r.i.s-food-innovation-nexus-seeks-to-createfoods-to-treat-medical-conditions.ece>

BBC Future, The future of food

<http://www.bbc.com/future/story/20140206-the-future-of-food>

14 Reasons to Be Hopeful About the Future of Food

<http://foodtank.com/news/2013/10/fourteen-reasons-to-be-hopeful-about-the-future-of-food>

Engadget, Foodini is a 3D printer for everything from burgers to gnocchi

http://www.engadget.com/2014/03/27/foodini/?ncid=rss_truncated

The Guardian, Food trends in 2014: from digital dining to healthy junk food

<http://www.theguardian.com/lifeandstyle/2014/jan/06/food-trends-2014-digital-dining-healthy-junk-food>

Technology at the dining table, Spence and Piqueras-Fiszman Flavour 2013, 2:16

The Elderly Get the First Taste of 3D Printed Future Food

<http://3dprintingindustry.com/2014/04/14/3d-printed-future-food>

IEET, Future Technology Could Eliminate the Need to Eat Food

<http://ieet.org/index.php/IEET/more/pelletier20130107>

The Atlantic, The Man Who Would Make Food Obsolete

<http://www.theatlantic.com/health/archive/2014/04/the-man-who-would-make-eating-obsolete/361058/>

Will Stem Cell Burgers Go Mainstream?

<http://www.iflscience.com/plants-and-animals/will-stem-cell-burgers-go-mainstream>

IO9.com, Could Soylent really replace all of the food in your diet?

<http://io9.com/could-soylent-really-replace-all-of-the-food-in-your-di-510890007>

واقعیت افزوده و واقعیت مجازی

Science Daily, Special glasses help surgeons 'see' cancer

<http://www.sciencedaily.com/releases/2014/02/140210184257.htm>

Medgadget, Google Glass App Turns Anyone Into Rapid Diagnostic Test Expert

<http://www.medgadget.com/2014/02/google-glass-app-turns-anyone-into-rapid-diagnostic-test-expert.html>

10 ways Google Glass could show up in everyday medical care

http://www.mlive.com/news/grandrapids/index.ssf/2014/01/10_ways_google_glass_could_tra.html

Forbes, 'OK Glass, Save A Life.' The Application Of Google Glass In Sudden Cardiac Death

<http://www.forbes.com/sites/johnnosta/2013/07/06/ok-glass-save-a-life-the-application-of-google-glass-in-suddencardiac-arrest/>

Medgadget, Google Glass Coming to Rhode Island Emergency Room to Help Diagnose Skin Conditions (VIDEO)

<http://www.medgadget.com/2014/03/google-glass-coming-to-rhode-island-emergency-room-to-help-diagnose-skinconditions.html>

Researchers develop Google Glass app that delivers instant analysis of point-of-care diagnostic tests

<http://www.imedicalapps.com/2014/03/researchers-google-glass-app-medical-diagnostic-tests/>

Graphene smart contact lenses could give you thermal infrared and UV vision
<http://www.extremetech.com/extreme/178593-graphene-smart-contact-lenses-could-give-you-thermal-infraredand-uv-vision>

Continuous Monitoring Contact Lenses – A Moonshot Proposal
<http://www.engineering.com/DesignerEdge/DesignerEdgeArticles/ArticleID/6415/Continuous-Monitoring-Contact-Lenses—A-Moonshot-Proposal.aspx>

The Next Web, How augmented reality is augmenting its own future
<http://thenextweb.com/insider/2014/01/31/augmented-reality-augmenting-future/#!Bcn94>

Facebook, Google, And Sony Are Getting Ready To Fight A Cyberpunk War
<http://www.fastcodesign.com/3027921/facebook-google-and-sony-are-getting-ready-to-fight-a-cyberpunk-war>

Daily Mail, Glass without the glasses: Google patents smart contact lens system with a CAMERA built in
<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2604543/Glass-without-glasses-Google-patents-smart-contact-lens-CAMERA-built-in.html>

Medgadget, Personal Neuro Seeks to Combine Google Glass with EEG [INTERVIEW]
<http://www.medgadget.com/2014/04/personal-neuro-seeks-to-combine-google-glass-with-eeg-interview.html>

Doctor Credits Google Glass For Saving This Patient's Life
http://www.huffingtonpost.com/2014/04/10/google-glass-saves-life-steven-horng_n_5120371.html

Breastfeeding Mothers Getting Help From Google Glass?
<http://scienceroll.com/2014/02/04/breastfeeding-mothers-getting-help-from-google-glass/>

Wearable technology to improve education and patient outcomes in a cardiology fellowship program – a feasibility study, Health and Technology December 2013, Volume 3, Issue 4, pp 267-270

تله مدیسین و مراقبت از راه دور

Smithsonian.com, Telemedicine Predicted in 1925

<http://www.smithsonianmag.com/history/telemedicine-predicted-in-1925-124140942/?no-ist>

GizMag, iRobot receives FDA approval for physician avatar RP-VITA

<http://www.gizmag.com/irobot-intouch-health-rp-vita-medical-fda-approval/25977/>

When Life Gives You Lemons, Make Lemonade. When Life Gives You Cancer...

<https://medium.com/personal-stories-about-healthcare/when-life-gives-you-lemons-make-lemonade-when-lifegives-you-cancer-b2c9a3d8aa6d>

What is the future of telemedicine?

<http://blog.econocom.com/en/blog/what-is-the-future-of-telemedicine/>

These 4 Companies Could Alter the Future of Telehealth

<http://www.fool.com/investing/general/2014/02/06/these-4-companies-could-alter-the-future-of-telehe.aspx>

Should It Really Take 14 Years to Become a Doctor?

http://www.slate.com/articles/health_and_science/medical_examiner/2014/03/physician_shortage_should_we_shorten_medical_

The Guardian, Telehealth can play an important role in the future of healthcare

<http://www.theguardian.com/healthcare-network/2013/nov/12/telehealth-important-role-future-healthcare>

Deloitte, eVisits: the 21st century housecall

<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/gxtmt-2014prediction-evisits.pdf>

Larry Page Makes the Case for Electronic Medical Records

<https://www.linkedin.com/today/post/article/20140322154035-19886490-larry-page-on-electronical-medicalrecords-ted>

Robots let doctors 'beam' into remote hospitals

<http://www.modernhealthcare.com/article/20131117/INFO/311169930>

Venure Beat, Practice Fusion owes its success — and its culture — to a motorcycle crash

<http://venturebeat.com/2013/01/29/practice-fusion-owes-its-success-and-its-culture-to-a-motorcycle-crash/>

IEEE, Remote tactile sensing glove-based system

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=5626824>

Physician Shortages to Worsen Without Increases in Residency Training

https://www.aamc.org/download/153160/data/physician_shortages_to_worsen_without_increases_in_residency_tr.pdf

Global Challenges Facing Humanity

http://www.millennium-project.org/millennium/Global_Challenges/chall-08.html

تفکری دوباره در برنامه‌های آموزش پزشکی

UA College of Medicine Cuts Deal For Synthetic Cadaver

<http://www.tucsonweekly.com/TheRange/archives/2013/10/31/ua-college-of-medicine-cuts-deal-for-syntheticcadaver>

Medgadget, Virtual Reality Dissection System Helps Study Anatomy, Spare a Cadaver (VIDEO)

<http://www.medgadget.com/2014/04/virtual-reality-dissection-system-helps-study-anatomy-spare-a-cadavervideo.html>

The New York Times, The Virtual Anatomy, Ready for Dissection

<http://www.nytimes.com/2012/01/08/business/the-human-anatomy-animated-with-3-d-technology.html>

Medgadget, Real Time MRI Guidance and Visualization for Brain Surgery Using Clearpoint System: Interview with CEO of MRI Interventions

<http://www.medgadget.com/2013/11/real-time-mri-guidance-and-visualization-for-brain-surgery-usingclearpoint-system-interview.html>

ربات های جراح و ربات های انسان نما

Jacob Rosen, Surgical Robotics – Chapter 5, In “Medical Devices” edited by Martin Culjat, Rahul Singh, and Hua Lee, John Wiley & Sons 2013 pp. 63-97.

Jacob Rosen, Blake Hannaford, Richard Satava, Surgical Robotics – Systems Applications and Visions, 1st edition 2011 by Springer, ISBN 978-1-4419-1126-1
<http://www.springerlink.com/content/978-1-4419-1125-4#section=841753&page=1>

Information Week, 10 Medical Robots That Could Change Healthcare
http://www.informationweek.com/mobile/10-medical-robots-that-could-change-healthcare/d/d-id/1107696?page_number=2

Here’s a robot that can draw your blood
<http://www.dvice.com/2013-7-28/heres-robot-can-draw-your-blood>

Medical Robots: Current Systems and Research Directions, Journal of Robotics Volume 2012 (2012), Article ID 401613, 14 pages

Technology Review, Building a Self-Assembling Stomach-Bot
<http://www.technologyreview.com/news/410857/building-a-self-assembling-stomach-bot/>

Healthcare Innovation and the National Robotics Initiative
<http://blog.larta.org/2013/08/28/healthcare-innovation-and-the-national-robotics-initiative/>

Wired, Peering under your skin: the future of surgical robotics is virtual
<http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-06/11/robo-surgeons>

Medgadget, Intuitive’s New da Vinci Xi Robotic Surgical System Unveiled (VIDEO)
<http://www.medgadget.com/2014/04/intuitives-new-da-vinci-xi-robotic-surgical-system-unveiled-video.html>

Using Drones to Deliver Medical Supplies in Roadless Areas
<http://engineering.curiouscatblog.net/2014/04/10/using-drones-to-deliver-medical-supplies-in-roadless-areas/>

Medical News Today, Improving the human-robot connection
<http://www.medicalnewstoday.com/releases/275441.php>

Daily Mail, Carl the robot bartender serves customers at German bar
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2379966/Carl-robot-bartender-pours-drinks-customers-Germanbar.html>

ژنومیک و پزشکی فردگرایانه واقعی

Kurzweil AI, Craig Venter's 'biological teleportation' device
<http://www.kurzweilai.net/craig-venters-biological-teleportation-device>

Forbes, A DNA Sequencing Breakthrough That Many Expectant Moms Will Want
<http://www.forbes.com/sites/stevensalzberg/2014/03/09/a-dna-sequencing-breathrough-that-many-expectantmoms-will-want/>

Medgadget, Handheld DNA Analyzer Wraps Up Indiegogo Campaign: Interview with Jonathan O'Halloran, QuantuMDx's Chief Scientific Officer
<http://www.medgadget.com/2014/03/handheld-dna-analyzer-wraps-up-indiegogo-campaign-interview-withjonathan-ohalloran-quantumdxs-chief-scientific-officer.html>

Penn State Researchers Create 3D Models from DNA Samples
<http://3dprintingindustry.com/2014/03/31/3d-models-dna-penn-state-research>

The Guardian, Startup offering DNA screening of 'hypothetical babies' raises fears over designer children
<http://www.theguardian.com/technology/2014/apr/07/disease-free-digital-baby-designer-children-fears>

Personalized Medicine Coalition, The Case for 3rd Edition Personalized Medicine
http://www.personalizedmedicinebulletin.com/wpcontent/uploads/sites/205/2011/11/Case_for_PM_3rd_edition1.pdf

حسگرهای جسمی در داخل یا خارج بدن

A New Wi-Fi-Enabled Tooth Sensor Rats You Out When You Smoke or Overeat
<http://motherboard.vice.com/blog/a-new-wi-fi-enabled-tooth-sensor-rats-you-out-when-youre-smoking-orovereating>

Smart Embedded Devices: Here They Come
<http://biomedicalcomputationreview.org/content/smart-embedded-devices-here-they-come>

Digestive Diagnostics: Portable, Wearable, Insideable
<http://ibs.aurametrix.com/2014/02/digestive-diagnostics-portable-wearable.html>

IEEE, Putting Electronics in People
<http://spectrum.ieee.org/tech-talk/biomedical/devices/putting-electronics-in-people>

Mashable, Lifelogging: The Most Miserable, Self-Aware 30 Days I've Ever Spent
<http://mashable.com/2014/03/20/lifelogging-experiment/>

Health: Sensing Trouble
<http://therotarianmagazine.com/health-sensing-trouble/>

The Verge, Smart skin patch knows when you need your meds
<http://www.theverge.com/2014/3/30/5558990/smart-skin-patch-knows-when-you-need-your-meds>

Engadget, 'Wello' iPhone case can track your blood pressure, temperature and more
<http://www.engadget.com/2014/03/06/wello/>

World Future Society, The Future of Biometric Identification and Authentication
<http://www.wfs.org/blogs/ian-pearson/future-biometric-identification-and-authentication>

Medgadget, One Step Closer to the Artificial Pancreas: Interview with Medtronic's Dr. Francine Kaufman
<https://www.medgadget.com/2014/04/one-step-closer-to-the-artificial-pancreas-interview-with-medtronics-drfrancine-kaufman.html>

CNN, FDA approves first bionic eye
<http://edition.cnn.com/2013/02/19/health/fda-bionic-eye/>

The website of Takao Someya
<http://www.jst.go.jp/erato/someya/en/project>

Engadget, Japanese 'smart clothing' uses nanofibers to monitor your heart-rate (video)
<http://www.engadget.com/2014/01/30/ntt-docomo-toray-smart-cloth/>

Medical News Today, Online game helps doctors improve patients' blood pressure faster
<http://www.medicalnewstoday.com/releases/276932.php>

تریگوردر پزشکی و ابزارهای تشخیصی قابل حمل

A complete medical check-up on a chip
<http://phys.org/news/2014-03-medical-check-up-chip.html>

A Revolutionary Portable Lab for Rapid and Low-Cost Diagnosis
<http://www.mdtmag.com/news/2014/02/revolutionary-portable-lab-rapid-and-low-cost-diagnosis>

Techcrunch, Biomeme Wants To Turn Your iOS Device Into A Disease-Detecting Mobile DNA Lab
<http://techcrunch.com/2013/08/07/biomeme-wants-to-turn-your-ios-device-into-a-disease-detecting-mobile-dnalab/>

The Economist, The dream of the medical tricorder
<http://www.economist.com/news/technology-quarterly/21567208-medical-technology-hand-held-diagnostic-devices-seen-star-trek-are-inspiring>

Portable Lab Enables Fast Diagnosis of Medical and Environmental Conditions
http://www.atelier.net/en/trends/articles/portable-lab-enables-fast-diagnosis-medical-and-environmentalconditions_427875

Diagnostics: A Focus on Imaging, Portability, and Regulations

<http://www.mdtmag.com/articles/2013/06/diagnostics-focus-imaging-portability-and-regulations>

Science Daily, Biological testing tool, ScanDrop, tests in fraction of time and cost of industry standard

<http://www.sciencedaily.com/releases/2014/03/140326142305.htm>

BBC News, 'Star Trek' – The Tricorder

<http://news.bbc.co.uk/dna/place-lancashire/plain/A55853012>

51 digital health metrics in 2013

<http://mobihealthnews.com/27638/51-digital-health-metrics-in-2013/>

Wired, A Gold Gadget That Would Let You Stop Heart Attacks With a Smartphone

<http://www.wired.com/2014/04/clear-3-d-printed-defibrillators-can-shock-heart-without-pads>

Techcrunch, Apple Introduces HealthKit For Tracking Health And Fitness Data

<http://techcrunch.com/2014/06/02/apple-ios-health/>

iBGStar® Blood Glucose Meter

<http://www.bgstar.com/web/ibgstar>

پرورش ارگان‌ها در داخل بشقاب

Fear of Immortality

http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2013/08/aging_polls_and_life_extension_why_don_t_americans_want_

TED, Growing new organs

https://www.ted.com/talks/anthony_atala_growing_organs_engineering_tissue

Process Devised to Generate Stem Cells from Drop of Blood

<http://sciencebusiness.technewslit.com/?p=17197>

Scientific American, Future of Medicine: Advances in Regenerative Medicine Teach Body How to Rebuild Damaged Muscles, Tissues and Organs

<http://www.scientificamerican.com/article/future-of-medicine-advances-regenerative-medicine-rebuild-damaged-muscles-tissues-organs/>

The Future of Regenerative Medicine

http://www.huffingtonpost.com/andre-choulika/post_5200_b_3598945.html

World Future Society, Investing in the Future of Regenerative Medicine

<http://www.wfs.org/blogs/james-lee/investing-future-regenerative-medicine>

The future of regenerative medicine: Stem cell therapy may be approaching faster than you think

<http://www.sp-exchange.ca/2014/02/26/the-future-of-regenerative-medicine-stem-cell-therapy-may-be-approaching-faster-than-you-think/>

Gel to heal divide between bones and surgical implants

<http://www.rsc.org/chemistryworld/2014/04/gel-heal-divide-between-bones-surgical-implants>

Science Daily, Living organ regenerated for first time: Thymus rebuilt in mice

<http://www.sciencedaily.com/releases/2014/04/140408115610.htm>

The Economist, Engage reverse gear

<http://www.economist.com/news/science-and-technology/21600356-first-time-mammalian-organ-has-been-persuaded-renew-itself-engage-0>

How these London scientists make body parts in a lab

<http://dfm.timesherald.com/article/how-these-london-scientists-make-body-parts-in-a-lab/a0240fa12279467740adb7cfe4cef1ac>

Gizmodo, British Scientists Say They've Created Artificial Blood for Humans

<http://gizmodo.com/british-scientists-say-theyve-created-artificial-blood-1563033374>

Technology Review, Implant Lets Patients Regrow Lost Leg Muscle

<http://www.technologyreview.com/news/526996/implant-lets-patients-regrow-lost-leg-muscle/>

Kurzweil AI, Regenerating plastic material grows back after damage
<http://www.kurzweilai.net/regenerating-plastic-material-grows-back-after-damage>

Scientists Grow Functional Nerve Cells Using Stem Cells
<http://gadgets.ndtv.com/science/news/scientists-grow-functional-nerve-cells-using-stem-cells-528959>

BBC Future, Will we ever... grow synthetic organs in the lab?
<http://www.bbc.com/future/story/20120223-will-we-ever-create-organs>

زیست فناوری را خودت انجام بده

Scientific American, DIY Biotech Labs Undergo Makeovers
<http://www.scientificamerican.com/article/diy-biotech-labs-undergo-makeovers/>

Wired, This Woman Invented a Way to Run 30 Lab Tests on Only One Drop of Blood
<http://www.wired.com/2014/02/elizabeth-holmes-theranos/?cid=18964974>

Biotech Alliance to Humanize Pig Lungs for Transplant
<http://sciencebusiness.technewslit.com/?p=17636>

Wired, Biologists Create Cells With 6 DNA Letters, Instead of Just 4
<http://www.wired.com/2014/05/synthetic-dna-cells/>

This Genius Kid Has Invented A Device That Quickly Detects Water Contaminants
<http://www.fastcoexist.com/3030503/this-genius-kid-has-invented-a-device-that-quickly-detects-watercontaminants>

This 15-Year-Old Came Up With Software To Hunt Down Cancer-Causing Gene Mutations
<http://www.fastcoexist.com/3031095/this-15-year-old-came-up-with-software-to-hunt-down-cancer-causing-genemutations>

انقلاب چاپ سه بعدی

Technology Review, Artificial Organs May Finally Get a Blood Supply
<http://www.technologyreview.com/news/525161/artificial-organs-may-finally-get-a-blood-supply/>

Medgadget, 3D Printing Low-Cost Prosthetics Parts in Uganda
<http://www.medgadget.com/2014/03/3d-printing-low-cost-prosthetics-parts-in-uganda.html>

Baby Heart Patient Saved by 3D Printing
<http://3dprintingindustry.com/2014/02/25/baby-heart-3d-printing>

Can you 3D print drugs?
<http://theweek.com/article/index/246091/can-you-3d-print-drugs#axzz34Qnp52se>

Popular Science, How 3-D Printing Body Parts Will Revolutionize Medicine
<http://www.popsci.com/science/article/2013-07/how-3-d-printing-body-parts-will-revolutionize-medicine>

Technology Review, Heart Implants, 3-D-Printed to Order
<http://www.technologyreview.com/news/525221/heart-implants-3-d-printed-to-order/>

How a Medical Clinic in the Bolivian Rainforest Might Use 3D Printing
<http://3dprintingindustry.com/2014/02/18/medical-clinic-bolivian-rainforest-might-use-3d-printing>

The Scientist, Organs on Demand
<http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/37270/title/Organs-on-Demand/>

Anatomically Accurate Aorta Cells 3D Printed at Sabancı University in Turkey
<http://3dprintingindustry.com/2014/03/20/3d-printing-aorta-cells-turkey>

Hospital Technician Tethers Cables & Saves Hospital Money with 3D Printing
<http://3dprintingindustry.com/2014/03/23/hospital-technician-tethers-cables-saves-hospital-money-3d-printing>

Mashable, 3D Printing Is a Matter of Life and Death
<http://mashable.com/2013/09/05/3d-printing-healthcare/>

Bone Replacements and Heart Monitors Spur Health Revolution in Open Source 3D Printing (Op-Ed)
<http://www.livescience.com/43787-bone-replacements-and-heart-monitors-spur-health-revolution-in-open-source-3d-printing.html>

Bioprinting Infographic
<http://www.printerinks.com/bioprinting-infographic.html>

22 Year Old Receives Complete 3D Printed Cranium Replacement
<http://3dprint.com/1795/22-year-old-receives-complete-3d-printed-cranium-replacement/>

Medgadget, Scientists on Track to Assemble 3D Printed “Bioficial” Heart
<http://www.medgadget.com/2014/04/scientists-on-track-to-assemble-3d-printed-bioficial-heart.html>

Bone replacements and heart monitors spur health revolution in open source 3D printing
<http://theconversation.com/bone-replacements-and-heart-monitors-spur-health-revolution-in-open-source-3dprinting-23789>
3D Printed Osteoid Medical Cast – Heals Bones 80% Better
<http://3dprintboard.com/showthread.php?2918-3D-Printed-Osteoid-Medical-Cast-Heals-Bones-80-Better>

Kurzweil AI, 3D-printed tumor model allows for more realistic testing of how cancer cells grow and spread
<http://www.kurzweilai.net/3d-printed-tumor-model-allows-for-more-realistic-testing-of-how-cancer-cells-growand-spread>

CNN, Artificial eyes, plastic skulls: 3-D printing the human body
<http://us.cnn.com/2014/04/17/tech/innovation/artificial-eyes-3d-printing-body/index.html>

3D Printing Organs, Blood Vessels and All, Takes a Big Step Toward Reality | Singularity Hub
<http://singularityhub.com/2014/05/05/new-method-to-produce-blood-vessels-in-lab-grown-organs/>

Bioprinting a 3D Liver-Like Device to Detoxify the Blood

http://www.jacobsschool.ucsd.edu/news/news_releases/release.sfe?id=1512

US FDA Wants An Open Dialogue About 3D Printing Medical Devices

<http://3dprintingindustry.com/2014/05/20/us-fda-wants-open-dialogue-additive-manufacturing-medical-devices>

Life-cycle economic analysis of distributed manufacturing with open-source 3-D printers, *Mechatronics* Volume 23, Issue 6, September 2013, Pages 713-726

Researchers Have 3D-Printed Blood Vessels

<http://www.businessinsider.com/researchers-have-3d-printed-blood-vessels-2014-6>

مرد آهنین؛ اسکلت خارجی و اندام‌های مصنوعی دارای قدرت تحرک

3D-printed exoskeleton helps paralyzed skier walk again

<http://www.cnet.com/news/3d-printed-exoskeleton-helps-paralyzed-skier-walk-again/>

Human Exoskeleton, The 'Body Extender,' Is 'Most Complex Wearable Robot' Ever Built

<http://www.medicaldaily.com/human-exoskeleton-body-extender-most-complex-wearable-robot-ever-built-270576>

CBS News, Paralyzed patients hope ReWalk exoskeleton gets approved by FDA

<http://www.cbsnews.com/news/paralyzed-patients-hope-rewalk-exoskeleton-gets-approved-by-fda/>

Wikipedia, Powered exoskeleton

https://en.wikipedia.org/wiki/Powered_exoskeleton

The Future Of Touch-Sensitive Prosthetic Limbs: Real-Time Sensory Information

http://www.science20.com/news_articles/future_touchsensitive_prosthetic_limbs_realtime_sensory_information-122278

Bionic body no longer science fiction as researchers develop revolutionary new prosthetics, ways to restore sight

<http://news.nationalpost.com/2014/01/01/bionic-body-no-longer-science-fiction/>

Wired, The Future of Prosthetics Could Be This Brain-Controlled Bionic Leg
<http://www.wired.com/2013/10/is-this-brain-controlled-bionic-leg-the-future-of-prosthetics/>

BBC Future, Prosthetics: Meet the man with 13 legs
<http://www.bbc.com/future/story/20140123-the-man-with-13-legs>

National Geographic, Revolution in Artificial Limbs Brings Feeling Back to Amputees
<http://news.nationalgeographic.com/news/2014/02/140222-artificial-limbs-feeling-prosthetics-medicine-science/>

Medgadget, Touch Bionics Unveils i-limb ultra revolution Prosthetic Hand With iOS Control App (w/video)
<http://www.medgadget.com/2013/04/touch-bionics-unveils-i-limb-ultra-revolution-prosthetic-hand-with-ioscontrol-app.html>

Medgadget, Self-Designed Prosthetic Knee for Extreme Sports: Interview w/Mike Schultz, Biodapt Inc.
<http://www.medgadget.com/2014/03/self-designed-prosthetic-knee-for-extreme-sports-interview-wmike-schultzbiodapt-inc.html>

Medgadget, How Next Generation Bionic Devices Will Help Everyone Trek Through Life
<http://www.medgadget.com/2014/03/how-next-generation-bionic-devices-will-help-everyone-trek-throughlife.html>

Why The Future Of Prosthetics Is A Question Of Ethics
<http://www.psfk.com/2013/10/prosthetics-ethics.html>

From Trauma to TED: Boston Marathon Survivor Adrienne Haslet-Davis on Recovery, Care, and Collaboration
http://www.rwjf.org/en/blogs/culture-of-health/2014/04/from_trauma_to_ted.html

BBC News, Rise of the human exoskeletons
<http://www.bbc.com/news/technology-26418358>

Kurzweil AI, Robotic prosthesis turns drummer into a three-armed cyborg
<http://www.kurzweilai.net/robotic-prosthesis-turns-drummer-into-a-three-armed-cyborg>

Man Compares His \$42k Prosthetic Hand to a \$50 3D Printed Cyborg Beast
<http://3dprint.com/2438/50-prosthetic-3d-printed-hand/>

Studio photograph of a young girl wearing a pair of artificial legs
<http://www.ssplprints.com/image/102576/girl-wearing-two-artificial-legs-1890-1910>

Engadget, FDA approves a life-like prosthetic arm from the man who invented the Segway
<http://www.engadget.com/2014/05/09/luke-bionic-arm-approved-by-fda>

پایان آزمایشات انسانی

Wyss Institute, Three ‘Organs-on-Chips’ ready to serve as disease models, drug testbeds
<http://wyss.harvard.edu/viewpage/484/>

Wikipedia, Organ-on-a-chip
<https://en.wikipedia.org/wiki/Organ-on-a-chip>

From 3D cell culture to organs-on-chips, Huh et al, Special Issue – 3D Cell Biology, Trends in Cell Biology, December 2011, Vol. 21, No. 12

Artery chip shows aspirin can’t prevent all blood clots
<http://www.futurity.org/fake-arteries-show-aspirin-cant-prevent-blood-clots/>

Kurzweil AI, Simulated human liver achieved in ‘benchtop human’ project
<http://www.kurzweilai.net/simulated-human-liver-achieved-in-benchtop-human-project#!prettyPhoto>

Kurzweil, AI, Bone marrow-on-a-chip unveiled
<http://www.kurzweilai.net/bone-marrow-on-a-chip-unveiled>

The Independent, In silico: First steps towards a computer simulation of the human body
<http://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/health-news/in-silico-first-steps-towards-a-computersimulation-of-the-human-body-9340781.html>

Wired, Virtual Humans will help NHS predict your treatment
<http://www.wired.co.uk/news/archive/2014-05/08/virtual-physiological-human>

Harvard News, 'Heart disease-on-a-chip'
<http://news.harvard.edu/gazette/story/2014/05/heart-disease-on-a-chip/>

Microchip-like technology allows single-cell analysis
<http://phys.org/news/2014-05-microchip-like-technology-single-cell-analysis.html>

HumMod: A Modeling Environment for the Simulation of Integrative Human Physiology, Front Physiol. 2011; 2: 12.

تصمیمات پزشکی با استفاده از هوش مصنوعی

Is it possible to build an artificial superintelligence without fully replicating the human brain?
http://www.vitamodularis.org/articles/can_artifical_superintelligence_be_built_without_replicating_the_human_brain.shtml

IBM Watson: The inside story of how the Jeopardy-winning supercomputer was born, and what it wants to do next
<http://www.techrepublic.com/article/ibm-watson-the-inside-story-of-how-the-jeopardy-winning-supercomputerwas-born-and-what-it-wants-to-do-next/#>

IBM's Watson Is Learning Its Way To Saving Lives
<http://www.fastcompany.com/3001739/ibms-watson-learning-its-way-saving-lives> By Jon Gertner

Medical News Today, Evaluating the expertise of humans and computer algorithms
<http://www.medicalnewstoday.com/releases/271345.php>

Wired, Why Human-Computer Teams Hold the Most Promise for the Future
<http://www.wired.com/2014/02/human-computer-teams-hold-promise-future/>

Gartner's 2013 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps Out Evolving Relationship Between Humans and Machines
<http://www.gartner.com/newsroom/id/2575515>

IBM, I'll take 'Business and Medicine,' Alex
http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/innovation_explanations/article/rob_high.html?lnk=ushpcs2

Artificial Intelligence The Future of Medicine? JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2014;140(3):191

Medical News Today, A supercomputer could change how diseases are treated
<http://www.medicalnewstoday.com/articles/272975.php>

Wired, IBM's Watson is better at diagnosing cancer than human doctors
<http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-02/11/ibm-watson-medical-doctor>

Venture Beat, IBM Watson fires its own cancer-fighting 'moonshot'
<http://venturebeat.com/2013/10/18/ibm-watson-fires-its-own-cancer-fighting-moonshot/>

MD Anderson Cancer Center to Use Watson to Help Battle Cancer
<http://smarterplanet.com/blog/2013/10/md-anderson-cancer-center-plans-to-use-ibm-watson-to-help-eradicatecancer.html>

Can computers save health care? IU research shows lower costs, better outcomes
<http://newsinfo.iu.edu/news/page/normal/23795.html>

Forbes, IBM's Watson Attempts To Tackle The Genetics Of Brain Cancer
<http://www.forbes.com/sites/matthewherper/2014/03/19/what-watson-cant-tell-us-about-our-genes-yet/>

The New Yorker, Why We Should Think About the Threat of Artificial Intelligence

<http://www.newyorker.com/online/blogs/elements/2013/10/why-we-should-think-about-the-threat-of-artificialintelligence.html>

Stanford AAAI Talk: Positive Artificial Intelligence

<http://selfawaresystems.com/2014/03/24/stanford-aaai-talk-positive-artificial-intelligence/>

Five Creepiest Advances in Artificial Intelligence

<http://www.learning-mind.com/five-creepiest-advances-in-artificial-intelligence/>

IEET, The Singularity Is Further Than It Appears

<http://ieet.org/index.php/IEET/more/naam20140327>

Wired, Artificial Intelligence Is Now Telling Doctors How to Treat You

<http://www.wired.com/2014/06/ai-healthcare/>

Business Insider, IBM's Watson Supercomputer May Soon Be The Best Doctor In The World

<http://www.businessinsider.com/ibms-watson-may-soon-be-the-best-doctor-in-the-world-2014-4#ixzz34WADQJHn>

IO9.com, IBM's Watson computer has parts of its memory cleared after developing an acute case of potty mouth

<http://io9.com/5975173/ibms-watson-computer-has-parts-of-its-memory-cleared-after-developing-an-acute-caseof-potty-mouth>

IO9.com, A Chatbot Has 'Passed' The Turing Test For The First Time

<http://io9.com/a-chatbot-has-passed-the-turing-test-for-the-first-ti-1587834715>

Medgadget, The First EMR to Integrate with Watson (INTERVIEW)

<http://www.medgadget.com/2014/06/the-first-emr-to-integrate-with-watson-interview.html>

نانوربات‌هایی که در خون ما زندگی خواهند کرد

Top 10 developments in nanodermatology in 2013

<http://nanotechportal.blogspot.hu/2014/02/top-10-developments-innanodermatology.html>

Types of Nanorobots being Developed for Use in Healthcare

<http://www.dummies.com/how-to/content/types-of-nanorobots-being-developed-for-use-in-hea.html>

Kurzweil AI, Robots in the bloodstream: the promise of nanomedicine

<http://www.kurzweilai.net/robots-in-the-bloodstream-the-promise-of-nanomedicine>

Science Daily, New nanoparticle that only attacks cervical cancer cells

<http://www.sciencedaily.com/releases/2014/03/140314212122.htm>

The Nanotechnology Revolution

<http://www.thenewatlantis.com/publications/the-nanotechnology-revolution>

Looking to the Future: Advances in Nanotechnology, an Interview with Travis Earles from Lockheed Martin

<http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3738>

Kurzweil AI, Magnetically controlled nanoparticles cause cancer cells to self-destruct

<http://www.kurzweilai.net/nanoparticles-that-cause-cancer-cells-to-self-destruct>

Popular Science, Nano-Robots That Compute With DNA Installed Into Living Cockroach

<http://www.popsci.com/article/science/nano-robots-compute-dna-installed-living-cockroach>

Superhumans Created by Nanotechnology within 30 years

<http://www.thatreallypossible.com/news/852/nanotechnology-superhumans/>

Science Daily, Cloaked DNA nanodevices survive pilot mission

<http://www.sciencedaily.com/releases/2014/04/140422100021.htm>

Contribution of Nanomedicine to Horizon 2020

<http://www.etp-nanomedicine.eu/public/press-documents/publications/etpn-publications/etpn-white-paper-H2020>

Here's a Surprising Look at How Nanotechnology Could Reengineer Our Bodies

<http://www.policymic.com/articles/89803/here-s-a-surprising-look-at-how-nanotechnology-could-reengineer-ourbodies>

بیمارستان های آینده

In The Hospital Of The Future, Big Data Is One Of Your Doctors

<http://www.fastcoexist.com/3022050/futurist-forum/in-the-hospital-of-the-future-big-data-is-one-of-your-doctors>

Forbes, Hospitals May Be Disappearing In The Era Of Health Care Reform

<http://www.forbes.com/sites/robertpearl/2013/11/14/hospitals-may-be-disappearing-in-the-era-of-health-carereform/>

Wired, What Would the Ideal Hospital Look Like in 2020?

<http://www.wired.com/2013/07/hospital-of-the-future/>

Op/Ed: Hospital of the Future Will Be a Health Delivery Network

<http://health.usnews.com/health-news/hospital-of-tomorrow/articles/2014/01/14/oped-hospital-of-the-future-willbe-a-health-delivery-network>

The Wall Street Journal, The Hospital Room of the Future

<http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702303442004579119922380316310>

IFTF, Future of the Hospital: Foresight Engine Game & Public Analysis Report—

<http://www.iftf.org/our-work/health-self/health-horizons/future-of-the-hospital-gamereport/#sthash.XCTUJvBc.dpuf>

The Future of Hospitals: Visions of the Healthcare Landscape in 2035
<http://www.beckershospitalreview.com/leadership-management/the-future-of-hospitals-visions-of-the-healthcarelandscape-in-2035.html>

Forbes, The Hospital Steve Jobs Would Have Built
<http://www.forbes.com/sites/carminnegallo/2014/03/26/the-hospital-steve-jobs-would-have-built/>

The Future of Wearable Computing in Healthcare
<http://www.mdtmag.com/blogs/2014/01/future-wearable-computing-healthcare>

The Doctor's Office of 2024 — 4 Predictions for the Future
<http://profitable-practice.softwareadvice.com/doctors-office-of-2024-0514/>

The Charles Bronfman Institute for Personalized Medicine
<http://icahn.mssm.edu/research/institutes/institute-for-personalized-medicine/innovation-and-technology/biomeplatform>

Forbes, Global Study Finds Majority Believe Traditional Hospitals Will Be Obsolete In The Near Future
<http://www.forbes.com/sites/theapothecary/2013/12/09/global-study-finds-majority-believe-traditional-hospitalswill-be-obsolete-in-the-near-future/>

مغزهای مجازی - دیجیتالی

OpenBCI wants you to build products with brain waves and 3D printer
<http://www.3ders.org/articles/20140113-openbci-wants-you-to-build-products-with-brain-waves-and-3dprinter.html>

How to Create a Mind, Kurzweil, 2012, Penguin Books, p. 195.

Supercomputer takes 40 mins to calculate a single second of human brain activity
<http://www.itproportal.com/2014/01/13/supercomputer-takes-40-mins-calculate-single-second-human-brainactivity/>

Medgadget, Build Your Own Brain-Computer Interface with OpenBCI (INTERVIEW)

<http://www.medgadget.com/2014/01/build-your-own-brain-computer-interface-with-openbci-interview.html>

IO9.com, What will life be like when digital brains outnumber humans?

<http://io9.com/what-will-life-be-like-when-digital-brains-outnumber-hu-1529764158>

Meet the woman making brainwave control look more like meditation and less like the Matrix

<http://www.digitaltrends.com/computing/spotlight-on-ariel-garten-the-ceo-behind-interaxons-thought-controlled-brainchild/#!YW9Cm>

Kurzweil AI, Real-time MRI-guided gene therapy for brain cancer

<http://www.kurzweilai.net/southern-californias-first-real-time-mri-guided-gene-therapy-for-brain-cancer>

The Wall Street Journal, The Future of Brain Implants

<http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702304914904579435592981780528>

How the Human/Computer Interface Works (Infographics)

<http://www.livescience.com/37944-how-the-human-computer-interface-works-infographics.html>

4 Hurdles to Making a Digital Human Brain

<http://www.livescience.com/37068-4-hurdles-digital-human-brain.html>

IEET, Mind-to-mind thought talking possible by 2030, scientist says

<http://ieet.org/index.php/IEET/more/pelletier20140310>

IO9.com, Would it be evil to build a functional brain inside a computer?

<http://io9.com/would-it-be-evil-to-build-a-functional-brain-inside-a-c-598064996/all>

Meet the man building an AI that mimics our neocortex – and could kill off neural networks

http://www.theregister.co.uk/2014/03/29/hawkins_ai_feature

Telegraph, 'Transhumanists' are planning to upload your mind to a memory stick...

<http://blogs.telegraph.co.uk/technology/jamiebartlett/100013025/transhumanists-are-planning-to-upload-yourmind-to-a-memory-stick-and-extend-life-indefinitely-are-they-mad-dangerous-or-the-saviours-of-mankind/>

Extreme Tech, Hackers backdoor the human brain, successfully extract sensitive data

<http://www.extremetech.com/extreme/134682-hackers-backdoor-the-human-brain-successfully-extract-sensitivedata>

CNET, High-tech headband reads your mind

<http://www.cnet.com/news/high-tech-headband-reads-your-mind/#ftag=CADf328eec>

10 of the Most Surprising Findings from Psychological Studies

<http://expandedconsciousness.com/2014/05/03/10-of-the-most-surprising-findings-from-psychologicalstudies/#oq3ghvghoVEeWVYH.99>

Wired, Inside the Strange New World of DIY Brain Stimulation

<http://www.wired.com/2014/05/diy-brain-stimulation/>

The Myths, Realities, and Ethics of Neuroenhancement

<http://motherboard.vice.com/read/the-myths-realities-and-ethics-of-neuroenhancement>

The New York Times, Can the Nervous System Be Hacked?

http://www.nytimes.com/2014/05/25/magazine/can-the-nervous-system-be-hacked.html?_r=0

The Computer That Replicates a Human Brain

<http://www.thedailybeast.com/articles/2014/05/01/the-computer-that-replicates-a-human-brain.html>

IO9.com, Biotech Breakthrough: Monkeys can feel virtual objects using a brain implant

<http://io9.com/5846275/biotech-breakthrough-monkeys-can-feel-virtual-objects-using-a-brain-implant>

Wired, Creating a ,morality pill' more a question of ethics than science

<http://www.wired.co.uk/news/archive/2014-05/16/molly-crockett-morality-drug>

Science, Creating a False Memory in the Hippocampus

<http://www.sciencemag.org/content/341/6144/387>

Medgadget, Optogenetics Researchers Stop Pain With a Beam of Light

<http://www.medgadget.com/2014/02/optogenetics-spots-stops-pain-with-beam-of-light.html>

Medgadget, Light-Guiding Hydrogel Brings Optogenetics Closer to Clinical Application

<http://www.medgadget.com/2013/11/light-guiding-hydrogel-brings-optogenetics-closer-to-clinical-application.html>

Medgadget, Optogenetics Now in Technicolor

<http://www.medgadget.com/2014/02/optogenetics-now-in-technicolor.html>

Scientific American, Why "Optogenetic" Methods for Manipulating Brains Don't Light Me Up**

<http://blogs.scientificamerican.com/cross-check/2013/08/20/why-optogenetic-methods-for-manipulating-brainsdont-light-me-up/>

The Brain Prize 2013: the optogenetics revolution, Trends in Neurosciences Volume 36, Issue 10, p557-560, October 2013

Interview: Ed Boyden on Optogenetics, Neuroscience, and the Future of Neuroengineering

<http://blog.addgene.org/mits-ed-boyden-on-optogenetics-neuroscience-and-the-future-of-neuroengineering>

Using Light To Control The Brain: How 'Optogenetics' Could Cure Alcohol Addiction

<http://www.medicaldaily.com/using-light-control-brain-how-optogenetics-could-cure-alcohol-addiction-265899>

Wikipedia, Optogenetics
<https://en.wikipedia.org/wiki/Optogenetics>

Method Man
<http://www.stanford.edu/group/dlab/papers/KD%20Nature%20Profile%202013.pdf>

Independent optical excitation of distinct neural populations, Nature Methods 11, 338-346 (2014)

MIT discovers the location of memories: Individual neurons
<http://www.extremetech.com/extreme/123485-mit-discovers-the-location-of-memories-individual-neurons>

IO9.com, A New Technique Could Erase Painful Memories — Or Bring Them Back

<http://io9.com/a-new-technique-could-erase-painful-memories-or-brin-1585412300>

Independent optical excitation of distinct neural populations, Nature Methods 11, 338-346 (2014)

ظهور سایبورگ‌های بازآفرینی شده

Augmented ‘Olympics’: Championship for Robot-Assisted Parathletes Coming in 2016

<http://www.factor-tech.com/health-augmentation/augmented-olympics-championship-for-robot-assistedparathletes-coming-in-2016/>

Quantigraphic camera promises HDR eyesight from Father of AR
<http://www.slashgear.com/quantigraphic-camera-promises-hdr-eyesight-from-father-of-ar-12246941/>

Digital Destiny and Human Possibility in the Age of the Wearable Computer
<http://eyetap.org/cyborg.htm>

IEEE, Steve Mann: My “Augmediated” Life
<http://spectrum.ieee.org/geek-life/profiles/steve-mann-my-augmediated-life>

Exclusive: Cyborg Steve Mann Details Alleged McDonald's Assault
<http://blog.laptopmag.com/exclusive-cyborg-steve-mann-on-alleged-mcdonalds-assault>

IO9.com, The first person in the world to become a government-recognized cyborg
<http://io9.com/the-first-person-in-the-world-to-become-a-government-re-1474975237>

Mashable, Meet the 'Most Connected Man' in the World
<http://mashable.com/2014/03/13/most-connected-man-in-world-chris-dancy>

Superhero Vision Coming in Graphene Contact Lenses?
<http://news.discovery.com/tech/biotechnology/superhero-vision-coming-in-graphene-contact-lenses-140319.htm>

DARPA's new biotechnology lab will focus on cyborg tech
<http://www.dvice.com/2014-4-1/darpas-new-biotechnology-lab-will-focus-cyborg-tech>

Medgadget, One Step Closer to the Artificial Pancreas: Interview with Medtronic's Dr. Francine Kaufman
<http://www.medgadget.com/2014/04/one-step-closer-to-the-artificial-pancreas-interview-with-medtronics-drfrancine-kaufman.html>

IO9.com, DARPA's New Biotech Division Wants to Create a Transhuman Future
<http://io9.com/darpas-new-biotech-division-wants-to-create-a-transhum-1556857603/+georgedvorsky>

Michigan Man Among 1st To Get 'Bionic Eye'
<http://www.manufacturing.net/news/2014/04/michigan-man-among-1st-to-get-bionic-eye>

Graphene Contact Lenses Let You See in the Dark
<http://nanotechportal.blogspot.ca/2014/05/graphene-contact-lenses-let-you-see-in.html?m=1>

Steve Mann (2013). „Vision 2.0, My Augmediated Life”, IEEE Spectrum, Volume 50, Issue 3, Digital Object Identifier: 10.1109/MSPEC.2013.6471058, pp42-47. See also „My Augmediated Life: What I’ve learned from 35 years of wearing computerized eyewear”,

<http://spectrum.ieee.org/geek-life/profiles/steve-mann-my-augmediated-life>

How McDonaldized surveillance creates a monopoly on sight that chills AR and smartphone development Steve Mann, 2012, 1010 (October 10)

<http://eyetap.blogspot.ca/2012/10/mcveillance-mcdonaldized-surveillance.html>

کرایونیک و افزایش طول عمر

Wikipedia, Cryonics

<https://en.wikipedia.org/wiki/Cryonics>

Cryonics Could Help Improve Some Lives in the Future

<http://www.psychologytoday.com/blog/the-transhumanist-philosopher/201405/cryonics-could-help-improve-somelives-in-the-future>

Wikipedia, Cryotherapy

<https://en.wikipedia.org/wiki/Cryotherapy>

The Verge, Watch these men take care of the frozen dead

<http://www.theverge.com/2014/4/10/5599668/we-will-live-again-tribeca-film-festival-selection-aboutcryopreservation>

Cryonics and the search for ‘something more’ beyond death

<http://news.nationalpost.com/2013/10/25/cryonics-and-the-search-for-something-more-beyond-death/>

Humans will be kept between life and death in the first suspended animation trials
<http://www.extremetech.com/extreme/179296-humans-will-be-kept-between-life-and-death-in-the-firstsuspended-animation-trials>

BBC Future, Human hibernation: Secrets behind the big sleep
<http://www.bbc.com/future/story/20140505-secrets-behind-the-big-sleep>

Wikipedia, Life extension
https://en.wikipedia.org/wiki/Life_extension

Drooling on Your Shoes or Living Long and Prospering?
http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2013/09/four_scenarios_for_our_future_lifespans.html

With Calico, Google looks to make your lifespan its business
<http://www.extremetech.com/extreme/166858-with-calico-google-looks-to-make-your-lifespan-its-business>

Immortality, biotechnology, and the woefully unprepared criminal justice system
<http://www.extremetech.com/extreme/178859-immortality-biotechnology-and-the-woefully-unprepared-criminaljustice-system>

CNN, How Google's Calico aims to fight aging and 'solve death'
<http://edition.cnn.com/2013/10/03/tech/innovation/google-calico-aging-death/>

Boosting Longevity with Massive Genome Sequencing and Cyborg Technology
<http://www.prophecynewswatch.com/2014/March18/184.html#9172ADeFRplrQoZV.99>

Medgadget, Winners of Stanford Center on Longevity's Design Challenge Announced
<http://www.medgadget.com/2014/04/winners-of-stanford-center-on-longevity-design-challenge-announced.html>

Popular Science, Hints To Longevity Found In Blood of 115-Year-Old Woman
<http://www.popsoci.com/article/science/hints-longevity-found-blood-115-year-old-woman>

XPRIIZE 100 Over 100 Candidates
<http://genomics.xprize.org/100-over-100>

Strategies for Engineered Negligible Senescence

<https://www.fightaging.org/archives/2004/11/strategies-for-engineered-negligible-senescence.php>

Interview with Aubrey de Grey, PhD

http://www.lef.org/magazine/mag2013/jul2013_Interview-with-Aubrey-de-Grey-PhD_01.htm

یک جامعه جدید متمایز، چگونه خواهد بود؟

The Atlantic, Married to a Doll: Why One Man Advocates Synthetic Love

<http://www.theatlantic.com/health/archive/2013/09/married-to-a-doll-why-one-man-advocates-syntheticlove/279361/>

As Technology Marches Forward, Who Gets Left Behind?

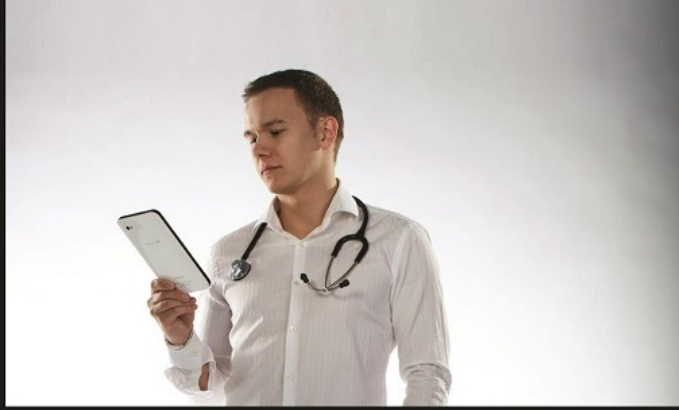
<http://footnote1.com/as-technology-marches-forward-who-gets-left-behind/>

BBC Future, What happens to prosthetics and implants after you die?

<http://www.bbc.com/future/story/20140311-body-parts-that-live-after-death>

Mashable, 10 Crazy Jobs That Will Exist in the Future

<http://mashable.com/2014/04/28/jobs-of-the-future>



دکتر برتالان مسکو

دکترای آینده پژوهشی پزشکی

هر روز فناوری‌های مرتبط با پزشکی، به ارایه راه‌حل‌های مفیدی در عرصه خدمات سلامت می‌پردازند که زمانی آن‌ها را فقط در فیلم‌های علمی - تخیلی شاهد بودیم. با این که پزشکان و بیماران به دنبال استفاده از این نوآوری‌ها هستند، اما باید دید علاوه بر هزینه‌های این فناوری‌ها، آیا آن‌ها به اندازه ارتباط صحیح بین بیمار و پزشک اهمیت دارند یا خیر؟ دکتر برتالان مسکو که یک پزشک و آینده پژوه پزشکی است، تأکید دارد که هر دو مورد فوق (فناوری و تماس انسانی) گرچه به ظاهر در مسیرهای کاملاً مجزایی در حال حرکت هستند ولی می‌توان از هر دو در کنار هم استفاده کرد و از مزایای آن‌ها در سیستم‌های خدمات سلامت بهره‌مند شد.

کتاب «راهنمای آینده پزشکی: فناوری و تماس انسانی» به بررسی روندهایی می‌پردازد که به سرعت در حال نزدیک شدن به افق‌های خدمات سلامت بوده و سعی دارد ارزش این رهیافت انسان‌گرایانه را به بیماران و پزشکان یادآوری کند.

هر کسی که نظری بر آینده داشته و تعامل معنی‌دار بین پزشک و بیمار برای او مهم باشد، در این کتاب منابع ارزشمندی را خواهد یافت که مبتنی بر حقایق آینده‌نگرانه هستند.



بنیاد رشد و اندیشه سازندگی
استان بوشهر



وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
معاونت آموزشی
کلان منطقه پنج



دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس



ریاست جمهوری
معاونت علم و فناوری
صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور



بنیاد ملی نخبگان
بنیاد نخبگان استان بوشهر