مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره سوم شماره سوم. ص ۲۳۳-۲۴۲، ۱۳۹۵

مقاله مروری سیستماتیک

مروری سیستماتیک بر فناوری‌های پوشیدنی و کاربردهای آن در سلامت

ثریا رضایی[۱]، علی‌اصغر صفائی[۲]*

• دریافت مقاله: ۹۵/۷/۱۰ • پذیرش مقاله: ۹۵/۸/۲۹

مقدمه: فناوری‌های پوشیدنی عموماً به منظور پایش پارامترهای فیزیولوژیکی و علائم حیاتی مانند ضربان قلب، ریتم تنفسی، فشارخون، گلوکز بدن و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. با رشد ابتلا به بیماری‌های مختلف نظیر حمله‌های قلبی، سرطان، اختلالات عصبی و دیابت نیاز به پایش مستمر و طولانی مدت برای بیماران بیشتر احساس می‌شود. بدین ترتیب، به منظور پایش مداوم و پردازش آنی اطلاعات متعلق به بیماران مذبور می‌توان از فناوری‌های پوشیدنی در حوزه سلامت بهره برد.

روش: بدین منظور پایگاه‌های اطلاعاتی SID، Magiran، PubMed، Science Direct، IEEE، Springer با استفاده از کلیدواژه "Usage of wearable sensors and technologies in health"در پایگاه‌های اطلاعاتی انگلیسی و از ترکیب "تکنولوژی‌های پوشیدنی در پزشکی" در پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی، مورد جستجو قرار گرفتند. همه مقالاتی که به نوعی به بررسی کاربردها و ویژگی‌های فناوری‌های پوشیدنی در سلامت اشاره داشتند، انتخاب شدند. مقالات تکراری و همچنین مقالاتی که متن کامل آن‌ها در دسترس نبود، از مطالعه خارج شدند.

نتایج: نتیجه جستجو در پایگاه‌های مذکور ۱۰۰ مقاله بود. با حذف مقالات تکراری و غیر مرتبط فقط ۳۰ مقاله مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه پس از بررسی مقالات، کاربردهای عمومی و پزشکی فناوری‌های پوشیدنی، پارامترهای فیزیولوژیکی قابل پایش، همچنین بیماری‌های قابل کنترل به وسیله فناوری‌های پوشیدنی به طور کامل تشریح شده است.

نتیجه‌گیری: شناخت هر چه بهتر کاربرد فناوری‌های پوشیدنی در حوزه سلامت تأثیر انکارناپذیری بر روی پیشرفت آن‌ها خواهد داشت. به کارگیری سیستم‌های مذکور در بهبود سطح سلامت افراد نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

کلید واژه‌ها: کاربرد فناوری‌های پوشیدنی، پایش پارامترهای فیزیولوژیک، علائم حیاتی، دستگاه‌های هوشمند

• **ارجاع:** صفائی علی‌اصغر، رضایی ثریا. مروری سیستماتیک بر فناوری‌های پوشیدنی و کاربردهای آن در سلامت. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۳۹۵؛ ۳(۳): ۲۴۲-۲۳۳.

۱. کارشناس ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، رشته انفورماتیک پزشکی، گروه انفورماتیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۲. استادیار، دانشگاه تربیت مدرس، رشته مهندسی کامپیوتر نرم‌افزار، گروه انفورماتیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، تهران، ایران.
* **نویسنده مسئول:** تهران، بزرگراه جلال آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، گروه انفورماتیک پزشکی.
• **شماره تماس:** ۰۲۱ - ۸۲۸۸۴۵۸۱ • **Email:**aa.safaei@modares.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

مقدمه

رشد روزافزون در صنایع ارتباطاتی، مخابراتی و رایانه‌ای هرروز دنیا را با انقلابی جدید مواجه می‌کند. انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات در کلیه بخش‌های اقتصادی، امنیتی، اجتماعی کشورها تأثیر قابل توجه بر جای گذاشته است. با توسعه فناوری اطلاعات در حوزه پزشکی تحول عظیمی در نظام ارائه خدمات بهداشتی و درمانی اتفاق افتاده است، سیستم‌های پوشیدنی برای پایش بیماران، سیستم‌های پیگیری درمان، سیستم‌های درمان از راه دور، سیستم‌های راهبردی پرستاری، ربات‌های جراحی و بسیاری از سیستم‌های دیگر در پس پرده طراحی یک هدف مشترک دارند، آن هدف تسهیل امر درمان می‌باشد. با استفاده از این سیستم‌ها بیمار در کمترین زمان بهترین خدمات را دریافت می‌کند؛ پزشک تمام وقت به بیماران خود دسترسی داشته و اطلاعات مربوط به آنان را در همه جا به طور فراگیر دریافت می‌کند؛ بنابراین سیستم‌های هوشمند، ابزارهای توسعه‌یافته در حوزه پزشکی در سه دهه اخیر رشد چشمگیری داشته‌اند. توانایی این دستگاه‌های هوشمند در زمینه ذخیره و انتقال اطلاعات چند رسانه‌ای در شاخه‌های مختلف از جمله بهداشت و درمان می‌باشد. پزشکی از راه دور، پایش از راه دور، مشاوره از راه دور، از توانایی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است که می‌تواند موجب تبادل اطلاعات پزشکی در فواصل مختلف گردد. با توجه به کارکرد فناوری در حوزه سلامت انتظار می‌رود کاربرد آن در علوم پزشکی و سلامت به سرعت گسترش یابد. یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کاربرد فناوری اطلاعات در بخش بهداشت و درمان، پایش وضعیت بیماران می‌باشد. در انتها می‌توان گفت فناوری‌های پوشیدنی نیز یکی از تکنولوژی‌های درحال رشد می‌باشند. پیشرفت تکنولوژی‌های بی‌سیم هوشمند محدودیت‌های ناشی از سیستم‌های سیمی را به حداقل می‌رسانند. توسعه سیستم‌های هوشمند در حوزه بهداشت دارای مزایایی همچون الف) کاهش هزینه‌ها در جوامع: به دلیل استفاده از تکنولوژی‌های بی‌سیم می‌توان بیماران را بدون نیاز به حضور در بیمارستان و بدون کاهش آزادی عمل پایش کرد، ب) امکان پایش مستمر بیمارانی که نیاز به پایش مستمر دارند. با استفاده از یکسری سنسورهای کاشتنی و یا استفاده از لوازم پوشیدنی، ج) عدم نیاز به سیم‌های ارتباطی و جلوگیری از تحرک، د) مکان‌یابی بیمارانی که مبتلا به بیماری‌های دژنراتیو هستند نظیر پارکینسون، آلزایمر، اختلالات شناختی که موقعیت خود را فراموش می‌کنند [۱].

پیشگیری از بیماری و یا تشخیص زودهنگام آن به خصوص در زمانی که بیماری هنوز ایجاد علامت نکرده و فرد احساس ناخوشی ندارد مهم‌تر و آسان‌تر از درمان بیماری در مراحل پیشرفته و همراه با ظهور عوارض است. امروزه پایش سلامت نقشی برجسته در شناسایی زودهنگام اختلالات بدن و جلوگیری از بروز عوارض وخیم بیماری‌ها دارد [۱]. پایش بیمار عملی است که بیمار را تحت نظارت داشته و در مقابل رویدادهای جدی و تهدیدکننده جان بیمار، بیماری‌های وخیم و یا موارد دیگر هشدار می‌دهد. پایش بیمار می‌تواند به عنوان اندازه‌گیری و مشاهدات تکراری و مستمر بیمار اعم از عملکرد فیزیولوژیک و عملکردهای حیاتی به منظور هدایت تصمیمات مدیریتی شامل انجام مداخلات درمانی تعریف شود؛ به عبارت دیگر در پزشکی پایش به تحت‌نظرگرفتن و ثبت شرایط و علائم بیمار در یک مدت زمان نسبتاً طولانی گویند [۲،۳]. معمولاً از واژه پایش در بخش‌های اورژانس مراکز درمانی بیشتر استفاده می‌شود. چرا که شرایط بیماران اورژانس معمولاً ناپایدار بوده و رصد علائم و نشانه‌های بیماری در تشخیص و درمان به پزشک کمک خواهد کرد. پایش بیمار نه تنها به ارائه‌کنندگان مراقبت رویدادهای تهدید کننده را اعلام می‌کند بلکه بسیاری از این سیستم‌ها داده‌های ورودی فیزیولوژیکی را برای کنترل مستقیم ابزارهای پشتیبانی زندگی بیمار مورد استفاده قرار می‌هند. حداقل سه گروه از بیماران به سیستم‌های پایش و کنترلی نیازمند هستند: بیمارانی که سیستم فیزیولوژیک نامنظم و ناپایدار دارند؛ بیمارانی با وضعیت تهدیدآمیز نظیر افرادی که مشکل قلبی دارند؛ بیمارانی که در معرض بیماری‌های عصبی نظیر پارکینسون می‌باشند. هم‌زمان با پیشرفت در زمینه نظارت و پایش بیمار چالش‌های بزرگی نیز در زمینه درمان اختلالات تهدید کننده به وقوع پیوست. ارزیابی کمی متغیرهای فیزیولوژیک و بیوشیمی توسط سیستم‌های پایش انجام می‌پذیرد. معمولاً پارامترهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی توسط ابزارها و وسایل مختلف به صورت تهاجمی و یا غیر تهاجمی سنجش می‌شوند؛ اما بعد از گذشت چند دهه سیستم‌های پایشی غیر تهاجمی به دلیل در دسترس قرار رفتن ریز کامپیوترها توسعه پیدا کردند؛ بنابراین لزوم پایش بیماران در سطوح مختلف مراقبت و درمان موجب افزایش کیفیت درمان، کاهش هزینه‌های مداخلات درمانی را در پی خواهد داشت [۳،۴]. سیستم‌های پوشیدنی یکی از انواع فناوری‌های پایشی نسبتاً غیر تهاجمی محسوب می‌شوند؛ فناورهای مذبور به منظور پایش پارامترهای فیزیولوژیکی و علائم حیاتی نظیر ضربان قلب، ریتم تنفسی، فشارخون، گلوکز بدن مورد استفاده

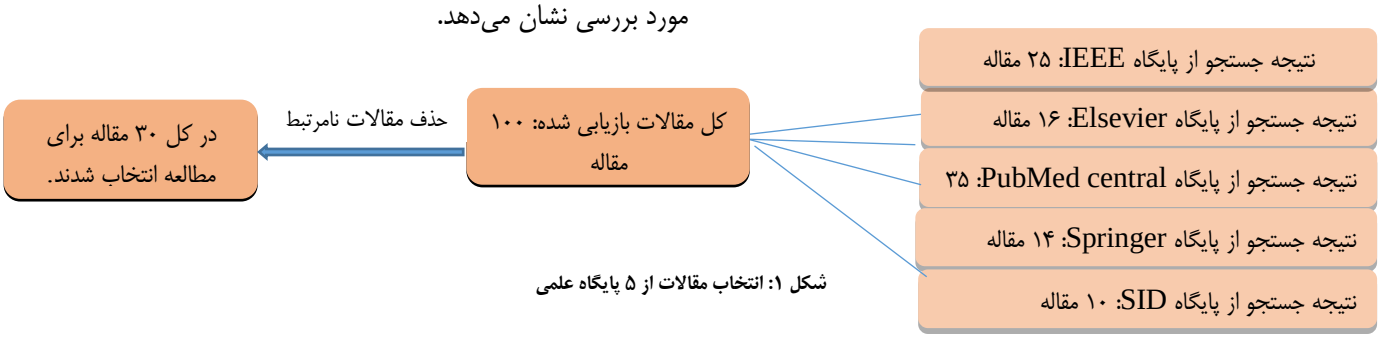
[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

قرار می‌گیرند. ابتلا به بیماری‌های مختلف همچون حمله‌های قلبی، سرطان، اختلالات عصبی و دیابت نیاز به پایش مستمر و طولانی مدت بیماران یاد شده را موجب می‌شود. بدین ترتیب به منظور پایش مستمر و پردازش آنی اطلاعات متعلق به بیماران مذکور می‌توان از فناوری‌های پوشیدنی در حوزه سلامت بهره برد؛ پایش سلامت بلندمدت می‌تواند تغییرات روزانه و شبانه‌روزی سیگنال‌های فیزیولوژیکی را کنترل نمایند. استفاده از سیستم‌های پوشیدنی می‌تواند فشار وارده روی سیستم‌های بهداشت و درمان جوامع امروزی، افزایش هزینه‌ها و افزایش شیوع بیماری‌های مزمن که نیاز به مراقبت‌های طولانی مدت دارند را کاهش دهند [۴،۵].

پیشرفت علم کامپیوتر و تکنولوژی موبایل به همراه توسعه ارتباطات از راه دور موجب ظهور تکنولوژی‌های پوشیدنی شده است. تکنولوژی‌های پوشیدنی علاوه بر استفاده در مراکز درمانی و بهداشتی توسط افراد مختلف به‌صورت ابزار شخصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این فناوری‌ها نقشی اساسی در مراکز بهداشتی ایفا می‌کنند زیرا زمان و هزینه موردنیاز برای درمان و مراقبت‌های طولانی‌مدت را به حداقل می‌رسانند. تکنولوژی‌های پوشیدنی و یا دستگاه‌های پوشیدنی، کامپیوترهای الکترونیکی هستند که به راحتی قابل پوشیدن به عنوان ابزار جانبی و یا بخشی از لباس فرد می‌باشند. مضاف بر این یک کامپیوتر پوشیدنی با لباس فرد و یا لوازم جانبی وی یکپارچه شده و توانایی ذخیره‌سازی و پردازش داده‌های حیاتی و انتقال داده بین دستگاه‌های مختلف را دارا می‌باشد [۶،۷]. تکنولوژی‌های مذکور در مراحل اولیه رشد و اوج خود در زمینه پزشکی هستند و می‌توان گفت در حال حاضر اکثر سیستم‌های پوشیدنی برای دنبال کردن سلامتی افراد و فعالیت‌های جسمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه پیشرفت حس‌گرها، پردازنده‌ها، تلفن‌های هوشمند در کنار سیستم‌های پوشیدنی هوشمند پیگیری سلامتی افراد، حرکات، اندازه‌گیری سیگنال‌های حیاتی مانند ضربان قلب، سطح گلوکز، کالری، کلسترول را تسهیل می‌کنند. سیستم‌های پوشیدنی مانیتورینگ سلامت به فرد امکان از نزدیک دنبال کردن تغییرات اعمال حیاتی خود را داده و بازخورد لازم برای حفظ وضعیت سلامتی مطلوب را ارائه می‌کند. این قبیل سیستم‌ها در صورت یکپارچگی با سیستم‌های پزشکی از راه دور می‌تواند هنگام رخ داد تهدیدات زندگی به پرسنل پزشکی هشدار دهند [۸،۹].

روش

برای تحلیل پژوهش حاضر در مورد سیستم‌های پوشیدنی، طبقه‌بندی سیستم‌های یادشده، پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی PubMed Central، ScienceDirect، IEEE، Springer تا ماه مارس ۲۰۱۶ به طور نظام‌مند مورد جستجو قرار گرفتند. برای جستجو از کلید واژه " Usages of wearable Technologies in health" در پایگاه‌های اطلاعاتی انگلیسی و از ترکیب " تکنولوژی‌های پوشیدنی در پزشکی" برای جستجوی در پایگاه‌های فارسی نظیر SID، Magiran استفاده شد. نوع مقاله در جستجوی پیشرفته مقاله اصیل پژوهشی انتخاب شده بود و تاریخ انتشار آن‌ها را به سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ در پایگاه‌های انگلیسی و در پایگاه‌های فارسی به سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴ محدود کردیم. همچنین یکی از شرایط انتخاب مقالات، دسترس‌پذیر بودن تمام متن مقالات بود؛ زیرا باید مطالعه متن کامل مقاله، پارامترهای موردنظر مورد سیستماتیک را از آن‌ها استخراج می‌کردیم. پس از گردآوری مقالات از پایگاه‌های متفاوت به ۱۰۰ مقاله رسیدیم؛ که با حذف مقالات تکراری و نامرتبط ۳۰ مقاله به مطالعه وارد شده و مورد بررسی قرار گرفتند. مقالاتی که تمام متن آن‌ها در دسترس نبودند از مطالعه خارج شدند. در ابتدا به بررسی چکیده مقالات پرداختیم به دنبال آن تمام مقالات غیر مرتبط از مطالعه خارج شدند. سپس با استفاده از یک لیست بررسی، ارزیابی نهایی روی این مقالات انجام گرفته و پارامترهای موردنظر وارد لیست شدند. شکل ۱ روند انتخاب مقاله‌ها را از ۵ پایگاه علمی مورد بررسی نشان می‌دهد.



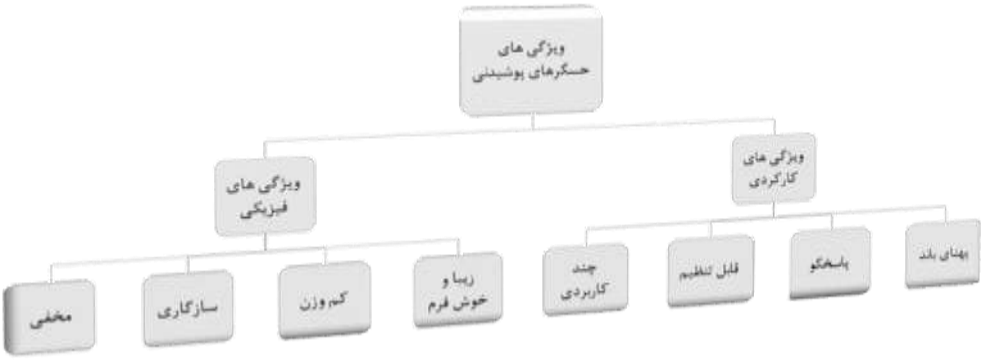
شکل ۱: انتخاب مقالات از ۵ پایگاه علمی

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

نتایج

ویژگی‌های اصلی فناوری‌های پوشیدنی

مفهوم حس‌گرهای پوشیدنی عبارت است از"یک دستگاه مورداستفاده برای شناسایی، تعیین محل و یا تعیین کمیت انرژی یا ماده، ارسال سیگنال برای شناسایی یک ویژگی فیزیکی و شیمیایی می‌باشد"[۹]. ویژگی‌های حس‌گرهای پوشیدنی به دو دسته ویژگی‌های فیزیکی و کارکردی تقسیم می‌شوند. ویژگی‌های فیزیکی سیستم‌های پوشیدنی اشاره به وزن کم سیستم‌ها دارد علاوه بر این سیستم‌های مذکور بایستی زیبایی و خوش‌فرمی لازم را داشته باشند؛ زیرا افراد برای پذیرش این سیستم‌ها به این فاکتور توجه ویژه دارند. در حال حاضر اغلب حس‌گرهای پوشیدنی درون لباس‌ها و لوازم جانبی افراد مخفی شده و همراه آن‌ها یکپارچه می‌شوند. در ادامه ویژگی‌های کارکردی سیستم‌ها اشاره به چند کارکردی بودن، قابلیت تنظیم با برنامه‌های موردنیاز کاربران، قابلیت پاسخ‌گویی دارد. سیستم‌های تک کارکردی در کاربردهای عملی و پایش پارامترهای متنوع قابل استفاده نیستند به همین دلیل سیستم‌های چند کارکردی در حوزه سلامت مفیدتر می‌باشند. ویژگی قابلیت پاسخ‌گویی در هر زمان و مکانی مفهوم "همیشه در دسترس "را حمایت می‌کند. شکل ۲ مختصری در مورد ویژگی‌های سیستم‌های پوشیدنی می‌باشد [۱۱،۱۰].



شکل ۲: ویژگی‌های سیستم‌های پوشیدنی

کاربردهای عمومی سیستم‌های پوشیدنی

مهم‌ترین کاربردها و بر اساس آن کاربران سیستم‌های قابل ارائه با فناوری‌های پوشیدنی را می‌توان به شرح زیر دسته‌بندی نمود:

الف) ورزش: ورزشکاران جهت رسیدن به نتایج بهتر در رشته ورزشی خودشان هزینه‌های زیادی را متقبل می‌شوند. این افراد نیازمند پایش و کنترل مستمر پارامترهای حیاتی مانند ضربان قلب، تعادل مایعات بدن، دمای بدن، سطح عرق بدن و غیره می‌باشند. برخی حس‌گرهای مورداستفاده توسط ورزشکاران می‌توانند سطح اضطراب، هیجان، استرس را در حین بازی ثبت کنند همچنین صدمات فیزیکی برای این افراد به دلیل پایش مداوم تغییرات بدنی کاهش می‌یابد. یکی از اولین تکنولوژی‌های قابل پوشیدن در این حوزه "Polar-Electro"می‌باشد که با استفاده از این فناوری ضربان قلب ورزشکاران ثبت می‌شود.

ب) مشاغل اجتماعی: شغل‌هایی مانند آتش‌نشان‌ها، ارتش های کشوری، کارمندان تدارکات، کارمندان ارتباطات می‌توانند از فناوری‌های پوشیدنی بهره گیرند. این افراد می‌توانند در شرایط اضطراری از این دستگاه‌ها جهت ثبت اطلاعات، پیگیری افراد، امدادرسانی، یافتن مفقودین استفاده کنند. در مواقع جنگ، زلزله، آتش گرفتگی، سیل و غیره می‌توان از سیستم‌های مذکور استفاده کرد.

ج) پزشکی: پایش و کنترل افراد، کسب اطلاعات لازم به طور مستمر و طولانی‌مدت مربوط به افراد از کاربردهای سیستم‌های پوشیدنی می‌باشد. با توجه به اینکه روند زندگی عموم مردم تغییریافته، جامعه بشری به سرعت مبتلا به بیماری‌های مختلف می‌شود، همچنین افراد جامعه به سوی سالمندی به سرعت در حال حرکت می‌باشند، استفاده از دستگاه‌ها و دستگاه‌های پوشیدنی موردتوجه قرار گرفته است. همچنین بهره گرفتن از این سیستم‌ها در حوزه سلامت می‌توانند برای پزشکان و همچنین بیماران کمک کننده باشند، با استفاده از این سیستم‌ها زمان موردنیاز درمان به حداقل می

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

رسد و هزینه‌های مداخلات درمانی نیز به شدت کاهش می‌یابد [۱۳، ۱۲].

با توجه به این که کاربرد اصلی و اعظم فناوری‌های پوشیدنی در حوزه پزشکی است (چه به طور مشخص در این کاربرد، یا مثلاً در کاربرد ورزش اما با اهداف سلامت)، در این مقاله بر فناوری‌های پوشیدنی در کاربردهای پزشکی تمرکز شده است. در ادامه، اهداف مهمی که در طراحی سیستم‌های پوشیدنی در حوزه سلامت باید مدنظر قرار گیرند بیان می‌شوند. سپس، پارامترهایی که از طریق المان‌های فناوری‌های پوشیدنی قابل اندازه‌گیری و پایش هستند بررسی شده و در نهایت بیماری‌هایی که فناوری‌های پوشیدنی با قابلیت‌های خود می‌تواند در آن‌ها با اهداف مختلف پزشکی مورد بهره‌برداری و استفاده قرار گیرد معرفی خواهند شد.

اهداف طراحی سیستم‌های پوشیدنی در حوزه سلامت

با توجه به اقدامات مختلفی که در پزشکی و در حوزه سلامت به انجام می‌رسند، به کارگیری فناوری‌های پوشیدنی در هر یک از این گونه اقدامات نیازمند اهدافی در طراحی آن سیستم‌ها خواهد بود. براین اساس، در این بخش پنج هدف اصلی در طراحی سیستم‌های پوشیدنی در حوزه سلامت به شرح ذیل معرفی می‌شوند:

-**پایش مداوم:** یکپارچه شدن حس‌گرهای جدید و سیستم‌های پایش با تکنولوژی‌ها و لباس‌های قابل پوشیدن، الکترودهای قابل نصب بر روی بدن توانایی کاربران را در پایش مداوم افزون می‌کند.

- **تشخیص آنی و مداوم:** بررسی وضعیت سلامتی افراد به طور مداوم موجب افزایش توانایی تشخیص پزشکان از طریق سیستم‌های پوشیدنی می‌شود. در این هدف به اطلاعات سطح بالای استخراج شده از داده‌ها و الگوریتم‌های پیچیده جهت تشخیص بیماری‌ها نیاز می‌باشد.

- **درمان مداوم:** پس از تشخیص سریع بیماری‌ها و استفاده از اطلاعات مفید بایستی درمان‌ها و مداخلات آغاز گردند.

- **باز خورد به کاربران:** این سیستم‌ها در حین درمان، بازخوردهای زیستی به افراد در مکان‌ها و زمان‌های مختلف ارسال می‌دارند.

- **دسترسی از راه دور و تعامل حرفه‌ای:** در مکان‌ها و زمان‌های مختلف از این سیستم‌ها به طور حرفه‌ای استفاده می‌شود [۱۴].

برای تحقق این اهداف در طراحی سیستم‌های پوشیدنی در کاربردهای پزشکی، یک پیش‌نیاز اولیه برای المان‌های سامانه پوشیدنی، اندازه‌گیری پارامترهای موردنیاز از محیط پیرامون و ارائه آن برای اقدامات پزشکی متناسب می‌باشد.

پارامترهای ضروری برای اندازه‌گیری توسط تکنولوژی پوشیدنی در پزشکی

مهم‌ترین پارامترهای محیطی که المان‌های یکی سیستم پوشیدنی باید قادر به اندازه‌گیری و ارائه (ثبت، ذخیره و ارسال) آن‌ها باشند در کاربردهای پزشکی به قرار زیر می‌باشند:

الف) دمای بدن: یکی از علائم حیاتی برای شناسایی شرایط فیزیولوژیکی افراد است. محدوده دمای بدن افراد به صورت نرمال بین ۳۵ تا ۳۸ سانتی‌گراد می‌باشد. هرگونه انحراف از این محدوده برای افراد غیرطبیعی تلقی شده و نشان‌دهنده اختلال عملکردی از لحاظ فیزیولوژیکی است. دماسنج‌های آنالوگ و دیجیتالی در محیط‌های بیمارستان و مراکز درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ اما پایش مستمر برخی بیماران در شرایط اورژانسی ضرورت طراحی برخی حس‌گرها را افزون می‌دارد. افزایش دمای بدن بیش از حد موجب بروز هیپرترمی و کاهش آن موجب بروز هیپوترمی شده بنابراین بهره‌گیری از حس‌گرهای پوشیدنی جهت ثبت و نمایش آنی این پارامتر حیاتی ضروری تلقی می‌شود [۱۶، ۱۵].

ب) ضربان قلب: ضربان قلب یکی از متغیرهای حیاتی بدن می‌باشد. قلب به عنوان نوعی تلمبه عمل می‌کند که خون به‌وسیله آن در بدن جریان می‌یابد و زندگی را برای انسان میسر می‌سازد؛ بنابراین هرگونه تغییر ضربان قلب نشان دهنده اختلال در عملکرد آن است؛ برای عملکرد صحیح و پمپاژ به موقع، مدار الکتریکی ویژه‌ای در قلب وجود دارد. این مدار انقباض را از دهلیزها آغاز و پس از کمی تأخیر فرمان انقباض را به بطن‌ها می‌دهد. در هر ضربان قلب گره سینوسی، یک موج الکتریکی ایجاد می‌کند و آن را به سوی دهلیزها می‌فرستد. فرکانس ضربان قلب افراد سالم بستگی به فعالیت‌ها و وضعیت فیزیولوژیکی بدن فرد دارد با افزایش سن افراد سیر نزولی در آن دیده می‌شود. با تغییرات ضربان قلب بیماری‌های قلبی مختلف در پی آن گزارش می‌شوند با توجه به اهمیت این پارامتر سیستم‌های پوشیدنی بر روی قفسه سینه افراد به صورت بی‌سیم یا با سیم نصب می‌شوند. سیگنال‌ها به صورت بی‌سیم به کامپیوتر سرور فرستاده می‌شوند [۱۸، ۱۷].

ج) ریتم تنفسی: یک علامت خارجی بدن جهت شناسایی شرایط فیزیولوژیکی فرد می‌باشد. ریتم تنفسی در انسان سالم

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

در هر دقیقه دوازده بار است که به آن ریتم نرمال تنفسی می‌گویند. افزایش و کاهش در تعداد تنفسی به ترتیب تاکی پنه و برادی پنه نامیده شده و نشانه بیماری است. هنگام دم، ماهیچه میان‌دنده برونی به سمت بیرون و بالا منقبض و قفسه‌سینه را در همین جهات حرکت می‌دهد؛ هنگام بازدم ماهیچه میان‌دنده به سمت درون منقبض می‌شود. ریتم تنفسی افراد براساس حجم ریوی، ظرفیت‌های ریوی، مقاومت راه‌های هوایی، حرکات ماهیچه‌ها محاسبه می‌شود [۲۱،۲۰].

د) فشارخون: سرخرگ‌ها خون را از قلب به سایر نقاط بدن می‌رسانند. برای آن‌که خون بتواند در عروق به جریان درآید به نیرویی نیاز دارد که در هر انقباض عضله قلب در اثر برخورد خون به دیواره سرخرگ ایجاد می‌شود این نیرو فشارخون نامیده می‌شود. افزایش فشارخون بیماری "هایپر تنشن"و کاهش فشارخون "هیپوتنشن" که نشان دهنده اختلال عملکرد قلب می‌باشد. در برخی مواقع استرس، چاقی مزمن، کشیدن سیگار موجب فشارخون بالا می‌شود. تغییرات فشارخون تا سن ۴۵ سالگی برای زنان و مردان خطرناک نیست؛ ولی افزایش سن افراد یکی از فاکتورهای اساسی داشتن فشارخون است. فشارخون طبیعی افراد ۱۲۰/۸۰ که ۱۲۰ نشان‌دهنده فشار سیستولیک و ۸۰ نشان دهنده فشار دیاستولیک می‌باشد بالا بودن و پایین بودن هر دو فشار از این محدوده نرمال تعریف شده، نشان دهنده تغییرات غیر اصولی فشارخون می‌باشد. حس‌گرهای مورد استفاده جهت ثبت فشارخون شبیه حس‌گرهای ثبت ضربان قلب است. یکی از تکنیک‌های معمول در پایش مداوم بیماران "روش نوسان‌سنج"می‌باشد. در این روش دستگاه شامل یک کاف کاملاً اتوماتیک قابل باد کردن است که برروی شریان رادیال قرار گرفته و فشارخون را ثبت می‌کند. یکی از دستگاه‌های معروف جهت اندازه‌گیری فشارخون "Vasotrac"می‌باشد [۲۳،۲۲].

س) تحلیل و مطالعه بیومکانیک راه رفتن: به طور کلی نیروهایی که بر راه رفتن اثرگذار هستند الف) نیروهای داخلی که همان نیروی تولید شده توسط ساختارهای بدن به ویژه عضلات می‌باشد ب) نیروهای خارجی که نیروی جاذبه زمین و نیروی عکس‌العمل زمین می‌باشد. بررسی آناتومیکی راه‌رفتن در ران، زانو، مچ و انگشتان پا، لگن در بیماران خاص ضروری است. مطالعه راه رفتن افراد موجب تشخیص زودهنگام مشکلات ماهیچه‌ها مانند راه رفتن پنجه‌ای، راه رفتن نوسانی، راه رفتن بدون حس موضعی، راه رفتن قیچی مانند می‌باشد. مشکلات راه رفتن مرتبط با کاهش سرعت راه رفتن، راه‌رفتن غیر طبیعی بعد از افتادن و یا ضربه‌هایی به سرافراد می‌باشد. استفاده از سیستم‌های پوشیدنی برای تحلیل راه رفتن یکی از راه‌های مفید برای پایش و اطمینان از طبیعی بودن راه رفتن افراد است.

و) وضعیت ستون فقرات و نخاع: نخاع پایگاه مرکزی بدن انسان است، ستون فقرات از ۳۳ مهره تشکیل شده است. مهره‌ها در ستون فقرات شامل ۷ مهره در ناحیه گردن، ۱۲مهره پشتی، ۵ مهره کمری و ۵ مهره خاجی هستند؛ مهم‌ترین وظیفه ستون فقرات محافظت از طناب نخاعی، تحمل وزن سر و تنه، انتقال دهنده وزن به اندام تحتانی است. سیستم‌های پوشیدنی برای تعیین میزان تغییر وضعیت ستون فقرات فرد استفاده می‌شوند. همچنین تحقیقات جهت تعیین وضعیت ستون فقرات با یکپارچه‌سازی حس‌گرها با لباس‌ها محقق می‌شود. به‌کارگیری سیستم‌های پوشیدنی در مشکلاتی مانند کشیدگی، فتق دیسک، انحراف جانبی ستون فقرات، پارکینسون ضرورت پیدا می‌کند.

ی) پایش استرس: استرس یکی از مشکلات رایج در جامعه بشری می‌باشد. استرس موجب می‌شود که افراد اضطراب، فشارخون بالا، رفتارهای نامناسبی داشته باشند. استرس محدوده سنی خاص ندارد و در هر سنی برای افراد رخ می‌دهد. استرس نوعی نیاز جسمی، ذهنی است که در انسان پاسخ‌های خاصی را برمی‌انگیزد. استرس بیش از حد به سلامت افراد آسیب می‌رساند. تغییرات هورمونی در بدن روند استرس را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از راه‌های خلاقانه برای تعیین سطح استرس شناسایی الگوی تنفسی افراد می‌باشد [۲۵،۲۴].

بیماری‌ها و نقص‌های قابل کنترل توسط سیستم‌های پوشیدنی

شاید مهم‌تر از همه مطالبی که در باب فناوری‌های پوشیدنی و به طور مشخص در کاربرد پزشکی (که اصلی‌ترین کاربرد آن‌ها نیز قلمداد می‌شود) تاکنون ذکر شد آن است که این فناوری‌های نوظهور و با قابلیت‌های بعضاً منحصربه فرد، چگونه و در کدام بیماری‌ها و مشکلات سلامتی می‌توانند بهتر و بیشتر به خدمت بشر درآیند. در این بخش، مهم‌ترین بیماری‌ها و نقص‌های قابل کنترل با بهره‌گیری از سیستم‌های پوشیدنی معرفی می‌شوند.

– **بیماری‌های قلبی**: حمله‌های قلبی و سکته‌ها بزرگ‌ترین خطر کشنده در جوامع امروزی می‌باشند. آنژین، روماتیسم قلبی،

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

نارسایی قلبی، بیماری‌های سرخرگی، سکته‌های قلبی، افزایش و کاهش ضربان قلب جزء مهم‌ترین بیماری‌های قلبی می‌باشند. این بیماری‌ها توسط آنالیز و تحلیل الگوهای الکتروکاردیوگرام قابل شناسایی می‌باشند.

– **دیابت:** یک اختلال متابولیکی رایج است که در آن پانکراس قادر به تولید انسولین کافی نمی‌باشد. بیماران مبتلا به دیابت نوع یک باید به صورت روزانه انسولین دریافت کنند. این بیماران بایستی به طور مداوم سطح گلوکز خونشان پایش شوند. پیشرفت "پانکراس مصنوعی"برای بیماران دیابتی که متشکل از پمپ انسولین، حس‌گر گلوکز در زیر پوست و نرم‌افزار نظارتی می‌باشد. هدف از ایجاد پانکراس مصنوعی ارتقاء کیفیت زندگی افراد مبتلا به دیابت نوع یک می‌باشد که توسط پژوهشگران طراحی شده است. این حس‌گر سطح گلوکز خون را مانیتور می‌کند و سپس اطلاعات را به تلفن هوشمند ارسال می‌کند و میزان مناسب انسولین توسط الگوریتم محاسبه می‌شود [۲۴،۲۶].

– **بیماری‌های کلیوی**: بیمارانی که از نارسایی کلیوی رنج می‌برند نیازمند درمان‌های دیالیزی هستند."کلیه مصنوعی پوشیدنی"WAK(wearable artificial kidney) عملکرد واقعی کلیه فرد را به طور مداوم و ۲۴ ساعته برای دیالیز شبیه‌سازی می‌کند. پیشرفت‌های اخیر در این سیستم پوشیدنی موجب توسعه درمان‌های جایگزین کلیوی کاشتنی مداوم شده است [۲۷،۲۶].

– **بیماری‌های تنفسی:** اشاره به بیمارانی دارد که از آپنه، سندرم خواب، پنومونی مزمن، آسم رنج می‌برند. این بیماران می‌توانند برای شناسایی سریع علائم و درمان پایش شوند. چنین سیستمی نظارت طولانی مدت افراد را در محیط‌های بیمارستانی میسر می‌سازد[۲۸،۲۵].

– **سرطان:** یکی از بزرگ‌ترین دلایل مرگ جهانی می‌باشد. برخی از نئوپلاسم‌ها توسط سیستم‌هایی به نام سوزن‌های پوشیدنی هوشمند شناسایی می‌شوند. در این نوع سیستم‌ها مطالعه جریان خون منطقه درگیر در بافت سرطانی و اطراف تومور با استفاده از حس‌گرهای تعبیه شده در سوزن‌هایی انجام می‌پذیرد و این عملکرد پزشکان را در تشخیص تومورها بدون انجام بیوپسی قادر می‌سازد [۲۹].

– **بیماری پارکینسون، افراد فلج، افراد نیمه فلج:** در این بیماران برخی علائم مانند سفتی عضلات، لرزش، کم تحرکی دیده می‌شود. استفاده از فناوری‌های مذکور توانایی ثبت داده‌ها به طور مرتب و مداوم را امکان‌پذیر می‌سازند و داده‌های ثبت شده برای تحلیل حرکات صحیح و ارزیابی بیمار استفاده می شود. استفاده از "دستکش مصنوعی"برای تحریک عملکرد الکترونیکی ماهیچه‌ها و بهبود عملکرد و حرکات بیماران پارکینسون مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۷،۲۸].

– **سندرم مرگ ناگهانی نوزادان:** علائم سندرم مرگ ناگهانی نوزادان کاملاً شناسایی شده است. این علائم حیاتی عبارت‌اند از ضربان قلب، سطح اکسیژن در خون، دما، ریتم تنفسی، فشارخون. سیستم‌های پوشیدنی هوشمند علائم حیاتی مذکور را پایش می‌کنند و هشدارهایی به‌موقع، قابل‌اطمینان برای پزشکان و یا خانواده نوزاد ارسال می‌دارند در پی هشدارها درمان‌های سریع در مراحل اولیه سندرم ارائه می‌شود. یک لباس پوشیدنی به اسم "BBA bootee"برای پایش مداوم علائم حیاتی و فیزیولوژیکی نوزادان طراحی شده است که پایش مداوم این علائم از عوارضی مانند نقص عضو، بیماری‌های ریوی مزمن، بیماری‌های قلبی جلوگیری می‌کند [۲۸،۳۰].

بحث و نتیجه‌گیری

طبق یافته‌ها، پژوهش در زمینه شناخت و درک فناوری‌های پوشیدنی و کاربردهای آن در حوزه مراقبت–درمان حائز اهمیت بسزایی است؛ چراکه علاوه بر آشنایی با کاربردها و اجزاء آن‌ها، ویژگی‌های آن‌ها از جنبه‌های گوناگون می‌تواند به طراحان سامانه‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات در مراقبت و درمان کمک کرده و موجبات ارتقاء ایمنی، کیفیت مراقبت و کارآمدی در ارائه خدمات را فراهم نماید. بدین ترتیب به کارگیری فناوری‌های پوشیدنی در حوزه پزشکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله سعی بر این بوده است که تعاریف و مفاهیم جامع در خصوص سیستم‌های پوشیدنی ارائه شود، در ادامه کاربردهای جامع این قبیل سیستم‌ها در حوزه پزشکی به تفصیل بیان شود. همچنین انواع پارامترها و بیماری‌های قابل کنترل توسط این سیستم‌ها معرفی گردید. به طور کلی می‌توان گفت فناوری پوشیدنی سیستمی متشکل از حس‌گرهای مختلف می‌باشد که حس‌گرهای مذکور پارامترهای حیاتی افراد در حین انجام فعالیت‌های مختلف را ثبت و پردازش می‌کنند؛ بنابراین این فناوری‌ها جهت درمان و پایش مستمر بیماری‌های قلبی، دیابت، بیماری‌های تنفسی، بیماری‌های کلیوی، پارکینسون و غیره به کار می‌روند. همچنین می‌توان اذعان داشت به موجب پیشرفت‌های سه دهه اخیر فناوری‌های پوشیدنی فرآیند درمان و پایش خودکار بیماران به شکل مطمئن‌تری انجام می‌پذیرد.

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

می‌توان نتیجه گرفت به دلیل هوشمند شدن فضاهای بهداشتی- مراقبتی استفاده از سیستم‌های پوشیدنی در این مراکز به طور قابل توجهی خواهد توانست وضعیت سلامتی افراد را بهبود بخشد. امید می‌رود که در آینده‌ای نه چندان دور استفاده از سیستم‌های پوشیدنی بی‌سیم بدنی برای همه افراد اعم از بیماران و افراد سالم محقق خواهد شد؛ افراد جوامع در هر گروه سنی خواهد توانست پارامترهای بیولوژیکی خود را به طور مستمر و آنی دریافت کنند و این اطلاعات دریافتی سبب‌ساز بهبودی روند زندگی آن‌ها شوند.

References

1. Shortliffe EH, Cimino JJ. Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine (Health Informatics). 4th ed. Department of Biomedical Informatics at Columbia Univarsity and Arizona State University. NewYork, USA: Springer; 2013.
2. Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. NewYork: McGraw-Hill; 2001.
3. Park S, Jayaraman S. Smart Textiles: Wearable Electronic Systems. MRS Bulletin 2003;28(08):585-91.
4. Appelboom G, Camacho E, Abraham ME, Bruce SS, Dumont EL, Zacharia BE, et al. Smart wearable body sensors for patient self-assessment and monitoring. Arch Public Health 2014 22;72(1):28.
5. Chan M, Estève D, Fourniols JY, Escriba C, Campo E. Smart wearable systems: current status and future challenges. Artif Intell Med 2012;56(3):137-56.
6. Silverman BG Jain A, Ichalkaranje A. Intelligent Paradigms for Healthcare Enterprises: Systems Thinking (Studies in Fuzziness and Soft Computing). Springer; 2005.
7. Lymberis A, De Rossi DE. Wearable eHealth Systems for Personalised Health Management: State Of the Art and Future Challenges (Studies in Health Technology and Informatics). 1th ed. Netherlands: IOS Press; 2004.
8. McCann J, Bryson D. Smart Clothes and Wearable Technology. 1th ed. Published in North America Woodhead Publishing; 2009.
9. Muhlsteff J, Thijs JA, inventors; Koninklijke Philips Electronics, NV, assignee. Wearable monitoring system. United States patent US 8,233,969. 2012 Jul 31.
10. Sazonov E, Neuman MR, editors. Wearable Sensors: Fundamentals, implementation and applications. Elsevier; 2014.
11. Zhu X, Cahan A. Wearable Technologies and Telehealth in Care Management for Chronic Illness. In: Weaver CA, Ball MJ, Kim GR, Kiel JM, editors. Healthcare Information Management Systems: Cases, Strategies, and Solutions. Cham: Springer International Publishing; 2016. p. 375-98.
12. Peffers K, Tuunanen T, Rothenberger MA, Chatterjee S. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems 2007;24(3):45-77.
13. Poon CC, Zhang YT. Perspectives on high technologies for low-cost healthcare. IEEE Eng Med Biol Mag 2008;27(5):42-7.
14. Eom K, Arai H. Wearable systems and applications for healthcare. Biomedical Wireless Technologies, Networks, and Sensing Systems (BioWireleSS), 2011 IEEE Topical Conference on; 16-19 Jan 2011; Phoenix, AZ, USA: IEEE; 2011. p. 325-30.
15. Meng Y, Kim HC. Wearable Systems and Applications for Healthcare. Computers, Networks, Systems and Industrial Engineering (CNSI), 2011 First ACIS/JNU International Conference on; 23-25 May 2011. Jeju Island, South Korea: IEEE; 2011. p. 325-30).
16. Adamson PB, Abraham WT, Aaron M, Aranda JM, Bourge RC, Smith A, et al. CHAMPION trial rationale and design: the long-term safety and clinical efficacy of a wireless pulmonary artery pressure monitoring system. J Card Fail 2011;17(1):3-10.
17. Katsis CD, Goletsis Y, Rigas G, Fotiadis DI. A wearable system for the affective monitoring of car racing drivers during simulated conditions. Transportation Research Part C: Emerging Technologies 2011;19(3):541-51.
18. Alrige M, Chatterjee S. Toward a Taxonomy of Wearable Technologies in Healthcare. In: Donnellan B, Helfert M, Kenneally J, VanderMeer D, Rothenberger M, Winter R, editors. New Horizons in Design Science: Broadening the Research Agenda: 10th International Conference, DESRIST; 2015 May 20-22; Dublin, Ireland: Springer International Publishing; 2015. p. 496-504.
19. Dittmar A, Meffre R, De Oliveira F, Gehin C, Delhomme G. Wearable Medical Devices Using Textile and Flexible Technologies for Ambulatory Monitoring. IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference; 2006 Jan 17-18; Shanghai, China: IEEE; 2006. p. 7161-4.
20. Eid D, Yousef A, Elrashidi A. ECG Signal Transmissions Performance over Wearable Wireless Sensor Networks. Procedia Computer Science 2015;65:412-21.
21. Safaei AA, Sharifrazavian A, Sharifi M, Haghjoo Dynamic routing of data stream tuples among parallel query plan running on multi-core processors. Distributed and Parallel Databases 2012;30(2):145-76.
22. Eskandari E, Safaeei AA. Haghjoo M. Memo, a New Approach to Mobile Data Management. 2nd International Conference on Information & Communication Technologies; 2006 Apr 24-28 Damascus, Syria: IEEE; 2006.

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

23. Safaeei AA, Haghjoo M, Abdi S. Semantic cache schema for query processing in mobile databases Third International Conference on Digital Information Management; 2008 Nov 13-16; London, UK: IEEE; 2008. p. 644-9.

24. Jovanov E, Milenkovic A. Body Area Networks for ubiquitous healthcare applications: opportunities and challenges. J Med Syst 2011;35(5):1245-54.

25. Sultan N. Reflective thoughts on the potential and challenges of wearable technology for healthcare provision and medical education. International Journal of Information Management 2015;35(5):521-6.

26. Ananthanarayan S, Siek KA. Persuasive wearable technology design for health and wellness. Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2012 6th International Conference on; 21-24 May 2012; San Diego, CA, USA: IEEE; p. 236-40.

27. Donnellan B, Helfert M, Kenneally J, VanderMeer D, Rothenberger M, Winter R. New Horizons in Design Science: Broadening the Research Agenda. New York: Springer; 2015.

28. Meng Y, Choi HK, Kim HC. Exploring the user requirements for wearable healthcare systems. 13th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services; 2011 Jun 13-15; Columbia, MO, USA: IEEE; 2011. p. 74-7.

29. Darwish A, Hassanien AE. Wearable and implantable wireless sensor network solutions for healthcare monitoring. Sensors 2011;11(6):5561-95.

30. Pandian PS, Mohanavelu K, Safeer KP, Kotresh TM, Shakunthala DT, Gopal P, Padaki VC. Smart Vest: Wearable multi-parameter remote physiological monitoring system. Medical Engineering & Physics 2008;30(4):466-77.

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

Systematic Review Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2016; 3(3): 233-242

A Systematic Review of Wearable Technologies and their Applications in Health

Rezayi Sorayya [1], Safaei Ali Asghar [2]*

• **Received:** 1 Oct, 2016 • **Accepted:** 19 Nov, 2016

Introduction: Wearable technologies are generally used in order to monitor physiological parameters and vital signs such as heart rate, respiratory rate, blood glucose, blood pressure and etc. With increasing rate of various diseases like heart attacks, cancer, neurological disorders and diabetes, the need for continuous and long-term monitoring of patients is felt more and wearable technologies can be used in health domain for continuous monitoring and instantaneously processing of patients' information.
Methods: In this study, SID, Magiran, PubMed, ScienceDirect, IEEE and Springer databases were searched with the keyword of "Usage of wearable sensors and technologies in health" in English sources and the Persian equivalent of "wearable technologies in health" as the keyword in Persian sources. All articles related to the application and features of wearable technologies in health were selected. Repetitive articles and those without full-text were excluded from the study.
Results: A total of 100 articles were found that after excluding repetitive and irrelevant articles, just 30 articles were studied. In this study, after examining the papers, general and medical applications of wearable technologies, physiological parameters that can be monitored as well as diseases that can be controlled by these technologies are completely explained.
Conclusion: Better understanding of wearable technologies application in health field has an undeniable impact on their advancement. Use of these systems plays an important role in improving the health of people.

Keywords: Application of wearable technologies, Monitoring of physiological parameters, Vital signs, Smart tools

• **Citation:** Rezayi S, Safaei AA. A Systematic Review of Wearable Technologies and their Applications in Health. Journal of Health and Biomedical Informatics 2016; 3(3): 233-242.

1. M.S.c, Tarbiat Modares University, Medical Informatic, Medical Informatics Dept., Faculty of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Tarbiat Modares University, Computer engineering-software, Medical Informatics Dept., Faculty of Medical Sciences, Tehran , Iran.
***Correspondence:** Medical Informatics Dept., Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Jalal Ale-Ahmad Highway, Tehran, Iran.
• **Tel:** 021- 82884581
• **Email:** aa.safaei@modares.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]