

پتانسیل‌های واقعیت مجازی در باز توانی حرکتی بیماران پس از سکته مغزی

دکتر زهرا مستانه*، دکتر زهرا سعادت**، دکتر حسام‌الدین کمال زاده***، دکتر علی موصلی****

چکیده:

زمینه و هدف: توانبخشی پس از سکته مغزی نقش مهمی در کمک به بیماران جهت بازیابی توانایی‌های حرکتی و بهبود کیفیت زندگی آنها دارد. پیشرفت‌های اخیر در فناوری، به ویژه پدیده واقعیت مجازی، پتانسیل قابل توجهی را در جهت افزایش کارآمدی برنامه‌های توانبخشی پس از سکته مغزی ایجاد نموده است. هدف این مطالعه، بررسی پتانسیل‌ها و فرصت‌های ایجاد شده توسط مداخلات مبتنی بر واقعیت مجازی در زمینه توانبخشی پس از سکته مغزی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مروری، 349 مقاله مرتبط با اهداف مطالعه با جستجوی پایگاه‌های داده Web of Science، PubMed و Science Direct، همچنین Google Scholar با کلیدواژه‌های Rehabilitation, Post-stroke, Movement Disability, Virtual Reality در فاصله زمانی بین ابتدای سال 2015 تا 2023 حاصل شد. در نهایت، پس از انجام مراحل پایلیشی تکرارگیری و حذف مطالعات غیرهمسو با هدف مطالعه حاضر، 67 مقاله انتخاب شد و پس از تحلیل محتوا، یافته‌ها در قالب مقاله حاضر تدوین گردید.

یافته‌ها: طراحی محیط‌های چندبعدی تعاملی متناسب با فعالیت‌های روزانه و عاری از محدودیت‌ها و خطرات محیط‌های واقعی، شخصی سازی تمرینات متناسب با وضعیت خاص هر بیمار، خوشایند بودن و رفع موانع روانشناختی انجام تمرینات، توانمندسازی و آموزش سریع بیمار جهت استفاده از محیط مجازی، ارائه خدمات توانبخشی از راه دور و امکان پایش توسط مراکز تخصصی و نیز امکان ثبت و نمایش میزان پیشرفت درمان‌های توانبخشی از جمله پتانسیل‌های ذکر شده در منابع برای ارائه خدمات توانبخشی در بستر واقعیت مجازی بود.

نتیجه‌گیری: توانبخشی با استفاده از واقعیت مجازی به عنوان یک گزینه درمانی متناسب با پیشرفت‌های فناوری، بستر اثربخشی را برای توانبخشی بیماران پس از سکته مغزی فراهم می‌کند که در آن هر بیمار متناسب با وضعیت خود می‌تواند گزینه درمانی اختصاصی خود را در یک فضای خوشایند و برانگیزاننده انتخاب نماید و تمرینات توانبخشی خود را با مشخص بودن نوع تمرینات، تعداد و میزان تکرار هر یک از آنها انجام داده و با دریافت بازخورد از نحوه انجام تمرینات و نیز میزان پیشرفت، مسیر را برای بازیابی بهینه‌ترین حالت عملکرد ادامه دهد.

واژه‌های کلیدی: توانبخشی حرکتی، واقعیت مجازی، سکته مغزی، شخصی‌سازی درمان، تمرینات

نویسنده پاسخگو: دکتر علی موصلی
تلفن: 076-33341000

E-mail: mouseli136025@gmail.com

* دانشیار مدیریت اطلاعات سلامت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی در ارتقاء سلامت، بندرعباس
** استادیار فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، مرکز تحقیقات قلب و عروق، بندرعباس

*** دانشیار فناوری اطلاعات، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، گروه فناوری اطلاعات سلامت، بندرعباس

**** دانشیار مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی در ارتقاء سلامت، بندرعباس

تاریخ وصول: 1402/10/18

تاریخ پذیرش: 1403/01/29

زمینه و هدف

سکته مغزی زمانی اتفاق می‌افتد که ذخیره خونی مغز قطع شده و منجر به مرگ سلول‌های مغزی گردد. این آسیب می‌تواند عملکرد مغز و سایر قسمت‌های بدن را تحت تأثیر قرار دهد. سکته مغزی شامل سه نوع ایسکمیک، هموراژیک و حمله ایسکمیک گذرا می‌باشد که سکته مغزی ایسکمیک با 85 درصد از دو نوع دیگر شایع‌تر است.² سکته مغزی، دومین عامل شایع مرگ و سومین علت ناتوانی در جهان محسوب می‌شود.³ بر اساس گزارش سال 2022 سازمان جهانی سکته مغزی (WSO)، هزینه سکته مغزی در جهان در حدود 721 میلیارد دلار معادل 0/66 از تولید ناخالص در سطح جهان برآورد شده است. از سال 1999 تا 2019، تعداد موارد بیماری به صورت آشکاری افزایش یافته است؛ به طوری که بار بیماری حدود 70 درصد، مرگ ناشی از آن حدود 43 درصد و سال‌های زندگی توأم با ناتوانی نیز 143 درصد افزایش یافته است. بیشتر این موارد مربوط به کشورهای کم‌برخوردار بوده است.⁴ در ایران نیز، میزان بروز سکته مغزی افزایش یافته است، فراوانی آن نسبت به کشورهای غربی بالاتر بوده و از نظر سنی، حدود یک دهه زودتر اتفاق می‌افتد. این بیماری، دومین عامل مرگ و میر در ایران می‌باشد.⁵

با رخداد سکته مغزی، در اغلب موارد، افراد علایمی از قبیل سردرد شدید ناگهانی، بی‌حسی یا ضعف ناگهانی صورت، بازو یا پا به خصوص در یک طرف بدن، مشکل در صحبت کردن یا درک گفتار، مشکل ناگهانی در دید یک یا هر دو چشم، مشکل در راه رفتن و از دست دادن تعادل یا هماهنگی بدن و نیز سرگیجه را تجربه می‌کنند.¹ این افراد اغلب دچار عوارض شدید و مداوم پس از بروز سکته مغزی می‌شوند که با ایجاد اختلال در ساختار و کارکرد بدن، سبک زندگی این افراد و فعالیت‌های روزمره زندگی آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.⁶

آسیب عمده‌ای که اکثر افراد پس از سکته مغزی دچار آن می‌شوند، مشکلات حرکتی و عملکردی می‌باشد که توانایی ادامه زندگی مستقل و انجام فعالیت‌های روزمره زندگی را از بیماران سلب می‌کند. این عارضه باعث می‌شود که افراد نتوانند فعالیت‌های حرکتی خود را انجام دهند. همچنین باعث ایجاد انواع مشکلات جسمی، روانی و اجتماعی می‌شود که می‌تواند بر روی زندگی این افراد بسیار تأثیرگذار باشد.⁷ علاوه بر این، سکته مغزی می‌تواند منجر به

ناتوانی در کنترل حرکتی و ضعف اندام‌ها گردد. این امر نه تنها باعث کاهش قدرت عضلانی می‌گردد؛ بلکه بر هماهنگی حرکات بین اندام‌ها نیز تأثیر می‌گذارد.^{8,9} بنابراین، شروع درمان زودهنگام اختلالات حرکتی جهت جلوگیری از ایجاد ناتوانی و معلولیت ضرورت دارد.¹⁰

برای درمان عوارض حرکتی پس از سکته مغزی بسته به وضعیت بیمار، روش‌های درمانی متداولی نظیر دارو درمانی، کنترل رژیم غذایی، کنترل فشارخون و دیابت، انجام تمرینات ورزشی در منزل و در مراحل شدیدتر، جراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. توانبخشی با ارائه راهکارهای مختلف درمانی از قبیل فیزیوتراپی، کار درمانی و آینه درمانی از جمله روش‌های درمانی مؤثر دیگری است که می‌تواند با ایجاد تمرینات غیرفعال و فعال به تخفیف عوارض پس از سکته مغزی در بیماران کمک نماید تا آنها بتوانند بر چالش‌های پس از سکته مغزی غلبه کنند. این روش‌ها برای اثربخشی باید در زمان کوتاهی پس از سکته مغزی شروع شده و با جدیت کافی از نظر مدت زمان انجام تمرین‌ها و تکرار آنها دنبال شوند.^{11,12}

بیماران هنگام درمان با روش‌های توانبخشی متداول سنتی، علیرغم مزایا و اثرات مثبت آنها، محدودیت‌ها و چالش‌هایی از قبیل خسته کننده بودن، دردآور بودن، نیاز به تکرار تمرین‌ها، طولانی بودن طول درمان، تدریجی بودن روند بهبودی، ناامیدی و بالا بودن هزینه‌ها را تجربه می‌کنند که منجر به عدم مشارکت بیمار و متعاقب آن ترک درمان می‌شود و اثرات روش‌های توانبخشی را کاهش می‌دهد.^{13,14} ادغام روش‌های توانبخشی با فناوری می‌تواند یکی از راه‌های غلبه بر این محدودیت‌ها و چالش‌ها باشد.^{13,15,16} بازی‌های ویدئویی و واقعیت مجازی از جمله روش‌های نوین توانبخشی مبتنی بر فناوری هستند که اثرات آنها در مطالعات مختلف در حوزه‌های مختلف توانبخشی از جمله درمان فوبیا،¹⁷ اختلالات استرس پس از تروما،¹⁸ تسکین درد حاد و مزمن^{19,20} و درمان عوارض حرکتی و شناختی بیماران پس از سکته مغزی^{21,22} مورد تأیید قرار گرفته است.

واقعیت مجازی (Virtual Reality: VR) یک محیط شبیه‌سازی شده کامپیوتری است که بیمار می‌تواند با حس حضور و غوطه‌وری در یک محیط تعاملی، ترغیب به انجام تمرین‌های حرکتی کنترل شده نماید. اکنون استفاده از واقعیت مجازی به یک گزینه نوظهور جهت توانبخشی

و شخصی توجه کرد.²⁷ در یک دسته‌بندی می‌توان عوارض را در قالب عوارض شناختی، حرکتی، حسی و ادراکی تقسیم بندی نمود.^{28,13} در حوزه شناختی و ادراکی ممکن است بیماران مشکلاتی را در گفتار، توجه و تمرکز، عملکردهای اجرایی و حافظه تجربه کنند. سکنه مغزی همچنین می‌تواند منجر به بی‌تفاوتی و افسردگی گردد.²⁸⁻³⁰ در حوزه حسی و حرکتی نیز اختلالات طولانی مدت از قبیل ضعف عضلانی، فلج شل، افزایش تن عضلانی، از دست دادن هماهنگی و تعادل بدن از جمله علایم می‌باشد که بر اندام‌های فوقانی و تحتانی، راه رفتن و تعادل بیمار تأثیر می‌گذارد.³⁰

حدود نیمی از بیماران متعاقب سکنه مغزی، دچار اختلالات حرکتی می‌شوند. انواع اختلالات حرکتی در این دسته از بیماران دیده می‌شود. شایعترین نوع اختلال حرکتی، فلج نیمه بدن است که دامنه آن می‌تواند از فلج خفیف تا کامل در نوسان باشد. بسیاری از بیماران ممکن است حرکت یا عملکرد کامل در اندام فوقانی خود را به دست نیاورند. این اختلال می‌تواند منجر به ایجاد مشکل در حرکت دادن یا کنترل بازو، دست، پا یا پاشنه متأثر شود.^{31,4} اسپاستیسیته که با سفتی عضلانی همراه است و اغلب منجر به انقباضات عضلانی ناخواسته یا تشنج می‌شود. آتاکسی، وضعیت دیگری است که بر هماهنگی و تعادل فرد تأثیر می‌گذارد که می‌تواند منجر به حرکات ناپایدار، مشکل در حرکات دقیق و مهارت‌های حرکتی ظریف شود. یک اختلال دیگری نیز در برنامه‌ریزی حرکت ایجاد می‌شود (آپراکسی) که با وجود داشتن توانایی فیزیکی، توانایی انجام حرکات هدفمند یا انجام کارهای آموخته شده را در بیمار مختل می‌کند و می‌تواند بر اعمالی مانند رسیدن، گرفتن یا برداشتن اشیا تأثیر بگذارد.²⁸ اختلال در راه رفتن نیز از جمله نقایص حرکتی پس از سکنه می‌باشد که افراد، مشکلاتی را در راه رفتن تجربه می‌کنند؛ از جمله تغییر در الگوهای راه رفتن، مشکلات تعادلی و کاهش ثبات که این وضعیت می‌تواند منجر به مشکل در گام برداشتن یا کشیدن پا شود. نقایص حرکتی در اندام فوقانی در بیشتر بیماران باقی می‌ماند و تنها 5 درصد از بیماران می‌توانند عملکرد کامل حرکتی را مجدداً به دست بیاورند.⁶

فناوری واقعیت مجازی می‌تواند تجربه احاطه شدن توسط یک دنیای کامپیوتری را به کاربران بدهد. با بکارگیری این فناوری، کاربران محیط مجازی فراگیر و گسترده‌ای را از یک محیط تولید شده توسط کامپیوتر تجربه می‌کنند و

حرکتی بیماران پس از سکنه مغزی تبدیل شده است.^{24,23} در نرم افزار واقعیت مجازی، تمرین‌هایی که بیمار باید برای توانبخشی اندام آسیب دیده انجام دهد، با در نظر گرفتن درجات مختلف آسیب و نیز مدت زمان، شدت و میزان تکرار تمرین‌ها طراحی می‌گردد. در این فضا به دلیل وجود محیط بصری خوشایند، بیماران در طول استفاده از آن، درد کمتری را حس می‌کنند، مشارکت بهتری در انجام و ادامه تمرین‌ها دارند، امکان انجام تمرین‌ها به صورت مکرر وجود دارد و نیز خود بیماران با دریافت بازخورد بصری می‌توانند میزان بهبودی خود را ارزیابی نمایند.^{26,25} بنابراین، با توجه به قابلیت‌های واقعیت مجازی در ارائه خدمات توانبخشی به بیماران به ویژه بیماران دچار سکنه مغزی با اختلالات حرکتی، هدف این مطالعه بررسی جنبه‌های مختلف کاربردی واقعیت مجازی و قابلیت‌های آن در توانبخشی بیماران دچار اختلالات حرکتی پس از سکنه مغزی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مروری، در راستای دستیابی به اهداف مطالعه، پایگاه‌های داده PubMed، Web of Science و Science Direct، همچنین Google Scholar با کلید واژه‌های Rehabilitation, Post-stroke, Movement Disability, Virtual Reality همراه با عملگرهای AND و OR در فاصله زمانی بین ابتدای سال 2015 تا 2023 مورد جستجو قرار گرفت. نتیجه جستجو شامل استخراج 349 مقاله بود که پس از تجمیع مقالات، تعداد 164 مقاله به دلیل تکرارگیری حذف گردید. در مرحله بعد، پس از مطالعه عنوان و خلاصه مقالات، به دلیل عدم همراستایی مطالعات با هدف مطالعه حاضر، تعداد 98 مقاله حذف شد. در نهایت، با مطالعه 67 مقاله و خلاصه برداری از محتوای آنها، یافته‌ها در قالب مقاله حاضر تدوین شد. تحلیل مطالعات بر اساس تحلیل محتوا و بر اساس میزان پاسخگویی مقالات به اهداف مطالعه انجام گرفت.

یافته‌ها

برای بازتوانی افراد پس از سکنه مغزی که به طور کلی به دلیل عوامل داخل مغزی یا مشکلات عروقی خارج از مغز مانند آمبولی یا آترواسکلروزیس ایجاد می‌شود، باید به کلیه فاکتورهای زیستی، روانشناختی و اجتماعی بیمار یا به عبارتی به آناتومی و فیزیولوژی بدن و نیز به عوامل محیطی

طراحی محیطی عاری از محدودیت‌ها و خطرات محیط‌های واقعی

استفاده از محیط‌های مجازی، امکان ایجاد محیط‌های امن و بی‌خطری را برای انجام تمرینات توسط بیماران فراهم می‌سازد. در این محیط‌ها، بیماران می‌توانند فعالیت‌های روزمره را بدون محدودیت‌های فیزیکی و اقتصادی انجام دهند و قادر به انجام تمریناتی هستند که نسبت به محیط واقعی کم خطر می‌باشد.³⁶ استفاده از واقعیت مجازی با امکان غوطه‌وری در محیط در بهبود مشکلات حرکتی و کاهش خطر افتادن در حین انجام تمرینات نقش دارد و یک محیط امن‌تری را نسبت به محیط‌های توانبخشی سنتی فراهم می‌سازد.³⁷

شخصی‌سازی تمرینات متناسب با وضعیت خاص هر بیمار

یکی از کاربردهای اصلی واقعیت مجازی در توانبخشی حرکتی بیماران، سازگاری و انعطاف‌پذیری آن در طراحی تمریناتی متناسب با وضعیت حرکتی هر بیمار پس از سکنه می‌باشد. بنابراین، نوع تمرینات برای هر بیمار اختصاصی می‌شود که می‌تواند منجر به هدفمند شدن تمرینات و دستیابی سریع‌تر به اهداف درمانی گردد.³⁸ در همدست واقعیت مجازی، نرم‌افزاری طراحی شده و قرار می‌گیرد که قابلیت شخصی‌سازی تمرینات برای هر بیمار را دارد. در این نرم‌افزار، تاریخچه فعالیت‌ها و تمرینات بیمار قابل ذخیره‌سازی است و بر حسب میزان پیشرفت و پاسخ بیمار به تمرینات می‌توان، ادامه تمرین‌ها را متناسب با وضعیت کنونی بیمار تنظیم نمود. برخی سیستم‌ها حتی امکان پایش تمرینات بیمار و منطبق‌سازی تمرینات با نیازهای حرکتی بیمار را به طور هم‌زمان با استفاده از فناوری‌های از راه دور نیز فراهم می‌سازند و بازخوردهای حاصل را به بیمار ارائه می‌دهند.³¹

در این فناوری، نرم‌افزارها امکان انتخاب انواع تمرین‌ها را برای یک مشکل ارائه می‌دهند که بیمار می‌تواند به دلخواه خود، تمرینی که متناسب با خواسته و نیاز وی می‌باشد را انتخاب نماید. همچنین امکان انتخاب تعداد تکرار هر تمرین و شدت آن برای هر یک از مواضع آناتومیکی وجود دارد.

تعامل کاربر با محیط به گونه‌ای است که فرد خود را در یک محیط واقعی تصور می‌کند. میزان غوطه‌وری و عینیت در این محیط می‌تواند در حدی باشد که فرد تشخیص ندهد که در یک محیط مجازی است.¹⁴ در این محیط، محتوای واقعیت مجازی به حرکات کاربر به شیوه‌ای طبیعی پاسخ داده و احساس حضور در یک محیط طبیعی را به فرد می‌دهد.³² توانبخشی حرکتی با استفاده از فناوری واقعیت مجازی روشی نویدبخش برای بیماران پس از سکنه مغزی است که با در نظر گرفتن تئوری‌های یادگیری حرکتی و انجام تمرینات وظیفه محور، فشرده و مکرر منجر به ارتقاء انعطاف‌پذیری عصبی و در نتیجه بهبود حرکات در بیمار می‌شود.¹⁴

قابلیت‌های واقعیت مجازی در توانبخشی حرکتی بیماران

طراحی محیط‌های چندبعدی تعاملی متناسب با فعالیت‌های واقعی روزانه

یکی از مهم‌ترین کاربردهای واقعیت مجازی در طراحی محیط‌هایی مشابه با محیط‌های زندگی واقعی است.³³ توانایی بیماران دچار سکنه مغزی به انجام فعالیت‌های روزانه به عنوان یک شاخص عملکردی محسوب می‌شود که مشخص کننده میزان توانایی‌های حرکتی آنها جهت داشتن یک زندگی مستقل و مشارکت در فعالیت‌های اجتماعی می‌باشد.³⁴ برای دستیابی به این هدف، در طول فرآیند توانبخشی، افراد باید امکان انجام انواع تمرینات را در محیط‌های گوناگون از قبیل فضاها، مختلف منزل، محیط کار، خیابان، مراکز خرید و ... مانند زندگی روزمره داشته باشند تا بتوانند ظرفیت عملکردی و استقلال خود را باز یابند. طراحی کلیه این فضاها در مراکز توانبخشی به سختی امکان‌پذیر است؛ ولی در محیط واقعیت مجازی می‌توان با عناصر مختلف، سناریوهایی مشابه آنچه که در واقعیت اتفاق می‌افتد را طراحی نمود. در این محیط، امکان طراحی کلیه فضاها با ظاهری تعاملی امکان‌پذیر می‌باشد؛ به گونه‌ای که بیمار با حس حضور در چنین محیط‌هایی می‌تواند دوباره توانایی خود را برای انجام کارهای روزانه منزل، رانندگی، کارهای اداری و ... بازیابی نماید.³⁵

ارائه خدمات توانبخشی از راه دور و امکان پایش توسط مراکز تخصصی

علیرغم اینکه بیماران پس از سکته مغزی، نیاز فوری و مستمر به خدمات توانبخشی دارند؛ اما وجود دلایلی از قبیل محدودیت مراکز توانبخشی، لیست انتظارهای طولانی، مشکلات رفت و آمد و فاصله می‌توانند به عنوان موانعی در این مسیر باشند. در این راستا، خدمات توانبخشی در بستر واقعیت مجازی که فرد می‌تواند با نظارت درمانگر، تمرینات توانبخشی خود را در منزل انجام دهد، به یک گزینه درمانی در دسترس و آسان تبدیل شده است. در این روش، نوع، تعداد و تکرار تمرین‌ها و نیز میزان پاسخ به درمان از راه دور توسط درمانگر قابل ردیابی است.^{42و41}

امکان ثبت و نمایش میزان پیشرفت درمان‌های توانبخشی

میزان، تکرار و شدت تمرینات انجام شده در نرم افزار قابل ذخیره‌سازی است و امکان نمایش میزان بهبود به صورت نموداری یا بصری وجود دارد. بنابراین، میزان بهبود از طریق سنسورهای حرکتی اندام‌ها به نرم افزار منتقل شده و روند بهبود نمایش داده می‌شود.⁴³

بحث

بیماران عوارضی را پس از سکته مغزی تجربه می‌کنند. به بیان Dorsch، قدرت عضلانی در اندام‌های تحتانی این دسته از بیماران بین 34-62 درصد نسبت به افراد سالم کاهش پیدا می‌کند.⁷ همچنین Eng بیان می‌کند که این بیماران در حالت ایستاده، فقط می‌توانند حدود 25-43 درصد وزن بدن خود را روی اندام تحتانی تحمل کنند.⁴⁴ بیماران پس از سکته مغزی جهت حفظ تعادل بدن، فشار بیشتری را به اندام سالم وارد می‌کنند که منجر به توزیع نامتقارن وزن بین دو پا می‌شود و نیز بیش از 75 درصد افرادی که دچار سکته مغزی می‌شوند، اختلال در اندام تحتانی را تجربه کرده و توانایی راه رفتن را از دست می‌دهند.⁴⁵

علاوه بر این، تنوع در محیط مجازی انجام تمرین‌ها، موجب ایجاد حس غوطه‌وری و تعامل با محیط را فراهم می‌سازد و باعث می‌شود تا فرد خود را کاملاً در آن محیط خوشایند حس کرده و به تمرینات خود با انگیزه و منظم ادامه دهد.³⁶ در اثر این امکانات، بیمار نوعی استقلال را در انجام تمرینات پیدا می‌کند و در اثر تجربه، تمریناتی که متناسب با وضعیت و شرایط بیماری وی می‌باشد را با نظارت درمانگر، بیشتر در برنامه توانبخشی خود قرار می‌دهد.¹⁴

خوشایند بودن و رفع موانع روانشناختی انجام تمرینات

توانبخشی با واقعیت مجازی می‌تواند انگیزه لازم را به بیمار برای مشارکت در برنامه‌های توانبخشی خود و تمایل به تکرار تمرینات بدهد. در این فناوری به دلیل استفاده از طراحی‌های بازی گونه و جذاب و نیز امکان تغییر محیط نرم افزار متناسب با روحیات بیمار، فرد در هنگام انجام تمرینات، احساس خوشایند و لذت بخشی را تجربه می‌کند و احساس کسالت و خستگی به دلیل غوطه‌وری در این محیط خوشایند کاهش می‌یابد.^{35و14}

توانمندسازی و آموزش سریع بیمار جهت استفاده از محیط مجازی

یکی از عوامل برانگیزاننده برای بیماران این است که آنها بتوانند تمریناتی را که باید انجام دهند را به آسانی یاد بگیرند. در واقعیت مجازی به دلیل استفاده از انیمیشن، فیلم و راهنمای صوتی در یک محیط هدایت کننده و گویا که مسیر انجام تمرینات را به وضوح نشان می‌دهد، این امکان برای بیمار فراهم می‌شود که خود به راحتی چگونگی انجام تمرینات را یاد گرفته و تا حدود زیادی بتواند به طور مستقل تمرینات خود را بر طبق برنامه مشخص شده در نرم افزار انجام دهد.³⁹ یکی دیگر از عوامل تسهیل کننده یادگیری در این محیط، اختصاصی‌سازی تمرینات برای هر بیمار است که سردرگمی و عدم درک مراحل انجام تمرینات و نیز سرگیجه ناشی از حضور در محیط مجازی را کاهش می‌دهد.⁴⁰

Bailey و همکارانش در مطالعه خود با توصیف سیستم واقعیت مجازی طراحی شده برای بیماران به نقش این سیستم در شخصی سازی برنامه درمانی برای هر بیمار تأکید کردند. در نرم افزار طراحی شده برای این سیستم، برنامه درمانی بیمار از راه دور روی هدست راه اندازی می شود و بیمار بدون خروج از منزل و با نظارت و پایش درمانگر از راه دور، تمرینات حرکتی خود را دریافت می کند. یافته های مطالعه بیانگر افزایش فعالیت و کارکردهای بدنی و انجام منظم تمرینات بود که اثرات کلی آن، ارتقاء کیفیت زندگی بیماران بود.³² در این راستا، **Sramka** و همکارانش نشان دادند که طراحی محیط های متنوع برای انجام تمرینات نیز می تواند به فرایند شخصی سازی درمان در این دسته از بیماران کمک نموده و ارزش افزوده بیشتری را در محیط مجازی ایجاد نماید؛ زیرا انتخاب محیط برانگیزاننده به خواست بیمار می تواند از نقطه نظر روانشناختی، تلقین کننده یک احساس مثبت به بیماران بوده و آنها را به انجام منظم و بهتر تمرینات ترغیب نماید.³⁶ **Schiza** و همکارانش، امکان کنترل محرک، اندازه گیری پاسخ به محرک و ارزیابی میزان ایمنی تمرینات برای هر بیمار را از قابلیت های واقعیت مجازی در راستای انعطاف پذیری و شخصی سازی تمرینات و افزایش تعامل کاربر عنوان کردند.³³ **Ruiz-Gonzalez** و همکارانش نیز امکان دریافت بازخورد مستقیم از نرم افزار را از قابلیت های این محیط ذکر می کند که می تواند مشخص کننده ادامه مسیر توانبخشی بیمار باشد.⁴⁸ **Moan** و همکارانش در مطالعه خود نشان دادند که بیماران مورد مطالعه آنها مشکلی در درک تمرینات و نیز درک محیط مجازی طراحی شده نداشتند و به دلیل شخصی سازی تمرینات و مشخص بودن مراحل، به راحتی توانستند با این محیط ارتباط برقرار کنند.³⁹

Dominguez-Tellez و همکارانش، کم هزینه بودن، انجام تمرینات در منزل و امکان پایش از مرکز توانبخشی و مشارکت بیشتر بیمار در فرایند بازتوانی خود را از قابلیت های فناوری واقعیت مجازی در توانبخشی حرکتی بیماران پس از سکته بیان کردند که با توجه به این قابلیت ها، این فناوری به یک ابزار بالقوه در این زمینه تبدیل شده است.¹⁶ **Lin** و همکارانش نیز در مطالعه خود با طراحی نرم افزاری در قالب واقعیت مجازی، زمینه را برای انجام تمرینات توسط بیماران در منزل به مدت 6 هفته و 4-6 بار

مطالعات زیادی در زمینه استفاده از واقعیت مجازی در توانبخشی افراد پس از سکته مغزی انجام گرفته و اثرات آن را در فرآیند توانبخشی نسبت به روش های سنتی موجود امیدوارکننده نشان داده اند.⁴⁴ **Lohse** و همکارانش نیز به اثرات مشهود استفاده از واقعیت مجازی در مقایسه با روش های درمانی سنتی بر روی کارکردها و فعالیت های بدنی و نیز مشارکت بیماران در درمان اشاره کردند.¹¹

Huygelier و همکارانش امکان ایجاد تمرینات مختلف متناسب با محیط های واقعی را از قابلیت های واقعیت مجازی برای بیماران پس از سکته مغزی بیان می کنند که انجام این تمرینات می تواند به بازیابی مهارت های حرکتی در زمینه هایی مانند رانندگی و انجام امور شخصی کمک کند.⁴⁰

به بیان **Rodríguez** و همکارانش، استفاده از محیط مجازی علاوه بر اینکه یک فضای خوشایندی را برای بیماران فراهم می سازد، بستر ساز یک محیط امن و کم خطر نسبت به محیط های واقعی مراکز توانبخشی و محیط واقعی زندگی می باشد. افتادن بیمار در حین انجام تمرینات یکی از مشکلاتی است که در محیط های واقعی اتفاق می افتد که بر اساس یافته های مطالعه **Cortés-Pérez** در محیط های امن طراحی شده در بستر واقعیت مجازی، این مشکل قابل کنترل است.³⁷ همچنین، **Moan** و همکارانش در مطالعه خود نشان دادند که بیماران مورد مطالعه آنها در طول راه رفتن به مدت 20 دقیقه روی تردمیل در بستر واقعیت مجازی، احساس امنیت می کردند و هیچ عارضه جانبی مانند سرگیجه و بیماری حرکتی نداشتند. در این بستر، امکان ایجاد توقف یا مکث در طول تمرین یک مزیت دیگری برای احساس امنیت برای بیمار محسوب می شد.³⁹

Masseti و همکارانش در مطالعه خود امکان غوطه وری در محیط مجازی را به عنوان دلیلی برای خوشایند و انگیزاننده بودن این محیط برای انجام تمرینات حرکتی ذکر کردند.²⁵ **Tieri** و همکارانش نیز ضمن تأیید این کاربرد، اشاره کردند که متعاقب این حس، پذیرش بیمار برای انجام تمرینات سخت تر، بیشتر می شود.²⁴ **Schroder** و همکارانش نیز، طرح بازی گونه محیط مجازی را موجب ایجاد حس خوشایند در طول انجام تمرینات بیان کردند و آن را زمینه ساز طراحی جلسات تمرینی طولانی مدت و نیز پایبندی بیمار به ادامه درمان معرفی نمودند.⁴⁷

بیمار متناسب با وضعیت و نیاز خود می‌تواند گزینه درمانی اختصاصی خود را انتخاب نماید و در یک فضای خوشایند و برانگیزاننده، تمرینات توانبخشی خود را با مشخص بودن نوع تمرینات، تعداد و میزان تکرار هر یک از آنها انجام داده و با دریافت بازخورد از نحوه انجام تمرینات و نیز میزان پیشرفت، مسیر را برای بازیابی بهینه‌ترین حالت عملکرد ادامه دهد. این فناوری در منزل قابل استفاده است که در این حالت با توجه به ذخیره شدن اطلاعات مربوط به تمرینات، درمانگر می‌تواند عملکرد فرد را از راه دور کنترل و تنظیم نماید. بنابراین بر اساس نتایج مطالعات محیط واقعیت مجازی، بستر اثربخشی را برای توانبخشی بیماران پس از سکته مغزی فراهم می‌کند که با توجه به قابلیت‌های ذکر شده برای آن می‌تواند به عنوان یک گزینه درمانی مناسب و متناسب با پیشرفت‌های فناوری مورد استفاده قرار گیرد.

در هر هفته فراهم کردند که نتیجه مطالعه، نشان دهنده تأثیر مثبت استفاده از واقعیت مجازی از راه دور بود.⁴¹

نتیجه‌گیری

بیماران پس از سکته مغزی جهت بازتوانی مهارت‌ها و عملکردهای از دست رفته به ویژه در حیطه حرکتی پس از دریافت خدمات درمانی مربوط به سکته، نیاز به انجام یکسری تمرینات تخصصی دارند تا عملکرد عضو بازیابی شود. در این راستا انواع روش‌های سنتی وجود دارد که علی‌رغم مزایای غیرقابل انکار آنها، مشکلاتی از قبیل خسته کننده بودن، عدم وجود انگیزه در بیماران، مشکلات رفت و آمد و نیز محدودیت مراکز توانبخشی و لیست انتظارهای طولانی می‌توانند با روش‌های نوین جایگزین شده یا تقویت گردند. توانبخشی در بستر واقعیت مجازی یک فضای سه بعدی را برای بیماران طراحی می‌کند که در آن هر

Abstract:**Potentials of Virtual Reality-based Post-Stroke Rehabilitation**

Mastaneh Z. PhD^{}, Saadat Z. PhD^{**}, Kamalzadeh H. PhD^{***}, Mouseli A. PhD^{****}*

(Received: 8 Jan 2024 Accepted: 17 April 2024)

Introduction & Objective: Post-stroke rehabilitation plays a crucial role in helping individuals regain motor functions and improve their quality of life. Recent advancements in technology, particularly the emergence of virtual reality (VR), have shown significant potential in enhancing the effectiveness of post-stroke rehabilitation programs. This study aims to explore the potentials and opportunities created by VR-based interventions in the post-stroke rehabilitation.

Materials & Methods: In this review study, a total of 349 articles related to the study objectives were obtained by searching databases including Web of Science, PubMed, Science Direct, and Google Scholar using the keywords "Rehabilitation," "Post-stroke," "Motion Disability," and "Virtual Reality" from 2015 to 2023. After conducting refinement steps, eliminating non-relevant studies, and aligning with the objectives of the present study, 67 articles were selected. The findings were analyzed, and the results were formulated in the current article.

Results: The findings highlighted the potential of designing interactive multidimensional environments tailored to daily activities, and free from constraints and risks of real-world environments. Personalizing exercises according to each patient's specific condition, addressing psychological barriers, empowering and facilitating rapid patient adaptation to the virtual environment, providing tele-rehabilitation services and monitoring by specialized centers, as well as the ability to record and display progress in rehabilitation treatments were among the potential benefits of utilizing VR in rehabilitation settings.

Conclusions: Post-stroke rehabilitation utilizing VR as a treatment option, in line with technological advancements, offers an effective platform for the recovery of stroke patients. It allows each patient to choose their personalized treatment option in an engaging and motivating environment. By specifying the type, number, and intensity of exercises, receiving feedback on performance, and monitoring progress, patients can pursue the optimal path towards achieving their functional goals.

Key Words: Motor Rehabilitation, Virtual Reality, Stroke, Personalized Treatment, Exercises

^{*} Associate Professor of Health Information Management, Social Determinants in Health Promotion Research Center, Hormozgan Health Institute, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran.

^{**} Assistant Professor of Physiotherapy, Cardiovascular Research Center, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran

^{***} Associate Professor of Information Technology, Department of Health Information Technology, School of Allied Medical Sciences, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran

^{****} Associate Professor of Health Services Administration, Social Determinants in Health Promotion Research Center, Hormozgan Health Institute, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran

References:

1. Stroke Association. What is stroke and different types of stroke? Cited: 29 Oct 2022. Available at: [https://www.stroke.org.uk/what-is-stroke / types-of-stroke](https://www.stroke.org.uk/what-is-stroke/types-of-stroke).
2. Fioouji H, Namayandeh SM, Barsang S, Erfani M. Epidemiologic study of the main risk factors for one year ischemic stroke and survival in patients admitted to the neurology department of Ghayim hospital in Mashhad. *Toloee behdasht J*. 2020; 19(2): 33-42.
3. Feigin VL. Global and regional burden of stroke during 1990-2010: findings from the global burden of disease study. *The Lancet*. 2014; 383(9913): 245-55.
4. World Stroke Organization. WSO global stroke fact sheet. Cited: 11 Jun 2022. Available at: [https://www.world-stroke.org / news- and blog/news/wso-global-stroke-fact-sheet-2022](https://www.world-stroke.org/news-and-blog/news/wso-global-stroke-fact-sheet-2022).
5. Ghandehari K. Epidemiology of stroke in Iran. *Galen Med J*. 2016; 5(1): 3-9.
6. Ahmadabadi S, Alavian F, Sedaghati P. Effectiveness of motor interventions in improving the motor abilities of post-stroke patients: a systematic review. *J Rehabil Med*. 2022; 10(6): 1140-55. doi:10.32598/SJRM.10.6.2.
7. Dorsch S, Ada L, Canning CG. Lower limb strength is significantly impaired in all muscle groups in ambulatory people with chronic stroke: a cross-sectional study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016; 97(4): 522-7.
8. Darak V, Karthikbabu S. Lower limb motor function and hip muscle weakness in stroke survivors and their relationship with pelvic tilt, weight-bearing asymmetry, and gait speed: A cross-sectional study. *Curr J Neurol* 2020; 19(1): 1-7.
9. Kao PC, Dingwell JB, Higginson JS, Binder-Macleod S. Dynamic instability during post-stroke hemiparetic walking. *Gait Posture*. 2014; 40(3), 457-463. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.05.014.
10. Wevers L, Van De Port I, Vermue M, Mead G, Kwakkel G. Effects of task-oriented circuit class training on walking competency after stroke: A systematic review. *Stroke*. 2009; 40(7): 2450-9. doi: 10.1161/STROKEAHA.108.541946.
11. Lohse KR, Lang CE, Boyd LA. Is better? Using metadata to explore dose-response relationships in stroke rehabilitation. *Stroke*. 2014; 45(7): 2053-58. doi: 10.1161/STROKEAHA.114.004695.
12. Miclaus RS, Roman N, Henter R, Caloian S. Lower extremity rehabilitation in patients with post-stroke sequelae through virtual reality associated with mirror therapy. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 2654. <https://doi.org/10.3390/ijerph.18052654>.
13. Huygelier H, Mattheus E, Vanden Abeele V, van Ee R, Gillebert CR. The use of the term virtual reality in post-stroke rehabilitation: a scoping review and commentary. *Psychologica Belgica*. 2021; 61(1): 145-62. doi: 10.5334/ pb.1033.
14. Kim WS, Cho S, Ku J, Kim Y, Lee K, Hwang HJ, Paik NJ. Clinical application of virtual reality for upper limb motor rehabilitation in stroke: review of technologies and clinical evidence. *J. Clin. Med*. 2020, 9, 3369; doi: 10.3390/jcm9103369.
15. Garcia-Munoz C, Casuso-Holgado M. Effectiveness of Wii Fit balance board in comparison with other interventions for post-stroke balance rehabilitation. Systematic review and meta-analysis. *Rev Neurol*. 2019; 69(7): 271-9. doi: 10.33588/rn.6907.2019091.
16. Dominguez-Tellez P, Moral-Munoz JA, Casado-Fernandez E, Salazar A, Lucena-Anton D. Effects of virtual reality on balance and gait in stroke: a systematic review and meta-analysis]. *Rev Neurol* 2019; 69(6): 223-234. doi: 10.33588/rn.6906.2019063.
17. Maples-Keller JL, Yasinski C, Manjin N, Rothbaum BO. Virtual reality-enhanced extinction of phobias and post-traumatic stress. *Neurotherapeutics*. 2017; 14: 554-63. doi: 10.1007/s13311-017-0534-y.
18. Kothgassner OD, Goreis A, Kafka JX, Van Eickels RL, Plener PL, Felnhofer A. Virtual reality exposure therapy for posttraumatic stress disorder: a meta-analysis. *Eur. J. Psychotraumatol*. 2019; 10:1654782. doi:10.1080/20008198.2019.1654782.
19. Pourmand A, Davis S, Marchak A, Whiteside T, Sikka N. Virtual reality as a clinical tool for pain management. *Curr. Pain Headache Rep*. 2018; 22: 1-6. doi: 10.1007/s11916-018-0708-2.
20. Wittkopf PG, Lloyd DM, Coe O, Yacoobali S, Billington J. The effect of interactive virtual reality on pain perception: a systematic review of clinical studies. *Disabil. Rehabil*. 2020; 42: 3722-33. doi:10.1080/09638288.2019.1610803.
21. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2017; 11: CD008349. doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.
22. Karamians R, Proffitt R, Kline D, Gauthier LV. Effectiveness of virtual reality-and gaming-based interventions for upper extremity rehabilitation poststroke: a meta-analysis. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 2020; 101: 885-96. doi: 10.1016/j.apmr.2019.10.195.
23. Huygelier H, Schraepen B, Lafosse C, Vaes N, Schillebeeckx F, Michiels K, et al. An immersive virtual reality game to train spatial attention

- orientation after stroke: A feasibility study. *Appl. Neuropsychol.* 2020; 1-21. doi: 10.1080/23279095.2020.1821030.
24. Tieri G, Morone G, Paolucci S, Iosa M. Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: Facts, fiction and fallacies. *Expert Rev. Med. Devices.* 2018, 15(2), 107-17. doi:10.1080/17434440.2018.1425613.
 25. Massetti T, da Silva TD, Crocetta TB, Guarnieri R, de Freitas BL, Bianchi Lopes P, et al. The clinical utility of virtual reality in neurorehabilitation: a systematic review. *J. Cent. Nerv. Syst.* 2018, 10, 1179573518813541. doi:10.1177/1179573518813541.
 26. Porras DC, Siemonsma P, Inzelberg R, Zeilig G, Plotnik M. Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: A systematic review. *Neurology.* 2018; 90(22): 1017-25. doi:10.1212/WNL.0000000000005603.
 27. Silva SM, Corrêa JCF, Pereira GS, Corrêa FI. Social participation following a stroke: An assessment in accordance with the international classification of functioning, disability and health. *Disabil. Rehabil.* 2019, 8, 879-886.
 28. Gittins M, Lugo-Palacios D, Vail A, Bowen A, Paley L, Bray B, Tyson S. Stroke impairment categories: A new way to classify the effects of stroke based on stroke-related impairments. *Clinical Rehab.* 2021; 35(3): 446-57.
 29. Makin SDJ, Turpin S, Dennis MS, Wardlaw JM. Cognitive impairment after lacunar stroke: systematic review and meta-analysis of incidence, prevalence and comparison with other stroke subtypes. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2013; 84(8), 893-900. doi: 10.1136/jnnp-2012-303645.
 30. Darak V, Karthikbabu S. Lower limb motor function and hip muscle weakness in stroke survivors and their relationship with pelvic tilt, weight-bearing asymmetry, and gait speed: A cross-sectional study. *Curr J Neurol* 2020; 19(1): 1-7.
 31. Bailey RB. Highlighting hybridization: a case report of virtual reality-augmented interventions to improve chronic post-stroke recovery. *Medicine* 2022; 101: 25(e29357).
 32. Bailey JO, Bailenson JN. When does virtual embodiment change our minds? *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 2016, 25, 222-233.
 33. Schiza E, Matsangidou M, Neokleous K, Pattichis CS. Virtual reality applications for neurological disease: a review. *Front. Robot AI.* 2019; 6:100. doi: 10.3389/frobt.2019.00100.
 34. Edemekong PF, Bomgaars DL, Levy SB. Activities of daily living (ADLs); StatPearls: Treasure Island, FL, USA, 2017.
 35. Rodríguez ML, García AG, Loureiro JP, García TP. Personalized virtual reality environments for intervention with people with disability. *Electronics* 2022, 11, 1586. doi: 10.3390/electronics11101586.
 36. Sramka M, Lacko J, Ruzicky E, Masan J. Combined methods of rehabilitation of patients after stroke: virtual reality and traditional approach. *Neuroendocrinol Lett* 2020; 41(3): 123-33.
 37. Cortés-Pérez I, Nieto-Escamez FA, Obrero-Gaitán E. Immersive virtual reality in stroke patients as a new approach for reducing postural disabilities and falls risk: a case series. *Brain Sci.* 2020, 10, 296; doi:10.3390/brainsci10050296.
 38. Montalbán MA, Arrogante O. Rehabilitation through virtual reality therapy after a stroke: A literature review. *Revista Científica de la Sociedad de Enfermería Neurológica (English ed.).* 2020; 52: 19-27.
 39. Moan ME, Vonstad EK, Su X, Vereijken B, Solbjør M, Skjæret-Maroni N. Experiences of stroke survivors and clinicians with a fully immersive virtual reality treadmill exergame for stroke rehabilitation: a qualitative pilot study. *Front. Aging Neurosci.* 2021; 13: 735251. doi: 10.3389/fnagi.2021.735251.
 40. Huygelier H, Mattheus E, Vanden Abeele V, van Ee R, Gillebert CR. The use of the term virtual reality in post-stroke rehabilitation: a scoping review and commentary. *Psychologica Belgica*, 2021; 61(1), pp. 145-162. doi: <https://doi.org/10.5334/pb.1033>.
 41. Lin J, Kelleher CL, Engsborg JR. Developing home-based virtual reality therapy interventions. *Games Health J.* 2013; 2(1): 34-8. doi: 10.1089/g4h.2012.0033.
 42. Sheehy L, Taillon-Hobson A, Sveistrup H, Bilodeau M, Yang C, Welch V. Home-based virtual reality training after discharge from hospital-based stroke rehabilitation: a parallel randomized feasibility trial. 2019; 20: 333-41. doi:10.1186/s13063-019-3438-9.
 43. Hossain A, Kim WS, Cho S, Baek D, Bang H, Paik NJ. Upper extremity functional evaluation by fugl-meyer assessment scoring using depth-sensing camera in hemiplegic stroke patients. *PLoS One* 2016; 11: e0158640.
 44. Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83(8): 1138-44.
 45. Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, Closson V, Verrier MC, Staines WR, et al. Gait asymmetry in community ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89(2): 304-10.
 46. Maggio MG, Latella D, Maresca G, Sciarrone F, Manuli A, Naro A, De Luca R, Calabrò RS. Virtual reality and cognitive rehabilitation in people

- with stroke: An overview. *J. Neurosci. Nurs.* 2019; 51: 101-5.
47. Schroder J, Van Crieking T, Embrechts E, Celis X, Van Schuppen J, Truijen S, Et al. Combining the benefits of tele-rehabilitation and virtual reality-based balance training: a systematic review on feasibility and effectiveness. *Disabil. Rehabilitation. Assist. Technol.* 2019; 14(1): 2-11. doi: 10.1080/17483107.2018.1503738.
48. Ruiz-Gonzalez L, Lucena-Anton D, Salazar A. Physical therapy in Down syndrome: Systematic review and meta-analysis. *J Intellect Disabil Res* 2019; 68(3):1041-67.