DOI: 10.22122/jrrs.v15i6.3456

Published by Vesnu Publications

طراحی و ارایه بازی‌های چهارگانه توان‌بخشی مجموعه مچ و مجموعه ساعد: اقدام پژوهی

زهرا مرادی شهربابک[۱]، زهرا نصر اصفهانی[۱]، حامد گروسی[۲]، زهرا سادات رضائیان[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بازی‌های واقعیت مجازی از جمله راهبردهای توان‌بخشی هستند که در ضمن اثربخشی، برای فرد جذاب می‌باشند و انجام حرکات به شکل صحیح را تسهیل و تشویق می‌نمایند. در این مطالعه، چهار بازی واقعیت مجازی برای تشویق حرکات مجموعه مچ دست و مجموعه ساعد طراحی شد و مورد بررسی اولیه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: بازی‌ها با استفاده از دستگاه Leap motion که یک دستگاه کوچک غیر لمسی با قدرت تفکیک مکانی مناسب است، طراحی شدند. دوربین‌ها، وظیفه تشخیص عمق و فاصله دست از دستگاه و حسگرهای مادون قرمز وظیفه تشخیص حرکات دست را داشتند. با هدف تعیین میزان جذابیت بازی برای مبتلایان به اختلالات نورون حرکتی فوقانی، سه فرد ۴۱-۱۸ ساله به صورت تصادفی از میان مراجعه کنندگان به بخش فیزیوتراپی مرکز آموزشی- درمانی الزهرا (س) انتخاب شدند.

یافته‌ها: کارآمدی بازی‌ها به تأیید اعضای هیأت علمی فیزیوتراپی رسید. سه بازی در مراحل اولیه توان‌بخشی برای هر سه بیمار قابل اجرا بودند. یک بازی به دلیل پیچیدگی حرکت مورد نیاز، امکان استفاده در مراحل اولیه توان‌بخشی را نداشت.

نتیجه‌گیری: چهار بازی طراحی شده، حرکات اصلی مورد نیاز برای فعالیت‌های روزمره خود- مراقبتی را دارا بودند و به نظر می‌رسد برای استفاده کنندگان جوان‌تر جذاب باشند.

کلید واژه‌ها: Leap motion؛ نقص حرکتی؛ بازی‌درمانی؛ واقعیت مجازی

ارجاع: مرادی شهربابک زهرا، نصر اصفهانی زهرا، گروسی حامد، رضاییان زهرا سادات. **طراحی و ارایه بازی‌های چهارگانه توان‌بخشی مجموعه مچ و مجموعه ساعد: اقدام پژوهی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۸؛ ۱۵ (۶): ۳۲۶-۳۱۹.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۳ تاریخ چاپ: ۱۳۹۸/۱۱/۱۵

مقدمه

سیستم حرکتی به دو بخش محیطی شامل عضلات، مفاصل، اعصاب حسی و حرکتی و بخش مرکزی شامل قسمتی از قشر خاکستری مغز و مراکز کنترل حرکت تقسیم می‌شود. بخش مرکزی مسؤول راهبرد (Strategy) شامل هدف و برنامه برای انجام حرکت به بهترین شکل ممکن، تاکتیک (توالی انقباض عضلات در فضا و زمان به منظور انجام حرکت طبیعی و دقیق به جهت دست‌یابی به هدف راهبردی)، اجرا (فعال کردن نورون‌های حرکتی و استخر نورون‌های بینابینی و ایجاد حرکت لازم برای رسیدن به هدف) و صدور دستورهای لازم جهت انجام حرکت به سیستم حرکتی- محیطی است (۲-۱). سندرم نورون حرکتی فوقانی (Upper motor neuron syndrome)، شرایطی است که از آسیب به قشر حرکتی مغز به وجود می‌آید و بسته به محل و شدت آسیب، ممکن است منجر به طیفی از اختلالات کنترل یا اجرای حرکت مانند ضعف عضلانی، نقص حرکتی و اسپاستیسیتی (Spasticity) گردد (۳-۲).

ضعف عضلانی، باعث محدودیت در استقلال و ایجاد اختلال در

این مقاله به عنوان سخنرانی برتر در پنجمین کنفرانس بین‌المللی «بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها» با نگاه ویژه به بازی‌های درمانی مورد تقدیر قرار گرفت.

۱- دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی، کمیته تحقیقات دانشجویی دانشجویان توان‌بخشی (تریتا)، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار، مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی- عضلانی و گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی و مجموعه مراکز تحقیقاتی دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: زهرا سادات رضائیان؛ استادیار، مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی- عضلانی و گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی و مجموعه مراکز تحقیقاتی دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: zrezaeian@rehab.mui.ac.ir, zrezaeian@yahoo.com

فعالیت‌های مهم مانند بهداشت فردی و مراقبت از خود می‌شود.

نقص حرکتی، تحرک فرد در فعالیت‌های روزمره و نقش فرد در اجتماع را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌تواند منجر به کاهش کیفیت زندگی فرد شود (۴). از جمله آسیب‌های مغزی که علایم سندرم نورون حرکتی فوقانی را به وجود می‌آورد، می‌توان به سکته مغزی (Cerebrovascular accident یا CVA)، فلج مغزی (Cerebral palsy یا CP) و پارکینسون (Parkinson disease یا PD) اشاره کرد.

بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization یا WHO) شیوع سکته مغزی، ۱۵ میلیون نفر در سال است که از این میان، حدود ۵ میلیون نفر تا آخر عمر دچار معلولیت حرکتی می‌شوند. در اثر این معلولیت، توانایی انجام حرکات مجزا به دلیل مهار نابه‌جا، فعالیت بیش از حد، ضعف و عدم هماهنگی بین عضلات از فرد سلب می‌شود (۱)؛ فلج مغزی (Cerebral palsy یا CP)، شایع‌ترین علت نقص حرکتی در دوران کودکی است. هزینه لازم برای مراقبت از این افراد در تمام طول عمر حدود ۱ میلیون دلار برآورد شده است (۶-۵). اصلی‌ترین مشخصه بالینی فردی پارکینسون شامل ناهنجاری‌های حرکتی از جمله کندی حرکت (Bradykinesia) و انعطاف ناپذیری (Rigidity) است (۸-۷). انعطاف ناپذیری، به معنی افزایش تون عضلانی مستقل از سرعت است و می‌تواند نقش مهمی در اختلال در عملکرد فرد داشته باشد (۹).

فلج تشنجی (Spasticity) سبب از دست رفتن تحرک (Mobility) فرد می‌شود و ممکن است با افزایش تون در عضله باعث درد شود (۱۰). این عارضه در اندام فوقانی، به طور معمول عضلات فلکسور آرنج، مچ، انگشتان دست و پروناتورهای ساعد را درگیر می‌کند و از یک‌سو موجب دشواری در کنترل این حرکات و از سوی دیگر موجب مهار متقابل (Reciprocal inhibition) و ضعف در عضلات آنتاگونیست (اکستانسورهای آرنج، مچ و انگشتان دست و سوپینیتورهای ساعد) می‌شود که محدودیت‌های زیادی به فرد تحمیل می‌کند (۱).

سکته مغزی، یکی از شایع‌ترین اختلالات اکتسابی نورون محرکه فوقانی است که در کشورهای پیشرفته سهم قابل توجهی از ناتوانی افراد بالای ۵۰ سال را به خود اختصاص داده است (۱۱). در ایران سکته مغزی از جمله مهم‌ترین بیماری‌های غیر واگیر است که در دهه اخیر پیش‌گیری از آن و در صورت بروز، توان‌بخشی مؤثر آن جزء اولویت‌های بالینی- پژوهشی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی قرار گرفته است. سکته مغزی در مرحله حاد با فلج شل (Flaccid) یک سمت بدن همراه است. پس از آن، در طی مرحله تحت حاد و مزمن تون عضلات سمت مبتلا افزایش می‌یابد که ممکن است با تبدیل به فلج تشنجی با استقلال فردی و اجتماعی فرد تداخل نماید (۱۲). کاهش سن وقوع و حرکت جامعه به سمت سبک زندگی مدرن با استفاده از فن‌آوری رایانه‌ای، کاربرد رایانه و بازی‌های مبتنی بر واقعیت مجازی (VR یا Virtual reality) در این افراد را قابل تأمل می‌سازد. انجام حرکات درمانی در حین بازی با ایجاد محیطی سرگرم کننده موجب افزایش انگیزه فرد و کاهش هزینه‌های درمان در مقیاس کلی می‌شود (۱۳).

ساخت بازی، می‌تواند اطلاعات نوع حرکت را در اختیار پزشک معالج قرار دهد و با در نظر گرفتن سطح توانایی فرد، امکان تطابق سختی پویا بازی را فراهم نماید. مقاله حاضر به ارایه چند نمونه بازی مبتنی بر واقعیت مجازی با هدف بهبود حرکات و کنترل حرکتی مجموعه مچ و دست می‌پردازد.

این مطالعه، یک مطالعه طراحی است و هدف اصلی آن گزارش چگونگی طراحی ۴ بازی واقعیت مجازی است که در مجموع، کلیه حرکات مجموعه ساعد و مچ را پوشش می‌دهد و قابلیت پیشرفت سختی بازی متناسب با پیشرفت توانمندی فرد تحت بررسی را داشته باشد.

مواد و روش‌ها

جمعیت هدف، شامل افراد مبتلا به سکته مغزی در مرحله تحت حاد و مزمن بود. چهار بازی کوچک (Mini game) با به کارگیری دستگاه Leap motion با هدف افزایش رغبت افراد مبتلا به سکته مغزی برای انجام حرکات طراحی شد. این بازی‌ها با استفاده از موتور بازی‌سازی یونیتی (Unity Software: Unity® 2018.4.3, Unity Technologies, 2018, San Francisco, California, U.S.) با کدنویسی به زبان C-Sharp ساخته شدند.

موتور بازی‌سازی یونیتی، یک موتور بازی چندسکویی (Cross-platform) است که توسط شرکت یونیتی تکنولوژی (Unity Technologies, San Francisco, California, U.S.) توسعه یافته و قابلیت پشتیبانی از زبان‌های برنامه‌نویسی معروف از جمله C-Sharp، JavaScript و Python را دارد. این نرم‌افزار در ساخت بازی‌های ویدیویی برای کامپیوترهای شخصی، کنسول‌های بازی، دستگاه‌های همراه و وب‌سایت‌ها به کار می‌رود (۱۴).

دستگاه Leap motion (شکل ۱) دستگاه کوچک غیر لمسی با قدرت تفکیک مکانی مناسب و در ابعاد ۱/۲۷ سانتی‌متر ارتفاع و ۸ سانتی‌متر عرض، دارای دو دوربین و سه Light-emitting diode (LED) مادون قرمز است. دوربین‌ها وظیفه تشخیص عمق و فاصله دست از دستگاه و حسگرهای مادون قرمز وظیفه تشخیص حرکات دست را دارند (۱۵). برای اتصال دستگاه به رایانه، از نرم‌افزار Leap Motion Controller استفاده شد.

شکل ۱. دستگاه Leap motion

بازی‌های طراحی شده: ایده طراحی بازی‌ها با مشورت متخصصان فیزیوتراپی در دانشکده علوم توان‌بخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان توسعه یافت. در زمان طراحی، حرکات اصلی مورد استفاده در فعالیت‌های خودمراقبتی به بحث گذاشته شدند و فرایند پیشرفت مداخلات فیزیوتراپی با هدف رسیدن به بهترین عملکرد مجموعه دست و مچ برای بازی‌سازان توضیح داده شد. طرح اولیه بازی در دو نوبت توسط متخصصان فیزیوتراپی در حضور بازی‌سازان مورد استفاده و تحلیل قرار گرفت. نقاط ضعف بازی‌ها بررسی شد و اصلاحات لازم در محدوده قابل امکان برای سیستم موجود پیاده شد.

متخصصان معتقد بودند برای شرکت در این شیوه درمانی، بهتر است شرکت کننده توانایی حرکت فعال (Active) حداقل به اندازه ۱۰ درصد دامنه حرکتی عملکردی (Functional range of motion) مفصل مربوط در جهت‌های مورد نیاز برای بازی را معادل با درجه ۲ (Grade 2: Poor) در مقیاس ارزشیابی دستی عضلات (Manual muscle testing scale یا MMT) دارا

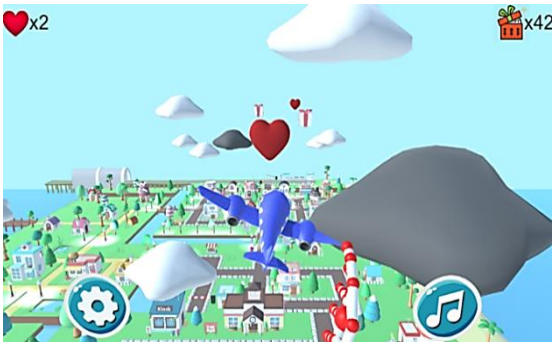
http://jrrs.mui.ac.ir

باشد. این میزان توانایی حرکت، به آن معنا می‌باشد که فرد بتواند حداقل ۱۰ درصد از دامنه حرکتی عملکردی مفصل مورد نظر را بدون دخالت جاذبه کامل کند (۱۶). در صورت فقدان این توانایی و نیز در مراحل پیشرفت فرد، می‌توان از حرکات فعال- کمکی (Active-assisted) با هدف بازیابی خاطرات حرکتی استفاده کرد. پس از تأیید نهایی، بازی‌ها در اختیار چند فرد مبتلا به اختلال نورون حرکتی فوقانی قرار گرفت تا میزان کاربردی بودن و جذابیت آن‌ها سنجیده شود و محدودیت‌های آن‌ها به صورت واقع‌بینانه ثبت گردد.

بازی بالن (Balloon game): مطابق شکل ۲ طراحی این بازی به گونه‌ای است که یک بالن در بالای سطح شهر وجود دارد و با باز و بسته کردن دست، ارتفاع بالن به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد. در حین بازی، موانع به شکل ابر و امتیاز به شکل ستاره در آسمان حرکت می‌کنند که با برخورد فرد با موانع، سلامتی بالن کاهش و با دریافت ستاره، امتیاز وی افزایش می‌یابد. همچنین، در صورت برخورد بالن به سطح شهر، اوج‌گیری بیش از حد و یا تمام شدن سلامتی آن، بالن، نابود و بازی تمام می‌شود. شرکت کننده برای پیشبرد بازی و کسب امتیاز، ناچار به انجام حرکات باز و بسته شدن دست می‌شود.

شکل ۲. نمایی از بازی بالن

بازی هواپیما (Aircraft): در این بازی، فرد به عنوان خلبان، هواپیما را از میان ابرهای خاکستری رنگ عبور می‌دهد که در صورت برخورد با آن‌ها دچار برق گرفتگی می‌شود و سلامتی آن کاهش می‌یابد. همچنین، دریافت جوایز و قلب‌های موجود در آسمان به ترتیب باعث کسب امتیاز و افزایش سلامتی می‌شود (شکل ۳). برای هدایت هواپیما، فرد باید حرکات سوپینیشن و پرونیشن را انجام دهد.

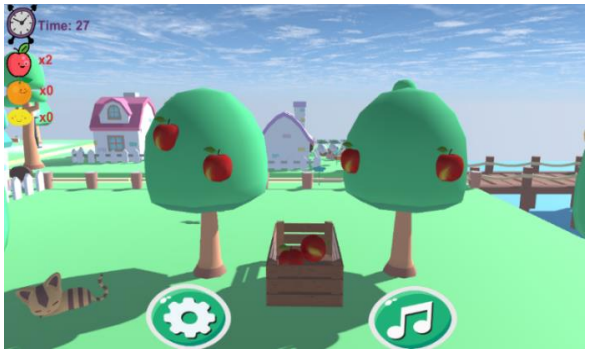


شکل ۳. نمایی از بازی هواپیما

بازی قایق‌رانی (Boating game): این بازی، شامل یک قایق، شناورهای آبی، الماس و قلب است که کنترل قایق با حرکت فلکشن و اکستنش مچ دست انجام می‌شود. قایق با برخورد به شناورهای آبی، آسیب می‌بیند و فرد برای تعمیر باید قلب‌ها را دریافت کند. الماس‌ها در نقش امتیاز هستند (شکل ۴).

شکل ۴. نمایی از بازی قایق‌رانی

بازی باغداری (Gardening): هدف از انجام این بازی، چیدن محصولات درختان شامل سیب، لیمو و پرتقال است که با حرکت اکستنشن انگشت و سوپینیشن ساعد انجام می‌شود. تعداد میوه‌های چیده شده و همچنین، زمان چیدن تمام میوه‌های درختان محاسبه و مطابق شکل ۵ در بازی قابل مشاهده است. انجام حرکات مورد استفاده در هر بازی به درمان کمک می‌کند.



شکل ۵. نمایی از بازی باغداری

بررسی جذابیت بازی: با هدف تعیین میزان جذابیت بازی برای مبتلایان به اختلالات نورون حرکتی فوقانی، سه فرد ۴۱-۱۸ ساله به صورت تصادفی از میان مراجعه کنندگان به بخش فیزیوتراپی مرکز آموزشی- درمانی الزهرا (س) انتخاب شدند. جزئیات بازی‌ها برای شرکت کنندگان توضیح داده شد و فرم رضایت آگاهانه جهت همکاری در این بررسی اولیه توسط همه آن‌ها امضا شد. دو نفر از شرکت کنندگان مبتلا به سکته مغزی (به طور متوسط ۶ ماه پس از سکته مغزی) و یک نفر ضایعه مغزی ناشی از تصادف بود که ۱۵ سال از وقوع تصادف وی گذشته بود. بسته به سطح توانایی بازیافته افراد، بازی قابل استفاده برای هر کدام انتخاب شد. هر فرد ۱۵ دقیقه با بازی‌هایی که امکان استفاده برای شرایط خاص وی را داشت، مشغول بود. سپس، نظر افراد در مورد بازی در

یک پرسش‌نامه محقق‌ساخته با ۶ سؤال سنجیده شد. در این پرسش‌نامه، نظر فرد در مورد میزان جذابیت و تنوع بازی‌ها، انگیزه فرد برای ادامه این نوع درمان در مقیاس لیکرت با پاسخ‌های بسیار خوب، متوسط و ضعیف ثبت شد.

یافته‌ها

مشخصات جمعیت‌شناسی ۱۰ متخصص فیزیوتراپی شرکت کننده در مطالعه شامل میانگین سن ۱۱/۸۰ ± ۴۹/۹۰ سال و سابقه کار ۱۲/۸۵ ± ۱۸/۷۰ سال بود. از بین متخصصان فیزیوتراپی، ۳ نفر (۳۰ درصد) زن و ۷ نفر (۷۰ درصد) مرد بودند. مدرک تحصیلی ۳ نفر (۳۰ درصد) کارشناسی ارشد و ۷ نفر (۷۰ درصد) دکتری تخصصی بود. رتبه دانشگاهی ۳ نفر (۳۰ درصد) مربی، ۶ نفر (۶۰ درصد) استادیار و ۱ نفر (۱۰ درصد) دانشیار بود.

طبق نظر متخصصین فیزیوتراپی، مجموعه بازی‌های فوق دارای حرکات عملکردی اصلی برای فعالیت‌های روزمره بود و با توجه به پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، استفاده از این گونه درمان، موجب تسریع فرایند توان‌بخشی می‌شود. مشخصات جمعیت‌شناسی سه فرد شرکت کننده در مطالعه به شرح جدول ۱ می‌باشد.

پاسخ افراد به پرسش‌نامه جذابیت بازی در جدول ۲ آمده است.

انجام بازی باغداری برای همه شرکت کنندگان دشوار بود و به نظر می‌رسد این بازی در مراحل پیشرفته توان‌بخشی زمانی که انجام الگوهای حرکتی ترکیبی دست، مچ و ساعد هدف تمرین باشد، قابل تجویز است. بازی قایق‌رانی و هواپیما برای هر سه نفر جذاب و قابل قبول بود. بازی بالن به دلیل عدم دست‌یابی به اکستنشن انگشتان در هیچ کدام از داوطلبان بررسی نشد.

مطابق نتایج ارزیابی صورت گرفته، دو شرکت‌کننده جوان‌تر (با میانگین سن ۲۱/۵ سال) ضمن افزایش انگیزه، انجام بازی برای ادامه روند درمان را جذاب دانستند. یکی از مبتلایان به سکته مغزی که ۴۱ سال سن داشت، با وجود اعلام رضایت از بازی‌های تهیه شده، در گفتگو با درمانگر اصلی خود (خارج از تیم تحقیق)، شرکت در این نوع برنامه درمانی را غیر جذاب و بی‌فایده دانست. همچنین، این شرکت کننده از تکمیل پرسش‌نامه سنجش جذابیت بازی خودداری کرد.

بحث

بازی‌های رایانه‌ای مبتنی بر واقعیت مجازی، رویکردی جوان در توان‌بخشی افراد مبتلا به مشکلات حرکتی می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد متخصصان، چهار بازی طراحی شده را دارای پتانسیل اجرا در مراکز درمانی می‌دانند و نتایج استفاده از آن را مثبت ارزیابی می‌کنند. احتمال می‌رود این بازی‌ها برای افراد جوان‌تر که به دلیل سکته یا آسیب مغزی، بخشی از توانایی حرکتی خود را از دست داده‌اند، بیشتر مورد پذیرش قرار گیرد. به نظر می‌رسد انجام بازی‌های پیشنهادی برای افراد جوان‌تر جذابیت داشته باشد و انگیزه حضور در محیط درمان و همکاری با گروه متخصصان را افزایش دهد.

توان‌بخشی، فرایندی با هدف جلوگیری از کاهش عملکرد اندام، و/یا بازگرداندن آن به بالاترین سطح ممکن است. ارزیابی‌های توان‌بخشی، ساختار و عملکرد بدن، فعالیت‌ها و مشارکت فرد (Participation)، عوامل محیطی شخص را مورد بررسی قرار می‌دهد. در توان‌بخشی سعی می‌شود فرد عملکرد طبیعی خود را در مواجهه با محیط حفظ نماید. در این راستا، ممکن است راهبردهایی نظیر حفظ عملکردهای فعلی شخص، جلوگیری از کاهش عملکرد، کند کردن فرایند افت عملکرد، بازگرداندن عملکرد و استفاده از راه‌های جبرانی برای جایگزین کردن عملکرد از دست رفته (۱۷) توسط تیم توان‌بخشی برنامه‌ریزی گردد.

سلامت اندام فوقانی در انسان به دلیل کاربرد وسیعی که در مراقبت از خود (مانند امور تغذیه، بهداشت فردی یا حفاظت از بدن در برابر آسیب)، ارتباط با محیط و اشیا (Manipulation) و انتقال اطلاعات عاطفی، به‌واسطه ژست‌های (Gestures) خاص به عنوان بخش مهمی از زبان بدن (Body Language) دارد، بر استقلال فرد تأثیر چشم‌گیری دارد (۱۸). یکی از عوارض و نتایج اختلالات نورون- حرکتی فوقانی، بروز اختلالات متنوع در اجرا یا کنترل فعالیت‌های حرکتی اندام فوقانی به ویژه مجموعه مچ دست (Wrist complex) و مجموعه ساعد (Forearm complex) است (۱۹)؛ در حالی که به دلیل ظرافت و پیچیدگی حرکات این بخش‌ها، توان‌بخشی آن‌ها اغلب زمان‌گیر است و موفقیت آن تا حدود زیادی به مهارت درمانگر در بازگرداندن خاطرات حرکتی فرد و همکاری فرد در تداوم جلسات درمانی بستگی دارد (۲۰). بر این اساس، استفاده از راهبردهای توان‌بخشی که در ضمن اثربخشی، برای فرد جذاب باشند و انجام حرکات به شکل صحیح را تسهیل (Facilitate) و تشویق (Reinforce) نمایند، ارزشمند خواهد بود.

تمرینات تقویتی پیش‌رونده، باعث بهبود قدرت عضلانی می‌شوند و در صورتی که این تمرینات با فعالیت‌های عملکردی ترکیب شوند، سرعت بهبودی را افزایش می‌دهند. همچنین، استفاده دوره‌ای (Circuit training) از ایستگاه‌های تمرین (Work station) با درگیر کردن عضلات مختلف، باعث افزایش بازده این تمرینات می‌شود (۱). امروزه، برای انجام تمرین‌های عملکردی در مراکز فیزیوتراپی، از فرد خواسته می‌شود حرکات را در قالب فعالیت‌های روزمره انجام دهد. به طور مثال، برداشتن اشیا برای حرکت باز و بسته شدن انگشتان دست و چرخاندن اشیا برای حرکت سوپینیشن و پرونیشن پیشنهاد می‌شود. از مشکلات این درمان، می‌توان به یکنواختی و کسل کننده بودن و در نتیجه کاهش انگیزه فرد برای ادامه درمان اشاره کرد.

روند برنامه توان‌بخشی با مواردی همچون تمرین مبتنی بر وظیفه (Task-specific)، بازخورد زیستی (Biofeedback)، محیط غنی از محرک‌ها (Stimuli rich environment) و مشارکت فعال فرد بهبود می‌یابد (۲۱).

جدول ۱. مشخصات سه فرد شرکت کننده در ارزیابی بازی‌ها

ردیف	شغل	سن (سال)	جنسیت	مدت ابتلا به آسیب (سال)	نوع آسیب	مدت زمان دریافت خدمات فیزیوتراپی
۱	فاقد شغل	۲۳	مرد	۱۵ سال	TBI	۳ ماه
۲	فاقد شغل	۱۸	مرد	۳ ماه	CVA	۳ ماه
۳	فاقد شغل	۴۱	مرد	۱ سال	CVA	نامعلوم

TBI: Traumatic brain injury; CVA: Cerebrovascular accident

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۲. پرسش‌نامه جذابیت بازی و تعداد پاسخ‌های شرکت کنندگان به آن

ردیف	سؤال	خوب	متوسط	ضعیف
۱	میزان جذابیت بازی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	۱ (۵۰)	۱ (۵۰)	-
۲	تنوع بازی‌ها را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	۲ (۱۰۰)	-	-
۳	محیط هر بازی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	۱ (۵۰)	۱ (۵۰)	-
۴	کیفیت استفاده از این روش برای بازیابی حرکت را در مقایسه با روش‌های معمول چگونه ارزیابی می‌کنید؟	۱ (۵۰)	۱ (۵۰)	-
۵	مثبت بودن احساس خود در زمان استفاده از این بازی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	۱ (۵۰)	۱ (۵۰)	-
۶	میزان انگیزه خود برای ادامه درمان با استفاده از این روش را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	۱ (۵۰)	۱ (۵۰)	-

داده‌ها بر اساس تعداد (درصد) گزارش شده است.

نتیجه مطالعه انجام شده بر روی انگیزه افراد مبتلا به سکته مغزی، نشان می‌دهد که استفاده از واقعیت مجازی (Virtual reality یا VR) در توان‌بخشی با وجود هزینه کم، با فراهم نمودن محیطی سرگرم کننده و آرام، موجب افزایش انگیزه فرد می‌شود (۱۳). این نوع درمان، امکان تمرین با تکرار فعالیت‌های عملکردی و مبتنی بر وظیفه را مهیا می‌کند که سبب بهبود کنترل اندام، افزایش قدرت عملکردی عضله و تسهیل روند Neural plasticity می‌شود (۲۲). VR و بازی‌های ویدئویی، فن‌آوری‌های جدید هستند و می‌توانند هم‌زمان با درمان‌های مرسوم برای بازیابی حرکتی اندام فوقانی استفاده شوند (۲۴-۲۳، ۷).

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۹ بر روی اثربخشی درمان با Leap motion بر روی اندام فوقانی افراد مبتلا به پارکینسون با درجه خفیف تا متوسط انجام شد، شرکت کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه مورد و شاهد تقسیم شدند که هر دو گروه، درمان مرسوم فیزیوتراپی را دریافت کردند و گروه آزمایش هم‌زمان درمان مبتنی بر Leap motion را نیز تجربه کردند. متغیرهای قدرت عضلات مؤثر در گرفتن (Grip)، هماهنگی، سرعت و مهارت انجام حرکات ظریف (Fine) و درشت (Gross) و مقبولیت درمان در هر دو گروه قبل و بعد از درمان ارزیابی شد. تحلیل آماری بین گروهی نشان داد گروه مورد نسبت به گروه شاهد، بهبودی معنی‌داری در متغیرهای مورد بررسی در سمتی که درگیری بیشتری داشت، به دست آورد (۷).

دشوارترین قسمت توان‌بخشی افراد مبتلا به آسیب‌های نورون حرکتی فوقانی، بهبودی عملکردی دست مبتلا است. در مطالعه‌ای که بر روی ۲۶ فرد مبتلا به سکته مغزی در مرحله تحت حاد (Sub-acute) انجام شد، افراد در دو گروه مورد و شاهد به ترتیب درمان مبتنی بر Leap motion و درمان مرسوم فیزیوتراپی را به مدت ۴ هفته دریافت کردند. برای ارزیابی عملکرد حرکتی، از Wolf motor function test (WMFT) استفاده شد. نتایج بهبودی معنی‌داری را در گروه مورد نسبت به گروه شاهد نشان داد و زمان انجام WMFT در گروه مورد کاهش یافت. در نتیجه، ثابت شد که تمرینات واقعیت مجازی در قالب Leap motion، یک مداخله تکمیلی امیدوار کننده و امکان‌پذیر است و می‌تواند بهبودی عملکردی حرکت را تسهیل کند (۲۴).

اعلام نظر قطعی در مورد افزودن این بازی‌ها به برنامه توان‌بخشی تخصصی مبتلایان به ضایعات نورون محرکه فوقانی، مستلزم طراحی کارآزمایی‌های بالینی استاندارد است. به نظر می‌رسد برای تعیین ارزش بالینی این بازی‌ها، مطالعاتی با حجم نمونه‌های کافی از مبتلایان به انواع مختلف ضایعات نورون حرکتی فوقانی، همراه با تدوین و یا بومی‌سازی پرسش‌نامه‌های استاندارد مورد نیاز باشد. مقایسه میزان تأثیر برنامه‌های تکمیلی با واقعیت مجازی نسبت به روش‌های متداول تمرین درمانی و سنجش آثار فوری، کوتاه مدت و طولانی مدت آن‌ها پس از قطع درمان به متخصصان بالینی کمک خواهد کرد تا شرایط مطلوب استفاده از این ابزارها را برای رسیدن به بهترین نتایج درمانی شناسایی کنند.

محدودیت‌ها

به دلیل نوع حسگر استفاده شده و محدودیت‌های آن، برنامه‌ریزی سخت‌افزار موجود برای درک انجام حرکات ظریف و پیچیده در طی بازی‌ها ممکن نبود. به عنوان مثال، حسگر امکان تفکیک حرکات انگشت‌های لترال را از یکدیگر نداشت. بنابراین، این بازی‌ها تنها در بخش‌هایی از درمان قابل استفاده هستند و با پیشرفت وضعیت عملکرد فرد، باید از سیستم‌های پیشرفته‌تر و دقیق‌تر برای شبیه‌سازی حرکات درمانی در قالب بازی بهره برد. همچنین، به دلیل رعایت اصول اخلاق در پژوهش، سه شرکت کننده مبتلا به ضایعه نورون حرکتی فوقانی، فقط برای چند دقیقه با بازی‌ها سرگرم شدند. اعلام نظر در مورد ارزش بالینی بازی‌ها مستلزم استفاده از آن در قالب کارآزمایی‌های بالینی با طراحی علمی و اصولی می‌باشد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی، از حسگرهای حساس‌تر و دقیق‌تر استفاده شود و طراحی بازی‌های با بهره‌گیری از الگوریتم‌های سختی پویا و مستلزم استفاده از حرکات در دامنه کامل و در ترکیب‌های متنوع باشد که پاسخگوی پیشرفت مهارت‌های حرکتی شرکت کننده در طی درمان باشد. همچنین، طراحی و اجرای مطالعه کارآزمایی بالینی با حجم نمونه کافی، در نظر گرفتن گروه شاهد و مقایسه با انواع مداخلات درمانی استاندارد و معمول و پی‌گیری نتایج با فواصل زمانی طولانی‌تر مطلوب خواهد بود.

نتیجه‌گیری

چهار بازی طراحی شده، حرکات اصلی مورد نیاز برای فعالیت‌های روزمره خود-مراقبتی را دارا هستند و به نظر می‌رسد برای استفاده کنندگان جوان‌تر جذاب باشند. تعیین ارزش بالینی استفاده از این بازی‌ها و امکان جایگزین شدن روش‌های تمرین درمانی مرسوم با بازی‌های طراحی شده، مستلزم انجام مطالعات بیشتر است.

تشکر و قدردانی

از خانم دکتر طیبه روغنی برای فراهم‌سازی امکان پژوهش در بیمارستان الزهرا

(س) و خانواده شرکت کنندگان جهت همکاری سپاسگزاری می‌گردد. مقاله حاضر از میان مقالات ارسال شده به دبیرخانه پنجمین کنفرانس بین‌المللی «بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها» با نگاه ویژه به بازی‌های درمانی (بهمن ماه ۱۳۹۸، اصفهان)، از سوی هیأت تحریریه مجله پژوهش در علوم توان‌بخشی مورد تقدیر قرار گرفت. بدین وسیله نویسندگان از پژوهشگاه فضای مجازی مرکز ملی فضای مجازی به جهت حمایت از انتشار این مقاله قدردانی به عمل می‌آورند. همچنین، از مرکز نوآوری صنایع سرگرمی دانشگاه اصفهان که در جمع‌آوری داده‌ها و به ثمر رسیدن این پروژه نقش مهمی داشتند، سپاسگزاری می‌گردد.

نقش نویسندگان

زهرا سادات رضائیان، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله و مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران، زهرا نصر اصفهانی، طراحی و ساخت بازی، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله و مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران، زهرا مرادی شهربابک، طراحی و ساخت بازی، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله و مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران و حامد گروسی، طراحی و ساخت بازی، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله و مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران را بر عهده داشتند.

منابع مالی

این پژوهش با هزینه شخصی تیم محققان انجام شد.

تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافع ندارند.

References

1. O'Sullivan SB, Schmitz TJ, Fulk G. Physical Rehabilitation. Philadelphia, PA: F.A. Davis Company; 2014.
2. Yip DW, Lui F. Physiology, Motor Cortical. StatPearls [Internet]: Treasure Island, FL: StatPearls Publishing; 2019.
3. Byrne JH, Dafny N. Neuroanatomy Online [Online]. [cited 2014]; Available from: URL: https://nba.uth.tmc.edu/neuroanatomy/
4. Hatem SM, Saussez G, Della FM, Prist V, Zhang X, Dispa D, et al. Rehabilitation of motor function after stroke: A multiple systematic review focused on techniques to stimulate upper extremity recovery. Front Hum Neurosci 2016; 10: 442.
5. Bhasin TK, Brocksen S, Avchen RN, Van Naarden BK. Prevalence of four developmental disabilities among children aged 8 years--Metropolitan Atlanta Developmental Disabilities Surveillance Program, 1996 and 2000. MMWR Surveill Summ 2006; 55(1): 1-9.
6. Accardo P, Capute AJ. Capute and Accardo's neurodevelopmental disabilities in infancy and childhood: Neurodevelopmental diagnosis and treatment. 3rd ed. Baltimore, MD: Brookes Publishing; 2007.
7. Fernandez-Gonzalez P, Carratala-Tejada M, Monge-Pereira E, Collado-Vazquez S, Sanchez-Herrera BP, Cuesta-Gomez A, et al. Leap motion controlled video game-based therapy for upper limb rehabilitation in patients with Parkinson's disease: A feasibility study. J Neuroeng Rehabil 2019; 16(1): 133.
8. Mazzoni P, Shabbott B, Cortes JC. Motor control abnormalities in Parkinson's disease. Cold Spring Harb Perspect Med 2012; 2(6): a009282.
9. Baradaran N, Tan SN, Liu A, Ashoori A, Palmer SJ, Wang ZJ, et al. Parkinson's disease rigidity: Relation to brain connectivity and motor performance. Front Neurol 2013; 4: 67.
10. Mukherjee A, Chakravarty A. Spasticity mechanisms - for the clinician. Front Neurol 2010; 1: 149.
11. Truelsen T, Begg S, Mathers C. The global burden of cerebrovascular disease [Online]. [cited 2006 Jan]; Available from: URL: https://www.who.int/healthinfo/statistics/bod_cerebrovasculardiseasestroke.pdf
12. Li S. Spasticity, motor recovery, and neural plasticity after stroke. Front Neurol 2017; 8: 120.
13. Dias P, Silva R, Amorim P, Lains J, Roque E, Pereira ISF, et al. Using virtual reality to increase motivation in poststroke rehabilitation. IEEE Comput Graph Appl 2019; 39(1): 64-70.
14. Cheng Z, Dan H. Virtual campus based on unity3D. Adv Mater Res 2014; 1049-1050: 1856-9.
15. Sharma A, Yadav A, Srivastava S, Gupta R. Analysis of movement and gesture recognition using Leap Motion Controller. Procedia Computer Science 2018; 132: 551-6.
16. Kendall FP. Muscles: Testing and function, with posture and pain. Baltimore, MD: Lippincott Williams and Wilkins; 2005.
17. Walton JN. Research in muscular dystrophy. Nature 1970; 228(5270): 417-8.
18. Carlsson H, Gard G, Brogardh C. Upper-limb sensory impairments after stroke: Self-reported experiences of daily life and rehabilitation. J Rehabil Med 2018; 50(1): 45-51.
19. Rhee PC. Surgical management of upper extremity deformities in patients with upper motor neuron syndrome. J Hand Surg Am 2019; 44(3): 223-35.
20. Hayward KS, Kramer SF, Thijs V, Ratcliffe J, Ward NS, Churilov L, et al. A systematic review protocol of timing, efficacy

and cost effectiveness of upper limb therapy for motor recovery post-stroke. Syst Rev 2019; 8(1): 187.
21. Flores E, Tobon G, Cavallaro E, Cavallaro F, Perry J, Keller T. Improving patient motivation in game development for motor deficit rehabilitation. Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2008); 2008 Dec 3-5; Yokohama, Japan.
22. Cochrane R. Comparison of virtual reality therapy and conventional therapy on upper limb function and ocular tracking on individuals with Parkinson's disease: A single blind randomized control study [MSc Thesis]. Pretoria, South Africa: University of Pretoria; 2016.
23. Saposnik G, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: A meta-analysis and implications for clinicians. Stroke 2011; 42(5): 1380-6.
24. Wang ZR, Wang P, Xing L, Mei LP, Zhao J, Zhang T. Leap motion-based virtual reality training for improving motor functional recovery of upper limbs and neural reorganization in subacute stroke patients. Neural Regen Res 2017; 12(11): 1823-31.

DOI: 10.22122/jrrs.v15i6.3456

Published by Vesnu Publications

Designing and Developing Four Games for Rehabilitation of the Wrist Complex and Forearm Complex: An Action Research

Zahra Moradi-Shahrbabak[1], Zahra Nasr-Esfahani[1], Hamed Garousi[2], Zahra Sadat Rezaeian[3]

Original Article

Abstract

Introduction: Virtual reality (VR) games are among the rehabilitation strategies that, while effective, are attractive to the individual and facilitate and encourage proper movement. In this study, four VR games were designed and assessed to encourage the movements of the forearm and wrist complexs.

Materials and Methods: The games were designed using the leap motion device, a small non-tactile device with good spatial resolution. Cameras were responsible for detecting the depth and distance of the hand from the device, and the infrared sensors were responsible for detecting hand movements. In order to determine the level of attractiveness of the game for people with upper motor neuron disorders, three individuals aged 18 to 41 were randomly selected from among the people referred to the physiotherapy department of Al-Zahra Educational and Medical Center, Tehran, Iran.

Results: The effectiveness of the games was confirmed by board members of department of physical therapy. Three games were applicable in the early stages of rehabilitation for all three participants. One game could not be used in the early stages of rehabilitation due to the complexity of the required movement.

Conclusion: The four designed games required the basic movements required for daily and self-care activities and seemed to appeal the younger users.

Keywords: Leap motion; Motor defect; Filial therapy; Virtual reality

Citation: Moradi-Shahrbabak Z, Nasr-Esfahani Z, Garousi H, Rezaeian ZS. **Designing and Developing Four Games for Rehabilitation of the Wrist Complex and Forearm Complex: An Action Research.** J Res Rehabil Sci 2020; 15(6): 319-26.

Received: 18.12.2019 Accepted: 23.01.2020 Published: 04.02.2020

This article was praised as the best oral presentation on 5th International Conference on "Computer Games; Opportunities and Challenges" with a special focus on therapeutic games.

1- BSc Student, Department of Biomedical Engineering, School of Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran

2- BSc Student, Rehabilitation Students Research Committee (Treata), Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Assistant Professor, Musculoskeletal Research Center AND Department of Physical Therapy, Rehabilitation Research Institute and School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Zahra Sadat Rezaeian; Assistant Professor, Musculoskeletal Research Center AND Department of Physical Therapy, Rehabilitation Research Institute and School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: zrezaeian@rehab.mui.ac.ir, zrezaeian@yahoo.com