[آسان داک](http://www.asandoc.com/) (www.Asandoc.com)

محیط واقعیت مجازی برای کمک به توانبخشی دست پس از سکته مغزی : گزارش موردی

خلاصه. ما یک سیستم واقعیت مجازی جدید با قابلیت های هنری، را توصیف می کنیم که برای درمان توانبخشی دست پس از سکته طراحی شده است. این سیستم توسط تیم میان رشته ای از مهندسان، درمانگرهای هنری، درمانگرهای شغلی و هنرمندان واقعیت مجازی توسعه داده شده است تا انگیزه و همراهی بیمار را بهبود بخشد. ما طراحی، توسعه سیستم را توضیح داده و کارایی، رضایت شخص و امکان سنجی کلینیکی آن را برای کاربر تست می کنیم. ما نتایج اولیه را پس از اولین استفاده کاربر تست کرده و آزمایش های کارایی بالینی را بر اساس آزمون های بالینی درمانی روی وظایف سنگین تر آزمون می کنیم. این موارد نشان می دهد که این سیستم عملیاتی است و می تواند درمان را برای بیماران پس از سکته با نقص عضو های حد بالا[[1]](#footnote-2) تسهیل نماید.

کلید واژه ها: توانبخشی سکته، واقعیت مجازی، محیط تعاملی، هنر سه بعدی، درمان شغلی ، مهندسی

مقدمه:

بر اساس نظر موسسه سکته ملی ، سکته سومین علت شایع مرگ است که حدود 137000 فرد را در سال می کشد عامل بسیار جدی است که موجب ناتوانی بلند مدت در بزرگسالان در آمریکا می شود(1). از دست دادن توانایی انجام وظایف در حد بالا به دنبال سکته ، نیازمند درمان گسترده ای است تا فرد بتواند مهارت های فعالیت های پایه ای و روزانه اش را از سر بگیرد. اقدامات مکرر کششی، افزایش محدوده حرکتی، تمرین های تقویتی و فعالیتهای روزمره (ADL) عاملی حیاتی برای حداکثر کردن مزیت های درمانی است. تایید و تبعیت بیمار از پروتکل های درمانی شغلی سنتی می تواند کاهش یابد چرا که رژیم های درمانی مکرر بسیار سخت و یکنواخت است. در طول دهه گذشته فناوری VR به طور گسترده ای در توانبخشی سکته استفاده شده است به عنوان راهی که موجب حداکثر شدن قابلیت توانبخشی فیزیکی می شود. بسیاری از مطالعات نتایج خوبی را نشان داده اند(4و5و6و7). یکی از چالش ها آن است که چگونه می توان انگیزه را حفظ کرده و تعامل در VR را برای افرادی که تحت درمان هستند، افزایش داد. مطالعات اخیر نشان می دهد که بازی ها ممکن است راهی موثر برای حل مساله همراهی باشد(8 و9) . بااین حال، مهندسین و دانشمندانی که فاقد توانایی طراحی و هنری هستند، اکثرا این سیستم هایVR را ایجاد کرده اند و در نتیجه محیط ها اغلب موجب همراهی و اشتیاق کاربر در بلند مدت نمی شود.

بنابراین ، ما یک سیستم توانبخشی مجازی با قابلیت های هنری را توسعه داده ایم تا انگیزه را افزایش داده و اقدامات مکرر فردی و گسترده ای را ایجاد کنیم. هدف در این جا، حفظ بلند مدت تر علاقه کاربران در پروتکل های استاندارد است که توسط گرافیک های رایانه ای ، جلوه های هنری ایجاد شده ، در بردارنده تعاملات است و در نهایت تبعیت بیمار را افزایش می دهد. هدف ما طراحی گرافیک ها و جلوه های هنری محیط مجازی سه بعدی است که تاثیر بالقوه روی انگیزه را حداکثر کند. یک تیم میان رشته ای از محققان که شامل کاردرمان ها، مهندسان، دانشمندان، هنرمندان واقعیت مجازی ، درمان گر های هنری بودند در کنار هم در کلبه مارچ هره برای ارائه سه بعدی این سیستم دور هم جمع شدند. این سیستم برای توانبخشی دست در موسسه توانبخشی شیکاگو(RIC) توسعه داده شده است، یک موسسه توانبخشی که بیمارستانی در مرکز شهر شیکاگو دارد. RIC همکاری قوی رسمی میان تحقیقات نوآورانه و خدمات سرپایی/بستری برقرار کرده است. محققان و درمان گرها برای طراحی و پیاده سازی حالت های سیستم های توانبخشی هنری و سایر مداخلات با هم همکاری دارند. درمان گر ها نظرات و بازخوردهای ارزشمندی روی زندگی روزمره بیماران در طی طراحی و توسعه سیستم های ما ارائه می کردند. در نتیجه، این سیستم محصول یک تیم کاری ناب است که پلی میان هنر، خدمات درمانی و واقعیت مجازی ایجاد کرده است.



شکل 1 سیستم و تعامل با محیط VR. کاربر یک دستکش خاص پنوماتیک را می پوشد که امکان بازشدن دست را می دهد. دنبال کننده مغناطیسی اطلاعات مرتبط با حرکت سر و مکان دست را ارائه می دهد؛ صحنه مجازی بر این اساس به روز می شود.

سیستم فعلی ما شامل دو نمایشگر بزرگ 30 اینچی است که در زاویه 150 درجه ای قرار داده شده است تا مشاهدات از صحنه ها را پشتیبانی کرده و حرکات سر و دست را دنبال کند و یک دستکش محرک پنوماتیکی که قبلا توسط PneuGlove در RIC توسعه داده شده است (10و 11) برای پشتیبانی از بازشدن انگشت تا بتواند صحنه های عملی گرفتن یک شی را کنترل کند (شکل 1). ما طراحی سیستم، توسعه، تست اولیه برای کارایی، رضایت فرد و امکان سنجی بالینی را گزارش می کنیم. سال گذشته ما یک مطالعه اولیه کیفی و پیش بالینی را انجام دادیم تا این سیستم را روی یک گروه نمونه از بیماران پس از سکته با مشکل همی پارزی(فلج یک سویه بدن) مزمن بررسی کرده تا ببنیم آیا این سیستم می تواند موجب همراهی مطلوب در بیماران بشود یا خیر. ما از پرسشنامه پیمایشی 15 آیتمه استفاده کردیم که مرتبط با تجربه بیمار از فناوری و اطمینان به درک ، راحتی و همراهی بیمار در محیط های واقعیت مجازی بود.

این پیمایش شامل دو نوع مختلف سوالات بود: 11 سوال چند گزینه ای ساختارمند که شامل 6 سوال با فرمت های طیف لیکرت و 4 سوال غیر ساختار مند می شد که در آن از مشارکت کننده درخواست می شد تا به هر سوال پاسخ های بلند بدهد و نظرات و بازخوردهای خود را بیان کند. نتایح ناشی از پیمایش های پر شده، نشان داد که بیماران پس از سکته ای که داری مشکل کارکردی دست بودند سیستم را مفرح دانسته که می توانند با آن همراهی کرده و انگیزه کار با آن را داشته باشند. هیچ کدام سیستم را حوصله سر بر گزارش نداده بودند. اکثر شرکت کنندگان گزارش دادند که تمرین ها بسیار دشوار و کلافه کننده بوده است(35.7%). ولی آنها این تمرینات را دوست داشتند چون بدانها امکان کار با دست معیوب شان را می داد. مشارکت کنندگان بیان کردند که از محیط واقعیت مجازی بسیار راضی هستند و وظیفه توانبخشی متنوع و دشوار بوده است. داده های بدست آمده از این پرسشنامه ها، در کنار مشاهدات انجام شده توسط محققان و درمان گر ها، برای ارزیابی راحتی و کارایی عناصر سخت افزاری و نرم افزاری این پروتکل استفاده شد و موجب بهبود هایی برای فاز پس از آزمایشی گردید تا اثربخشی بالینی آن را افزایش دهد. پیرو نتایج مطالعات آزمایشی مان، ما عناصر HMD را بدلیل تاثیرات جانبی اش کنار گذاشتیم(29 درصد افراد گزارش دادند که تاثیرات جانبی ناخوشایندی همچون گیجی، خستگی چشم و حالت تهوع به همراه داشته است). HDM با یک نمایشگر LCD 30 اینچی (رزولوشن 1360 در 1024 پیکسلی) جایگزین شد که در زاویه 150 درجه ای قرار دارد و با FOV افق حالت 120 درجه ای دارد تا دید مشاهده صحنه ها را پشتیبانی کند. اخیرا ما مطالعه بالینی تایید شده IRB را شروع کردیم که استفاده از سیستم مان را در پروتکل های توانبخشی مطالعه می کرد. چهار بازمانده پس از سکته 18 جلسه پروتکل را در طی چهار ماه گذراندند و به این نتیجه رسیدیم که سیستم می تواند درمان را در حد بالایی تسهیل دهد. در اینجا ما روشها، رویه ها و نتایج را گزارش می دهیم.

1. روشها و مواد

جلسه درمانی در محیط واقعیت مجازی انجام می شود که با توجه به مطالعه اولیه و آزمایشی که انجام گرفته است ، موافقت بیماران روی آن گرفته شده است. برنامه VRE بر اساس روایتی از یک جشن چایی است که در کلبه مارچ هاره برگزار می شود و برگرفته شده از داستان قدیمی آلیس در سرزمین عجایب است. (شکل 2)



شکل 2. صحنه واقعیت مجازی: جشن چای در کلبه مارچ هاره. آوارتار مارچ هاره با حرکت کرده و با کاربر صحبت میکند. این کاربر می تواند با برخی از اشیا که روی میز هستند در تعامل باشد.

پس از بحث در خصوص چندین روایت ممکن بین درمان گرها، بیماران، مهندسین و هنرمندان، داستان آلیس در سرزمین عجایب تایید شد که برای تمامی گروه بزرگسالان شناخته شده است. با ساختن از روی یک داستان شناخته شده، ما پیش بینی می کردیم که کاربران بتواند با سرعت بیشتری در روایت همراه شوند بدون آنکه نیاز به مقدمه چینی طولانی باشد. بعلاوه، ما از گروهی از اتاق های مینیاتور در موسسه هنری شیکاگو بازدید کردیم تا بتوانیم دیدگاه تاریخی مناسبی از طراحی معماری سه بعدی وسایر اشیا مورد استفاده بدست آوریم. طراح اولیه با آبرنگ کشیده شد، کلبه کاملا شکل گرفت و با رنگ های جذاب ، بافت های واقعی و اشیا فریبنده نشان داده شد.با نشستن پشت میز اتاق شام مجازی، بیمار می تواند دیدگاه 360 درجه ای نسبت به اتاق داشته باشد که شامل صدای ترق و تروق اجاق گاز است که از طریق پنجره نزدیک به جنگل به گوش می رسد .

دراین روایت، گروهی از فعالیت های روی میز روزمره معرفی می شود ولی بدلیل جشن چای عجیبی که وجود دارد این شانس وجود دارد که بتوان وظایف توانبخشی را مکررا داخل کرد. درمان گر مجازی به صورت آوارتار، مشارکت کننده را در طول تمرین هدایت و تشویق می کند. بیمار می تواند ببیند که دست مجازی حرکات دست واقعی اش را انجام می دهند و با اشیا مجازی در تعامل هستند. برای بهبود اقدامات لمس کردن، گرفتن و حرکت دادن و رها کردن، انگشت وظیفه هماهنگی دست و سر را برعهده دارد که برای توانبخشی در سطح بالا ما ده وظیفه خاص را برای کاربر تعریف کردیم:

1. حرکت شیرینی ها به ظرف و دور کردن سریع از فرد
2. حرکت پرنده آبی از روی چینی ها و بالای سر میز
3. گل ها نیاز به کوتاه شدن با قیچی دارند
4. حبه های قند به درون ظرف قند انداخته شوند
5. ظروف چایی خودش را خالی می کند
6. ظرف کرم شامل رنگ های مختلفی است تا می توان با انگشت در هوا آن را رنگ کرد.
7. دستمال در بالای میز پرواز می کند
8. لیوان های شراب خودشان را با شراب پر می کنند
9. ظرف چایی غلغلکی هنگام ریختن چایی می خندد
10. قاشق ها در چای داغ ذوب می شوند.

در بسیاری ازتمرین ها، کابران باید حرکات گرفتن و رها کردن را انجام دهند، گرفتن پرندگان، انداختن حبه قندها، آنها باید از انگشتانشان برای انگشت اشاره گر استفاده کنند تا دستشان را چرخانده و چای را بریزند و غیره. در نتیجه اقدامات حرکتی تشویق می شود، هرچند غیر مستقیم، چون حرکات افراد ناشی از همراهی فرد در روایت و محیط است. بازخوردهای روی حرکت های گرفتن مختلف از طریق تاثیرات خاصی انجام می شود. اشیا مجازی می افتند، می شکنند، پرتاب می شوند اگر که عمل گرفتن شل باشد. ولی گرفتن سفت باشد، اشیای مجازی به درستی جابجا می شوند. مادامیکه عمل گرفتن ، درست انجام شود فشار های مناسبی وارد شده و اشیا نگه داشته می شوند و فرد می تواند وظیفه تمرین را ادامه دهد. اگر شرکت کننده یک شی را بیاندازد ویا بشکند باید از اول شروع کند.

ما همچنین یک سیستم امتیازدهی گذاشته ایم که بر اساس شاخص های حرکتی، زمان سپری شده روی هر تمرین در برخی از قسمت های اختیاری است. امتیاز روی صفحه امتیازات در جلو میز نشان داده می شود بنابراین فرد می تواند بازخورد دیداری از پیشرفت اش داشته و مشوقی برای رقابت بیشتر باشد. این سیستم امتیاز دهی به عنوان یک محرک قوی دیگری است که فرد امتیاز قبلی اش را روی یک وظیفه به یاد می سپارد و سعی می کند تا در تکرار بعدی امتیاز بهتری بدست آورد.

سیستم ما شامل دو رایانه است که با هم در ارتباط هستند(درمانگر و بیمار). رایانه درمانگر ((PC Workstation, Dell Dimension™DIM 4600, Intel®Pentium™ 4 CPU 2.80 GHz, 512 MB RAM, Intel®82865G Graphics Controller) بعنوان کنترل کننده اصلی عمل می کند که تمرین هایی که باید انجام شود را تعیین می کند و معیاری برای موفقیت یا شکست هر تمرین مشخص می کند و همچنین میزانی را تعیین می زند که بازشدن دست می تواند به استفاده از واسطه های درمانی گرافیکی کمک کند. رایانه بیمار (PC Workstation, Dell Precision™PWS 67, Intel®Xeon® CPU, 3.40 GHz, 2.00 GB RAM, AMDATI Radeon™HD 5800 graphics Chipset) که مسوولیت کنترل صحنه های مجازی را از طریق ابزارهای مجازی نرم افزاری 3DVIA دارد (Dassault Systemes, France) . VRE صحنه ها را بر اساس حرکات سر، به روز می کند که یک شاخص دنبال کننده مغناطیسی است. (Flock of Birds by Ascension Technologies). جای دست و حرکت سر توسط یک دنبال کننده مغناطیس دیگر یعنی Flock-of-Birds دنبال می شود و زاویه اتصال انگشتان با استفاده از دستکش پنوماتیک PneuGlove، بررسی می شود که قبلا در آزمایشگاه توسعه داده شده است. علاوه بر سنجش زاویه اتصال انگشتان، PneuGlove به بسط مستقل انگشت از طریق کیسه های هوایی کف دست نیز کمک می کند که وقتی جسمی نتواند به زاویه هدف از قبل تعیین شده برسد، متورم می شود.

* 1. مطالعات

ما یک مطالعه اثربخشی بالینی که توسط IRB تایید شده است را شروع کردیم تا استفاده از سیستم را در پروتکل توانبخشی بررسی کنیم. در مطالعه ما، 9 بیمار با همی پرزی سمت راست مزمن که پس از سکته بوجود آمده است، در سه جلسه درمانی 1 ساعته هفتگی به مدت 6 هفته تحت بررسی قرار گرفتند. درمانگر جلسات قبل از ارزیابی(در شروع درمان) حین ارزیابی پس از درمان (پس از ارزیابی ) را بررسی کرده و نیز نتایح را یک ماه پس از درمان نیز ارزیابی کرد. در انتهای این مطالعه، هر فردی 18 جلسه درمانی را در 6 جلسه به اتمام رسانده بود. معیار اصلی، اصلاح نقصان مزمن دست راست بود که توسط تیم کاردرمان ها که در مرحله 4تا 6 بودند در مقیاس اسمی 1 تا 7 بیان می شد، همچنین این ارزیابی روی بخش دست مقایس ارزیابی سکته Chedoke-McMaster نیز بیان می شد. افراد در این مرحله به طور داوطلبانه دستشان را خم می کردندولی با باز کردن دست، و وظیفه هماهنگی انگشت و حرکت مناسب هنوز مشکل داشتند. افراد حداقل6 ماه قبل از اینکه در مطالعه شرکت کند سکته کرده بودند و هیچ انقباض یا دردی در انگشتانشان نداشتند.

تا اینجا، چهار بیمار ، 18 جلسه 60 دقیقه ای را در آزمایشگاه توانبخشی دست کلمن با RIC به پایان رسانده بودند. هر جلسه ای با پوشیدن و کالبراسیون و تنظیم دنبال کننده های مغناطیسی دست و سر PneuGlove آغاز می شد. وقتی کالیبراسیون و تجهیز تمام می شد، فرد به سمت مجموعه تمارین VR هدایت می شد و درمانگر روی برخی از مشکلاتی که فرد در انجام وظایف توانبخشی VR داشت به وی کمک می کرد. هر جلسه آموزشی توسط کاردرمان انجام می شد و شامل یک یا دو چرخه از ده تمرین بالا بود. امتیازها توسط کاردرمان دیگری داده می شد که در جلسه درمانی نبوده است. ما پیش بینی می کنیم که برای تکمیل این مطالعه با همه افراد (تعداد 9 نفر) باید یک ماه بعد نیز ارزیابی داشته باشیم یعنی در فوریه 2013.

هفت نوع اولیه از شاخص ها برای ارزیابی در نظر گرفته شد: وضعیت بازیابی حرکتی که شامل طیف بالای حرکاتی می شد که در ارزیابی حرکتی Fugl-Meyer استفاده می شود، نقضان و ناتوانایی فیزیکی که شامل حد بالایی می شود که در مقیاس Chedoke-McMaster آمده است، محدودیت های وظیفه ای حد بالا که تحت تاثیر طیف بالای است که توسط آزمون اقدامات پژوهشی دست (ARTAT) انجام شده است که شامل آزمون، حرکت های کف دست، گرفتن، حرکت های افقی می شد که توسط آزمون های Grip and Picnh اندازه گیری می شد.

1. نتایج

تا این زمان، تنها چهار بیمار سکته ای پروتکل را تمام کرده اند. قدرت فشاردادن افقی پس از درمان بهتر شده است. فرد 1 و 2و 4 توانسته اند فشار کف دست بیشتری را احساس کنند و فرد 2 قدرت گرفتن اش افزایش پیدا کرده است. همچنین کاهش قابل توجی در امتیاز دست Fugl-Meyer در افراد 1 و 3و4 مشاهده کرده ایم(فرد دو تغییری نداشته است). برای افراد 1 و 2و3 در آزمون های Box & Blocks کاهش ، و در فرد 4 در این آزمون افزایش را نیز مشاهده کرده است. امتیازها برای تست ARAT برای فرد 2و 4 یکسان است، در 3 افزایش یافته و در 1 کاهش یافته است. اکثر تغییرات بالا یک ماه پس از تکمیل درمان تایید نشده اند. با این حال، فقط چهار فرد از نه نفر این مطالعه را به اتمام رسانده اند که تحلیل آماری ضعیفی است. ما پیش بینی می کنیم که این مطالعه تا فوریه 2013 کامل شود و تا زمان کنفرانس بتوانیم نتایج بعدی را نیز بدان اضافه کنیم .

با همین اطلاعات ما متوجه شدیم که افرادی که تمارین را به اتمام رسانده اند در جلسات آخر سریعتر عمل می کردند. بجای یک چرخه 10 تمرینی آنها می توانستند دو چرخه و حتی تمرین های بیشتری را در زمان های کمتری انجام دهند. وقتی فرد تمرین تکرارهای گرفتن و رها کردن را انجام می داد می توانست روی سایرحرکت هایی که موجب قدرت فشار دادن نیز می شود بهتر عمل کند و از دست و انگشتانش سریعتر استفاده کند. بنابراین آنها می توانند حرکت ها/ تمارینی باشند که در جلسات بعدی تمرین بدانها تاکید بیشتری می شود.

در کل عملکرد یک سیستم پایدار است. علارغم حافظه تمرین ها، افراد همچنان به محیط های VR ای علاقه داشتند که با توجه به هر فرد و بسته به نظر درمانگر برای آنان طراحی شده بود. با این حال، این همراهی در طول زمان تغییر می کرد. بیمارانی که کلافه شده بودند- ولی هرگز حوصله شان سر نرفته بود- با نظرات و تکرارهای درمانگر/ آواتور دوباره شروع به کار می کردند. برخی از بیماران از درمانگر می خواستند تا در جلسات بعدی سکوت کند. با استمرار این مطالعه داده های بیشتری در دسترس خواهد بود که می تواند کارایی بالینی این سیستم را بهتر گزارش دهد.

1. بحث

سیستم توانبخشی مجازی مبتنی بر هنر توسعه داده شده است و برای استفاده در یک پروتکل توانبخشی 18 جلسه ای استفاده شد. آنها قبل ، بعد و یک ماه پس از آزمون نیز توسط آزمون های بالینی استاندارد برای طیف های بالایی از وظایف نیز اندازه گیری شدند. ارزیابی بالینی و نتایج شاخص ها نشان دهنده بهبود گرفتن و فشاردادن است. ما هنوز هم کارایی بالینی این پروتکل را روی بیماران دیگر در حال ارزیابی هستیم. همه بیمارانی که تا اینجا آزمون شده اند توانسته اند که حرکات بیشتری را پس از گذراندن جلسات آموزشی انجام دهند(1-18). ما به دنبال ان هستیم تا دنبال کننده مغناطیسی را با یک دنبال کننده وایرلس ماکروسافت کینکت جایگزین کنیم. این امر هزینه نسبتا بالایی ندارد و موجب بهبود دقت ارزیابی این برنامه می شود. یک پروژه درمان خانگی نیز مد نظر قرار می گیرد که در آن مشارکت کنندگان و درمانگر ها از راه دور در محیط مجازی می توانند با هم کار کنند.

تقدیر و تشکر

این پروژه به عنوان بخشی از پژوهش های مرکز تحقیقاتی مهندشی توانبخشی " ماشین های کمک کننده به بازیابی پس از سکته " و تحت حمایت موسسه ملی پژوهش های ناتوانی و توانبخشی (H133E070013) و زیر نظر بنیاد کلمن انجام شده است. با تشکر از بسیاری از اعضای آزمایشگاه کولمن ، Heidi Fisher, Molly Listenberger و Kelly O’Neillبرای تخصص های کاردرمانی شان و Jose Mauricio برای پشتیبانی مهندسی پژوهشی و تشکر از Bahariev Emil Davchev, Santiago Acosta, Borislav برای پشتیبانی اداری سیستمی و Jake O’Toole برای جمع آوری داده های افراد. ما همچنین تشکر ویژه ای داریم از آزمایشگاه تصویر سازی الکترونیک (EVL) در دانشگاه Illinois شیکاگو برای تمامی تخصص ها و پشتیبانی های فنی مستمری که در طول این پروژه داشته اند.

1. Higher extremity [↑](#footnote-ref-2)