

## بررسی تأثیر تمرینات حرکتی در محیط مجازی بر عملکرد اندام فوقانی کودکان مبتلا به فلج مغزی

### همی پارزی

حمیدرضا رستمی<sup>۱</sup>، سیف الله جهانتابی نژاد<sup>۱</sup>، دکتر علی اصغر ارسطو<sup>۲</sup>

۱- مربی گروه کاردرمانی، مرکز تحقیقات توانبخشی اسکلتی-عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز  
۲- استادیار گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات توانبخشی اسکلتی-عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

#### چکیده

**زمینه و هدف:** واقعیت مجازی، تکنولوژی رایانه ای همراه با محیط و اشیاء مجازی است که افراد در آن قادر به دستکاری و تغییر محیط هستند. هدف این مطالعه تعیین تأثیر تمرینات حسی-حرکتی در محیط مجازی بر عملکرد اندام فوقانی کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پارزی بود.  
**روش بررسی:** تعداد ۱۶ کودک مبتلا به فلج مغزی همی پارزی از جامعه دردسترس شهراهاز در یک کارآزمایی بالینی تصادفی یک سوپه کور در ۲ گروه ۸ نفره بررسی شدند (واقعیت مجازی و کنترل). برنامه درمانی شامل جلسات ۱/۵ ساعته تمرین در محیط مجازی و به مدت ۴ هفته به صورت یک روز درمیان بود. ارزیابی توسط ابزار کفایت حرکتی برواینیکس-اوزرتسکی و فعالیت حرکتی کودکان، قبل، بعد و ۳ ماه پس از اتمام مداخلات صورت گرفت. از نرم افزار SPSS-16 جهت انتخاب تصادفی نمونه ها و همچنین تحلیل داده ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس در تکرار مشاهدات در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده گردید.  
**یافته‌ها:** آنالیز اطلاعات ابزارهای ارزیابی حاکی از اختلاف معنادار آماری گروه واقعیت مجازی نسبت به گروه کنترل بود (ابزار کفایت حرکتی برواینیکس-اوزرتسکی: تغییر میانگین سرعت و مهارت از ۰/۲۵±۰/۰۶ به ۱/۲۲±۰/۲۳ در جلسه پس از درمان). آنالیز اطلاعات جلسه پیگیری ارزیابی نیز حاکی از عدم وجود تفاوت معنادار آماری بین جلسات پس از درمان و پیگیری در هر ۲ گروه مطالعه بود.  
**نتیجه گیری:** تکنولوژی واقعیت مجازی از طریق تمرینات شدید مکرر در یک محیط تعاملی و انگیزاننده میتواند به عنوان یک روش درمانی مناسب در بهبود عملکرد اندام فوقانی کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پارزی تلقی گردد.  
**کلید واژه‌ها:** تکنولوژی واقعیت مجازی، محیط مجازی، عملکرد اندام فوقانی، فلج مغزی همی پارزی

(تاریخ ارسال مقاله : ۱۳۹۰/۳/۱۶، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۸/۱۲)

**نویسنده مسئول:** اهواز دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده علوم توانبخشی

Email: [rostamihr@ajums.ac.ir](mailto:rostamihr@ajums.ac.ir)

#### مقدمه

انجام دهند (۵). این پدیده کاربرد انحصاری سمت سالم در فعالیت های روزمره زندگی را غفلت رشدی (Developmental Disregard) می نامند (۳).

از میان تکنیک ها و روش های مختلف طراحی شده برای بهبود عملکرد اندام فوقانی این کودکان، آنهایی که بر اساس اصول یادگیری حرکتی (Motor Learning) طراحی شده اند، به صورت تمرینات مکرر فعالیت های عملکردی در شرایط مختلف و همراه با فیدبک کافی و مناسب اجرا می گردند (۸-۶). یکی از روش های درمانی که اخیراً در درمان توانبخشی طیف گسترده ای از بیماری ها مورد استفاده قرار گرفته است، واقعیت مجازی (Virtual Reality) می باشد. تکنولوژی واقعیت مجازی شبیه سازی جهان پیرامون از طریق کامپیوتر و ارتباط با آن توسط یک ارتباط دهنده (Human-Machine Interface) می باشد (۹). در این محیط فرد دیگر صرفاً یک مشاهده گر بیرونی و غیر فعال تصاویر رایانه ای نمی باشد، بلکه بعنوان یک مشارکت کننده فعال در فضای مجازی سه بعدی رایانه عمل می کند و قادر است که

فلج مغزی (Cerebral Palsy) به عنوان یک اختلال رشدی پیشرونده در حرکت و پوسچر که به آسیب های غیر پیشرونده در مغز نابالغ نسبت داده می شود، شیوعی برابر با ۲ تا ۵/۲ مورد در هر ۱۰۰۰ تولد زنده دارد (۱). اختلالات عملکردی اندام فوقانی مانند اسپاستیسیتیه، ضعف عضلانی و آسیب های حسی- حرکتی در حدود ۵۰ درصد این کودکان دیده می شود، و توانایی مشارکت این کودکان در فعالیت های روزمره زندگی (Activity of daily Living) مانند مراقبت از خود و بازی را به مخاطره می اندازد (۲،۳). همی پارزی (Hemiparesis) یا فلج ناکامل یک سمت بدن در حدود یک سوم کودکان مبتلا به فلج مغزی وجود دارد که کودک مبتلا دچار اختلالات حسی و حرکتی در سمت مبتلا می باشد (۴).

کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پارزی به علت ناکافی بودن و یا فقدان تجربیات حسی- حرکتی طبیعی (۳) و تجربیات منفی ناشی از کاربرد اندام سمت مبتلا، به صورت تدریجی یاد می گیرند که فعالیت ها را منحصراً با سمت سالم خود

قرار گرفتند. معیارهای ورود در این مطالعه شامل موارد ذیل بود: (۱) فلج مغزی همی پارزی، (۲) توانایی حداقل ۲۰ درجه صاف کردن (Extension) مچ و ۱۰ درجه صاف کردن انگشتان از وضعیت خمیده کامل (Full Flexion)، (۳) تون عضلانی کمتر از ۳ در مقیاس اصلاح شده اشورث، (۴) بینایی و شنوایی نرمال یا اصلاح شده. معیارهای خروج نیز بدین ترتیب بودند: (۱) بیماری‌های دیگر علاوه بر فلج مغزی، (۲) صرع، (۳) غفلت نیمه میدان بینایی، (۴) جراحی ارتوپدیک اندام فوقانی مبتلا، (۵) تزریق بوتاکس طی ۶ ماه گذشته و یا حین مطالعه.

مطالعه حاضر حاصل از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز میباشد (کد طرح: U-۸۹۰۷۱)، که توسط کمیته اخلاق دانشگاه به تأیید رسیده و در آزمایشگاه تعقیب بینایی حرکتی دانشکده علوم توانبخشی این دانشگاه انجام گردید. رضایت‌نامه کتبی از مراقبت کننده اصلی کودکان کسب گردید. مطالعه حاضر در مرکز ثبت مطالعات کارآزمایی بالینی ایران (کد: IRCT201010164945N) به ثبت رسیده است.

سیستم واقعیت مجازی مورد استفاده در این مطالعه، سیستم Biometrics Ltd, E-Link Evaluation and Exercise Systems (Version 6 software) بود. سیستم E-Link یک سیستم ارزیابی و تمرینی جامع رایانه‌ای همراه با نرم افزار و سخت افزارهای الکترونیکی جهت تمرینات فعال و مقاومتی اندام فوقانی، گرفتن ظریف اشیاء (Pinch)، گرفتن درشت اشیاء (Grip) و تمرینات دامنه حرکتی می‌باشد. این سیستم با دارا بودن بازیهای جالب و مشوق، به نحوه‌ای تعاملی سبب افزایش انگیزش و تحمل انجام بازیهای مختلف می‌گردد. صفحه نمایش این سیستم در این تحقیق بر روی یک صفحه بزرگ و توسط یک ویدئو پروژکتور ارائه می‌گردید، فیدبک شنوایی نیز توسط اسپیکر ارائه می‌شد. ابزار سخت افزاری که توسط آن کودک میتواند با محیط درون سیستم و بازیهای مختلف ارتباط برقرار کند، شامل تمرین دهنده اندام فوقانی مخصوص این سیستم بود (E-Link Upper Limb Exerciser: E 3000) که قابلیت تنظیم و تطبیق با تواناییهای کاربر بر اساس ۵ ویژگی را داراست: نوع دستگیره، قدرت، دامنه حرکتی، مدت زمان و سرعت (شکل ۱).

فضای مجازی را با اعمال و اراده خود دستکاری کند و موقعیت و شرایط بیرونی را با تمرکز بر فعالیت مورد علاقه به فراموشی بسپارد (۱۰، ۱۱). واقعیت مجازی متشکل از ابزارهای خروجی (بینایی، شنوایی، انتقال دهنده لامسه و نیرو)، ابزارهای ورودی (موس، تعقیب کننده، دستکش و ...)، سیستم سازنده گرافیک محیط مجازی و یک نرم افزار اطلاعاتی میباشد. در محیطهای مجازی تمام ویژگی های فعالیت همچون مدت زمان، شدت، و نوع فیدبک می توانند بر اساس هدف درمان و تواناییهای افراد تغییر یابند (۱۲، ۱۳)، همچنین افراد می‌توانند نتایج حرکتی خود را مشاهده و در صورت لزوم آن را اصلاح نمایند (۱۴).

علیرغم پتانسیل کاربرد واقعیت مجازی در توانبخشی کودکان مبتلا به فلج مغزی، مطالعات اندکی در این حیطه انجام گردیده است که همین مطالعات کم نیز تنها از نوع تک موردی (Single Subject design) هستند، برای مثال Chen و همکاران در سال ۲۰۰۷ به بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین در محیط مجازی بر عملکرد Reach در ۴ کودک مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک پرداختند و پس از اتمام مطالعه مشاهده کردند که کیفیت عملکرد Reach بهبودی معناداری را نشان می‌داد (۷). در مطالعه دیگری You و همکاران (۱۲) در سال ۲۰۰۵ با هدف بررسی تأثیر واقعیت مجازی بر بازسازماندهی کورتیکال مغز و عملکرد کودک، یک کودک ۸ ساله مبتلا به فلج مغزی همی‌پارزی را مورد بررسی قرار داده و در نتایج فعالیت کورتکس حسی حرکتی سمت آسیب دیده را مشاهده کردند. بنابراین هدف این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی، بررسی امکان و نتایج برنامه تمرینی در محیط مجازی بر عملکرد اندام فوقانی کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پارزی تعیین گردید. فرض ما در این مطالعه این بود که ویژگی‌های تمرینی بازیگونه و مکرر و هماهنگ در محیط‌های مجازی می‌تواند سبب بهبود عملکرد و کاهش غفلت رشدی این کودکان گردد.

#### روش بررسی

در این مطالعه تعداد ۱۶ کودک مبتلا به فلج مغزی همی‌پارزی از جامعه ی در دسترس (۶ پسر و ۱۰ دختر) و با تشخیص توسط متخصص مغز و اعصاب کودکان مورد بررسی



شکل ۱- سیستم واقعیت مجازی E-Link

افزایش دهد و هم کودک را نسبت به نحوه فعالیت خود آگاه سازد. برنامه تمرینی نیز به صورت روزانه ۱/۵ ساعت و یک روز در میان در مدت ۴ هفته بود و در صورت وجود زمان استراحت حین جلسه درمانی، تمرینات تا تکمیل یک ساعت و نیم تمرین ادامه پیدا می‌کردند.

کودکان گروه کنترل روند طبیعی درمانی خود را که قبل از ورود به مطالعه داشتند حفظ کرده و تنها در جلسات ارزیابی شرکت می‌کردند. روند طبیعی درمانی آنها نیز به صورت ۲ جلسه در هفته و طی جلساتی ۳۰ دقیقه‌ای بود. در دوره ۳ ماهه پیگیری مطالعه، برنامه درمانی قبل از ورود به مطالعه برای تمام گروه‌ها تحت نظارت نویسنده مسئول تحقیق ادامه می‌یافت. در ابتدا ۲ جلسه ارزیابی پیش از درمان به فاصله زمانی ۱ هفته از یکدیگر انجام شد که جلسه دوم در روز قبل از آغاز تمرینات انجام می‌گردید. انجام ۲ جلسه ارزیابی قبل از آغاز درمان نیز جهت تعیین عدم وجود بهبودی خودبخودی و ثبات آسیب‌های حرکتی بود. تمام ارزیابی‌ها مجدداً در روز پس از اتمام تمرینات به عنوان جلسه پس از درمان و ۳ ماه پس از اتمام تمرینات به عنوان جلسه پیگیری تکرار گردیدند. همه کودکان در تمام جلسات ارزیابی شرکت داشتند.

ابزارهای ارزیابی شامل پرسشنامه فعالیت حرکتی کودکان (Pediatrics Motor Activity Log) و زیر مجموعه سرعت و مهارت اندام فوقانی ابزار کفایت حرکتی برواینینکس - اوزرتسکی (Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency) بودند.

پرسشنامه فعالیت حرکتی کودکان یک مصاحبه نیمه ساختار یافته و شکل اصلاح شده پرسشنامه فعالیت حرکتی بزرگسالان (Adult Motor Activity Log) است (۱۵) که میزان روایی آن ۰/۹۰ بین آزمونگرهای مختلف و ۰/۹۴ در تست قبل و

در این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی یک سوپه کور، تأثیر روش درمانی واقعیت مجازی بر عملکرد کودکان فلج مغزی همی پارزی مورد بررسی قرار گرفت. پس از غربالگری و کسب رضایت نامه کتبی، دو جلسه ارزیابی اولیه به فاصله ۱ هفته صورت گرفت. پس از دومین جلسه ارزیابی اولیه، کودکان به صورت تصادفی به ۲ گروه واقعیت مجازی و کنترل تقسیم گردیدند. تصادفی سازی کودکان در گروه‌های مختلف نیز توسط نرم افزار آماری SPSS صورت گرفت.

گروه واقعیت مجازی تمرینات حرکتی را در محیط مجازی که توسط سیستم E-Link فراهم می‌شد، دریافت می‌کرد. تصویر و جنبه بصری سیستم توسط یک صفحه نمایش بزرگ که توسط ویدئو پروژکتور فراهم می‌گردید، ارائه میشد و همزمان فیدبک‌های شنوایی نیز توسط اسپیکر پخش می‌گردید. تمرین دهنده اندام فوقانی با وجود دستگیره‌های مختلف (spade, spade) امکان انجام انواع مختلف فعالیت گرفتن ظریف و درشت اشیاء را (lateral pinch, tip-to-tip pinch, pad-to-pad pinch, spherical grasp, cylindrical grasp) فراهم می‌کرد. تمامی جنبه‌های بازیهای درون سیستم شامل دامنه حرکتی، قدرت، سرعت، دقت و پیچیدگی بر اساس سن و توانایی‌های کودکان تطبیق می‌گردیدند و پیچیدگی این بازیها با پیشرفت توانایی‌های کودکان افزایش می‌افتد تا با مشابهت بیشتر با شرایط طبیعی، قدرت تعمیم مهارت‌های یاد گرفته شده جدید به زندگی و فعالیت‌های واقعی کودکان نزدیکتر شود. تمرینات به شکل بازیهای ساده و رنگارنگ و انگیزاننده‌ای مانند فوتبال، ضربه به دیوار، شلیک فضایی، رانندگی و توپ و سبد درون سیستم بودند. فیدبک‌های بینایی و شنوایی فوری و فراوانی درباره موفقیت کودک توسط سیستم به وی ارائه می‌گردید تا هم مشارکت و تمرکز کودک را

### یافته ها

دامنه کلی سن کودکان بین ۶ سال و ۹ ماه تا ۱۱ سال و ۳ ماه و با میانگین ۷ سال و ۸ ماه در گروه واقعیت مجازی و ۸ سال در گروه کنترل بود. پس از آنالیز اطلاعات مشخص گردید که بین ۲ جلسه ارزیابی ابتدایی تفاوت معنادار آماری وجود نداشت. بررسی همسانی گروه ها نیز حاکی از عدم وجود تفاوت معنادار آماری در جلسه ارزیابی اولیه بین ۲ گروه مطالعه بود که این مورد نشان دهنده مناسب بودن تصادفی سازی نمونه‌ها بود ( $P=0/78$ ).

میانگین نتایج بدست آمده از عملکرد اندام فوقانی در ابزارهای مختلف ارزیابی در جلسات مختلف ارزیابی در جدول ۱ آورده شده است. آنالیز آزمون زیر مجموعه سرعت و مهارت اندام فوقانی در ابزار BOTMP ( $F = 11.41, P < 0.01$ ) و مقیاس کمیت و کیفیت حرکت در ابزار ارزیابی فعالیت حرکتی کودکان ( $F = 21.13, P < 0.01$ ) در جلسه پس از مداخلات، حاکی از افزایش معنادار میانگین اطلاعات (سرعت و مهارت): از  $0/06 \pm$  به  $0/25 \pm$  به  $0/23 \pm$  \*  $1/22 \pm$  \* کمیت حرکت: از  $0/37 \pm$  به  $0/66 \pm$  به  $0/45 \pm$  \*  $2/37 \pm$  \* کیفیت حرکت: از  $0/31 \pm$  به  $0/53 \pm$  به  $0/24 \pm$  در گروه واقعیت مجازی بود.

نکته دیگر در مورد جلسه پیگیری بود که تفاوت معنادار آماری بین نتایج جلسه پس از مداخلات و جلسه پیگیری وجود نداشت ( $P=0/32$ ). آنالیز اطلاعات در مورد گروه کنترل حاکی از عدم وجود اختلاف معنادار آماری بین هیچکدام از جلسات ارزیابی بود (شکل ۲).

بعد می باشد (۳). این ابزار نظر خانواده را در ۲ حیطة کمیت و کیفیت حرکت اندام مبتلای کودکان می‌سنجد و حداکثر نمره هر قسمت ۵ می‌باشد. منظور از کمیت کاربرد در این ابزار میزان کاربرد اندام فوقانی توسط کودک در فعالیت‌های روزمره زندگی درون منزل می‌باشد و منظور از کیفیت کاربرد نیز، هماهنگی، تناسب و زیبایی کاربرد اندام فوقانی درون منزل در فعالیت‌های مختلف می‌باشد.

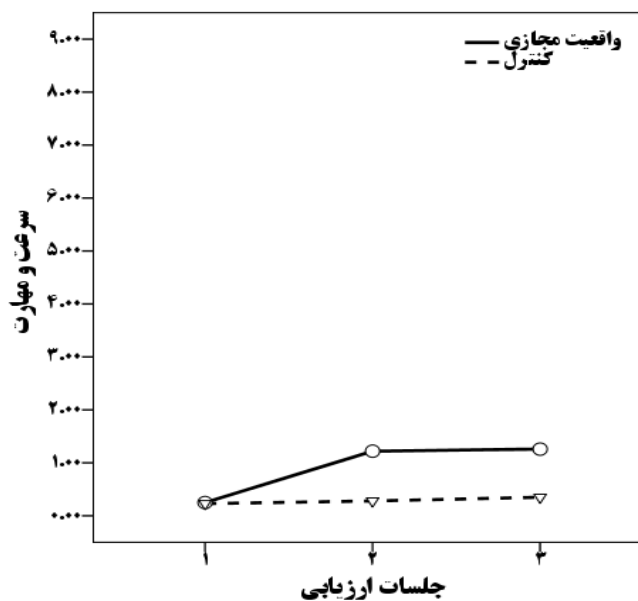
زیر مجموعه سرعت و مهارت اندام فوقانی ابزار کفایت حرکتی برواینیکس - اوزرتسکی نیز شامل ۸ آیتم می‌باشد که مهارت دست و انگشتان و سرعت دست و بازو را می‌سنجد و حداکثر نمره آن ۹ می‌باشد (۱۶). میزان روایی ابزار ارزیابی برواینیکس - اوزرتسکی  $0/90$  بین آزمونگرهای مختلف و  $0/94$  در تست قبل و بعد می‌باشد (۵).

به دلیل طبیعت ابزار ارزیابی فعالیت حرکتی کودکان که بایستی توسط خانواده‌ها تکمیل می‌شد، تنها ارزیابی ابزار کفایت حرکتی برواینیکس - اوزرتسکی کاملاً کور بود. درمانگر مسئول ارزیابی نیز نسبت به نوع گروه‌ها کاملاً ناآگاه بود.

آنالیز آماری اطلاعات مطالعه با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۶) و توسط یک متخصص آماری ناآگاه نسبت به مطالعه انجام گردید. آنالیز اطلاعات حاصل از مطالعه توسط آزمون آماری کولموگروف - اسمیرنوف حاکی از توزیع نرمال اطلاعات بود و به همین جهت از آزمون‌های آماری پارامتریک جهت تحلیل داده‌ها استفاده گردید. جهت تعیین وجود تفاوت بین ۲ جلسه ارزیابی اولیه قبل از شروع تمرینات در هر ۲ گروه و نیز بررسی همسانی گروه‌ها از لحاظ سن و نتایج ارزیابی‌های ابتدایی از آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way Analysis of Variance) استفاده گردید. جهت تعیین تأثیر مداخلات از آنالیز واریانس در تکرار مشاهدات (Analysis of Variance with Repeated Measurement) با ۲ گروه و ۳ جلسه ارزیابی استفاده شد و تست تعقیبی بونفرونی نیز جهت بررسی تفاوت بین جلسات درمانی مختلف استفاده گردید. تمامی نتایج در این مطالعه با سطح معناداری  $0/05$  مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار نمرات جلسات مختلف ارزیابی

گروه	ابزار ارزیابی	جلسات ارزیابی		
		قبل از درمان	پس از درمان	پیگیری
واقعیت مجازی	کمیت حرکت	۰/۶۶ ± ۰/۳۷	۲/۳۷ ± ۰/۴۵	۲/۲۵ ± ۰/۳۷
	کیفیت حرکت	۰/۵۳ ± ۰/۳۱	۲/۲۶ ± ۰/۲۴	۲/۲۴ ± ۰/۱۷
	سرعت و مهارت	۰/۲۵ ± ۰/۰۶	۱/۲۲ ± ۰/۲۳	۱/۲۶ ± ۰/۱۴
کنترل	کمیت حرکت	۰/۶۹ ± ۰/۳۹	۰/۷۹ ± ۰/۲۱	۰/۸۲ ± ۰/۱۶
	کیفیت حرکت	۰/۵۷ ± ۰/۲۲	۰/۶۶ ± ۰/۳۷	۰/۷۱ ± ۰/۲۴
	سرعت و مهارت	۰/۲۳ ± ۰/۱۰	۰/۲۸ ± ۰/۰۸	۰/۳۵ ± ۰/۰۷



شکل ۲- سرعت و مهارت اندام فوقانی

بحث

اساس سلولی کاربرد واقعیت مجازی، پلاستیسیته سیستم عصبی از طریق سیستم نورون‌های آئینه‌ای (Mirror Neurons) می‌باشد (۱۲)، چراکه این روش قادر به یکپارچه کردن مزایای مثبت تکنیک‌های درمانی تمرینات مکرر، مشاهده حرکت، تصور حرکت، و تقلید حرکتی می‌باشد (۱۷). مطابق با تئوری یادگیری حرکتی، یادگیری و بازآموزی همراه با تمرینات مکرر فعالیت‌های عملکردی در شرایط مختلف محیطی و فیزیکی با وجود فیدبک‌های مناسب صورت می‌گیرد (۸-۶). تمرینات مکرر در سیستم واقعیت مجازی این تحقیق از طریق گرفتن دستگیره‌های ظریف و درشت و انجام فعالیت‌های هدفمند به شکل بازی با نگاه کردن

در مطالعه حاضر به بررسی کارایی واقعیت مجازی بر عملکرد اندام فوقانی کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پارزی پرداخته شد. یافته‌های مطالعه حاضر حاکی از بهبود کمیت و کیفیت کاربرد اندام و سرعت و مهارت کاربرد اندام فوقانی به دنبال دریافت تمرینات حسی- حرکتی در محیط مجازی دارد. علاوه بر این، نتایج کسب شده در طی دوره درمانی پس از ۳ ماه از اتمام تمرینات نیز همچنان پایا و ماندگار بودند. نتایج مطالعه حاضر همسو با مطالعات تک‌موردی انجام شده با تکنولوژی واقعیت مجازی (۷،۱۲) حاکی از مزایای مثبت این روش بر عملکرد اندام فوقانی کودکان بود.

به صفحه نمایش و توجه به مراحل پیشرفت بازی محقق می‌گشت.

یکی از جنبه‌های تمرین که می‌تواند سبب یادگیری بهتر گردد، زمینه اجرای مداخلات درمانی می‌باشد، بطوریکه شرایط و محیط‌های انگیزاننده و جذاب می‌توانند سبب جلب مشارکت و تشویق فرد به ادامه هرچه بیشتر تمرینات گردند (۱۸)، چرا که تجربیات بازیگونه واقعیت مجازی سبب افزایش انگیزش و عملکرد و رضایت کودک می‌شود (۱۹) و این مورد در تحقیق حاضر توسط ارائه بازی‌های جذاب و انگیزاننده در محیطی رنگارنگ و ساده و در یک صفحه نمایش بزرگ اجرایی می‌شد. نکته دیگر بسیار مهم در کودکان مبتلا به فلج مغزی ترس از شکست در این کودکان می‌باشد، چراکه یکی از عوامل اصلی در یکطرفه شدن کاربرد اندام‌ها در کودکان مبتلا به فلج مغزی همین ترس و خجالت از انجام نامناسب فعالیت‌ها با اندام مبتلا می‌باشد. در سیستم‌های واقعیت مجازی و بویژه سیستم مورد استفاده در این مطالعه، کودک با هر سطح توانایی می‌توانست با اعتماد به نفس و کنترل بر شرایط به بازی پردازد (۱۹،۲۰).

در تحقیقات مختلف نشان داده شده است که یادگیری مهارت‌های جدید بخشی حیاتی در فرایند یادگیری و پلاستیسیته عملکردی سیستم عصبی مرکزی می‌باشد (۲۳-۲۱). یکی از دلایل بهبودی عملکرد دست در تحقیق حاضر می‌توانست ارائه بازیهای جدید با شرایط و پیچیدگی‌های جدید در هر جلسه درمانی و افزایش پیشرونده شرایط بازی مطابق با پیشرفت سطح توانایی‌های کودک باشد، البته قابل ذکر است که همین ارائه فعالیت‌ها مطابق با سطح توانایی‌های کودک می‌تواند احساس ناامیدی و ترس را در کودک سرکوب کرده و بهبودی بیشتر را تسهیل کند (۱۹).

ارائه سریع فیدبک در محیط مجازی میتواند سبب یادگیری بهتر از محیط واقعی شود، چراکه در این محیط‌ها فاصله زمانی بین فعالیت توسط بیمار و ارائه فیدبک توسط تراپیست از حسی-پیکری در نتیجه نحوه عملکرد کودک سریعاً توسط سیستم برای وی ارائه می‌شدند و کودک بر اساس آن عملکرد خود را اصلاح می‌نمود.

یک ویژگی بسیار مهم در تکنیک واقعیت مجازی که در سیستم تحقیق حاضر نیز در نظر گرفته شده بود، ارائه فعالیت‌ها در الگوی فعالیت مدار (Task Oriented Approach) بود که نگرشی کاملاً مبتنی بر فعالیت می‌باشد (۲۴،۲۵). در این نگرش یادگیری با افزایش مهارت در فعالیت‌های هدفمند مطابق

با توانایی‌های کودک در جهت حل مشکلات پیش رو تا رسیدن به هدف نهایی صورت می‌گیرد. این نگرش کاملاً بالعکس نگرش شکل‌دهی رفتار می‌باشد که در آن فعالیت‌ها به اجزاء خود تقسیم و هر جزء جداگانه تا رسیدن به موفقیت انجام می‌گردد. در تحقیق حاضر نیز بر طبق نگرش فعالیت مدار، بازیها به صورت یک کل به کودک ارائه می‌شدند و کودک به حل مشکلات درون بازی تا رسیدن به موفقیت مشغول می‌شد.

از نتایج اصلی حاصل از این مطالعه، بهبود عملکردهای زندگی روزمره کودک در محیط واقعی زندگیش مطابق با پرسشنامه فعالیت حرکتی کودکان و نیز ماندگاری بهبودی حاصل شده در جلسه پیگیری بود که می‌توانست حاکی از تعمیم یادگیری به شرایط مختلف و در طول زمان در نتیجه انجام تمرین در محیط مجازی باشد (۹). انتقال بهبودی کسب شده در طول زمان و در محیط‌های مختلف می‌تواند به دلیل تشابه شبکه‌های عصبی درگیر در حین تمرین در محیط مجازی با محیط واقعی باشد. تمرین در محیط مجازی سبب انتقال فعالیت کورتکس حسی حرکتی از سمت مقابل ضایعه یا به صورت دو طرفه به سمت کورتکس آسیب دیده می‌گردد. فعالیت کورتکس حسی حرکتی در افراد مبتلا به همی‌پلژی به سمت مقابل آسیب منتقل می‌شود و میتوان این فعالیت را مجدداً هم در کودکان (۱۲) و هم در بزرگسالان مبتلا به همی‌پلژی (۲۷،۲۸) با انجام تمرینات در محیط مجازی به سمت کورتکس آسیب دیده بازگرداند. نتیجه‌های مشابهی از انتقال فعالیت کورتکس حسی حرکتی پس از تمرین در محیط واقعی نیز کسب گردیده است (۲۹). علیرغم عدم وجود ارزیابی‌های تصویربرداری مغزی در مطالعه حاضر، فعالیت چرخه‌های کورتیکال می‌تواند از رشد مهارت‌های حرکتی جدید در اندام سمت مبتلا منتج گردد. نکته دیگری که می‌توانست به تعمیم یافته‌ها در طول زمان و در شرایط محیطی مختلف کمک کند، محیط بازیگونه، ایمن، منعطف، تحت کنترل و بدون شکست واقعیت مجازی می‌باشد (۳).

یکی از معیارهای ورود در مطالعه حاضر داشتن حداقل توانایی در دست‌ها بود، که سبب خارج گشتن بسیاری از کودکان از مطالعه می‌گشت. می‌توان در تحقیقات بعدی با حذف این معیار ورود هم تعداد کودکان مورد مطالعه را افزایش داد و هم اینکه نتایج را با قدرت بیشتری به جامعه کودکان مبتلا به همی‌پلژی تعمیم داد. یکی دیگر از مواردی که می‌تواند در تحقیقات بعدی مد نظر قرار گیرد، ارزیابی‌های دقیق‌تر با ابزارهای تصویر برداری مغزی می‌باشد تا بتوان شبکه‌های عصبی درگیر در این تکنیک‌ها را بیشتر تحت شناسایی قرار داد.

### قدردانی

باتشکر از کلیه افرادی که ما را در انجام این مطالعه یاری نمودند بویژه والدین و کودکان مشارکت کننده در تحقیق. مطالعه حاضر حاصل از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به شماره ۸۹۰۷۱-U می باشد.

نتایج حاصل از مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی حاضر حاکی از مزایای مثبت تکنیک واقعیت مجازی در بهبود عملکرد اندام فوقانی کودکان مبتلا به فلج مغزی همی پارزی می باشد. امید است که با هرچه قابل اجرا و سودمند کردن بیشتر تکنیک درمانی بر پایه مطالعات مستند، گامی در جهت بهبود توانایی ها و عملکردهای این گروه از معلولین و افزایش کیفیت زندگی آنها برداشته شود.

## REFERENCES

- Gordon AM, Friel KM. Intensive training of upper extremity function in children with cerebral palsy. In: Nowak DA, Hermsdörfer J, (Eds). *Sensorimotor control of grasping: physiology and pathophysiology*. 1<sup>st</sup> ed. Cambridge University Press; 2009: p. 438-457.
- Fedrizzini E, Agliano E, Andreucci E, Oleari G. Hand function in children with hemiplegic cerebral palsy: prospective follow-up and functional outcome in adolescence. *Dev Med Child Neurol* 2003; 45:85-91.
- Deluca SC, Echols K, Law CR, Ramey SL. Intensive pediatric constraint-induced therapy for children with cerebral palsy: randomized, controlled crossover trial. *J Child Neurol* 2006; 21:931-938.
- Brady K, Garcia T. Constraint-induced movement therapy: pediatric applications. *Dev Dis Res Rev* 2009; 15:102-111.
- Charles JR, Wolf SL, Schneider JA, Gordon AM. Efficacy of a child-friendly form of constraint-induced movement therapy in hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial. *Dev Med Child Neurol* 2006; 48:635-642.
- Taub E, Ramey S, DeLuca S, Echols K. Efficacy of constraint-induced movement therapy for children with cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics* 2004; 113:305-312.
- Chen YP, Kang LJ, Chuang TY, Doong JL, Lee SJ, Tsai MW, Jeng SF, Sung WH. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Phys Ther* 2007; 87:1441-1457.
- Nudo RJ: Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. *J Rehabil Med* 2003; 41:7-10
- Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav* 2005; 8:187-211.
- Rizzo A. Virtual reality and disability: Emergence and challenge. *Disabil Rehabil* 2002; 24:567-569.
- Schultheis MT, Rizzo AA. The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabil Psychol* 2001; 46:296-311.
- You SH, Jang SH, Kim YH, Kwon YH, Barrow I, Hallett M. Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2005; 47:628-635.
- Weiss PL, Bialik P, Kizony K. Virtual reality provides leisure time opportunities for young adults with physical and intellectual disabilities. *Cyberpsychol Behav* 2003; 6:335-342.
- Rizzo A, Kim GJ. A SWOT analysis of the field of virtual reality rehabilitation and therapy. *Presence* 2005; 14:119-146.
- Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-induced movement therapy: A new family of techniques with broad application to physical rehabilitation—A clinical review. *J Rehabil Res Dev* 1999; 36:237-251.
- Bruininks RH. *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*. Circle Pines, MN: American Guidance Service 1978.
- Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *Neurorehabil* 2009; 25:29-44.
- Rostami HR, Azizi Malamiri R. Effect of treatment environment on modified constraint-induced movement therapy results in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil* 2011;19:1-5.
- Reid DT. Benefits of a virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy: a pilot study. *Pediatr Rehabil* 2002; 5:141-148.
- Rizzo AA, Buckwalter JG, Neumann U, Kesselman C, Thieboux M. Basic issues in the application of virtual reality for the assessment and rehabilitation of cognitive impairments and functional disabilities. *Cyber Psychol Behav* 1998; 1:59-78.
- Deutsch JE, Merians AS, Adamovich S, Poizner H, Burdea GC. Development and application of virtual reality technology to improve hand use and gait of individuals post-stroke. *Restor Neurol Neurosci* 2004; 22:371-386.
- Nudo RJ, Plautz EJ, Frost SB. Role of adaptive plasticity in recovery of function after damage to motor cortex. *Muscle Nerve* 2001; 24:1000-1019.
- Kleim JA, Barbay S, Cooper NR, Hogg TM, Reidel CN, Rempel MS, Nudo RJ. Motor learning dependent synaptogenesis is localized to functionally reorganized motor cortex. *Neurobiol Learn Mem* 2002; 77:63-77.
- Brooks BM. Route Learning in a Case of Amnesia: A Preliminary Investigation into the Efficacy of Training in a Virtual Environment. *Neuropsychol Rehabil* 1999; 9:63-76
- Winstein CJ, Wolf SL. Task-oriented training to promote upper extremity recovery. In Stein J, Harvey RL, Macko RF, Winstein CJ, Zorowitz Rd. *Stroke Recovery and Rehabilitation*. New York: Demos Medical; 2008:267-290.

26. Mathiowetz, V. Task-oriented approach to stroke rehabilitation. In Gillen G, Burkhardt A, (Eds.). Stroke rehabilitation: A function-based approach. St. Louis, MO: Mosby 2004; P: 59–74.
27. Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park CM, Cho SH, Lee HY, Kim TH. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86:2218–2223.
28. You SH, Jang SH, Kim YH, Hallett M, Ahn SH, Kwon YH, Kim JH, Lee MY. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. Stroke 2005; 36:1166–1171.
29. Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, Miltner WH, Taub E, Weiller C. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. Stroke 2000; 31:1210–1216.
30. Wang M, Reid D. Virtual reality in pediatric neurorehabilitation: attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy. Neuroepidemiol 2011; 36:2–18.

# **Effects of movement practices in virtual environment on upper limb function of children with hemiparetic cerebral palsy**

**Rostami HR<sup>1\*</sup>, Jahantabi Nejad S<sup>1</sup>, Arastoo AA<sup>2</sup>**

1- Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Department of Occupational Therapy, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

2- Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Department of Physiotherapy, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

## **Abstract**

**Background and Aim:** Virtual Reality is a computer technology with virtual environment and objects, which people manipulate virtual environment through active participation. The aim of this study was to determine the effect of practice in virtual environment on upper limb function of children with spastic hemiparetic cerebral palsy.

**Materials and Methods:** In this single blinded, randomized, controlled trial, 16 children with hemiparetic cerebral palsy were evaluated in a simple random sampling of Ahvaz city in 2 groups (virtual reality and control). Treatment protocol consisted of one and half hours sessions of practice in virtual environment for 4-week, every other day. Measures were conducted pre, post and 3-month after the treatment period by Pediatrics Motor Activity Log and Bruininks-Oseretsky Test of Motor proficiency. Sample randomization and data analysis by analysis of variance with repeated measures were conducted by SPSS-16 software in alpha level set at 0.05.

**Results:** Subjects in virtual reality group showed significant improvement ( $p < 0.01$ ) in post-test measures (Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency, speed and dexterity: mean change from  $0.25 \pm 0.06$  to  $1.22 \pm 0.23$ ). Results were retained for both groups in follow up session.

**Conclusion:** Virtual reality technology through intensive and repetitive practice in an interactive and motivational environment is a promising method to improve upper limb function of children with hemiparetic cerebral palsy.

**Key Words:** Virtual Reality, Virtual Environment, Hemiparesis Cerebral Palsy, Upper Limb Function

**\*Corresponding Author:** Rostami HR, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

**Email:** rostamihr@ajums.ac.ir

*This research was supported by Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (AJUMS)*