

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - بهار ۱۴۰۱  
دوره ۱۴، شماره ۱، ص: ۱۵ - ۱  
نوع مقاله: علمی - پژوهشی  
تاریخ دریافت: ۹۵ / ۱۰ / ۰۷  
تاریخ پذیرش: ۹۵ / ۱۲ / ۱۵

## تأثیر تمرینات حرکتی در محیط واقعیت مجازی بر دامنه حرکتی کودکان فلج مغزی

مرتضی پور آذر\*<sup>۱</sup> - فضل الله باقرزاده<sup>۲</sup> - داوود حومنیان<sup>۳</sup>

۱. استادیار، گروه آموزش تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، ۲. دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۳. استادیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

### چکیده

هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر تمرینات حرکتی در محیط واقعیت مجازی بر بهبود دامنه حرکتی در کودکان فلج مغزی بود. ۲۰ پسر فلج مغزی اسپاستیک ۷-۱۲ ساله به صورت در دسترس انتخاب شدند و با توجه به میانگین نمرات کسب شده به طور همگن در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت ۳ هفته به انجام تمرینات بولینگ در محیط مجازی پرداختند. نتایج آزمون تی وابسته حاکی از اختلاف معناداری در میزان دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تجربی بود. براساس نتایج آزمون تحلیل واریانس چندمتغیری، آزمودنی‌های گروه تجربی در مرحله پس‌آزمون میانگین بالاتری را در دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست کسب کردند. استفاده از واقعیت مجازی می‌تواند به عنوان روش درمانی مناسب در بهبود دامنه حرکتی اندام فوقانی کودکان فلج مغزی همی‌پلاژی استفاده شود.

### واژگان کلیدی

دامنه حرکتی، فلج مغزی همی‌پلاژی، کودکان، واقعیت مجازی.

### مقدمه

فلج مغزی<sup>۱</sup> به عنوان اختلال رشدی پیشرونده در حرکت و پوسچر که به آسیب‌های غیرپیشرونده در مغز نابالغ نسبت داده می‌شود، شیوعی برابر با ۲ تا ۲/۵ مورد در هر ۱۰۰۰ تولد زنده دارد (۱). همی‌پلاژی یا فلج ناکامل یک سمت بدن در حدود یک‌سوم کودکان مبتلا به فلج مغزی وجود دارد که کودک مبتلا دچار اختلالات حسی و حرکتی در سمت مبتلاست (۲).

نواقصی مانند اسپاسم، فعالیت همزمان عضلات موافق و مخالف، ضعف عضلانی و محدودیت در دامنه حرکتی<sup>۲</sup> بر عملکرد حرکتی درشت و ظریف کودکان فلج مغزی تأثیر می‌گذارد و به محدودیت‌های حرکتی منجر می‌شود (۳). در کودکان مبتلا به فلج مغزی، دامنه مراقبت از خویشتن در زندگی روزمره با عملکرد حرکتی ظریف دست آنها در ارتباط است (۴) و بنابر نظر اسپیت<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۳)، ارزیابی عملکرد دست در طول زمان و پس از درمان باید بر استفاده واقعی از دست آسیب‌دیده در فعالیت‌های زندگی روزمره تمرکز یابد (۵).

براساس نظر وینگرت<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۹)، انطباق بینایی در فلج مغزی رویکردی جبرانی احتمالی محسوب می‌شود و دیدن عضو آسیب‌دیده در طول تکلیف به دقت عملکردی بهبود یافته منجر می‌شود. بنابراین، بهینه‌سازی بینایی (مانند به‌کارگیری آینه، ویدئو و واقعیت مجازی) برای افراد مبتلا به فلج مغزی ضروری است و به‌ویژه در مراحل اولیه فرایند توانبخشی تا زمانی که ادراک دقیقی از حرکات بدن ارائه می‌شود، باید هنگام تمرین و یادگیری حرکات مشارکت داده شوند و به آنها اتکا کرد (۶). از میان فنون و روش‌های مختلف طراحی شده برای بهبود عملکرد اندام فوقانی این کودکان، آنهایی که براساس اصول یادگیری حرکتی طراحی شده‌اند، به‌صورت تمرینات مکرر فعالیت‌های عملکردی در شرایط مختلف و همراه با فیدبک کافی و مناسب اجرا می‌شوند (۷). یکی از روش‌های درمانی که اخیراً در درمان توانبخشی افراد مبتلا به فلج مغزی به‌کار می‌رود، واقعیت مجازی است (۸). در این محیط فرد دیگر صرفاً یک مشاهده‌گر بیرونی و غیرفعال تصاویر رایانه‌ای نیست، بلکه به‌عنوان مشارکت‌کننده فعال در فضای مجازی سه‌بعدی رایانه عمل می‌کند و قادر است 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 (۹). در محیط‌های مجازی تمامی

- 
1. Cerebral Palsy
  2. Range of Motion (ROM)
  3. Speth
  4. Wingert

ویژگی‌های فعالیت همچون مدت زمان، شدت، و نوع فیدبک می‌توانند براساس هدف مداخله و توانایی‌های افراد تغییر کنند (۱۰، ۱۱). همچنین افراد می‌توانند نتایج حرکتی خود را مشاهده و در صورت لزوم آن را اصلاح کنند (۱۲). فناوری ایکس‌باکس<sup>۱</sup> یکی از انواع سیستم‌های واقعیت مجازی براساس تعامل کامپیوتر-انسان است. این سیستم از طریق ارائه یک بازی، امکان دامنه حرکتی آزادی را برای کاربر فراهم می‌آورد (۱۳). مطالعات متعدد دنیس رید<sup>۲</sup> (۲۰۰۲ و ۲۰۰۵) در خصوص سیستم‌های واقعیت مجازی بر روی کودکان مبتلا به فلج مغزی، از نظریه‌های خودکارآمدی و یادگیری حرکتی برای توجیه مداخلات واقعیت مجازی منشأ می‌گیرد. این نوع درمان بهبودهای معناداری در انگیزش، شایستگی از خویشتن، همچنین فرصت‌های اجتماعی و اوقات فراغت برای کودکان فلج مغزی به بار می‌آورد، زیرا به آنها اجازه می‌دهد تا تجربیات جدیدی را اکتشاف کنند که در غیر این صورت به‌طور بازدارنده‌ای برای آنها دشوار یا خطرناک خواهد بود (۱۴، ۱۵). تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که سیستم‌های مجازی می‌توانند ابزار مؤثری برای بهبود عملکرد در اندام فوقانی باشند (۱۶، ۱۷). سیستم‌های مجازی نه تنها اطلاعات مفیدی را برای فیزیوتراپ فراهم می‌کنند، بلکه به بیمار بازخورد مورد نیاز برای فعالیت‌ها را می‌دهند (۱۷). بیماران می‌توانند به بهبود عملکرد خود در زمان واقعی وادار شوند، زمانی که محیط مجازی بلافاصله اطلاعات بازخوردی را برای فرد فراهم کند. بازخورد عملکرد در یادگیری حرکتی بسیار مهم است، همچنین ابزار مؤثری برای دادن حس مولد در بیمار در زمان درمان است (۱۶). کیو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند به‌کارگیری واقعیت مجازی<sup>۴</sup> همراه با توانبخشی با ربات در کودکان فلج مغزی همی‌پلاژی، سبب پیشرفت‌هایی در دامنه حرکتی فعال اندام فوقانی در کینماتیک حرکات دسترسی می‌شود (۱۸). تحقیق فلویت<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۰) در مؤسسه فناوری آمریکا نیز استفاده از محیط واقعیت مجازی را پیشنهاد کردند. نتایج تحقیق آنها بهبود در دامنه حرکتی فعال را در پی داشت (۱۹). متعاقباً، رید و کمپل<sup>۶</sup> (۲۰۰۶) در تحقیق خود کوشش‌های کنترل‌شده تصادفی را اجرا کرد که در آن با استفاده از سیستم واقعیت مجازی مشابه به نحو صحیحی یک آنالیز آماری متشکل از ۳۱ بیمار انجام داد. در این تحقیق عملکرد اندام فوقانی

- 
1. Xbox
  2. Reid
  3. Qiu
  4. Virtual Reality
  5. Fluet
  6. Reid & Campbell

با استفاده از ابزارهای استاندارد ارزیابی شد. وی نتیجه‌گیری کرد که یافته‌ها از نظر آماری معنادار نبودند و نتوانستند از پیشنهادها در خصوص مداخلات واقعیت مجازی حمایت کنند (۲۰).

با وجود پتانسیل کاربرد واقعیت مجازی در توانبخشی کودکان مبتلا به فلج مغزی، تحقیقات اندکی در این حیطه انجام گرفته است. برای مثال چن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین در محیط مجازی بر عملکرد دسترسی در چهار کودک مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک پرداختند و پس از اتمام تحقیق مشاهده کردند که کیفیت عملکرد دسترسی بهبود معناداری را نشان داد (۱۶). روی هم رفته، این نتایج پتانسیل بهبود مهارت‌های حرکتی را در کودکان مبتلا به فلج مغزی نشان می‌دهد. با وجود این، تعداد شرکت‌کنندگان در مطالعات پیشین نسبتاً اندک بوده است (۲۱). به‌طور مشابه، بری<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) و هاوکرافت<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص بازی‌های ویدئویی در محیط‌های مجازی، بهبودهایی را در جنبش‌شناسی حرکتی در میان گروه بزرگ‌تری از کودکان فلج مغزی نشان دادند؛ اما انتقال به محیط طبیعی را بررسی نکردند (۲۲، ۲۳). افزون بر این، همان‌گونه که اشاره شد یافته‌های رید و کمپل (۲۰۰۶) نیز به‌طور معناداری از مداخلات واقعیت مجازی حمایت نکرد (۲۰). با توجه به یافته‌های متناقض مذکور و همچنین تحقیقات محدود در خصوص بررسی تأثیرات واقعیت مجازی بر عملکرد کودکان فلج مغزی، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر برنامه تمرینی واقعیت مجازی بر دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی است. فرض ما این است که ویژگی‌های تمرینی بازی‌گونه و مکرر و هماهنگ در محیط‌های مجازی می‌تواند سبب بهبود شاخص‌های عملکردی مذکور در این کودکان شود.

## روش تحقیق

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کودکان مبتلا به عارضه فلج مغزی شهر تهران در دامنه سنی ۷ تا ۱۵ سال و در مجموع ۱۵۰۰ نفر بودند که در سال تحصیلی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ در حال تحصیل بودند. نمونه آماری تحقیق ۲۰ پسر مبتلا به عارضه فلج مغزی اسپاستیک همی‌پلاژی بودند که با توجه به محدود بودن این افراد براساس نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. معیارهای ورودی کودکان فلج مغزی عبارت بودند از:

- 
1. Chen
  2. Berry
  3. Howcroft

۱. جنسیت (که در تحقیق حاضر شامل پسران بود)، ۲. ابتلا به فلج مغزی اسپاستیک همی پلاژی، ۳. فاقد ناتوانی‌های ذهنی، ۴. سن (بین ۷ تا ۱۲ سال). همچنین، معیارهای خروج عبارت بود از: ۱. ابتلا به بیماری‌های تخریب عصبی، ۲. داشتن درجات اسپاستیسیته شدید (امتیاز +۴ از مقیاس تعدیل‌شده اشورت)، ۳. آسیب‌های جراحی سر، ۴. نقص بینایی و شنوایی، ۵. عقب‌ماندگی ذهنی متوسط تا شدید، ۶. سابقه درمان به وسیله تزریق داروی بوتولینیوم، الکل یا اسیدفنیک داخل اندام فوقانی و ۷. بیماری صرع که می‌تواند به واسطه نور ای سی دی تحریک شود.

به منظور انجام تمرینات واقعیت مجازی از دستگاه ایکس باکس استفاده شد. این دستگاه با رزولوشن تصویر ۱۰۸۰×۱۹۲۰ تصویری را در برابر دید کاربر قرار می‌دهد که واقعاً لذت‌بخش است. همچنین این دستگاه مجهز به ۵ پورت یو اس بی، یک پورت مخصوص کینکت، خروجی‌های ایچ دی ام آی و ای وی، خروجی تاسلینک و همچنین شبکه بی سیم وای فای است.



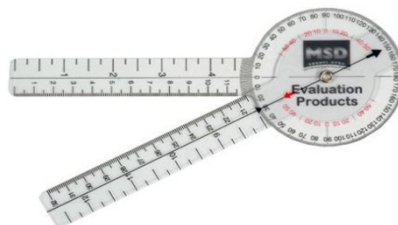
شکل ۱. تصویر شماتیک پرتاب بولینگ در بازی ایکس باکس

- 
1. LCD
  2. Xbox
  3. USB (Universal Serial Bus)
  4. Kinect
  5. HDMI
  6. AV
  7. TOSLINK
  8. Wi-Fi



شکل ۲. تصویر کینکت برای ایکس باکس ۱، کینکت در نمای نزدیک

دامنه حرکتی با استفاده از گونیامتر استاندارد یونیورسال اندازه‌گیری و ثبت شد. در هر مفصل اندام فوقانی (آرنج و مچ) سه تکرار انجام گرفت و میانگین آنها به‌عنوان دامنه حرکتی مفصل انتخاب شد. از آنجا که کودکان فلج مغزی، به‌طور معمول با محدودیت در دامنه حرکتی مفاصل اندام فوقانی مواجه‌اند، از این رو محقق دامنه حرکتی غیرفعال مفاصل شانه، آرنج و مچ دست را در حرکات فلکشن و اکستنشن ارزیابی کرد. پایایی درون آزمونگر ( $r = 0/91$ ) و بین آزمونگران ( $r = 0/91$ ) گونیامتر بالا گزارش شده است (۲۴). تمام اندازه‌گیری‌های دامنه حرکتی شانه توسط یک نفر، در زمان مشخصی از روز، با یک ابزار و در موقعیت مشابه و بر پوست عریان انجام گرفت.



شکل ۳. نمایی از گونیامتر یونیورسال

ابتدا رضایت‌نامه‌های کتبی از والدین یا سرپرستان شرکت‌کنندگان در تحقیق جمع‌آوری شد. در مرحله پیش‌آزمون، اندازه‌گیری‌های مربوط به دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست صورت گرفت و با توجه به میانگین دامنه حرکتی، آزمودنی‌ها به‌طور همگن در گروه‌های تجربی و کنترل قرار گرفتند. در مرحله بعد نحوه انجام تکلیف واقعیت مجازی توسط مربی به تعداد ۱۰ کودک همی‌پلاژی حاضر در گروه آزمایشی نشان داده شد. سپس آزمودنی‌های این گروه به مدت ۳ هفته (۳ روز در هر هفته و به مدت

۱ ساعت در طول روز) به انجام تمرینات بولینگ در محیط مجازی پرداختند. نحوه انجام تمرین بولینگ در محیط واقعیت مجازی بدین ترتیب بود که آزمودنی مبتلا به فلج مغزی در فاصله ۳ متری از مانیتور می ایستاد و پس از اینکه توسط کینکت شناسایی شد، به عنوان یک بازیکن به انجام تمرین مورد نظر می پرداخت. در حین تمرین، آزمودنی‌ها در صورت نیاز استراحت دریافت می کردند، اما تمرینات واقعیت مجازی تا را تکمیل یک ساعت در هر جلسه ادامه می دادند. گروه کنترل فاقد هرگونه تمرین از نوع واقعیت مجازی بودند و تنها روند طبیعی درمانی خود را که پیش از ورود به تحقیق داشتند، حفظ کرده و تنها در جلسات ارزیابی شرکت می کردند. تمامی مراحل تمرین و آزمون در محیطی آرام و در بازه زمانی صبح صورت گرفت. پس از اتمام دوره تمرینی، آزمودنی‌های هر دو گروه (آزمایشی و کنترل) مجدداً به آزمایشگاه برگشتند و شاخص‌های مربوط به دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست مجدداً ارزیابی شد.

در بخش آمار توصیفی شاخص‌های مرکزی و پراکندگی مربوط به اندازه‌های گروه‌های تجربی محاسبه می‌شود. در بخش آمار استنباطی از آزمون شاپیرو ویلکز به منظور آگاهی از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. تفاوت درون‌گروهی از طریق آزمون تی وابسته و تفاوت بین‌گروهی در متغیرهای وابسته از طریق تحلیل واریانس چندمتغیری مورد آزمون قرار گرفت. سطح معناداری برای تمامی متغیرها  $<0/05$  در نظر گرفته می‌شود. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس نسخه ۱۸ انجام می‌گیرد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده می‌شود.

## نتایج

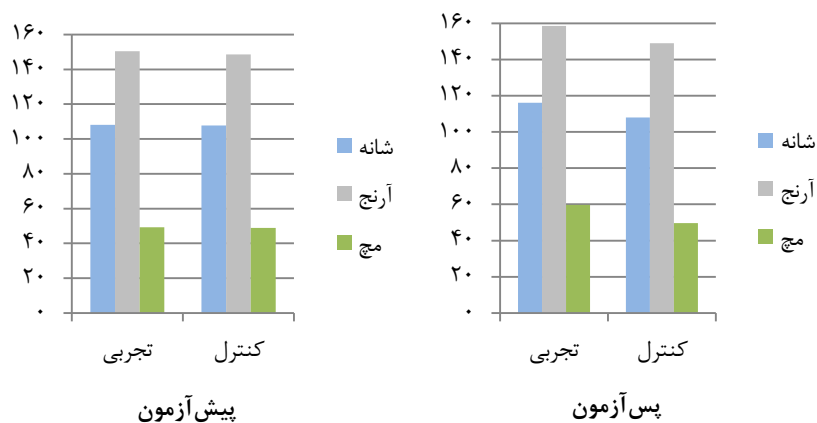
شاخص‌های دموگرافیک آزمودنی‌های گروه تجربی و کنترل در جدول ۱ بیان شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی شاخص‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها و مقایسه آنها (آزمون t مستقل)					
متغیرها	گروه‌ها	میانگین	انحراف استاندارد	t	sig
سن	تجربی	۹/۲	۱/۷۵	-۱/۵۷	۰/۱۳
	کنترل	۱۰/۶	۱/۶۴		
قد	تجربی	۱۱۸	۲/۱۰	۱/۱۳	۰/۲۷
	کنترل	۱۱۶/۹	۲/۲۳		
وزن	تجربی	۲۴/۴	۱/۸۷	۰/۸۹	۰/۳۸
	کنترل	۲۴/۴	۲/۱۱		

1. MANOVA
2. SPSS 18
3. Excel

براساس نتایج آزمون t مستقل، تفاوت معناداری در شاخص‌های دموگرافیک سن، قد و وزن کودکان فلج مغزی همی‌پلاژی در دو گروه تجربی و کنترل وجود نداشت. نمودار ۱ میانگین نمرات مربوط به دامنه حرکتی شانه، آرنج و مچ دست در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون را در کودکان فلج مغزی همی‌پلاژی نشان می‌دهد.

همچنین، آماره‌های آزمون لون و آزمون شاپیرو ویلکز در هیچ‌کدام از متغیرهای مورد مطالعه معنادار نشد ( $P > 0/05$ ) که این نتایج به ترتیب نشان‌دهنده همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن توزیع داده‌های پیش‌آزمون متغیرهای مورد مطالعه است. افزون بر این، یکی از مفروضه‌های آزمون آماری تحلیل واریانس چندمتغیری، همگنی ماتریس‌های واریانس/کوواریانس است که نتایج آزمون M باکس حاکی از برابری ماتریس‌های کوواریانس در بین متغیرهای وابسته در مرحله پس‌آزمون بود ( $P = 0/18$ ).



نمودار ۱. میانگین نمرات مربوط به دامنه حرکتی شانه، آرنج و مچ دست در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

نتایج آزمون لامبدای ویلکز نشان داد که بین دو گروه حداقل در یکی از مؤلفه‌های دامنه حرکتی (شانه، آرنج و مچ) تفاوت معنادار وجود دارد ( $P = 0/026$ ,  $F(3, 16) = 4/04$ ,  $F(3, 16) = 0/569$  = لامبدای ویلکز). جدول ۲ نتایج تحلیل واریانس چندمتغیری را نشان می‌دهد. براساس این نتایج، هرچند گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون تفاوت معناداری در میانگین دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ نداشتند، اختلاف گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون معنادار بود و آزمودنی‌های گروه تجربی میانگین بالاتری را در دامنه حرکتی مفاصل



شانه ( $F = 7/5, P = 0/01$ )، آرنج ( $F = 8/3, P = 0/01$ ) و مچ دست ( $F = 12/89, P = 0/002$ ) کسب کردند.

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس چند متغیری در خصوص مقایسه نمرات گروه‌های آزمایشی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر وابسته	گروه	مراحل	میانگین	انحراف استاندارد	df	F	sig
دامنه حرکتی شانه	پیش‌آزمون	تجربی	۱۰۸/۲	۹/۴۹	۱	۰/۰۱۱	۰/۹۱۷
		کنترل	۱۰۷/۸	۷/۳۴			
دامنه حرکتی آرنج	پیش‌آزمون	تجربی	۱۵۰/۵	۸/۰۱	۱	۰/۲۷۷	۰/۶۰۵
		کنترل	۱۴۸/۵	۸/۹۶			
دامنه حرکتی مچ	پیش‌آزمون	تجربی	۴۹/۲	۶/۴۹	۱	۰/۰۱۱	۰/۹۱۶
		کنترل	۴۸/۹	۶/۱۰			
دامنه حرکتی شانه	پس‌آزمون	تجربی	۱۰۸	۷/۰۴	۱	۷/۵	۰/۰۱*
		کنترل	۱۱۶/۱	۶/۱۵			
دامنه حرکتی آرنج	پس‌آزمون	تجربی	۱۵۸/۵	۵/۴۸	۱	۸/۳	۰/۰۱*
		کنترل	۱۴۹	۸/۸۶			
دامنه حرکتی مچ	پس‌آزمون	تجربی	۵۹/۷	۶/۲۱	۱	۱۲/۸۹	۰/۰۰۲*
		کنترل	۴۹/۷	۶/۲۳			

نتایج آزمون t وابسته حاکی از اختلاف معناداری در میزان دامنه حرکتی مفاصل شانه ( $P = 0/000$ )، آرنج ( $P = 0/000$ ) و مچ دست ( $P = 0/000$ ) بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تجربی بود. با وجود این، بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل در میزان دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست اختلاف معناداری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج آزمون t وابسته در خصوص مقایسه نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه تجربی

متغیر	مرحله	میانگین	انحراف استاندارد	اختلاف میانگین	t	sig
دامنه حرکتی شانه	پیش‌آزمون	۱۰۸/۲	۹/۴۹	۷/۹	۶/۵۰۱	۰/۰۰۰*
	پس‌آزمون	۱۱۶/۱	۶/۱۵			
دامنه حرکتی آرنج	پیش‌آزمون	۱۵۰/۵	۸/۰۱	۸	۶/۵۰۸	۰/۰۰۰*
	پس‌آزمون	۱۵۸/۵	۵/۴۸			
دامنه حرکتی مچ	پیش‌آزمون	۴۹/۲	۶/۴۹	۱۰/۵	۱۴/۳۰۳	۰/۰۰۰*
	پس‌آزمون	۵۹/۷	۶/۲۱			

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که برنامه‌ی تمرینی واقعیت مجازی سبب بهبود معنادار دامنه‌ی حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست در کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی می‌شود. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های بریانتون (۲۵)، کیو و همکاران (۱۸)، فلویت و همکاران (۱۹)، بری و همکاران (۲۲)، رستمی (۲۶)، هاوکرافت و همکاران (۲۳)، پائوئو و همکاران (۲۷) و مکیب و همکاران (۲۸) همخوانی دارد. این پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرینات صورت‌گرفته در محیط مجازی سبب بهبود عملکرد اندام فوقانی در کودکان می‌شود. برای مثال، در تحقیق رستمی و همکاران (۲۰۱۲) تمرینات حرکتی در محیط مجازی بر عملکرد اندام فوقانی کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی که از طریق ابزار کفایت حرکتی برونیکس-اوزرتسکی ارزیابی می‌شد، تأثیر مثبتی داشت و یافته‌ها حاکی از اختلاف معنادار آماری گروه واقعیت مجازی نسبت به گروه کنترل بود (۲۶). بریانتون (۲۰۰۶) نیز به مقایسه‌ی یک برنامه‌ی تمرینی واقعیت مجازی با برنامه‌ی فیزیوتراپی سنتی در ۱۰ کودک فلج مغزی پرداخت. نتایج تحقیق وی نشان داد که حرکات انجام‌گرفته در شرایط واقعیت مجازی به دامنه‌ی حرکتی بیشتری در تکلیف دورسی فلکشن مفصل مچ پا منجر شد (۲۵). کیو و همکاران (۲۰۰۹) شواهدی را در خصوص به‌کارگیری واقعیت مجازی همراه با توانبخشی با ربات در کودکان فلج مغزی همی‌پلاژی فراهم آورد. یکی از شرکت‌کنندگان در جنبه‌های عملکردی ابزار ارزیابی ملبورن پیشرفت‌هایی را در اجرای کلی نشان داد و شرکت‌کننده‌ی دوم پیشرفت‌هایی را در دامنه‌ی حرکتی فعال اندام فوقانی در کینماتیک حرکات دسترسی نشان داد (۱۸). افزون بر این، بهبود در دامنه‌ی حرکتی فعال در پژوهش فلویت و همکاران (۲۰۱۰) در مؤسسه‌ی فناوری آمریکا و با استفاده از محیط واقعیت مجازی نیز پیشنهاد شد (۱۹). روی‌هم‌رفته، این نتایج پتانسیل بهبود مهارت‌های حرکتی در کودکان مبتلا به فلج مغزی را نشان می‌دهد. هرچند تاکنون تعداد شرکت‌کنندگان نسبتاً اندک بوده است (۲۱). به‌طور مشابه، بری و همکاران (۲۰۱۱) و هاوکرافت و همکاران (۲۰۱۲) در خصوص بازی‌های ویدئویی در محیط‌های مجازی، بهبودهایی را در جنبش‌شناسی حرکتی در میان گروه بزرگ‌تری از کودکان فلج مغزی نشان دادند (۲۲، ۲۳). لواک و همکاران (۲۰۱۲) ۹ عنصر بالقوه‌ی فعال در نتیجه‌ی درمان‌های مبتنی بر واقعیت مجازی را پیشنهاد کردند که می‌تواند به کودکان در ارتقای مهارت‌های حرکتی خود کمک کند. این عناصر عبارت‌اند از: ۱. ایجاد فرصت‌های تمرینی، به این دلیل که تمرین

### 1. Virtual Reality

تکلیف تکراری سبب ایجاد مهارت در توانایی‌های عملکردی می‌شود، ۲. اصل ویژگی تمرین بین حرکات در محیط واقعیت مجازی و دنیای واقعی، ۳. انعطاف‌پذیری در انفرادی کردن شاخص‌های درمانی، ۴. بازخورد بینایی و / یا شنوایی، ۵. برابری بازی اجتماعی جهت مشارکت در موقعیت بازی، ۶. تغییرات نوروپلاستیستی، ۷. فرایند حل مسئله از طریق زمینه‌های مجازی مختلف، ۸. انگیزش، به این دلیل که کودکان می‌توانند با همسالان خود به رقابت بپردازند و ۹. نقش یک فرد حمایت‌کننده (والدین یا فیزیوتراپ) به همراه تشویق یا بازخورد کلامی (۲۹).

تمرین در محیط مجازی سبب انتقال فعالیت کورتکس حسی حرکتی به صورت دوطرفه به سمت کورتکس آسیب‌دیده می‌شود. فعالیت کورتکس حسی حرکتی در افراد مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی به سمت مقابل آسیب منتقل می‌شود و می‌توان این فعالیت را مجدداً در کودکان همی‌پلاژی با انجام تمرینات در محیط مجازی به سمت کورتکس آسیب‌دیده بازگرداند (۱۰). برای مثال، یو و همکاران (۲۰۰۵) پس از ۴ هفته تمرین درمانی شدید و با به‌کارگیری واقعیت مجازی روی یک کودک مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی، مواردی مانند سازماندهی مجدد قشری به‌همراه افزایش فعالیت نواحی مغزی دوطرفه مانند قشر حرکتی اولیه و قشر حسی حرکتی را که مسئول اجرای رفتارهای حرکتی‌اند، تأیید کردند (۱۰). پائو و همکاران (۲۰۱۴) بیان می‌کنند قابلیت فعال‌سازی نواحی حرکتی مغز که برای کنترل حرکتی مهم محسوب می‌شوند، همراه با غرق شدن کودک در محیط مجازی از طریق بازخورد بینایی ممکن است در سازماندهی مجدد قشری پس از درمان مشارکت داشته باشد (۲۴، ۲۷). همچنین، اساس سلولی کاربرد واقعیت مجازی، پلاستیسیته سیستم عصبی از طریق سیستم نورون‌های آینه‌ای است (۱۰). دلیل آن در توانایی این روش به‌منظور یکپارچه‌سازی مزایای مثبت تکنیک‌های درمانی تمرینات مکرر، مشاهده حرکت، تصور حرکت و تقلید حرکت است (۳۰). براساس تئوری یادگیری حرکتی، یادگیری و بازآموزی به‌همراه تمرینات مکرر فعالیت‌های عملکردی در شرایط مختلف محیطی و فیزیکی با وجود فیدبک‌های مناسب صورت می‌گیرد (۷). شایان ذکر است که تمرینات مکرر در سیستم واقعیت مجازی تحقیق حاضر از طریق فعالیت‌های هدفمند به شکل بازی بولینگ و به‌واسطه نگاه کردن به مانیتور روبه‌روی آزمودنی‌ها میسر بود.

---

## 1. Mirror Neurons

مزیت‌های واقعیت مجازی شامل مواردی مانند تمرین در خانه (یعنی تمرین آنلاین)، استقلال یا تعامل با دیگران، با نظارت یا بدون نظارت یک متخصص است (۳۱). افزون بر این شرایط و محیط‌های انگیزاننده و جذاب می‌توانند سبب جلب مشارکت و تشویق فرد به ادامه هر چه بیشتر تمرینات شوند (۲۶). همچنین تجربیات بازیگونه واقعیت مجازی سبب افزایش انگیزش و عملکرد و رضایت کودک می‌شوند (۱۴). در تحقیق حاضر نیز کودکان فلج مغزی می‌توانستند از طریق انجام بازی بولینگ در محیطی جذاب به این مهم دست یابند. همچنین یکی از ویژگی‌های کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی ترس از شکست در نتیجه استفاده از اندام معیوب آنهاست، به نحوی که یکی از عوامل اصلی در یکطرفه شدن اندام‌ها در این گروه از افراد، عامل ترس و خجالت ناشی از اجرای نامطلوب فعالیت‌ها از طریق اندام مبتلاست (۳، ۱۱). تحقیق حاضر به نحوی سازماندهی شده بود که کودکان فلج مغزی می‌توانستند به هر درجه‌ای از توانایی با اعتماد به نفس و کنترل بر شرایط به بازی در محیط واقعیت مجازی بپردازند. یکی از دلایل بهبودی دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست در آزمودنی‌های گروه تجربی تحقیق حاضر به ماهیت بازی در محیط واقعیت مجازی مربوط می‌شود، به نحوی که ارائه فعالیت‌ها مطابق با سطح توانایی کودکان فلج مغزی سبب سرکوب احساس ناامیدی و ترس در آنها می‌شود و دامنه حرکتی مفاصل اندام فوقانی را در آنها تسهیل می‌کند. نکته مهمی که می‌تواند در تعمیم یافته‌های تحقیق حاضر در طول زمان و در شرایط محیطی مختلف کمک کند، محیط بازی‌گونه، ایمن، منعطف، تحت کنترل و بدون شکست در محیط واقعیت مجازی است. با وجود این، یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج رید و کمپل (۲۰۰۶) و کاروگر و گریچن (۲۰۰۹) تناقض دارد (۲۰، ۳۲). رید و کمپل (۲۰۰۶) نیز در مطالعه خود از سیستم واقعیت مجازی به منظور ارزیابی عملکرد اندام فوقانی افراد مبتلا به فلج مغزی استفاده کردند. در این پژوهش یافته‌ها از نظر آماری معنادار نبودند و نتوانستند از پیشنهادها در خصوص مداخلات واقعیت مجازی حمایت کنند (۲۰). کاروگر و گریچن (۲۰۰۹) نیز شرایط واقعیت مجازی را با موقعیت‌های بدون واقعیت مجازی در بهبود دامنه حرکتی افراد دارای جراحی سوختگی بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که هرچند بهبود در متوسط دامنه حرکتی تا حدی در موقعیت واقعیت مجازی بیشتر بود، اما این تفاوت معنادار نبود (۳۲). ممکن است دلیل تفاوت یافته‌های تحقیق حاضر با این مطالعات در نوع آزمودنی‌ها، دامنه سنی افراد و مدت زمان تمرین باشد.

پژوهش‌های گذشته نشان دادند که مداخلات واقعیت مجازی روی کودکان مبتلا به فلج مغزی می‌تواند عملکرد دسترسی اندام فوقانی را بهبود دهد. همچنین این مداخلات بهبودهای معناداری در

انگیزش، شایستگی از خویشتن، و همچنین فرصت‌های اجتماعی و اوقات فراغت داشت. با وجود این، در این مطالعات تعداد شرکت‌کنندگان نسبتاً اندک بوده است و در تحقیق حاضر این مورد با انتخاب تعداد ۳۰ کودک مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی برطرف شد. افزون بر این، همان‌گونه که بیان شد، نتایج تحقیق حاضر حاکی از اثر مثبت فناوری ایکس‌باکس به‌عنوان یکی از انواع سیستم‌های واقعیت مجازی در بهبود دامنه حرکتی اندام فوقانی (شانه، آرنج و مچ) کودکان مبتلا به فلج مغزی همی‌پلاژی بود، امید است با افزایش قابلیت اجرایی و سودمندی روش‌های درمانی بر پایه مطالعات مربوط به تمرینات واقعیت مجازی، گامی در جهت ارتقای توانایی‌ها، عملکرد و یادگیری این گروه از افراد جامعه برداشته شود.

### منابع و مأخذ

- Gordon AM, Friel KM. Intensive training of upper extremity function in children with cerebral palsy. *Sensorimotor control of grasping: Physiology and pathophysiology*. 2009;438-57.
- Brady K, Garcia TJDrr. Constraint-induced movement therapy (CIMT): pediatric applications. 2009;15(2):102-11.
- Pourazar M, Bagherzadeh F, Mirakhori FJJJoDD. Virtual reality training improves dynamic balance in children with cerebral palsy. 2021;67(6):429-34.
- Kwon TG, Yi S-H, Kim TW, Chang HJ, Kwon J-YJAorm. Relationship between gross motor function and daily functional skill in children with cerebral palsy. 2013;37(1):41.
- Speth L, Janssen-Potten Y, Leffers P, Rameckers E, Defesche A, Geers R, et al. Observational skills assessment score: reliability in measuring amount and quality of use of the affected hand in unilateral cerebral palsy. 2013;13(1):1-11.
- Wingert JR, Burton H, Sinclair RJ, Brunstrom JE, Damiano DLJAopm, rehabilitation. Joint-position sense and kinesthesia in cerebral palsy. 2009;90(3):447-53.
- Fong KN, Tang YM, Sie K, Yu AK, Lo CC, Ma YWJVR. Task-specific virtual reality training on hemiparetic upper extremity in patients with stroke. 2021:1-12.
- Nudo RJJORM-S. Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. 2003;41:7-10.
- Schultheis MT, Rizzo AAJRp. The application of virtual reality technology in rehabilitation. 2001;46(3):296.
- You SH, Jang SH, Kim Y-H, Kwon Y-H, Barrow I, Hallett MJDM, et al. Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. 2005;47(9):628-35.
- Ryu J-H, Han S-H, Hwang SM, Lee J, Do S-H, Kim J-H, et al. Effects of Virtual Reality Education on Procedural Pain and Anxiety During Venipuncture in Children: A Randomized Clinical Trial. 2022;9.

12. Kim GJJP. A SWOT analysis of the field of virtual reality rehabilitation and therapy. 2005;14(2):119-46.
13. Morrow K, Docan C, Burdea G, Merians A, editors. Low-cost virtual rehabilitation of the hand for patients post-stroke. 2006 international workshop on virtual rehabilitation; 2006: IEEE.
14. Reid DTJPr. Benefits of a virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy: a pilot study. 2002;5(3):141-8.
15. Harris K, Reid DJCjoot. The influence of virtual reality play on children's motivation. 2005;72(1):21-9.
16. Chen Y-P, Kang L-J, Chuang T-Y, Doong J-L, Lee S-J, Tsai M-W, et al. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. 2007;87(11):1441-57.
17. Levin MF, Knaut LAM, Magdalon EC, Subramanian S. Virtual reality environments to enhance upper limb functional recovery in patients with hemiparesis. *Advanced Technologies in Rehabilitation*: IOS Press; 2009. p :94-108.
18. Qiu Q, Ramirez DA, Saleh S, Fluet GG, Parikh HD, Kelly D, et al. The New Jersey Institute of Technology Robot-Assisted Virtual Rehabilitation (NJIT-RAVR) system for children with cerebral palsy: a feasibility study. 2009;6(1):1-10.
19. Fluet GG, Qiu Q, Kelly D, Parikh HD, Ramirez D, Saleh S, et al. Interfacing a haptic robotic system with complex virtual environments to treat impaired upper extremity motor function in children with cerebral palsy. 2010;13(5):335-45.
20. Reid D, Campbell KJTRJ. The use of virtual reality with children with cerebral palsy: a pilot randomized trial. 2006;40(4):255.
21. Snider L, Majnemer A, Darsaklis VJDn. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. 2010;13(2):120-8.
22. Berry T, Howcroft J, Klejman S, Fehlings D, Wright V, Biddiss EJJBBSS. Variations in movement patterns during active video game play in children with cerebral palsy. 2012;1.
23. Howcroft J, Klejman S, Fehlings D, Wright V, Zabjek K, Andrysek J, et al. Active video game play in children with cerebral palsy: potential for physical activity promotion and rehabilitation therapies. 2012;93(8):1448-56.
24. Rothstein JM, Miller PJ, Roettger RFJPT. Goniometric reliability in a clinical setting: elbow and knee measurements. 1983; 63(10); 1611-5.
25. Bryanton C, Bosse J, Brien M, Mclean J, McCormick A, Sveistrup HJC, et al. Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. 2006;9(2):123-8.
26. Rostami HR, Arastoo AA, Nejad SJ, Mahany MK, Malamiri RA, Goharpey SJN. Effects of modified constraint-induced movement therapy in virtual environment on upper-limb function in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: a randomised controlled trial. 2012;31(4):357-65.

27. Pavão SL, Arnoni JLB, Oliveira AKCd, Rocha NACFJRPdP. Impact of a virtual reality-based intervention on motor performance and balance of a child with cerebral palsy: a case study. 2014;32:389-94.
28. Mekbib DB, Han J, Zhang L, Fang S, Jiang H, Zhu J, et al. Virtual reality therapy for upper limb rehabilitation in patients with stroke: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Brain Injury*. 2020;34(4):456-65.
29. Levac D, Rivard L, Missiuna CJRidd. Defining the active ingredients of interactive computer play interventions for children with neuromotor impairments: a scoping review. 2012;33(1):214-23.
30. Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians ASJN. Sensorimotor training in virtual reality: a review. 2009;25(1):29-44.
31. Huber M, Rabin B, Docan C, Burdea GC, AbdelBaky M, Golomb MRJIToitib. Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for improving hand function in adolescents with cerebral palsy. 2010;14(2):526-34.
32. Carrougher GJ, Hoffman HG, Nakamura D, Lezotte D, Soltani M, Leahy L, et al. The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. 2009;30(5):785-91.

## **Effects of movement practices in virtual reality environment on range of motion improvements in children with cerebral palsy**

**Morteza Pourazar<sup>\*1</sup> - Fazlolah Bagherzadeh<sup>2</sup> - Davoud Houmanian<sup>3</sup>**

**1. Assistant Professor, Department of Physical Education, Farhangian University, Tehran, Iran 2. Associate Professor, Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran 3. Assistant Professor, Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran  
(Received: 2016/10/27; Accepted: 2017/12/23)**

### **Abstract**

The purpose of the present study was to examine the effects of movement practices in virtual reality environment on range of motion improvements in cerebral palsy children. Twenty children 7-12 years old with cerebral palsy were selected by a convenience sampling method. Participants were homogeneously placed in experimental and control groups based on the average scores. The experimental group performed bowling practice in virtual environment for 3 weeks. Paired-Samples t-test results indicated significant difference between pre-test and post-test in shoulder, elbow, and wrist range of motion in experimental group. Based on MANOVA test results, experimental group achieved higher averages in shoulder, elbow and wrist range of motion than control group. Virtual reality technology can be used as a treatment approach for improving upper extremity range of motion in children with hemiplegic cerebral Palsy.

### **Key words**

Range of motion, hemiplegic cerebral palsy, children, Virtual reality .

---

\* Corresponding Author: Email: mortezapourazar@gmail.com; Tel: 09195603836