BRIEF REPORT

Effects of Leap Motion Controller on Improving Hand Function in Children with Bilateral Spastic Cerebral Palsy

Sajjad Sabbaghi Siuki[1],
Saeid Fatorehchy[2],
Enayatollah Bakhshi[3],
Ali Morady[4]

[1] MSc Student in Occupational Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Occupational Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[3] Professor, Department of Basic Sciences, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[4] Associate Professor, Department of Orthopedics, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

(Received February 5, 2022 ; Accepted September 5, 2022)

Abstract

Background and purpose: Cerebral palsy (CP) is a term used to classify children with non-progressive lesions in the developing brain. Bilateral spastic is the most common type of cerebral palsy. Reduced ability to manipulate objects is one of limiting factors in daily activities of these children and its improvements is one of the most important therapeutic goals. The aim of this study was to investigate the effects of leap motion controller (LMC) on strength and hand skill in children with bilateral spastic CP.

Materials and methods: With a single-group interventional design, the effects of LMC on the skill and strength of the upper extremities were investigated in 10 children with cerebral palsy. The study consisted of three phases; I: four-week common occupational therapy sessions (45 min), II: 12-week intervention using LMC for 20 minutes, and III: follow up which was similar to phase I. Hand skills and strength were evaluated using visual analysis of graphs. Kendall's coefficient was applied and non-overlapping indicators were used to study hand skills.

Results: Significant improvements were seen in manual strength and function of all children except two ($P<0.05$). Visual analysis of the graphs showed positive changes in type of strength gain in most of the children.

Conclusion: LMC can be used as a useful method in rehabilitation of upper extremity along with other treatments.

Keywords: cerebral palsy, leap motion controller, bilateral spastic, manual function, hand strength

J Mazandaran Univ Med Sci 2022; 32 (213): 166-172 (Persian).

Corresponding Author: Sajjad Sabbaghi Siuki- University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
(E-mail: sajadsss1375@gmail.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-10-30]

گزارش کوتاه

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و دوم شماره 213 مهر سال 1401 (172-166)

بررسی تاثیر استفاده از جستجوگر حرکت بر بهبود عملکرد دست در کودکان فلج مغزی اسپاستیک دوطرفه

سجاد صباغی سیوکی[1]
سعید فطوره چی[2]
عنایت الله بخشی[3]
علی مرادی[4]

چکیده

سابقه و هدف: فلج مغزی اصطلاحی برای طبقه‌بندی کودکان با ضایعات غیرپیشرونده در مغز در حال رشد است. فلج مغزی اسپاستیک، شایع‌ترین نوع می‌باشد. در این کودکان، توانایی محدود در دستکاری اجسام یکی از عوامل محدودیت در فعالیت‌های روزمره است که می‌تواند از مهم‌ترین اهداف درمانی باشد. هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر دستگاه جستجوگر حرکت (Leap motion) بر قدرت و مهارت دستی کودکان فلج مغزی اسپاستیک دوطرفه بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مداخله‌ای و از نوع تک‌گروهی، تاثیر Leap motion (LM) بر مهارت و قدرت اندام فوقانی تعداد 10 کودک فلج مغزی نوع دوطرفه اسپاستیک بررسی شد. مطالعه شامل سه مرحله بود: مرحله پایه به مدت 4 هفته شامل مداخلات رایج کاردرمانی در قالب جلسات 45 دقیقه‌ای، مرحله مداخله به مدت 12 هفته که بخشی از جلسات کاردرمانی (20 دقیقه) به تمرینات LM اختصاص یافت و مرحله پیگیری نیز به مدت 4 هفته مشابه مرحله پایه بود. اطلاعات جمع‌آوری شده توسط تحلیل چشمی نمودار در مورد هر کودک در زمینه مهارت دستی و قدرت، بررسی شد. از ضریب کندال و شاخص‌های غیرهمپوشانی برای بررسی تغییرات مهارت دستی استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها حاکی از بهبود در قدرت و مهارت اندام فوقانی کودکان بود. برای اندازه‌گیری اثر مداخله بر کیفیت مهارت اندام فوقانی، ضریب کندال محاسبه شد که در سه کودک معنی‌دار بود. سطح معنی‌داری درکودکان شماره 5 و 10 کم‌تر از 0/05 به‌دست آمد. در مورد انواع قدرت گرفتن طبق تحلیل چشمی نمودارها در بیش‌تر کودکان تغییرات مثبت مشاهده شد.

استنتاج: LMC می‌تواند به‌عنوان توانبخشی اندام فوقاتی استفاده شود و به‌عنوان روشی سودمند به همراه سایر درمان‌های توانبخشی توصیه می‌گردد.

واژه های کلیدی: فلج مغزی، Leap motion، اسپاستیک دوطرفه، عملکرد دستی، قدرت دست

مقدمه

فلج مغزی(Cerebral palsy) اصطلاحی برای طبقه‌بندی کودکان با ضایعات غیرپیشرونده در مغز در حال رشد است که به‌دنبال آن مشکلات حرکتی پدیدار می‌گردد(1). شیوع آن تقریبا 2/9 در هزار تولد زنده است(2). شایع‌ترین نوع فلج مغزی، اسپاستیک است که به دو دسته یک طرفه (Unilateral) و دوطرفه (Bilateral)

مولف مسئول: سجاد صباغی سیوکی - تهران: دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی E-mail: sajadsss1375@gmail.com
1. دانشجوی کارشناسی ارشد کاردرمانی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران
2. استادیار، گروه کاردرمانی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران
3. استاد، گروه علوم پایه، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران
4. دانشیار، گروه ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
تاریخ دریافت : 1400/11/16 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : 1401/2/26 تاریخ تصویب : 1401/6/14

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-10-30]

تقسیم می‌شود(4،3). در این کودکان، توانایی محدود در دستکاری اجسام به‌عنوان قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده محدودیت در فعالیت‌های روزمره گزارش می‌شود(5). بنابراین بهبود توانایی‌های دستی از مهم‌ترین اهداف درمانی است. آموزش مهارت‌های دست با استفاده از بازی‌های مجازی و دستگاه جستجوگر حرکت (Leap motion controller:LMC) برای کودک، فیدبک بینایی فراهم کرده و مداخله‌ای ایمن و سرگرم‌کننده با امکان تکرار بالا، برای بهبود مشارکت در درمان می‌باشد. در سال 2019 نتایج یک مطالعه کارآزمایی بالینی که روی اندام فوقانی کودکان با استفاده از محیط مجازی و LMC صورت گرفت، نشانگر بهبود قدرت و هماهنگی در افراد تحت مداخله بود که می‌تواند به عنوان یک درمان مکمل در نظر گرفته شود. در این مطالعه فقط از دستگاه دینامومتر برای اندازه‌گیری قدرت استفاده شده بود که قادر به اندازه‌گیری دقیق قدرت انگشتان نیست و باید دقیق‌تر مورد بررسی قرار گیرد(6).همچنین حرکات شانه، آرنج و مچ و حرکات مستقل انگشتان به صورت جداگانه و تاثیر آن‌ها بر واکنش‌های حفاظتی و وزن‌اندازی‌ها در جهات مختلف در مطالعات قبلی مورد توجه قرار نگرفته است و مختص کودکان اسپاستیک نبوده است، لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر دستگاه جستجوگر حرکت (Leap motion) بر قدرت و مهارت دستی کودکان فلج مغزی اسپاستیک دوطرفه بود.

مواد و روش ها

با توجه به همه‌گیری ویروس کرونا و کاهش تعداد نمونه‌ها این پژوهش به صورت مداخله‌ای و از نوع تک گروهی بود. جامعه آماری هدف، کودکان مبتلا به فلج مغزی دو طرفه اسپاستیک 5 تا 8 ساله شهر تهران بودند(6). از 20 نفر نمونه دردسترس، 10 نفر (3 دختر و 7 پسر) براساس معیارهای ورود از کلینیک‌های شهر تهران و دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی در سال1400 انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل تشخیص فلج مغزی دو طرفه اسپاستیک، سن 5 تا 8 سال، توانایی فهم و پیروی از دستورات کلامی ساده، سطح یک تا سه از سیستم طبقه‌بندی توانایی دستی (The Manual Ability Classification System) و سیستم طبقه‌بندی حرکات درشت(Gross Motor Function Classification System)، تون اسپاستیک درجه 2 یا کم‌تر (مقیاس اصلاح شده اَشوورث: Modified Ashworth scale) در گروه عضلات فلکسور مفاصل مچ و آرنج، عدم سابقه تزریق بوتاکس، جراحی، شکستگی و مشارکت در تحقیقات با استفاده از LMC در 6 ماه گذشته بود. وجود بدشکلی بارز در اندام فوقانی و ناتوانی بینایی و شنیداری شدید بر اساس معاینه بالینی از ملاک‌های عدم ورود به مطالعه بود. پس از انتخاب نمونه‌ها، آزمون کیفیت مهارت اندام فوقانی، اندازه‌گیری قدرت گرفتن (Grip) توسط دینامومتر و قدرت لترال پینچ و پالمار پینچ توسط پینچ گیج (Pinch gauge) انجام شد. پس از ارزیابی اولیه، هر کودک وارد یک پروسه سه مرحله‌ای شد. در مرحله پایه به مدت 4 هفته (8 جلسه)، مداخلات رایج کاردرمانی در قالب جلسات 45 دقیقه‌ای انجام شد(7). در مرحله مداخله به مدت 12 هفته و هر هفته دو جلسه (24 جلسه)، 20 دقیقه از جلسات به تمرینات مربوط به LMC اختصاص یافت. در مرحله پیگیری به‌مدت 4 هفته (8 جلسه)، روند مداخلات کاردرمانی مشابه مرحله پایه انجام شد. ارزیابی‌های مورد نظر در ابتدا و هر 4 هفته یک بار صورت گرفت (6 ارزیابی) و نمودار تغییرات متغیرها در هر فرد به ثبت رسید. تمرینات LMC شامل انجام انواع دست ورزی مثل گرفتن استوانه‌ای (Cylandrycal Grasp)، کروی (Spherical Grasp)، قلابی (Hook Grasp) و انجام لترال پینچ(Lateral Pinch) و پالمار پینچ (Palmar Pinch) و انجام بازی‌های نرم‌افزار LM بود. نرم‌افزار مورد استفاده در بررسی داده‌های این مطالعه SPSS 22 بود. اصول اخلاقی در این مطالعه رعایت شد. روش پژوهش و اقدامات برای خانواده کودکان تشریح شد، هم‌چنین

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-10-30]

رضـایت‌نامـه کتبـی و آگاهانـه از والـدین کـودک اخـذ گردید. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خـارج شـوند. همـه شـرکت کننـدگان در جریان روند پژوهش بودند و اطلاعات آن‌هـا محرمانـه نگـه داشـته شـد. ایـن پـژوهش دارای کـد اخـلاق بـه شـماره IR.USWR.REC.1400.063 از کمیته اخلاق دانشـگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی است.

یافته‌ها و بحث

برای بررسی تـاثیر LMC بـر مهـارت انـدام فوقـانی کودکـان از تحلیـل چشـمی نمـودار و شـاخص‌هـای غیرهمپوشانی و برای اندازه‌گیری اثر مداخله بر کیفیـت مهارت اندام فوقانی ضریب کندال محاسبه شد که در مـورد کودکان شماره 3، 5 و 10 مقدار احتمال معادل 0/023 و معنی‌دار بود. در کودکان دیگـر ایـن شـاخص معنـی‌دار نبود. در مطالعات تک گروهی اندازه‌گیـری‌هـای مکـرر در هر سه مرحله مطالعه برای هر فرد صورت می‌گیـرد و تغییرات هر فرد بین سه مرحله مداخله، پیگیـری و پایـه، مقایسه می‌گردد و آزمون‌های خاص آماری شـامل محاسـبه شاخص‌های غیرهمپوشانی انجام می‌شود. در واقع بـرای هـر فرد اندازه‌گیری‌های مکرر صورت می‌گیرد. نتـایج حاصـل از دفعات ارزیابی در جدول شماره 1 ملاحظه می‌شود.

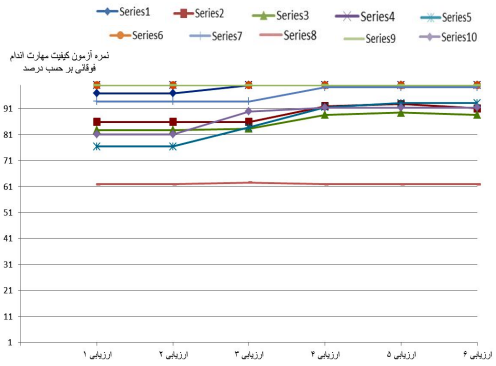
جدول شماره 1: نتایج حاصل از تمامی ارزیابی ها شامل قدرت گرفتن، لترال پینچ، پالمار پینچ و آزمون کیفیت مهارت دستی. هر متغیر 6 بار، در ابتدای ماه اول (ابتدای فاز پایه)، دوم (ابتدای فاز مداخله)، سوم، چهارم، پنجم (ابتدای فاز پیگیری) و انتهای ماه ششم ارزیابی شد

	شماره کودک	ارزیابی1 ابتدای ماه اول(ابتدای فاز پایه)	ارزیابی2 ابتدای ماه دوم(ابتدای فاز مداخله)	ارزیابی3 ابتدای ماه سوم	ارزیابی4 ابتدای ماه چهارم	ارزیابی5 ابتدای ماه پنجم (ابتدای فاز پیگیری)	ارزیابی 6 انتهای ماه ششم
قدرت گرفتن	1	6/5	6/5	7	9,5	9,6	8,1
	2	7,5	7,5	7,5	8,5	9	8,5
	3	2	2	2	2/5	4	3,5
	4	7,1	7	7	10,5	11,5	10,5
	5	7	7	7	8	9,1	8,5
	6	6/5	6/5	7	9,5	10	9
	7	3	3	3,1	3,5	4,2	3,9
	8	3,1	3,1	3,5	3,5	3,8	3,5
	9	6/5	6/5	6,5	6/5	6/5	6
	10	4	4	4,5	8	8,5	7,5
قدرت لترال پینچ	1	0,5	0/5	0/5	2/5	2/5	1,9
	2	0,9	0,8	1	2,6	2/5	2,1
	3	0,1	0,1	0,1	1	1,5	1,1
	4	1,6	1,6	1,5	1,9	3	2/5
	5	1,9	2	2	2,1	3,5	3
	6	1,8	1,8	2	3	3,2	3
	7	0,2	0,2	1,1	1	1,1	1
	8	1,5	1,5	1,5	2,1	2	1,9
	9	1,9	2	2	2	2,1	1,9
	10	0,5	0/5	0/5	1,5	2,1	1,9
قدرت پالمار پینچ	1	0,9	1	0,9	1	2,1	1,9
	2	0,5	0/5	0,3	1	1,5	1,1
	3	0,1	0,1	0,2	0/5	0,9	0/5
	4	1	1	0,9	1,1	2,5	2,2
	5	0,5	0/5	0,8	0,8	1,5	1,1
	6	0,1	0,1	0,2	0,8	1,5	1,1
	7	0,2	0,2	0/5	0,6	0,9	0,6
	8	0,1	0,1	0,1	0,2	0/5	0,2
	9	0,9	1	1	1	1	1
	10	0,1	0,1	0,1	0,9	1	0,9
آزمون کیفیت مهارت دستی	1	96,83	96,83	100	100	100	100
	2	85,8	85,8	85,8	91,91	92,74	91,07
	3	82,68	82,68	83,24	88,62	89,45	88,62
	4	100	100	100	100	100	100
	5	76,4	76,4	83,68	91,56	93,05	93,05
	6	100	100	100	100	100	100
	7	93,68	93,68	93,68	99,16	99,16	99,16
	8	61,85	61,85	62,51	61,85	61,85	61,85
	9	100	100	100	100	100	100
	10	81,02	81,02	89,86	91,35	91,35	91,35

آزمون کیفیت مهارت اندام فوقانی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-10-30]

همان‌طورکه از تحلیل چشمی نمودار شماره 1 مشخص است در اکثر کودکان شیب بیش‌تری در فاز مداخله دیده می‌شود که حاکی از تاثیرگذاری روند مداخله برمهارت اندام فوقانی می‌باشد. بیش‌ترین میزان بهبودی در کودک شماره 10 مشاهده شد.



نمودار شماره 1: آزمون کیفیت مهارت اندام فوقانی. 6 ارزیابی در ابتدای ماه اول (ابتدای فاز پایه)، دوم (ابتدای فاز مداخله)، سوم، چهارم، پنجم (ابتدای فاز پیگری) و انتهای ماه ششم انجام شد

طبق جدول شماره 2، P-value در کودکان شماره 5 و 10 کم‌تر از 0/05 به‌دست آمد و در کودکان شماره 2 و 3 این عدد در حدود 0/05 بود. برای مقایسه دقیق‌تر فازها به‌صورت زوجی، شاخص‌های غیرهمپوشانی محاسبه شد که در جدول شماره 3 گزارش شد.

67 درصد = درصد تمام داده‌های غیر همپوشانی

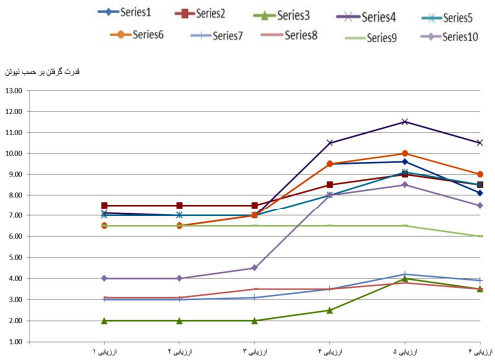
$\Phi = 0.154$; $\Phi^2 = 0.024$

Φ و Φ^2 معادل r و r^2 برای داده‌های طبقه‌بندی شده هستند که از یک جدول متقاطع 2*2 به‌دست می‌آید. Φ به تنهایی یک شاخص نیست ولی همزمان با درصد تمام داده‌های غیرهمپوشانی محاسبه می‌شود.

برای بررسی قدرت دست و انگشتان از ابزار دینامومتر و پینچ گیج استفاده شد. طبق تحلیل چشمی نمودار شماره 2 در کودکان شماره 4، 6 و 10 بیش‌ترین میزان بهبودی در قدرت گرفتن مشاهده می‌شود. در کودک شماره 4 تغییر قابل ملاحظه‌ای در شیب نمودار مشاهده نمی‌شود که علت آن سطح بالای عملکرد دستی (MACS=1) است.

جدول شماره 2: شاخص‌های غیرهمپوشانی آزمون کیفیت مهارت اندام فوقانی. 6 ارزیابی در ابتدای ماه اول (ابتدای فاز پایه)، دوم (ابتدای فاز مداخله)، سوم، چهارم، پنجم (ابتدای فاز پیگیری) و انتهای ماه ششم انجام شد. (Avs.B+TrendB-Trend A)

شاخص های آماری	اندازه اثر	خطای معیار اندازه اثر	آماره آزمون	سطح معنی داری
کودک شماره 2	0/837	0/431	1/941	0/052
کودک شماره 3	0/837	0/431	1/941	0/052
کودک شماره 5	0/949	0/417	2/27	0/023
کودک شماره 10	0/894	0/428	2/09	0/037



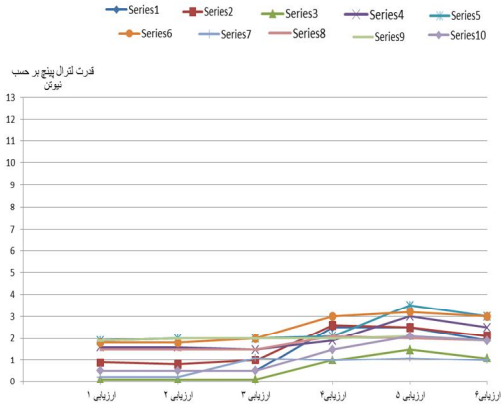
نمودار شماره 2: نمرات قدرت گرفتن. 6 ارزیابی در ابتدای ماه اول (ابتدای فاز پایه)، دوم (ابتدای فاز مداخله)، سوم، چهارم، پنجم (ابتدای فاز پیگیری) و انتهای ماه ششم انجام شد.

جدول شماره 3: توزیع نمره شاخص‌های غیر همپوشانی. در این جدول هر ردیف افقی نشان دهنده یک شاخص غیرهمپوشانی است و هر ردیف عمودی نشان دهنده یک کودک است. 6 ارزیابی در ابتدای ماه اول(ابتدای فاز پایه)،دوم(ابتدای فاز مداخله)، سوم،چهارم، پنجم(ابتدای فاز پیگیری) و انتهای ماه ششم انجام شد. میانگین درصد داده‌های غیرهمپوشانی 10کودک شرکت کننده، 42/5 درصد بود

شماره	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
درصد داده های غیر همپوشانی (درصد)	75	50	75	0	75	0	50	25	0	75
درصد نقاط بالا تر از فاز پایه (درصد)	75	50	75	0	75	0	50	25	0	75
درصد نقاط بالاترخط رگرسیون (درصد)	75	50	75	0	75	0	50	25	0	75
زوج های غیر همپوشانی	88	75	88	50	88	50	75	62	50	88
رتبه بندی مجدد	75	50	75	0	75	0	50	25	0	75

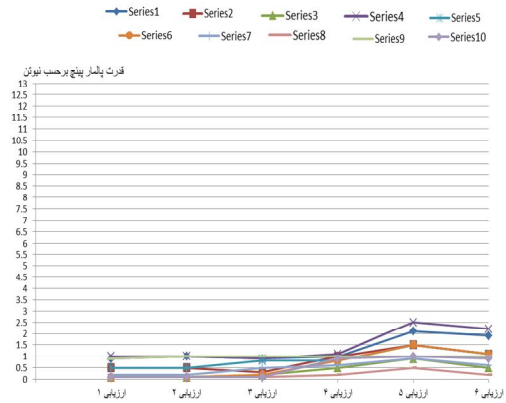
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-10-30]

تحلیل چشمی نمودار شماره3 حاکی از تاثیرگذاری روند مداخله بر قدرت لترال پینچ می‌باشد. بیش‌ترین میزان بهبودی در کودکان شماره 1 و 10 و کم‌ترین مقدار در کودک شماره 8 مشاهده می‌شود.



نمودار شماره 3: نمرات قدرت لترال پینچ. شش ارزیابی در ابتدای ماه اول(ابتدای فاز پایه)،دوم(ابتدای فاز مداخله)، سوم،چهارم، پنجم(ابتدای فاز پیگیری) و انتهای ماه ششم انجام شد

تحلیل چشمی نمودار شماره 4 حاکی از تاثیرگذاری روند مداخله بر قدرت پالمار پینچ می‌باشد. در کودکان شماره 4 بیش‌ترین میزان بهبودی مشاهده می‌شود.



نمودار شماره 4: نمرات قدرت پالمار پینچ. 6 ارزیابی در ابتدای ماه اول (ابتدای فاز پایه)، دوم (ابتدای فاز مداخله)، سوم، چهارم، پنجم (ابتدای فاز پیگیری) و انتهای ماه ششم انجام شد

این یافته‌ها همسو با نتایج مطالعه Gieser SN ، Escobar I ، Cortés-Pérez I ، Gamboa E و همکارانشان بود که به بررسی تاثیر تمرینات LMC بر توانبخشی اندام فوقانی در کودکان پرداختند(8-11). هم‌چنین Avcil و Yildirim، Tarakci E ، Wu YT و همکارانشان نتایجی همسو با این مطالعه داشتند(6, 8-14).

نتایج مطالعه حاضر، فرضیه محقق که موثر بودن LMC بر مهارت و قدرت اندام فوقانی بود را تایید نمود و لذا به‌طور کلی LMC می‌تواند به‌عنوان یک روش توانبخشی اندام فوقاتی استفاده گردد و استفاده از آن به‌عنوان یک روش سودمند به همراه سایر درمان‌های توانبخشی توصیه می‌گردد.

پیشنهاد می‌شود تاثیر این مداخله بر فعالیت‌های روزمره یا دست‌نویسی کودکان فلج مغزی در قالب کارآزمایی بالینی به منظور اطمینان از تاثیر گذاری این روش بررسی گردد.

1 محدودیت در دسترسی به کودکان درنتیجه پاندمی کرونا و نداشتن گروه کنترل که ناگزیر شدیم مطالعه را به صورت تک گروه انجام دهیم.

2 عدم تداوم جلسات درمانی توسط برخی مراجعین به‌دلیل اوج‌گیری بیماری کرونا و الزام به انجام مداخله روی نمونه‌های دیگر.

حامی مالی

این تحقیق حامی مالی نداشت.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش مشارکت داشتند. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه ارشد در دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-10-30]

References

1. Dodd KJ, Taylor NF, Damiano DL. A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2002; 83(8): 1157-1164.
2. Chauhan A, Singh M, Jaiswal N, Agarwal A, Sahu JK, Singh M. Prevalence of Cerebral Palsy in Indian Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. Indian J Pediatr 2019; 86(12): 1124-1130.
3. Himmelmann K, Beckung E, Hagberg G, Uvebrant P. Bilateral spastic cerebral palsy—prevalence through four decades, motor function and growth. Eur J Paediatr Neurolo 2007; 11(4): 215-222.
4. Christine C, Dolk H, Platt MJ, Colver A, Prasauskiene A, Krageloh-Mann I, et al. Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. Dev Med Child Neurol Suppl 2007; 109: 35-38.
5. Klevberg GL, Ostensjo S, Krumlinde-Sundholm L, Elkjaer S, Jahnsen RB. Hand Function in a Population-Based Sample of Young Children with Unilateral or Bilateral Cerebral Palsy .Phys Occup Ther Pediatr 2017; 37(5): 528-540.
6. Tarakci E, Arman N, Tarakci D, Kasapcopur O. Leap Motion Controller-based training for upper extremity rehabilitation in children and adolescents with physical disabilities: A randomized controlled trial. J Hand Ther 2019; 33(2): 220-228.
7. Shakiba E, Fatorehchy S, Pishyareh E, Vahedi M, Hosseini SM. Effect of Using Wii Balance Board on Functional Balance of Children With Ataxic Cerebral Palsy. Archives of Rehabilitation 2021; 22(3): 394-407 (Persian).
8. Cortés-Pérez I, Zagalaz-Anula N, Montoro-Cárdenas D, Lomas-Vega R, Obrero-Gaitán E, Osuna-Pérez MC. Leap Motion Controller Video Game-Based Therapy for Upper Extremity Motor Recovery in Patients with Central Nervous System Diseases. A Systematic Review with Meta-Analysis. Sensors 2021; 21(6): 2065.
9. Gamboa E, Serrato A, Castro J, Toro D, Trujillo M. Advantages and Limitations of Leap Motion from a Developers', Physical Therapists', and Patients' Perspective. Methods Inf Med 2020; 59(02/03): 110-116.
10. Gieser SN, Boisselle A, Makedon F, editors. Real-time static gesture recognition for upper extremity rehabilitation using the leap motion. International conference on digital human modeling and applications in health, safety, ergonomics and risk management; 2015: Springer.
11. Escobar I, Acurio A, Pruna E, Mena L, Pilatásig M, Bucheli J, et al. Fine motor rehabilitation of children using the leap motion device-Preliminary usability tests. Advances in Intelligent Systems and Computing 2018. p. 1030-1039.
12. Avcil E, Tarakci D, Arman N, Tarakci E. Upper extremity rehabilitation using video games in cerebral palsy: a randomized clinical trial. Acta Neurol Belg 2021; 121(4): 1053-1060.
13. Yildirim Y, Budak M, Tarakci D, Algun ZC. The Effect of Video-Based Games on Hand Functions and Cognitive Functions in Cerebral Palsy. Games Health J 2021; 10(3): 180-189.
14. Wu YT, Chen KH, Ban SL, Tung KY, Chen LR. Evaluation of leap motion control for hand rehabilitation in burn patients: An experience in the dust explosion disaster in Formosa Fun Coast. Burns 2019; 45(1): 157-164.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-10-30]