# Research Paper: The Effect of Modified Floor Reaction Ankle Foot Orthosis on Walking Abilities in Children with Cerebral Palsy: A Case Study

**Mahmood Bahramizadeh [1], Mokhtar Arazpour [1], *Atefeh Aboutorabi [2], Mohammad Reza Azarpira [3]**

1. Assistant Professor, Department of Orthotics and Prosthetics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
2. Ph.D Student, Department of Orthotics and Prosthetics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Orthopedics, Shiraz University Of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

Received: 21 Dec. 2014
Accepted: 02 Mar. 2015

**Keywords:**
Walking, modified FRAFO, Cerebral palsy, Temporal spatial parameters, Kinematics, Orthosis

## ABSTRACT

**Objective** This study was designed to evaluate the effectiveness of a modified Floor Reaction Ankle Foot Orthosis (FRAFO) design on gait performance in boy with cerebral palsy.

**Materials & Methods** In this study, one boy with diplegic cerebral palsy (CP) wore a modified FRAFO bilaterally for six weeks. Immediate effectiveness of the orthosis was evaluated after six weeks. The measured parameters including walking speed, cadence and stride length, plus hip, knee and ankle joints range of motion were recorded.

**Results** Cadence, stride length and walking speed were all increased when the boy with CP wore the modified FRAFO. The boy demonstrated a reduction in ankle ROM when using the modified FRAFO. The mean knee joint ROM was increased from 36.8±13.72 degrees when walking with an orthosis at baseline to 43.0±1.10 degrees when walking with an orthosis after six weeks. After 6 weeks of using modified FRAFO, hip flexion angle at initial contact and an extension shift during stance phase decreased.

**Conclusion** A modified FRAFO can improve gait parameters in children with cerebral palsy.

***Corresponding Author:***
**Atefeh Aboutorabi**
**Address:** Department of Orthotics and Prosthetics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
**Tel.:** +98 (21) 22180010
**E-mail:** aboutorabito11@yahoo.com

# تأثیر ارتز تغییریافته بر توانایی راه‌رفتن در کودکان فلج مغزی: مطالعهٔ موردی

محمود بهرامی‌زاده[۱]، مختار عراض‌پور[۱]، *عاطفه ابوترابی[۲]، محمدرضا آذرپیرا[۳]

۱- استادیار، گروه ارتز و پروتز، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، تهران، ایران.
۲- دانشجوی دکترای تخصصی، گروه ارتز و پروتز، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، تهران، ایران.
۳- استادیار، گروه ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۳۰ آذر ۱۳۹۳
تاریخ پذیرش: ۱۱ اسفند ۱۳۹۳

**کلید واژه:**
راه رفتن، ارتز تغییر یافته، فلج مغزی، پارامترهای زمانی مکانی، سینتیک، سینماتیک

## چکیده

**هدف** مطالعهٔ حاضر به‌منظور بررسی اثر ارتز تغییر یافته بر عملکرد راه‌رفتن در کودک مبتلا به فلج مغزی طراحی شده است.

**روش بررسی** در این مطالعه یک کودک مبتلا به فلج مغزی دوطرفه به‌مدت شش هفته ارتز تغییریافته را پوشید. اثربخشی فوری ارتز شش هفته بعد از استفاده از ارتز مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای اندازه‌گیری‌شده شامل سرعت، کادانس و طول گام، به‌علاوه دامنهٔ حرکتی مفاصل ران، زانو و مچ پا توسط دستگاه حرکتی وایکن ثبت شد.

**یافته‌ها** طول گام، کادانس و سرعت راه‌رفتن با پوشیدن ارتز افزایش یافته است. با پوشیدن این ارتز دامنهٔ حرکتی مچ پای کودک کاهش یافت. بعد از ۶ هفته، میانگین دامنهٔ حرکتی زانو به هنگام راه‌رفتن با ارتز که در ابتدا ۳۶/۱۳±۸/۷۲ بود به ۴۳/۱±۰/۱۰ درجه افزایش یافت. بعد از ۶ هفته استفاده از ارتز به نسبت روز اول پوشیدن ارتز، زاویهٔ خم‌شدن مفصل ران در تماس اولیهٔ پاشنه و نیز میزان انتقال بازشدن در مرحلهٔ ایستایی کاهش یافت.

**نتیجه‌گیری** ارتز تغییریافته می‌تواند سبب بهبود پارامترهای راه‌رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی شود.

## مقدمه

فلج مغزی یکی از گسترده‌ترین علل اختلال در راه‌رفتن کودکان است [۱]. در ایالات متحدهٔ آمریکا فلج مغزی به‌میزان ۱/۵ تا ۲/۵ نفر در هر ۱۰۰۰ کودک شایع است [۲] و فلج مغزی دوطرفه با شیوع ۳۲٪ گزارش شده است [۳]. از ویژگی‌های فلج مغزی دوطرفه در افراد مبتلا به فلج مغزی می‌توان به راه‌رفتن با سرعت کم به‌علت ضعف و اسپاسم در اندام تحتانی اشاره کرد [۴].

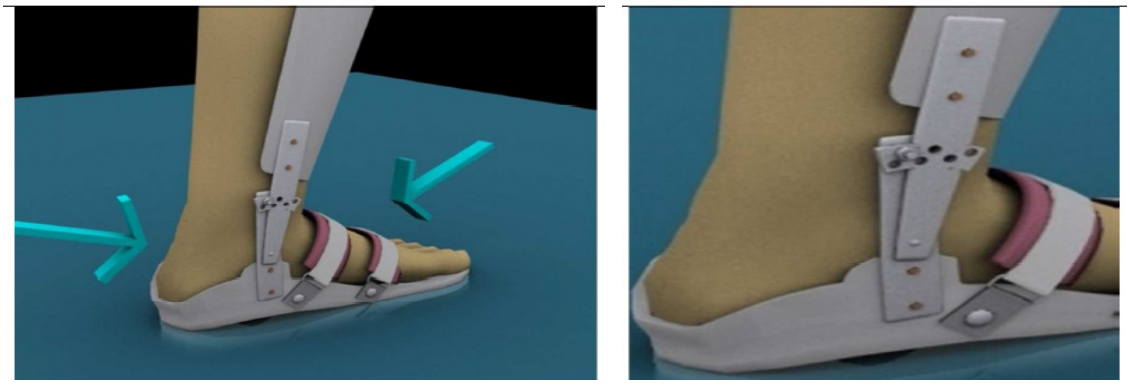
راه‌رفتن عملکرد مهمی است [۵] و آسیب‌هایی مانند فلج مغزی می‌تواند اثری منفی بر روی عملکرد افراد بگذارد [۶]. بهبود توانایی راه‌رفتن هدف کلیدی برای درمان اختلالات راه‌رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی است [۷]. طیف گسترده‌ای از ارتزها مانند: ارتزهای سخت [۸]، ارتز داینامیک [۹]، ارتز تغییریافته [۱۰] و پوشش لیکرا[۱] [۱۱] به‌منظور بهبود راه‌رفتن در این کودکان استفاده می‌شود.

یکی از معایب ارتز سخت، محدودیت حرکت ساق در طی مرحلهٔ ایستایی و در طول راه‌رفتن بر روی پایی که وزن را تحمل می‌کند، است. درصورتی‌که ارتز به‌درستی تنظیم نشود، این امر سبب کاهش دورسی خم‌شدن مچ پا و برداشتن سریع پاشنه در طی راه‌رفتن می‌شود [۱۲, ۱۳]. ارتزهای مفصل‌دار همراه با قفل خم‌شدن کف‌پایی عموماً توسط پزشکان توصیه شده است [۱۴]، اما این نوع ارتز نشان داده است که نمی‌تواند به‌طور قابل‌توجهی در موقعیت مفصل زانوی کودکان مبتلا به فلج مغزی در هنگام راه‌رفتن تأثیر بگذارد [۱۵].

۱. Lycra garment

* نویسنده مسئول:
عاطفه ابوترابی
نشانی: گروه ارتز و پروتز، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، تهران، ایران.
تلفن: ۲۲۱۸۰۰۱۰ (۲۱) ۹۸+
پست الکترونیکی: aboutorabito11@yahoo.com

**شکل ۱.** ارتز تغییریافتهٔ ارائه‌شده توسط بهرامی‌زاده و همکارانش (۱۸).



توانبخشی

ارتز تغییریافته[۲] معمولاً از نوع سخت با خط تریم قدامی در مچ پا ساخته می‌شود و درنتیجه، به‌منظور بهینه‌سازی پارامترهای راه‌رفتن، مچ پا را در موقعیت مناسب قرار می‌دهد و از خم‌شدن بیش‌ازحد زانو در طی راه‌رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی می‌کاهد. لوکرالی[۳] و همکارانش [۱۰] نشان دادند که ارتز تغییریافته با اعمال نیروهای خارجی، سبب تغییر بردار نیروی عکس‌العمل زمین و جلوگیری از حرکت دورسی خم‌شدن مچ پا سبب خم‌شدن کمتر زانو در طی راه‌رفتن می‌شود.

رگوزنسکی[۴] و همکارانش در بررسی اثر ارتز تغییریافته در ۲۷ کودک مبتلا به فلج مغزی نشان دادند که زاویهٔ خم‌شدن زانو در مرحلهٔ ایستایی کاهش می‌یابد [۱۶]. اوون[۵] و همکارانش به‌منظور بهینه‌سازی حرکت مچ پا و ترکیب ارتز با کفش، جزییات طرحی را برای بهبود کینماتیک اندام تحتانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی ارائه دادند [۱۷]. بهرامی‌زاده و همکارانش [۱۸] طرح جدید ارتز تغییریافته را ارائه دادند. طرح آنها اجازه می‌دهد تا موقعیت مچ پا که به‌طور بالقوه سبب خم‌شدن زانو در طول راه‌رفتن دولا یا قوز مانند[۶] در کودکان دچار فلج مغزی می‌شود، به‌تدریج به‌طور ثابت تنظیم شود. ارزیابی این ارتز بر کنترل پاسچر در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک نشان داد که ممکن است ارتز راستای زانو را بهبود بخشد، اما کنترل پاسچر در کودکان مبتلا به فلج مغزی بهبود نیابد.

با وجود مزایای شناخته‌شده در راه‌رفتن با ارتز تغییریافته، در دوره‌های طولانی‌تر برای نشان‌دادن تأثیر این ارتز بر توانایی راه‌رفتن کودکان مبتلا به فلج مغزی شواهد بیشتری مورد نیاز است. ارتز تغییریافتهٔ جدید مفصل مدرّج دارد که اجازهٔ بیشتری به دامنهٔ حرکتی دورسی و خم‌شدن کف‌پایی می‌دهد، درحالی‌که ارتزهای قدیمی فقط در حالت نئوترال -یعنی زاویهٔ ۹۰ درجهٔ ساق پا- تنظیم می‌شود؛ بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر استفاده از ارتز تغییریافته در طی یک دورهٔ شش هفته‌ای بر توانایی راه‌رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی بود.

۲. Floor reaction ankle foot orthosis (FARAFO)
۳. Lucareli
۴. Rogozinski
۵. Owen
۶. Crouch gait

## روش بررسی

در این مطالعهٔ موردی یک پسربچهٔ ۸ سالهٔ مبتلا به فلج مغزی با وزن متوسط ۲۰/۱ کیلوگرم و شاخص تودهٔ جرم بدن ۱۸/۴۲ به روش نمونه‌گیری دردسترس مورد بررسی قرار گرفت. شرایط ورود این کودک به مطالعه شامل راه‌رفتن به‌میزان حداقل ۵ متر بدون هیچ‌گونه حمایت، استفاده‌نکردن از ارتز، عدم تزریق سم بوتولینوم و عدم جراحی ارتوپدی در طی ۱۲ ماه گذشته بود. کودک مورد مطالعه مبتلا به فلج دوطرفه، اسپاسم و افزایش تون عضلانی در عضلات ناحیهٔ مچ پا به‌ویژه عضلهٔ گستروکنموس بود. درجهٔ‌اسپاسیتی کودک با مقیاس طبقه‌بندی عملکرد حرکتی درشت[۷](GMCS) سنجیده شد و دارای نوع ۲ اسپاسیتی بود. کودک در طول این مطالعه روش استفاده از ارتز را به‌طور منظم توسط کاردرمانگر باتجربه دریافت می‌کرد. درمان ارائه‌شده شامل کشش ساژیتال مچ پا و زانو بود؛ علاوه‌براین تمرینات تعادلی وایستادن و راه‌رفتن با و بدون ارتز انجام شد. روند درمان کودک برای کاهش جهت دار نبودن درمان در یک زمان مشابه توسط ارزیابگر پیگیری می‌شد.

ارتز تغییریافته FRAFO (شکل ۱) به‌طور سفارشی‌ساخت از قالب نگاتیو و از جنس ورق پلی‌پروپیلن کوپلیمر ۳ میلی‌متر به‌صورت دو تکه ساخته شده است. بخش پروگزیمال آن ۲ سانتی‌متر زیر سر فیبولا قرار داشت و بخش دیستال آن تا انتهای انگشتان پا امتداد یافته است [۱۹]. مفصل طراحی‌شده مدرّج است و دامنهٔ ۲۵ درجهٔ دورسی خم‌شدن تا صفر نئوترال را نشان می‌دهد. مدرّج‌بودن مفصل به کاردرمانگر اجازهٔ دستیابی به دامنهٔ حرکتی بیشتر را در طی جلسات کاردرمانی می‌دهد. دستگاه ثبت حرکتی وایکن (VICON) با فرکانس ۱۰۰ هرتز (آکسفورد

۷. Gross Motor Function Classification System

**جدول ۱.** میانگین و انحراف معیار سرعت راه‌رفتن، طول گام و کادانس در کودک مبتلا به فلج مغزی با و بدون ارتز پس از استفادهٔ تدریجی ارتز به‌مدت ۶ هفته.

| آزمون | بدون ارتز در ابتدا | با ارتز در ابتدا | ۶ هفته بعد |
|---|---|---|---|
| سرعت (متر بر ثانیه) | ۰/۲۹ ±۰/۰۳ | ۰/۴۰ ±۰/۰۲۸ | ۰/۴۶ ±۰/۰۲ |
| طول گام (متر) | ۴۱/۴۰ ±۰/۰۳ | ۴۹/۰ ±۰/۰۲ | ۵۰/۰۹ ±۰/۵۰ |
| کادانس (قدم‌ها بر دقیقه) | ۴۴/۳۰±۴/۴۱ | ۵۱/۵ ±۴/۵۶ | ۵۳/۲۷ ±۴/۲۷ |

توانبخشی

متریک، انگلستان) برای گرفتن مکان‌های بازتابی که از نشانگرها روی ارتز نصب شده است، مورد استفاده قرار گرفت. نشانگرها در اندام تحتانی و لگن در طی راه‌رفتن قرار گرفت و به‌صورت دوطرفه روی برآمدگی قدامی فوقانی ایلیاک (ASIS)، روی استخوان خاجی، تروکانتر بزرگ، وسط ران، کندیل خارجی فمور، وسط ساق، به‌علاوه روی کالکانئوس و اولین و پنجمین متاتارس نصب شد. ازآنجاکه امکان اتصال نشانگر به پوست وجود نداشت، برای شبیه‌سازی نزدیک‌تر حرکت مالئول‌ها نشانگر بر روی سطح خارجی مفصل مچ ارتز قرار داده شد. نشانگر کالکانئوس نیز برای ترسیم موقعیت توبروزیته کالکانئوس بر روی ورق ترموپلاستیک نصب شد.

پارامترهای راه‌رفتن در سه شرایط آزمون شامل: راه‌رفتن بدون ارتز در ابتدا، راه‌رفتن با ارتز در محل برای اندازه‌گیری اثر فوری آن و شش هفته بعد از استفاده ارتز (شکل ۲) محاسبه شد. از کودک خواسته شد در طول این مدت، روزانه شش ساعت ارتز را بپوشد. با این حال برای تنظیم تدریجی پوشیدن ارتز از والدین کودک خواسته شد تا مدت زمان پوشیدن آن را از ۱ ساعت در روز پس از گذشت ۲ هفته به ۶ ساعت در روز افزایش دهند. قبل از شروع آزمون کودک برای عادت‌کردن به شرایط آزمون در مسیر ۶ متری تمرین نمود. سپس برای گرفتن داده‌ها، کودک مسیر را برای ۵ بار طی کرد .لازم به‌ذکر است ارتز به‌صورت دوطرفه توسط کودک پوشیده شده بود. داده‌های نهایی با گرفتن میانگینی از ۵ بار راه‌رفتن هردو اندام ثبت شد.

ارزیابی در آزمایشگاه بیومکانیک گروه ارگونومی در دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی تهران انجام شد. قبل از آزمون والدین کودک فرم رضایتنامه را مطالعه و امضا نمودند و محققان به آنها توضیح دادند هر زمان که مایل باشند می‌توانند مطالعه را ترک نمایند.کمیتهٔ اخلاق دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی این مطالعه را تأیید نمود.

## یافته‌ها

در پارامترهای راه‌رفتن با پوشیدن ارتز، میانگین زاویهٔ مچ پا در ارتز در طول راه‌رفتن برای کودک ۷درجهٔ دورسی فلکشن بود. در پارامترهای مکانی-فضایی میانگین سرعت، طول گام و کادانس بدون ارتز، با پوشیدن ارتز تغییریافته و ۶ هفته بعد از پوشیدن ارتز در جدول ۱ نشان داده شده است. طول گام و سرعت راه‌رفتن با پوشیدن ارتز تغییریافته به‌مدت ۶ هفته در مقایسه با پوشیدن ارتز در ابتدای آزمون به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت.

دامنهٔ حرکتی مفصل مچ پا بعد از دورهٔ شش هفته‌ای استفاده از ارتز تغییریافته در مقایسه با پوشیدن آن در ابتدا کاهش یافت (جدول۲). میزان پلنتارفلکشن در مرحلهٔ قبل از مرحلهٔ نوسان توسط ارتز کاهش و به طور کلی دامنه حرکتی مچ پا کاهش یافت. بین سه حالت آزمون تفاوت مشاهده شد.

در میزان زاویهٔ زانو و ران بین سه حالت آزمون تفاوت مشاهده شد. پس از پوشیدن ارتز تغییریافته، خم‌شدن زانو در تماس اولیه در مقایسه با زمان بدون پوشیدن ارتز کاهش یافته بود. میانگین دامنهٔ حرکتی زانو از ۱۳/۷۲±۳۶/۸ درجه هنگام راه‌رفتن با ارتز بعد از شش هفته استفاده از ارتز به ۱/۱۰±۴۳/۰ درجه افزایش یافت. این افزایش زاویه در زانو به‌دلیل افزایش قابل‌توجه در بازشدن زانو در طی ۶ هفته استفاده از ارتز بود (۶ درجه). بعد از ۶ هفته استفاده از ارتز تغییریافته، زاویهٔ خم‌شدن مفصل ران در تماس اولیهٔ پاشنه و نیز میزان انتقال بازشدن در طی مرحلهٔ ایستایی نسبت به روز اول پوشیدن ارتز کاهش یافت. میانگین زاویهٔ خم‌شدن/بازشدن ران، زانو و مچ پا در جدول ۲ نشان داده شده است.

## بحث

هدف از این مطالعه بررسی اثر ارتز تغییریافته بر پارامترهای

**جدول ۲.** میانگین و انحراف معیار دامنهٔ حرکتی مفاصل ران، زانو و مچ پا در کودک مبتلا به فلج مغزی با و بدون ارتز پس از ۶ هفته استفاده تدریجی ارتز.

| دامنهٔ حرکتی مفاصل | بدون ارتز در ابتدا | با ارتز در ابتدا | ۶ هفته بعد |
|---|---|---|---|
| ران (درجه) | ۲۹/۳۰ ±۰/۵۱ | ۲۸/۴۰ ±۱/۲۸ | ۳۰/۶ ±۱/۱۹ |
| زانو ( درجه) | ۳۹/۴۰ ±۰/۱ | ۳۶/۸ ±۱۳/۷۲ | ۴۳/۰ ±۰/۱۰ |
| مچ پا (درجه) | ۳۰/۳۰±۱/۴۱ | ۱۶/۱۲ ±۱/۷۶ | ۱۴/۵ ±۱/۱۹ |

توانبخشی

مکانی-فضایی و کینماتیک راه‌رفتن کودک مبتلا به فلج مغزی بود .میانگین دامنهٔ‌حرکتی در هر سه مفاصل اندام تحتانی هنگام راه‌رفتن با ارتز تغییریافته کاهش یافته بود. الگوهای حرکت مفصل ران و مچ پا هنگام راه‌رفتن با ارتز شبیه به راه‌رفتن طبیعی بود. ارتز، حرکت مفصل مچ پا را در طول راه‌رفتن همان‌طورکه انتظار می‌رفت، محدود کرد. همچنین وضعیت اکواینوس[۸] در تماس اولیهٔ پاشنه با زمین کاهش یافت. براساس این یافته‌ها، عملکرد ارتز می‌تواند عملکرد کودک را بهبود بخشد و به‌همین ترتیب می‌تواند به‌طور غیرمستقیم زانو و مفصل ران را تحت‌تأثیر قرار دهد. این عملکرد می‌تواند با افزایش بازوی اهرمی ارتز در منطقهٔ پا افزایش یابد.

ارتز منجر به قرارگرفتن بهتر پا در تماس اولیه و کنترل اکواینوس مچ پا در طول مرحلهٔ ایستایی و نوسان در راه‌رفتن شد، هرچند در مطالعات قبلی این نوع ارتز چنین نتایجی گزارش نشده بود [۲۰-۲۳]. علاوه‌براین، با وجود ساختار محدودکنندهٔ ارتزهای پا و نیز ارتز داینامیک پا [۲۴]، الگوهای حرکت مفصل ران ممکن است توسط تغییر موقعیت زانو و مچ پا در کودکان مبتلا به فلج مغزی تغییر کند [۳].

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که ارتز تغییریافته می‌تواند حداکثر زاویهٔ خم‌شدن زانو در کودکان مبتلا به فلج مغزی را در طول راه‌رفتن با افزایش بازشدن زانو در طی مرحلهٔ میانی ایستایی، کاهش دهد. راه‌رفتن دولا یا قوزمانند در کودک مبتلا به فلج مغزی به‌دلیل عدم تعادل خم‌شدن کف‌پایی/بازشدن زانو، اسپاسیتی برخی از عضلات اندام تحتانی و کشیده‌شدن عضلات تک‌مفصلی ایجاد شده است. به‌علت کاهش قدرت عضلانی، نیروی عکس‌العمل زمین در پشت مفصل زانو در کودکان فلج مغزی است و آنها قادر به اصلاح این وضعیت نیستند. این نتایج شبیه به مطالعات قبلی با استفاده از ارتز تغییریافته گزارش شده بود [۱۰, ۲۵] .زمان بیشتر از ۶ هفته پوشیدن ارتز که در چارچوب این مطالعه بیان شده بود سبب سازگاری و عادت کودک می‌شود و ممکن است دامنهٔ حرکتی یا الگوی مفصل زانو را بهبود بخشد. در این مطالعه ما از ارتز بدون تقویت در مچ پا استفاده کردیم، به‌همین دلیل ما بررسی این اثر را در مطالعات بعدی پیشنهاد می‌کنیم.

کودک مبتلا به فلج مغزی طول گام کوتاه‌تر از معمول دارد، ولی پوشیدن ارتز تغییریافته به‌طور قابل‌توجهی طول گام و کادانس را افزایش داد. نتایج حاصل از این مطالعه مشابه مطالعات قبلی بود [۴, ۲۶]. نقش مؤثر ارتز در کنترل اکواینوس مچ پا و کاهش خم‌شدن زانو ممکن است در پیشگیری از ضعف عضلانی در این بیماران مفید باشد. در مطالعهٔ حاضر از این واقعیت که موقعیت مفصل مچ پا سبب تغییر در مفاصل فوقانی‌تر می‌شود، برای بهبود حرکات در مفاصل فوقانی‌تر اندام تحتانی استفاده شده است.

تغییرات در مفاصل ران و زانو اندک بودند که می‌تواند به‌دلیل روش تجزیه و تحلیل حرکتی استفاده شده باشد. حجم نمونهٔ کوچک، عدم ارزیابی کینتیکی پارامترهای راه‌رفتن و ارزیابی پاسچر در این مطالعه از جمله محدودیت‌هایی به‌شمار می‌رفت که در تحقیقات آینده پرداختن به این موارد می‌تواند سودمند باشد.

## نتیجه‌گیری

مطالعات قبلی در کودکان مبتلا به فلج مغزی بهبود در راه‌رفتن با استفاده از ارتز تغییریافته را نشان داد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که ارتز روشی مؤثر برای تحت تأثیر قراردادن پارامترهای راه‌رفتن است. با توجه به اینکه این مطالعه، مطالعه‌ای موردی است و تنوع در افراد فلج مغزی بسیار گسترده است، برای تعمیم‌پذیری بیشتر نتایج مطالعات بیشتر در این زمینه پیشنهاد می‌گردد. در این مطالعه مواد استفاده‌شده در ساخت ارتز توسط معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی به شمارهٔ اعطای ۲۱۳۶۹/ ۸۰۱/ ۹۲ پشتیبانی گردید.

## منابع

[1] Hofman A, Mayeux R. Investigating neurological disease: Epidemiology for clinical neurology. Cambridge University Press; 2001, pp:56-58.

[2] Albright AL. Intrathecal baclofen in cerebral palsy movement disorders. Journal of Child Neurology. 1996; 11(1 suppl):29-35

[3] Gage JR. Gait analysis in cerebral palsy. Clinics in Developmental Medicine No. 121. London: Mac Keith Press; 1991, pp:25-29.

[4] Dieli J, Ayyappa E, Hornbeak S. Effect of dynamic AFO's on three hemiplegic adults. JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics. 1997;9(2):82-9.

[5] Damiano DL, Abel MF. Relation of gait analysis to gross motor function in cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 1996; 38(5):389-96.

[6] Drouin LM, Malouin F, Richards CL, Marcoux S. Correction between the gross motor function measure scores and gait spatiotemporal measures in children with neurological impairments. Developmental Medicine & Child Neurology. 1996; 38(11):1007-19.

[7] Harvey AGJ. Video gait analysis for ambulatory children with cerebral palsy: Why, when, where and how! Developmental Medicine & Child Neurology. 2011;3(33):501-3.

[8] Pritham CH. Biomechanical basis of orthotic management. JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics. 1994; 6(2):25.

۸ Equinus

[9] Bjornson KF, Schmale GA, Adamczyk-Foster A, McLaughlin J. The effect of dynamic ankle foot orthoses on function in children with cerebral palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2006; 26(6):773-6.

[10] Lucareli PRG, Lima MDO, Lucarelli JGDA, Lima FPS. Changes in joint kinematics in children with cerebral palsy while walking with and without a floor reaction ankle-foot orthosis. Clinics. 2007; 62(1):63-8.

[11] Blair E, Balluntyne J, Housman S, Chauvel P. A study of a dynamic proximal stability splint in the management of children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 1995; 37(6):544-54.

[12] Abel MF, Juhl GA, Vaughan CL, Damiano DL. Gait assessment of fixed ankle-foot orthoses in children with spastic diplegia. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.1998;79(2):126-33.

[13] Carmick J. Managing equinus in a child with cerebral palsy: Merits of Hinged ankle-foot orthoses. Developmental Medicine & Child Neurology. 1995; 37(11):1006-10.

[14] Knutson LM, Clark DE. Orthotic devices for ambulation in children with cerebral palsy and myelomeningocele. Physical Therapy. 1991; 71(12):947-60.

[15] Radtka SA, Skinner SR, Elise Johanson M. A comparison of gait with solid and hinged ankle-foot orthoses in children with spastic diplegic cerebral palsy. Gait & Posture. 2005; 21(3):303-10.

[16] Rogozinski BM, Davids JR, DavisIII RB, Jameson GG, Blackhurst DW. The efficacy of the floor-reaction ankle-foot orthosis in children with cerebral palsy. The Journal of Bone & Joint Surgery. 2009; 91(10):2440-7.

[17] Owen E. The importance of being earnest about shank and thigh kinematics especially when using ankle-foot orthoses. Prosthetics and orthotics international. 2010; 34(3):254-69.

[18] Bahramizadeh M, Mousavi ME, Rassafiani M, Aminian G, Ebrahimi I, Karimlou M, et al. The effect of floor reaction ankle foot orthosison postural control in children with spastic cerebral palsy. Prosthetics and Orthotics International. 2012; 36(1):71-6.

[19] Rha D-w, Kim DJ, Park ES. Effect of hinged ankle-foot orthoses on standing balance control in children with bilateral spastic cerebral palsy. Yonsei Medical Journal. 2010; 51(5):746-52.

[20] Buckon CE, Thomas SS, Jakobson-Huston S, Sussman M, Aiona M. Comparison of three ankle-foot orthosis configurations for children with spastic hemiplegia. Developmental Medicine & Child Neurology. 2001;43(6):371-8

[21] Carlson WE, Vaughan CL, Damiano DL, Abel MF. Orthotic Management of Gait in Spastic Diplegial. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 1997;76(3):219-25.

[22] Radtka SA, Skinner SR, Dixon DM, Johanson ME. A comparison of gait with solid, dynamic, and no ankle-foot orthoses in children with spastic cerebral palsy. Physical Therapy.1997; 77(4):395-409.

[23] Romkes J, Brunner R. Comparison of a dynamic and a hinged ankle–foot orthosis by gait analysis in patients with hemiplegic cerebral palsy. Gait & Posture. 2002;15(1):18-24.

[24] Lam W, Leong J, Li Y, Hu Y, Lu W. Biomechanical and electromyographic evaluation of ankle foot orthosis and dynamic ankle foot orthosis in spastic cerebral palsy. Gait & Posture. 2005; 22(3):189-97.

[25] Hsu JD, Michael J, Fisk J. AAOS atlas of orthoses and assistive devices. Elsevier Health Sciences; 2008, pp:220-257.

[26] White H, Jenkins J, Neace WP, Tylkowski C, Walker J. Clinically prescribed orthoses demonstrate an increase in velocity of gait in childrenwith cerebral palsy: a retrospective study. Developmental Medicine & Child Neurology. 2002; 44(4):227-32.