



# توزیع نیروی وزن بدن بر پنجه و پاشنه در قبل و پس از ورزش درمانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک دای پلژی

## چکیده

**هدف:** این پژوهش به منظور بررسی تأثیر توزیع نیروی وزن بدن بر پنجه و پاشنه و اثر تعدیل حسی کف پا در قبل و پس از ورزش درمانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک دای پلژی انجام شد.

**روش بررسی:** تعداد ۱۰ نفر از کودکان ۸-۱۵ ساله مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک از نوع دای پلژی به ترتیب با میانگین قد و وزن ( $1/35_m \pm 0/09_m$ ) و ( $30/8_{kg} \pm 5/7_{kg}$ ) به مدت ۱۲ هفته تحت برنامه ورزش درمانی قرار گرفتند. با استفاده از یک دستگاه تعادل سنج میانگین نیروی ناشی از وزن بدن بر پنجه و پاشنه اندازه گیری شد. آزمونها در حالت های پایدار، نیمه پایدار و ناپایدار سطح اتکاء و نیز با کفش و بدون کفش تکرار شدند.

**یافته ها:** بعد از برنامه ورزش درمانی میانگین نیروی ناشی از وزن بدن بر پنجه و پاشنه در وضعیت پایدار سطح اتکاء هیچگونه تغییری نکرد ( $P > 0/05$ ). میانگین نیروی ناشی از وزن بدن بر پنجه و پاشنه پا در بیماران در وضعیت با و بدون کفش بعد از برنامه ورزش متعادل شد ( $p < 0/05$ ). این بهبودی بیشتر در وضعیت نیمه پایدار و ناپایدار سطح اتکاء صورت گرفت. در شرایط پایدار صفحه تعادل سنج بدلیل عدم تحریک گیرنده های حسی - عمقی عضلات دوقلو و نعلی، نیروی ناشی از وزن بدن بر پنجه و پاشنه مشابه قبل از درمان بود.

**نتیجه گیری:** افزایش توانایی بیماران در کنترل عضلات میچ پا بعد از ورزش درمانی، بیماران را قادر ساخت تا نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه پا را متعادل تر سازند. پوشیدن کفش با پاشنه ۳ سانتی متری از کشش عضلات پشت ساق پای بیماران که در حالت عادی دچار اسپاسم هستند، می‌کاهد و بدین ترتیب بیماران را در توزیع متقارن نیروی ناشی از وزن بر پاشنه و پنجه تواناتر می‌سازد. این نتیجه نشان دهنده اهمیت افزایش انعطاف پذیری عضلات اسپاسم دار و تقویت عضلات ریلکس در بیماران می‌باشد.

**کلید واژه ها:** فلج مغزی / نیروی ناشی از وزن بدن بر پنجه و پاشنه / دستگاه تعادل سنج / برنامه ورزش درمانی.

## \* کیوان شریف‌رادی

کارشناس ارشد تربیت بدنی، مربی دانشکده تربیت بدنی نهاوند دانشگاه بوعلی سینا همدان

## دکتر نادر فرهپور

دکترای ارتوپدی بیومکانیک، استادیار گروه حرکت شناسی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه بوعلی سینا همدان

## دکتر محمد صادق صبا

متخصص اطفال، استادیار گروه کودکان دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

## نصرت اله فرج الهی

کارشناس ارشد تربیت بدنی، مربی گروه تربیت بدنی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران

ورزش درمانی \* E-mail: ksharifmoradi@yahoo.com



## مقدمه

فلج مغزی به صورت یک آسیب مغزی غیر پیشرونده ناشی از تکامل غیر طبیعی مغز و یا صدمات مغزی در زمان قبل، حین و یا سالهای اولیه پس از تولد است (۱، ۲).

کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک از لحاظ حرکتی و تعادل دارای مشکلات فراوانی می‌باشند. ساختار کج قامت کودکان فلج مغزی اسپاستیک، عملکرد تعادل را مختل می‌کند. وظایف عملکردی مانند نگهداشتن شیء در هردو دست، متوقف شدن و ایستادن در صف اتوبوس یا برداشتن شیء از کف اتاق، که نیاز به کنترل تعادل هنگام ایستادن دارد اگر غیر ممکن نگردند، برای این کودکان دشوار می‌گردند.

بدلیل وجود تنش دائمی عضلانی در این افراد یک اسپاسم دائمی در عضلات فلکسور آنها دیده می‌شود. متعاقباً عضلات اکستنسور ایشان معمولاً در حالت کشیده قرار می‌گیرند. این شرایط همراه با دیگر ویژگیهای بیماری افراد را در یک حالت فقر حرکتی قرار می‌دهد. در نتیجه عملکرد عضلانی و نیروی آنها متناسب با رشد سنی و افزایش وزن بدن آنها پیشرفت نمی‌کند. در نتیجه عملکرد عضلانی و مکانیکی این بیماران در یک سیکل معیوب قرار می‌گیرد. از طرفی بخاطر عدم تحرک و مشکلات عصبی ناشی از این بیماری عملکرد گیرنده‌های حسی - عمقی عضلات و مفاصل دچار نقصان می‌شوند. به این ترتیب تعادل و کنترل حرکتی ایشان نیز آسیب جدی می‌پذیرد.

از جمله عضلات درگیر در این اسپاسم عضلات اندام تحتانی از قبیل فلکسورهای ران، زانو و مچ پا می‌باشند. عضله سوئز خاصه (ایلئو پسوآس) که در حالت طبیعی قویترین فلکسور ران است در این بیماران در اثر اسپاسم تنه ران در حالت خمیده قرار می‌دهد. این وضعیت با اسپاسم عضلات شکمی تشدید می‌گردد. در نتیجه مرکز ثقل بدن به جلو متمایل می‌شود که خود این موضوع خطر سقوط کودکان فلج مغزی در راه رفتن را افزایش می‌دهد. فلکشن ران ذکر شده با چرخش داخلی نیز همراه است. همچنین عضلات خیاطه و پشت ران و دو سر رانی همراه با اکستنسورهای ضعیف زانو باعث ایجاد فلکشن در مفصل زانو می‌گردد. این حالت از نظر زیبایی و ظاهر قامت در نظر درمانگران از اولویت ویژه‌ای در اصلاح قامت برخوردار است. بعلاوه عضله دوقلوی اسپاستیک و کوتاه، مفصل مچ پای این افراد را در وضعیت پلنتار فلکشن قرار می‌دهد. این حالت راه رفتن کودکان و تعادل آنها را با اختلال جدی روبرو می‌سازد. در یکی از تحقیقات اخیر نشان داده شده است که بیماران فلج مغزی برای جبران ضعف عضلات مچ پا وضعیت لگن و ران خود را تغییر می‌دهند (۳). از همین روی وجود اختلالات تعادلی و ضعف کنترل

حرکتی در این بیماران کاملاً مورد انتظار است. با توجه به توضیحات فوق‌الذکر یکی از اهداف اساسی در توانبخشی این بیماران کاهش تنش و افزایش طول در عضلات فلکسور بدن است (۴).

وجود اسپاسیتی سبته، عضلات کوتاه و کانتراکچر باعث می‌گردد، عکس العمل‌های قامتی در حفظ تعادل اثرات خود را در نگهداری موثر مرکز جرم روی مرکز سطح اتکاء در طی ایستادن از دست دهد، ناچار فرد مبتلا، استراتژی‌های چندگانه‌ای را به نمایش می‌گذارد (۵). جهت حفظ قامت راست هنگام ایستادن، کودکان اغلب استراتژی قرار گرفتن روی انگشتان را استفاده می‌کنند و پاشنه‌ها در تلاش جهت تطبیق مرکز جرم بر روی مرکز ثقل از روی زمین کنده شده تا تمایل فرد برای افتادن به عقب به هدر رود (۶). این وضعیت قرارگیری روی انگشتان باعث می‌گردد که نیروی فشار ناشی از وزن در تمامی سطوح کف پا توزیع نشود و در نهایت تعادل ایستادن را مختل می‌کند (۷، ۶).

جهت بهبود عملکرد تعادل در کودکان فلج مغزی اصلاحات باید در جهت بهبود راستای اندام تحتانی به سمت ایجاد قامت راست تغییر یابد. در نتیجه نیروی ناشی از وزن در تمامی سطوح کف پا توزیع و در نهایت به بهبود تعادل منجر گردد. ورزش درمانی بر روی بهبود سطح مطلوب عملکرد کودکان فلج مغزی تأکید دارد (۸). کمک به کودکان در جهت توسعه الگوهای حرکتی و استفاده از تمرینات مستقیم دو روش استفاده شده در برنامه درمانی می‌باشند. درمان کودکان و نوجوانان با فلج مغزی بر اساس نگهداری سطح عملکرد این افراد در مواجهه با تغییراتی که با رشد و تکامل کودکان اتفاق می‌افتد، می‌باشد. تعدادی از محققان شواهدی را ارائه کرده‌اند که مزیت برنامه‌های تقویتی را در کودکان مبتلا به فلج مغزی تأیید می‌کند. دامیانو و همکاران (۱۹۹۵) با افزایش قدرت عضلات چهار سر رانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی توانستند قدرت عضلات چهار سر رانی را در همه کودکان به طور معنی داری افزایش دهند. بعلاوه تقویت عضلات اکستنسور زانو از میزان فلکشن زانو در هنگام ایستادن کاست و باعث بهبود راستای اندام تحتانی به سمت ایجاد قامت راست گردید که در نهایت منجر به بهبود تعادل گردید (۹). کوزینسکی (۱۹۹۹) و برتونی (۱۹۸۸) در تحقیقات مشابهی با استفاده از تمریناتی که منجر به کاهش اسپاسم عضلانی بود نشان دادند که تعادل پوسچری این بیماران بهبود می‌یابد (۱۰، ۱۱). بارتنر و همکارانش (۱۹۹۸) و ولکات و همکارانش (۱۹۹۸) اظهار داشتند نقص دستگاه عصبی مرکزی مانند اسپاستی سبته و تغییرات بیومکانیکی در راستای قامت، کنترل تعادل کودکان مبتلا به فلج مغزی را با اختلال مواجه می‌کند (۱۲)، (۱۳). تغییرات بیومکانیکی روی قامت در کلیه قسمتهای اندام‌های



سطوح کف پا در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک دای پلژی قبل و بعد از برنامه ورزش درمانی می باشد.

### روش بررسی

تعداد ۱۰ نفر کودک مبتلا به فلج مغزی دای پلژی اسپاستیک با دامنه سنی ۸ تا ۱۵ ساله و میانگین قد ( $9/26 \pm 135$  cm) و وزن ( $5/7 \pm 30/8$  kg) از یک مدرسه استثنایی شهر همدان انتخاب شدند. تعداد ۶ نفر از این بیماران دارای رفلکس وتری +۳، سه نفر با رفلکس وتری +۵ و یک نفر با رفلکس وتری نرمال و همگی دارای نیروی عضلانی کاهش یافته بودند.

نیروی ناشی از فشار وزن بدن بر روی سطوح مختلف کف پای آزمودنیها در شرایط مختلف با استفاده از دستگاه تعادل سنج دینامیکی Biodex اندازه گیری شد. این دستگاه شامل یک صفحه دایره ای مدرج به نام صفحه تعادل سنج بود که بر روی یک گوی بزرگ شامل چند سنسور قرار داشت و می توانست به راحتی در جهت های مختلف انحراف و نوسان یابد. صفحه تعادل سنج در درجات مختلف پایدار و ناپایدار، قابل تنظیم بود. در حین آزمایش آزمودنی بر روی صفحه استقرار می یافت. همزمان با تغییر وضعیت مرکز ثقل (Centre of Gravity: COG)، مرکز فشار پاها نیز تغییر می کرد و متناسب با آن نیروی ناشی از وزن بدن بر روی سطوح مختلف کف پا ثبت می شد. در این دستگاه سفتی صفحه تعادل سنج با استفاده از یک نرم افزار در ۸ درجه مختلف از (۱ تا ۸) قابل تنظیم بود. در درجه ۸، صفحه حداکثر تا ۵ درجه می توانست خم شود و بعلاوه صفحه نسبتاً سفت بود و حساسیت آن به تغییرات مرکز ثقل کم بود. در حالی که در درجه ۱، سفتی صفحه به حداقل می رسید و به کوچکترین جابجایی مرکز ثقل صفحه حساسیت نشان داده و خم می شد. در این حالت دامنه حرکتی صفحه ۳۰ درجه بود که در صورت خم شدن تا آن درجه با سقوط افراد همراه بود و این دستگاه عملکرد میزان نیروی ناشی از وزن بدن که از طریق سطوح مختلف کف پا به صفحه تعادل سنج منتقل می گردد را اندازه گیری و به صورت درصدی از نیروی ناشی از وزن روی سطوح مختلف کف پا بر روی کامپیوتر نشان می داد. صفحه تعادل سنج دارای نواحی چهار گانه I, II, III, IV بود. نواحی چهار گانه به ترتیب محل استقرار پنجه پای راست در ربع اول (I)، پنجه پای چپ در ربع دوم (II)، پاشنه پای چپ در ربع سوم (III) و پاشنه پای راست در ربع چهارم (IV) بود (شکل ۱).

در بررسی میزان نیروی ناشی از وزن بر سطوح کف پاها در وضعیت تعادل دینامیکی، ابتدا آزمودنی در وضعیت مورد نظر به نحوی روی

تحتانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک بر روی تعادل تأثیر میگذارد. (۱۴).

وینتر و همکاران (۱۹۹۵) اهمیت ارتباط بین مرکز فشار پاها و مرکز ثقل را در جهت قدامی خلفی در هنگام ایستادن کامل توصیف کردند و عنوان کردند که این ارتباط به وسیله استراتژی میچ پاکنترل می شود (۱۵). کودکان فلج مغزی در هنگام ایستادن تعادل قدامی خلفی خود را فقط با استفاده از عملکرد اندام فوقانی و تنه حفظ می کنند و از استراتژی میچ پا برای حفظ تعادل استفاده نمی کنند بنابراین نمی توانند نیروی ناشی از وزن را در تمامی سطوح کف پا توزیع کنند و در نتیجه نگهداری تعادل در جهت قدامی خلفی برای این کودکان کاری بسیار سخت است (۱۶). رز و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان کردند که کاهش میزان تعادل دینامیکی کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک عامل اصلی در اختلال گام برداری این بیماران است و بنابراین می تواند راهنمای خوبی برای درمان باشد (۱۷). با تصحیح قامت غیر طبیعی پا و محدود کردن دورسی فلکشن، فلکشن اضافی در مفاصل ران و زانو کاهش می یابد و با بهبود راستای انتهایی اندام و پایداری، قامت عمودی کلیه قسمت های بدن بهبود یافته، توزیع نیروی ناشی از وزن به تمامی سطوح کف پا منتقل و در نهایت تعادل ایستادن تسهیل می گردد.

همراه با ورزش درمانی اصلاح ساختار کفش های بیماران نیز به بهبود تعادل کمک می کند (۱۹، ۱۸). فرانکلین و همکاران (۱۹۹۵) اثرات مثبت کفش پاشنه دار روی قامت، مخصوصاً در سطح لگن را گزارش دادند (۲۰). باتلر و نن (۱۹۹۱) و کوک و کوزن (۱۹۶۷) نتیجه گرفتند که کفشهای پاشنه دار باعث تماس تمام سطح کف پا با سطح زمین شده، مرکز سطح اتکاء را افزایش می دهند و توانایی تعادل را بهبود می سازد (۱۸، ۱۹). بعلاوه برای افزایش سطح اتکاء، مرکز جرم بدن کودکان با پوشیدن کفش های پاشنه دار مختصراً به جلو منتقل می گردد که فلکشن اضافی در ران و زانو را کاهش می دهد و بنابراین باعث راست شدن بیشتر قامت می گردد بدین ترتیب استفاده از کفش های پاشنه دار با ارتوز (Orthoses) به طور موفقیت آمیزی راه رفتن و ایستادن را در کودکان فلج مغزی تسهیل می کند (۱۹).

در تحقیقات زیادی ارتباط بین کاهش سفتی مفصلی و کاهش نوسانات وضعیتی (پوسچری) نشان داده شده است (۱۱). از طرفی افزایش سفتی مفصلی با افزایش اسپاسم عضلانی همراه است. بر این اساس تقویت انعطاف پذیری عضلات و مفاصل کودکان فلج مغزی از ضرورت کلینیکی برخوردار می باشد (۱۶، ۱۵).

هدف از تحقیق حاضر بررسی دقیق توزیع نیروی ناشی از وزن بر روی

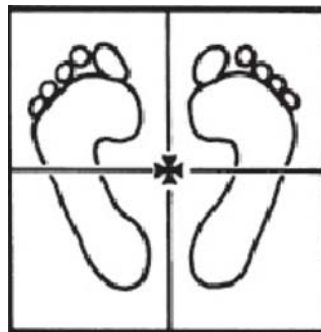


بعد از ورزش درمانی و در وضعیت پایدار سطح اتکاء این مقادیر به ترتیب  $(43/0 \pm 17/5)$  و  $(56/9 \pm 17/1)$  بدست آمد. که نسبت به قبل از ورزش درمانی یک توزیع متقارن نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه را نشان می دهد. هر چند بعد از ورزش درمانی نیروی ناشی از وزن بر پاشنه از نیروی ناشی از وزن بر پنجه کمی بیشتر بود ولی این اختلاف ناچیز بود  $(p > 0/05)$ . در تغییر وضعیت ثبات صفحه تعادل سنج به سمت ناپایدار، نیروی ناشی از وزن روی پنجه پا از نیروی ناشی از وزن بر روی پاشنه پا بیشتر بود. با این وجود هنوز توزیع این نیرو بر پاشنه و پنجه نسبت به قبل از ورزش درمانی تقریباً متقارن بود و اختلاف فاحشی را آشکار نکرد  $(p > 0/05)$ . تغییر نیروی ناشی از وزن از پاشنه به پنجه در تغییر وضعیت از پایدار به ناپایدار این مطلب را تایید می کند که با افزایش ناپایداری صفحه تعادل سنج و انحراف صفحه تعادل سنج به پشت، بیماران برای حفظ تعادل خود اسپاسم را در عضلات دوقلو افزایش داده و بر روی پنجه پا قرار می گیرند که نیروی ناشی از وزن را بر پنجه پا منتقل می کند (۳).

میانگین و انحراف معیار نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه بعد از ورزش درمانی در وضعیت با کفش در جدول (۲) آمده است. همانطوریکه مشاهده می شود میانگین و انحراف معیار این نیرو بر پنجه و پاشنه بعد از ورزش درمانی در وضعیت پایدار صفحه تعادل سنج به ترتیب  $(33/4 \pm 14/1)$  و  $(66/9 \pm 14/1)$  درصد بدست آمد. در این وضعیت و بعد از ورزش درمانی توزیع نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه پا مشابه قبل از ورزش درمانی بود. اما در وضعیت نیمه پایدار و ناپایدار ثبات سطح اتکاء، اثر ورزش درمانی مشهود شد و در این وضعیت ها با افزایش ناپایداری صفحه تعادل سنج تغییر خاصی در توزیع نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه صورت نگرفت و توزیع نیروی ناشی از وزن روی پنجه و پاشنه پا تقریباً متعادل تر بود. درحالی که قبل از ورزش درمانی با افزایش درجه ناپایداری صفحه تعادل سنج نیروی ناشی از وزن بر پنجه پا افزایش و نیروی ناشی از وزن بر پاشنه پا کاهش یافت.

نمودار (۱) تأثیر متقابل معنی داری بین عامل کفش و نیروی ناشی از وزن بر پاشنه و پنجه پا را نشان می دهد. بدین معنی که وقتی بیماران بدون کفش بر روی صفحه تعادل سنج می ایستادند نیروی ناشی از وزن بر پنجه از نیروی ناشی از وزن بر پاشنه به طور معنی داری بالاتر بود. ولی زمانی که با کفش بر روی صفحه تعادل سنج می ایستادند نیروی ناشی از وزن بر پاشنه کمی بیشتر از نیروی ناشی از وزن بر پنجه پا بود و بیانگر آنست که کنترل بیماران در توزیع یکسان نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه در وضعیت با کفش بیشتر می گردد.

صفحه تعادل سنج استقرار می یافت که مرکز فشار نیروی ثقل او، با مرکز مختصات صفحه تعادل منطبق بوده و صفحه در حالت کاملاً افقی قرار می گرفت. ثبت داده ها پس از اعلام آمادگی تا مدت ۲۰ ثانیه انجام شد. متناسب با واکنش های فرد در حین استقرار او، صفحه زیر پای فرد حرکت کرده و نقطه اثر نیروی ثقل فرد را به خارج از دایره منتقل می نمود. در این حال فرد بایستی تلاش می کرد که به طور دینامیک مرکز ثقل خود را همواره روی مرکز دایره (مرکز محور مختصات صفحه تعادل سنج) منطبق سازد. در چنین وضعیتی نقطه اثر فشار پاها توسط دستگاه ثبت می شد. هر قدر آسیب های منتج شده از فلج مغزی اندام کمتری را متاثر می ساخت میزان توزیع نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه پاها در نواحی چهارگانه متعادل تر بود.



شکل (۱) نحوه قرار گیری کف پا روی صفحه تعادل سنج

این آزمایش در وضعیت های متفاوتی که هر یک معرف یک تست بود قبل و بعد از برنامه ورزش درمانی انجام شد. این وضعیت ها عبارت بودند از وضعیت های ایستاده با کفش و ایستاده بدون کفش. کفش مورد استفاده در این آزمون دارای پاشنه سخت ۳ سانتیمتری و کف آن نیز ۱ سانتیمتر و جنس پوشش روی آن از نوع کتان بنده دار، شبیه کفش های ورزشی ساق کوتاه بود. این دو آزمون در شرایط مختلف سطح اتکاء پایدار (درجه ۸ ثبات)، نیمه پایدار (درجه ۴ ثبات) و ناپایدار (درجه ۲ ثبات) که مجموعاً ۶ حالت را تشکیل می دادند، اجرا شدند. هر تست سه بار تکرار شد و میانگین سه تکرار بعنوان نمره فرد ثبت گردید. بین هر تکرار ۲ دقیقه استراحت وجود داشت. تجزیه و تحلیل داده ها از روش آنالیز واریانس چند متغیری (MANOVA) ویژه داده های تکراری و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گردید.

#### یافته ها

جدول (۱) میانگین و انحراف معیار نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه پا را در وضعیت بدون کفش قبل و بعد از ورزش درمانی نشان می دهد.



نمودار (۲) تأثیر متقابل معنی داری بین عامل نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه و ورزش درمانی را نشان می‌دهد همانطوریکه مشاهده می‌شود قبل از ورزش درمانی نیروی ناشی از وزن بر پنجه پا به طور معنی شد ( $p < 0.05$ ).

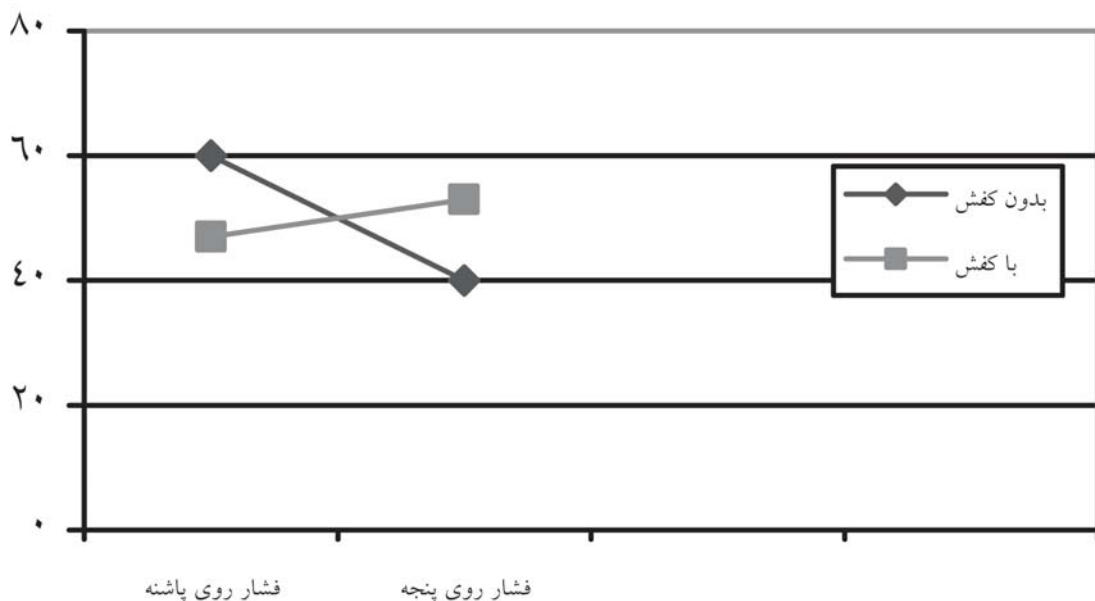
جدول (۱) نیروی ناشی از وزن روی پنجه و پاشنه پا در وضعیت بدون کفش

وضعیت	تجربی قبل از ورزش درمانی		تجربی بعد از ورزش درمانی	
	درصد نیروی ناشی از وزن روی پنجه	درصد نیروی ناشی از وزن روی پاشنه	درصد نیروی ناشی از وزن روی پنجه	درصد نیروی ناشی از وزن روی پاشنه
پایدار	۷۰/۱±۲۵/۸	۲۹/۰±۱۵/۵	۴۳/۰±۱۷/۵	۵۶/۹±۱۷/۱
نیمه پایدار	۷۰/۱±۲۰/۲	۲۶/۳±۲۱/۲	۴۱/۳±۱۶/۸	۵۸/۷±۱۶/۸
ناپایدار	۷۸/۴±۱۴/۵	۲۲/۷±۱۳/۳	۵۸/۳±۱۶/۶	۴۶/۳±۱۶/۵

جدول (۲) نیروی ناشی از وزن روی پنجه و پاشنه پا در وضعیت با کفش

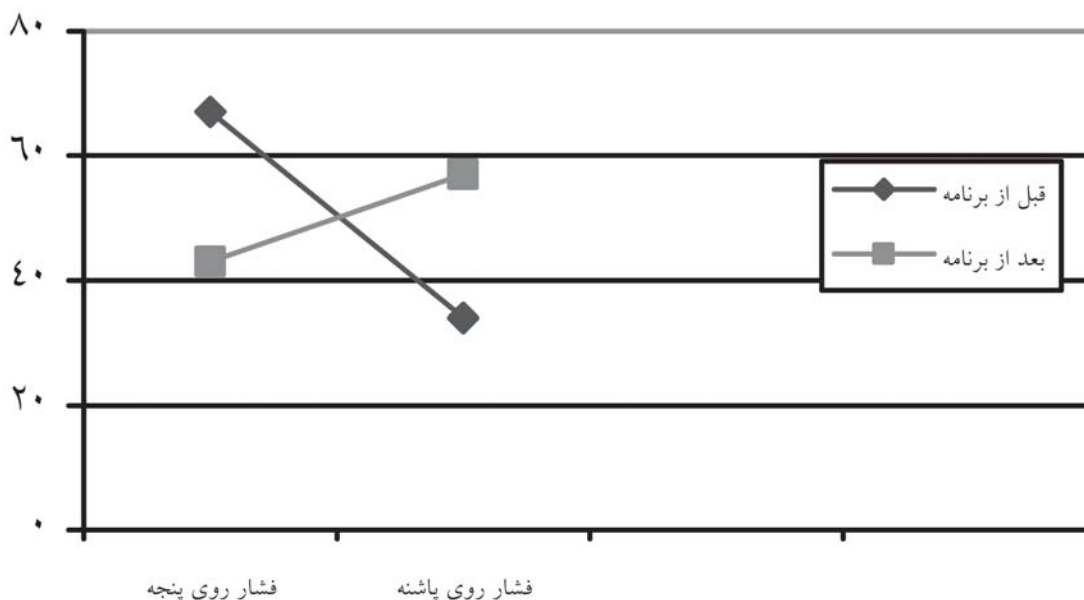
وضعیت	تجربی قبل از ورزش درمانی		تجربی بعد از ورزش درمانی	
	درصد نیروی ناشی از وزن روی پنجه	درصد نیروی ناشی از وزن روی پاشنه	درصد نیروی ناشی از وزن روی پنجه	درصد نیروی ناشی از وزن روی پاشنه
پایدار	۳۸/۵±۱۳/۶	۶۵/۱±۱۳/۷	۳۳/۴±۱۴/۱	۶۶/۹±۱۴/۱
نیمه پایدار	۶۵/۹±۱۱/۷	۳۴/۰±۱۲/۵	۴۱/۱±۱۷/۵	۵۹/۰±۱۷/۴
ناپایدار	۶۷/۸±۱۵/۶	۳۳/۲±۱۵/۵	۴۴/۲±۱۴/۹	۶۱/۳±۱۶/۶

نمودار ۱: تأثیر متقابل معنی دار بین کفش و نیروی ناشی از وزن روی پنجه و پاشنه





نمودار ۲: تأثیر متقابل معنی دار بین توزیع نیروی ناشی از وزن و عامل درمان



#### بحث

قبل از تحقیقات مختلفی نشان داده شده بود که تعادل بیماران فلج مغزی دچار نقصان است و بر خلاف افراد سالم تعادل این بیماران با رشد سن بهبود نمی یابد. اما در آن تحقیقات صرفاً نتیجه گیری های کلی ارائه شده و کیف توانبخشی ضعفهای تعادل بیماران بخوبی توضیح داده نشده اند. تحقیقات گذشته صرفاً بر روی تعادل استاتیک بیماران انجام شده و بسیار اندک است. وجود اسپاستی سیتة، عضلات کوتاه و کانتراکچر، باعث می گردد عکس العمل های قامتی در حفظ تعادل اثرات خود را در نگهداری موثر مرکز جرم روی مرکز سطح اتکاء در طی ایستادن از دست دهد، ناچار کودکان جهت حفظ قامت راست هنگام ایستادن، اغلب استراتژی قرار گرفتن روی انگشتان را استفاده می کنند و پاشنه ها در تلاش جهت تطبیق مرکز جرم بر روی مرکز ثقل از روی زمین کنده شده تا تمایل فرد برای افتادن به عقب به هدر رود (۶). این وضعیت قرار گیری روی انگشتان باعث می گردد که نیروی ناشی از وزن در تمامی سطوح کف پا به طور متقارن توزیع نشود و در نهایت تعادل ایستادن را مختل می کند. بنابراین انتظار نمی رود که تحقیقات کلی بتوانند بخوبی مکانیزم ضعف تعادل ایستادن و توانبخشی آنرا توضیح دهند. روشی که در مطالعه حاضر به کار رفت از آن جهت که امکان بحث و بررسی پیرامون چگونگی توزیع نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه پای بیماران در شرایط مختلف و نیز اثر عوامل مختلف از جمله پوشیدن کفش، ثبات سطح اتکاء و اثر برنامه ورزش درمانی را به وجود می آورد به

ویژه آنکه قابلیت تغییر ثبات سطح اتکاء امکان ارزیابی عملکرد را در شرایط مختلف ممکن می سازد منحصر بفرد است. میانگین توزیع نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه پا در بیماران در وضعیت بدون کفش بعد از برنامه ورزش درمانی متعادل شد ( $p < 0.05$ ). کاهش معنی دار نیروی ناشی از وزن بر پنجه پا در بیماران منجر به انتقال این میزان نیرو بر پاشنه ها شد و باعث شد نیروی ناشی از وزن نسبت به قبل از درمان به طور متقارنی روی پنجه و پاشنه توزیع شود. در هنگام ایستادن کودکان فلج مغزی تعادل قدامی خلفی خود را فقط با استفاده از عملکرد اندام فوقانی و تنه حفظ می کنند و از استراتژی میچ پا برای حفظ تعادل استفاده نمی کنند بنابراین نمی توانند نیروی ناشی از وزن خود را در تمامی سطوح کف پا توزیع کنند (۱۶). وینتر و همکاران (۱۹۹۵) اهمیت ارتباط بین مرکز فشار پاها و مرکز ثقل را در جهت قدامی خلفی در هنگام ایستادن کامل توصیف کردند و عنوان کردند که این ارتباط به وسیله استراتژی میچ پا کنترل می شود (۱۵). شاید افزایش توانایی بیماران در کنترل عضلات میچ پا بعد از ورزش درمانی، بیماران را قادر ساخت تا مرکز فشار پاها را در جهت قدامی خلفی کنترل و نیروی ناشی از وزن را به طور متقارن روی پاشنه ها و پنجه ها توزیع کنند (۲۳). این نتایج با نتایج هریس و همکاران (۱۶) و بارتتر و همکاران (۱۲) و وینتر و همکاران (۲۳) مطابقت دارد. در تغییر وضعیت ثبات صفحه تعادل سنج به سمت ناپایدار، نیروی ناشی از وزن روی پنجه پا از نیروی ناشی از وزن روی پاشنه پا بیشتر بود. با این وجود هنوز توزیع نیروی ناشی از وزن روی



ناشی از وزن بدن بر پنجه و پاشنه نیستند. بعد از برنامه ورزش درمانی میانگین توزیع نیروی ناشی از وزن بر پنجه و پاشنه پا در بیماران متعادل شد. پوشیدن کفش پاشنه دار عامل مهمی در حفظ توزیع متعادل نیروی ناشی از وزن روی پنجه و پاشنه در بیماران فلج مغزی محسوب می شود و می بایستی در برنامه توانبخشی این بیماران مورد توجه قرار گیرد. این نتیجه می تواند پزشکان را در تشخیص و درمان ناهنجاریهای تعادلی کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک یاری نماید.

#### منابع:

- 1) Behrman PF, Kliegman RM. Nelson essential of Pediatrics. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia WB, Saunders: 2002;50-52.
- 2) Christos P, Basil P. Encyclopedia of pediatric neurology Theory and practice. 2<sup>nd</sup> ed. 1999; 322-355.
- 3) Ferdjallah M, Harris G, Smith P, Wretch J. Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*; 2002; (17) 203-210.
- 4) Behrman RE, Kliegman RM. Nelson essential of Pediatrics. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia WB, Saunders: 2002;1843-1844.
- 5) Westcott S, Lowes L, Richardson P. Evaluation of postural stability in children: current theories and assessment tools. *Phys Ther*. 1997; 77: 629-645.
- 6) Burtner P, Woollacott M, Qualls C. Stance balance control with orthoses in a group of children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1999; 41: 748-757.
- 7) Cerny K, Perry J, Walker J. Adaptations during the stance phase of gait for simulated flexion contractures at the knee. *Orthopedics*. 1994; 17: 501-513.
- 8) Campbell SK. *Physical Therapy for Children*. Philadelphia: WB Saunders: 1995;489-524.
- 9) Damiano DL, Vaughan CL, Abel MF. Muscle response to heavy resistance exercise in adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1995;37:731-739.
- 10) Bertoti DB. Effects of therapeutic horse riding on posture in children with cerebral palsy. *Phys Ther*(6): 1988;1505-1512.
- 11) Kuczynski M. Task related changes in biomechanical properties of ankle joint during standing. IN: Lornecki, S[ed]. XI IBS Seminar. 1999; (10)154-160.
- 12) Burtner PA, Qualls C, Woollacott MH. Muscle activation characteristics of stance balance control in children with spastic cerebral palsy. *Gait Posture*. 1998; 8: 163-174.
- 13) Woollacott MH, Burtner P, Jensen J, et al. Development of postural responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neurosci Biobehav Rev*. 1998; 22: 583-589.
- 14) Sutherland D, Cooper L. The pathomechanics of progressive crouch gait in spastic diplegia. *Orthop Clin North Am*. 1978; 9: 143-154.
- 15) Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture* 1995; 3, 193-214.
- 16) Harris JF. Retraction on rehabilitation. *Engo; IEEE* 1993; 35-42
- 17) Rose J, Wolf DR, Jones V, Black Dk, Ohlert Jw. Postural balance in children with cerebral palsy. *Child Neurology*. Washington Appleton and lang. 2002. Jan; 44(1):58-63.
- 18) Butler P, Nene A. The biomechanics of fixed ankle foot orthoses and their potential in the management of cerebral palsied children. *Physiotherapy*. 1991;77: 81-88.
- 19) Cook T, Cozzens B. The effects of heel height and ankle-foot-orthosis configuration on weight line location: a demonstration of principles. *Orthotics Prosthetics*. 1976; 30: 43-46.
- 20) Franklin ME, Chenier TC, Brauninger L, et al. Effect of positive heel inclination on posture. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1995; 21: 94-99.
- 21) Kuczynski M, Slonka K. Influence of artificial saddle riding on postural stability in children with cerebral palsy. *Gait and Posture*; 1999; (10)154-160.
- 22) Kuczynski M. The Second order autoregressive model in the evaluation of postural stability. IN: *Gait and Posture*. 1999; (9)50-6.
- 23) Winter Da, Patle AE, Frank JS. Assessment of balance control in human. IN: *Med Prog Tech*. 1990; (16) 31-35.

پاشنه و پنجه نسبت به قبل از ورزش درمانی تقریباً متقارن بود و اختلاف فاحشی را آشکار نکرد ( $p < 0.05$ ). انتقال نیروی ناشی از وزن از پاشنه به پنجه در تغییر وضعیت از پایدار به ناپایدار این مطلب را تأیید می کند که وقتی درجه ثبات صفحه تعادل سنج به حداقل ناپایداری می رسد و صفحه تعادل سنج به سمت پشت انحراف پیدا می کند بیماران برای حفظ تعادل خود اسپاسم را در عضلات دو قلو و نعلی افزایش داده و بر روی پنجه پا قرار می گیرند (۳).

توزیع نیروی ناشی از وزن بر روی پنجه و پاشنه در وضعیت پایدار سطح اتکاء زمانیکه بیماران با کفش بر روی صفحه تعادل سنج ایستاده بودند مشابه قبل از ورزش درمانی بود و هیچگونه تغییری نکرد ( $P > 0.05$ ). محققان (۸، ۳) نتیجه گرفتند که کفشهای پاشنه دار با انتقال مرکز جرم بدن کودکان به جلو، مرکز سطح اتکاء را افزایش می دهند که این افزایش سطح اتکاء فلکشن اضافی در ران و زانو را کاهش می دهد. این نتایج با نتایج کوزینسکی (۲۱)، کوک و کوزن (۱۹) و باتلر و نن (۱۸) مطابقت دارد. اثر برنامه ورزش درمانی در وضعیت با کفش در شرایط نیمه پایدار و ناپایدار صفحه تعادل سنج مشاهده شد. در این وضعیت ها بیماران بعد از ورزش درمانی با افزایش ناپایداری سطح اتکاء تغییر خاصی را در توزیع نیروی ناشی از وزن روی پنجه و پاشنه پا از خود نشان ندادند و نیروی ناشی از وزن روی پنجه و پاشنه پا تقریباً متعادل تر بود. در شرایط پایدار و با کفش بدلیل عدم تحریک گیرنده های حسی - عمقی عضلات دو قلو و نعلی نیروی ناشی از وزن بر روی پنجه و پاشنه مشابه قبل از درمان بود اما با تغییر درجه ناپایداری صفحه تعادل سنج، در وضعیت قبل از ورزش درمانی زمان استقرار روی پنجه پا نسبت به پاشنه افزایش چشمگیری داشت که نشان از عدم توانایی بیماران در کنترل بر روی عضلات مچ پا می باشد. در نتیجه با افزایش ناپایداری صفحه تعادل سنج، کنترل بیشتر بیماران بر روی عضلات مچ پا بعد از ورزش درمانی باعث گردید تا توزیع نیروی ناشی از وزن روی پنجه پا و پاشنه پا تقریباً متقارن گردد.

#### نتیجه گیری

این مطالعه اهمیت افزایش انعطاف پذیری عضلات اسپاسم دار و تقویت عضلات ریلکس و در نهایت افزایش کنترل روی مچ پا در بیماران فلج مغزی اسپاستیک را در جهت بهبود توزیع فشار بر روی سطوح مختلف کف پا نشان می دهد که در نهایت منجر به افزایش تعادل ایستادن این بیماران می گردد.

بیماران فلج مغزی اسپاستیک دای پلژی قادر به توزیع متقارن نیروی