

بررسی اثر ارتز کاهنده تون در کودکان دایپلژی اسپاستیک ۸-۲ ساله

مینو کلانتری^{۱*}، دکتر سیدمهدی مسینی^۲، سید مهدی طباطبایی^۳

۱. مربی، گروه کاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۲. استادیار، گروه ارتوپدی، بیمارستان اختر، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳. کارشناس ارشد آمار، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

چکیده

سابقه و هدف: فلج مغزی یک ناهنجاری غیرپیشرونده در مغز است که نقایص حرکتی و وضعیتی در رشد کودک ایجاد می‌کند و شیوع نوع اسپاستیک آن بیش از سایر موارد است. در توانبخشی از ارتزها برای جلوگیری از عوارض اسپاستیسیته و بهبود راه رفتن استفاده می‌شود. با توجه به برخی گزارشات مبنی بر تاثیر ارتز کاهنده تون در کاهش تون کودکان فلج مغزی اسپاستیک، این مطالعه با هدف مقایسه تغییرات تون و الگوی راه رفتن (طول گام، فاصله دو پا و زاویه پا) در دو گروه از کودکان دایپلژی اسپاستیک با و بدون ارتز کاهنده تون انجام شد.

مواد و روش‌ها: این کارآزمایی بالینی روی ۳۰ کودک دایپلژی اسپاستیک ۸-۲ ساله در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و شاهد (۱۸ نفر) انجام شد. تون عضلات بر اساس Modified Ashworth Scale و الگوی راه رفتن با ثبت ردپای کودک روی کاغذی که به زمین چسبانده شده بود، قبل و بعد از ۱۲ هفته اندازه‌گیری شد. در این مدت هر دو گروه سه روز در هفته تحت درمان با NDT بودند. علاوه بر آن گروه تجربی ارتز کاهنده تون را ۶ ساعت در روز می‌پوشیدند.

یافته‌ها: تون عضلات کل بدن در گروه تجربی کاهش معنی‌داری داشت ($p=0/025$). مقایسه تون عضلات پلانتر فلکسور و همسترینگ در گروه تجربی قبل و بعد از مداخله تفاوت معنی‌داری نشان داد (بترتیب $p=0/01$ و $p=0/006$), اما در گروه شاهد معنی‌دار نبود. میانگین طول گام پای راست ($p=0/03$) و چپ ($p=0/04$) در گروه تجربی بیشتر از شاهد بود، اما تفاوت تون اندام فوقانی در هر دو گروه شاهد ($p=0/03$) و تجربی ($p=0/02$) معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری: ارتز کاهنده تون در کودکان دایپلژی اسپاستیک همراه با اقدامات درمانی متداول موجب کاهش تون به خصوص تون پلانتر فلکسورها و همسترینگ‌ها و افزایش طول گام می‌شود. بنابراین این ارتز برای کاهش تون توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: ارتز کاهنده تون، اسپاستیسیته، دایپلژی.

مقدمه

توانبخشی است. در این بیماران افزایش رفلکس‌های وتیری، کلونوس، positive supportive reaction (PSR) قوی و equinus علت عمده اختلالات راه رفتن به‌شمار می‌روند. PSR می‌تواند انرژی لازم برای شروع فاز swing را سه برابر کند و زمان تحمل وزن روی هر دو پا را در طی مراحل راه رفتن متناسب با شدت اسپاستیسیته افزایش دهد (۲،۳). متخصصین توانبخشی از ارتزها برای جلوگیری از عوارض اسپاستیسیته مثل انقباضات (contracture) یا بدشکلی‌های مفصلی و بهبود راه رفتن کودکان فلج مغزی استفاده می‌کنند (۴). در دهه گذشته با تغییراتی که در ارتزهای مچ پا داده شد، این ارتزها برای مهار تون نیز بکار رفتند (۵). انواع متفاوتی از این ارتزها در کودکان فلج مغزی اسپاستیک بررسی شده‌اند.

فلج مغزی یک ناهنجاری غیرپیشرونده در مغز است که نقایص حرکتی و وضعیتی در رشد کودک ایجاد می‌کند (۱). از بین انواع فلج مغزی، نوع اسپاستیک از شیوع بیشتری برخوردار است و نوع دایپلژی شایعترین مورد در کودکان نارس است. هدف از درمان کودکان فلج مغزی کمک به کسب مهارت‌های عملکردی و کاهش عوارض آسیب مغزی است. کاهش اسپاستیسیته به کسب این اهداف کمک می‌کند (۲). اسپاستیسیته عامل مهمی در کاهش موفقیت برنامه

*نویسنده مسئول مکاتبات: مینو کلانتری، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده توانبخشی، گروه کار درمانی؛

گروه شاهد موافقت کردند. سپس دو گروه از نظر نمره تون و متغیرهای راه رفتن (طول قدم، فاصله دو پا و زاویه پا) مورد آزمون قرار گرفتند. دو گروه ۳ روز در هفته تحت درمان با Neurodevelopmental treatment (NDT) بودند (۱). در گروه تجربی علاوه بر NDT برای هر کودک Tone reducing AFO نیز تهیه شد. هر کودک در گروه تجربی حداقل ۶ ساعت در روز خصوصاً هنگام ایستادن و راه رفتن از ارتز استفاده می‌کرد. پس از ۱۲ هفته تون و متغیرهای راه رفتن مجدداً ارزیابی گردید. یک نفر از گروه تجربی و سه نفر از گروه شاهد در ارزیابی متغیرهای راه رفتن همکاری نکردند. ارتز بکار گرفته شده مچ پا را در وضعیت ۹۰ درجه قرار می‌داد. کفی آن شامل قوس طولی داخلی، قوس عرضی، پد متاتارسال و rest pad انگشتان بود که از رزین به روش lamination تهیه گردید (شکل ۱). یافته‌ها در دو گروه با استفاده از آزمون t و Mann-Whitney، و داخل هر گروه با Wilcoxon بررسی شد و $p < 0.05$ معنی‌دار تلقی گردید.



شکل ۱- ارتز ساخته شده برای مطالعه

یافته‌ها

در این مطالعه ۳۰ کودک دایپلژی اسپاستیک (۱۰ دختر و ۲۰ پسر) در دو گروه شاهد (۱۸ نفر) و تجربی (۱۲ نفر) با میانگین سنی ۵/۷ سال در گروه تجربی و ۵/۳ سال در گروه شاهد بررسی شدند. نمره تون گروه تجربی (۳۵/۷۵-۱۷/۲۵) و ۲۴ گروه شاهد (۲۹/۷۵-۱۷/۵) بود. مقایسه نمره تون دو گروه قبل از مداخله تفاوت معنی‌داری نشان نداد. میانگین متغیرهای راه رفتن (طول گام، فاصله دو پا و زاویه پا) نیز در دو گروه قبل از مداخله تفاوت معنی‌داری نداشت. جدول ۱ میانگین و انحراف معیار این متغیرها را نشان می‌دهد. پس از مداخله تون عضلات کل بدن در گروه تجربی (۲۱/۵-۱۰/۲۵) و شاهد (۳۷-۱۹) به دست آمد ($p=0.025$). کاهش تون در کودکانی که اسپاستیسیته

در این مطالعات کاهش تون پلانتر فلکسورها و بهبود وضعیت اندام تحتانی (۲، ۸-۶)، افزایش طول گام (۶، ۹، ۱۰)، کاهش رفلکس PSR و بهبود حرکات ظریف دست (۱۱) گزارش شده است. البته مقالاتی هم وجود دارند که کاربرد این نوع ویژگیها را در ارتزها تاثیرگذار نمی‌دانند (۱۲).

با توجه به مطالعات فوق این نکات به چشم می‌خورند: ۱- مطالعات کمی وجود دارند که ارتزها را برای یک گروه هموژنوس و با اهداف درمانی یکسان مقایسه کرده باشند، ۲- اکثر این مطالعات روی نمونه‌های کوچکی بررسی شده‌اند و ۳- مدت مداخله متفاوت بوده است. لذا رسیدن به یک نتیجه‌گیری کلی دشوار است. با توجه به اینکه این ارتزها در ایران تاکنون ساخته نشده‌اند و با در نظر گرفتن نتایجی که از آن در کودکان فلج مغزی گزارش شده است، آشنایی با اثرات آن در توانبخشی کودکان فلج مغزی حائز اهمیت است. هدف از این مطالعه تعیین اثرات ارتز کاهنده تون بر روی الگوی راه رفتن و کاهش تون عضلانی کودکان دایپلژی اسپاستیک است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بصورت کارآزمایی بالینی انجام شد. تمام کودکان دایپلژی اسپاستیک مراکز روزانه توانبخشی شمال و شرق تهران که در محدوده سنی ۲ تا ۸ سال بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. شرایط ورود به مطالعه نداشتن سابقه تشنج، عدم تغییر شکل ثابت شده در مچ پا، عدم اسپاستیسیته شدید در مچ پا و توانایی ایستادن با کمک بود. از والدین کودکان رضایت برای شرکت در مطالعه اخذ گردید. در نهایت ۳۰ کودک که حائز شرایط بودند، وارد مطالعه شدند. هر کودک در حالی که روی تشک قرار داشت، ارزیابی شد. ابتدا براساس معیار Modified Ashworth (۷) میزان تونوس عضلات کل بدن اندازه‌گیری شد. برای ثبت رد پای هر کودک، کف پای او به رنگ آغشته شد. کودک با کمک درمانگر روی کاغذی به ابعاد ۲۱ سانتیمتر که به زمین چسبیده بود به آرامی قدم بر می‌داشت. طول گام، فاصله دو پا و زاویه پا اندازه‌گیری شد. متوسط زمان ارزیابی‌ها برای هر کودک با توجه به میزان همکاری بین ۴۵ دقیقه تا یک ساعت بود. در بعضی از موارد ارزیابی در دو جلسه انجام گرفت.

هر کودک براساس سن در گروههای سنی ۲-۴، ۴-۶ و ۶-۸ سال و براساس شدت اسپاستیسیته در دو گروه خفیف (۲۰-۰) و متوسط (بالتر از ۲۰) طبقه‌بندی شد. ابتدا کودکان بطور تصادفی در گروه شاهد یا تجربی قرار گرفتند. ۳ نفر از گروه تجربی که برای تهیه ارتز همکاری نکردند، با بودن در

بحث

مقایسه دو گروه تجربی و شاهد پس از مداخله تفاوت معنی‌داری را در تون عضلات کل بدن نشان داد. اما تفاوت معنی‌داری در سایر متغیرها بین دو گروه مشاهده نشد. با مقایسه تغییرات این متغیرها در هر گروه مشخص گردید که تون عضلات پلانترفلکسورها و همسترینگ‌ها در گروه تجربی قبل و بعد از مداخله تفاوت معنی‌داری دارد، اما این تفاوت در گروه شاهد دیده نشد. بعلاوه تفاوت میانگین طول گام فقط در گروه تجربی معنی‌دار بود. این تفاوتها را می‌توان به ساختمان ارتز کاهنده تون نسبت داد و از چند جهت بررسی نمود:

الف) *biomechanical neutral* نقطه‌ای است که از آن نقطه حداکثر حرکت عملکردی در تمام جهات در ارتباط با هر قسمتی از بدن رخ می‌دهد و در این ارتز با حفظ وضعیت *subtalar neutral* فراهم می‌شود.

به نظر می‌رسد ثبات و کنترل حرکت در مفصل *subtalar* در صفحه عرضی و سائیتال، در تعادل طبیعی هنگام ایستادن و راه رفتن ضروری است و در کودکان فلج مغزی نقطه‌ای که در آن تون، طبیعی‌ترین حالت ممکن را دارد *subtalar neutral* است که با ارتز فراهم می‌شود (۱۳). ثبات اندام در صفحه سائیتال بر روی زمان تحمل وزن روی یک‌پا، طول گام و مصرف انرژی اثر می‌گذارد (۶).

ب) قوسهای دینامیک با احتمالاً بعنوان قسمتی از سیستم کنترل وضعیت در حالت قائم عمل می‌کنند. حتی در ضایعات خفیف نورون حرکتی، کنترل همزمان این سیستم‌ها وجود ندارد. فقدان عملکرد این سیستم‌ها در جهت فراهم نمودن یک سطح اتکای ثابت و متعادل، اثر منفی روی کنترل حرکتی در قسمت‌های بالاتر دارد. حمایت قوسهای دینامیک و کنترل پنجه، مفاصل مچ و *subtalar* در خط وسط موجب مهار تون می‌شود (۹).

ج) ارتز کاهنده تون بعنوان قسمتی از برنامه درمانی در این کودکان به کنترل هیپرتونوس فلکسوری و اکستنسوری ناشی از فلکسهای شدیدی از جمله *positive supporting* (با جلوگیری از فلکسیون پلانتر) و *tonic toe flexion* (با کمک متاتارسال بار) کمک می‌نماید (۷).

د) مناطق برجسته در روی ارتز فشار رو به بالایی به فضاهای بافت نرم اعمال می‌کنند. وقتی فرد شروع به انتقال وزن به سمت داخل یا خارج می‌کند، ثبات و فشار اصلاحی به بافت نرم به تناسب افزایش می‌یابد و فیدبک واضح و مداوم حس عمقی ایجاد می‌کند. ارتزهای کاهنده تون برای کسب بهترین شرایط اعمال *load* طراحی شدند و اعمال *load* طبیعی

متوسط داشتند بیشتر از کودکانی بود که اسپاستیسیته خفیف داشتند ($p=0/001$)، اما در گروههای سنی مختلف تفاوت معنی‌داری دیده نشد. طول گام، فاصله دوپا و زاویه پا نیز در دو گروه پس از مداخله با هم مقایسه شد و تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

جدول ۱ - میانگین و انحراف معیار طول قدم، فاصله دو پا و زاویه

متغیر	تعداد	ارزیابی اولیه	ارزیابی ثانویه
سن(ماه)	مورد ۱۲	۶۸/۲۵±۲۱/۱۶	۷۰/۵۰±۲۱/۴۰
	شاهد ۱۸	۶۳/۶۱±۲۲/۶۲	۶۳/۶۱±۲۲/۶۲
طول گام راست	مورد ۱۱	۲۳/۱۶±۹/۵۴	۲۷/۵۴±۹/۶۷
	شاهد ۱۵	۲۴/۶۵±۱۱/۴۸	۲۱/۳۹±۶/۰۳
طول گام چپ	مورد ۱۱	۲۳/۸۰±۹/۰۵	۲۸/۱۷±۹/۶۳
	شاهد ۱۵	۲۴/۳۷±۱۰/۱۴	۲۲/۶۸±۷/۰۶
فاصله دو پا	مورد ۱۱	۲/۸۸±۸/۲۰	۵/۵۴±۷/۰۰
	شاهد ۱۵	۵/۷۹±۷/۰۰	۷/۸۷±۷/۸۴
زاویه پای راست	مورد ۱۱	۲۳/۴۲±۵/۵۰	۱۸/۲۵±۱۶/۳۳
	شاهد ۱۵	۲۱/۲۶±۵/۷۳	۱۸/۳۷±۹/۵۶
زاویه پای چپ	مورد ۱۱	۱۹/۷۹±۳/۷۷	۱۲/۵۹±۹/۷۳
	شاهد ۱۵	۲۷/۸۸±۰/۷۰	۱۹/۷۷±۴/۰۷

میزان تغییرات در هر گروه، تون عضلات مختلف اندام تحتانی و اندام فوقانی قبل و بعد از مداخله در گروه تجربی و شاهد با آزمون Wilcoxon مقایسه گردید. جدول ۲ میانه و چارکهای اول و سوم عضلات مختلف را نشان می‌دهد.

در گروه تجربی کاهش تون پلانتر فلکسورها ($p=0/01$) و همسترینگ‌ها ($p=0/006$) معنی‌دار بود. اما در گروه شاهد تفاوت ارزیابی اول و دوم معنی‌دار نبود. همچنین تون اندام فوقانی در هر دو گروه شاهد ($p=0/03$) و تجربی ($p=0/02$) کاهش معنی‌داری داشت. میانگین طول گام، فاصله دوپا و زاویه پا نیز در گروه تجربی قبل و بعد از مداخله با آزمون *t* زوجی مقایسه گردید. تفاوت میانگین طول گام پای راست ($p=0/03$) و پای چپ ($p=0/04$) معنی‌دار بود. اما سایر متغیرها معنی‌دار نبود. در گروه شاهد نیز میانگین طول گام، فاصله دوپا و زاویه پا قبل و بعد مقایسه گردید اما تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۲- میانه و چارک اول و سوم تون عضلات پلانتر فلکسور،

اداکتور، همسترینگ و اندام فوقانی قبل و بعد از مداخله

گروه	تعداد	آزمون	پلانتر فلکسورها	اداکتورها	همسترینگ	اندام فوقانی
مورد ۱۲	اول	۶(۴-۷)	۴(۲-۶)	۶(۵/۲۵-۷/۷۵)	۶(۵/۲۵-۷/۷۵)	۲/۵(۰-۷/۵)
	دوم	۴(۲/۲۵-۵/۵)	۴(۰/۲۵-۶)	۴(۴-۶)	۴(۴-۶)	۰(۰-۲/۷۵)
شاهد ۱۸	اول	۴/۵(۲-۶)	۶(۰-۶/۵)	۶(۴/۷۵-۸)	۶(۴/۷۵-۸)	۲(۰-۶)
	دوم	۵(۳/۷۵-۶/۲۵)	۶(۲-۶)	۶/۵(۵/۵-۸)	۶/۵(۵/۵-۸)	۰(۰-۵)

بیشتر با زمین تماس می‌یابد و زانو در extension بیشتری قرار می‌گیرد. بنابراین کودک گامهای بلندتری را برمی‌دارد. در این بررسی نیز تفاوت معنی‌داری در زاویه پا و فاصله دو پا مشاهده نگردید. گمان می‌شود اسپاستیسیته اداکتورها و روتاتورهای ران مسئول کاهش زاویه پا و فاصله دو پا باشند که ارتز کاهنده تون تاثیر قابل توجهی بر روی آنها ندارد. در هر دو گروه تفاوت معنی‌داری در تون اندام فوقانی دیده شد که می‌تواند ناشی از اثرات NDT در هر دو گروه باشد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد کاربرد ارتز کاهنده تون در کنار NDT می‌تواند به کاهش تون، خصوصاً کاهش تون پلانترفلکسورها و همسترینگ‌ها و افزایش طول گام در کودکان دایپلژی اسپاستیک ۸-۲ ساله کمک نماید. از آنجاکه کودکان با اسپاستیسیته متوسط کاهش تون بیشتری نشان دادند، به نظر می‌رسد وقتی اسپاستیسیته مانع اساسی پیشرفت کودک است، این ارتز راه حل مناسبی به‌شمار رود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری صمیمانه آقای مهندس حاجی آقایی، مسئولین محترم مرکز توانبخشی آینده، نمونه، نیلوفر، بنیاد توانبخشی، دانشکده توانبخشی و بیمارستان طالقانی و تمامی خانواده‌های کودکان فلج مغزی که در این بررسی شرکت داشتند، قدردانی می‌نماییم.

هنگام ایستادن می‌تواند extension را در پای stance و swing را در پای مقابل بهبود بخشد (۳). وضعیت ثابت مچ پا در داخل ارتز کاهنده تون یک کشش مداوم برای پلانتر فلکسورها است. Trembly و همکارانش نیز دریافتند که کشش مداوم ۳۰ دقیقه‌ای روی پلانترفلکسورهای کودکان فلج مغزی باعث کاهش اسپاستیسیته و بهبود فعالیت ارادی پلانترفلکسورها می‌شود (۱۴). Buckon و همکارانش نیز قبلاً در مقایسه سه نوع ارتز در کودکان دایپلژی به این نتیجه رسیده بودند که ارتزی که حرکت مچ پا را محدود کند، در اکثر این کودکان مفید است (۱۵).

افزایش طول قدم پای راست و چپ در گروه تجربی که در این بررسی بدست آمد، در مطالعات Hinderer و همکارانش بدنبال استفاده از قالب گچی کاهنده تون و Bertoti بدنبال استفاده از قالب گچی ساق کوتاه گزارش شده بود. اما آنها نیز تفاوت معنی‌داری در زاویه پا و فاصله دو پا مشاهده نکرده بودند (۹،۱۶). افزایش طول قدم در کودکانی که از ارتز استفاده کرده‌اند احتمالاً بدین خاطر است که کودکان دایپلژی اسپاستیک بدلیل اسپاستیسیته پلانترفلکسورها، همسترینگ‌ها و سایر عضلات اندام تحتانی و همچنین وجود رفلکس positive supporting هنگام ایستادن روی پنجه پا می‌ایستند و سطح اتکای کمی دارند. لذا هنگام راه رفتن مجبور هستند روی پایی تحمل وزن کنند که کاملاً روی زمین قرار ندارد و راستای مفاصل ران، زانو و مچ طبیعی نخواهد بود. در نتیجه قدم خود را خیلی سریع و کوتاه برمی‌دارند تا از افتادن خود جلوگیری نمایند. پوشیدن ارتز تون پلانترفلکسورها و همسترینگ‌ها را کاهش می‌دهد و هنگام تحمل وزن کودک احساس امنیت بیشتری می‌کند، زیرا کف پا

REFERENCES

1. Rogers SL. Common conditions that influence children's participation. In: Case-Smith J, editor. Occupational therapy for children. 5th edition. United States: Mosby. 2005;p:160-218.
2. Radtka SA, Skinner SR, Johanson E. 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.
3. Nash B, Roller JM, Parker MG. The effects of tone-reducing orthotics on walking of an individual after incomplete spinal cord injury. *J Neurol Phys Ther*. 2008;32(1):39-47.
4. Davids JR, Rowan F, Davis RB. Indications for orthoses to improve gait in children with cerebral palsy. *J Am Acad Orthop Surg* 2007;15(3):178-88.
5. Harris SR, Riffle K. Effects of inhibitive ankle-foot orthoses on standing balance in a child with cerebral palsy. A single-subject design. *Phys Ther*. 1986;66(5):663-7.
6. Brehm MA, Harlaar J, Schwartz M. Effects of ankle-foot orthoses on walking efficiency and gait in children with cerebral palsy. *J Rehabil Med*. 2008;20(3):207-23.
7. Iwata M, Kondo I, Sato Y, Satoh K, Soma M, Tsushima E. An ankle foot orthosis with inhibitor bar: effect on hemiplegic gait. *Arch Phys Med Reh* 2003;84(6):924-27.

8. Sabharwal S, Bibbo C. Orthotic and bracing principles in neuromuscular foot and ankle problems. *Foot Ankle Clin.* 2000;5:235-64.
9. Hinderer KA, Harris SR, Purdy AH, Chew DE, Staheli LT, McLaughlin JF, et al. Effects of 'tone-reducing' vs. standard plaster-casts on gait improvement of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1988;30(3):370-7.
10. Rooijen DV, Groot J, de Harlaar J, Shortland AP. The effect of fixed ankle foot orthoses on spatiotemporal parameters, kinematics and muscle activity in children with spastic diplegia. *Gait Posture.* 2006;24(2):S149-S150.
11. Taylor CL, Harris SR. Effects of ankle-foot orthoses on functional motor performance in a child with spastic diplegia. *Am J Occup Ther.* 1986;40(7):492-4.
12. Crenshaw S, Herzog R, Castagno P, Richards J, Miller F, Michaloski G, et al. The efficacy of tone-reducing features in orthotics on the gait of children with spastic diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2000;20(2):210-6.
13. Hylton N, Glenn MB, Whyte J, editors. *Dynamic casting and orthotics in the practical management of spasticity in children and adults.* London LEA & FEBIGER.1990;p:167-201.
14. Tremblay F, Malouin F, Richards CL, Dumas F. Effects of prolonged muscle stretch on reflex and voluntary muscle activations in children with spastic cerebral palsy. *Scand J Rehabil Med.* 1990;22(4):171-80.
15. Buckon CE, Thomas SS, Jakobson-Huston S, Moor M, Aiona M. Comparison of three ankle-foot orthosis configurations for children with spastic diplegia. *Dev Med Child Neurol.* 2004;46(9):590-8.
16. Bertoti DB. Effect of short leg casting on ambulation in children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 1986;66(10):1522-9.