بررسی تاثیر روش‌های مختلف ساخت AFO با استفاده از توزیع فشار در افراد بزرگسال سالم

وحیده مرادی[1]، مجتبی کامیاب[2*]، مینا آروین[3]، غلامرضا امینیان[4]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد رشته ارتز و پروتز-دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه تهران، [2]استادیار- عضو هیئت علمی دانشگاه تهران، [3]دانشجوی کارشناسی ارشد رشته ارتز و پروتز- دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه تهران، [4]عضو هیئت علمی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه ارتز و پروتز

*نویسنده پاسخگو: آدرس: تهران، بلوار میرداماد، میدان مادر، خیابان شاه نظری، دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه تهران، گروه ارتز و پروتز، Email: m-kamyab@tums.ac.ir

چکیده

مقدمه: AFO ها در درمان و کنترل تعداد زیادی از دفورمیتی موثر هستند. این ارتوزها به دو روش مختلف پیش‌ساخته و ساخته‌شده از قالب پای فرد ساخته می‌شوند، هزینه و زمان ساخت کمتر در AFOهای پیش‌ساخته باعث شده‌است که امروزه تمایل ارتزیست‌ها و بیماران در استفاده از این ارتوزها افزایش‌یابد و این در حالی است که شاید تاثیر بیومکانیکی این دو ارتوز یکسان نباشد، بنابراین مقایسه بیومکانیکی این دو روش ساخت AFO و آگاهی از نتایج آن می‌تواند در تجویز ارتوز مناسب برای بیماران مفید باشد.

هدف: هدف از این مطالعه بررسی تاثیر دو روش ساخت مختلف AFO با استفاده از توزیع فشار در افراد بزرگسال سالم می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه جهت اندازه‌گیری و ثبت حداکثر فشار در سطح پلانتار بین پا و AFO از دستگاه پدار استفاده شد. ۲۴ فرد شرکت‌کننده ۸ متر مسیر راه‌رفتن را تحت دو شرایط با هر کدام از دو نوع AFO طی‌کردند.

یافته‌ها: مقدار میانگین حداکثر فشار در مناطق پاشنه (P<۰,۰۰۴)، متاتارس اول (P<۰,۰۰۱) و دوم (P<۰,۰۰۳) هنگام پوشیدن AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد در مقایسه با AFO پیش‌ساخته به طور معناداری کاهش یافت. اما در مناطق انگشت دوم (P<۰,۰۲۷) و انگشت ۵-۳ (P<۰,۰۰۳) این مقدار در AFO پیش‌ساخته نسبت به AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد به طور معناداری کاهش یافته بود، در سایر مناطق اختلاف بین دو ارتوز معنادار نبود.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان‌داد که تفاوت معناداری در حداکثر فشار در هنگام پوشیدن بین دو ارتوز ساخته شده با روش‌های مختلف وجود دارد در نتیجه، هنگام تجویز ارتوز در نظرگرفتن این مناطق و نوع بیماری از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد و حتی الامکان از تجویز ارتوزها به جز موارد مذکور باید اجتناب کرد.

کلید واژه: Ankle foot orthosisI، توزیع فشار، راه‌رفتن

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۶/۲۰

[I] Ankle foot orthosis

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

حرکات پاتولوژیکال مجموعه مچ و پا به عنوان یک مشکل اصلی در توانبخشی بسیاری از بیماری‌ها به‌عنوان مثال سکته مغزی، اختلالات عضلانی و ضایعات نخاعی وجود دارد. AFOها وسایل کلینیکی هستند که برای برگرداندن حرکات نرمال و یا جلوگیری از حرکات ابنورمال در درمان اختلالاتی که عملکرد عضلات را در ناحیه مچ پا تحت تأثیر قرار می‌دهنداستفاده می‌شوند (۴-۱). علاوه بر آن در نوروپاتی محیطی مانند دیابت برای کاهش فشارهای پلانتار نیز تجویز می‌شوند (۵). گرچه آماری در خصوص میزان تجویز AFO در کشور ایران موجود نمی‌باشد، اما نظر صاحبنظران ارتوپدی فنی حاکی از آنست که AFOها حدود بیست‌وپنج درصد تمامی ارتوزها را در بر می‌گیرند. به‌طور معمول این ارتزها برای کنترل حرکات و موقعیت مچ، جبران ضعف یا تصحیح دفورمیتی به کار می‌روند (۶). در تمرینات کلینیکی، AFOها برای درمان مشکلات مربوط به گیت استفاده می‌شوند (۹-۷).

علی‌رغم تاثیر وسایل ارتوزی هزینه آن‌ها می‌تواند برای بسیاری از بیماران سنگین باشد، به خصوص ارتوزهای ساخته‌شده از قالب پای بیمار که هزینه‌ای معادل چند برابر ارتوزهای پیش‌ساخته دارند، با توجه به اینکه سیستم بیمه در ایران نیز اغلب شامل هزینه وسایل ارتوزی نمی‌شود، زمان و هزینه ساخت کمتر در AFO های پیش ساخته باعث شده‌است که امروزه تمایل ارتوزیست‌ها یا بیماران برای استفاده از این نوع AFOها افزایش‌یابد، اگر چه ممکن است به علت روش ساخت این ارتزها که به صورت انبوه و در سایزهای مختلف و بدون قالب‌گیری از پای بیمار می‌باشد این AFOها تناسب و تطابق کامل با پای بیمار نداشته‌باشند (۱۰) و در نتیجه از توانایی کافی برای کنترل حرکات موردنظر در پای بیمار برخوردار نباشند، بنابراین آگاهی از عملکرد AFOها خیلی مهم می‌باشد و باعث شده‌است تعداد زیادی از مطالعات کلینیکال (به عنوان مثال گیت آنالیز) و مطالعات مکانیکال را به خود اختصاص دهند، بررسی‌های گذشته نشان می‌دهد اکثر این مطالعات بر روی ارزیابی عملکرد گیت بیماران و یا بر روی تاثیر AFO بر توانایی بیمار برای راه‌رفتن تمرکز کرده‌اند و با وجود مطالعات گسترده‌ای که AFO را از جنبه‌های مختلف و پارامترهای گوناگون بررسی کرده‌است اما تاکنون در هیچ یک از این مطالعات AFOها از نظر روش ساخت ارزیابی نشده‌اند. مطالعات گذشته، اگرچه در زمینه AFO انجام نشده‌است ولی نشان می‌دهند که روش‌های مختلف ساخت ارتوز باعث اختلاف بین ارتوزها با توجه به مناطق سطح تماس آن‌ها با بدن می‌شود (۱۱). بررسی مطالعات گذشته حاکی از آن‌است که اندازه‌گیری فشارهای پلانتار به طور فزاینده‌ای در کاربردهای کلینیکی و تحقیقاتی برای مقایسه الگوی راه‌رفتن گروه‌های کلینیکی مختلف (۱۲)، ارزیابی اثرات کفش‌ها (۱۴و۱۳)، ارزیابی بیماری‌هایی نظیر دیابت (۱۵) و روماتویید آرتریت، (۱۶،۱۷) مداخلات ارتوزی (۱۸) و جراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد، بررسی توزیع فشار AFO در اختلالات مختلف در مطالعات گذشته مورد بررسی قرارگرفته است (۱۹و۱۸)، اما در هیچ مطالعه‌ای اختلاف توزیع فشار AFOها با توجه به روش ساخت آن‌ها مورد ارزیابی قرار نگرفته‌است، بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی دو روش ساخت مختلف AFO با استفاده از توزیع فشار آن‌ها در افراد بزرگسال سالم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه نمونه‌ها به صورت ساده و در دسترس از افراد بزرگسال با پای سالم انتخاب شدند، پیش از انجام آزمون اصلی ابتدا مراحل و اهداف آزمون برای هر فرد توضیح داده‌شد و فرم رضایت توسط شرکت‌کنندگان بصورت داوطلبانه تکمیل‌گردید. اطلاعات مورد نیاز از طریق سوالات حضوری و پرسش‌نامه و معاینات بالینی جمع‌آوری شد. در نهایت ۲۴ فرد که شرایط ورود به مطالعه را داشتند (۱۲ نفر خانم و ۱۲ نفر آقا) در این مطالعه شرکت‌کردند. میانگین سنی آن‌ها۴,۴۸±۲۴,۷ سال بود که در دامنه سنی ۱۹ تا ۳۴ قرارگرفتند. افراد سالم در صورت دارابودن شرایط زیر از مطالعه خارج شدند: سابقه ابتلا به نارسایی عروقی (۲۱و۲۰)، سایر بیماری‌های اسکلتی عضلانی و نورولوژیک (۲۲و۲۱)، داشتن ترومای اندام تحتانی و جراحی (۲۲)، داشتن اختلاف طول دو اندام و دفورمیتی‌های پا (۲۳و۲۲).

ساخت ارتز

در این بررسی از ارتوز بدون حرکت در ناحیه مچ پا که به دو روش مختلف ساخته‌شد، استفاده‌گردید.

AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد: تمامی این AFOها با قالب‌گیری مستقیم از پای فرد و در سه مرحله؛ قالب‌گیری، پرو و تحویل تهیه‌شدند. همه ارتوزها توسط

www.SID.ir

یک ارتوزیست) و در زاویه ۹۰ مچ پا ساخته شدند. در صورت نیاز در هر مرحله اصلاحات و تنظیمات لازم انجام می‌شد.

AFO پیش ساخته: سایز هر فرد گرفته‌شده و بر اساس آن یک AFO پیش‌ساخته خریداری شد.

آزمون اصلی

در این مطالعه از دستگاه Pedar-x System جهت اندازه‌گیری و ثبت فشار AFO بر روی سطح پلانتار پا در طی راه‌رفتن استفاده شد. اعتبار و تکرارپذیری این دستگاه برای ثبت و اندازه‌گیری حداکثر فشار در مطالعات گذشته ثابت شده‌است (۲۱و۲۰). برای اطمینان از دقت دستگاه، قبل و بعد از جمع‌آوری داده‌ها، سنسورهای صفحه‌ای با استفاده از نرم‌افزار دستگاه کالیبره و بررسی می‌شدند.

برای اجتناب از اختلاف در کفش‌های افراد شرکت‌کننده، همه افراد از یک نوع کفش (Addidas) با سایز مناسب خود استفاده‌کردند.

برای جمع‌آوری و ثبت فشارها افراد آزمون راه‌رفتن را در شرایطی که کفی مجهز به سنسور دستگاه پدار در سطح پلانتار بین پا و AFO قرارگرفته بود طی ۲ مرحله مجزا (با AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد و AFO پیش‌ساخته) و در شرایطی که AFO را بر روی یک پا (پای غیرغالب) پوشیده بودند در طول یک مسیر مستقیم ۸ متری انجام‌دادند، در پای مقابل نیز برای جلوگیری از ایجاد اختلاف در طول دو اندام یک کفی به ضخامت AFO در داخل کفش قرارگرفت. برای جلوگیری از تاثیر خستگی افراد مراحل آزمون را به صورت تصادفی انجام می‌دادند.

قبل از جمع‌آوری داده‌ها، افراد برای آشنایی با آزمون، دستگاه و ارتوز AFO سه تا پنج دقیقه راه می‌رفتند و بعد از استراحت آزمون اصلی آغاز می‌شد، داده ها در دستگاه پدار در ۵۰ Hz جمع‌آوری گردید. در طول انجام آزمون برای جلوگیری از اغتشاش در الگوی راه‌رفتن و اطمینان از الگوی گیت نرمال، کادنس و سرعت راه‌رفتن مشاهده شد اما کنترل نمی‌شد، برای انجام این کار ابتدا از هر فرد خواسته می‌شد که با سرعت معمولی خود راه برود سپس براساس سرعت هر فرد سرعت دستگاه مترنوم تنظیم می‌شد، و بر این اساس آزمون توسط هر فرد با این سرعت که مطابق با سرعت معمولی خود فرد بود در طول مسیر هشت متری صورت می‌گرفت، هر مرحله آزمون سه بار تکرار گردید و اطلاعات مربوط به هر پا به صورت جداگانه ثبت شد.

آنالیز داده‌ها بر اساس انحرافات آناتومیکی پا و با استفاده از نرم‌افزار MATLAB انجام‌شد. بر این اساس پا در سطح پلانتار به ده منطقه آناتومیکی شامل: پاشنه، قسمت میانی پا، سرهای اولین تا پنجمین متاتارسال، انگشت بزرگ پا، انگشت دوم و انگشت سه تا پنجم تقسیم شد. برای هرکدام از مناطق ذکرشده حداکثر فشار از پنج قدم میانی و از میانگین سه بار تکرار آزمون برای هر فرد شرکت کننده محاسبه‌گردید.

آزمون آماری

جهت واردکردن داده‌ها و انجام آزمون‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ استفاده‌شد. بعد از واردکردن داده‌ها و نام‌گذاری آن‌ها از آزمون کولموگروف–اسمیرنوف جهت بررسی توزیع داده‌ها بهره‌گرفتیم، در نهایت با توجه به نرمال‌بودن توزیع داده‌ها برای مقایسه میانگین حداکثر فشار بین دو ارتوز از آزمون تی زوج استفاده‌شد، در تمامی آزمون های آماری، سطح معنی‌داری مساوی با ۰,۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جدول ۱ نتایج تست راه‌رفتن را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود میانگین حداکثر فشار در AFO ساخته از قالب پای فرد در مناطق پاشنه (P<۰,۰۰۴) متاتارس اول (P<۰,۰۰۱) و متاتارس دوم (P<۰,۰۰۳) به طور معناداری کمتر از AFO پیش‌ساخته می‌باشد، در مناطق ناحیه میانی پا (P<۰,۱۶)، متاتارس سوم (P<۰,۱۸) و چهارم (P<۰,۸۷) نیز مقدار میانگین حداکثر فشار در ارتوز ساخته‌شده از قالب پای فرد در مقایسه با ارتوز پیش‌ساخته کمتر بود اگرچه اختلاف حاصل در این مناطق معنادار نبود.

در مقایسه میانگین حداکثر فشار در سایر مناطق نتایج حاکی از آن بود که مقدار میانگین حداکثر فشار در ارتوز پیش ساخته کمتر از ارتوز ساخته‌شده از قالب پای فرد می‌باشد این اختلاف در مناطق انگشتان ۵-۳ (P<۰,۰۰۳) و انگشت دوم (P<۰,۰۲۷) به صورت معنادار می‌باشد و در مناطق انگشت شست (P<۰,۳۰) و متاتارس پنجم (P<۰,۳۱) اگرچه مقدار میانگین حداکثر فشار در

Archive of SID

www.SID.ir

AFO پیش‌ساخته کمتر از AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد می‌باشد اما اختلاف حاصل معنادار نیست.

جدول۱: مقایسه میانگین حداکثر فشار بین AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد و AFO پیش‌ساخته در طول راه‌رفتن

نواحی پا	AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد	AFO پیش‌ساخته
پاشنه	۱۰۳,۵ ± ۳۱,۲۲	۱۱۶,۱۲ ± ۲۵,۴۶
ناحیه میانی	۲۳,۸۵ ± ۲۹,۵۹	۲۶,۹۵ ± ۳۷,۴۸
متاتارس۱	۷۸,۶۶ ± ۳۵,۱۵	۱۰۴,۸۳ ± ۳۴,۰۹
متاتارس۲	۹۰,۳۷ ±۲۰,۳۳	۱۰۸,۳۹ ± ۲۰,۴
متاتارس۳	۹۶,۱۹ ± ۲۵,۹۹	۱۰۳,۶۳ ± ۲۲,۶۲
متاتارس۴	۸۷,۶۱ ± ۲۵,۸۷	۸۸,۳۴ ±۲۱,۵۵
متاتارس۵	۷۵,۱۶ ± ۲۲,۸۷	۷۱,۴۶ ± ۲۰,۲۷
انگشت شست	۱۴۳,۱۲ ± ۴۶,۵۶	۱۳۳,۳۵ ± ۳۹,۴۸
انگشت ۲	۶۸,۷۳ ± ۲۹,۰۴	۵۷,۴ ±۱۸,۶۶
انگشت۵-۳	۵۷,۳۳ ± ۲۵,۹۴	۴۷,۴۹ ±۱۹,۳۳

حداکثر فشار بر حسب کیلو پاسکال می‌باشد.
داده‌ها با میانگین ± انحراف معیار نشان داده شده اند.
سطح معناداری < ۰,۰۵

بحث

اندازه‌گیری فشارهای پلانتار به طور فزاینده‌ای در کاربردهای کلینیکی و تحقیقاتی برای مقایسه الگوی گیت گروه‌های کلینیکی مختلف و برای ارزیابی اثرات کفش‌ها و مداخلات ارتزی استفاده می‌شود. هدف از مطالعه حاضر مقایسه دو روش ساخت مختلف AFO با استفاده از توزیع فشار آن‌ها می‌باشد.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر حاکی از آن بود که میانگین حداکثر فشار در اکثر مناطق در ارتوز ساخته‌شده از قالب پای فرد در مقایسه با ارتوز پیش ساخته کمتر بود، این اختلاف در مناطق ناحیه میانی پا، متاتارس سوم و چهارم معنادار نبود و در پاشنه، متاتارس اول و دوم این مقدار به طور معناداری کمتر از ارتوز پیش‌ساخته بود. علت این اختلاف را می‌توان به رابطه نیرو، فشار و سطح تماس نسبت‌داد، در مطالعه حاضر هنگام مقایسه دو ارتوز پاتوبیومکانیک پا یکسان بوده و هر فرد با خود مقایسه شده‌است و در حقیقت وزن افراد یکسان بوده‌است در نتیجه با توجه به ثابت‌بودن نیرو هرگونه تغییرات در فشار را می‌توان به تغییرات ناشی از سطح تماس نسبت‌داد (۲۴)، در حقیقت افزایش سطح تماس AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد با سطح پلانتار پادر مناطق مذکور باعث کاهش مقدار میانگین حداکثر فشار شده‌است نتیجه حاصل از آن جهت حائز اهمیت است که می‌توان گفت AFo ساخته‌شده از قالب پای فرد در مقایسه با AFO پیش‌ساخته در این مناطق از تطابق و تناسب بیشتری با پای افراد برخوردار است، مطالعات گذشته نشان داده‌اند ناحیه متاتارس یک تا سه بیشترین مناطق ایجاد زخم در بیماران دیابتی می‌باشند (۲۶و۲۵) بنابراین توجه به این نکته در هنگام ارزیابی این بیماران و سایر بیمارانی که نقص خونرسانی و یا حسی در آن‌ها وجود دارد از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد و نهایتا می‌توان این مطلب را استنتاج نمود که در این موارد تجویز ارتوز پیش‌ساخته توصیه نمی‌شود و چنانچه استفاده از آن اجتناب‌ناپذیر است بازبینی روزانه از محل توصیه می‌گردد. اما بررسی نتایج در مناطق متاتارس پنجم، انگشت شست، انگشت دوم و انگشتان ۵-۳ نشان‌داد مقدار میانگین حداکثر فشار در AFO پیش‌ساخته نسبت به AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد کمتر می‌باشد این اختلاف در مناطق انگشت دوم و انگشتان ۵-۳ معنادار بود و در دیگر مناطق اختلاف حاصل معنادار نبود، اگرچه علت این این اختلاف را می‌توان به اختلاف دو ارتز در سطح تماس نسبت داد اما از طرف دیگر با توجه به مناطق مذکور می‌توان گفت شاید متحرک‌بودن این مناطق در بدست آمدن چنین نتیجه‌ای بی‌تاثیر نبوده‌است، مقایسه این دو ارتز نشان می‌دهد در مناطق پاشنه، ناحیه میانی پا و سرهای متاتارس که به ترتیب اولین مناطق برخورد پا با زمین در طول گیت می‌باشند مقدار حداکثر فشار در AFO پیش‌ساخته نسبت به AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد بیشتر می‌باشد و این مقدار فشار بیشتر باعث شده‌است که فرد در جهت کاهش فشار مرحله Push–off گیت را سریع‌تر انجام داده‌است و در حقیقت آنتالجیک گیت داشته‌است، البته تایید این مطلب مستلزم انجام مطالعات بیشتر و بررسی زمانی گیت در طول اندازه‌گیری فشار می‌باشد، در غیر این صورت به نظر می‌رسد که با توجه به نتایج مطالعه می‌توان گفت در هنگام قالب‌گیری و ساخت AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد در کشور ایران توجه

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتری باید صورت گیرد به خصوص که از متداول‌ترین موارد تجویز AFO بیماران فلج مغزی و سکته مغزی می‌باشد (۷) مطالعات گذشته نشان می‌دهد دفورمیتی‌های موجود در این بیماری‌ها باعث شده‌است که الگوی توزیع فشار آن‌ها با افراد سالم متفاوت باشد طبق نتایج بدست آمده در این مطالعات در این افراد بر خلاف افراد سالم مقدار حداکثر فشار در ناحیه انگشتان از ناحیه متاتارس‌ها بیشتر می‌باشد (۲۷) در نتیجه با توجه به نتیجه بدست‌آمده در این مطالعه به نظر می‌رسد مطالعات و بررسی‌های بیشتری در زمینه نحوه بارگذاری و توزیع فشار AFO در بیماری‌های مختلف باید صورت بگیرد، تا در نهایت مناسب‌ترین ارتز با توجه به شرایط هر بیماری تجویز گردد.

نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر مقایسه دو روش ساخت مختلف AFO با استفاده از توزیع فشار در افراد سالم بود، و با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه این دو روش ساخت از نظر توزیع فشار با یکدیگر متفاوت بودند به طوری که در نواحی پاشنه، متاتارس اول و دوم مقدار میانگین حداکثر فشار در AFO ساخته‌شده از قالب پای فرد به طور معناداری کمتر از AFO پیش ساخته بود، این مقدار در نواحی انگشت دوم و انگشتان ۵-۳ در AFO پیش ساخته به طور معناداری کاهش‌یافته بود، نتایج بدست آمده نشان می‌دهد روش های مختلف ساخت ارتوز باعث اختلاف بین آن ها از نظر توزیع فشار می‌شود. در نتیجه می‌بایست در هنگام تجویز ارتوز دقت لازم در این زمینه صورت‌گرفته تا مناسب‌ترین ارتوز از نظر توزیع فشار با توجه به هر بیماری تجویز گردد.

منابع

1. Rao N, Chaudhuri G, Hasso D, D'Souza K, Wening J, Carlson C, et al. Gait assessment during the initial fitting of an ankle foot orthosis in individuals with stroke. Disability & Rehabilitation: Assistive Technology. 2008; 3(4):201-7.

2. Bowers R, Ross K .Development of a best practice statement on the use of ankle-foot orthoses following stroke in Scotland. Prosthetics and orthotics international. 2o1o; 34(3): 245.

3. Kim CM, Eng JJ, Whittaker MW. Effects of a simple functional electric system and/or a hinged ankle-foot orthosis on walking in persons with incomplete spinal cord injury. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2004;85(10):1718-23.

4. Bakker J, De Groot I, Beckerman H, de Jong B, Lankhorst G. The effects of knee-ankle-foot orthoses in the treatment of Duchenne muscular dystrophy: review of the literature. Clinical rehabilitation. 2000;14(4):343

5. Rao N, Aruin AS. Automatic postural responses in individuals with peripheral neuropathy and ankle-foot orthoses. Diabetes research and clinical practice. 2006;74(1): 48-56.

6. Hsu JD, Michael JW, Fisk JR. AAOS atlas of orthoses and assistive devices: Mosby;2008.

7. Leung J, Moseley A. Impact of Ankle-foot Orthoses on Gait and Leg Muscle Activity in Adults with Hemiplegia:: Systematic literature review. Physiotherapy. 2003;89(1): 39-55.

8. Miyazaki S, Yamamoto S, Kubota T. Effect of ankle-foot orthosis on active ankle moment in patients with hemiparesis. Medical and Biological Engineering and Computing. 1997;35(4):381-5.

9. Bregman D, Rozumalski A, Koops D, De Groot V, Schwartz M, Harlaar J. A new method for evaluating ankle foot orthosis characteristics: BRUCE. Gait & posture. 2009;30(2):144-9.

10. Lusardi MM, Nielsen CC, Edelstein JE. Orthotics and prosthetics in rehabilitation: Butterworth-Heinemann; 2000.

11. Guldemond NA, Leffers P, Sanders AP, Emmen H, Schaper NC, Walenkamp GHIM. Casting methods and plantar pressure: effects of custom-made foot orthoses on dynamic plantar pressure distribution. Journal of the American Podiatric Medical Association. 2006;96(1):9.

12. Park ES, Kim HW, Park CI, Rha D, Park CW. Dynamic foot pressure measurements for assessing foot deformity in persons with spastic cerebral palsy. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2006;87(5): 703-9

13. Mueller M. Application of plantar pressure assessment in footwear and insert design. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1999;29(12):747.

14. Mündermann A, Nigg BM, Stefanyshyn DJ, Humble RN. Development of a reliable method to assess footwear comfort during running. Gait & posture. 2002;16(1):38-45.

15. Bus SA, Ulbrecht JS, Cavanagh PR. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and

Archive of SID

www.SID.ir

foot deformity. Clinical Biomechanics. 2004;19(6):629-38.
16. Hodge MC, Bach TM, Carter GM. Orthotic management of plantar pressure and pain in rheumatoid arthritis. Clinical Biomechanics. 1999;14(8):567-75.
17. Hennessy K, Burns J, Penkala S. Reducing plantar pressure in rheumatoid arthritis: a comparison of running versus off-the-shelf orthopaedic footwear. Clinical Biomechanics. 2007;22(8):917-23.
18. Nowak MD, Abu-Hasaballah KS, Cooper PS. Design enhancement of a solid ankle-foot orthosis: Real-time contact pressures evaluation. Development. 2000;37(3):273-81
19. Nolan KJ, Hillstrom HJ, Sisto SA, Elovic EP. Plantar pressure measurements to evaluate ankle foot orthoses in hemiplegic stroke patients: A pilot study. Clinical Biomechanics. 2008;23(5):703-4
20. Putti A, Arnold G, Cochrane L, Abboud R .The Pedar® in-shoe system: Repeatability and normal pressure values. Gait & Posture. 2007;25(3):401-5.
21. Tuna H, Yildiz M, Celtik C, Kokino S. Static and dynamic plantar pressure measurements in adolescents. Acta Orthop Traumatol Turc. 2004;38(3):200-5.
22. Ramanathan A, Kiran P, Arnold G, Wang W, Abboud R. Repeatability of the Pedar-X® in-shoe pressure measuring system. Foot and Ankle Surgery. 2010;16(2):70-3
23. Speksnijder CM. The higher the heel the higher the forefoot-pressure in ten healthy women .The foot. 2005;15(1):17-21.
24. Orlin MN, McPoil TG. Plantar pressure assessment. Physical therapy. 2000;80(4):399.
25. Duckworth T, Boulton A, Betts R, Franks C, Ward J. Plantar pressure measurements and the prevention of ulceration in the diabetic foot. Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume. 1985;67(1):79.
26. Guldemond NA, Leffers P, Sanders AP, Schaper NC, Nieman F, Walenkamp GHIM. Daily-life activities and in-shoe forefoot plantar pressure in patients with diabetes. Diabetes research and clinical practice. 2007;77(2):203-9.
27. Chen C, Hong P, Chou SW, Wu C, Cheng P, Tang F, et al. Ground reaction force patterns in stroke patients with various degrees of motor recovery determined by plantar dynamic analysis. Chang Gung medical journal. 2007;62(1):30.

Archive of SID

www.SID.ir