

مروری بر نقش تحریک الکتریکی عملکردی در مقایسه با ارتوز مچ پا در کیفیت راه رفتن افراد دچار افتادگی پا به علت سکتة مغزی

فرشته سالاری مقدم^{۱*}، طهمورث طهماسبی^۲، لادن عرب یعقوبی^۱

^۱دانشجو، گروه ارتوپدی فنی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران؛ ^۲گروه ارتوپدی فنی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱۸

چکیده:

زمینه و هدف: یکی از اختلالات شایع حرکتی به دنبال سکتة مغزی، افتادگی مچ پا می‌باشد. درمان اولیه آن استفاده از ارتوز مچ پا است. اخیراً تحریک الکتریکی عملکردی نیز به عنوان درمان این بدشکلی و به منظور بازگرداندن راه رفتن طبیعی به بیماران دچار ضعف یا فلج عضلات به دنبال سکتة مغزی و یا آسیب طناب نخاعی به کار می‌رود. هدف از این مطالعه بررسی نقش این تکنیک در مقایسه با ارتوز مچ پا در اصلاح الگوی راه رفتن بیماران سکتة مغزی می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه مروری، جست‌وجوی نظام‌مندی در پایگاه‌های الکترونیکی مختلف (Google Scholar, Pubmed, Scienedirect) انجام و مقالات انگلیسی چاپ شده بین سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۱۳ به وسیله انتخاب کلمات کلیدی تحریک الکتریکی عملکردی، سکتة مغزی، ارتوز مچ پا، افتادگی پا و راه رفتن در چند حیطه (روش PICO) و ترکیب بین آن‌ها، انجام شد. مقالاتی که شامل بیماری عصبی غیر از سکتة مغزی و یا دفورمیتی به جز افتادگی پا بود، حذف گردید.

یافته‌ها: نتایج بدست آمده از ۳۲ مقاله استخراجی، بر اساس تغییرات مثبت رخ داده در پارامترهای راه رفتن و میزان فعالیت عضلانی و کاهش اسپاسیتی به دنبال استفاده از سیستم تحریک الکتریکی عملکردی تفسیر شده‌اند. این سیستم موجب افزایش سرعت راه رفتن، طول گام و تعداد قدم در واحد زمان می‌شود.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تکنیک تحریک الکتریکی عملکردی، موجب بهبود کیفیت راه رفتن افراد دچار افتادگی پا به علت سکتة مغزی خواهد شد؛ راحتی و ظاهر بهتر این تکنیک در مقایسه با ارتوز مچ پا می‌تواند توجیه مناسبی برای پذیرش بهتر و تحمل این سیستم در میان بیماران باشد.

واژه‌های کلیدی: تحریک الکتریکی عملکردی، سکتة مغزی، ارتوز مچ پا، افتادگی پا، راه رفتن.

مقدمه:

کاسته و احتمال زمین خوردن افزایش می‌یابد. بیشتر بیماران مشکل تحمل وزن بر روی عضو فلج شده خود را ندارند؛ بنابراین در ایستادن و راه رفتن عدم قرینگی مشاهده می‌شود (۲). یکی از علل اصلی این عارضه کمبود فعالیت در عضلات اندام تحتانی است. مهمترین هدف توانبخشی این بیماران، بازگرداندن راه رفتن به بیماران است. فیزیوتراپی تنها، قسمت محدودی از توانایی حرکتی را به بیمار بر می‌گرداند (۳). در گذشته هدف از

سکتة مغزی، به عنوان یک بیماری مهم با عواقب ناتوان کننده شناخته شده است. علایم آن با توجه به محل آسیب مغز متفاوت و شامل اختلالات شناختی، حسی و حرکتی است (۱). یکی از اختلالات شایع حرکتی در این بیماران، افتادگی مچ پا در حین (Swing Phase of Gait) است. این بدشکلی موجب عدم توانایی در دورسی فلکشن مچ و انگشتان هنگام راه رفتن می‌شود. به دنبال چنین آسیبی از سرعت حرکت فرد

* نویسنده مسئول: اصفهان- دانشگاه علوم پزشکی اصفهان- گروه ارتوپدی فنی- تلفن: ۰۹۱۳۴۱۰۷۵۶۴، E-mail: afereshteh.slr@gmail.com

موجب تولید حرکت دورسی فلکشن و اورژن می شود و زمان قطع تحریک موقع قرارگیری پاشنه پا روی زمین در ابتدای فاز ثبات (Stance Phase of Gait) راه رفتن، می باشد (۲، ۵، ۷).

در سال ۱۹۸۳ اولین کاربرد FES سه کاناله برای کاربرد سه گروه عضلانی پیشنهاد شد. این محرک ها قادر به کنترل سه گروه عضلانی متفاوت و به شکل مستقل مانند دورسی فلکسورهای مچ پا، فلکسورها و اکستانسورهای زانو بودند. سیستم چند کاناله در اکثر موارد بر روی بیماران آسیب طناب نخاعی کاربرد دارد.

در سال ۱۹۹۹ کاربرد محرک تک کاناله به نام ODSTOCKDrop توسط آقای تیلور طراحی و معرفی شد. این محرک نوآوری جدید در عرصه توانبخشی بیماران دچار سکتة مغزی به حساب می آید. در این سیستم توانایی تحریک و کنترل پای فلج شده با یک کلید در محل پاشنه پا به وسیله هر دو پا قابل اجراست (۸).

در سال ۱۹۹۳ یک مطالعه آینده نگر، نمونه کوچکی از بیماران همی پلژی با منشاء عروقی تحت دو حالت مداخله قرار داد. مداخله اول فیزیوتراپی و مداخله دوم علاوه بر فیزیوتراپی از FES نیز استفاده کرده اند. بیماران گروه دوم پیشرفت های بزرگی در زمینه سرعت و مصرف انرژی راه رفتن نشان دادند. FES علاوه بر اصلاح دفورمیتی، در تقویت عضلانی نیز نقش دارد (۹). ارتوز AFO به دلیل سختی در پوشیدن و درآوردن برای بیمار درد سر ساز است. اکثر بیماران به دلیل ضعف عضلانی در اندام تحتانی، توانایی پوشیدن و حمل آن حین راه رفتن را از دست داده اند. در نتیجه از ادامه درمان به وسیله ارتوز سرباز زده و راه رفتن خود را بدون این وسیله کمکی انجام می دهند و نهایتاً منجر به دفورمیتی شدیدتر و همچنین ایجاد الگوی غیر طبیعی و ناهماهنگ در راه رفتن خود می شوند.

هدف از این مطالعه بررسی سیستم تحریک الکتریکی عملکردی در توانبخشی راه رفتن بیماران دچار سکتة مغزی بوده است.

درمان متمرکز بر اصلاح افتادگی پا در حین راه رفتن بوده است. در نتیجه وسیله (Ankle foot orthosis= AFO) را پیشنهاد دادند؛ در حالی که این وسیله نقشی در تقویت عضلانی نداشت. معمولاً یک AFO دارای جنس پلاستیک و داخل کفش، برای حفظ حالت طبیعی مفصل مچ پا به کار می رود. این نوع درمان به دلیل وجود ساختار سخت برای اغلب بیماران ناراحت کننده است (۴).

دانشمندان پس از مشاهده مشکلات بیماران به دنبال استفاده از ارتوز به فکر ابداع سیستم جدیدی برای کاهش پاره ای از محدودیت ها پرداختند. در اوایل سال ۱۹۰۰ نوآوری به نام تحریک الکتریکی عملکردی (Functional electrical stimulation= FES) به وجود آمد. اولین وسیله استخراج شده از این فناوری، در اصلاح افتادگی پا نقش داشت (۲، ۵).

در این روش از ویژگی نوروفیزیولوژی FES در تولید پتانسیل عمل در اعصاب محیطی اندام تحتانی به وسیله کاربرد سطوح پایین جریان الکتریسته استفاده می شود. تحریک الکتریکی توسط دو نوع الکترود سطحی روی پوست ویا الکترودهای عمقی در داخل عضله صورت می گیرد. اگرچه FES توانایی تولید انقباضات عضلانی موثر و قوی را دارد؛ اما وجود پاره ای محدودیت ها دلیل کاهش اثر آن است. تحقیقات گسترده ای در زمینه FES در این گروه از بیماران صورت گرفته است. در حرفه سلامت تحریک الکتریکی با دو هدف کلی بازیابی عملکرد حسی، حرکتی استفاده می شود. در حال حاضر روش ها و دستگاه ها به منظور بازیابی عملکرد حرکتی طراحی و کاربرد دارد (۴). تحریک الکتریکی به طور بالقوه به منظور بازگرداندن راه رفتن نسبتاً طبیعی به بیماران افتادگی پا، طراحی و اختراع شده است (۶) و به شکل تک کاناله و توسط الکترودهایی، عصب پروئال مشترک را تحریک و تنها یک گروه عضلانی به نام دورسی فلکسورهای پا به انقباض وا می داشت. در این سیستم شروع تحریک هنگام قرارگیری پاشنه پا در شروع فاز نوسان (Swing Phase of Gait) راه رفتن ایجاد و

روش بررسی:

در این مطالعه در ابتدا با جستجوی نظام مند در پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی، Google Scholar، Pubmed و Scienedirect با توجه به کلید واژه‌های به کار برده شده به ترتیب از هر پایگاه ذکر شده ۱۹۵، ۲۲۱، ۷۳۵ مقاله بدست آمد. در این زمینه از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ مقالات مورد بررسی قرار گرفت. واژگان کلیدی مورد استفاده در این مطالعه شامل ترکیبات مانند سکته مغزی (Stroke)، تحریک-الکتریکی-عملکردی (Functional Electrical Stimulation)، افتادگی پا (Foot Drop)، اورتوز مچ پا (Ankle Foot Orthosis) و راه رفتن (Gait) بود. معیار ورود مقالات، بیماران دچار افتادگی پا به علت سکته مغزی بود. مقالاتی که شامل بیماری عصبی غیر از سکته مغزی و یا دفورمیتی به جز افتادگی پا بود، حذف شدند. مقالات از نظر روایی و پایایی به وسیله ارزیابی کیفی مورد بررسی قرار گرفتند (تصویر شماره ۱).

عملکردی بر بیماران دچار سکته مغزی به چندین دسته تقسیم گردید. در این مطالعات به تأثیر FES بر سرعت راه رفتن، سطح فعالیت حرکت، تغییر در پارامترهای زمانی مکانی راه رفتن، تلاش در راه رفتن (Physiological Cost Index) و گذر از موانع فیزیکی پرداخته شده است که نتایج بدست آمده به شرح زیر می باشند: الف) سرعت راه رفتن: در اکثر مطالعات برای بررسی سرعت راه رفتن حین کاربرد FES از تست ۱۰ متر راه رفتن (10 Meter Walk Test) بهره برده اند. ۱۰ مقاله از تغییرات سرعت راه رفتن به عنوان تأثیر تحریک الکتریکی عملکردی یاد کرده اند. اکثر مقالات به پیشرفت و افزایش سرعت راه رفتن در حین و بعد از مداخله FES بر عصب پروئال مشترک تأکید کرده اند (۹-۱۴).

Kottink و همکارانش در سال ۲۰۰۴ تا حدود ۳۸ درصد افزایش در سرعت بیماران را هنگام استفاده از FES بیان کرده اند (۱۰). در مطالعه‌ای به بررسی سرعت افراد بعد از ۴۲ هفته استفاده از FES پرداخته شده است که سرعت راه رفتن این افراد به طور معنی داری افزایش یافت؛ هرچه در افراد با سن کمتر، حداکثر سرعت گزارش شده بیشتر بود (۱۵).

تنها دو مقاله از میان هشت مقاله مرتبط با سرعت یافت شد که به مقایسه ارتز و FES پرداخته و سرعت تغییر یافته در هر گروه را یکسان قلمداد کرده است (۱۶)، (۱۷).

ب) سطح فعالیت و عملکرد: پس از مقالات تغییر سرعت بحث سطح فعالیت بیماران دچار سکته مغزی بیشترین میزان مطالعه را به خود اختصاص داده است. این موضوع با مفهوم توانایی راه رفتن و قدرت عضلانی بیمار بیان می شود (۲۰-۱۲).

در مطالعه‌ای که توسط Burridge و همکاران در سال ۱۹۹۷ صورت گرفت؛ پیشرفت ارزیابی فیزیکی و سطح فعالیت بیماران را با کاربرد فیزیوتراپی همراه با مداخله FES به خوبی نشان دادند (۹). میزان فعالیت عملکردی بیمار به وسیله‌ی تست برخاستن و رفتن



تصویر شماره ۱: خلاصه‌ای از مراحل جست‌وجو و دستاورد نتایج در پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف

یافته‌ها:

از میان مقالات بدست آمده، ۳۲ مقاله با توجه به موضوع مرور متون حاضر مورد بررسی قرار گرفت. مقالات بر اساس تأثیرات متنوع تحریک الکتریکی

برخورد با مانع فیزیکی پس از دو تا هشت هفته مداخله FES مورد بررسی قرار گرفت. میزان موفقیت بیماران در زمان کاربرد FES بیشتر از زمان کاربرد ارتوز AFO بوده است (۲۵).

بحث:

هدف از این مقاله مروری بررسی تأثیر FES بر کیفیت راه رفتن بیماران مبتلا به سکته مغزی و دارای افتادگی پا می‌باشد. شدت ضعف و فلج بودن مهمترین عامل تعیین کننده ناتوانی پس از سکته و کاهش کیفیت زندگی است؛ آموزش حرکات فعال و تکراری طی فاز حاد و تحت حاد عارضه، بزرگترین پتانسیل در بازآموزی حرکتی این بیماران به حساب می‌آید (۲۶). بیشتر افراد نجات یافته از سکته مغزی در ادامه زندگی خود به دلیل پیدایش نقص های عملکردی به دنبال ضعف یا فلج پاره‌ای از عضلات دچار مشکل خواهند شد. توانبخشی در این حیطه به طور معمول مرتبط با آموزش و یادگیری استراتژی‌های جبرانی متکی است؛ بنابراین برای حفظ عملکردهای حسی- حرکتی این بیماران می‌بایست آن‌ها را تشویق به ایجاد قدرت، سرعت و دقت در حرکات به وسیله کاربرد این سیستم کرد تا باعث افزایش استقلال در فعالیت‌های روزانه خود شوند. مداخلات کوتاه یا بلند مدت ممکن است از عوارض ناشی از بی حرکتی بکاهد و باعث بهبود در کیفیت زندگی این افراد شد (۳۰-۲۷).

با مطالعه مقالات مختلف در این زمینه به جنبه های کمک درمانی FES در این گروه از بیماران پی می‌بریم. از جمله سرعت، پیشرفت پارامترهای زمانی- مکانی راه رفتن، سطح فعالیت عضلات و نوع برخورد با موانع فیزیکی می‌توان نام برد. در رابطه با سرعت راه رفتن دو مقاله به طور خاص در سال های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۰ منتشر شده و خلاف نتیجه کلی مقاله را نشان می‌دهد؛ با این مفهوم که سرعت راه رفتن در دو مداخله متفاوت AFO و FES تفاوتی نشان نداده است؛ اما می‌توان به دلیل وجود تعداد بیشتر مطالعات موافق که

در دو حالت مداخله‌ای مختلف (Timed Up & Go) و ارتوز AFO به طور جداگانه مورد آزمایش قرار گرفته است؛ بیماران کاربرد FES را نسبت به AFO، از نظر زمانی به مدت طولانی تر و از نظر مکانی بر روی سطح صاف زمین ترجیح می‌دهند (۱۸). در تمامی مقالات نقش FES بر عصب پرونتال مشترک در بهبود فعالیت حرکتی و تقویت عضلات آگونیست (موافق) و کاهش فعالیت عضلانی در عضلات آنتی آگونیست (مخالف) مثبت ارزیابی شده است (۲۱).

ج) پارامترهای زمانی- مکانی دوره‌ی راه رفتن: در مقالات بررسی شده چهار مقاله به تأثیر FES بر تغییر پارامترهای زمانی- مکانی راه رفتن پرداخته‌اند. افزایش میزان طول گام (Stride Length)، تعداد قدم (Step)، مدت زمان طول گام و تقارن زمانی در اندام تحتانی نشان از بهبود شاخص در تمامی پارامترها هنگام مداخله توانبخشی مرسوم به همراه FES می‌دهد (۱۳، ۱۹، ۲۲).

در مطالعه‌ی Kim و همکارانش در سال ۲۰۱۲ پارامترهای زمانی- مکانی از جمله افزایش طول گام و قرینگی در راه رفتن در دو طرف اندام تحتانی حین استفاده FES در عضله تیبیالیس قدامی (Tibialis anterior muscle) و سرنی میانی (Gluteus medius muscle) بطور همزمان بیشتر از زمان تحریک عضله تیبیالیس قدامی به تنهایی است؛ بنابراین تحریک عضله سرنی میانی در فاز ثبات راه رفتن و تیبیالیس قدامی در فاز نوسان پارامترهای زمانی- مکانی را بهتر و بیشتر بهبود می‌بخشد (۲۳).

همچنین در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۱ بر روی این گروه از بیماران انجام گرفت، پیک نیروی عکس العمل زمین در قسمت قدام در حالت استفاده از FES هنگام راه رفتن بر روی تردمیل با سرعت بالا بسیار بیشتر از زمانی بود که تنها با کمک تردمیل بدون FES بر روی آن راه می‌رفتند؛ این خود گواهی بر افزایش توانایی و سرعت این افراد در این حالت می‌باشد (۲۴).

د) برخورد با موانع فیزیکی: تنها در یک مقاله به آزمایش نقش FES عصب پرونتال مشترک و توانایی برخورد با مانع فیزیکی پرداخته شده است. قابلیت

با ارتوز AFO برای بیماران دچار سکتة مغزی مناسب‌تر به نظر می‌رسد. دلایل مختلف از جمله روانشناختی، زیبایی شناختی و تقویت عضلانی این نوع مداخله را نسبت به مداخله‌ی ارتوزی متمایز می‌کند (۳۲).

سکتة مغزی بیماری نسبتاً فراگیر در اکثر کشورهای جهان می‌باشد. عارضه مهم و ماندگار در این افراد افتادگی پاست. درمان مرسوم و قدیمی افتادگی پا ارتوز AFO از جنس ترموپلاستیک سخت با هدف اصلاح دفورمیتی ساخته و تا به امروز به کار برده می‌شود. کمتر از نیم قرن از اختراع سیستم FES نمی‌گذرد که به عنوان مداخله توانبخشی آزمایشی این گروه بیماران اجراء شده‌است.

نتیجه‌گیری:

نتایج به دست آمده از بررسی مقالات نشان از کارایی و تأثیر نسبتاً خوب تحریک الکتریکی عملکردی بر بهبود شرایط و کیفیت راه‌رفتن افراد دچار سکتة مغزی و دارای افتادگی پا دارد. به نظر می‌رسد در رابطه با بهبود سرعت بیماران همراه با کاربرد FES تردیدی وجود ندارد. مطالعات باید به سمت آزمودن این جمعیت در موقعیت‌های مختلف در اجتماع مانند عبور از مانع فیزیکی، عبور از سطوح شیب‌دار و ... سوق پیدا کند و تغییرات موجود در پارامترهای زمانی- مکانی راه‌رفتن را بررسی کرد و فرد بیمار را برای حضور در جامعه آماده ساخت. احتمالاً FES به دلیل راحتی و ظاهر بهتر نسبت به ارتوز AFO در بین بیماران قابل تحمل‌تر و جایگاه بهتری خواهد داشت.

تشکر و قدردانی:

نویسندگان از همکاری و حمایت دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در این مطالعه قدردانی می‌نمایند.

رابطه مستقیم مداخله FES و سرعت راه‌رفتن را بیان می‌کند، به نتیجه نهایی و مثبت ارزیابی دانستن کاربرد FES رسید.

در اکثر مقالات توجه به تحریک و تقویت تنها یک عضله ی تیبیالیس قدامی مسئول دورسی فلکشن مفصل مچ پا مبذول شده‌است. تنها یک مطالعه تحقیق مبنی بر کاربرد FES در عضله‌ی دیگری علاوه بر تیبیالیس قدامی به نام سرینی میانی پرداخته است. سرعت و قرینگی راه‌رفتن هنگام استفاده از FES دو عضله در مقایسه با تنها یک عضله اصلی تیبیالیس قدامی بسیار بهتر بوده‌است (۲۳)؛ بنابراین می‌توان در مطالعات آینده از کاربرد FES در عضلات دیگر همراه با عضله تیبیالیس قدامی پرداخت و به مقایسه نتایج اندازه گیری های سرعت راه‌رفتن پرداخت.

در چهار مقاله‌ای که به بررسی تأثیر FES بر تغییرات پارامترهای زمانی- مکانی راه‌رفتن توجه کرده است، به بهبود و پیشرفت پارامترها از جمله تعداد قدم، تعداد قدم در واحد زمان، طول گام و قرینگی رسیده‌اند. در نتیجه مداخله FES به جای کاربرد ارتوز AFO برتری در این زمینه را به اثبات می‌رساند و به حضور بیمار به شکل مطلوب و طبیعی کمک خواهد کرد.

در مورد کاربرد و استفاده مداخله FES در بیماران دچار سکتة مغزی و مبتلا به افتادگی پا در مرحله حاد و تحت حاد، مطالعات بسیار اندکی صورت گرفته- است؛ در نتیجه نتایج آن را نمی‌توان مانند مداخله FES در مرحله مزمن آنچنان که در پیش ذکر شد، تعمیم داد؛ بنابراین در صورت امکان در برنامه‌های آتی نقش FES در مراحل مختلف حاد، تحت حاد و مزمن آسیب افتادگی پا مطالعه کرد و به مقایسه آن‌ها پرداخت (۳۱).

این سیستم به منظور کارایی بهتر و کاربرد بیشتر در بین بیماران فلج می‌بایست به سمت طراحی‌های مناسب تر جهت استفاده و کنترل بهتر توسط افراد برای بازگرداندن راه‌رفتن رود (۷). در نهایت FES در مقایسه

منابع:

1. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *The Lancet*. 2011; 377(9778): 1693-702.
2. Burridge JH, McLellan DL. Relation between abnormal patterns of muscle activation and response to common peroneal nerve stimulation in hemiplegia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2000; 69(3): 353-61.
3. Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJ, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil*. 2004; 18(8): 833-62.
4. Rushton DN. Functional electrical stimulation. *Physiol Meas*. 1997; 18(4): 241-75.
5. Kralj A, Acimovic R, Stanic U. Enhancement of hemiplegic patient rehabilitation by means of functional electrical stimulation. *Prosthet Orthot Int*. 1993; 17(2): 107-14.
6. Chen WL, Chen SC, Chen CC, Chou CH, Shih YY, Chen YL, et al. Patient-driven loop control for ambulation function restoration in a non-invasive functional electrical stimulation system. *Disabil Rehabil*. 2010; 32(1): 65-71.
7. Popovic D, Sinkjær T. Improved control for functional electrical stimulation to restore walking. *Hong Kong Physiother J*. 2000; 18 (1): 12-20.
8. Taylor PN, Burridge JH, Dunkerley AL, Lamb A, Wood DE, Norton JA, et al. Patients' perceptions of the Odstock Dropped Foot Stimulator (ODFS). *Clin Rehabil*. 1999; 13(5): 439-46.
9. Burridge JH, Taylor PN, Hagan SA, Wood DE, Swain ID. The effects of common peroneal stimulation on the effort and speed of walking: a randomized controlled trial with chronic hemiplegic patients. *Clin Rehabil*. 1997; 11(3): 201-10.
10. Kottink AI, Oostendorp LJ, Buurke JH, Nene AV, Hermens HJ, MJ IJ. The orthotic effect of functional electrical stimulation on the improvement of walking in stroke patients with a dropped foot: a systematic review. *Artif Organs*. 2004; 28(6): 577-86.
11. Sharma N, Stein R. Gait planning and double support phase model for functional electrical stimulation-based walking. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Annual Conference. 2012; 2012: 1904-7.
12. Everaert DG, Thompson AK, Chong SL, Stein RB. Does functional electrical stimulation for foot drop strengthen corticospinal connections? *Neurorehabil Neural Repair*. 2010; 24(2): 168-77.
13. Bogataj U, Gros N, Malezic M, Kelih B, Kljajic M, Acimovic R. Restoration of gait during two to three weeks of therapy with multichannel electrical stimulation. *Phys Ther*. 1989; 69(5): 319-27.
14. Robbins SM, Houghton PE, Woodbury MG, Brown JL. The therapeutic effect of functional and transcutaneous electric stimulation on improving gait speed in stroke patients: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006; 87(6): 853-9.
15. Lindquist AR, Prado CL, Barros RM, Mattioli R, da Costa PH, Salvini TF. Gait training combining partial body-weight support, a treadmill, and functional electrical stimulation: effects on poststroke gait. *Phys Ther*. 2007; 87(9): 1144-54.
16. van Swigchem R, van Duijnhoven HJ, den Boer J, Geurts AC, Weerdesteyn V. Effect of peroneal electrical stimulation versus an ankle-foot orthosis on obstacle avoidance ability in people with stroke-related foot drop. *Phys Ther*. 2012; 92(3): 398-406.
17. Yavuzer G, Geler-Kulcu D, Sonel-Tur B, Kutlay S, Ergin S, Stam HJ. Neuromuscular electric stimulation effect on lower-extremity motor recovery and gait kinematics of patients with stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006; 87(4): 536-40.
18. Sheffler LR, Hennessey MT, Naples GG, Chae J. Peroneal nerve stimulation versus an ankle foot orthosis for correction of footdrop in stroke: impact on functional ambulation. *Neurorehabil Neural Repair*. 2006; 20(3): 355-60.
19. Bogataj U, Gros N, Kljajic M, Acimovic R, Malezic M. The rehabilitation of gait in patients with hemiplegia: a comparison between conventional therapy and multichannel functional electrical stimulation therapy. *Phys Ther*. 1995; 75(6): 490-502.

20. Thrasher TA, Popovic MR. Functional electrical stimulation of walking: function, exercise and rehabilitation. *Ann Readapt Med Phys*. 2008; 51(6): 452-60.
21. Yan T, Hui-Chan CW, Li LS. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized placebo-controlled trial. *Stroke*. 2005; 36(1): 80-5.
22. Sabut SK, Sikdar C, Mondal R, Kumar R, Mahadevappa M. Restoration of gait and motor recovery by functional electrical stimulation therapy in persons with stroke. *Disabil Rehabil*. 2010; 32(19): 1594-603.
23. Kim JH, Chung Y, Kim Y, Hwang S. Functional electrical stimulation applied to gluteus medius and tibialis anterior corresponding gait cycle for stroke. *Gait Posture*. 2012; 36(1): 65-7.
24. Kesar TM, Reisman DS, Perumal R, Jancosko AM, Higginson JS, Rudolph KS, et al. Combined effects of fast treadmill walking and functional electrical stimulation on post-stroke gait. *Gait Posture*. 2011; 33(2): 309-13.
25. van Swigchem R, Vloothuis j, Den Boer J, Geurts AC. Is transcutaneous peroneal stimulation beneficial to patients with chronic stroke using an ankle-foot orthosis? A within-subjects study of patients' satisfaction, walking speed and physical activity level. *J Rehabil Med*. 2010; 42(2): 117-121.
26. Chae J, Sheffler L, Knutson J. Neuromuscular electrical stimulation for motor restoration in hemiplegia. *Top Stroke Rehabil*. 2008; 15(5): 412-26.
27. Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995; 76(1): 27-32.
28. Alon G, Ring H. Gait and hand function enhancement following training with a multi-segment hybrid-orthosis stimulation system in stroke patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2003; 12(5): 209-16.
29. Dewald JP, Given JD, Rymer WZ. Long-lasting reductions of spasticity induced by skin electrical stimulation. *IEEE Trans Rehabil Eng*. 1996; 4(4): 231-42.
30. Lyons GM, Sinkjaer T, Burridge JH, Wilcox DJ. A review of portable FES-based neural orthoses for the correction of drop foot. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2002; 10(4): 260-79.
31. Salisbury L, Shiels J, Todd I, Dennis M. A feasibility study to investigate the clinical application of functional electrical stimulation (FES), for dropped foot, during the sub-acute phase of stroke - A randomized controlled trial. *Physiother Theory Pract*. 2013; 29(1): 31-40.
32. Bulley C, Shiels J, Wilkie K, Salisbury L. User experiences, preferences and choices relating to functional electrical stimulation and ankle foot orthoses for foot-drop after stroke. *Physiotherapy*. 2011; 97(3): 226-33.

Comparing functional electrical stimulation and ankle-foot orthosis and its role on the quality of gait in patients with drop foot caused by stroke: a review of literature

Salari Moghadam F^{1*}, Tahmasbi T², Arab Yaghoubi L¹

¹Student, Prosthesis and Orthotics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, I.R. Iran;

²Prosthesis and Orthotics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, I.R. Iran.

Received: 13/Feb/2014 Accepted: 9/Aug/2014

Background and aims: One of the most common movement disorders after stroke is foot drop. Its initial treatment is the use of ankle foot orthosis. Recently, Functional Electrical Stimulation (FES) is used as a treatment of this deformity and restoring normal gait in patients with weakness or paralysis of the muscles due to stroke or spinal cord injury. The aim of this study was to investigate the role of this technique compared with ankle – foot orthosis by correction of gait in stroke patients.

Methods: In this review of the literature, a systematic search in different electronic databases (Pubmed, Science direct, and Google scholar) by key words selected such as FES, Stroke, ankle-foot orthosis, foot drop and gait was conducted and extracted English articles published between 1989-2013 in some areas (using PICO) and the combination between them. Articles containing non- stroke neurological diseases and deformity rather than foot drop were excluded.

Results: The results of extracted 32 articles based on positive changes in parameters of gait kinematics, the rate of muscular activities, and spasticity reduction after using FES were reported. So, FES system increases gait velocity, level of motor activity, stride length, and cadence.

Conclusion: It seems FES can improve quality of gait in patients with drop foot caused by stroke. Convenience and better cosmetics in FES comparing with ankle-foot orthosis could be suitable justifications for better acceptance and tolerance of FES system.

Keywords: Functional Electrical Stimulation, Stroke, Ankle-foot orthosis, Foot drop and gait.

Cite this article as: Salari Moghadam F, Tahmasbi T, Arab Yaghoubi L. Comparing functional electrical stimulation and ankle-foot orthosis and its role on quality of gait in patients with drop foot caused by stroke: a review of literature. J Shahrekord Univ Med Sci. 2015; 17(1): 97-104.

***Corresponding author:**

Prosthesis and Orthotics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, I.R. Iran.
Tel: 00989134107564, E-mail: fereshteh.slr@gmail.com