

بررسی تاثیر "حرکت درمانی بر اساس ایجاد محدودیت" بر سرعت و کینتیک راه رفتن در بیماران همی پارزی

مانیا شیخ: دانشجوی دکتری تخصصی فیزیوتراپی، کارشناس ارشد فیزیوتراپی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
***دکتر فرید بحریمیا:** استادیار و متخصص فیزیوتراپی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، تقاطع بزرگراه جلال آل احمد و شهید چمران (پل نصر)، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (*نویسنده مسئول).

دکتر اسماعیل ابراهیمی تکامجانی: استاد و متخصص فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تهران، تهران، ایران.
دکتر بیژن فروغ: دانشیار و متخصص طب فیزیکی و توانبخشی، بیمارستان فیروزگر، بخش طب فیزیکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: اختلالات تعادلی و راه رفتن از جمله عوارض حرکتی شایع به دنبال سکته مغزی می باشند. نتایج تحقیقات نشان می دهد که روش های متداول فیزیوتراپی قادر نیستند به طور موثری این اختلالات را درمان نمایند. بنابراین لزوم انجام بررسی های گسترده تر در مورد شناخت علل این عوارض و ارائه راهکارهای درمانی موثر ضروری به نظر می رسد.

روش کار: در این بررسی تجربی ۳۰ بیمار مبتلا به همی پارزی با دامنه سنی ۶۰-۴۰ سال شرکت نمودند. بیماران به طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول به روش "حرکت درمانی بر اساس ایجاد محدودیت" و گروه دوم به روش "حرکت درمانی انبوه" به مدت ۳ هفته تحت درمان قرار گرفتند. ارزیابی های آزمایشگاهی شامل اندازه گیری سرعت سیکل راه رفتن و پارامترهای کینتیک راه رفتن (دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار اندام های سالم و مبتلا در صفحات ساژیتال و فرونتال) بودند که قبل و پس از دوره درمان ثبت و مورد مقایسه قرار گرفتند. جهت آنالیز آماری اطلاعات، در صورت نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون های پارامتری t test و pair t test و در صورت غیر نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون های غیرپارامتری Wilcoxon و Mann-Whitney استفاده شد. از SPSS V 11.5 نیز استفاده شد.

یافته ها: سرعت سیکل راه رفتن در هر دو گروه افزایش نشان داد ($p=0/01$, $p=0/03$). در گروه اول دامنه نوسانات مرکز فشار پای سالم و مبتلا در صفحه فرونتال کاهش معنی داری نشان داد ($p=0/008$, $p=0/03$). ضمناً سرعت نوسانات مرکز فشار پای مبتلا در دو صفحه ساژیتال و فرونتال نیز کاهش معنی داری نشان داد ($p=0/03$, $p=0/01$). در گروه دوم تنها دامنه نوسانات مرکز فشار پای سالم در صفحه ساژیتال کاهش معنی داری نشان داد ($p=0/03$).

نتیجه گیری: فیزیوتراپی به روش "حرکت درمانی بر اساس ایجاد محدودیت" قادر است با غلبه بر پدیده یادگیری در عدم استفاده و با اصلاح عارضه نقص در ارسال پیام های حسی به سمت مراکز کنترل کننده حرکت، به نحو موثرتری اختلالات تعادلی دینامیک ضمن راه رفتن را درمان کند.

کلید واژه ها: راه رفتن، کینتیک، حرکت درمانی، همی پارزی

مقدمه

سکته مغزی بعد از بیماری های قلبی- عروقی و سرطان به عنوان سومین عامل مرگ و میر در جهان شناخته شده است و طبق آمار علت بیش از ۱۲-۱۰٪ مرگ و میرها می باشد. در عین حال، بیش از ۵۰٪ بیماران که زنده می مانند دچار ناتوانی های طولانی مدت می شوند. سکته مغزی علامت های بسیاری از خود به جا می گذارد که همی پارزی یا همی پلژی (ضعف و یا فلج یک نیمه از بدن) شاخص ترین علامت

آن است. (۲۰۱)

سکته مغزی جزو بیماری های نرون محرکه فوقانی در نظر گرفته می شود و اختلالات حرکتی که به دنبال این ضایعات رخ می دهند، دارای دو دسته نشانه های (Symptom) مثبت و منفی هستند. نشانه های مثبت شامل افزایش وابسته به سرعت استرچ رفلکس (اسپاستی سیتی) و افزایش سطح فعالیت رفلکس های فلکسوری اندام های تحتانی می باشند. نشانه های منفی شامل ناتوانی در انجام حرکات ظریف و انتخابی و

مرکز فشار و مرکز جرم به سمت اندام سالم جابجا می‌شوند. بنابراین امکان انتقال مناسب وزن از یک اندام به اندام دیگر در حین راه رفتن وجود ندارد. پس بروز پاسخ های تعادلی طبیعی مختل شده و با افزایش دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار ضمن حرکت در هر دو صفحه ساژیتال و فرونتال در هر دو اندام تحتانی سالم و مبتلا مواجه می‌شویم. مسیر نوسان مرکز فشار نیز از روند طبیعی خود خارج می‌شود.^(۱۱-۱۳)

این اختلالات حتی در بیماری‌هایی که در فاز مزمن بیماری هستند و قادر به آمبوله شدن و راه رفتن بدون وسیله کمکی نیز می‌باشند، هم دیده شده است. استراتژی جبرانی اتخاذ شده توسط بیمار در مقابله با پایین آمدن سطح پایداری دینامیک در راه رفتن، کاهش سرعت راه رفتن است. به همین دلیل محققان ۲ عامل سرعت و تقارن در راه رفتن را به عنوان مهم ترین فاکتورها در ارزیابی بهبودی راه رفتن بیماران سکتۀ مغزی معرفی می‌کنند و بررسی های گسترده‌تر را در مورد عوامل تاثیر گذار ایجاد عدم تقارن در راه رفتن را ضروری می‌دانند.^(۸،۱۰)

همان طور که اشاره شد بیماران همی پارزی به طور معمول بیشتر وزنشان را بروی اندام تحتانی سالم می‌اندازند که این امر باعث ایجاد یک وضعیت نامتقارن در حالت ایستاده و راه رفتن می‌شود. عدم تقارن تحمل وزن در این بیماران نتیجه "یادگیری در عدم استفاده" از سمت مبتلا است. در کنار این مسئله نقص در حس عمقی و ضعف عضلانی طولانی مدت مکانیزم "یادگیری در عدم استفاده" را تحریک می‌کنند. بیمار در ابتدا بلافاصله پس از سکتۀ مغزی به دلیل شوک ایجاد شده و ضعف قابل ملاحظه قادر به تحمل وزن روی اندام مبتلا نیست. به تدریج علی‌رغم بهبود عملکرد حرکتی اندام مبتلا، یادگیری در عدم استفاده از اندام مبتلا بیشتر شده و عدم تقارن در تحمل وزن ادامه می‌یابد.^(۱۴-۱۷)

اخیراً جهت کمک به بیماران همی پارزی برای غلبه بر "یادگیری در عدم استفاده" از تکنیک حرکت درمانی بر اساس ایجاد محدودیت (Constraint Induced Movement Therapy-CIMT) استفاده می‌شود. اصول انجام این تکنیک به این صورت است که بیمار در ۹۰٪ بیداری در حالی که استفاده از اندام سالم را محدود کرده، از اندام مبتلا استفاده می‌کند.

ضعف می‌باشند.^(۳،۴)

تحقیقات نشان داده‌اند که نشانه‌های منفی سهم بیشتر و بارزتری در بروز ناتوانی‌های حرکتی بیماران دارند.^(۳) این بیماران در فعال کردن عضلات خود با مشکل مواجهند. حرکت در این بیماران به کندی انجام می‌شود؛ زیرا تعداد واحدهای حرکتی فعال شده و نرخ آتش آن‌ها کاهش می‌یابد. به علاوه وقتی یک واحد حرکتی فعال می‌شود، نرخ آتش فعالیتش حالت پیوسته ندارد. این مسئله یعنی به کارگیری ناکافی واحدهای حرکتی، باعث ناتوانی در تولید نیروی لازم ضمن انجام فعالیت‌های روزمره می‌شود.^(۳)

از طرف دیگر زمان بندی و توالی فعالیت عضلانی ضمن انجام یک الگوی حرکتی خاص مختل می‌شود. نتیجه چنین اختلالاتی در فعالیت عضلات اندام تحتانی، ناهنجاری در پاسخ‌های پوسچرال، ناتوانی در حفظ تعادل استاتیک و دینامیک و نهایتاً اختلال در راه رفتن است.^(۴،۵) اختلالات شایع در راه رفتن بیماران سکتۀ مغزی شامل کاهش سرعت راه رفتن و عدم تقارن در پارامترهای زمانی- مکانی و نیز پارامترهای کینماتیک راه رفتن است.^(۸-۶)

پایداری (Stability) در حالت ایستاده و راه رفتن به معنای قرارگیری مناسب مرکز جرم و مرکز فشار بدن نسبت به تکیه گاه بدن می‌باشد. هرگونه انحراف از این وضعیت باعث فعال شدن روندهای تطبیق پوسچر و حفظ تعادل بر اساس مکانیزم‌های کنترلی پیش‌خوراند (Feedback) و پس‌خوراند (Feedforward) می‌شود.^(۹،۱۰) محل‌های قرارگیری مرکز جرم و مرکز فشار در حالت ایستاده و در حین حرکت بسیار مهم است و تعیین کننده دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار حین ایستادن و نیز در طول تراژکتوری حرکتی خود ضمن راه رفتن می‌باشند که تمامی موارد باعث بروز پاسخ های تعادلی طبیعی می‌شود.^(۱۱)

در فرد سالم که عدم تقارن در تحمل وزن و پارامترهای زمانی- مکانی راه رفتن {مانند طول گام و زمان‌های فازهای ایستا (Stance) و نوسانی (Swing)} وجود ندارد، محل‌های قرارگیری مرکز فشار و مرکز جرم در حین ایستادن و راه رفتن طبیعی است. بنابراین پاسخ های تعادلی طبیعی بر اساس مکانیزم‌های کنترلی صورت می‌گیرد. در بیماران همی پارزی در حالت ایستاده و راه رفتن،

نمودند و فرم های رضایتنامه را امضا کردند. لازم به ذکر است که این کارآزمایی بالینی توسط کمیته اخلاق دانشگاه مربوطه تصویب شده است. این افراد که از میان بیماران همی پارَتیک مراجعه کننده به مرکز جامع توانبخشی تبسم در تهران انتخاب شدند، پس از انجام معاینات بالینی و دارا بودن شرایط ورود به مطالعه در طرح شرکت نمودند.

شرایط ورود به مطالعه شامل داشتن اولین تجربه سکته مغزی، قرار داشتن در مرحله مزمن همی پارزی، شدت اسپاستی سیتی ۲ یا کمتر عضلات پلانتر فلکسور مچ پا بر اساس مقیاس اشورث (Original Ashworth scale)، توانایی راه رفتن بدون استفاده از وسایل کمکی و نشان دادن عدم تقارن در تحمل وزن بودند. شرایط خروج از مطالعه شامل داشتن ضایعه در مناطق اکسی پوت و سیستم لیمبیک، وجود ضایعه کپسولار، آفازی ورنیکه، اختلالات عروقی اندام های تحتانی و وجود هر گونه ضایعه ارتوپدیک یا نرولوژیک دیگر غیر از سکته مغزی بودند.

تخصیص بیماران به دو گروه به صورت تصادفی صورت گرفت. به این شکل که بیماران واجد شرایط شرکت در پژوهش پس از معرفی به درمانگر، به صورت یک در میان (اولین بیمار در گروه اول قرار می گرفت) به دو گروه تقسیم می شدند. در گروه اول بیماران به مدت ۳ هفته تحت درمان به روش CIMT اندام های تحتانی قرار گرفتند. جهت طراحی CIMT اندام تحتانی از اجزای تشکیل دهنده CIMT اندام فوقانی الگوبرداری شد. به این ترتیب که جهت معادل سازی بخش اول درمان ها از یک اورترز شبیه کفش که یک کفی به ضخامت مناسب در کف آن جاسازی شده بود و زیر پای سالم قرار می گرفت (معادل استفاده از اسلینگ جهت محدود کردن حرکت اندام فوقانی سالم) استفاده شد. این اورترز با متقارن نمودن توزیع وزن بین اندام های تحتانی، باعث تحمل وزن اجباری اندام مبتلا می شد.^(۱۴) جهت تعیین ضخامت مناسب کفی که باعث ایجاد حداکثر تقارن در تحمل وزن می شد، از صفحه نیروهای دوگانه استفاده شد. به این ترتیب که کفی ها به ضخامت های ۸-۱۲ میلی متر، به طور جداگانه، در حالی که بیمار روی صفحه نیروهای دوگانه ایستاده بود، زیر اندام تحتانی سالم قرار می گرفتند و با توجه به درصد تحمل وزن هر کدام از اندام ها،

پس این تکنیک شامل ۲ بخش ایجاد محدودیت در استفاده از اندام سالم و حرکت درمانی اندام مبتلا و انجام حرکات عملکردی می باشد که همزمان با هم انجام می شوند.

استفاده از این تکنیک براساس مطالعاتی که در رابطه با ایجاد "اختلال در ارسال آوران های حسی" در میمون ها صورت گرفت پیشنهاد شده و تاکنون تنها با هدف بهبود عملکرد حرکتی اندام فوقانی بیماران همی پارزی انجام شده است. در آزمایش روی میمون ها، با ایجاد اختلال در ارسال پیام های حسی از دست های میمون، حیوان دیگر قادر نبود از اندام خود به صورت عملکردی استفاده کند. اما پس از اینکه دست سالم حیوان را بستند و از حرکت آن به مدت ۲-۱ هفته جلوگیری کردند و حیوان "مجبور به استفاده" از اندام مبتلای خود شد، اختلال حرکتی حیوان بهبود یافت.^(۱۸، ۱۹) نتایج استفاده از این تکنیک در اندام فوقانی بیماران همی پارزی بسیار قابل توجه بوده است و بهبودی حرکتی قابل توجهی در اندام مبتلا حتی پس از گذشت سالیان متوالی از سکته مغزی دیده شده است.^(۲۰)

با اینکه امکان استفاده از این تکنیک در فیزیوتراپی راه رفتن به دلیل اینکه محدود کردن حرکت اندام تحتانی سالم مانع راه رفتن می شود وجود ندارد، اما مفهوم "استفاده اجباری" از سمت مبتلا در فعالیت های عملکردی می تواند در همین راستا از ایجاد پدیده "یادگیری در عدم استفاده" جلوگیری کند.

با توجه به توضیحات فوق و ضرورت فیزیوتراپی راه رفتن در بیماران همی پارزی در این بررسی قصد بر این است تا بر مبنای اصول CIMT، یک شیوه درمانی بر همین اساس جهت اندام های تحتانی بیماران همی پارزی طراحی و تاثیر آن بر سرعت و پارامترهای کینتیک راه رفتن شامل دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار اندام های تحتانی سالم و مبتلا در دو صفحه ساژیتال و فرونتال مورد بررسی قرار گیرد.

روش کار

در این بررسی تجربی ۳۰ نفر بیمار مبتلا به همی پارزی (۱۳ نفر زن و ۱۷ نفر مرد) با دامنه سنی ۴۰-۶۰ سال شرکت نمودند. بیماران با آگاهی و رضایت کامل از شرایط تحقیق در این طرح شرکت

با فعال شدن صفحه نیرو، یک سیگنال نوری به دوربین فیلمبرداری ارسال می‌کند.

تجزیه و تحلیل اطلاعات: مقادیر مربوط به سرعت سیکل راه رفتن از طریق تجزیه و تحلیل فیلم توسط نرم افزار MATLAB محاسبه شد. به این ترتیب که با تفکیک فیلم به صورت فریم به فریم (زمان هر فریم ۱/۳۰ ثانیه بود) و انتخاب فریم‌های مربوط به برخورد کردن پاشنه پا با زمین (Heel Strike)، زمان یک سیکل راه رفتن (فاصله زمانی بین دو برخورد متوالی پاشنه یک پا با زمین) محاسبه گردید. همچنین با تعیین مختصات هر نشانگر در فریم‌های مربوط به برخورد پاشنه با زمین، طول یک سیکل راه رفتن (فاصله بین دو برخورد متوالی پاشنه یک پا با زمین)، به دست آمده و نهایتاً سرعت سیکل راه رفتن در هر بار تکرار تست محاسبه شد. لازم به ذکر است که دیوار شطرنجی با ابعاد معین، جهت تعیین درستی (Control validity) محاسبات نرم افزاری مورد استفاده قرار گرفت.

اطلاعات مربوط به صفحه نیرو جهت تعیین پارامترهای کینتیک راه رفتن مورد تجزیه تحلیل قرار گرفتند. به این ترتیب که پس از عددی (ASCI) نمودن اطلاعات مربوط به مسیر حرکت مرکز فشار، این اطلاعات با فیلتر پایین گذر ۲۰ هرتز، فیلتر و جهت آنالیز آماده شدند. نهایتاً از طریق محاسبات ریاضی طراحی شده در نرم افزار MATLAB، مقادیر ریشه میانگین مربعات (Root mean square) دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار در جهات داخلی- خارجی (محور x صفحه فرونتال) و قدامی- خلفی (محور y صفحه سائزیتال) پاهای سالم و مبتلا به دست آمد. جهت آنالیز آماری اطلاعات، در صورت نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون‌های پارامتری t test و pair t و در صورت غیر نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون‌های غیرپارامتری Wilcoxon و Mann-Whitney استفاده شد. جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کلمگروف-اسمیرنوف استفاده شد.

یافته‌ها

در هر دو گروه پس از خاتمه دوره درمان، سرعت سیکل راه رفتن افزایش معنی‌داری نشان داد (گروه اول

ضخامتی از کفی که باعث ایجاد حداکثر تقارن در تحمل وزن می‌شد، انتخاب می‌گردید.

جزء دوم درمان یعنی حرکت درمانی انبوه (Mass practice) شامل انجام تمرینات مرحله به مرحله جهت به دست آوردن توانایی انجام مهارت‌های حرکتی پیچیده بود که با در نظر گرفتن فعالیت‌های عملکردی و استراتژی‌های کنترل حرکتی اندام‌های تحتانی انتخاب شدند.^(۲۱)

مدت زمان درمان و شدت تمرینات بر اساس استانداردهای موجود طراحی شد؛^(۱۹) یعنی بیمار حداقل ۶ ساعت در طول روز از اورتز استفاده می‌کرد و ۲-۴ ساعت حرکت درمانی می‌شد. کل دوره درمان ۳ هفته به طول انجامید. در گروه دوم از همان شیوه حرکت درمانی گروه اول با شدت و مدت زمان یکسان استفاده شد. تفاوت بین شیوه درمانی دو گروه در عدم استفاده از اورتز ایجاد کننده تحمل وزن اجباری اندام مبتلا در گروه دوم بود.

ارزیابی بیماران قبل و پس از درمان شامل تعیین سرعت سیکل راه رفتن و پارامترهای کینتیک راه رفتن بود. جهت کسب اطلاعات فوق بیماران ضمن راه رفتن با سرعت ترجیحی خود از روی صفحه نیرو (Force platform) ساخت شرکت Kistler عبور می‌کردند؛ به طوری که یک پای بیماران (۳ بار تکرار برای هر کدام از پاهای سالم و مبتلا) با سطح صفحه نیرو که در طول مسیر راه رفتن بیماران قرار گرفته بود، برخورد کند.

جهت محاسبه سرعت سیکل راه رفتن از روش تصویربرداری استفاده شد. به این ترتیب که همزمان با عبور بیماران از روی صفحه نیرو، ثبت فیلم از نمای خارجی توسط یک دوربین زمان حقیقی که عمود بر مرکز مسیر راه رفتن بیماران در محل ثابتی قرار گرفته بود، صورت می‌گرفت. ضمناً بیماران در حین پیمودن مسیر حرکت خود، از برابر یک دیوار کاذب شطرنجی با ابعاد معین عبور می‌کردند. جهت تعیین طول و زمان سیکل راه رفتن (Stride) از نشانگرهایی در نواحی داخلی و خارجی پاشنه پاها استفاده شد. فرکانس نمونه‌برداری دوربین، ۳۰ هرتز و فرکانس نمونه‌برداری صفحه نیرو، ۵۰۰ هرتز بود.

جهت همزمان سازی فعالیت دوربین با صفحه نیرو از یک دستگاه بنام سوئیچ تریگر استفاده شد که همزمان

جدول شماره ۱- مقادیر میانگین و انحراف معیار سرعت سیکل راه رفتن و پارامترهای کینتیک راه رفتن در گروه اول قبل و پس از درمان (واحد اندازه گیری سرعت سیکل راه رفتن و سرعت نوسان های مرکز فشار، سانتی متر بر ثانیه و واحد اندازه گیری دامنه مرکز فشار سانتی متر می باشد).

متغیر	میانگین وانحراف معیار قبل از درمان	میانگین وانحراف معیار بعد از درمان
سرعت سیکل راه رفتن	۴۰/۱۴±۱۸/۵۸	۴۶/۴۵±۲۱/۷۶
دامنه نوسان مرکز فشار پای مبتلا (صفحه فرونتال)	۹/۹۴±۴/۰۳	۷/۷۵±۲/۷۹
دامنه نوسان مرکز فشار پای سالم (صفحه فرونتال)	۱۱/۱۸±۳/۵۷	۸/۷±۳/۱۷
دامنه نوسان مرکز فشار پای مبتلا (صفحه ساژیتال)	۱۴/۳۵±۵/۴۳	۱۳/۴۶±۴/۴۹
دامنه نوسان مرکز فشار پای سالم (صفحه ساژیتال)	۱۱/۷۷±۴/۲۲	۱۱/۲۵±۳/۶۳
سرعت نوسان مرکز فشار پای مبتلا(صفحه فرونتال)	۰/۰۰۲۳۵±۰/۰۰۰۴۵	۰/۰۰۰۴۵۸±۰/۰۰۰۱۵۶
سرعت نوسان مرکز فشار پای سالم(صفحه فرونتال)	۰/۰۰۰۴۱۵±۰/۰۰۰۱۹	۰/۰۰۰۳۲۶±۰/۰۰۰۲۸۵
سرعت نوسان مرکز فشار پای مبتلا(صفحه ساژیتال)	۰/۰۰۰۳۷۰±۰/۰۰۰۴۸۶	۰/۰۰۰۴۳۹±۰/۰۰۰۳۱۱
سرعت نوسان مرکز فشار پای سالم(صفحه ساژیتال)	۰/۰۰۰۳۷۹±۰/۰۰۰۱۵۶	۰/۰۰۰۴۶۳±۰/۰۰۰۱۴۴

ندادند (جدول شماره ۲).

بحث و نتیجه گیری

هدف مطالعه انجام شده مقایسه میزان تاثیر دو روش درمانی CIMT و حرکت درمانی انبوه (Mass practice) بود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به دنبال هر دو روش درمانی سرعت سیکل راه رفتن در بیماران همی پارزی افزایش پیدا می کند و این تاثیر بین دو روش درمانی یکسان بود.

Parvataneni و همکارانش معتقدند که سرعت راه رفتن در بیماران همی پارزی بسیار تکرار پذیر است و بهبود آن ارتباط زیادی با استقلال و سطح فعالیت اجتماعی فرد دارد. سرعت راه رفتن عمدتاً جهت ارزیابی اثرات پروتکل های درمانی مختلف مورد استفاده قرار می گیرد.^(۲۳و۲۲)

Milot و همکارانش نشان دادند که کاهش قابل

سرعت سیکل راه رفتن بین دو گروه دیده نشد ($p=0/03$ ، گروه دوم $p=0/01$). تفاوتی به لحاظ افزایش سرعت سیکل راه رفتن بین دو گروه دیده نشد ($p=0/39$).

در گروه اول دامنه نوسانات مرکز فشار پای سالم و مبتلا در صفحه فرونتال کاهش معنی داری نشان داد (پای سالم $p=0/08$ ، پای مبتلا $p=0/03$). دامنه نوسانات پای سالم و مبتلا در صفحه ساژیتال تغییری نکرد (پای سالم $p=0/06$ ، پای مبتلا $p=0/04$). در ضمن سرعت نوسان مرکز فشار پای مبتلا در هر دو صفحه کاهش معنی داری نشان داد (صفحه ساژیتال $p=0/01$ ، صفحه فرونتال $p=0/03$). سرعت نوسان مرکز فشار پای سالم در دو صفحه تغییر معنی داری نکرد (صفحه ساژیتال $p=0/04$ ، صفحه فرونتال $p=0/01$) (جدول شماره ۱).

در گروه دوم دامنه نوسان مرکز فشار پای سالم در صفحه ساژیتال کاهش معنی داری نشان داد ($p=0/03$). سایر پارامترهای مرکز فشار تغییرات معنی داری نشان

جدول شماره ۲- مقادیر میانگین و انحراف معیار سرعت سیکل راه رفتن و پارامترهای کینتیک راه رفتن در گروه دوم قبل و پس از درمان.

متغیر	میانگین وانحراف معیار قبل از درمان	میانگین وانحراف معیار بعد از درمان
سرعت سیکل راه رفتن	۳۳/۰۲±۱۵/۷۸	۳۹/۷۵±۲۰/۴۱
دامنه نوسان مرکز فشار پای مبتلا (صفحه فرونتال)	۸/۸۷±۲/۸۷	۹/۲۴±۲/۸۸
دامنه نوسان مرکز فشار پای سالم (صفحه فرونتال)	۹/۲۵±۴/۶۷	۹/۳۶±۳/۸۲
دامنه نوسان مرکز فشار پای مبتلا (صفحه ساژیتال)	۱۳/۸۷±۳/۶۸	۱۳/۰۹±۳/۵۷
دامنه نوسان مرکز فشار پای سالم (صفحه ساژیتال)	۱۴/۷۷±۳/۷۸	۱۲/۹۵±۴/۰۶
سرعت نوسان مرکز فشار پای مبتلا(صفحه فرونتال)	۰/۰۰۲۴۹±۰/۰۰۰۸۵	۰/۰۰۱۴۲±۰/۰۰۰۳۷۱
سرعت نوسان مرکز فشار پای سالم(صفحه فرونتال)	۰/۰۰۱۵۶±۰/۰۰۰۳۴	۰/۰۰۲۳۳±۰/۰۰۰۷۰۳
سرعت نوسان مرکز فشار پای مبتلا(صفحه ساژیتال)	۰/۰۰۰۴۱۷±۰/۰۰۰۲۵۸	۰/۰۰۰۳۲۵±۰/۰۰۰۱۴۴
سرعت نوسان مرکز فشار پای سالم(صفحه ساژیتال)	۰/۰۰۰۳۲۶±۰/۰۰۰۶۵۶	۰/۰۰۱۹۲۷±۰/۰۰۰۶۵۲

دقیق‌تری ضمن راه رفتن نشان می‌دهند.^(۱۱) Nardone و همکارانش بیان می‌کنند که در بیماران همی‌پارزی دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار هر دو اندام نسبت به افراد طبیعی افزایش پیدا می‌کند که علت آن بروز نقص در مکانیزم‌های کنترل حرکت می‌باشد.^(۱۳)

می‌دانیم که آوران‌های حسی پیکری به عنوان مهم‌ترین منبع فراهم آورنده اطلاعات ورودی سیستم کنترل تعادل به شمار می‌روند و راه رفتن نیز از عملکردی‌ترین مهارت‌های تعادلی محسوب می‌شود. بنابراین اطلاعات حسی پیکری ارسالی از اندام‌های تحتانی که اصلی‌ترین آن‌ها اطلاعات مربوط به نیروهای وارده به اندام‌ها ضمن راه رفتن می‌باشند و عمدتاً از طریق آوران‌های Ib گیرنده‌های وتتری گلژی و نیز گیرنده‌های فشاری پوستی و مفصلی به مراکز بالا ارسال می‌شوند، نقش مهمی در حفظ تعادل دینامیک ضمن راه رفتن دارند.^(۲۶،۲۵)

تعادل دینامیک ضمن راه رفتن وقتی برقرار می‌شود که پاسخ‌های عضلانی با دامنه و زمان مناسب در مراحل مختلف سیکل راه رفتن وجود داشته باشند. پاسخ‌های مناسب عضلات توسط سیستم کنترل تعادل در صورت وجود اطلاعات حسی پیکری صحیح اتخاذ می‌شوند.^(۲۷) بررسی‌هایی که توسط Lamontagne و همکارانش انجام شده نشان می‌دهند که میزان نیروی وارده بر اندام‌های تحتانی بر زمان و مقدار فعالیت عضلات در مراحل مختلف سیکل راه رفتن و نیز بر کیفیت پاسخ‌های تعادلی استاتیک اثر بسزایی دارد.^(۹)

آنچه که در بیماران همی‌پارزی رخ می‌دهد نقص در ارسال پیام‌های حسی به سمت بالا می‌باشد؛ به این ترتیب که بیمار پس از راه افتادن به علت ضعف عضلات اندام تحتانی مبتلا و فقدان توانایی جهت ساپورت مرکز جرم بدن توسط اندام تحتانی مبتلا، درصد بیشتر وزن خود را روی اندام سالم می‌اندازد (همان پدیده یادگیری در عدم استفاده). آوران‌های اندام مبتلا از تحمل نیروی وزن طبیعی محروم می‌شوند.^(۲۷) Morris و همکارانش معتقدند CIMT با محدود ساختن استفاده از اندام سالم و بازسازی مجدد حرکات عملکردی اندام مبتلا قادر است با پدیده یادگیری در عدم استفاده مقابله کند.^(۱۹) نتایج مطالعات بسیاری که در این زمینه انجام شده نشان دهنده اثرات قابل

توجه سرعت در این بیماران در اثر ضعف و عدم هماهنگی عملکرد عضلات اندام تحتانی به طور عمده پلاتنار فلکسورها و در درجات بعد دورسال فلکسورها، اکستانسورهای زانو و فلکسورهای هیپ ایجاد می‌شود.^(۲۴) به علاوه Lamontagne و همکارانش معتقدند که کاهش سرعت می‌تواند به عنوان یک استراتژی جبرانی جهت کاهش مصرف انرژی ضمن راه رفتن در نظر گرفته شود.^(۹)

به نظر می‌رسد در بیماران مورد بررسی این پژوهش، بازآموزی نحوه صحیح و عملکردی راه رفتن، بازآموزی توانایی کنترل انتخابی و فعالیت به موقع عضلات به جای فعالیت‌های همزمان و بدون برنامه عضلات در مراحل مختلف یک سیکل راه رفتن که باعث مصرف زیاد انرژی می‌شود، می‌تواند به عنوان عوامل مسئول در افزایش سرعت راه رفتن مطرح شوند. در ضمن تقویت عضلات و افزایش توان هوازی فرد که تمامی اینها از اجزاء تشکیل دهنده برنامه تمرین درمانی در دو گروه می‌باشند، قادرند از طریق ایجاد تطابق‌های فیزیولوژیکی و افزایش بهره متابولیکی بدن در افزایش سرعت راه رفتن موثر باشند. از آنجا که شدت و مدت زمان تمرینات درمانی در دو گروه یکسان بوده، تفاوتی به لحاظ میزان افزایش سرعت در دو گروه دیده نشد.

در بررسی انجام شده دیده شد که در گروه اول دامنه نوسانات مرکز فشار پاهای سالم و مبتلا در جهت داخلی-خارجی و سرعت نوسان مرکز فشار پای مبتلا در جهت داخلی-خارجی و قدامی-خلفی کاهش معنی‌داری نشان دادند. در گروه دوم تنها دامنه نوسان مرکز فشار پای سالم در جهت قدامی-خلفی کاهش معنی‌داری نشان داد.

مقادیر مربوط به دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار اندام‌های تحتانی قادرند اطلاعاتی راجع به تغییرات نروموتور که بخشی از استراتژی‌های کنترل حرکت می‌باشند، فراهم آورند که نشان دهنده میزان توانایی عملکردی اندام‌های تحتانی و توانایی حفظ تعادل دینامیک ضمن راه رفتن می‌باشند. Mizelle و همکارانش معتقدند که سرعت راه رفتن یک معیار نسبتاً غیر دقیق (Gross) در ارزیابی عملکرد نروموتور به شمار می‌رود، در حالی که دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار وضعیت کنترل نروموتور را به طور

تحميل وزن با تغيير در جهت گيري لگن يعني پايين بردن لگن مبتلا و بالا آوردن لگن سالم، عضلات مفاصل هيپ را در شرايط بهتري جهت مقابله با اغتشاشات طرفي در صفحه فرونتال قرار داده است.

البته در گروه دوم نيز کاهش دامنه نوسان مرکز فشار پای سالم در صفحه قدامی - خلفی اتفاق افتاد که نشان دهنده آن است که انجام تمرینات با هدف بازآموزی نحوه صحیح راه رفتن نیز قادر است باعث بهبودی در هماهنگی فعالیت عضلات و کنترل دینامیک راه رفتن بشود. لازم به توضیح است که استراتژی میچ پا، حرکات مرکز فشار را در جهت قدامی - خلفی کنترل می کند. (۳۴)

کاهش جابجایی مرکز فشار پای سالم در صفحه سائیتال در گروه دوم، نشان دهنده بهبودی در استراتژی میچ پا در کنترل حرکات مرکز فشار پای سالم در این صفحه می باشد.

در هر حال با توجه به نتایج تحقیق حاضر می توان اظهار داشت که در گروه اول که پارامترهای بیشتری مربوط به نوسانات مرکز فشار در هر دو اندام کاهش مقدار نشان دادند، کنترل بیشتری در سطح تعادل دینامیک ضمن راه رفتن به دست آمده است.

در پایان لازم به ذکر است که کم بودن تعداد بیماران همی پارزی واجد شرایط تحقیق و نیز عدم همکاری بیمار در طول درمان که منجر به حذف بیمار از مطالعه می شد، از جمله مهم ترین عوامل ایجاد محدودیت در پژوهش حاضر بشمار می رفتند.

ضمناً لازم است که بررسی های گسترده تری درباره کاربرد درمان CIMT اندام های تحتانی با شدت و مدت زمان های متفاوت و نیز بررسی تاثیر این روش درمانی در فاز حاد سکته مغزی انجام پذیرد.

بنابراین نتایج این تحقیق نشان داد چنانچه CIMT اندام تحتانی با رعایت دو جزء اصلی خود انجام شود، یعنی با تحمل وزن اجباری توسط کفی، جزء اول درمان عملی گردد و در کنار آن تمرین درمانی فشرده انجام شود، تعادل دینامیک و سرعت راه رفتن در بیماران همی پارزی بهبودی قابل توجهی خواهد یافت. در واقع می توان گفت CIMT قادر است با غلبه بر پدیده یادگیری در عدم استفاده و با اصلاح عارضه نقص در ارسال پیام های حسی به سمت مراکز کنترل کننده حرکت، به نحو موثرتری اختلالات تعادلی دینامیک ضمن راه رفتن را درمان کند.

توجه CIMT بر بهبود عملکرد حرکتی اندام فوقانی مبتلا می باشد. (۳۲-۳۸) Wittenberg و همکارانش بیان می کنند که اثرات CIMT بر بهبود عملکرد حرکتی می تواند در نتیجه تغییرات ساختاری یا عملکردی مغز و یا تغییر در خصوصیات اجزاء عضلانی اسکلتی اندام مبتلا ایجاد شود. (۳۳)

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، اساس CIMT اندام های تحتانی، بازآموزی الگوهای صحیح حرکتی در کنار ارسال اطلاعات حسی پیکری طبیعی می باشد (تاکید بر تصحیح عدم تقارن تحمل وزن در حالت ایستاده). در گروه اول که این تصحیح با پوشیدن اورترز پیشنهادی صورت گرفت، با کاهش دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار مواجه شدیم که حاکی از افزایش توانایی عضلات اندام های تحتانی در برابر اغتشاشات خارجی وارده ضمن راه رفتن می باشد. به بیان دیگر، گیرنده های فشاری در این حالت اطلاعات خود را در یک دامنه فیزیولوژیک به بالا ارسال می کنند و سیستم مرکزی کنترل کننده تعادل بر مبنای این اطلاعات تصمیم گیری صحیحی انجام می دهد. این مسئله نشان دهنده افزایش توانایی سیستم کنترل حرکت جهت استفاده از استراتژی های طبیعی برای کنترل دامنه و سرعت نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی می باشد.

همان طور که می دانیم حرکات مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی از طریق استراتژی هیپ کنترل می شود. در واقع جهت حفظ ثبات استاتیک و دینامیک در صفحه فرونتال عمدتاً تنه و مفصل هیپ درگیر هستند. اصلی ترین حرکت تنه در صفحه داخلی - خارجی، حرکت جانبی لگن است که اداکسیون (Adduction) پا و اداکسیون (Abduction) پای دیگر را می طلبد. (۳۴) بنابراین می توان اظهار کرد که تغییر میزان نیروی وارده بر اندام ها در طول دوره درمان در گروه اول، از طریق تاثیر بر عملکرد عضلات دخیل در استراتژی هیپ، باعث افزایش کیفیت عملکردی این عضلات و بهبود توانایی آن ها در کاهش دامنه و سرعت جابجایی مرکز فشار و در نتیجه افزایش پایداری دینامیک ضمن راه رفتن شده است. در توجیه نتایج مطالعه حاضر می توان به نقش عوامل آناتومیکی نیز اشاره ای داشت. (۳۵) یعنی می توان احتمال داد در گروه اول، اورترز متقارن کننده

7. Kim CM, Eng JJ. Magnitude and pattern of 3D kinematic and kinetic gait profiles in persons with stroke: relationship to walking speed. *Gait Posture*; 2004. 20(2): 140-46.
8. Den Otter AR, Geurts AC, Mulder T, Duysens J. Abnormalities in the temporal patterning of lower extremity muscle activity in hemiparetic gait. *Gait Posture*; 2007. 25(3): 342-52.
9. Lamontagne A, Stephenson JL, Fung J. Physiological evaluation of gait disturbances post stroke. *Clin Neurophysiol*; 2007. 118(4): 717-29.
10. Patterson KK, Parafianowicz I, Dannels CJ, Closson V, Verrier MC, Staines WR, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*; 2008. 89(2): 304-10.
11. Mizelle C, Rodgers M, Forrester L. Bilateral foot center of pressure measures predict hemiparetic gait velocity. *Gait Posture*; 2006. 24(3): 356-63.
12. Pollock A, Langhorn P, Baer G, Pomeroy V. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke : a systematic review. *Clin Rehabil*; 2007. 21(5): 395-410.
13. Nardone A, Godi M, Grasso M, Guglielmetti S, Schieppati M. Stabilometry is a predictor of gait performance in chronic hemiparetic stroke patients. *Gait Posture*; 2009. 30(1): 5-10.
14. Rodriguez GM, Aruin AS. The effect of shoe wedges and lifts on symmetry of stance and weight bearing in hemiparetic individuals. *Arch Phys Med Rehabil*; 2002. 83(4): 478-82.
15. Pollock A, Baer G, Pomeroy V, Langhorne P. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Database Syst Rev*; 2003.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر و نیز سهولت استفاده از اورتز ایجاد کننده تحمل وزن اجباری توسط پای سالم بیماران همی پارزی در این پژوهش و ساده و ارزان قیمت بودن این اورتز، استفاده از این اورتز ضمن تمرین درمانی شدید و پیشرونده در این بیماران توصیه می شود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از مهندس محمد راوری عضو هیات علمی گروه مهندسی پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد به دلیل همکاری در استخراج داده‌ها تقدیر و تشکر می نمایند.

فهرست منابع

1. Gillen G, Burkhardt A. *Stroke rehabilitation*. 1st ed. New York: Mosby; 1998.p.1-4.
2. Herman B, Leyten AC, van Luijk JH, Frenken CW, Op de Coul AA, Schulte BP. Epidemiology of stroke in Tilburg, the Netherlands. The population-based stroke incidence register: 2. Incidence, initial clinical picture and medical care, and three-week case fatality. *Stroke*; 1982. 13(5): 629-34.
3. Mayer N. Clinicophysiological concepts of spasticity and motor dysfunction in adults with an upper motoneuron lesion. *Muscle & Nerve*; 1997. 6: 1-13.
4. Bohannon RW, Leary KM. Standing balance and function over the course of acute rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*; 1995. 76(11): 994-96.
5. Sandin KJ, Smith BS. The measure of balance in sitting in stroke rehabilitation prognosis. *Stroke*; 1990. 21(1): 82-86.
6. Higginson JS, Zajac FE, Neptune RR, Kautz SA, Delp SL. Muscle contributions to support during gait in an individual with post-stroke hemiparesis. *J Biomech*; 2006. 39(10): 1769-77.

23(4): 415-23.

25. Dietz V, Gollhofer A, Kleiber M, Trippel M. Regulation of bipedal stance: dependency on "load" receptors. *Exp Brain Res*; 1992. 89(1): 229-31.

26. Duysens J, Clarac F, Cruse H. Load-regulating mechanisms in gait and posture: comparative aspects. *Physiol Rev*; 2000. 80(1): 83-133.

27. Marigold DS, Eng JJ, Timothy Inglis J. Modulation of ankle muscle postural reflexes in stroke: influence of weight-bearing load. *Clin Neurophysiol*; 2004. 115(12): 2789-97.

28. Azab M, Al-Jarrah M, Nazzal M, Maayah M, Sammour MA, Jamous M. Effectiveness of constraint-induced movement therapy (CIMT) as home-based therapy on Barthel Index in patients with chronic stroke. *Top Stroke Rehabil*; 2009. 16(3): 207-11.

29. Barzel A, Liepert J, Haevernick K, Eisele M, Ketels G, Rijntjes M, et al. Comparison of two types of Constraint-Induced Movement Therapy in chronic stroke patients: A pilot study. *Restor Neurol Neurosci*; 2009. 27(6): 673-80.

30. Lin KC, Chang YF, Wu CY, Chen YA. Effects of constraint-induced therapy versus bilateral arm training on motor performance, daily functions, and quality of life in stroke survivors. *Neurorehabil Neural Repair*; 2009. 23(5): 441-48.

31. Kim DG, Cho YW, Hong JH, Song JC, Chung HA, Bai DS, et al. Effect of constraint-induced movement therapy with modified opposition restriction orthosis in chronic hemiparetic patients with stroke. *NeuroRehabilitation*; 2008. 23(3): 239-44.

32. Brogardh C, Flansbjer UB, Lexell J. What is the long-term benefit of constraint-induced movement therapy? A four-year follow-up. *Clin Rehabil*; 2009. 23(5): 418-

(2): CD001920.

16. Nardone A, Galante M, Lucas B, Schieppati M. Stance control is not affected by paresis and reflex hyperexcitability: the case of spastic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 2001. 70(5): 635-43.

17. Vearrier LA, Langan J, Shumway-Cook A, Woollacott M. An intensive massed practice approach to retraining balance post-stroke. *Gait Posture*; 2005. 22(2): 154-63.

18. M.Morris D, Cargo JE, C.deluca S, D.Pidikitti R, Taub E. Constraint - induced movement therapy for motor recovery after stroke. *Neurorehabilitation*; 1997. 9: 29-43.

19. Morris DM, Taub E, Mark VW. Constraint-induced movement therapy: characterizing the intervention protocol. *Eura Medicophys*; 2006. 42(3): 257-68.

20. Zaflarski JP, Page SJ, Kissela BM, Lee JH, Levine P, Strakowski SM. Cortical reorganization following modified constraint-induced movement therapy: a study of 4 patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*; 2006. 87(8): 1052-58.

21. Davies PM. Steps to follow. 2nd ed. Berlin: Springer; 2000.p.248-64.

22. Chen G, Patten C, Kothari DH, Zajac FE. Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speeds. *Gait Posture*; 2005. 22(1): 51-56.

23. Parvataneni K, Olney SJ, Brouwer B. Changes in muscle group work associated with changes in gait speed of persons with stroke. *Clin Biomech*; 2007. 22(7): 813-20.

24. Milot MH, Nadeau S, Gravel D, Bourbonnais D. Effect of increases in plantar flexor and hip flexor muscle strength on the levels of effort during gait in individuals with hemiparesis. *Clin Biomech*; 2008.

23.

33. Wittenberg GF, Schaechter JD. The neural basis of constraint-induced movement therapy. *Curr Opin Neurol*; 2009. 22(5): 1-7.

34. Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol*; 1996. 75(6): 2334-343.

35. Rougier PR. Relative contribution of the pressure variations under the feet and body weight distribution over both legs in the control of upright stance. *J Biomech*; 2007. 40(11): 2477-82.

The effect of “constraint induced movement therapy” on velocity and gait kinetics in hemiparetic patients

M. Shaikh, PhD student of physiotherapy, MSc in Physiotherapy, Physiotherapy Department, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

***F. Bahrpeyma, PhD**, Assistant Professor of Physiotherapy, Crossing of Shaheed Chamran and Jalal-e Al Ahmad Expressways, Physiotherapy Department, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (*Corresponding author).

E. Ebrahimi Takamajani, PhD, Professor of Physiotherapy, Tehran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran.

B. Forough, MD, Associate Professor of Physical Medicine and Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences and Health Services, Tehran, Iran.

Abstract

Introduction: Balance and gait disorders are common motor complications after stroke. Studies have revealed that conventional physiotherapy cannot manage these disorders efficiently; so more studies addressing the causes of these complications and presenting efficient treatment protocols are crucial.

Methods: Thirty hemiparetic patients (age range 40-60 years old) participated in this experimental study. Patients were randomly divided into 2 groups. One group received Constraint Induced Movement Therapy (CIMT) (group 1) and the other Mass Practice (group 2) for 3 weeks. Experimental assessments included stride velocity and kinetic parameters of gait (amplitude and velocity of center of pressure sways of paretic and non-paretic limbs in sagittal and frontal planes) that were recorded and compared before and after treatment. For statistical analysis of data, if distribution of data was normal, parametric tests of t and pair t-tests were used. If distribution of data was not normal, non parametric tests of Wilcoxon and Mann-Whitney were used. SPSS V.11.5 was also used for data analysis.

Results: In both groups, stride velocity increased ($p=0.03$, $p=0.01$). In CIMT group, COP sway for paretic and non-paretic limbs decreased in frontal plane ($p=0.03$, $p=0.008$). COP sway velocity for paretic limb decreased in both planes ($p=0.01$, $p=0.03$). For mass practice group, only COP sway amplitude for non-paretic limb decreased in sagittal plane ($p=0.03$).

Conclusion: Physical therapy based on “Constraint Induced Movement Therapy” can more efficiently manage dynamic balance gait disorders by overcoming "learned non-use" phenomena and improving somato-sensory deafferentation to central motor controllers.

Keywords: Gait, Kinetics, Movement therapy, Hemiparesis