

Effect of Weight Bearing Symmetry Modification on Balance and Gait Function in Individuals with Chronic Stroke

Sheikh M¹, Azarpazhooh M.R², Sasannezhad P³, Ravari M⁴, Hosseini H.A¹

Abstract

Purpose: The aim of this study was to assess the effect of compelled weight bearing with therapeutic exercise on functional test results of balance and gait in individuals with stroke.

Methods: 32 hemi-paretic patients in experimental and control groups (16 patients in each group) participated in this study. Patients in the experimental group wore shoes for 6 weeks with a lift of 6 mm thickness embedded in non-paretic side to increase weight symmetry and performed balance and gait re-education exercises for 90 minutes daily. Patients of the control group only received therapeutic exercises. Assessments were included percentage of body weight on the affected limb, gait velocity; stride length, timed up and go and Berg Balance Scale tests that were recorded in both groups before and after treatment and 3 months after the end of treatment.

Results: All variables showed significant improvement following treatment and improvement effects were maintained during follow up examinations. In the experimental group, percentage of weight bearing on the paretic limb also increased significantly in follow up. The percentage of weight bearing on the paretic limb and BBS score increased more in the experimental group than in the control group ($P=0.001$).

Conclusion: Compelled weight bearing on the paretic limb and re-education of balance and gait caused more improvement in weight symmetry and functional balance in individuals with chronic stroke.

Key words: Stroke, Weight bearing, Balance, Gait

دریافت مقاله: ۹۳/۵/۲۵، تایید مقاله: ۹۳/۹/۱۰

اثر تنظیم تقارن وزن بر عملکرد تعادل و راه رفتن در بیماران سکته مغزی مزمن

مانیا شیخ^۱، محمودرضا آذرپژوه^۲، پیام ساسان نژاد^۳، محمد راوری^۴، حسین اصغر حسینی^۱

هدف: هدف این مطالعه بررسی تاثیر تحمل وزن اجباری به همراه تمرین درمانی بر آزمونهای عملکردی تعادل و راه رفتن در بیماران سکته مغزی بود.

روش بررسی: ۳۲ بیمار همی پارزی در گروههای تجربی و کنترل (۱۶ بیمار در هر گروه) در این مطالعه شرکت نمودند. بیماران گروه تجربی کفشهایی را که یک کفی به ضخامت ۶ میلیمتر در سمت سالم به منظور افزایش تقارن وزن جاسازی شده بود بمدت شش هفته پوشیدند و روزانه ۹۰ دقیقه تمرینات بازآموزی تعادل و راه رفتن را انجام دادند. بیماران گروه کنترل فقط تمرینات درمانی را دریافت کردند. ارزیابیها شامل درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا، سرعت راه رفتن، طول گام، آزمون (Timed up and go; TUG) و آزمون (Berg Balance Scale; BBS) بود که قبل و پس از درمان و ۳ ماه پس از خاتمه درمان در هر دو گروه ثبت شدند.

یافته ها: بررسیهای درون گروهی نشان داد که در هر دو گروه، کلیه متغیرها در پایان درمان بهبودی معنی داری نشان دادند و اثرات بهبودی در دوره پیگیری حفظ شد. در گروه تجربی، درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در دوره پیگیری نیز افزایش معنی دار داشت. مقایسه یافتههای بین گروهی نشان داد که درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا و آزمون BBS افزایش بیشتری در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل داشتند ($p=0/001$).

نتیجه گیری: تحمل وزن اجباری بر اندام مبتلا به همراه بازآموزی تعادل و راه رفتن باعث بهبودی بیشتر تقارن وزن و تعادل عملکردی در بیماران سکته مغزی مزمن شد.

کلمات کلیدی: سکته مغزی، تحمل وزن، تعادل، راه رفتن

نویسنده مسئول: حسین اصغر حسینی، Hosseiniha@mums.ac.ir

آدرس: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه علوم پزشکی مشهد، دانشکده علوم پیراپزشکی، گروه فیزیوتراپی

- ۱- متخصص فیزیوتراپی، استادیار، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
- ۲- متخصص مغز و اعصاب، دانشیار، گروه اعصاب، بیمارستان قائم، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
- ۳- متخصص مغز و اعصاب، استادیار، گروه اعصاب، بیمارستان قائم، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
- ۴- کارشناس ارشد مهندسی پزشکی، گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

بدن بسوی اندام تحتانی مبتلا باعث افزایش تقارن وزن می‌گردند (۱۰). **Rodriguez** و **Aruin** به مقایسه اثر کفی با گوه طرفی بر میزان بهبودی شاخص تقارن وزن در بیماران همی پارزی پرداخت. نتایج نشان داد که کفی ۹ میلیمتری و گوه ۵ درجه بیشترین اثر را در افزایش تقارن وزن داشته‌اند (۷). **Kitisomprayoonkul** و همکاران از کفی و فیدبک جهت بهبود تقارن وزن در بیماران همی پارزی استفاده کرد و نتیجه گرفت که اگر چه کفی به تنهایی تاثیری در بهبود تقارن وزن نداشت اما کاربرد همزمان کفی و فیدبک تاثیر معنی‌داری در بهبود تقارن تحمل وزن نشان داد (۱۳).

تاکید بر وزن‌اندازی روی اندام مبتلا همواره جزئی از درمانهای فیزیکی متداول مانند روش درمانی بر اساس تکامل سیستم عصبی در توانبخشی بیماران سکته مغزی بوده اما تاثیر تقارن وزن بر وضعیت تعادلی و پوسچرال بیماران سکته مغزی بدرستی مشخص نشده است (۱۴). حسینی و همکاران در مطالعه‌ای بر ۲۷ بیمار همی پارزی مزمن نشان دادند که استفاده لحظه‌ای از کفی به ضخامت ۹ میلیمتر در سمت سالم در حالت ایستاده ساکن باعث بهبود تقارن در تحمل وزن می‌شود ولیکن پاسخهای پوسچرال عضلات اندامهای تحتانی در برابر اغتشاش داخلی تغییر نمی‌کند (۱۵). این مطالعات همگی اثرات لحظه‌ای استفاده از کفی در ایجاد تقارن وزن را مورد بررسی قرار داده‌اند. در یک مطالعه بر بیماران همی پارزی مزمن، **Aruin** و همکاران از کفی ۶ میلیمتری در سمت سالم در تمام اوقات فعالیت بیمار به‌مراه تمرین درمانی معمولی و غیر اختصاصی بمدت ۶ هفته استفاده کرد. نتایج نشان داد که علیرغم بهبود تقارن وزن و سرعت راه رفتن، آزمونهای کلینیکی تعادل تغییری نکردند (۱۶).

اختلالات تعادلی و راه رفتن به دنبال سکته مغزی، تداخل زیادی در فعالیتهای روزمره ایجاد می‌کنند (۳-۱). این اختلالات حتی وقتی فرد قادرست بدون استفاده از وسیله کمکی راه برود وجود دارند (۴). نقایص تعادلی مهمترین علت زمین خوردن در این بیماران بوده که باعث افزایش خطر شکستگیها و اختلال در روند توانبخشی می‌شوند (۵،۶). بنابراین انجام مطالعات گسترده‌تر در این زمینه جهت ارائه راهکارهای درمانی موثرتر ضروری می‌باشد.

طبق شواهد بالینی، بیماران سکته مغزی وزن کمتری روی اندام تحتانی مبتلا تحمل می‌کنند که این وضعیت باعث اتخاذ یک پوسچر نامتقارن در حالت ایستاده و ضمن راه رفتن می‌شود (۸، ۷). این حالت حاصل "عدم استفاده آموخته شده" از سمت مبتلا می‌باشد (۹). در ابتدا، بلا فاصله پس از سکته، بیمار به علت ضعف شدید عضلانی قادر به تحمل وزن روی اندام تحتانی مبتلا نمی‌باشد. تدریجاً علی‌رغم بهبود عملکرد حرکتی اندام مبتلا، عدم تقارن در تحمل وزن ادامه می‌یابد (۱۰، ۹، ۷).

روش درمانی بر اساس محدود ساختن حرکت جهت غلبه بر پدیده عدم استفاده آموخته شده در اندامهای فوقانی بیماران همی پارزی استفاده می‌شود و تاثیرات چشم‌گیری را در بهبودی عملکرد حرکتی اندامهای فوقانی نشان داده است (۱۱، ۱۲). امکان استفاده از این روش در توانبخشی تعادل و راه رفتن وجود ندارد زیرا محدود کردن حرکت اندام تحتانی سالم مانع راه رفتن می‌شود اما مفهوم استفاده اجباری از سمت مبتلا می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۹). **Aruin** و همکارانش از قرار دادن کفی و گوه زیر اندام تحتانی سالم جهت تحمل وزن اجباری استفاده کردند (۹). کفی و گوه با انتقال مرکز ثقل

اجباری وزن بر اندام تحتانی مبتلا از طریق پوشیدن کفشهایی که یک کفی به ضخامت ۶ میلیمتر در کفش پای سالم جاسازی شده بود صورت گرفت (۱۶). در کنار آن، بیمار بمدت ۶ هفته تمرینات با هدف بازآموزی تعادل و راه رفتن را انجام می‌داد. گروه کنترل تنها بمدت ۶ هفته تمرین درمانی با هدف بازآموزی تعادل و راه رفتن را انجام داد و افراد در این گروه از کفشهای معمولی خود استفاده می‌کردند و تحمل اجباری وزن بروی اندام تحتانی مبتلا در این بیماران صورت نگرفت. ارزیابی‌ها شامل اندازه‌گیری درصد تحمل وزن توسط اندام تحتانی مبتلا نسبت به کل وزن بدن با استفاده از صفحات نیرو، سرعت راه رفتن، طول قدم، آزمون عملکردی TUG جهت راه رفتن (۲۱) و نیز آزمون عملکردی BBS جهت ارزیابی تعادل (۲۲) بیمار بودند که قبل و پس از درمان و نیز ۳ ماه پس از خاتمه درمان در بیماران هر دو گروه انجام شدند. کلیه بیماران قبل از شرکت در بررسی از شرایط مطالعه آگاه می‌شدند و از طریق امضای فرمهای مربوطه رضایت خود را اعلام می‌کردند. لازم به ذکر است که پروتکل درمان در این مطالعه توسط کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد مورد تایید قرار گرفته است.

جهت اعمال تحمل وزن اجباری بر اندام تحتانی مبتلا از یک کفی لاستیکی نیمه سخت به ضخامت ۶ میلیمتر استفاده شد. این کفی در کفش پای سالم جاسازی می‌شد. تحمل اجباری وزن از طریق شیفت مرکز ثقل بدن بسمت اندام مبتلا به واسطه قرار دادن این کفی در سمت سالم صورت گرفت. بیماران در گروه تجربی در کلیه ساعات فعالیت در طول روز بمدت ۶ هفته از جمله حین انجام تمرین درمانی از این کفشها استفاده کردند. روش تمرین درمانی در هر دو گروه مشابه بوده و با شدت و مدت یکسان انجام شد. تمرین درمانی بطور عمده شامل انجام تمرینات اختصاصی جهت بازآموزی تعادل و راه رفتن در این بیماران بود. جزئیات تمرین درمانی شامل موارد زیر می‌باشد:

- ۱) انجام تمرینات جهت رفع Primary Impairments مانند تمرینات تقویتی جهت عضلات ضعیف و تمرینات کششی جهت عضلات کوتاه بخصوص فلکسورهای ران و زانو و نیز پلانناتارفلکسورهای مچ پا.
- ۲) تکنیکهای اختصاصی جهت بهبود راه رفتن عملکردی مانند جلوگیری از ایجاد الگوهای پاتولوژیک حین راه رفتن

این احتمال وجود دارد که استفاده طولانی مدت از کفیدر "قالب یک برنامه تمرین درمانی اختصاصی" باعث بهبود عملکرد تعادل و راه رفتن بیمار گردد. هدف اصلی در این مطالعه بررسی تاثیر بهبود تقارن وزن از طریق استفاده طولانی مدت از کفی در پای سالم بر عملکرد تعادل و راه رفتن در بیماران سکته مغزی می‌باشد و با توجه به اهمیت تمرین درمانی، بجای اعمال تمرین درمانی معمولی و غیراختصاصی از تمرین درمانی اختصاصی بازآموزی تعادل و راه رفتن استفاده می‌شود که تاکنون در پژوهشهای قبلی صورت نگرفته است.

روش بررسی

بیماران شرکت‌کننده: در این مطالعه تجربی، ۳۲ بیمار مبتلا به همی پارزی مزمن، مراجعه کننده به بخش توانبخشی بیمارستان قائم شهر مشهد در شرکت نمودند. کلیه بیماران قبل از مراجعه به بخش توانبخشی توسط پزشک متخصص مغز و اعصاب، به لحاظ دارا بودن معیارهای ورود و خروج مورد معاینه قرار می‌گرفتند. شدت نقایص نورولوژیک در بیماران از طریق مقیاس National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) اندازه‌گیری شد. پس از ارجاع به بخش توانبخشی نیز مجدداً توسط فیزیوتراپیست بررسی شده و نهایتاً جهت شرکت در مطالعه انتخاب می‌شدند. معیارهای شرکت در مطالعه شامل موارد زیر بودند: ۱) همی پارزی مزمن (گذشت بیش از ۹ ماه از سکته مغزی) در اثر سکته مغزی (۱۷)، ۲) اولین تجربه سکته مغزی، ۳) شدت اسپاستیسیته ۲ یا کمتر عضلات پلانناتار فلکسور براساس مقیاس اشورت، ۴) عدم تقارن در تحمل وزن در حالت ایستاده توسط صفحه نیرو، ۵) توانایی ایستادن و راه رفتن بدون استفاده از وسایل کمکی. معیارهای خروج از مطالعه شامل موارد زیر بودند: ۱) شرایط ناپایدار از لحاظ پزشکی، ۲) ناتوانی در فهمیدن و انجام دستورات، ۳) وجود هر گونه بیماری ارتوپدی یا نورولوژی علاوه بر سکته مغزی. مشخصات بیماران در جدول ۱ ارائه شده است.

بیماران بطور تصادفی و به تعداد مساوی بدو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. به این ترتیب که بیماران مراجعه کننده به مرکز توانبخشی در روزهای زوج هفته در گروه تجربی و بیماران مراجعه کننده در روزهای فرد در گروه کنترل قرار می‌گرفتند. در گروه تجربی، تحمل

جدول ۱: مشخصات بیماران شرکت کننده در مطالعه

متغیر	گروه تجربی	گروه کنترل
سن (سال)	۵۶/۲۳±۱۱/۲۲	۵۷/۵۶±۱۰/۹۸
جنس (مرد/زن)	۱۲/۲۰	۱۰/۲۲
قد (سانتیمتر)	۱۷۴±۸/۹۵	۱۷۱±۱۰/۴۳
وزن (کیلوگرم)	۷۲/۳۵±۹/۲۲	۶۹/۸۹±۸/۵
مدت زمان ابتلا به سکته مغزی (ماه)	۱۲/۱±۳/۲۱	۱۳/۲۴±۲/۸۹
سمت مبتلا	(راست) ۱۷- (چپ) ۱۵	(راست) ۱۵- (چپ) ۱۷
نوع سکته	(ایسکمیک) ۲۷- (هموراژیک) ۵	(ایسکمیک) ۲۶- (هموراژیک) ۶
NIH-SS*	۵/۹۸±۲/۱	۶/۵۸±۲/۵۶
شدت اسپاستیسیته پلانتر فلکسورها بر اساس مقیاس اشورث (نمره/تعداد)	(۷/۲)(۱۰/۱+)(۸/۱)(۷/۰)	(۶/۲)(۸/۱+)(۱۲/۱)(۶/۰)

*National Institute of Health Stroke Scale

عدد صفحه نیرو (Bertec-MBM 4060) که در کنار یکدیگر قرار گرفته بودند استفاده شد. بیماران در حالت بدون کمک و دستها در کنار بدن در حالی که بیک نقطه ثابت در جلو (دایره مشکی رنگ رسم شده بر کاغذ A4 که روی دیوار مقابل محل ایستادن بیمار به ارتفاع ۲ متر از سطح زمین نصب شده بود) نگاه می کردند، با پای برهنه روی صفحات نیرو ایستادند. پوزیشن پاها روی صفحات نیرو براساس مطالعات قبلی بود (هر پا روی یک صفحه نیرو در زاویه ۱۴ درجه با خط عمود و فاصله ۰/۱۷ متر بین پاشنه ها) (۱۹). زمان انجام تست ۲۰ ثانیه و فرکانس نمونه برداری ۲۰۰ هرتز بود. این آزمون سه بار تکرار می شد و میانگین درصد تحمل وزن بر اندام تحتانی مبتلا نسبت به کل وزن بدن در نظر گرفته می شد.

جهت تعیین طول قدم از روش فیلمبرداری استفاده شد. یک عدد دوربین فیلمبرداری HD مدل سونی (HDR-XR350E) با فرکانس نمونه برداری ۶۰ هرتز که روی یک سه پایه به ارتفاع ۰/۹ متر از زمین قرار داشت، به فاصله ۴ متر از Walkway بطول ۱۰ متر قرار داده شد. دامنه دید دوربین شامل ۲ متر مرکزی Walkway بود. بیماران با پای برهنه در حالی که به جلو نگاه می کردند با سرعت ترجیحی خود طول Walkway را پیمودند. مارکهای نارنجی رنگ به قطر ۲۵ میلیمتر به

مانند اکستانسیون بیش از حد مفصل زانو در فاز Mid-stance و نیز بالابردن لگن ضمن فاز Swing و فقدان Arm swing ضمن راه رفتن.

۲) راه رفتن به جلو و عقب و در جهات مختلف و نیز راه رفتن در مسیرهای منحنی بصورت شکل 8 و مسیرهای مارپیچ و نیز استفاده از (Turbo fitness Treadmill) (800 با شیب صفر درجه و سرعت ۳۰-۵۰ سانتیمتر در ثانیه که به تدریج و ضمن پیشرفت افزایش میافت.

۳) عبور از روی موانع به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر و بالا و پایین آمدن از پله ها به ارتفاع ۱۸ سانتیمتر و تاکید بر عدم استفاده از دستها.

۴) تمرینات تعادلی شامل ایجاد اغتشاشات درونی از طریق حرکات بخشهای مختلف بدن و نیز ایجاد اغتشاشات خارجی مانند پرتاب اشیاء بسمت بیمار بودند. ضمناً تمرینات تعادلی بر سطوح ثابت و نیز متحرک مانند صفحه لغزان صورت می گرفت.

این تمرینات بمدت ۹۰ دقیقه در روز در سه مرحله ۳۰ دقیقه ای با مدت زمان استراحت ۱۰ دقیقه بین مراحل تمرین جهت به حداقل رساندن اثرات خستگی، در طول ۶ هفته (۵ روز در هفته) جهت بیماران در دو گروه انجام می شد (۱۸، ۱۶). جهت تعیین تقارن در تحمل وزن و نیز درصد تحمل وزن اندامهای تحتانی سالم و مبتلا از دو

($\alpha=0.05, \beta=0.2$)، انحراف معیار و میانگین متغیر مورد نظر قبل و پس از انجام مداخله براساس فرمول آماری مربوطه محاسبه شد. جهت تعیین توزیع نرمال داده‌ها از آزمون آماری Shapiro-Wilk استفاده شد. از آزمون Independent t test جهت بررسی تفاوت مقادیر اولیه (قبل از درمان) متغیرها بین دو گروه استفاده شد. جهت مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی قبل و بعد از درمان و نیز ۳ ماه پس از خاتمه درمان از آزمون آماری Repeated Measures ANOVA به همراه Anlysis Post hoc استفاده شد. ضمناً جهت بررسی اثر گروهها در صورت معنی‌دار بودن اثر متقابل زمان-گروه از آزمون Independent t test استفاده شد. جهت بررسی تکرار پذیری متغیرهای درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا، طول قدم و سرعت راه رفتن، این آزمونها در ۱۰ نفر از بیماران بفاصله ۱ هفته تکرار شدند. میزان تکرارپذیری (test-retest reliability) از طریق محاسبه ضریب همبستگی درونی (Intraclass correlation coefficient) جهت هر کدام از متغیرها بدست آمد. تجزیه تحلیل آماری توسط نرم افزار SPSS Inc.1989 نسخه ۱۱/۵ انجام شد.

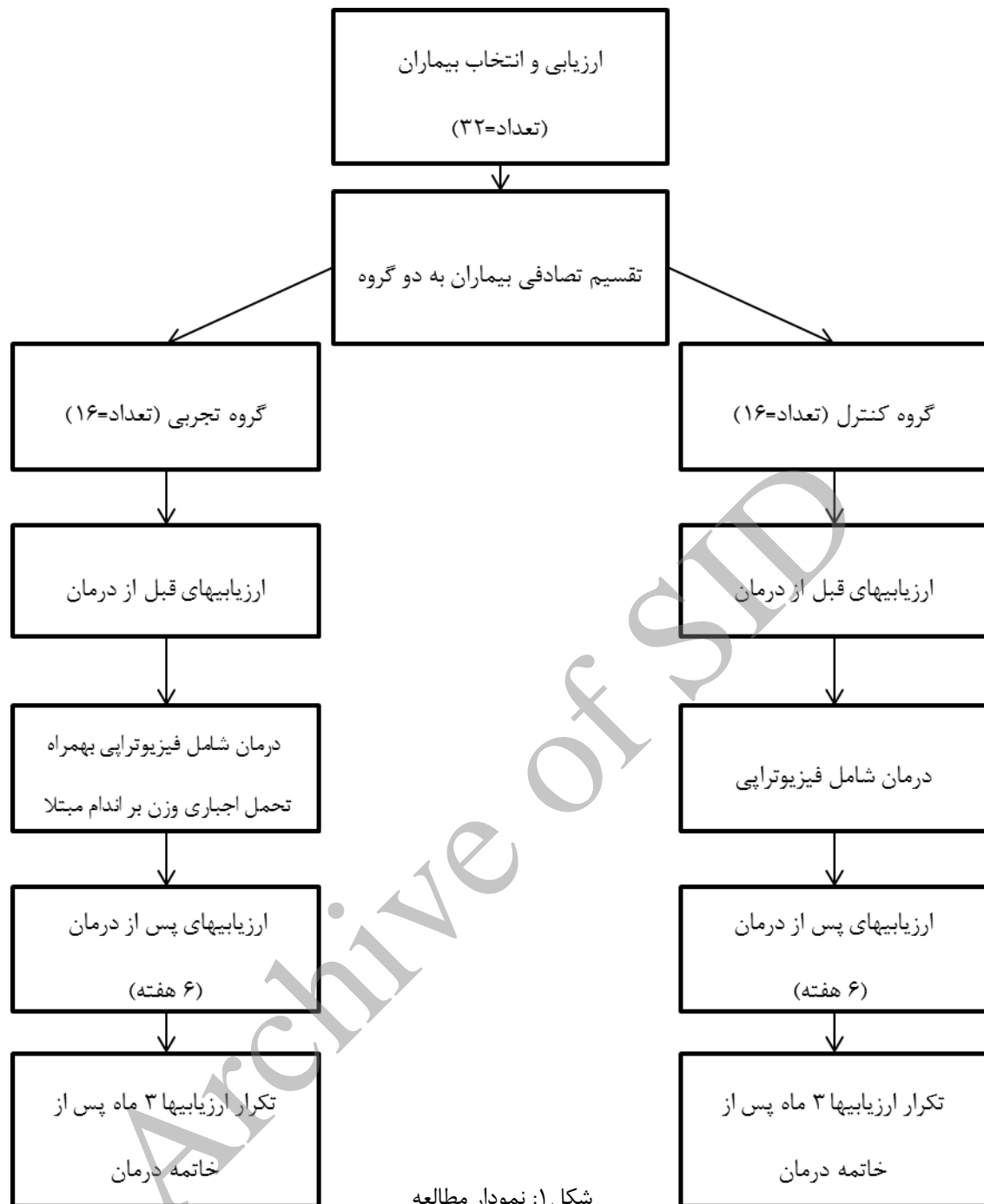
یافته‌ها

کلیه داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار بودند. ضریب همبستگی درونی (ICC) جهت درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا، سرعت راه رفتن و طول قدم در دامنه‌ای ۰/۸۹-۰/۸۵ قرار داشت که نشان‌دهنده تکرارپذیری بالای این متغیرها می‌باشد (۲۰،۲۵). درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا، میانگین مقادیر درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در دو گروه طی زمانهای مختلف ارزیابی در جدول ۲ نشان داده شده است. بین دو گروه تفاوت معنی‌دار قبل از شروع درمان وجود نداشت ($p=0.322, p=0.008$). بدلیل معنی‌دار بودن اثر متقابل زمان و گروه نتایج در دو گروه بطور جداگانه بررسی شد ($f=29/24, p=0.001$). در گروه تجربی تغییرات درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در طی سه مرحله ارزیابی معنی‌دار بوده است ($f=118/461, p=0.001$). نتایج آنالیز Post hoc نشان داد که افزایش تحمل وزن بر اندام مبتلا پس از پایان دوره درمان نسبت به قبل از درمان معنی‌دار بوده است ($p=0.001$). ضمناً این متغیر در پایان دوره

ناحیه پاشنه پاها (توبروزیتی کالکانوس) متصل شدند (۲۰). این تست ۶ بار تکرار گردید. آنالیز فیلم از طریق برنامه نوشته شده در نرم‌افزار MATLAB R2006a انجام می‌شد. در ابتدا فیلم بصورت فریم به فریم تفکیک شد سپس مختصات دو بعدی مارکرهای ناحیه پاشنه در فریم Heel strike هر پا در هر سیکل راه رفتن بدست آمد و پس از آن فاصله بین مارکرها در یک طول قدم محاسبه شد. لازم به ذکر است که کالیبراسیون تصویر با استفاده از یک فریم خارجی با ابعاد معین (۴۰ سانتیمتر مربع) صورت گرفت (۲۰). سرعت راه رفتن با استفاده از کروномتر (Casio HS-70w-1) ضمن پیمودن مسیر ۱۰ متری با سرعت ترجیحی بدست می‌آمد. به این ترتیب که با تقسیم طول مسیر ۱۰ متری بر زمان پیمودن این مسیر، سرعت راه رفتن محاسبه می‌شد (۱۶). میانگین سرعت راه رفتن فرد در ۶ بار تکرار تست به عنوان سرعت راه رفتن هر فرد گزارش شد.

جهت ارزیابی عملکرد راه رفتن از آزمون (TUG) استفاده شد. نتایج تحقیقات قبلی حاکی از اعتبار و تکرارپذیری بالای این آزمون می‌باشد. در این آزمون، زمان لازم جهت برخاستن از روی یک صندلی به ارتفاع ۴۳/۱۸ سانتیمتر، پیمودن مسیری بطول ۳ متر و سپس دور زدن و برگشتن و نشستن مجدد روی صندلی توسط کروномتر اندازه‌گیری می‌شود (۲۱). این آزمون سه بار تکرار شد و میانگین مقادیر در نظر گرفته شد. جهت ارزیابی تعادل بیمار از آزمون (BBS) نسخه معتبر استفاده شد (۲۲). در این آزمون عملکرد تعادلی فرد طی انجام ۱۴ مهارت حرکتی جداگانه سنجیده می‌شود. در واقع توانایی فرد جهت حفظ پوزیشن‌ها با سخت‌تر کردن تمرین و کاهش دادن سطح ساپورت بررسی می‌شود. هر کدام از ۱۴ آیتام شامل ۵ نمره از ۰-۴ و نمره کامل آزمون ۵۶ می‌باشد. زمان کلی ارزیابی بیمار توسط این آزمون ۲۰ دقیقه بود. مطالعات نشان می‌دهند که این تست از تکرارپذیری و اعتبار بالایی برخوردار است (۲۲-۲۴). ارزیابی‌ها قبل و پس از درمان و نیز ۳ ماه پس از خاتمه درمان به صورت Follow up در هر دو گروه انجام شدند (شکل ۱). ارزیابی‌ها و نیز درمان بیماران در بخش توانبخشی بیمارستان قائم شهر مشهد انجام شدند.

تعداد نمونه با انجام یک مطالعه مقدماتی روی ۳۰ نفر از بیماران با در نظر گرفتن خطاهای نوع اول و دوم



شکل ۱: نمودار مطالعه

پایان دوره پیگیری معنی‌دار نبوده است ($p=0/9$). نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت بین دو گروه معنی‌دار بوده است ($t=6/729, p=0/001$).

آزمون BBS: میانگین این متغیر در دو گروه طی زمانهای مختلف ارزیابی در جدول ۲ نشان داده شده است. تفاوت بین دو گروه قبل از شروع درمان از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است ($t=1/876, p=0/1$). بدلیل معنی‌دار بودن اثر متقابل زمان و گروه، نتایج بطور جداگانه جهت هر گروه بررسی شد ($f=32/426, p=0/001$). در گروه

پیگیری نیز افزایش معنی‌دار نسبت به مقادیر پایان درمان و قبل از درمان نشان داد ($p=0/001$). در گروه کنترل نیز تغییرات درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در زمانهای مختلف ارزیابی معنی‌دار بوده است ($f=5/427, p=0/02$). نتایج آنالیز Post hoc نشان داد که تغییرات در پایان درمان نسبت به قبل از درمان معنی‌دار نبوده است ($p=0/12$) و لیکن تغییرات در پایان دوره پیگیری نسبت به قبل از درمان معنی‌دار بوده است ($p=0/04$). تغییرات درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در پایان درمان و نیز در

جدول ۲: نتایج آزمون آماری ANOVA در گروههای هدف (اثر متقابل زمان و گروه معنی دار است)

گروه کنترل				گروه تجربی				متغیر		
F- value	P- value	۳ ماه پس از خاتمه درمان	پس از درمان	قبل از درمان	F- value	P- value	۳ ماه پس از خاتمه درمان		پس از درمان	قبل از درمان
۵/۴۲۷	۰/۰۲	۳/۸۸±۳۸	۴/۲±۳۷/۷۵	۳/۳۲±۳۵/۶۷	۱۱۸/۴۶	۰/۰۰۱	۳/۳۸±۴۴/۴۳	۳/۴±۴۰/۵۶	۴/۰۱±۳۴/۳۷	تحمل وزن
۷۴/۵۴۱	۰/۰۰۱	۲/۸۶±۴۷/۰۶	۲/۸±۴۶/۵۶	۲/۳۸±۴۱/۳۱	۲۸۷/۷۱	۰/۰۰۱	۲/۵±۵۰/۵۶	۲/۵±۵۰/۱۲	۲/۳۲±۳۹/۷۵	برگ (نمره)

*مقادیر بر حسب انحراف معیار میانگین بیان شده اند. **سطح معنی داری در کلیه آزمونها ۰/۰۵ می باشد.

جدول ۳: نتایج آزمون آماری ANOVA در گروههای هدف

گروه کنترل				گروه تجربی				متغیر
F- value	P- value	۳ ماه پس از خاتمه درمان	پس از درمان	قبل از درمان	۳ ماه پس از خاتمه درمان	پس از درمان	قبل از درمان	
۲۳/۴۴۵	۰/۰۰۱	۱۶/۷۷±۴۰/۶۴	۱۷/۸۹±۴۱/۵۱	۱۳/۰۲±۳۵/۲۵	۱۵/۲۸±۵۱/۴۵	۱۵/۸۲±۵۰/۴۶	۱۵/۵±۴۳/۷۲	سرعت راه رفتن (سانتیمتر بر ثانیه)
۱۹/۶۲۸	۰/۰۰۱	۱۷/۶۵±۶۳/۱۱	۱۸/۵۸±۶۴/۰۷	۱۶/۵۲±۵۹/۲۴	۲۰/۴۸±۷۳/۱	۲۱/۳۲±۷۳/۰۹	۱۹/۸±۶۵/۴۴	طول قدم (سانتیمتر)
۱۰/۶۱۱	۰/۰۰۲	۲/۸۶±۴۷/۰۶	۲/۸±۴۶/۵۶	۲/۳۸±۴۱/۳۱	۲/۵±۵۰/۵۶	۲/۵±۵۰/۱۲	۲/۳۲±۳۹/۷۵	TUG (ثانیه)

*مقادیر بر حسب انحراف معیار میانگین بیان شده اند. **سطح معنی داری در کلیه آزمونها ۰/۰۵ می باشد.

تجربی تغییرات آزمون طی مراحل مختلف ارزیابی معنی دار بوده است ($f=۲۸۷/۷۱, p=۰/۰۰۱$). نتایج آنالیز Post hoc نشان داد که سرعت راه رفتن در پایان درمان و نیز پایان دوره پیگیری نسبت به قبل از درمان افزایش معنی دار داشته است ($p=۰/۰۰۱$). لیکن تغییرات سرعت در پایان دوره پیگیری نسبت به پایان درمان معنی دار نبوده است ($p=۰/۹$). ضمناً ANOVA نشان داد که تغییرات سرعت بین دو گروه معنی دار نبوده است ($f=۲/۹۹۵, p=۰/۱$).

طول قدم (Stride length): میانگین مقادیر طول قدم در دو گروه طی زمانهای مختلف ارزیابی در جدول ۳ نشان داده شده است. تفاوت بین دو گروه قبل از شروع درمان به لحاظ آماری معنی دار نبوده است ($p=۰/۳۴۴$), $t=۰/۹۶۲$). نتایج ANOVA نشان داد که تغییرات طول قدم در طی سه مرحله ارزیابی معنی دار بوده است ($f=۱۹/۶۲۸, p=۰/۰۰۱$). نتایج آنالیز Post hoc نشان داد که طول قدم در پایان دوره درمان و نیز پایان دوره پیگیری نسبت به قبل از درمان افزایش معنی دار داشته است ($p=۰/۰۰۱$). تغییرات طول قدم در پایان دوره پیگیری نسبت به پایان دوره درمان معنی دار نبوده است ($p=۰/۹۳$). ضمناً ANOVA نشان داد که تغییرات بین دو گروه معنی دار نبوده است ($f=۱/۶, p=۰/۲۱۶$).

آزمون TUG: میانگین این متغیر در دو گروه طی زمانهای مختلف ارزیابی در جدول ۳ نشان داده شده است.

تجربی تغییرات آزمون طی مراحل مختلف ارزیابی معنی دار بوده است ($f=۲۸۷/۷۱, p=۰/۰۰۱$). نتایج آنالیز Post hoc نشان داد که این آزمون در پایان دوره درمان و نیز پایان دوره پیگیری نسبت به قبل از درمان افزایش معنی دار داشته است ($p=۰/۰۰۱$). اما مقدار این آزمون در پایان دوره پیگیری نسبت به پایان درمان تغییر معنی داری پیدا نکرد ($p=۰/۲$). در گروه کنترل، تغییرات آزمون طی سه مرحله ارزیابی معنی دار بوده است ($f=۷۴/۵۴۱, p=۰/۰۰۱$). نتایج آنالیز Post hoc نشان داد که مقدار آزمون در پایان دوره درمان و نیز پایان دوره پیگیری نسبت به قبل از درمان افزایش معنی دار داشته است ($p=۰/۰۱, p=۰/۰۲$). اما مقدار این آزمون در پایان دوره پیگیری نسبت به پایان درمان تغییر معنی داری پیدا نکرد ($p=۰/۲۱۶$). نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت بین دو گروه معنی دار بوده است ($p=۰/۰۰۱, t=۵/۸۲۲$).

سرعت راه رفتن: میانگین مقادیر سرعت راه رفتن در دو گروه طی زمانهای مختلف ارزیابی در جدول ۳ نشان داده شده است. تفاوت بین دو گروه قبل از شروع درمان از لحاظ آماری معنی نبوده است ($t=۱/۶۷۲, p=۰/۱۰۵$). نتایج ANOVA نشان داد که تغییرات سرعت راه رفتن در طی مراحل مختلف ارزیابی معنی دار بوده است.

۶ هفته افزایش معنی‌دار درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا را در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در ۹ بیمار همی پارزی نشان داد. خاطر نشان می‌گردد که کم بودن تعداد نمونه از نقاط ضعف این مطالعه به حساب می‌آید (۱۶). در مطالعه حاضر، تمرین درمانی باعث بهبود تقارن وزن در بیماران همی‌پارزی شده است اما نظر به اینکه ساختار، مدت و شدت تمرینات در دو گروه یکسان بوده است می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از کفی و متعاقبا تحمل اجباری وزن بر اندام مبتلا ضمن انجام کلیه فعالیت‌های روزمره باعث افزایش بیشتر درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در این بیماران شده است. علت ادامه افزایش معنی‌دار درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در طی ۳ ماه پس از خاتمه درمان احتمالا به ایجاد تغییرات رفتاری و بروز یادگیری در استفاده از اندام تحتانی مبتلا در وزن اندازی بدنبال اعمال کفی مربوط می‌شود (۱۶). در مطالعه حاضر، سرعت راه رفتن و طول قدم در دو گروه بیک اندازه افزایش نشان دادند و این اثر ۳ ماه پس از خاتمه درمان نیز در هر دو گروه مشاهده شد. این یافته مخالف با نتایج مطالعات قبلی توسط *Aruin* و همکاران در این زمینه می‌باشد (۱۶). *Aruin* و همکاران در مطالعه خود بر بیماران مبتلا به همی‌پارزی مزمن، پس از استفاده از کفی و نیز فیزیوتراپی غیر اختصاصی افزایش معنی‌دار سرعت راه رفتن را در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نشان داد (۱۶). علت تفاوت نتایج بررسی‌های قبلی با مطالعه حاضر می‌تواند به وجود تفاوت‌های زیاد در نحوه تمرین درمانی بیماران مربوط باشد.

در مطالعات قبلی از فیزیوتراپی غیر اختصاصی جهت تمرین درمانی استفاده شد. در حالی که در این مطالعه تمرین درمانی بیماران به بازآموزی نحوه صحیح راه رفتن و بازآموزی تعادل اختصاص داشت. احتمالا کاهش استراتژی‌های جبرانی مانند هیپراکستانسیون زانو در فاز *Stance* و نیز *Hip Hitching* و تسهیل *Arm Swing* و انجام تمرینات تقویتی باعث افزایش سرعت راه رفتن در هر دو گروه شده است و از آنجا که تمرینات در هر دو گروه مشابه یکدیگر بودند تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. در مورد طول قدم، در مطالعه مشابه بررسی صورت نگرفته بود اما نتایج این مطالعه نشان داد که اثر بهبود تقارن در تحمل وزن توسط استفاده از کفی نتوانسته باعث تغییرات معنی‌دار طول قدم بین دو گروه

تفاوت بین دو گروه قبل از شروع درمان از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است ($t=1/144$, $p=0/262$). نتایج ANOVA نشان داد که تغییرات این آزمون در طی سه مرحله ارزیابی بیماران معنی‌دار بوده است ($p=0/002$, $f=10/611$). نتایج آنالیز *Post hoc* نشان داد که مقدار این آزمون در پایان دوره درمان نسبت به قبل از درمان کاهش معنی‌دار داشته است ($p=0/001$). اما تغییرات آن در پایان دوره پیگیری نسبت به پایان درمان و نیز قبل از درمان معنی‌دار نبوده است ($p=0/32$, $p=0/112$). نتایج ANOVA نشان داد که تفاوت بین دو گروه معنی‌دار نبوده است ($f=1/339$, $p=0/256$).

بحث و نتیجه گیری

نتایج این بررسی نشان داد که تغییرات کلیه پارامترهای مذکور در هر دو گروه در طول مراحل ارزیابی معنی‌دار بوده است. درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا و نیز آزمون *BBS* در گروه تجربی افزایش بیشتری نسبت به گروه کنترل داشته اند.

در مطالعه حاضر، اثر تجمعی تمرین درمانی و تحمل اجباری وزن بر اندام مبتلا در گروه تجربی باعث افزایش معنی‌دار درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در پایان ۶ هفته درمان شد. ضمناً، این افزایش پس از ۳ ماه از خاتمه درمان نیز بصورت معنی‌دار مشاهده شد. در گروه کنترل، درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا در پایان دوره درمان دیده شد و نیز اثر درمان پس از ۳ ماه باقی ماند. در مطالعه انجام شده توسط *Rodriguez, Aruin* و *Chaudhuri* اثرات کوتاه مدت و لحظه‌ای کفی را بر بهبود تحمل وزن بر اندام مبتلای بیماران همی‌پارزی نشان داده‌اند (۷، ۹، ۱۰). در بررسی‌های این محققان، بیماران در حالت ایستاده ساکن روی صفحات نیرو، بدون اعمال کفی و سپس با استفاده از قرارگیری کفیها با ضخامت‌های متفاوت زیر اندام تحتانی سالم به لحاظ میزان تقارن در تحمل وزن مورد آزمایش قرار می‌گرفتند. منتهی در مطالعه حاضر، بیماران پس از یک دوره استفاده طولانی مدت از کفی توسط پای سالم به لحاظ تغییر تقارن در تحمل وزن مورد بررسی قرار گرفتند و بیماران در حین ارزیابی‌های قبل و بعد از درمان از کفی استفاده نمی‌کردند. تنها در یک بررسی مشابه، *Aruin* و همکاران ضمن آزمایش اثرات طولانی مدت استفاده از کفی بمدت

تعالی، شاید بهبود بیشتر عملکرد تعادلی بیماران گروه تجربی بدلیل تقارن اجباری تحمل وزن در مدت زمان طولانی باشد (۲۹). در مطالعه Aruin بر ۹ بیمار همی‌پارزی، تحمل اجباری وزن با استفاده از کفی به‌مراه فیزیوتراپی غیر اختصاصی تأثیری روی آزمون تعادلی برگ در بیماران دو گروه تجربی و کنترل نداشت. آنها علت این یافته را گذشت مدت زمان طولانی از ابتلا به سکتة مغزی (متوسط ۶ سال) در بیماران ذکر کردند. نتایج مطالعات حاکی از آنست که با مزمن‌تر شدن سکتة مغزی احتمال بهبودی تعادل کاهش می‌یابد (۱۶).

در مطالعه حاضر، متوسط زمان شروع بیماری در بیماران دو گروه تقریباً ۱ سال بود و از طرف دیگر از تمرینات اختصاصی تعادلی استفاده شده بود که احتمالاً این عوامل می‌توانند به عنوان علت تفاوت نتایج این بررسی با مطالعه مشابه در نظر گرفته شوند. طبق نظر Silsupadol و همکاران در دامنه‌های ۴۶-۵۴ آزمون تعادلی برگ، به ازای کاهش هر یک نمره، ۸-۶ درصد افزایش خطر زمین خوردن وجود دارد (۳۰). بر همین اساس در مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش خطر زمین خوردن بیماران پس از پایان دوره پیگیری در گروه تجربی تقریباً به میزان ۳۰ درصد و در گروه کنترل به میزان ۶ درصد مواجه بوده‌ایم.

نتایج بررسی حاضر نشان داد که تحمل وزن اجباری بر اندام مبتلا در بیماران همی‌پارزی از طریق استفاده از کفشی که یک کفی در کفش پای سالم جاسازی شده است به‌مراه تمرینات اختصاصی تعادل و راه رفتن باعث بهبودی بیشتر درصد تحمل وزن بر اندام مبتلا و نیز عملکرد تعادلی بیماران می‌شود. مهمترین محدودیت این پژوهش استفاده از کفی با یک ضخامت در تمامی بیماران گروه تجربی بود. نتایج بررسیها حاکی از آنست که بیماران همی‌پارزی که عدم تقارن در تحمل وزن بسمت اندام سالم را نشان می‌دهند، در یک ضخامت خاص از کفی حداکثر تقارن در تحمل را دارا می‌باشند (۷). لازمست در مطالعات آتی، اندازه کفی متناسب با میزان شیفت وزن به سمت سالم به طور اختصاصی برای هر بیمار محاسبه و اعمال شود.

همانطور که مطالعات گذشته نشان داده‌اند صرف افزایش تقارن تحمل وزن منجر به بهبود ثبات و تعادل در بیماران همی‌پارزی نمی‌شود و جهت برخورداری از بهترین

تجربی و کنترل شود و در مورد این پارامتر نیز بمانند سرعت راه رفتن، تمرین درمانی بخصوص بازآموزی راه رفتن، نقش عمده‌ای در بهبود طول قدم در بیماران هر دو گروه داشته است. طول قدم یکی از پارامترهای مکانی مهم ضمن راه رفتن است که بدنبال سکتة مغزی در این بیماران کاهش می‌یابد (۲۶، ۲۷).

TUG یک آزمون کوتاه جهت بررسی مهارتهای حرکتی بیمار ضمن راه رفتن در محیطهای متنوع و در اجتماع می‌باشد. مقادیر این آزمون جهت افراد میانسال ۱۳-۱۵ ثانیه می‌باشد و در سکتة مغزی این مقدار افزایش پیدا می‌کند (۲۸). در این مطالعه بدنبال هر دو روش درمان در گروههای تجربی و کنترل، زمان آزمون TUG کاهش پیدا کرد. اثر درمان نیز در هر دو گروه ضمن دوره پیگیری حفظ شد. انتظار می‌رفت که بهبود تقارن وزن ضمن استفاده از کفی، با افزایش استفاده از اندام مبتلا در فعالیت‌های وزن اندازی و بهبود کلی وضعیت تقارن و پوسچر باعث بهبود مهارتهای Sit to Stance بصورت متقارن و بهبودی بیشتر TUG در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شود. اما چنین اثری در مطالعه حاضر دیده نشد و همچنان نقش تمرین درمانی در گروهها به عنوان عاملی در کاهش زمان انجام آزمون TUG برجسته به نظر می‌رسد. به هر حال، TUG آزمونی جهت بررسی عملکرد راه رفتن بوده و مرکب از چندین مهارت حرکتی است و ایجاد یک تغییر معنی‌دار در این آزمون صرفاً با تغییر تقارن در تحمل وزن کاری دشوار است. سایر آزمونهای مربوط به راه رفتن مانند سرعت راه رفتن و طول گام نیز بین دو گروه تغییر معنی‌داری نشان ندادند. آزمون تعادلی برگ در هر دو گروه پس از اتمام دوره درمان افزایش معنی‌داری داشت و اثر درمان ۳ ماه بعد در طول دوره پیگیری نیز باقی ماند. بهبودی آزمون تعادلی در بیماران گروه تجربی معنی‌دارتر بوده است. نتایج این بررسی حاکی از بهبودی عملکرد تعادلی، بر خلاف نتایج گزارش شده در مطالعات مشابه می‌باشد (۱۶).

آزمون تعادلی برگ مرکب از ۱۴ مهارت حرکتی است که توانایی حفظ تعادل بیمار را در حالات مختلف بررسی می‌کند. این احتمال وجود دارد که تحمل اجباری وزن بر اندام مبتلا از طریق کفی در گروه تجربی باعث متعادل سازی تحریک گیرنده‌های حسی پیکری اندامهای تحتانی بیمار شده باشد. با توجه به اهمیت این گیرنده‌ها در حفظ

سپاسگزاری

از کلیه همکارانی که در انجام این پژوهش مساعدت نمودند سپاسگزاری می‌شود. همچنین از تمامی بیمارانی که با صبوری خویش ضمن شرکت در این بررسی به انجام این طرح یاری نمودند صمیمانه تشکر می‌شود. ضمناً این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی مشهد با شماره ثبت ۸۹۵۰۵ می‌باشد.

نتیجه لازم است بهبود تقارن تحمل وزن با انجام تمرینات اختصاصی جهت کسب مهارتهای ویژه حرکتی همراه باشد (۱۴،۱۵). انجام مطالعات بعدی در خصوص استفاده طولانی مدت از کفی به همراه تمرینات تعادلی و راه رفتن بر پاسخهای پوسچرال و نیز تقارن راه رفتن با دوره‌های Follow up طولانی تر پیشنهاد می‌شود.

منابع

- Lamontagne A, Stephenson JL, Fung J. Physiological evaluation of gait disturbances post stroke. *Clin Neurophysiol* 2007; 118(4): 717-29.
- Geurts AC, de Haart M, van Nes IJ, Duysens J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture* 2005; 22(3): 267-81.
- Anker LC, Weerdesteyn V, van Nes IJ, Nienhuis B, Straatman H, Geurts AC. The relation between postural stability and weight distribution in healthy subjects. *Gait Posture* 2008; 27(3): 471-7.
- Patterson KK, Parafianowicz I, Danells 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.
- Weerdesteyn V, de Niet M, van Duijnhoven HJ, Geurts AC. Falls in individuals with stroke. *J Rehabil Res Dev* 2008; 45(8): 1195-213.
- Harris JE, Eng JJ, Marigold DS, Tokuno CD, Louis CL. Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke. *Phys Ther* 2005; 85(2): 150-8.
- 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.
- Perennou D. Weight bearing asymmetry in standing hemiparetic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005; 76(5): 621-8.
- Aruin AS, Hanke T, Chaudhuri G, Harvey R, Rao N. Compelled weightbearing in persons with hemiparesis following stroke: the effect of a lift insert and goal-directed balance exercise. *J Rehabil Res Dev* 2000; 37(1): 65-72.
- Chaudhuri S, Aruin AS. The effect of shoe lifts on static and dynamic postural control in individuals with hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81(11): 1498-503.
- Siebers A, Oberg U, Skargren E. The effect of modified constraint-induced movement therapy on spasticity and motor function of the affected arm in patients with chronic stroke. *Physiother Can* 2010; 62(4): 388-96.
- Reiss AP, Wolf SL, Hammel EA, McLeod EL, Williams EA. Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT): Current Perspectives and Future Directions. *Stroke Res Treat* 2012; 159391.
- Kitisomprayoonkul W, Cheawchanwattana S, Janchai S, P ES. Effects of shoe lift on weight bearing in stroke patients. *J Med Assoc Thai*. 2005; 88 Suppl 4: S79-84.
- Kamphuis JF, de Kam D, Geurts AC, Weerdesteyn V. Is weight-bearing asymmetry associated with postural instability after stroke? A systematic review. *Stroke Res Treat* 2013; 692137.
- Hosseini HA, Ebrahimi Takamjani E, Salavati M, Shahidi GH, Sanjari MA, Sheikh M. The Effect of Weight Bearing Symmetry Using a Lift on Postural Responses of Lower Limb Muscles in Hemiparetic Patients. *J Res Rehab Sci* 2013; 9(3).
- Aruin AS, Rao N, Sharma A, Chaudhuri G. Compelled body weight shift approach in rehabilitation of individuals with chronic stroke. *Top Stroke Rehabil* 2012; 19(6): 556-63.

17. Mansfield A, Danells CJ, Zettel JL, Black SE, McIlroy WE. Determinants and consequences for standing balance of spontaneous weight-bearing on the paretic side among individuals with chronic stroke. *Gait Posture* 2013; 38: 428-32.
18. 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.
19. Mansfield A, Danells CJ, Inness E, Mochizuki G, McIlroy WE. Between-limb synchronization for control of standing balance in individuals with stroke. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2011; 26(3): 312-7.
20. Churchill AJ, Halligan PW, Wade DT. RIVCAM: a simple video-based kinematic analysis for clinical disorders of gait. *Comput Methods Programs Biomed* 2002; 69(3): 197-209.
21. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther* 2002; 82(2): 128-37.
22. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992; 83(2): 7-11.
23. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med* 1995; 27(1): 27-36.
24. Verheijde JL, White F, Tompkins J, Dahl P, Hentz JG, Lebec MT, et al. Reliability, validity, and sensitivity to change of the lower extremity functional scale in individuals affected by stroke. *PMR*. 2013; 5(12): 1019-25.
25. Soda P, Carta A, Formica D, Guglielmelli E. A low-cost video-based tool for clinical gait analysis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009: 3979-82.
26. Patterson KK, Nadkarni NK, Black SE, McIlroy WE. Gait symmetry and velocity differ in their relationship to age. *Gait Posture* 2012; 35(4): 590-4.
27. Patterson KK, Gage WH, Brooks D, Black SE, McIlroy WE. Evaluation of gait symmetry after stroke: a comparison of current methods and recommendations for standardization. *Gait Posture* 2010; 31(2): 241-6.
28. Nicolini-Panisson RD, Donadio MV. Timed "Up & Go" test in children and adolescents. *Rev Paul Pediatr* 2013; 31(3): 377-83.
29. Dietz V, Duysens J. Significance of load receptor input during locomotion: a review. *Gait Posture* 2000; 11(2): 102-10.
30. Silsupadol P, Siu KC, Shumway-Cook A, Woollacott MH. Training of balance under single- and dual-task conditions in older adults with balance impairment. *Phys Ther* 2006; 86(2): 269-81.