مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره دهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۰، ۲۴-۱۴

ارزیابی اثر تمرین‌های تعادلی بر شاخص‌های تعادل بیماران دیابتی مبتلا به نوروپاتی

محمد اکبری[۱]، حسن جعفری[۲]، افسانه مشعشعی[۳]، بیژن فروغ[۴]

دریافت مقاله: ۸۸/۷/۲۷ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۸۸/۱۰/۲۳ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۸۹/۶/۱۶ پذیرش مقاله: ۸۹/۶/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: نوروپاتی محیطی از جمله عوارض شایع بیماری دیابت است. در این بیماری، به علت درگیری اعصاب محیطی، اختلال تعادل بروز می‌کند. هدف از این مطالعه، بررسی اثر تمرین‌های تعادلی بر شاخص‌های تعادل بیماران دیابتی مبتلا به نوروپاتی بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کارآزمایی بالینی، تعداد ۱۰ بیمار دیابتی مبتلا به نوروپاتی به عنوان گروه آزمون و ۱۰ فرد سالم جور شده از نظر سن، به عنوان گروه کنترل سالم شرکت داده شدند. نمونه‌ها با روش غیراحتمالی ساده انتخاب گردیدند. شاخص‌های تعادلی آزمودنی‌ها در دو گروه در حالت‌های ایستاده روی دو اندام، اندام راست و چپ با چشمان باز و بسته اندازه‌گیری شد. افراد گروه آزمون ده جلسه تمرین تعادلی پیشرونده انجام دادند و مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند. سپس شاخص‌های تعادل قبل و بعد از تمرین در گروه آزمون با گروه افراد سالم مقایسه شد.

یافته‌ها: شاخص‌های تعادل کلی و جلویی- پشتی در گروه آزمون قبل و بعد از تمرین در حالت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری داشت. دامنه معنی‌داری این اختلاف‌ها برای شاخص کلی تعادل با چشمان باز و شاخص جلویی- پشتی تعادل با چشم بسته به ترتیب $p< ۰/۰۱$ و $p<۰/۰۰۰۱$ بود. شاخص‌های تعادل در گروه آزمون قبل از تمرین در مقایسه با گروه افراد سالم تفاوت معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۰۶$). پس از انجام ده جلسه درمان با تمرین تعادلی در گروه آزمون شاخص‌های تعادل در دو گروه تفاوت معنی‌دار نشان نداد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، می‌توان گفت که درمان با تمرین‌های تعادلی می‌تواند موجب بهبودی شاخص‌های تعادل افراد دیابتی مبتلا به نوروپاتی شود. این بهبودی در حالت چشم باز بسیار چشمگیرتر است. بنابراین درمان با تمرین‌های تعادلی برای توانبخشی بیماران دارای نوروپاتی دیابتی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین‌های تعادلی، دیابت، شاخص تعادل، نوروپاتی

۱- (نویسنده مسئول) دانشیار گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
تلفن: ۰۲۱-۲۲۲۲۹۰۸۶، دورنگار: ۰۲۱-۲۲۲۲۰۹۴۶، پست الکترونیکی: Akbari_mo@tums.ac.ir
۲- استادیار گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- کارشناسی ارشد گروه آموزشی فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- دانشیار گروه آموزشی طب فیزیکی و توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3] [Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

مقدمه

دیابت بیماری متابولیک پیچیده‌ای است که منجر به اختلال در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی و پروتئین‌ها می‌گردد. این بیماری ۱۵٪ از جمعیت بالای ۶۵ سال کشورهای توسعه یافته را مبتلا نموده است [۱]. در دیابت نوع دو، انسولین حضور دارد اما عملکرد آن به گونه‌ای نیست که بتواند گلوکز را از خون وارد سلول‌ها کند، بدن برای رفع مشکل اقدام به ترشح هر چه بیشتر انسولین می‌کند ولی علیرغم آن، گلوکز در خون افزایش می‌یابد [۲]. بی‌نظمی متابولیکی منجر به تولید مواد سمی می‌شود که این مواد به ساختمان‌های عصبی و عروقی آسیب وارد می‌کنند [۳]. تمامی عوامل خطری که در افراد عادی منجر به مرگ و میر می‌شوند، در افراد دیابتی سه تا چهار برابر بیشتر است. کنترل این بیماری بسیار مهم است زیرا شیوع آن در جمعیت بالای ۶۵ سال در ۲۵ سال آینده ۱۳۴٪ افزایش خواهد یافت [۴]. متوسط هزینه‌های بیمارستانی افراد دیابتی در استرالیا ۲/۵ برابر افراد بدون دیابت است [۵]. یکی از شایع‌ترین عوارض نشانه‌دار این بیماران، نوروپاتی دیابتیک است که ۵۰٪ از بیماران دیابتی بالای ۶۰ سال، نوروپاتی محیطی واضحی دارند [۶].

پلی‌نوروپاتی از مشکلات شایع افراد دیابتی است که منجر به درد، اختلال حس و حرکت در اندام‌ها می‌شود و خود عاملی جهت مستعد شدن به زخم پاها می‌باشد [۴]. اختلال کنترل وضعیتی، شایع‌ترین یافته بالینی در افراد دیابتی است که بعضی‌ها آن را آتاکسی حسی می‌نامند [۷]. بی‌تعادلی وضعیتی در افراد دیابتی دارای نوروپاتی حسی، با اختلال در فیدبک حس عمقی از اندام پایینی همراه است. شیوع آتاکسی حسی ناشی از نوروپاتی محیطی در بیماران دیابتی ۱۰ تا ۹۰٪ بیشتر از افراد بدون دیابت است. این عارضه با زمین خوردن‌های مکرر همراه است [۸]. این بیماری به عنوان یک عامل مستقل در زمین خوردن افراد مسن دخیل است [۹]. افراد مبتلا به نوروپاتی محیطی ناشی از دیابت دچار اختلال نسبی در حفظ تعادل خود هستند [۱۰]. در این بیماران نوسان وضعیتی مخصوصاً با چشمان بسته افزایش می‌یابد [۱۱]. نوروپاتی محیطی ناشی از دیابت، اختلال قابل توجهی در حس کف پا ایجاد می‌کند که این آسیب، توانایی بیماران را در حفظ تعادل حین فعالیت‌های روزانه کاهش می‌دهد [۱۲]. ضعف تعادل می‌تواند به دلیل اختلال حس عمقی بروز کند [۱۳]. از دیگر عوامل اختلال تعادل می‌توان به اختلال در استراتژی‌های حرکتی، اختلال ساختارهای بیومکانیکی و عدم درک صحیح موقعیت اشاره کرد [۱۴].

بی‌تعادلی وضعیتی ناشی از نوروپاتی محیطی، خطر ضربه‌های کوچک و زخم را افزایش می‌دهد [۱۵]. در جامعه سالمندان لیز خوردن یا افتادن به علت اختلال در کنترل وضعیتی، یکی از شایع‌ترین عوامل نقص عضو یا مرگ و میر است [۱۶]. افراد دیابتی دارای نوروپاتی حتی با چشمان باز هم دارای اختلال کنترل وضعیتی بوده و احتمال زمین خوردن آنها زیاد است [۱۷]. Oppenheim و همکاران، کنترل وضعیت را در افراد دیابتی دارای نوروپاتی مورد بررسی قرار دادند. در مطالعه آنها در حالت چشم‌های بسته، بیماران دیابتی با نوروپاتی شدید و متوسط از تعادل بسیار کمتری نسبت به افراد سالم و افراد دیابتی بدون نوروپاتی برخوردار بودند [۷]. Corriveau و همکاران، تعادل وضعیتی را در سالمندان مبتلا به نوروپاتی دیابتی با بررسی مرکز فشار مورد مطالعه قرار دادند [۶]. متغیر جابجایی مرکز فشار و مرکز توده بدنی بین دو گروه از تفاوت معنی‌داری برخوردار بود. نتیجه دیگر این بود که شدت نوروپاتی رابطه معنی‌دار و تنگاتنگی با شدت جابه‌جایی مرکز فشار و مرکز توده بدنی داشت [۶].

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

کنترل مناسب وضعیتی، به هماهنگی فضایی و زمانی اطلاعات رسیده از سیستم‌های دهلیزی، بینایی و حسی-پیکری از حرکت سر و بدن و نیز به تولید پاسخ مناسب نسبت به حرکت بستگی دارد. آسیب به یک یا چند سیستم فوق موجب افزایش شیوع زمین خوردن در افراد مسن می‌شود [۱۸]. تمرین‌های هوازی در کاهش احتمال بروز یا شدت نوروپاتی محیطی بیماران مؤثرند [۱۹]. تمرین درمانی از جمله تمرین‌های تعادلی منجر به افزایش فشار اکسیژن پوستی اندام پایینی و پوست ناحیه سینه‌ای بیماران دیابتی می‌شود، که نشان‌دهنده بهبودی کلی در گردش خون پوستی است [۲۰]. تمرین‌های گروهی در بهبود تعادل افراد سالمند مؤثر بوده و خطر زمین خوردن آنها را کاهش می‌دهد [۲۱]. استرس‌های برشی (shear) و تغییر فشار و در نتیجه جابجایی مرکز توده بدن در حالت ایستاده توسط گیرنده‌های مکانیکی کف پا به مراکز عصبی گزارش شده و می‌توانند توانایی تعادلی این بیماران را افزایش دهند [۲۲]. بنابراین، به نظر می‌رسد تجویز و انجام کنترل شده تمریناتی که به طور منظم مرکز جاذبه بدن را به اندازه‌ای تغییر دهند که فرد آنها را حس کرده و قادر به تطبیق با آن تغییرات باشد، می‌تواند توانایی تعادلی او را بهبود بخشد. لذا هدف از این مطالعه، تعیین میزان اختلال تعادل و بررسی اثر تمرین‌های تعادلی در بهبود شاخص‌های تعادلی بیماران مبتلا به نوروپاتی دیابتی و مقایسه توانایی تعادلی این بیماران با افراد سالم همسن بود.

مواد و روش‌ها

در این کارآزمایی بالینی که از فروردین تا شهریور سال ۱۳۸۷ انجام شد، تعداد ده بیمار واجد معیارهای ورود به تحقیق مراجعه‌کننده به مرکز غدد و متابولیسم بیمارستان فیروزگر انتخاب شده و با ده فرد سالم که از نظر سنی با گروه آزمون جور شده بودند به عنوان گروه افراد طبیعی مورد مقایسه قرار گرفتند. از بیماران برای شرکت در تحقیق رضایت نامه کتبی گرفته شد و طرح تحقیق در کمیته اخلاق دانشکده مورد تأیید قرار گرفت. تعداد نمونه با در نظر گرفتن انحراف معیار ۲ و تغییر لازم برای معنی‌دار شدن ۲/۴ که از مقالات ارائه شده در مطالعات مشابه قبلی به دست آمد بود، و با استفاده از فرمول $N=۷/۷۸\times۲\ [SD/\ change\ in\ mean\ ]^{۲}=۱۰/۸۰$ محاسبه گردید [۲۳].

بیماران دیابتی دارای ۶۰-۳۵ سال سن، مبتلا به نوروپاتی محیطی که توانایی ایستادن به صورت دو پا و یک پا، روی صفحه نیرو را داشتند، وارد مطالعه شدند. وجود نوروپاتی با آزمون‌های تشخیص الکتریکی مورد تأیید قرار گرفته بود. در این آزمون‌ها، سرعت هدایت کمتر از ۵۰ متر بر ثانیه در اعصاب پرونئال و تیبیال، به عنوان نوروپاتی تلقی می‌گردید. افراد دارای زخم‌های دیابتیک در پاها، قند خون کنترل نشده، عفونت گوش داخلی، بیماری‌های عصبی (غیر از نوروپاتی) یا سایر بیماری‌هایی مختل‌کننده تعادل، مشکلات اسکلتی- عضلانی مانند (دفورمیتی‌های ستون مهره‌ای و اندام‌ها)، سابقه پیچ‌خوردگی مکرر مچ پا در یک سال گذشته، درد شدید مخل تعادل، مشکلات دیداری در حد عدم توانایی دیدن مکان‌نما و وجود هر گونه عامل مختل‌کننده تعادل غیر از نوروپاتی دیابتی برای مطالعه انتخاب نشدند. عدم مراجعه مرتب برای جلسات درمانی یا عدم تمایل شرکت‌کننده‌ها برای ادامه همکاری، از موارد خروج بیماران از تحقیق بود. در تحقیق حاضر فقط دو نفر از بیماران انتخاب شده برای تحقیق به دلیل عدم مراجعه مرتب از تحقیق کنار گذاشته شدند که برای جایگزینی آنها دو مورد جدید به مطالعه اضافه شد تا تعداد آزمودنی‌ها به ده نفر برسد.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

داده‌ها از طریق مصاحبه، معاینه و انجام آزمون‌های تعادلی، جمع‌آوری و در پرسش‌نامه تحقیق ثبت شدند. قد با متر نواری (بر حسب سانتی‌متر با دقت تفکیک یک سانتی‌متر)، وزن (بر حسب کیلوگرم با دقت تفکیک یک کیلوگرم) با ترازوی نوع تخت به نام Soehnle ساخت آلمان اندازه‌گیری شدند و سن افراد از خود فرد سؤال و در پرسش‌نامه مربوط ثبت شد. برای سنجش توانایی تعادلی افراد شرکت داده شده در مطالعه، آزمون‌های تعادل در حالت‌های مختلف با استفاده از دستگاه تعادل بیودکس مدل ۳۰۲- ۹۴۵ (Biodex Medical System; Shirly, Newyork) انجام شد. آزمون‌ها در گروه آزمون در دو نوبت قبل و بعد از درمان به عمل آمد. شاخص کلی تعادل، شاخص تعادل جلویی- پشتی و شاخص تعادل داخلی- خارجی توسط نرم‌افزار دستگاه بیودکس محاسبه شد.

روش انجام آزمون‌ها: هر آزمودنی در شش حالت ایستاده روی دو اندام با چشمان باز و بسته، ایستاده روی اندام راست با چشمان باز و بسته و ایستاده روی اندام چپ با چشمان باز و بسته، آزمون‌های تعادل دینامیک را انجام می‌داد. مجموع شش آزمون و نیز مرحله آشنایی با دستگاه برای هر آزمودنی ۴۵ دقیقه به طول می‌انجامید. برای آزمودنی‌ها شرح داده می‌شد که هر آزمون، اول یکبار به صورت آزمایشی انجام خواهد شد. به این منظور دستگاه روشن شده و فرد بدون کفش و جوراب و با لباس راحت روی صفحه نیرو قرار می‌گرفت و بر روی صفحه نمایشی که در مقابل او قرار داشت، متمرکز می‌شد. آزمون اول ایستاده روی دو پا، مدت زمان آزمون ۲۰ ثانیه و وضعیت چشم‌ها باز بود. سفتی صفحه نیرو از ابتدا تا انتهای آزمون روی عدد ۸ تعیین می‌شد. در مرحله ثبت اطلاعات وضعیت پای آزمودنی، او در حالی که در وسط صفحه نیرو ایستاده و دسته‌های دستگاه را گرفته بود از زمان رها شدن صفحه نیرو آگاه می‌شد، بعد از رها شدن صفحه نیرو او باید مکان‌نما را در وسط دایره کوچک که به چهار قسمت تقسیم شده بود نگاه می‌داشت. بعد از انجام این کار در حالی که وضعیت ایستاده روی دو پا را حفظ می‌کرد صفحه نیرو ثابت می‌شد. تا وضعیت پاهای وی روی صفحه نیرو در دستگاه ثبت شود.

با اعلام آمادگی بیمار، ابتدا آزمون کسب آمادگی سپس آزمون اصلی به صورت سه تکرار انجام می‌شد که بین هر آزمون بیمار یک دقیقه روی صندلی می‌نشست. هر آزمون ۲۰ ثانیه طول می‌کشید. طی آزمون، آزمودنی سعی می‌کرد در مدت ۲۰ ثانیه مکان نما را در وسط دوایر متحدالمرکز نگه دارد. پس از انجام آزمون، نرم‌افزار دستگاه گزارش خود را به صورت جدولی کامل ارائه می‌کرد که میزان شاخص کلی تعادل، شاخص تعادل جلویی- پشتی، شاخص تعادل داخلی- خارجی، از آن جمله بود.

پس از آن، همین آزمون با چشم‌های بسته انجام می‌شد و اطلاعات آن همانند آزمون قبلی، در سه تکرار ثبت و متوسط آنها لحاظ می‌گردید. آزمون بعدی، روی اندام پایینی راست فرد با چشم‌های باز و بسته و سپس اندام پایینی چپ فرد با چشم‌های باز و بسته صورت می‌گرفت.

تمرین‌های تعادلی با دستگاه بیودکس: تمرین‌های تعادلی با دستگاه بیودکس به این صورت انجام می‌شد که در جلسه اول و دوم میزان سفتی صفحه نیرو روی حداکثر یعنی هشت تنظیم شده و بیمار با چشمان باز و بسته به صورت یک پا و دو پا روی آن می‌ایستاد. در حالت چشمان باز، از وی خواسته می‌شد که در صفحه نمایشگر رایانه دستگاه روبروی خود، مکان‌نما را که نشان‌دهنده مرکز فشار او بود، در مرکز دوائر متحدالمرکز نگه دارد. این عمل ۹۰ ثانیه ادامه می‌یافت. در حالتی که چشمان بیمار بسته

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

بود وی تلاش می‌کرد که با تکیه بر حس عمقی و بدون استفاده از حس بینایی، تعادل خود را روی صفحه نیرو حفظ کند. با بهبود توانایی بیمار، در هر دو جلسه سفتی صفحه نیرو یک درجه کاهش داده می‌شد. به طوری که در جلسه نه و ده به سطح سفتی چهار می‌رسید.

از جلسه چهارم، تمرین برای بهبود محدوده‌های ثبات نیز به برنامه اضافه می‌شد. این تمرین با درجه آسان و با درجه سفتی بیشتر شروع و با بهبود بیمار سفتی صفحه کاهش داده می‌شد تا در نهایت به درجه چهار سفتی برسد. این تمرین در هر جلسه دو بار انجام می‌شد. در نوبت اول، مدت انجام این تمرین به بیمار گفته می‌شد و او تلاش می‌کرد در نوبت دوم تمرین را با صرف مدت زمان کمتری به اتمام برساند.

تمرین‌های تعادلی با Wobble board, Rocker board : این تمرین‌ها نیز در دو جهت جلویی- پشتی و داخلی- خارجی از همان جلسه اول با دفعات تکرار و زمان استراحت متفاوت در هر جلسه انجام شد.

در جلسات اول و دوم، تمرین با چشمان باز و بسته روی Rocker board و در جهت dorsi/plantar و همچنین تمرین با چشمان باز و بسته روی Wobble board و در جهت داخلی/خارجی انجام شد. مدت هر تمرین ۱۵ ثانیه و استراحت بین هر تمرین ۴۵ ثانیه در نظر گرفته می‌شد و هر تمرین پنج بار در جلسه تکرار می‌گردید. هر دو جلسه، ۵ ثانیه به زمان تمرین اضافه و ۵ ثانیه از زمان استراحت کاسته می‌شد.

روش‌های آماری: داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آلفای کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار تلقی شد.

برای محاسبه شاخص‌های تمایل مرکزی و شاخص‌های پراکندگی، از آمار توصیفی استفاده شد. برای انتخاب آزمون‌های تحلیلی مناسب ابتدا نرمال بودن توزیع نظری داده‌ها در هر یک از متغیرها با استفاده از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف مورد سنجش قرار گرفت. چون توزیع نظری تمامی‌داده‌ها در تحقیق حاضر نرمال بود، برای محاسبه شاخص‌های تعادلی بین گروه آزمون و افراد سالم از آزمون t مستقل و برای بررسی تغییرات ناشی از مداخله در گروه آزمون قبل و پس از درمان از آزمون t زوج استفاده شد. جهت بررسی ارتباط آماری شاخص‌های تعادلی با متغیرهای سن، وزن، قندخون و سرعت هدایت عصبی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

آمار توصیفی: میانگین سن در گروه آزمون و افراد سالم به ترتیب ۵۵/۸±۳/۸۵ و ۵۶/۲±۳/۲۲ سال، میانگین قد گروه آزمون و افراد سالم به ترتیب ۱۶۲/۱±۹/۹۲ و ۱۶۰/۸±۸/۰۲ سانتی‌متر و میانگین وزن گروه آزمون و افراد سالم به ترتیب ۷۳/۵±۱۰/۲۶ و ۶۴/۵±۱۰/۵۳ کیلوگرم بود. بین دو گروه از نظر سن، قد و وزن اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. شاخص کلی تعادل در حالت ایستاده روی دو پا با چشم باز برای گروه آزمون قبل از تمرین ۲/۷۶±۰/۸۱ و برای گروه افراد سالم ۱/۸۵±۰/۴۳ بدست آمد.

آمار تحلیلی: شاخص کلی تعادل در حالت ایستاده روی دو پا با چشم باز برای گروه آزمون بعد از تمرین ۱/۹۲±۰/۳۸ و برای گروه افراد سالم ۱/۸۵±۰/۴۳ به دست آمد. نتایج آزمون آماری t مستقل جهت مقایسه میانگین شاخص کلی تعادل در حالت ایستاده روی دو پا با چشمان باز بین گروه آزمون بعد از تمرین و گروه افراد سالم تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p<0/71$). در حالی که نتایج آزمون آماری t مستقل جهت مقایسه شاخص کلی تعادل در حالت ایستاده روی دو پا، با چشمان باز بین گروه آزمون

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

قبل از تمرین و گروه افراد سالم تفاوت معنی‌داری نشان داده بود (p<۰/۰۰۶) (جدول۱).

نتایج آزمون آماری t زوج جهت مقایسه میانگین شاخص‌های کلی تعادل، جلویی- پشتی و داخلی- خارجی در حالت ایستاده روی دو پا ، قبل و بعد از تمرین با چشم باز در گروه آزمون به ترتیب با p<۰/۰۱، p<۰/۰۰۱، p<۰/۰۰۰۱ تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص‌های تعادل کلی، جلویی- پشتی و داخلی- خارجی در حالت ایستاده روی دو پا با چشمان باز و بسته قبل و بعد از تمرین در گروه آزمون و افراد سالم

	انحراف معیار± میانگین		مقدار P	انحراف معیار± میانگین		مقدار P
	افراد سالم	گروه آزمون قبل از تمرین		افراد سالم	گروه آزمون بعد از تمرین	
با چشم باز						
شاخص کلی تعادل	۱/۸۵ ± ۰/۴۳	۲/۷۶±۰/۸۱	۰/۰۰۶*	۱/۸۵ ± ۰/۴۳	۱/۹۲ ±۰/۳۸	۰/۷۱
شاخص جلویی- پشتی	۱/۴۲ ±۰/۴۳	۲/۳۵±۰/۸۴	۰/۰۰۶*	۱/۴۲ ±۰/۴۳	۱/۴۸ ±۰/۴۶	۰/۷۷
شاخص داخلی-خارجی	۱/۳۳ ±۰/۴۴	۱/۶۷ ±۰/۴۲	۰/۱۱	۱/۳۳ ±۰/۴۴	۱/۳۳ ±۰/۲۸	۰/۷۷
با چشم بسته						
شاخص کلی تعادل	۳/۱۴±۱/۰۹	۶/۵۱ ±۱/۵۹	۰/۰۰۰۱*	۳/۱۴±۱/۰۹	۴/۳ ±۱/۲۸	۰/۰۴۳*
شاخص جلویی- پشتی	۲/۲ ±۰/۸۳	۴/۷۸±۱/۶۷	۰/۰۰۰۱*	۲/۲ ±۰/۸۳	۲/۵۳ ±۱/۱	۰/۴۶۲
شاخص داخلی-خارجی	۲/۲۹ ±۰/۸۴	۴/۳۳ ±۱/۲۲	۰/۰۰۰۱*	۲/۲۹ ±۰/۸۴	۳/۵ ±۱/۱۳	۰/۰۱۴*

**** اختلاف آماری معنی دار، آزمون T مستقل***

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های تعادل کلی، جلویی- پشتی و داخلی-خارجی در حالت ایستاده روی دو پا با چشمان باز و بسته قبل و بعد از تمرین در گروه آزمون

زوج	قبل از تمرین	بعد از تمرین	آماره t	مقدار P
	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین		
شاخص کلی تعادل با چشم باز	۲/۷۶±۰/۸۱	۱/۹۲±۰/۳۶	۳/۰۱	۰/۰۱*
شاخص جلویی- پشتی تعادل با چشم باز	۲/۳۵±۰/۸۴	۱/۴۸±۰/۴۶	۴/۵۳	۰/۰۰۱*
شاخص داخلی-خارجی تعادل با چشم باز	۱/۶۷±۰/۴۲	۱/۲۸±۰/۲۸	۲/۰۳	۰/۰۰۰۱*
شاخص کلی تعادل با چشم بسته	۶/۵۱±۱/۵۹	۴/۳±۱/۲۸	۵/۳۱	۰/۰۰۰۱*
شاخص جلویی- پشتی تعادل با چشم بسته	۴/۷۸±۱/۶۷	۲/۵۳±۱/۱	۵/۴۸	۰/۰۰۰۱*
شاخص داخلی-خارجی تعادل با چشم بسته	۴/۳۳±۱/۲۲	۳/۵±۱/۱۳	۱/۷۲	۰/۱۲

****: اختلاف آماری معنی‌دار آزمون T زوج***
درجه آزادی برای تمام موارد ۹ است

همچنین نتایج آزمون آماری t زوج جهت مقایسه میانگین شاخص‌های کلی تعادل، جلویی- پشتی در حالت ایستاده روی دو پا قبل و بعد از تمرین با چشم بسته در گروه آزمون با p<۰/۰۰۰۱ تفاوت معنی‌دار نشان داد. اما شاخص تعادل داخلی- خارجی در حالت ایستاده روی دو پا قبل و بعد از تمرین با چشم بسته در

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

گروه آزمون تفاوت معنی داری نشان نداد (p<۰/۱۲) (جدول ۲).

بحث

شاخص کلی تعادل و شاخص جلویی- پشتی در حالت ایستاده روی دو پا، با چشمان باز و بسته بین دو گروه آزمون قبل از تمرین و گروه افراد سالم تفاوت معنی‌دار نشان داد. این تفاوت نشان‌دهنده اختلال تعادل در افراد دیابتی دارای نوروپاتی است که در مطالعات قبلی نیز به آن اشاره شده است [۱۷، ۱۵، ۱۱-۱۰، ۸-۶، ۱] .Aly و همکاران تفاوت شاخص‌های تعادل (کلی، جلویی- پشتی و داخلی- خارجی) بین افراد دیابتی دارای نوروپاتی و افراد سالم را در هر دو حالت چشم باز و بسته معنی‌دار گزارش کرده‌اند [۱]. در مطالعه حاضر، شاخص تعادل داخلی- خارجی در گروه آزمون قبل از تمرین با گروه افراد سالم در حالت چشم باز معنی‌دار نشد ولی با چشم بسته تفاوت معنی‌دار به دست آمد. این تفاوت ممکن است به علت اختلاف در شدت نوروپاتی در گروه‌های آزمون دو مطالعه باشد. زیرا اگر نوروپاتی بسیار پیشرفته باشد، تعادل داخلی- خارجی حتی با چشمان باز که معمولاً کمتر آسیب می‌بیند در این بیماران دچار اختلال می‌شود. احتمالاً شدت نوروپاتی در بیماران مطالعه Aly و همکاران از مطالعه حاضر بیشتر بوده است. Corriveau و همکاران، شدت نوروپاتی را متناسب با میزان اختلال تعادل گزارش کرده‌اند [۶] که مشابه نتایج مطالعه حاضر است.

شاخص کلی تعادل و نیز شاخص جلویی- پشتی در حالت ایستاده روی دو پا با چشمان باز و بسته در گروه آزمون قبل و بعد از تمرین تفاوت معنی‌دار داشت. اما این تفاوت برای شاخص داخلی- خارجی در وضعیت چشمان باز و بسته از نظر آماری معنی‌دار نشد. این نتیجه شاید به این علت باشد که تعادل جلویی- پشتی وابستگی بیشتری به فعال بودن عضلات اطراف مچ پا و ساق دارد که سریع‌تر تحت تأثیر نوروپاتی محیطی قرار می‌گیرند، اما تعادل داخلی- خارجی بیشتر به فعالیت عضلات اطراف ران (دورکننده‌ها و نزدیک‌کننده‌ها) وابسته است که این عضلات هم معمولاً کمتر در نوروپاتی محیطی گرفتار می‌شوند. محققان دیگر از جمله Balducci و همکاران [۱۹]، Williams و همکاران [۲۰]، Robitaille و همکاران [۲۱]، Hijmans و همکاران [۲۲]، Akhbari و همکاران [۲۴] نیز بر نقش مثبت تمرین‌های تعادلی در بهبود توانایی تعادلی تأکید کرده‌اند. Aly و همکاران در بررسی ضریب همبستگی به این نتیجه رسیدند که بین مدت ابتلا به نوروپاتی و افزایش شاخص تعادل کلی و شاخص جلویی- پشتی نسبت به شاخص داخلی- خارجی ارتباط قوی‌تری وجود دارد [۱].

در این مطالعه، تفاوت شاخص کلی تعادل بین گروه آزمون بعد از تمرین و گروه افراد سالم، در حالت ایستاده روی دو پا و چشمان بسته معنی‌دار شد. نتیجه فوق به این معنی است که شاخص کلی تعادل با چشمان بسته در گروه آزمون حتی بعد از تمرین با گروه افراد سالم اختلاف داشت و عدد بیشتری را نشان می‌داد. یعنی تعادل گروه آزمون با چشمان بسته هنوز ضعیف‌تر از گروه افراد سالم بوده است. هر چند این اختلاف نسبت به قبل از تمرین بسیار کمتر شده بود. به عبارت دیگر برای طبیعی شدن تعادل در حالت بسته بودن چشم‌ها، به تمرین و مدت زمان بیشتری نیاز است. تفاوت شاخص تعادل جلویی- پشتی گروه آزمون بعد از تمرین و گروه افراد سالم در حالت ایستاده روی دو پا با چشمان بسته معنی‌دار نشد.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

این نتیجه به این معنی است که شاخص تعادل جلویی- پشتی با چشمان بسته در گروه آزمون پس از تمرین و گروه افراد سالم به هم نزدیک شده است. اما تفاوت شاخص تعادل داخلی- خارجی با چشمان بسته در گروه آزمون بعد از تمرین و گروه افراد سالم معنی‌دار شد. این نتیجه نشان داد که شاخص تعادل داخلی- خارجی بعد از تمرین هنوز با گروه افراد سالم تفاوت دارد. این رخداد شاید به این علت باشد که میانگین شاخص تعادل داخلی- خارجی بین گروه آزمون قبل از تمرین و گروه افراد سالم با چشمان بسته نسبت به شاخص کلی تعادل و شاخص جلویی- پشتی تفاوت معنی‌دار نداشته است. بنابراین، بعد از تمرین هم تفاوت به اندازه‌ای نبوده که معنی‌دار شود. این نتیجه با گزارش سایر مطالعات از جمله گزارش Brent و همکاران، مطابقت دارد که تعادل کلی و تعادل جلویی- پشتی را بسیار نزدیک به هم دانسته است. وی متذکر شده است که تعادل جلویی- پشتی و داخلی- خارجی نقش مهمی در تعادل کلی دارند، اما این نقش برای تعادل جلویی- پشتی بسیار پر رنگ‌تر است [۲۵].

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج، می‌توان گفت که درمان با تمرین‌های تعادلی می‌تواند موجب بهبودی شاخص‌های تعادل افراد دیابتی مبتلا به نوروپاتی شود. بنابراین، درمان با تمرین‌های تعادلی برای توانبخشی بیماران دارای نوروپاتی دیابتی توصیه می‌شود. البته برنامه تمرین باید تدریجی و مداوم باشد، تا در سلامت و توانایی‌های این بیماران اثر دراز مدت بجای گذارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از مرکز تحقیقات توانبخشی برای تأمین ابزارهای اندازه‌گیری تعادل و مکان مناسب جهت انجام آزمون‌ها و تمرین درمانی، و از دانشگاه علوم پزشکی تهران جهت تأمین هزینه‌های طرح تقدیر و تشکر می‌نمایند.

References

[1] Aly FA, El-Saed AA, Hatab K F. Assessment of stability Defects in patient with Diabetic peripheral Neuropathy. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, *Cairo University* 2008; 13 (1): 29-40.

[2] Farrel PA. Diabetes, exercise and competitive sports. *Sports Science Exchange* 2003; 16(3): 90.

[3] Frier B, Yang P, Taylor AW. Diabetes, aging and physical activity. *Eur Rev Aging phys Act* 2006; 3(2): 63-73.

[4] Chalk C, Benstead TJ, Moore F. Aldose reductase inhibitors for the treatment of diabetic polyneropathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; 17 (4): CD004572.

[5] Clarke P, Kelman C, Colagiuri S. Factors influencing the cost of hospital care fore people with diabetes and its complications in Australia. *J Diabetes Complications* 2006; 20(6): 349-55.

[6] Corriveau H, Prince F, Hebert RM, Raiche M, Tessier D, Maheux P. Evaluation of postural stability in

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

elderly with diabetic neuropathy. *Diabetes Care* 2000; 23(8): 1187-91.

[7] Oppenheim U, Kohen-Raz R, Alex D, Kohen-Raz A, Azarya M. Postural characteristics of diabetic neuropathy. *Diabetic Care* 1999; 22 (2): 328-32

[8] Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetets Care* 2004; 27(1):173-8.

[9] Maurer M, Burcham J, Cheng H. Diabetes mellitus is associated with an increased risk of falls in eldery residents of long-term care facility. *J Gerontol A Biol Med Sci* 2005; 60(9):1157- 62.

[10] Ucciol L, Giacomini PG, Monticone G, Magrini A, Durola L, Bruno E, et al. Body sway in diabetic neuropathy. *Diabetes Care* 1995; 18(3): 339-44.

[11] Ahmmed AU, Mackenzie J. Posture changes in diabetes mellitus. *The J Laryngo Otol* 2003; 117 (5): 358-64.

[12] Boucher P, Teasdale N, Courtemanche R, Bard C, Fleury M. Postural stability in diabetic polyneuropathy. *Diabetes Care* 1995; 18(5): 638-45.

[13] Akbari M, Karimi H, Farahin H, Faghihzadeh S. Balance problems after unilateral lateral ankle sprains. *J Rehabil Res Dev* 2006; 43(7): 819-24.

[14] de Oliveira CB, de Mediros IR, Frota NA, Greters ME, Conforto AB. Balancce control in hemiparetic stroke patients: main tools for evaluation. *J Rehabil Res Dev* 2008; 45(8): 1215-24.

[15] Katoulis EC, Ebdon-parry M, Hollis S, Harrison AJ, Vileikyte L, Kulkarni J, et al. Postural instability in diabetic neurophatic patients at riske of foot ulceration. *Wiley Interscience* 2004; 14 (4): 296-300.

[16] Kim BJ, Robinson CJ. Effects of diabetic neuropathy on body sway and slip perturbation detection in older population. *Int J Occp Saf Ergon*. 2006; 12(3): 241-54.

[17] Speers RA, Kuo AD, Horak FB. Contributions of altered sensation and feedback responses to changes in coordination of postural control due to aging. *Gait and Posture* 2002; 16(1): 20-30.

[18] Attila PA, Nimi JB, Aristidis V, Lewis A, James J. Vibrating insoles improve balance in diabetic patients with periphral neuropathy. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2004; 36(5): (abs).

[19] Balducci S, Iacobellis G, Parisi L, Di Biase N, Calandriell OE, Leonetti F, Fallucca F. Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J of Diabetic* 2006; 20(4): 216-23

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

[20] Williams DT, Harding KG, Price PE. The influence of exercise on foot perfusion in diabetes. *Diabet Med* 2007; 24(10): 1105-11.

[21] Robitaille Y, Laforest S, Fournier M, Gauvin L, Parisien M, Corriveau H, et al. Moving forward in fall prevention: an intervention to improve balance among older adults in real- world setting. *Am J Public Health* 2005; 95(11): 2049-56.

[22] Hijmans JM, Geertzen JHB, Zijlstra W, Hof AL, Potma K. Effects of vibrating insoles on standing balance in diabetic neuropathy. *J Rehabil Res Dev* 2008; 45(9): 1441-9.

[23] Domholtd TE. Physical therapy reseach: Principles and applications, 1st ed. Philodelphia: WB. Saunders Company. 1993; pp: 105-20.

[24] Akhbari B, Ebrahimi TI, Salavati M, Sanjari MA. A 4- week biodex stability exercise program improved ankle musculature onset, peak latency and balance mea sures in functionally unstable ankles. *Phy in sport* 2007; 8(3): 117-29.

[25] Brent LA, Schmits RJ .Examination of balance measures produced by the biodex stability system. *J of Athletic Training* 1998; 33(4): 323-7.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]

Evaluation of the Effects of Balance Exercises on Balance Indices in Patients with Diabetic Neuropathy

M. Akbari[1], H. Jafari [2], A. Moshashaee[3], B. Froogh[4]

Received: 19/10/09 Sent for Revision: 13/01/10 Received Revised Manuscript: 07/09/10 Accepted: 13/09/10

Background and Objectives: Peripheral neuropathy is among the most common complications of diabetes. Balance deficit in diabetic patients with peripheral neuropathy is due to peripheral nerves injury. The purpose of this study was to investigate the effects of balance exercises on stability indices in diabetic patients with neuropathy.

Material and Methods: This clinical trial study was conducted on 10 diabetic patients with neuropathy as experimental group, and 10 healthy subjects with the same age as the control group. The subjects were recruited through simple nonprobablity sampling. Stability indecis of all subjects in the two groups were measured on bilateral and unilateral standing with open and closed eyes. Experimental groups were trained for ten sessions by progressive balance exercises and were examined again after the ten sessions. Then balance indices of the experimental group before and after training were compared with the healthy subjects.

Results: Overall and anterior- posterior stability indecis were significantly different before and after treatment in the experimental group during different conditions. These significant differences were between 0.01 to 0.0001 for overall stability index with open eyes and antero-posterior index with closed eyes respectivly. Balance indices caused significant differences between the experimental and healthy subjects before the treatment ($p<0.006$). After ten sessions of balance exercise therapy in the experimental group there was no significant differences in the indices between the two groups.

Conclusion: Based on the results of this study, it can be concluded that balance training could improve stability indices in diabetic patients with neuropathy. The improvement is more significant in eyes open condition. Therefore balance exercise therapy is recommended for rehabilitation of diabetic patients with neuropathy.

Key words: Balance exercises, Diabetes, Stability index, Neuropathy

Funding: This research was funded by Tehran University of Medical Sciences.

Conflict of intersrst: None declared.

Ethical approval: The Ethics Committee of Rehabilitation Science Faculty approved the study.

How to cite this article: Akbari M, Jafari H, Moshashaee A, Froogh B. Evaluation of the Effects of Balance Exercises on Balance Indices in Patients with Diabetic Neuropathy. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2011; 10(1): 14-24. [Farsi]

1- Associate Prof., Dept. of Physiotherapy, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Corresponding Author, Tel: (021) 22229086, Fax: (021) 22220946, E-mail: akbari_mo@tums.ac.ir
2- Assistant Prof., Dept. of Basic Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- MSc, Dept. of Physiotherapy, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Associate Prof., Dept. of Physical Medicine and Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1390.10.1.13.3]