

## مقایسه شاخص‌های پایداری ایستا در زنان سالم، استئوپنیک و استئوپروتیک با استفاده از نوسان مرکز فشار (Center of pressure)

### چکیده

گیتی ترکمان<sup>۱\*</sup>، ملیحه دربانی<sup>۱</sup>، شفیعه موثقی<sup>۲</sup>، نوشین بیات<sup>۳</sup>

۱. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.  
۲. گروه روماتولوژی، بیمارستان ولیعصر (عج)، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.  
۳. گروه روماتولوژی، بیمارستان بقیه...، دانشگاه علوم پزشکی بقیه...، تهران، ایران.

دریافت: ۱۳۹۳/۸/۱۲ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۶

**هدف:** تغییر استراتژی کنترل تعادل در افراد استئوپروتیک و تمرکز بر استراتژی هیپ و همچنین تغییرات وضعیتی ایجاد شده ممکن است بر جابه‌جایی مرکز فشار موثر باشد. این مطالعه با هدف مقایسه شاخص‌های پایداری ایستا در زنان یائسه سالم، استئوپنیک و استئوپروتیک انجام شد.

**روش‌ها:** ۷۱ زن یائسه داوطلب ۶۵-۴۸ ساله بر اساس T-Score ستون فقرات به سه گروه سالم (تعداد=۱۵)، استئوپنیک (تعداد=۲۶) و استئوپروتیک (تعداد=۳۰) تقسیم شدند. تعادل ایستا به وسیله صفحه نیرو، در دو وضعیت، ایستادن بر روی دو پا و ایستادن به صورت رومبرگ، با چشمان باز، برای ۲۰ ثانیه، ارزیابی شد. انحراف معیار سرعت و دامنه جابه‌جایی مرکز فشار در دو جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی و طول مسیر مرکز فشار اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** انحراف معیار سرعت و دامنه جابه‌جایی در جهت قدامی-خلفی، در وضعیت ایستادن بر روی دو پا در گروه استئوپنیک و استئوپروتیک نسبت به زنان سالم افزایش معنی‌دار نشان داد ( $p < 0/05$ ). انحراف معیار دامنه جابه‌جایی در جهت قدامی-خلفی در وضعیت رومبرگ نیز در گروه استئوپروتیک نسبت به گروه سالم، افزایش معنی‌داری نشان داد ( $p = 0/03$ ). طول مسیر جابه‌جایی مرکز فشار هم در وضعیت ایستادن بر روی دو پا در دو گروه استئوپنیک و استئوپروتیک به طور معنی‌دار بیشتر از گروه سالم بود ( $p = 0/05$ ). کاهش میزان تراکم معدنی استخوان با افزایش نوسانات مرکز فشار همراه بود.

**نتیجه‌گیری:** افزایش انحراف معیار دامنه و سرعت در راستای قدامی-خلفی و افزایش طول مسیر مرکز فشار که با کاهش تراکم مواد معدنی استخوان افزایش می‌یابد، می‌تواند ناشی از تغییر استراتژی‌های کنترلی زنان استئوپنیک و استئوپروتیک باشد. بررسی این تغییرات در ارائه راهکارهای مناسب درمانی برای پیشگیری از افتادن و شکستگی‌های استخوانی در بیماران استئوپروتیک ضروری است.

**کلید واژگان:** زنان یائسه، استئوپروز، T-score، صفحه نیرو، مرکز فشار، تعادل ایستا.

\* نویسنده مسئول: تهران، خیابان جلال آل احمد، کدپستی: ۱۴۱۱۷۱۳۱۱۶

تلفن: ۰۲۱-۸۲۸۸۴۵۰۹  
Email: torkamg@modares.ac.ir

### مقدمه

طول عمر به دلیل توجه به رعایت اصول بهداشتی و ایمنی، شیوع بیماری‌هایی نظیر پوکی استخوان نیز افزایش پیدا کرده است (۳). پوکی استخوان یک بیماری اسکلتی سیستمیک است که به وسیله کاهش توده و تراکم استخوانی و تخریب ریز ساختارهای بافت استخوانی که زمینه سستی و شکنندگی استخوان و افزایش خطر شکستگی را فراهم می‌کند، شناخته می‌شود (۴). پوکی استخوان یک بیماری چند عاملی و خاموش است که مرگ و میر ناشی از آن حتی

در طی چند دهه اخیر جمعیت سالمندان در کل نقاط جهان افزایش چشمگیر داشته است (۱). در ایران نیز طبق سرشماری سال ۱۳۸۵ بیش از ۷ درصد جمعیت کشور را افراد بالای ۶۵ سال تشکیل می‌دادند. پیش‌بینی می‌شود این میزان تا ۲۰ سال آینده به بیش از ۱۴ درصد برسد (۲). به دنبال پیر شدن جمعیت و افزایش میانگین

از برخی از سرطان‌ها بیشتر است (۵).

بر اساس گزارش III National health nutrition examination survey، ۵۵ درصد از زنان ۵۵-۵۹ ساله دچار افت تراکم استخوان می‌شوند این رقم برای زنان ۶۰ تا ۷۰ ساله به ۶۹ تا ۷۷ درصد افزایش می‌یابد (۶). بیش از ۲۰۰ میلیون نفر در جهان مبتلا به استئوپروز هستند که این رقم با افزایش جمعیت جهان همچنان رو به افزایش است، همچنین هزینه‌های تحمیل شده به مراکز درمانی برای درمان شکستگی‌های ناشی از پوکی استخوان قابل توجه بوده و هنوز هم رو به افزایش است (۷). مطالعات نشان داده است که آسیایی‌ها پایین‌ترین تراکم معدنی استخوان را در مقایسه با سایر نژادها دارند (۸). این در حالی است که شواهد نشان می‌دهد حداکثر توده‌ی استخوانی در بین همه گروه‌های سنی ایرانیان کمتر از اروپایی‌ها و آمریکایی‌هاست (۹). در کشور ایران آمارهای ارائه شده مبین این مطلب هستند که از هر ۴ زن ایرانی بالای ۵۰ سال یک نفر به پوکی استخوان مبتلاست (۱۰). نتایج بررسی انجام گرفته در افراد ۲۹-۶۰ ساله ساکن شهر تهران نشان داده است که شیوع پوکی استخوان در ستون فقرات کمری در زنان ۳۲/۴ درصد و در مردان ۹/۴ درصد بوده و در کل حداکثر تراکم استخوانی در تمام رده‌های سنی ساکنان شهر تهران پایین‌تر از حد استاندارد بوده است (۹). به موازات افزایش نسبت جمعیتی سالمندان و مبتلایان به پوکی استخوان، مشکلات سلامتی آن‌ها به ویژه مشکلات مربوط به استقلال عملکردی اهمیت بیشتری می‌یابد.

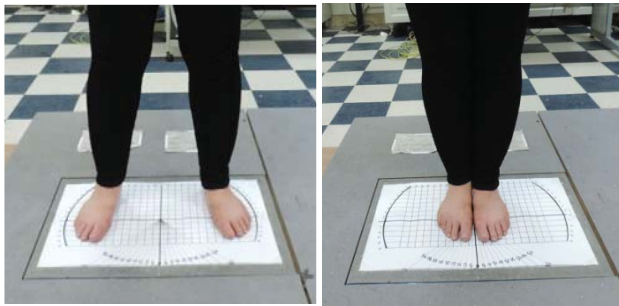
کنترل وضعیتی که یک توانایی ذاتی به منظور حفظ مرکز ثقل بدن در محدوده‌های ثابت است یکی از شاخص‌های تعیین استقلال افراد مسن به خصوص مبتلایان به پوکی استخوان به شمار می‌رود (۱۱)، اما علی‌رغم ضرورت حفظ و کنترل تعادل و پایداری برای اجرای موفق فعالیت‌های روزانه‌ی زندگی (۱۲)، توانایی کنترل وضعیتی با افزایش سن کاهش می‌یابد (۱۳). زنان مسن مبتلا به پوکی استخوان بی‌ثباتی وضعیتی و استعداد بیشتری برای افتادن دارند (۱۳). Sina-ki و همکارانش در مطالعه خود نشان دادند که دامنه و سرعت جابه‌جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی در گروه استئوپروتیک در مقایسه با گروه کنترل کمتر و در جهت داخلی-خارجی بیشتر است (۱۴)؛ این در حالی است که در مطالعه Burke و همکارانش، افزایش دامنه جابه‌جایی مرکز فشار در زنان استئوپروتیک نسبت به زنان سالم در جهت قدامی-خلفی معنی‌دار بود، ولی در جهت جانبی

معنی‌دار نبود (۱۵) و در مطالعه Congussu و همکارانش نیز افزایش دامنه و ناحیه جابه‌جایی مرکز فشار در زنان استئوپروتیک نسبت به زنان سالم در هیچ یک از راستاهای قدامی-خلفی و داخلی-خارجی به سطح معنی‌داری نرسید، همچنین آنها نشان دادند که تراکم معدنی استخوان هیچ ارتباطی با کنترل وضعیتی یا خطر افتادن ندارد، اما سن با کنترل وضعیتی ارتباط دارد (۱۶).

با توجه به مطالعات انجام شده و نتایج متناقض به دست آمده، شناسایی رفتارهای تعادلی افراد مسن به خصوص در افراد مبتلا به پوکی استخوان بسیار اهمیت دارد. توجه به افزایش زمینه‌های استقلال در حرکت و افزایش ایمنی اجرای فعالیت‌های فیزیکی روزمره و جلوگیری از آسیب‌های ناشی از افتادن امری مهم است که باید در تمرین درمانی بیماران مبتلا به پوکی استخوان مورد توجه قرار گیرد. از این منظر، مطالعه رفتارهای تعادلی زنان استئوپروتیک، استئوپنیک و سالم و بررسی تفاوت‌ها، امکان طراحی برنامه‌های تمرینی را فراهم می‌کند تا از این طریق بتوان میزان افتادن و شکستگی‌های احتمالی را در فعالیت‌های معمول روزانه گروه‌های سالمند کاهش داد. بنابراین هدف مطالعه حاضر ارزیابی تغییرات مرکز فشار در وضعیت‌های تعادلی ایستا در زنان یائسه استئوپروتیک، استئوپنیک و سالم می‌باشد.

## روش شناسی

این مطالعه در آزمایشگاه طب ورزشی و آنالیز راه رفتن گروه فیزیوتراپی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. این مطالعه یک مطالعه مقطعی و بدون هیچ‌گونه مداخله بود که ۱۰۴ زن یائسه ۴۸-۶۵ ساله از طریق مشاوره حضوری در بخش سنجش تراکم استخوان بیمارستان بقیه‌ا... توزیع کارت و تبلیغات با طرح آشنا و به صورت داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. معیارهای ورود برای این مطالعه عبارت بود از زنان یائسه ۶۵-۴۸ سال، شاخص توده بدنی برابر با ۳۰-۲۲ ( $Kg/m^2$ )، گذشتن حداقل یک سال از یائسگی آنها، عدم شرکت در فعالیت ورزشی به طور منظم حداقل از یک سال قبل از شروع مطالعه (منظور از ورزش منظم حداقل ۳۰ دقیقه در روز و ۳ روز در هفته می‌باشد)، عدم گزارش سابقه شکستگی ناشی از پوکی استخوان، نداشتن پوکی استخوان ثانویه، عدم گزارش بیماری‌های قلبی-تنفسی، عصبی، متابولسمی، بیماری‌های مربوط به سیستم شنوایی، بیماری‌های عصبی-عضلانی، بیماری‌های مزمن ارتوپدی



شکل ۱. نحوه ایستادن افراد بر روی صفحه نیرو  
(الف: وضعیت Rom، ب: وضعیت DLS)

یادگیری، هر آزمون فقط یک بار با چشمان باز برای همه افراد انجام شد. اطلاعات حاصل از صفحه‌ی نیرو با فرکانس ۱۰۰ Hz اخذ و پس از ورود به سیستم تبدیل آنالوگ به دیجیتال در حافظه کامپیوتر ثبت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های صفحه نیرو توسط نرم‌افزار MATLAB صورت گرفت. متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه شامل انحراف معیار دامنه و سرعت نوسان در دو جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی و طول مسیر نوسان (مجموع جابه‌جایی‌های مرکز فشار در زمان انجام آزمون) بود. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ آنالیز شدند. ابتدا با استفاده از آزمون K-S توزیع طبیعی داده‌ها مشخص گردید. سپس با توجه به نتیجه حاصل از آزمون مذکور مبنی بر توزیع نرمال پارامترها، در بررسی‌های آماری از آزمون‌های پارامتریک استفاده گردید. بنابراین به منظور مقایسه میانگین متغیرهای تن‌سنجی و شاخص‌های تعادلی بین سه گروه از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تک‌میلی Tukey استفاده شد. از آزمون پیرسون برای بررسی ارتباط بین میزان تراکم معدنی استخوان و پارامترهای مرکز فشار استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون،  $p \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

## نتایج

ویژگی‌های فیزیکی داوطلبان در جدول ۱ نشان داده شده است. بین سه گروه از نظر متغیرهای سن، قد، شاخص توده‌ی بدنی، طول مدت زمان عادت ماهیانه، مدت زمان گذشتن از یائسگی و سن شروع عادت ماهیانه تفاوت معنی‌دار وجود نداشت ( $p > 0/05$ )، اما از نظر متغیر جرم بین سه گروه تفاوت معنی‌دار وجود داشت ( $p = 0/018$ ). وزن دو گروه استئوپنیک و استئوپروتیک کم‌تر از گروه سالم بود که

(روماتیسم، کمردرد، کندرومالاسیا)، بیماری‌های روانی، بدخیمی‌ها، سرگیجه، عدم مصرف سیگار و الکل، عدم گزارش مشکلات تعادلی نظیر افتادن‌های ناگهانی، عدم مصرف داروهای موثر بر تعادل نظیر مسکن‌ها و anxiolytics و داروهای کاهنده فشار خون و داروهای موثر بر قدرت عضلات نظیر کورتیکواستروئیدها، عدم استفاده از وسایل کمکی راه رفتن، توانایی راه رفتن بیش از ۱۰ متر به صورت مستقل، تحت هورمون درمانی نبودن و عدم مصرف داروهای اثرگذار بر متابولیسم استخوان به غیر از مصرف مکمل‌های Ca-D که توسط مشاور طرح، متخصص روماتولوژی، با دوز یکسان تجویز می‌شد. ۳۳ نفر از داوطلبان شرایط ورود به مطالعه را نداشتند و در نهایت ۷۱ نفر در مطالعه عضوگیری شدند. این افراد بر طبق میزان T-score گزارش شده در آزمون سن‌سنج تراکم معدنی استخوان ستون فقرات به سه گروه استئوپروتیک ( $T\text{-Score} \leq -2/5$ ، ۳۰ نفر)، استئوپنیک ( $-1 \leq T\text{-Score} < -2/5$ ، ۲۶ نفر) و سالم ( $T\text{-Score} > -1$ ، ۱۵ نفر) تقسیم شدند.

روش به کار گرفته شده در این مطالعه توسط کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه تربیت مدرس تایید شد. هدف و نحوه انجام ارزیابی‌ها کاملاً توضیح داده شد و تمامی افراد پس از اطلاع از روش انجام مطالعه، فرم رضایت آگاهانه را قبل از شروع ارزیابی‌ها امضا کردند. تمام ارزیابی‌ها توسط یک فیزیوتراپیست آموزش دیده و مجرب، در ساعت ۹-۱۲ صبح و در ۱ جلسه انجام شد. در ابتدای جلسه، متغیرهای تن‌سنجی شامل سن بر حسب سال، قد بر حسب متر، وزن بر حسب کیلوگرم، شاخص توده بدنی بر حسب کیلوگرم بر مترمربع، طول مدت زمان عادت ماهیانه بر حسب سال، مدت زمان گذشتن از یائسگی بر حسب سال و سن شروع عادت ماهیانه بر حسب سال برای همه افراد محاسبه گردید و پس از آن تعادل ایستای افراد ارزیابی شد. برای انجام این ارزیابی، از صفحه نیرو مدل AB ۹۲۸۶ ساخت شرکت kistler سوئیس استفاده گردید. تمامی داوطلبان در ۲ وضعیت متفاوت شامل Rom و DLS بر روی صفحه نیرو می‌ایستادند (شکل ۱). در وضعیت Rom فرد با پاهای کاملاً جفت روی صفحه نیرو می‌ایستاد و دست‌هایش را در کنار بدن و در وضعیت خنثی قرار می‌داد. در وضعیت DLS فرد پاهای خود را به اندازه عرض شانه‌ها باز می‌کرد و دست‌هایش را در کنار بدن و در وضعیت خنثی قرار می‌داد. در هر دو وضعیت مدت زمان ثبت ۲۰ ثانیه بود. پس از آشنایی با نحوه انجام آزمون و به منظور پیشگیری از

جدول ۱

داده‌های تن‌سنجی در سه گروه (Mean  $\pm$  SD).

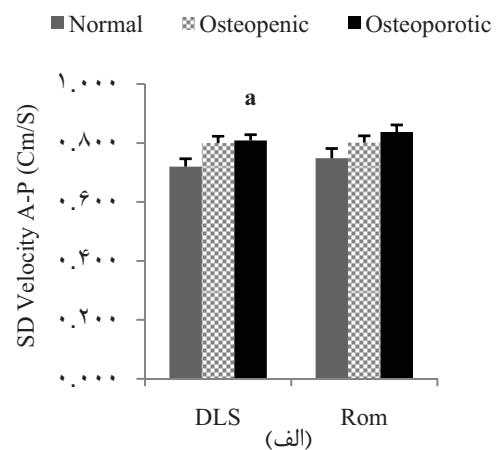
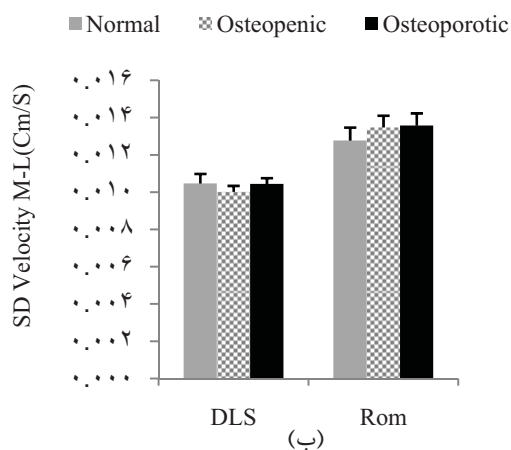
متغیر	گروه سالم	گروه استئوپنیک	گروه استئوپروتیک	P-Value
سن	۵۵/۳۳ $\pm$ ۴/۶۵	۵۶/۵۰ $\pm$ ۴/۸۵	۵۸/۲۳ $\pm$ ۴/۵۵	۰/۱۲۶
قد	۱۵۶/۷۳ $\pm$ ۶/۰۲	۱۵۳/۵۷ $\pm$ ۵/۵۹	۱۵۴/۲۳ $\pm$ ۵/۳۵	۰/۲۱۲
جرم	۷۰/۲۴ $\pm$ ۵/۴۴	۶۵/۷۰ $\pm$ ۷/۱۳	*۶۳/۷۳ $\pm$ ۷/۲۴	۰/۰۱۸
BMI	۲۸/۴۴ $\pm$ ۲/۰۴	۲۷/۸۲ $\pm$ ۲/۰۶	۲۶/۸۲ $\pm$ ۲/۹۰	۰/۰۹۹
Menstruation duration	۳۵/۵۷ $\pm$ ۳/۳۶	۳۵/۸۰ $\pm$ ۳/۳۶	۳۴/۶۴ $\pm$ ۳/۷۷	۰/۴۶۸
Menopause duration	۶/۷۳ $\pm$ ۵/۱۱	۸/۱۱ $\pm$ ۶/۰۵	۱۰/۳۷ $\pm$ ۵/۳۷	۰/۱۰۱
Menstruation age	۱۳/۱۴ $\pm$ ۱/۵۱	۱۳/۰۳ $\pm$ ۱/۲۴	۱۳/۶۰ $\pm$ ۱/۶۳	۰/۳۳۶

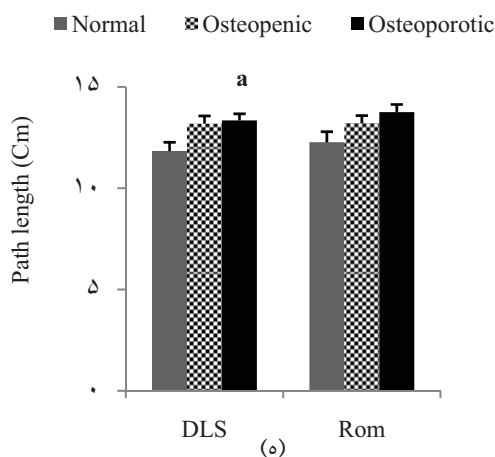
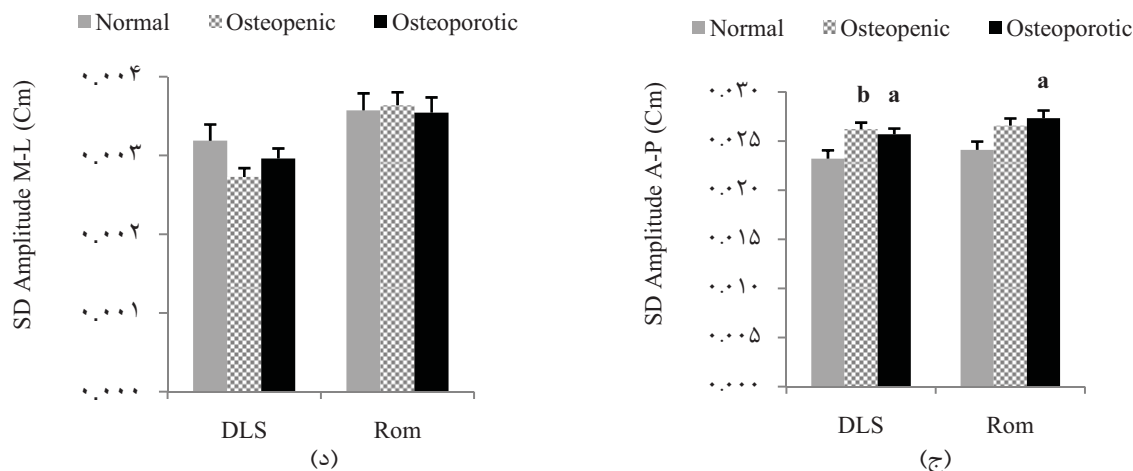
واحد اندازه‌گیری سن: (سال)، قد (cm)، جرم (kg)، BMI (kg/m<sup>2</sup>), Menstruation duration و Menopause duration و Menstruation age (سال) می‌باشد.

\* تفاوت معنی‌دار بین گروه استئوپروتیک و سالم

داخلی-خارجی، تفاوت بین سه گروه در وضعیت Rom ( $p=0/736$ ) و DLS ( $p=0/617$ ) به سطح معنی‌داری نرسید (شکل ۲، ب). از لحاظ انحراف معیار دامنه جابه‌جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی، بین سه گروه در وضعیت Rom تفاوت معنی‌دار وجود داشت ( $p=0/041$ ) و دو گروه استئوپروتیک و استئوپنیک نسبت به گروه سالم انحراف معیار دامنه‌ی جابه‌جایی بیشتری در جهت قدامی-خلفی داشتند که این تفاوت در گروه استئوپروتیک نسبت به گروه سالم معنی‌دار بود ( $p=0/033$ ). در وضعیت DLS، سه گروه تفاوت معنی‌دار داشتند ( $p=0/018$ ) و در دو گروه استئوپروتیک و استئوپنیک مقدار انحراف معیار بیشتر از گروه سالم بود که این تفاوت در گروه استئوپروتیک نسبت به گروه سالم ( $p=0/020$ ) و در گروه استئوپنیک

این کاهش در گروه استئوپروتیک نسبت به گروه سالم معنی‌دار بود ( $p=0/013$ ). از لحاظ انحراف معیار سرعت جابه‌جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی، در وضعیت Rom تفاوت بین سه گروه نزدیک به معنی‌داری بود ( $p=0/098$ ) و مقدار این متغیر در دو گروه استئوپروتیک و استئوپنیک بیشتر از گروه سالم بود. بین سه گروه در وضعیت DLS تفاوت معنی‌دار وجود داشت ( $p=0/042$ ) و مقدار این متغیر در دو گروه استئوپروتیک و استئوپنیک بیشتر از گروه سالم بود که این تفاوت در گروه استئوپروتیک نسبت به گروه سالم معنی‌دار بود (شکل ۲، الف). از لحاظ انحراف معیار سرعت جابه‌جایی مرکز فشار در جهت





شکل ۲. مقایسه متغیرهای مرکز فشار در سه گروه سالم، استئوپنیک و استئوپروتیک طی ایستادن بر روی دو پا (DLS) و ایستادن رامبرگ (Rom)  
 الف: انحراف معیار سرعت جابه‌جایی در جهت قدامی-خلفی،  
 ب: انحراف معیار سرعت جابه‌جایی در جهت داخلی-خارجی،  
 ج: انحراف معیار دامنه جابه‌جایی در جهت قدامی-خلفی،  
 د: انحراف معیار دامنه جابه‌جایی در جهت داخلی-خارجی،  
 هـ: طول مسیر جابه‌جایی / a: تفاوت معنی‌دار بین گروه استئوپروتیک و سالم، b: تفاوت معنی‌دار بین گروه استئوپنیک و سالم)

جدول ۲

رابطه بین میزان دانسیته مهره های کمری (شاخص T-score) با شاخص‌های تعادل ایستا.

Path Length	SD Amp ML	SD Amp AP	SD Vel ML	SD Vel AP	وضعیت	پیرسون	دانسیته
* -۰/۲۸	۰/۰۹	* -۰/۲۵	-۰/۰۴	* -۰/۲۷	DLS	ضریب همبستگی	مهره‌های کمری
۰/۰۲	۰/۴۹	۰/۰۵	۰/۷۶	۰/۰۲		پیرسون	
* -۰/۲۵	۰/۰۸	* -۰/۲۸	-۰/۰۹	* -۰/۲۴	Rom	ضریب همبستگی	مهره‌های کمری
۰/۰۴	۰/۵۱	۰/۰۲	۰/۴۹	۰/۰۴		پیرسون	

ایستادن روی دو پا=DLS، وضعیت رومبرگ=Rom، انحراف معیار سرعت در راستای قدامی-خلفی=SD Vel AP، انحراف معیار سرعت در راستای داخلی-خارجی=SD Vel ML، انحراف معیار دامنه در راستای قدامی-خلفی=SD Amp AP، انحراف معیار دامنه در راستای داخلی-خارجی=SD Amp ML، طول مسیر مرکز فشار=Path length.  
 \*وجود ارتباط معنی‌دار.

پوکی استخوان وزن کمتری نسبت به زنان سالم داشتند که این یافته با نتیجه مطالعه Brech و همکارانش هم‌خوانی دارد (۱۳)، هر چند در مطالعه Sinaki و همکاران و Granito و همکاران این اختلاف، معنی‌دار گزارش نشد (۱۴، ۱۷). در مطالعات متعددی وزن کم به عنوان عامل تاثیرگذار بر کاهش BMD در نظر گرفته شده (۱۸-۲۰) و کاهش وزن به عنوان عاملی مؤثر بر ایجاد پوکی استخوان معرفی شده است (۲۱).

طول مسیر و انحراف معیار سرعت و دامنه جابه‌جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی در وضعیت ایستادن بر روی دو پا (DLS) در دو گروه استئوپروتیک و استئوپنیک به طور معنی‌دار بیشتر از گروه سالم بود و در وضعیت ایستادن به صورت رومبرگ (Rom)، تنها انحراف معیار دامنه نوسان مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی در گروه استئوپروتیک نسبت به گروه سالم به طور معنی‌دار بیشتر بود و در جهت داخلی-خارجی تفاوت بین سه گروه به سطح معنی‌داری نرسید. مطالعاتی که بر روی افراد مسن انجام شده است، ارتباط مستقلی را بین نوسان بزرگ‌تر COP و افتادن نشان می‌دهند (۲۲). Laughton و همکارانش گزارش کردند که افراد مسن (با احتمال افتادن بیشتر) در مقایسه با افراد جوان به‌طور معنی‌دار نوسان بیشتری در جهت قدامی-خلفی و فعالیت عضلانی بیشتری در حین ایستادن آرام دارند (۲۳). در مطالعه Lim و همکارانش مشخص شد که با افزایش سن، نوسان هم در جهت قدامی-خلفی و هم در جهت داخلی-خارجی افزایش می‌یابد، اما این افزایش نوسان، تنها در جهت قدامی-خلفی معنی‌دار بود (۲۴). در تحقیق حاضر افراد سه گروه تفاوتی از نظر سن نداشتند، اما به طور کلی توانایی حفظ تعادل ایستا در زنان استئوپروتیک و استئوپنیک نسبت به زنان سالم کمتر بود. در مطالعه Cangusso و همکارانش، دامنه و ناحیه نوسان COP در دو جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی در گروه استئوپروتیک بیشتر از گروه سالم بود، که در هیچ یک از این جهات تفاوت‌ها به سطح معنی‌داری نرسید (۱۶). در مطالعه Abreu و همکارانش نیز جابه‌جایی COP در جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی در زنان استئوپروتیک نسبت به زنان سالم بیشتر بود (۲۵). در مطالعه Silva و همکارانش نیز دامنه نوسان COP در جهت قدامی-خلفی در زنان استئوپروتیک بیشتر از زنان سالم بود (۲۶). در مطالعه Sinaki و همکارانش در افراد استئوپروتیک-کیفوتیک، دامنه و سرعت جابه‌جایی مرکز جرم در جهت قدامی-خلفی کوچک‌تر

نسبت به گروه سالم ( $p=0/016$ ) معنی‌دار بود (شکل ۲، ج). از لحاظ انحراف معیار دامنه جابه‌جایی مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی، تفاوت بین سه گروه در وضعیت Rom ( $p=0/935$ ) و وضعیت DLS ( $p=0/114$ ) به سطح معنی‌داری نرسید (شکل ۲، د). از لحاظ طول مسیر جابه‌جایی مرکز فشار، در وضعیت‌های Rom، تفاوت بین سه گروه نزدیک به معنی‌داری بود ( $p=0/080$ ) و طول مسیر جابه‌جایی در گروه‌های استئوپروتیک و استئوپنیک بیشتر از گروه سالم بود. در وضعیت DLS نیز بین سه گروه تفاوت معنی‌دار وجود داشت ( $p=0/033$ ) و طول مسیر جابه‌جایی در گروه‌های استئوپروتیک و استئوپنیک بیشتر از گروه سالم بود که این تفاوت در گروه استئوپروتیک نسبت به گروه سالم ( $p=0/033$ ) معنی‌دار بود (شکل ۲، ه).

بررسی ارتباط بین مقدار T-score و میزان نوسانات مرکز فشار نشان داد که بین انحراف معیار سرعت و دامنه جابه‌جایی در راستای قدامی-خلفی و همچنین طول مسیر در هر دو حالت ایستادن استاتیک، DLS و Rom، ارتباط معنی‌دار و منفی با مقدار T-score وجود دارد. به عبارت دیگر کاهش بیشتر میزان دانسیته مهره‌های کمر با افزایش نوسانات مرکز فشار توأم بود (جدول ۲). بررسی ارتباط بین مقدار T-score و میزان نوسانات مرکز فشار نشان داد که بین انحراف معیار سرعت و دامنه جابه‌جایی در راستای قدامی-خلفی و همچنین طول مسیر در هر دو حالت ایستادن استاتیک، DLS و Rom، ارتباط معنی‌دار و منفی با مقدار T-score وجود دارد. به عبارت دیگر کاهش بیشتر میزان دانسیته مهره‌های کمر با افزایش نوسانات مرکز فشار توأم بود (جدول ۲).

## بحث

در مطالعه حاضر مقادیر برخی از متغیرهای مرکز فشار شامل انحراف معیار سرعت و دامنه‌ی جابه‌جایی در دو جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی و طول مسیر جابه‌جایی COP در زنان یائسه سالم، استئوپنیک و استئوپروتیک ارزیابی و مقایسه گردید. افراد شرکت‌کننده در مطالعه بر اساس T-score در سه گروه سالم، استئوپنیک و استئوپروتیک قرار گرفتند. علی‌رغم برابری میانگین شاخص توده بدنی در هر سه گروه و نبود اختلاف معنی‌دار بین آنها، تفاوتی معنی‌دار در متغیر وزن مشاهده شد، به طوری که زنان مبتلا به



سنی باشد که با تغییر الگوی فراخوانی عضلات در صفحه ساجیتال (راستای قدامی- خلفی)، وابستگی بیشتر به مکانیزم کنترلی هیپ را نمایش می‌دهند.

از آنجا که آگاهی افراد از وضعیت دانسیته مواد معدنی استخوان (سالم، استئوپنیک، استئوپروتیک) تأثیر بسزایی در اتخاذ استراتژی‌های تعادلی تطابقی و در نتیجه کنترل پایداری دارد، مد نظر قرار ندادن آگاهی/عدم آگاهی افراد از وضعیت سلامتی خود و جدا نکردن افراد بر اساس مدت زمان اطلاع از وضعیت پوکی استخوان با توجه به دفعات سنجش BMD را می‌توان یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر دانست، که پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده مد نظر قرار بگیرد.

### نتیجه‌گیری نهایی

در مجموع به نظر می‌رسد که کاهش تراکم معدنی استخوان بر تعادل وضعیتی زنان یائسه استئوپروتیک تأثیرگذار باشد و سبب افزایش تغییرات مرکز فشار در صفحه ساجیتال شود، متعاقب این تغییرات و با کاهش میزان دانسیته استخوان، تغییرات مرکز فشار بیشتر می‌شود که می‌تواند بر شکل‌گیری استراتژی‌های تطابقی در کنترل وضعیت و حفظ تعادل در شرایط ایستا مربوط باشد. انجام مطالعات تکمیلی در راستای ثبت نیرو و فعالیت الکتریکی عضلات مفصل ران و تنه در وضعیت‌های ایستا و پویا، در ارائه راهکارهای مناسب درمانی برای پیشگیری از افتادن و شکستگی‌های استخوانی در افراد مسن به خصوص بیماران استئوپروتیک مؤثر خواهد بود.

### تشکر و قدردانی

نتایج ارائه شده در این مطالعه مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس است که بدین وسیله نویسندگان مراتب قدردانی خود را از مسؤولین پژوهشی دانشگاه اعلام می‌دارند.

و در جهت داخلی- خارجی بزرگ‌تر از افراد سالم مشابه سنی بود (۱۴)، که این تفاوت ممکن است به دلیل کیفیت بودن آن‌ها باشد. در مطالعه Brech و همکارانش نیز زنان استئوپروتیک نسبت به زنان سالم از نظر هیچ یک از متغیرهای مورد بررسی (جابه‌جایی COP در جهت داخلی-خارجی و متوسط سرعت در تمامی جهات) تفاوتی نداشتند و حتی سرعت و جابه‌جایی COP در گروه استئوپروتیک کمتر از گروه سالم بود که آن‌ها این نتیجه را به کم بودن میانگین سن گروه‌های مورد بررسی (گروه استئوپروتیک: ۶۰/۶ و گروه کنترل: ۶۰/۰) نسبت دادند (۱۳). در مطالعه حاضر علی‌رغم کمتر بودن میانگین سنی افراد هر سه گروه (۵۵، ۵۶، ۵۸) نسبت به اغلب مطالعات بخصوص مطالعه Brech، تعادل وضعیتی زنان استئوپروتیک و حتی استئوپنیک بدتر از زنان سالم بود. البته لازم به ذکر است Brech و همکارانش در مطالعه خود از ریشه میانگین مربع جابه‌جایی COP در جهت داخلی- خارجی و میانگین سرعت جابه‌جایی COP در تمامی جهات برای مقایسه دو گروه استفاده کردند که این موضوع می‌تواند دلیل اختلاف نتایج مطالعه آن‌ها باشد. از آنجا که مطالعه‌ای در زمینه مقایسه تعادل وضعیتی افراد استئوپنیک نسبت به سالم و افراد استئوپروتیک نسبت به افراد استئوپنیک یافت نشد مقایسه این بخش از نتایج با مطالعات دیگر امکان‌پذیر نبود. در مجموع افزایش انحراف معیار دامنه، سرعت و طول مسیر تغییرات مرکز فشار در راستای قدامی- خلفی می‌تواند ناشی از کاهش قدرت عضلات، افزایش ترس از افتادن، افزایش استفاده از استراتژی هیپ، کاهش وزن و تغییر نسبت توده عضلانی- استخوانی و ضعف و سستی عمومی بدن در زنان استئوپروتیک و استئوپنیک نسبت به زنان سالم باشد (۲۷). نکته قابل توجه وجود ارتباط منفی معنی‌دار بین میزان T-score و انحراف معیار سرعت و دامنه تغییرات مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی و همچنین طول مسیر مرکز فشار در دو وضعیت DLS و Rom بود؛ به عبارت دیگر در هر دو وضعیت استاتیک، با کاهش میزان دانسیته استخوان تغییرات سرعت و دامنه در راستای قدامی- خلفی و طول مسیر مرکز فشار افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد این نتایج در ارتباط با تغییر استراتژی کنترلی این گروه

## References

1. Aslankhani M, Farsi A, Sohbatih M. The effect of water exercise on balance and gait characteristics in healthy non-active

male. Res in Rehabil Sci 2012;2:279-88.

2. Fathi Rezaei Z, Aslankhani M, Farsi A, Abdoli B, Zamani SS.

- A comparison of three functional tests of balance in identifying fallers from non-fallers in elderly people. *Knowl Health* 2010;4
3. Lips P, van Schoor NM. Quality of life in patients with osteoporosis. *Osteoporos Int* 2005;16(5):447-55.
  4. Sánchez-Riera L, Wilson N, Kamalaraj N, Nolla JM, Kok C, Li Y, Macara M, Norman R, Chen JS, Smith EU. Osteoporosis and fragility fractures. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010;24(6):793-810.
  5. Goodarzizadeh N, Shahrjerdi A, Najafi M, Yousefi A. Effect of diet and lifestyle habits on bone density in postmenopausal women. *J Pharm Res* 2013;6(2):309-12.
  6. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy, March 7-29, 2000: highlights of the conference. *South Med J* 2001;94(6):569-73.
  7. Reginster JY, Burlet N. Osteoporosis: a still increasing prevalence. *Bone* 2006;38(2 Suppl 1):S4-9.
  8. Handa R, Ali Kalla A, Maalouf G. Osteoporosis in developing countries. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2008;22(4):693-708.
  9. Larijani B, Hossein-Nezhad A, Mojtahedi A, Pajouhi M, Bastanagh MH, Soltani A, Mirfezi SZ, Dashti R. Normative data of bone Mineral Density in healthy population of Tehran, Iran: a cross sectional study. *BMC Musculoskelet Disord* 2005;6:38.
  10. Yazdani S, Iranpour Asli A, Salemi A, Iranpour Asli A, Heidarnia MA, Sarbakhsh P. Determination of clinical decision rule for estimation of bone mineral density in women. *Medical principles and practice: Int J Kuwait Univ, Health Sci Centre* 2011;20(5):416-21.
  11. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: Theory and Practical Applications*. 2nd ed. Baltimore, MA: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
  12. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol* 1991;46(3):69-76.
  13. Brech GC, Plapler PG, de Souza Meirelles E, Marcolino FMDA, Greve JMDA. Evaluation of the association between osteoporosis and postural balance in postmenopausal women. *Gait Posture* 2013;38:321-25.
  14. Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, Larson DR, Kaufman KR. Balance disorder and increased risk of falls in osteoporosis and kyphosis: significance of kyphotic posture and muscle strength. *Osteoporos Int* 2005;16(8):1004-10.
  15. Burke TN, Franca FJ, Meneses SR, Cardoso VI, Pereira RM, Danilevicius CF, Marques AP. Postural control among elderly women with and without osteoporosis: is there a difference? *Sao Paulo Med J* 2010;128(4):219-24.
  16. Cangussu LM, Nahas-Neto J, Petri Nahas EA, Rodrigues Barral AB, Buttros Dde A, Uemura G. Evaluation of postural balance in postmenopausal women and its relationship with bone mineral density--a cross sectional study. *BMC Musculoskelet Disord* 2012;13:2.
  17. Granito RN, Aveiro MC, Renno ACM, Oishi J, Driusso P. Comparison of thoracic kyphosis degree, trunk muscle strength and joint position sense among healthy and osteoporotic elderly women: A cross-sectional preliminary study. *Arch Gerontol Geriatr* 2012;54(2):e199-e202.
  18. Bauer DC, Browner WS, Cauley JA, Orwoll ES, Scott JC, Black DM, Tao JL, Cummings SR. Factors associated with appendicular bone mass in older women. *Ann Intern Med* 1993;118(9):657-65.
  19. Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: the Framingham study. *J Bone Miner Res* 1993;8(5)
  20. Reid IR, Ames R, Evans MC, Sharpe S, Gamble G, France JT, Lim TM, Gundy TF. Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women--a key role for fat mass. *Obstet Gynecol Surv* 1993;48(1):61-3.
  21. Genaro PS, Pereira GA, Pinheiro MM, Szejnfeld VL, Martini LA. Influence of body composition on bone mass in postmenopausal osteoporotic women. *Arch Gerontol Geriatr* 2010;51(3)
  22. Baloh RW, Spain S, Socotch TM, Jacobson KM, Bell T. Posturography and balance problems in older people. *J Am Geriatr Soc* 1995;43(6):638-44.
  23. Laughton CA, Slavin M, Katdare K, Nolan L, Bean JF, Kerrigan DC, Phillips E, Lipsitz LA, Collins JJ. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Postur* 2003;18(2):101-8.
  24. Lim KB, Na YM, Lee HJ, Joo SJ. Comparison of postural control measures between older and younger adults using balance master system. *J Korean Acad Rehabil Med* 2003;27(3)
  25. Abreu D, Trevisan D, Costa G, Vasconcelos F, Gomes M, Carneiro A. The association between osteoporosis and static balance in elderly women. *Osteoporos Int* 2010;21(9):1487-91.
  26. Beserra Da Silva R, Costa-Paiva L, Siani Morais S, Mezzalira R, Oliveira Ferreira ND, Mendes Pinto-Neto A. Predictors of falls in women with and without osteoporosis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(9):582-8.
  27. Liu-Ambrose T, Eng J, Khan K, Mallinson A, Carter N, McKay H. The influence of back pain on balance and functional mobility in 65-to 75-year-old women with osteoporosis. *Osteoporos Int* 2002;13(11):868-73.



## Comparison of Static Stability Parameters in Healthy, Osteopenic and Osteoporotic Women Using the Center of Pressure Sway

Giti Torkaman<sup>1\*</sup>,  
Malihe Darbani<sup>1</sup>,  
Shafieh Movassegh<sup>2</sup>,  
Noushin Bayat<sup>3</sup>

1. Physical Therapy Department, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2. Department of Rheumatology, Vali-e-Asr Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Department of Rheumatology, Baqiyatallah Hospital, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\* Corresponding author:  
Ale-Ahamad Ave. Tehran, Iran.  
PO Box: 1411713116,  
Tel: 98-21-82884509,  
Fax: 98-21-88006544  
Email: torkamg@modares.ac.ir

### Abstract

Received: Nov. 03, 2014 Accepted: Jan. 16, 2015

**Objective:** Change of control strategy in osteoporotic people and their focus on the hip strategy, also the occurred postural changes, result in the displacement of center of pressure (COP). This study was carried out to compare the static stability parameters in healthy, osteopenic and osteoporotic women.

**Methods:** Seventy-one volunteer postmenopausal women aged 48-65 years were divided into three Normal (n=15), Osteopenic (n=26) and Osteoporotic (n=30) groups according to their bone mineral density of lumbar spine. Static balance was evaluated using force plate, in two positions: double leg standing (DLS) and Romberg standing (Rom), with eyes open, for 20 s. Standard deviation of velocity and amplitude of COP displacement in A-P and M-L direction and path length were evaluated.

**Results:** In DLS, SD of velocity and amplitude for A-P displacement, showed a significant increase in osteoporotic and osteopenic groups in comparison with normal women ( $P < 0.05$ ). In Rom, SD of amplitude for AP displacement, in osteoporotic group showed a significant increase compared with the normal group ( $P = 0.03$ ). Path length of COP displacement in DLS position in osteoporotic and osteopenic groups was significantly more than the normal group ( $P = 0.05$ ). There was a significant negative correlation between bone mineral density and SD velocity and amplitude in AP direction, and also path length in two static positions.

**Conclusion:** Increase in SD velocity and SD amplitude of COP displacement in A-P direction, that increase with the decrease in bone mineral density, may be due to the change of control strategy mechanisms in osteopenic and osteoporotic women. Investigation of these changes will be necessary to design the therapeutic methods for prevention of falling and bone fracture in osteoporotic patients.

**Keywords:** Postmenopausal women, Osteoporosis, T-score, Force plate, Center of pressure, Static balance.

خانم دکتر شفیعه موثقی، فوق تخصص روماتولوژی می‌باشند. در حال حاضر ایشان استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران هستند و در بیمارستان امام خمینی (ره) فعالیت می‌کنند. تألیف کتاب‌هایی از قبیل استئوپوروز، بیماری روماتوئید، بیماری متابولیک استخوان و مفاصل و بیماری‌های مفاصل استخوانی و عوامل عفونی در زمینه روماتولوژی را در کارنامه پژوهشی خود علاوه بر ارائه چندین مقاله علمی در مجلات تخصصی داخلی و خارجی دارند. علائق تحقیقاتی ایشان لوپوس، آرترت روماتوئید، پوکی استخوان می‌باشد.



خانم دکتر نوشین بیات، دوره فوق تخصص روماتولوژی را در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه علوم پزشکی تهران اخذ نمودند. در حال حاضر ایشان دانشیار دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌ا... (عج) و محل فعالیت ایشان بیمارستان بقیه‌ا... اعظم (عج) می‌باشد. تألیف ۱۴ جلد کتاب در رابطه با روماتولوژی با همکاری مرکز تحقیقات روماتولوژی و برنده جایزه پژوهشگر جوان کنگره APLAR سال ۲۰۰۸ از افتخارات علمی ایشان می‌باشد.



خانم دکتر گیتی ترکمان، استاد گروه فیزیوتراپی در دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس می‌باشند. تحقیقات ایشان در زمینه بررسی نقش درمان‌های الکترومکانیکال بر روند ترمیم ضایعات عضلانی- اسکلتی و زخم‌های مزمن متمرکز شده است. بررسی ویژگی‌های بیومکانیکی غضروف و اصطکاک مفصل در ضایعات تروماتیک و دژنراتیو مفصلی، با تأکید بر درمان‌های نوین پزشکی و توانبخشی از اهداف ویژه تحقیقاتی ایشان است. تاکنون بالغ بر صد مقاله علمی- پژوهشی در مجلات معتبر داخلی و بین‌المللی به چاپ رسانده‌اند و سخنرانی‌های علمی متعددی در مجامع علمی در سطح ملی و بین‌المللی بر عهده داشته‌اند.



خانم ملیحه دریانی، دارای مدرک کارشناسی ارشد فیزیوتراپی از دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۹۳ می‌باشند. عنوان پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد ایشان مقایسه شاخص‌های پایداری ایستا، پویا و عملکردی در زنان یائسه استئوپروتیک و غیراستئوپروتیک است و به مطالعات در حوزه کنترل پوسچر علاقه‌مند هستند. ایشان فارغ‌التحصیل رتبه اول دانشگاه‌های علوم پزشکی سمنان در دوره کارشناسی و دانشگاه تربیت مدرس در دوره کارشناسی ارشد می‌باشند. در حال حاضر ایشان در مرکز تخصصی فیزیوتراپی مشغول به فعالیت هستند.

