

Original Article

Relationship between trunk extensor muscle's endurance and static postural stability in hyperkyphotic and normal kyphotic women with osteoporosis

Sanaz Mohebi^{1*} , Giti Torkaman¹ , Fariba Bahrami²

¹Department of Physical Therapy, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

²Department of Electronic and Computer Sciences, Faculty of Engineering, Tehran University, Tehran, Iran

*Corresponding author; E-mail: torkamg@modares.ac.ir

Received: 25 September 2017 Accepted: 19 December 2017 First Published online: 7 September 2019
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 October- November; 41(4):82-91

Abstract

Background: Considering the Importance of Back Extensor Muscles on the Postural Control and Risk of Falling in Osteoporotic Postmenopausal Women, We Investigated the Effects of Back Extensor Endurance on the Thoracic Kyphosis and Static Balance Control in Hyper and Normal Kyphotic Women with osteoporosis.

Methods: a total of 22 Osteoporotic Women, based on the Kyphosis Degree, were evaluated in two groups: Hyperkyphotics (No=10) and Normal Kyphotics (No=12). The Kyphosis Degree Measured by Flexi curve ruler. The Isometric Strength of the Back Extensors measured by a Digital Hand-held Dynamometer. Modified Sorensen Test was used for Back Extensor Endurance Evaluation. Static Balance Parameters Evaluated in Double Stand Position by Force plate.

Results: In the Hyperkyphotic Group, the time duration of Modified Sorensen Test was Significantly Lower than that in the Normal Kyphotic Group ($P=0.029$), there was also a significant negative correlation to the Medio-Lateral Displacement of the center of pressure (Correlation Coefficient: -0.521 , $P = 0.047$). The Multiple Regression test showed a significant effect of the modified Sorensen's time Duration on the increase of thoracic kyphosis ($P = 0.044$). In Hyperkyphotic Group, Standard deviation of the Anterior-Posterior of the Center of Pressure displacement was significantly higher than that in the normal kyphotic Group ($P = 0.05$).

Conclusion: Regarding to the negative correlation between the Trunk Extensor Endurance and Thoracic Hyperkyphosis and also medio-lateral of COP displacement, it suggests the Trunk Extensor Endurance exercise be considered in therapeutic programs of osteoporotic women.

Keyword: Osteoporosis, Thoracic Hyperkyphosis, Modified Sorensen Test, Center of Pressure

How to cite this article: Mohebi S, Torkaman G, Bahrami F. [Evaluation of Relationship between Trunk Extensor Endurance and Static Postural Stability in Hyperkyphotic and Normal Kyphotic Women with Osteoporosis]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 October- November; 41(4):82-91. Persian.

مقاله پژوهشی

رابطه‌ی استقامت عضلات اکستانسور تنه و ثبات وضعیتی ایستای زنان یائسه‌ی استئوپروتیک هایپرکیفوتیک و استئوپروتیک نرمال کیفوتیک

ساناز محبی^{۱*}، گیتی ترکمان^{۱b}، فریبا بهرامی^۲

^۱گروه فیزیوتراپی، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
^۲گروه برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران، تهران، ایران
 *نویسنده مسئول: ایمیل torkamg@modares.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۶/۷/۳ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۸ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۶/۱۶
 مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز، مهر و آبان ۱۳۹۸؛ ۴۱(۴): ۸۲-۹۱

چکیده

زمینه: با توجه به اهمیت عضلات پشتی تنه بر ثبات وضعیتی و خطر افتادن زنان یائسه‌ی استئوپروتیک، به منظور بررسی تاثیر استقامت عضلات اکستانسور پشتی بر پاسچر و تعادل وضعیتی زنان استئوپروتیک، رابطه‌ی استقامت عضلات اکستانسور تنه و پارامترهای ثبات وضعیتی زنان استئوپروتیک هایپر و نرمال کیفوتیک را مورد مطالعه قرار دادیم.

روش کار: ۲۲ زن یائسه استئوپروتیک، بر اساس درجه‌ی کیفوز در دو گروه هایپرکیفوتیک (۱۰ نفر) و نرمال کیفوتیک (۱۲ نفر) مورد بررسی قرار گرفتند. درجه‌ی کیفوز با خط‌کش انعطاف‌پذیر و قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور پشتی بوسیله‌ی دینامومتر دستی دیجیتال اندازه‌گیری شد. استقامت عضلات اکستانسور پشتی از طریق آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen ارزیابی شد. تعادل ایستا در وضعیت ایستاده، به وسیله‌ی صفحه‌ی نیرو، ارزیابی گردید.

یافته‌ها: زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen در گروه هایپرکیفوتیک به صورت معنادار کمتر از گروه نرمال کیفوتیک بود ($P=0/029$) و همچنین با دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی، همبستگی منفی و معنادار نشان داد (ضریب همبستگی: $-0/521$ ، $P=0/047$). آزمون چندگانه‌ی رگرسیون، تاثیر معنادار زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen را بر افزایش کیفوز توراسیک نشان داد ($P=0/044$). انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی در زنان هایپرکیفوتیک، به صورت معنادار، بیشتر از گروه نرمال کیفوتیک بود ($P=0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به ارتباط منفی زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen با پاسچر هایپرکیفوتیک و جابجایی داخلی-خارجی مرکز فشار، پیشنهاد می‌شود تمرینات استقامتی عضلات اکستانسور تنه در برنامه درمانی زنان استئوپروتیک، لحاظ گردد.

کلید واژه‌ها: استئوپروز، هایپرکیفوز توراسیک، آزمون تغییر یافته Sorensen، مرکز فشار

نحوه استناد به این مقاله: محبی س، ترکمان گ، بهرامی ف. بررسی رابطه‌ی استقامت عضلات اکستانسور تنه و ثبات وضعیتی ایستای زنان یائسه‌ی استئوپروتیک هایپرکیفوتیک و استئوپروتیک نرمال کیفوتیک (مقطعی). مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تبریز. ۱۳۹۸؛ ۴۱(۴): ۸۲-۹۱

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تبریز تحت مجوز کرییتیو کامنز (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

استئوپروز یا پوکی یک بیماری استخوانی است که خطر شکستگی استخوان در آن افزایش می‌یابد. در استئوپروز با کاهش تراکم مواد معدنی (Bone Mineral Density, BMD) روبرو هستیم؛ و مقدار و نوع پروتئین‌های بافت استخوانی نیز تغییر می‌یابد شایع‌ترین مدل پوکی در زنان و بعد از یائسگی رخ می‌دهد که کمبود استروژن عامل اصلی مکانیسم‌های دخیل در افزایش بازجذب و کاهش تراکم استخوان می‌باشد؛ از دیدگاه هورمونال، کاهش حاد استروژن منجر به افزایش حساسیت استخوان‌ها به هورمون پاراتیروئید می‌شود که سبب افزایش میزان فرایند بازجذب استخوان و در نهایت کاهش تراکم استخوان در زنان یائسه می‌شود (۱). هزینه‌های بالای اقتصادی و اجتماعی ناشی از استئوپروز با افزایش شیوع شکستگی‌های استئوپروتیک مرتبط می‌باشد؛ به طوریکه پیش‌بینی شده است، میزان شکستگی‌های فمور در سال ۲۰۵۰، از مرز ۲۱ میلیون نفر بگذرد؛ در ایران نیز میزان بروز شکستگی‌های استئوپروتیک در حال افزایش است و از نظر بروز شکستگی‌های فمور در رتبه‌ی هفتم جهان قرار داریم؛ لذا شناسایی عوامل خطر شکستگی‌های استئوپروتیک، به ویژه در زنان یائسه، یکی از چالش‌های جدی حیطه‌ی سلامت محسوب می‌شود (۲). تراکم پایین استخوان، به تنهایی برای پیش‌بینی وقوع شکستگی‌های استئوپروتیک، حساسیت کمی دارد و نیازمند ابزار ارزیابی جامع‌تری است که در آن علاوه بر BMD، عوامل کلینیکی مستقل از تراکم استخوان نیز در بحث پیش‌بینی خطر شکستگی‌های استئوپروتیک، بررسی شوند (۳). افتادن، به عنوان اصلی‌ترین مکانیسم شکستگی‌ها در افراد استئوپروتیک مطرح شده است؛ به همین علت در اکثر الگوریتم‌های طراحی شده جهت پیش‌بینی خطر شکستگی‌های استئوپروتیک، عوامل خطر افتادن، به صورت مجزا و در کنار سایر عوامل در نظر گرفته می‌شوند (۴). اختلالات تعادلی و عملکرد عصبی عضلانی در مطالعات بسیاری به عنوان جدی‌ترین ریسک فاکتورهای افتادن و شکستگی در افراد مسن فعال، گزارش شده است (۵). شکستگی مهره، مهم‌ترین عارضه‌ی کلینیکی متعاقب استئوپروز است؛ این عارضه اغلب همراه با ضعف عضلات اکستانسور تنه می‌باشد که بر اساس نظریه‌ی تطابق واحد استخوان و عضله قابل توجیه است، متعاقب این تغییرات، قوس انحنای سینه‌ای ستون فقرات افزایش می‌یابد. همچنین وضعیت هایپرکیفوتیک سینه‌ای در یک چرخه‌ی معیوب، با قرار دادن عضلات اکستانسور تنه در وضعیت کشیده، باعث تشدید تغییرات اسکلتی عضلانی به ویژه در ناحیه‌ی ستون فقرات سینه‌ای می‌شود (۶). وضعیت هایپرکیفوتیک سینه‌ای، باعث جابجایی قدامی مرکز ثقل نسبت به مرکز چرخش ستون فقرات می‌شود؛ لذا در افراد هایپرکیفوتیک برای حفظ مرکز ثقل در محدوده‌ی سطح اتکا، پاسخ‌های پاسچرال تطابقی شکل می‌گیرد. این قبیل واکنش‌ها

موجب محدود شدن دینامیک حرکات تنه، سر و گردن و بازوها می‌شود و در نهایت منجر به کاهش توانایی فرد در حفظ تعادل حین موقعیت‌های اغتشاشی خواهد شد. لذا به نظر می‌رسد هایپرکیفوز سینه‌ای در بی‌ثباتی وضعیتی زنان استئوپروتیک موثر باشد و خطر افتادن و شکستگی در آن‌ها را افزایش دهد (۷). در این ارتباط افزایش دامنه و سرعت نوسان مرکز فشار (ارزیابی با صفحه‌ی نیرو) در جهت قدامی-خلفی در افراد هایپرکیفوتیک سینه‌ای نسبت به افراد سالم همسن، گزارش شده است (۸). ارتباط ضعف عضلات اکستانسور پشتی با افزایش قوس سینه‌ای در زنان یائسه‌ی استئوپروتیک (۹) در کنار شواهدی که تاثیر مستقل عملکرد عضلات را بر بی‌ثباتی وضعیتی و خطر افتادن افراد مسن، نشان می‌دهند (۱۰)، اهمیت عضلات تنه را در تغییرات پاسچرال ستون فقرات و بی‌ثباتی‌های وضعیتی یادآور می‌شود. اگرچه نقش قدرت عضلات مختلف در بی‌ثباتی وضعیتی، افتادن و شکستگی‌های استئوپروتیک، مورد بحث تحقیقات بسیاری بوده است، بررسی تاثیر سایر ویژگی‌های سیستم اسکلتی عضلانی از قبیل استقامت عضلات تنه بر تغییرات پاسچرال و بی‌ثباتی‌های وضعیتی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است؛ این در حالیست که، تغییرات فیزیولوژیک ناشی از افزایش سن که در زنان یائسه به دلیل تغییرات هورمونی تشدید می‌شود، تمام پارامترهای اسکلتی، عصبی و عضلانی افراد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۱). در همین راستا، گزارش افزایش نوسانات پاسچرال بلافاصله بعد از خستگی عضلات اکستانسور تنه در افراد مسن و جوان، این احتمال را مطرح می‌کند که خستگی عضلات اکستانسور تنه و یا به عبارت بهتر، کاهش تدریجی ظرفیت تولید نیروی عضلانی در فعالیت‌های سبب‌ماکزیمال، با بی‌ثباتی وضعیتی و در نتیجه افتادن و شکستگی در افراد مسن ارتباط داشته باشد (۱۲). اگرچه در تعداد محدودی از تحقیقات که بر روی افراد مسن با محدودیت عملکردی انجام شده است، استقامت اکستانسورهای پشتی، به عنوان پیش‌بینی‌کننده‌ی معنادار نتایج تست‌های تعادلی عملکردی، مطرح شده است (۱۳)، اما با توجه به جستجویی که در این زمینه انجام گردید، موردی از بررسی رابطه‌ی استقامت عضلات اکستانسور پشتی با تغییرات پاسچرال (افزایش قوس سینه‌ای) و پارامترهای تعادلی صفحه‌ی نیرو در زنان استئوپروتیک، یافت نشد؛ لذا با توجه به اینکه احتمال داده می‌شود، استقامت نیز در کنار قدرت عضلات اکستانسور پشتی بر تغییرات پاسچرال تنه و بی‌ثباتی وضعیتی ناشی از آن، تاثیرگذار باشد؛ طی یک مطالعه‌ی مقطعی رابطه‌ی نتایج تست تغییر یافته‌ی Sorensen با برخی پارامترهای تعادلی صفحه‌ی نیرو در زنان استئوپروتیک هایپرکیفوتیک و نرمال کیفوتیک مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار

این مطالعه در آزمایشگاه طب ورزشی و آنالیز راه رفتن گروه فیزیوتراپی دانشکده‌ی علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، از مهرماه ۹۳ لغایت شهریور ۹۴ انجام گردید. تحقیق مذکور یک مطالعه‌ی مقطعی و بدون هیچگونه مداخله بود که ۳۰ زن یائسه‌ی ۵۰ تا ۷۰ ساله از طریق مشاوره‌ی حضوری در بخش سنجش تراکم استخوان بیمارستان بقیه الله، توزیع کارت و تبلیغات با طرح آشنا و به صورت داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. لازم به ذکر است روش نمونه‌گیری بصورت انتخابی و محاسبه‌ی حجم نمونه با استفاده از فرمول
$$N = \frac{(Z_1 - \beta_1 + Z_1 - \alpha/2) \times (S_1^2 + S_2^2)}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$
 و بر اساس $Mean \pm SD$ قدرت ایزومتریک اکستانسورهای پشتی در مطالعه‌ی Darbani و همکاران، با اطمینان ۹۵٪ و توان ۸۰٪ محاسبه گردید (۱۴). معیارهای ورود به مطالعه عبارت بود از: زنان یائسه‌ی ۵۰ تا ۷۰ ساله، شاخص توده‌ی بدنی ۳۰-۲۲ (kg/m²)، حداقل یکسال از یائسگی گذشته باشد، عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی به صورت منظم حداقل از یک سال قبل از زمان شروع مطالعه (منظور از فعالیت منظم، ۳-۲ بار در هفته و حداقل ۳۰ دقیقه در هر نوبت است)، تأیید پزشک متخصص روماتولوژی برای ورود به مطالعه $T\text{-score} \leq -2.5$ ، در نواحی سر استخوان فمور یا مهره‌های کمری، عدم گزارش سابقه‌ی شکستگی ناشی از استئوپروز، عدم گزارش بیماری‌های نورولوژیک، وستیبولار، نوروماسکولار، بیماری‌های مزمن ارتوپدیک تنه و اندام تحتانی، و هر بیماری که اختلال تعادلی برای افراد ایجاد نموده باشد، پس از بررسی‌های اولیه از بین ۳۰ زن یائسه‌ی استئوپروتنیک داوطلب، تعداد ۲۲ نفر با درجات مختلف کیفوز سینه‌ای، شرایط ورود به طرح را داشتند که بر اساس درجه کیفوز (زاویه کیفوز کمتر از ۵۰ درجه به عنوان نرمال کیفوتیک و زاویه بزرگتر مساوی ۵۰ درجه به عنوان هایپرکیفوتیک) (۱۵)، در دو گروه استئوپروتنیک هایپرکیفوتیک (۱۰ نفر) و استئوپروتنیک نرمال کیفوتیک (۱۲ نفر) مورد بررسی قرار گرفتند. روش به کار گرفته شده در این مطالعه توسط کمیته‌ی اخلاق پزشکی دانشگاه تربیت مدرس تأیید شد. هدف و نحوه‌ی ارزیابی‌ها برای افراد توضیح داده شد و تمامی افراد فرم رضایت آگاهانه را قبل از شروع جلسه اول امضا کردند. تمامی ارزیابی‌ها توسط یک فیزیوتراپیست آموزش دیده و طی دو جلسه انجام گردید. در جلسه‌ی اول اطلاعات مربوط به متغیرهای آنترپومتریک، شامل سن، قد (بر حسب متر) و وزن (بر حسب کیلوگرم) افراد ثبت و شاخص توده‌ی بدنی برای هر فرد محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری درجه‌ی کیفوز سینه‌ای از خط‌کش انعطاف‌پذیر استفاده شد. اندازه‌گیری مشابه روش Yanagawa و همکاران انجام شد؛ بدین صورت که پس از مشخص کردن زوائد شوکی مهره‌های هفتم گردنی و دوازدهم سینه‌ای، فرد در وضعیت معمول و راحت ایستاده و پاها برهنه و به اندازه عرض شانه باز بود، سپس خط‌کش انعطاف‌پذیر بطور مستقیم، روی پوست، بین مهره‌های هفتم گردنی و

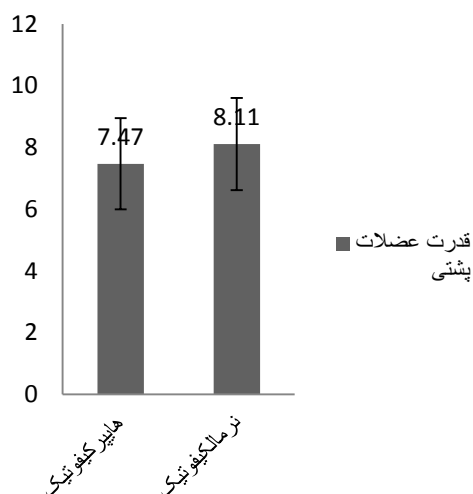
دوازدهم سینه‌ای قرار گرفته و با فشار بر روی پوست، شکل قوس ستون فقرات را می‌گرفت؛ سپس انحنا بر روی کاغذ رسم و محاسبات لازم انجام شد. اندازه‌گیری‌ها دو بار با فاصله‌ی یک دقیقه تکرار شد و مقدار میانگین به عنوان درجه‌ی کیفوز سینه‌ای افراد ثبت گردید، انحنا‌ی کیفوز توراسیک در افراد براساس فرمول $ARCtag\left(\frac{2H}{L}\right)$ ، محاسبه گردید (۱۶). قدرت عضلات اکستانسور پشتی با استفاده از دینامومتر دستی دیجیتال Lafayette Instrument Company) 01165SC: Model Handheld Dynamometer به صورت ایزومتریک و بر حسب کیلوگرم ثبت شد. اعتبار و تکرارپذیری این روش به اثبات رسیده است (۱۷). اندازه‌گیری در وضعیت دمر و بصورتیکه، نواحی کمر و اندام‌های تحتانی توسط استرپ کاملاً ثابت شده بودند، انجام شد. در ابتدا حرکت مورد نظر که همان بالا آوردن شانه و بالا تنه از روی تخت است به فرد آموزش داده شد و برای آشنایی و آمادگی فرد برای ایجاد حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی، یک یا دو انقباض به صورت آزمایشی انجام شد؛ هر انقباض اصلی حداقل ۵ ثانیه و به صورت یکنواخت باید توسط بیمار حفظ می‌شد، انقباض با تشویق کلامی همراه بود، مقاومت دستی توسط دینامومتر و مابین دو کف به فرد اعمال می‌شد، پس از آموزش، این آزمون سه بار تکرار شد، فاصله‌ی استراحت بین انقباضات یک دقیقه بود. مقدار میانگین به عنوان قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور پشتی ثبت گردید (۱۸). برای ارزیابی استقامت اکستانسورهای پشتی از تست تغییر یافته‌ی Sorensen استفاده شد. بدین صورت که فرد در حالت دمر بر روی تخت معاینه خوابیده، به صورتیکه تنه‌ی فوقانی از ناحیه‌ی سینه خارج از تخت و اندام‌های فوقانی در کنار تنه قرار می‌گرفت. افراد می‌بایست سر و گردن و تنه‌ی خود را تا یک سطح مشخص بالا می‌آوردند. برای جلوگیری از اکستانسیون سرو گردن نیز از افراد خواسته شد تا جهت صورت و دید خود را به سمت زمین، حفظ کرده و تا زمانیکه می‌توانند وضعیت مذکور را حفظ نمایند؛ هر زمانیکه سر بیمار از حد مشخص شده پایین‌تر قرار می‌گرفت، زمان‌سنج متوقف و زمان مذکور بر حسب ثانیه و به عنوان استقامت عضلات اکستانسور پشتی ثبت می‌گردید. سقف زمانی تست ۵ دقیقه بود. پایداری نتایج آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen، بررسی شده و نتایج آن با نتایج آزمون استاندارد، همبستگی مثبت و معناداری نشان داده است (۱۹). به منظور حذف اثر خستگی، ارزیابی پارامترهای تعادلی در جلسه‌ی دوم و به فاصله‌ی ۲۴ ساعت بعد، انجام شد. ارزیابی تعادل در وضعیت ایستاده بر روی دوپا، در حالتی که پاها کاملاً در کنار هم و دست‌ها در کنار تنه قرار گرفته بودند (وضعیت Rombert Feet Together)، انجام شد. برای انجام این آزمون از صفحه‌ی نیرو مدل ۹۲۸۶AB، ساخت شرکت Kistler سوئیس استفاده شد. این صفحه‌ی نیرو، مجهز به چهار حسگر پیزوالکتریک در چهار گوشه‌ی صفحه‌ای با ابعاد ۹×۹ cm^۲، ۶×۶ cm^۲ می‌باشد. افراد به مدت ۲۰ ثانیه در وضعیت

یافته‌ها

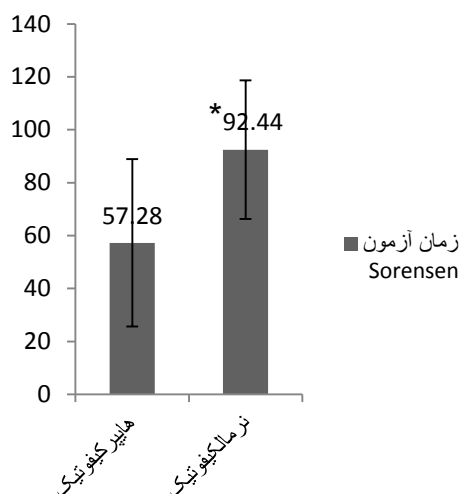
ویژگی‌های فیزیکی داوطلبان در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری بین متغیرهای سن، Spine T-Score و شاخص توده‌ی بدنی بین دو گروه دیده نشد ($P > ۰/۰۵$). درجه‌ی کیفوز توراسیک، به صورت معنادار در گروه استئوپروتیک هایپرکیفوتیک بیشتر از گروه دیگر بود ($P = ۰/۰۰۱$). بر اساس نتایج آزمون T قدرت عضلات اکستانسور پستی در دو گروه، تفاوت معناداری نداشت ($P = ۰/۳۵۱$)، در مقابل، مقایسه‌ی میانگین زمان ثبت شده برای آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen، در گروه نرمال کیفوتیک، به صورت معنادار بیشتر بود ($P = ۰/۰۲۹$)، (نمودار ۱). میزان جابجایی و سرعت جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی در گروه هایپرکیفوتیک بیشتر از گروه نرمال کیفوتیک بود. انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی، افزایش معناداری نسبت به گروه نرمال کیفوتیک نشان داد ($P = ۰/۰۵$)، (جدول ۲). همچنین سرعت جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی، در گروه هایپرکیفوتیک، به میزان قابل توجهی، بیشتر از گروه نرمال کیفوتیک بود هر چند که به سطح معناداری نرسید ($P = ۰/۰۷۹$).

رومبرگ و با چشمان باز ایستاده و نمونه‌گیری با فرکانس ۱۰۰ هرترز انجام شد. لازم به ذکر است، با توجه به اینکه در وضعیت ایستاده برای پارامترهایی نظیر سرعت و انحراف از معیار نوسان مرکز فشار، پایایی قابل قبولی در زمان‌های کوتاه ثبت، گزارش شده است؛ لذا با در نظر گرفتن سن افراد شرکت‌کننده، زمان ثبت آزمون تعادلی، ۲۰ ثانیه، در نظر گرفته شد (۲۰، ۲۱). پس از انتقال داده‌ها به برنامه محاسباتی تحت متلب، دامنه و سرعت جابجایی مرکز فشار و انحراف از معیار آنها در راستای قدامی خلفی و داخلی خارجی برای بررسی بین دو گروه استئوپروتیک محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶، آنالیز شد. توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk، بررسی شد. با توجه به توزیع طبیعی داده‌ها، مقایسه‌ی بین دو گروه با استفاده از آزمون T مستقل انجام شد. آزمون رگرسیون خطی چندگانه، جهت بررسی میزان تاثیر متغیرهای مفروض مستقل بر متغیرهای مفروض وابسته استفاده گردید. ضریب استاندارد بتا در آزمون رگرسیون چندگانه، امکان مقایسه‌ی میزان تاثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته، نسبت به یکدیگر را فراهم می‌کند. آزمون همبستگی پیرسون جهت بررسی رابطه‌ی بین متغیرهای مورد نظر استفاده گردید. سطح معناداری برای تمامی محاسبات، $P \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

قدرت عضلات پستی (کیلوگرم)



زمان آزمون Sorensen (ثانیه)



نمودار ۱: قدرت و استقامت عضلات اکستانسور پستی، به ترتیب بر حسب کیلوگرم و ثانیه در گروه‌های مورد مطالعه * افزایش معنادار زمان آزمون Sorensen در گروه نرمال کیفوتیک نسبت به گروه هایپرکیفوتیک

جدول ۱: متغیرهای تن سنجی در دو گروه مطالعه

متغیر	گروه استئوپروتیک هایپرکیفوتیک	گروه استئوپروتیک نرمال کیفوتیک	معناداری (P)
سن	۶۳/۸ ± ۵۹/۱۰	۵۷/۹ ± ۵۷/۵۸	۰/۵۷۲
شاخص توده‌ی بدنی (BMI)	۲۹/۲۲ ± ۲۶/۸	۲۶/۹۶ ± ۲۶/۹۱	۰/۲۰۹
Spine-T Score	۲۶/۹۱ ± ۰/۶۵۰	۰/۹۲۵ ± ۲/۶۱	۰/۴۰۹
درجه‌ی کیفوز توراسیک	۵۸/۷۵ ± ۴/۲۵	۴۵/۸۰ ± ۴/۱۴	*۰/۰۰۱

*اختلاف معنادار بین دو گروه مطالعه

زاویه‌ی کیفوز توراسیک با انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار و انحراف از معیار آن، رابطه‌ی معناداری نشان نداد، در عین حال، افزایش درجه‌ی کیفوز توراسیک با افزایش سرعت نوسان مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی و با کاهش سرعت نوسان مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی همراه بود هر چند که همبستگی معناداری مشاهده نشد. قدرت عضلات اکستانسور پشتی با دامنه و سرعت نوسان مرکز فشار و انحراف از معیار آن همبستگی معنادار نشان نداد. Spine T-Score با سرعت نوسان مرکز فشار و انحراف از معیار آن در راستای داخلی-خارجی، همبستگی مثبت نزدیک به معناداری نشان داد (به ترتیب ۰/۰۷، ۰/۰۹۳) (جدول ۴).

زاویه‌ی کیفوز توراسیک با انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی، همبستگی مثبت و قابل توجهی نشان داد؛ اگرچه به سطح معنادار نرسید (P= ۰/۰۸). قدرت عضلات اکستانسور پشتی با دامنه جابجایی مرکز فشار و انحراف از معیار آن در راستای قدامی-خلفی، و با دامنه جابجایی مرکز فشار و انحراف از معیار آن در راستای داخلی-خارجی همبستگی معنادار نشان نداد. زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen با تمام پارامترهای مرتبط با دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار، همبستگی منفی نشان داد، ولی این رابطه با دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی به سطح معنادار رسید (P=۰/۰۴۷). متغیر تراکم استخوان با پارامترهای دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار رابطه‌ی معناداری نشان نداد (جدول ۳).

جدول ۲: متغیرهای تعادلی مورد ارزیابی با صفحه‌ی نیرو در دو گروه مورد مطالعه

متغیرهای تعادلی	گروه استئوپروتیک‌هایپرکیفوتیک	گروه استئوپروتیک نرمال‌کیفوتیک	معناداری (P)
دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی COP displacement in A-P direction	۰/۰۲۲۵±۰/۰۰۶۳	۰/۰۱۷۸±۰/۰۰۷۳	۰/۱۴۴
دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی COP displacement in M-L direction	۰/۰۹۸۶±۰/۰۲۷۰	۰/۰۸۷۸±۰/۰۲۱۲	۰/۳۳۵
انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی Standard deviation of the COP displacement in A-P direction	۰/۰۰۴۸±۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۳۶±۰/۰۰۱۰	*۰/۰۵
انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی Standard deviation of the COP displacement in M-L direction	۰/۰۱۸۶±۰/۰۰۶۱	۰/۰۱۷۵±۰/۰۰۶۳	۰/۷۲۲
سرعت جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی Mean Velocity of the COP displacement in A-P direction	۰/۰۱۱۴±۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۸۴±۰/۰۰۴۳	۰/۰۷۹
سرعت جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی Mean Velocity of the COP displacement in M-L direction	۰/۴۶۲±۰/۱۶۲	۰/۴۵۸±۰/۱۷۷	۰/۹۲۳
انحراف از معیار سرعت جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی Standard deviation of the COP Sway Velocity in A-P direction	۰/۰۱۴۵±۰/۰۰۳۶	۰/۰۱۰۹±۰/۰۰۶۲	۰/۱۲۳
انحراف از معیار سرعت جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی Standard deviation of the COP Sway Velocity in M-L direction	۰/۵۶۴±۰/۱۹۴	۰/۵۷۳±۰/۲۲۳	۰/۸۲۱

*تفاوت معنادار بین گروه‌های مطالعه

جدول ۳: رابطه‌ی زاویه‌ی کیفوز توراسیک، قدرت عضلات پشتی، زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen و SpineT-Score با متغیرهای دامنه و سرعت جابجایی مرکز فشار و انحراف از معیار آن در گروه‌های مورد مطالعه

	دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی		دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی		انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی	
	PValue	ضریب PCC	PValue	ضریب PCC	PValue	ضریب PCC
زاویه‌ی کیفوز توراسیک	۰/۳۱۶	۰/۱۶۱	۰/۴۹۷	۰/۳۷۴	۰/۶۵۹	-۰/۱۰۰
قدرت عضلات اکستانسور پشتی	۰/۲۰۸	۰/۱۹۱	۰/۴۴۸	-۰/۲۶۲	۰/۶۳۹	۰/۱۱۲
زمان آزمون Sorensen	۰/۳۴۹	-۰/۵۲۱	*۰/۰۴۷	-۰/۳۴۲	۰/۲۶۶	-۰/۲۹۶
SpineT-Score	۰/۹۹۶	-۰/۳۶۵	۰/۱۱۴	۰/۰۶۵	۰/۱۶۱	۰/۳۰۹

جدول ۴: رابطه‌ی زاویه‌ی کیفوز توراسیک، قدرت عضلات پشتی، زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen و Spine-T-Score با سرعت جابجایی مرکز فشار و انحراف از معیار آن در گروه‌های مورد مطالعه

انحراف از معیار سرعت جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی		انحراف از معیار سرعت جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی - خلفی		سرعت جابجایی مرکز فشار در جهت داخلی - خارجی		سرعت جابجایی مرکز فشار در جهت قدامی - خلفی	
PValue	ضریب PCC	PValue	ضریب PCC	PValue	ضریب PCC	PValue	ضریب PCC
۰/۴۰۴	-۰/۱۸۷	۰/۱۹۹	۰/۲۸۵	۰/۴۶۸	-۰/۱۶۳	۰/۱۲۷	۰/۳۳۶
۰/۶۳۷	۰/۱۱۲	۰/۲۹۷	-۰/۲۴۵	۰/۵۹۵	۰/۱۲۷	۰/۲۶۴	-۰/۲۶۲
۰/۳۸۶	-۰/۲۳۲	۰/۱۳۳	-۰/۳۹۲	۰/۳۸۵	-۰/۲۳۳	۰/۱۹۵	-۰/۳۴۲
۰/۰۹۳	۰/۳۶۷	۰/۸۲۹	۰/۰۴۹	۰/۰۷	۰/۳۸۴	۰/۷۰۸	۰/۰۸۵

ضریب PCC Pearson Correlation Coefficient

*همبستگی معنادار

گروه زنان ژاپنی قدرت عضلات اکستانسور پشتی با کیفوز توراسیک رابطه‌ای نشان نداد؛ درحالی‌که با لوردوز لومبار ارتباط مثبت و معنادار بود (۲۲)، که برخلاف یافته‌ی مطالعه‌ی حاضر می‌باشد. لذا به نظر می‌رسد در رابطه‌ی قدرت عضلات پشتی و درجه‌ی کیفوز توراسیک، یافته‌ها متناقض است؛ که این امر می‌تواند ناشی از روش‌های مختلف ارزیابی قدرت و پاسچر باشد. علاوه بر این عدم بررسی پارامترهای موثر دیگر، در رابطه‌ی سیستم عضلانی - اسکلتی و پاسچر ستون فقرات، عامل احتمالی دیگری برای این تناقض می‌باشد. در مطالعه‌ی مروری Roghani و همکاران، کاهش موبیلیتی ستون فقرات، کاهش تراکم استخوان، عوامل ژنتیک، اختلال در حس وضعیت مرتبط با افزایش سن، کاهش قدرت و استقامت عضلات اکستانسور تنه، به عنوان عوامل احتمالی در افزایش کیفوز توراسیک، مطرح شده‌اند (۲۳). در همین راستا در مطالعه‌ی حاضر، بر اساس نتایج آزمون رگرسیون چندگانه، زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen به عنوان متغیر مستقل، در مقایسه با قدرت عضلات اکستانسور پشتی و تراکم استخوان در ستون فقرات، تاثیر معناداری بر وضعیت کیفوز توراسیک، نشان داد؛ به طوری‌که کاهش زمان حفظ آزمون مذکور، به صورت معنادار با افزایش درجه‌ی کیفوز توراسیک، مرتبط بود. همچنین در مقایسه‌ی بین دو گروه، زنان استئوپروتیک هاپیرکیفوتیک در مقایسه با گروه نرمال کیفوتیک، به صورت معنادار، وضعیت آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen را برای زمان کوتاه‌تری حفظ کردند. لذا این احتمال مطرح می‌شود که در زنان یائسه‌ی استئوپروتیک که به لحاظ متغیرهای تن‌سنجی، تراکم استخوان و قدرت عضلات اکستانسور پشتی در وضعیت مشابهی هستند، عواملی چون کاهش استقامت عضلات اکستانسور تنه با افزایش کیفوز توراسیک مرتبط باشد. در تایید این موضوع، افزایش خستگی‌پذیری عضلات اکستانسور تنه و کاهش ظرفیت تولید نیروی فعال توسط آن‌ها، تئوری محتملی است که برای افزایش کیفوز توراسیک مطرح شده است (۲۴). افزایش خستگی‌پذیری عضلات منجر به اختلال در آوران‌های حس وضعیت و متعاقباً تاخیر در فراخوانی عضلات ثبات دهنده‌ی ستون فقرات می‌شود

در مقایسه‌ی تاثیر قدرت عضلات اکستانسور پشتی، زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen و Spine-T-Score به عنوان متغیرهایی مستقل، با استفاده از آزمون رگرسیون چندگانه و بررسی ضریب استاندارد بتا، مشاهده شد که زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen ($P=0/044$) پارامتری با تاثیرگذاری بیشتر و معنادار نسبت به قدرت عضلات اکستانسور پشتی ($P=0/240$)، Spine T-Score ($P=0/137$) و ضریب بتا ($P=0/275$) بر وضعیت کیفوز توراسیک بوده است. همچنین بر اساس آزمون همبستگی پیرسون، رابطه‌ی خطی و معنادار درجه‌ی کیفوز توراسیک با متغیرهای زمان آزمون Sorensen ($P=0/656$)، $PCC=0/006$ و قدرت عضلات پشتی ($P=0/433$)، $PCC=0/05$ ، تأیید گردید.

بحث

در مطالعه‌ی حاضر، زنان یائسه‌ی استئوپروتیک، بر حسب وضعیت کیفوز توراسیک در دو گروه هاپیر و نرمال کیفوتیک مورد بررسی قرار گرفتند. متغیرهای سن، شاخص توده‌ی بدنی، Spine-T-Score، قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور پشتی، زمان حفظ آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen و تعادل ایستا در وضعیت Romberg (پاها کاملاً کنارهم) در دو گروه ارزیابی شد. سن، شاخص توده‌ی بدنی و Spine-T-Score در دو گروه تفاوت معناداری نشان نداد. در مقایسه‌ی قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور پشتی در دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد، اگرچه بررسی رابطه‌ی قدرت ایزومتریک عضلات پشتی و کیفوز توراسیک نیز معنادار بود، اما در آزمون رگرسیون چندگانه، تاثیر قدرت عضلات پشتی در مقایسه با استقامت عضلات پشتی، تاثیرگذاری کمتری نشان داد. این یافته از جهت رابطه‌ی معنادار قدرت عضلات پشتی و درجه‌ی کیفوز توراسیک، مطابق با نتایج مطالعه‌ی Mika و همکاران می‌باشد، که در آن قدرت عضلات پشتی بر وضعیت کیفوز توراسیک افراد تحت مطالعه تاثیر معناداری گذاشته بود (۹)، در مقابل، در مطالعه‌ی Hongo و همکاران، بر روی زنان استئوپروتیک دو منطقه‌ی جغرافیایی، در

مورد و در راستای قدامی-خلفی به سطح معنادار رسید. همبستگی مثبت و قابل توجه Spine T-Score با پارامترهای سرعت نوسان مرکز فشار و انحراف از معیار آن در راستای داخلی-خارجی (به ترتیب ۰/۰۷ ، $P=۰/۰۹$)، علت احتمالی عدم مشاهده‌ی تفاوت معنادار در مقایسه‌ی پارامترهای تعادلی دو گروه، به ویژه در راستای داخلی-خارجی، می‌باشد. به عبارتی به نظر می‌رسد، تاثیر استئوپروز یا وضعیت مشابه تراکم استخوان در گروه‌های تحت مطالعه، حساسیت آزمون T مستقل را برای نمایش تفاوت‌های بین گروهی متغیرهای تعادلی مطالعه، کاهش داده است. در مطالعه‌ی Greig و همکاران نیز، شکستگی‌های مهره‌ای متعاقب کاهش تراکم استخوان، نسبت به افزایش کیفوز توراسیک، ارتباط بیشتری با بی‌ثباتی وضعیتی افراد استئوپروتنیک نشان داد (۲۹). با وجود عدم مشاهده‌ی همبستگی معنادار بین قدرت عضلات اکستانسور پشتی و پارامترهای نوسان مرکز فشار، الگوی ثابتی در رابطه با جهت همبستگی‌های مذکور مشاهده گردید؛ بدین صورت که با افزایش قدرت عضلات اکستانسور پشتی، نوسان مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی، افزایش و در جهت قدامی-خلفی کاهش یافته است؛ به نظر می‌رسد تاثیر متقابل قدرت عضلات اکستانسور پشتی و درجه‌ی کیفوز توراسیک بر یکدیگر و نهایتاً بر تغییرات نوسانات مرکز فشار در جهت همبستگی‌های مشاهده شده، موثر بوده است. برخلاف یافته‌ی مطالعه‌ی حاضر، Sakari و همکاران، بین قدرت ایزومتریک اکستانسورهای تنه و سرعت نوسان مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی و داخلی-خارجی، همبستگی منفی گزارش کردند (۳۰). این احتمال وجود دارد که افزایش قدرت عضلات پشتی، با کاهش کیفوز توراسیک، بی‌ثباتی راستای ساجیتال را کنترل و متعاقباً بی‌ثباتی و نوسان مرکز فشار در راستای فرونتال افزایش یافته است؛ هر چند سایر پارامترهای پاسچرال ستون فقرات (نظیر لوردوز لومبار) و همچنین قدرت عضلات شکمی و اندام تحتانی ارزیابی نشده است و باید در مطالعات آینده تاثیر این عوامل نیز بررسی شود.

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتیجه‌ی آزمون رگرسیون چندگانه که تاثیر معنادار استقامت عضلات اکستانسور تنه بر وضعیت کیفوز توراسیک را نشان داد، به نظر می‌رسد این پارامتر علاوه بر اینکه به صورت غیرمستقیم و از طریق تاثیر بر افزایش کیفوز توراسیک بر بی‌ثباتی وضعیتی زنان استئوپروتنیک موثر بوده، به صورت مستقیم نیز بر بی‌ثباتی وضعیتی راستای فرونتال تاثیرگذار بوده است. لذا علاوه بر تاثیر کاهش تراکم استخوان و کاهش قدرت عضلات اکستانسور پشتی بر بی‌ثباتی‌های وضعیتی افراد استئوپروتنیک، استقامت عضلات اکستانسور تنه، پارامتری، تاثیرگذار در بی‌ثباتی وضعیتی زنان یائسه می‌باشد که نیازمند توجه و بررسی‌های

(۲۵). لذا، تغییر حس وضعیت در ستون فقرات، به دنبال کاهش استقامت و افزایش خستگی‌پذیری عضلات اکستانسور تنه، می‌تواند مکانیسم احتمالی افزایش کیفوز توراسیک در زنان یائسه‌ی استئوپروتنیک باشد، که نیاز به بررسی بیشتری دارد. در رابطه با ارزیابی متغیرهای تعادلی در دو گروه، اگرچه نوسان مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی در تمامی پارامترهای مورد بررسی، در گروه هایپرکیفوتیک بیشتر بود؛ اما تفاوت مذکور تنها در مورد انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی به سطح معنادار رسید. علاوه بر این در بررسی رابطه‌ی کیفوز توراسیک با متغیرهای تعادلی از طریق آزمون همبستگی پیرسون، مشاهده کردیم که افزایش کیفوز توراسیک با افزایش نوسان مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی و کاهش نوسان مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی همراه است، هر چند همبستگی معناداری مشاهده نشد و تنها همبستگی مثبت نزدیک به معناداری بین زاویه کیفوز پشتی و میزان انحراف از معیار دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی ($P=۰/۰۸$) مشاهده شد که قابل تامل است. Tsai و همکاران در مطالعه بر روی افراد استئوپروتنیک، مشاهده کردند که جابجایی مرکز فشار در افراد هایپرکیفوتیک نسبت به افراد استئوپروتنیک نرمال کیفوتیک در دو جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی، بصورت معنادار بیشتر است (۲۶). در مقابل Ostrowska و همکاران، افزایش دامنه و سرعت نوسان مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی و ساپرشن آن در راستای داخلی-خارجی را متعاقب افزایش درجه‌ی کیفوز توراسیک، گزارش نمودند (۲۷). به نظر می‌رسد در رابطه با افزایش نوسان مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی در افراد هایپرکیفوتیک در اغلب مطالعات، همسو با نتایج مطالعه‌ی حاضر، به استثنای مطالعه‌ی Sinaki و همکاران (۲۸)، اتفاق نظر وجود دارد. در مقابل گزارش تغییرات نوسان مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی متناقض بوده و نیاز است، بررسی‌های بیشتری پیرامون علل و پارامترهای موثر در ثبات وضعیتی فرونتال افراد مسن استئوپروتنیک صورت گیرد زیرا افزایش نوسانات داخلی-خارجی عامل مهمی در افزایش احتمال سقوط و افتادن افراد مسن است. در مطالعه‌ی حاضر، زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen، با دامنه‌ی جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی، همبستگی منفی و معناداری نشان داد؛ به عبارتی در افراد دو گروه، با افزایش زمان حفظ آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen (استقامت بیشتر عضلات اکستانسور پشتی)، نوسان مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی، کاهش یافته است. با وجود تاثیر افزایش کیفوز توراسیک بر افزایش نوسان مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی و تاثیر کاهش استقامت عضلات اکستانسور پشتی (کاهش زمان آزمون تغییر یافته‌ی Sorensen)، بر افزایش نوسان مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی، برخلاف انتظار در بررسی بین دو گروه تفاوت‌های نوسان مرکز فشار، تنها در یک

قدردانی

با تشکر از دست اندرکاران تحقیق حاضر، دکتر گیتی ترکمان و دکتر فریبا بهرامی، که تمامی مراحل طراحی و اجرا و در نهایت تالیف مقاله تحت نظارت و راهنمایی ایشان صورت گرفته است؛ همچنین قدردان پرسنل بخش سنجش تراکم استخوان بیمارستان بقیه الله هستیم که در بخش جمعیت نمونه حمایتان نمودند. مقاله‌ی حاضر، مستخرج از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی در دانشگاه تربیت مدرس با عنوان بررسی تغییرات COP و موقعیت آن نسبت به سطح اتکا در زنان یائسه‌ی استئوپروتیک هایپرکیفوتیک و نرمال‌کیفوتیک، می‌باشد.

ملاحظات اخلاقی طرح:

پروتکل تحقیق حاضر طی نامه‌ی شماره ۵۵۲/۷۰۳۷ در کمیته‌ی اخلاق دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس تهران بررسی و با توجه به اخذ رضایت آگاهانه و محرمانه بودن اطلاعات افراد مصوب گردید.

منابع مالی:

تمام هزینه‌های مرتبط با پژوهش از محل بودجه مربوط به پایان‌نامه و از طریق دانشگاه تربیت مدرس تامین گردیده است و حامی مالی دیگری نداشته است.

منافع متقابل:

لازم به ذکر است، نویسندگان از تالیف و انتشار مقاله‌ی حاضر منافع متقابلی ندارند.

مشارکت مولفان:

س، م و گ. ت. طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشته، همچنین مقاله را تالیف نموده و نسخه‌ی نهایی را خوانده و تأیید نموده اند.

ف. ب. در بخش تحلیل داده‌های صفحه‌ی نیرو و تدوین برنامه‌ی پردازش شده در فضای متلب مشارکت نموده و همچنین نسخه‌ی نهایی مقاله را خوانده و تأیید نموده است.

بیشتری است. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر مشخص می‌شود که برخلاف رژیم‌های درمانی متنوع مبتنی بر افزایش قدرت عضلات که در بهبود ثبات وضعیتی افراد استئوپروتیک بکار برده می‌شوند، تاثیر بهبود استقامت عضلات تنه بر ثبات وضعیتی کمتر مورد توجه قرار گرفته است؛ در صورتیکه رژیم‌های استقامتی، بر افزایش درصد فیبرهای Slow (تیپ یک، مقاوم به خستگی) که در عضلات پاسچرال اهمیت خاصی دارند؛ تمرکز بیشتری دارند. به طوریکه مشاهده شده است در ورزشکاران استقامتی، درصد فیبرهای Slow، نسبت به فیبرهای Fast افزایش می‌یابد، به نظر میرسد محتوای میتوکندریال فیبرهای Fast در قبال تمرینات استقامتی افزایش می‌یابد؛ به نحویکه از لحاظ میزان آنزیم‌های میتوکندریال، در سطح فیبرهای Slow قرار می‌گیرند و در نتیجه مشابه فیبرهای مقاوم به خستگی عمل می‌کنند. لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، تاثیر تمرینات استقامتی عضلات تنه بر بهبود پاسچر و تعادل وضعیتی افراد استئوپروتیک بررسی شود. در حقیقت، تاثیر بهبود استقامت اکستنسورهای پشتی در اصلاح پاسچر (بویژه هایپرکیفوز توراسیک) و افزایش ثبات وضعیتی راستای فرونتال و همچنین ارزیابی آسان و سهل الوصول پارامتر مذکور، می‌تواند آن را به جایگزین و یا مکمل مناسب و ایمنی برای رژیم‌های درمانی سنگین‌تر و پرهزینه‌تر در بیماران استئوپروتیک تبدیل نماید. از محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر عدم بررسی لوردوز و تیلت لگن، قدرت و تحمل عضلات شکمی و عدم مقایسه‌ی گروه‌های استئوپروتیک با افراد غیراستئوپروتیک هایپر و نرمال‌کیفوتیک است که باید در مطالعات آتی مورد توجه قرار گیرد. همچنین با توجه به اینکه به نظر می‌رسد در وضعیت ایستاده، پایایی برخی پارامترهای نوسان مرکز فشار، نظیر جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی و داخلی-خارجی، در زمان‌های طولانی‌تر تست افزایش می‌یابد، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی به منظور افزایش حساسیت آزمون ایستای تعادلی جهت نمایش تفاوت‌های تعادلی زنان استئوپروتیک، در صورت امکان، زمان تست رومبرگ افزایش یابد.

References

1. Brincat S D, Brincat A, Agius J C. *Overview of the pathogenesis and management of postmenopausal osteoporosis*. 2016.
2. Pisani P, Renna M D, Conversano F, Casciaro E, Di Paola M, Quarta E, et al. Major osteoporotic fragility fractures: Risk factor updates and societal impact. *World journal of orthopedics* 2016; 7(3): 171. doi: 10.5312/wjo.v7.i3.171
3. Kanis J A, McCloskey E V, Johansson H, Cooper C, Rizzoli R, Reginster J-Y. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis international* 2013; 24(1): 23-57. doi: 10.1007/s00198-008-0812-y
4. Ambrose A F, Cruz L, Paul G. Falls and fractures: a systematic approach to screening and prevention. *Maturitas* 2015; 82(1): 85-93. doi: 10.1016/j.maturitas. 2015.06.035
5. Deandrea S, Lucenteforte E, Bravi F, Foschi R, La Vecchia C, Negri E. Risk Factors for Falls in Community-dwelling Older People: " A Systematic Review and Meta-analysis". *Epidemiology* 2010; 658-668. doi: 10.1093/ptj/85.7.648
6. Raeissadat S A, Sedighipour L, Pournajaf S, Vahab Kashani R, Sadeghi S. Effect of posture training with Weighted Kypho-Orthosis (WKO) on improving balance in women with osteoporosis. *Journal of aging research* 2014; 2014. doi: 10.1155/2014/427903

7. de Groot M H, van der Jagt-Willems H C, van Campen J P, Lems W F, Beijnen J H, Lamoth C J. A flexed posture in elderly patients is associated with impairments in postural control during walking. *Gait & posture* 2014; **39**(2): 767-772. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.10.015
8. Johnson C, Bettany-Salnikov J, Ling J. *An investigation into the relationship between spinal curvature and postural sway in asymptomatic healthy young adults.* doi: 10.1186/1748-7161-4-S2-O25
9. Mika A, Unnithan V B, Mika P. Differences in thoracic kyphosis and in back muscle strength in women with bone loss due to osteoporosis. *Spine* 2005; **30**(2): 241-246. doi: 10.1097/01.brs.0000150521.10071.
10. Horlings C, Küng U, Van Engelen B, Voermans N, Hengstman G, van der Kooi A, et al. Balance control in patients with distal versus proximal muscle weakness. *Neuroscience* 2009; **164**(4): 1876-1886. doi: 10.1016/j.neuroscience.2009.09.063
11. Hsu W-H, Chen C-I, Kuo LT, Fan C-H, Lee MS, Hsu RW-W. The relationship between health-related fitness and quality of life in postmenopausal women from Southern Taiwan. *Clinical interventions in aging* 2014; **9**: 1573. doi: 10.2147/CIA.S66310
12. Parreira R B, Amorim C F, Gil A W, Teixeira D C, Bilodeau M, Da Silva R A. Effect of trunk extensor fatigue on the postural balance of elderly and young adults during unipodal task. *European journal of applied physiology* 2013; **113**(8): 1989-1996. doi: 10.1007/s00421-013-2627-6.
13. Suri P, Kiely D K, Leveille S G, Frontera W R, Bean J F. Trunk muscle attributes are associated with balance and mobility in older adults: a pilot study. *PM&R* 2009; **1**(10): 916-924. doi:10.1016/j.pmrj.2009.09.009
14. Darbani M, Torkaman G, Movassaghe S, Bayat N. Comparison of the hip, ankle and back extensor muscle strength and its correlation with functional balance in healthy and osteoporotic postmenopausal women. *Journal of Modern Rehabilitation* 2015; **9**(1): 40-52.
15. Fon G T, Pitt M J, Thies J r A. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. *American Journal of Roentgenology* 1980; **134**(5): 979-983. doi: 10.2214/ajr.134.5.979
16. Yanagawa T L, Maitland M E, Burgess K, Young L, Hanley D. Assessment of thoracic kyphosis using the flexicurve for individuals with osteoporosis. *Hong Kong Physiotherapy Journal* 2000; **18**(2): 53-57. doi: 10.1016/S1013-7025(00)18004-2
17. Mijnarends D M, Meijers J M, Halfens R J, ter Borg S, Luiking Y C, Verlaan S, et al. Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: a systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association* 2013; **14**(3): 170-178. doi: 10.1016/j.jamda.2012.10.009
18. Bohannon R W. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Physical therapy* 1986; **66**(2): 206-209. doi: 10.1093/ptj/66.2.206
19. Reiman M P, Krier A D, Nelson J A, Rogers M A, Stuke Z O, Smith B S. Reliability of alternative trunk endurance testing procedures using clinician stabilization vs. traditional methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010; **24**(3): 730-736. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c06c56.
20. Doyle R J, Hsiao-Wecksler E T, Ragan B G, Rosengren K S. Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait & posture* 2007; **25**(2): 166-171. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.03.004
21. Franchignoni F, Tesio L, Martino M, Ricupero C. Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females. *Aging-Clinical and Experimental Research* 1998; **10**(1): 26-31. doi: 10.1007/BF03339630
22. Hongo M, Miyakoshi N, Shimada Y, Sinaki M. Association of spinal curve deformity and back extensor strength in elderly women with osteoporosis in Japan and the United States. *Osteoporosis International* 2012; **23**(3): 1029-1034. doi: 10.1007/s00198-011-1624-z
23. Roghani T, Zavieh M K, Manshadi F D, King N, Katzman W. Age-related hyperkyphosis: update of its potential causes and clinical impacts-narrative review. *Aging clinical and experimental research* 2017; **29**(4): 567-577. doi: 10.1007/s40520-016-0617-3
24. Greig A M, Bennell K L, Briggs A M, Hodges P W. Postural taping decreases thoracic kyphosis but does not influence trunk muscle electromyographic activity or balance in women with osteoporosis. *Manual therapy* 2008; **13**(3): 249-257. doi: 10.1016/j.math.2007.01.011
25. Davidson B S, Madigan M L, Nussbaum M A. Effects of lumbar extensor fatigue and fatigue rate on postural sway. *European journal of applied physiology* 2004; **93**(1-2): 183-189. doi: 10.1007/s00421-004-1195-1
26. Tsai K H, Lin R M, Chang R I, Lin Y W, Chang G L. Radiographic and balance characteristics for patient with osteoporotic vertebral fracture. *Journal of the Chinese Institute of Engineers* 2004; **27**(3): 377-383. doi: 10.1080/02533839.2004.9670884
27. Ostrowska B, Gienza C, Wojna D, Skrzek A. Postural stability and body posture in older women: comparison between fallers and non-fallers. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja* 2008; **10**(5): 486-495.
28. Sinaki M, Brey R H, Hughes C A, Larson D R, Kaufman K R. Balance disorder and increased risk of falls in osteoporosis and kyphosis: significance of kyphotic posture and muscle strength. *Osteoporosis international* 2005; **16**(8): 1004-1010. doi: 10.1007/s00198-004-1791-2
29. Greig A, Bennell K, Briggs A, Wark J, Hodges P. Balance impairment is related to vertebral fracture rather than thoracic kyphosis in individuals with osteoporosis. *Osteoporosis International* 2007; **18**(4): 543-551. doi: 10.1007/s00198-006-0277-9.
30. Sakari-Rantala R, Era P, Rantanen T, Heikkinen E. Associations of sensory-motor functions with poor mobility in 75-and 80-year-old people. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine* 1998; **30**(2): 121-127. doi: 10.1007/BF03324815