

## تأثیر خستگی عضلات تنه بر کنترل تعادلی ایستا در دو گروه سنی جوان و میانسال

\*مهرانگیز قربانی: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).  
mehrqorbani1@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۵

### چکیده

**زمینه و هدف:** افتادن نتیجه عدم بازیابی تعادل در افراد است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر خستگی عضلات بازکننده تنه بر کنترل تعادلی ایستا در دو گروه سنی جوان و میانسال در افراد سالم است.  
**روش کار:** ۱۰ زن جوان ( $23 \pm 1/6$  سال) و ۶ زن میانسال ( $51 \pm 5/4$  سال) در آزمون بی‌حرکت ایستادن روی دو پا بر روی یک صفحه نیرو پیش و پس از خستگی با چشمان بسته شرکت کردند. خستگی؛ با تکرار حرکت بازکردن تنه تا رسیدن به سطح خستگی در افراد حاصل شد. برای ارزیابی تعادل ایستا جابه‌جایی مرکز فشار فرد در دو جهت A/P و M/L روی صفحه نیرو اندازه گرفته شد.  
**یافته‌ها:** اختلاف معنی‌داری بین عامل سن و خستگی مشاهده نشد. تغییرپذیری (COP (center of pressure) در گروه میانسال در مقایسه با افراد جوان در دو حالت پیش و پس از خستگی بیشتر بود.  
**نتیجه‌گیری:** نتایج این تحقیق نشان داد که خستگی عضلات اکستنسور تنه بر تعادل ایستا تأثیر نمی‌گذارد و بین دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کنترل پاسچری با افزایش سن افزایش می‌یابد. اثر خستگی عضلات تنه بر کنترل تعادل ایستا معنی‌دار نبود.

**کلیدواژه‌ها:** خستگی، عضلات بازکننده تنه، کنترل تعادلی ایستا

### مقدمه

پاسچری هستند. خستگی عضلات پاسچری موجب ضعف در کنترل تعادلی می‌شود که خود نیز منجر به مشکل‌تر شدن بازیابی تعادل می‌شود (۱۴). تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که ثبات پاسچری با افزایش سن و کاهش جرم عضلانی، تحت تأثیر قابلیت تنظیم پاسچر فرد (۱۳-۱۵)، عملکرد عصبی (۳ و ۱۶ و ۱۷) و سطح اتکاء فانکشنال (۱۸) کاهش می‌یابد. کاهش جرم عضلانی با آغاز دهه سوم زندگی آغاز می‌شود و با آغاز دهه پنجم زندگی به طور معنی‌داری به خصوص در اندام تحتانی همراه است (۹ و ۱۸ و ۱۹). ناتوانی در بازیابی تعادل ناشی از خستگی عضلات تنه، بیشتر در جوامع سالمندان رخ می‌دهد. مروری بر تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که خستگی می‌تواند کنترل تعادلی افراد سالم و جوان را دچار اختلال کند (۳-۶ و ۲۳ و ۲۴)، بنابراین بر آن شدم تا گروه‌های سنی مختلف را در این عارضه مورد مقایسه قرار دهم. هدف از این مطالعه تعیین اثرات

نوسان‌های پاسچری با افزایش سن زیاد شده و با افزایش احتمال خطر افتادن همراه است (۱-۳). چراکه با افزایش سن و وقوع تغییرات وضعیتی در تعادل، توانایی افراد در بازیابی تعادل کم می‌شود. نوسان پاسچری به عنوان جابه‌جایی مرکز جرم نسبت به سطح اتکا توصیف می‌شود (۴-۱۰). خستگی عضلانی عبارت از کاهش قدرت عضلانی است (۸). در ایستادن؛ فعالیت اکستنسورهای تنه برای ایجاد نیرو در هم‌ترازی مرکز جرم تنه نسبت به مفاصل ران، زانو و مچ پا و نیز برای نگه‌داشتن بدن در وضعیت قائم لازم است (۱۱ و ۱۲)؛ بنابراین، خستگی عضلات نگه‌دارنده پاسچری موجب اختلال در تعادل ایستای فرد می‌شود. بسیاری از مطالعات، اثرات خستگی عضلانی را در ایستادن بررسی کرده‌اند (۸ و ۱۳) و دریافته‌اند که قدرت عضلانی و تقویت و تشخیص حسی به ترتیب دو عامل مهم در خستگی و کنترل

خاصه رو تخت قرارداشت و پاهایشان را با کش به تخت بستیم تا ثابت نگه داشته شود. تخت را نزدیک به صفحه نیرو قرار دادیم تا اتلاف زمان مسافت بین تخت تا صفحه نیرو کم شود. افراد دست‌ها را به حالت ضربدری روی سینه قراردادند و تنه را تا حد امکان و بالاتر از سطح افق بالا آورده و در این حالت ثابت ماندند. در این وضعیت شرکت‌کنندگان مورد تشویق کلامی قرار می‌گرفتند و بازخوردهای لازم را برای تصحیح حرکت دریافت می‌کردند. وقتی شخص تشخیص داد که خسته شده‌است؛ آزمون‌گر تمرین را متوقف کرده، پاهای شخص را آزاد نموده و به آرامی فرد از تخت برخواسته و روی صفحه نیرو ایستاد.

COP از داده‌های صفحه نیرو محاسبه شد. تغییر پذیری COP در جهت‌های A/P و M/L با تحلیل واریانس عاملی  $2 \times 2$ ؛ در ۲ گروه سنی (جوان و میانسال)  $2 \times 2$  حالت (پیش و پس از خستگی) با نرم‌افزار spss ارائه‌شد. آزمون‌های تعقیبی Bonferroni با سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها:

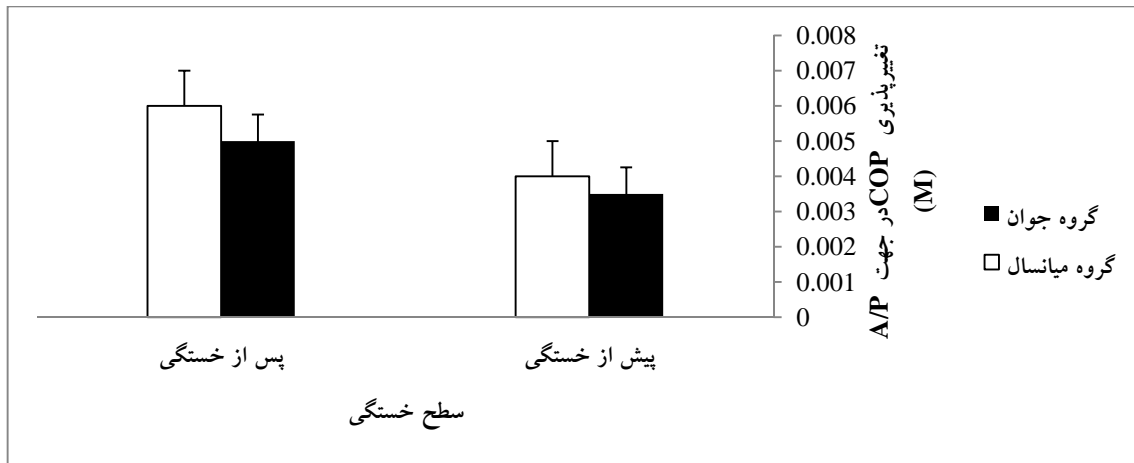
تغییرپذیری معنی‌دار COP در جهت‌های A/P و M/L در حالت خستگی؛ به ترتیب  $P=0.95$ ،  $F(1,14)=4.50$ ،  $F(1,14)=0.09$ ،  $P=0.24$  مشاهده نشد. تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های سنی جوان و میانسال در تغییرپذیری COP در جهت‌های A/P و M/L ( $p < 0.05$ ) مشاهده شد و آزمون تعقیبی نشان داد که این تغییرپذیری به ترتیب؛ در گروه میانسال درمقایسه با گروه جوان  $F(1,14)=8.89$  و  $F(1,14)=5.05$ ،  $P < 0.05$  بیشتر بوده‌است. زمان متوسط برای خستگی در افراد جوان ۶۲ ثانیه و در افراد میانسال ۷۳ ثانیه بوده‌است. عامل‌های گروه سنی  $\times$  خستگی در جهت‌های A/P و M/L معنی‌دار نبودند؛  $F(1,14)=0.25$ ،  $P=0.38$  و  $F(1,14)=1.50$ ،  $P=0.76$ . یک آزمون t مستقل برای نمونه‌های نابرابر  $F(5,9)=9.66$ ؛  $P=0.00$  نشان داد که زمان متوسط خستگی به طور معنی‌داری متفاوت نبودند؛  $t(5)=0.82$ ،  $P=0.45$

خستگی عضلات اکستنسور تنه بر ثبات پاسچری گروه‌های میانسال و جوان بوده‌است. فرض تحقیق این بود که اثر خستگی بر تعادل افراد مسن بیشتر از جوانان است.

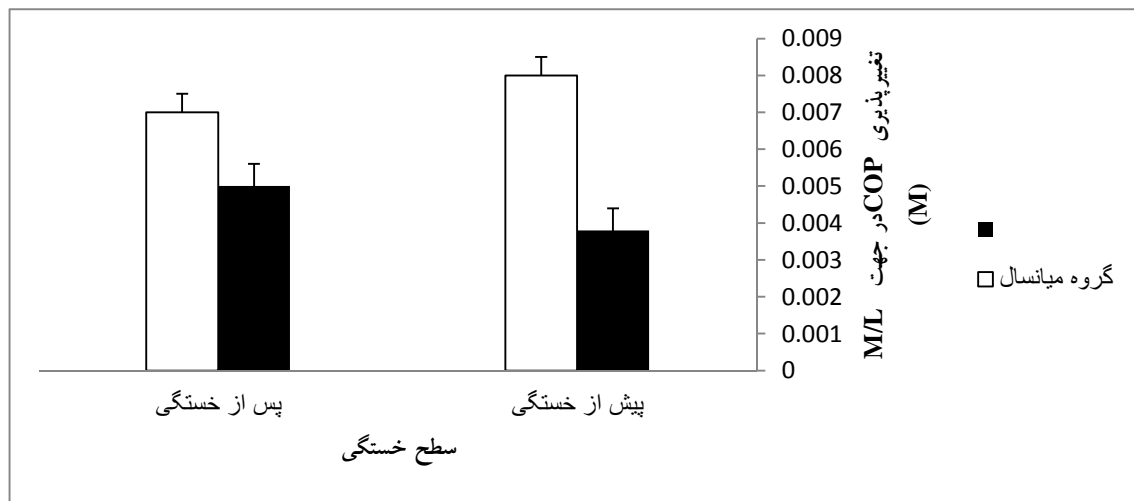
#### روش کار

در این مطالعه، برون داده‌های دهلیزی و حسی حرکتی بر روی افراد سالم که مشکلات شنوایی یا حسی حرکتی ندارند، مورد مطالعه قرار گرفت. درون داده‌های حسی حرکتی با تصحیح آزمون سطح، درون داده‌های دهلیزی با نگه‌داشتن سر در راستای بدن به طور قائم و درون داده‌های بینایی با بستن چشم افراد کنترل شد. برای آزمون فرض تحقیق ۱۰ زن جوان با میانگین سنی  $(23 \pm 1/6)$  سال و ۶ زن میانسال با میانگین سنی  $(51 \pm 5/4)$  سال در آزمون ۳۰ ثانیه‌ای ایستادن روی دو پا با چشمان بسته و در وضعیت قائمه، شرکت کردند. همه افراد از نحوه و چگونگی آزمون آگاه شده و با رضایت و آگاهی در این آزمون شرکت کردند. این آزمون با به‌کارگیری یک صفحه نیروی Kistler مدل 9287B، با آهنگ نمونه‌گیری ۶۰ هرتز و تقویت‌کننده (AMP 9865c) و تنظیم مربوط به آزمایشگاه، برای ثبت جابه‌جایی مرکز فشار (COP) و تغییرپذیری جابه‌جایی COP به عنوان مقیاس اندازه‌گیری کنترل پاسچر انجام شد (۸ و ۱۰ و ۱۶). شرکت‌کنندگان فاقد هرگونه سابقه کمر درد و آسیب‌های اندام تحتانی اثرگذار بر تعادل ایستای افراد در دو سال گذشته بودند.

شرکت‌کنندگان به صورت جفت پا، دست‌ها کنار بدن و با چشمان بسته (برای حذف بازخورد بینایی) تا حد امکان بدون حرکت و با پوشش جوراب ساق کوتاه روی صفحه نیرو می‌ایستادند. برنامه آزمون شامل یک کوشش تمرینی تا وقوع خستگی و دو کوشش تجربی: پیش و پس از خستگی بود. کوشش‌های ۳۰ ثانیه‌ای زمان کافی برای مشاهده تفاوت‌ها است (۱۱ و ۱۲ و ۲۱). پس از انجام کوشش پیش از خستگی، شرکت‌کنندگان کوشش تمرینی خستگی را شروع کردند؛ افراد روی یک تخت به شکم دراز کشیدند به طوری‌که اندام تحتانی آنها تا قسمت قدامی فوقانی لگن



شکل ۱- میانگین و خطای استاندارد COP در جهت A/P، پیش و پس از خستگی در دو گروه سنی جوان و میانسال. تفاوت COP در جهت A/P در دو گروه سنی و نه تحت تأثیر خستگی معنی دار بود.



شکل ۲- میانگین و خطای استاندارد COP در جهت M/L، پیش و پس از خستگی در دو گروه سنی جوان و میانسال. تفاوت COP در جهت M/L در دو گروه سنی و نه تحت تأثیر خستگی معنی دار بود.

طرفی میانسال‌ها نیز به خوبی جوانان قادر به جبران خستگی هستند. مطالعات (۸-۱۴) نشان داده‌است که خستگی عضلات پاسچری بر کنترل پاسچری تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین یافته‌های تحقیق جدید هستند. در این مطالعه؛ تغییرات COP در جهت‌های A/P و M/L (۰/۸۵٪ و ۰/۸۶٪) در دو گروه معنی دار نبود. بر اساس شواهد، خستگی موجب کاهش کنترل پاسچری می‌شود و بنابراین عوامل دیگری مثل حجم نمونه کوچک و نبود کنترل توانایی بدنی افراد موجب عدم معنی‌داری اثر خستگی بر تغییرپذیری COP در این مطالعه بود. دلیل دیگر می‌تواند این باشد که شرکت‌کنندگان به سطوح کافی خستگی (خستگی فیزیولوژیک)

تغییرپذیری میانگین COP در جهت‌های A/P و M/L در کوشش‌های تجربی و در هر دو گروه سنی در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است.

### بحث نتیجه‌گیری

اولین فرض تحقیق این بود که کنترل پاسچری پس از خستگی عضلات بازکننده‌های تنه در هر دو جهت A/P و M/L در گروه میانسال و جوانان کاهش می‌یابد و فرض دوم؛ اثر خستگی بر کنترل پاسچری در گروه میانسال بیشتر بوده است. فرض اول تحقیق رد شد؛ خستگی اکستنسورهای تنه اثر معنی‌داری بر کنترل پاسچری در طول ایستادن قائم روی دو پا در جهات A/P و M/L نداشت. از

میانسال تأثیری نداشته است. همچنین دریافتیم که خستگی عضلات پاسچری موجب کاهش کنترل پاسچری نمی‌شود که با نتایج تحقیقات قبل ناسازگار است و بنابراین یافته‌های موجود در این تحقیق جدید بوده است. پیشنهاد می‌شود برای مطالعه آینده تأکید بر EMG عضلات اکستنسوری تنه در گروه افراد خاص مبتلا به ناهنجاری‌هایی مثل کایفوز، اسکلیوز، لوردوز و کمردرد است که لازم است در گروه‌های سنی مختلف مورد بررسی قرار گیرد. این مطالعه اطلاعات بنیادی مناسبی را برای تحقیقات کاربردی آینده بر بازیابی تعادل افراد فراهم ساخته است.

### تقدیر و تشکر

از زحمات مسئولان آزمایشگاه حلال اهمر سپاسگزارم. همچنین از همراهی همکارانم؛ خانم اسمائیل‌پور و خانم جوانیان در فرآیند آزمون قدردانی می‌کنم.

### منابع

1. Murray M, Seireg A, Sepic S. Normal postural stability and steadiness: quantitative assessment. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1975; 57(4):510.
2. Era P, Heikkinen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *The Journal of Gerontology*. 1985; 40(3):287.
3. Teasdale N, Stelmach GE, Breunig A. Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *The Journal of Gerontology*. 1991; 46(6):B238.
4. Schiffman JM, Benseck CK, Hasselquist L, Gregorczyk KN, Piscitelle L. Effects of carried weight on random motion and traditional measures of postural sway. *Applied Ergonomics*. 2006; 37(5):607-14.
5. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy*. 1987; 67(12):1881.
6. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. *Age and Ageing*. 2004; 33(6):602.
7. Erab M. Force platform measurements as predictors of falls among older people a review. *Gerontology*. 2006; 52:1n16.

نرسیدند که با به‌کاربردن EMG برای کمی‌کردن خستگی (۱۹) تصحیح می‌شود. در تحقیق‌های قبلی متوسط زمان خستگی در افراد میانسال ۷۳ ثانیه در مقایسه با افراد جوان ۶۲ ثانیه و بر خلاف انتظار بوده و معنی‌دار نیز نبوده است. این زمان بیش از زمان‌های مصرفی خستگی در تحقیقات گذشته (۵۴ ثانیه) بوده است (۱۱). همچنین اثرات خستگی و سن به تحقیقات بیشتری نیاز دارد. عامل دیگری که می‌تواند بر داده‌های تحقیق اثر گذاشته باشد میزان آمادگی بدنی (fitness) شرکت‌کنندگان است. ورزشکاران کنترل پاسچری بهتری را نشان داده‌اند (۲۰). تغییرپذیری COP در دو جهت A/P و M/L پس از خستگی عضلات بازکننده تنه، بیشتر در جوانان مشاهده شد. همچنین مشاهده شد که کنترل پاسچری با افزایش سن روبه‌زوال می‌گذارد (۷ و ۹ و ۱۸ و ۲۵). کاهش در اندازه سطح اتکای فانکشنال مستلزم وجود درون‌داد بزرگتری از عضله و سیستم اعصاب برای نگه‌داشتن ثبات است. این تحقیق نشان داد که با افزایش سن زمان واکنش افزایش می‌یابد که در ابتدا ناشی از کاهش عملکرد عصبی و حسی شامل حس پیرامونی، حس عمقی، سیستم دهلیزی بینایی و حسی حرکتی است (۱۹). در این مطالعه تأثیر خستگی اکستنسورهای تنه بر کنترل پاسچری در دو گروه معنی‌دار نیست، بنابراین فرض دوم هم رد می‌شود. با اینحال تفاوت‌های بارز کنترل تعادلی سالمندان در مقایسه با میانسالان با توجه به تحقیقات قبل و در مقایسه با جوانان در کاربرد تمرینات توانبخشی و بررسی ناهنجاری‌های عصبی عضلانی از جمله خطر افتادن و شکستگی‌های لگن تبیین شده است. از جمله عوامل محدودکننده تحقیق می‌توان عدم استفاده از EMG را، به لحاظ کمی‌سازی خستگی عضلات بازکننده تنه برشمرد. هدف از این تحقیق بررسی کنترل پاسچری در طول ایستادن ساکن تحت تأثیر یک کوشش خستگی مربوط به تمرین اکستنشن تنه و بررسی اثرات تغییر وابسته به سن بوده است. روی هم‌رفته نشان داده شد که خستگی عضلات اکستنسور تنه، بر کنترل پاسچری افراد دو گروه سنی جوان و

22. Dolan P, Adams MA. The relationship between EMG activity and extensor moment generation in the erector spinae muscles during bending and lifting activities. *Journal of Biomechanics*. 1993; 26(4-5):513-22.
23. Kent-Braun JA. Skeletal Muscle Fatigue in Old Age: Whose Advantage? *Exercise & Sport Sciences Reviews*. 2009;37(1):3-9.
24. Nagy E, Toth K, Janositz G, Kovacs G, Fehér-Kiss A, Angyan L, et al. Postural control in athletes participating in an ironman triathlon. *European Journal of Applied Physiology*. 2004; 92(4):407-13.
25. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of applied physiology*. 2000; 89(1):81.
8. Corbeil P, Blouin JS, Bégin F, Nougier V, Teasdale N. Perturbation of the postural control system induced by muscular fatigue. *Gait & Posture*. 2003; 18(2):92-100.
9. Hughes VA, Frontera WR, Wood M, Evans WJ, Dallal GE, Roubenoff R, et al. Longitudinal Muscle Strength Changes in Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2001;56(5):B209-B17.
10. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clinical rehabilitation*. 2000; 14(4):402.
11. Vuillerme N, Anziani B, Rougier P. Trunk extensor muscles fatigue affects undisturbed postural control in young healthy adults. *Clinical Biomechanics*. 2007; 22(5):489-94.
12. Ledin T, Fransson PA, Magnusson M. Effects of postural disturbances with fatigued triceps surae muscles or with 20% additional body weight. *Gait & Posture*. 2004; 19(2):184-93.
13. Davidson BS, Madigan ML, Nussbaum MA. Effects of lumbar extensor fatigue and fatigue rate on postural sway. *European Journal of Applied Physiology*. 2004; 93(1):183-9.
14. Kuo AD, Zajac FE. A biomechanical analysis of muscle strength as a limiting factor in standing posture. *Journal of Biomechanics*. 1993; 26 (Supplement 1):137- 50.
15. Laughton CA, Slavin M, Katdare K, Nolan L, Bean JF, Kerrigan DC, et al. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment 1. *Gait & Posture*. 2003; 18(2):101-8.
16. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*. 2006; 35(suppl 2).
17. Du Pasquier R, Blanc Y, Sinnreich M, Landis T, Burkhard P, Vingerhoets F. The effect of aging on postural stability: a cross sectional and longitudinal study: Effets de l'âge sur la stabilité posturale: Étude ponctuelle longitudinale. *Neurophysiologie Clinique / Clinical Neurophysiology*. 2003; 33(5):213-8.
18. King MB, Judge JO, Wolfson L. Functional Base of Support Decreases With Age. *Journal of Gerontology*. 1994; 49(6):M258-M63.
19. Manchester D, Woollacott M, Zederbauer-Hylton N, Marin O. Visual, Vestibular and Somatosensory Contributions to Balance Control in the Older Adult. *Journal of Gerontology*. 1989; 44(4): M118-M27.
20. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*. 1985; 100(2):126.
21. Le Clair K, Riach C. Postural stability measures: what to measure and for how long. *Clinical Biomechanics*. 1996; 11(3):176-8.



## The effect of fatigue on trunk extensor muscles upon static balance control in two age groups of young adult and middle-aged

\***Mehrangiz Qorbani**, PhD student of Sport physiology, Young Researchers and Elite Club, Science and research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (\*Corresponding author).  
mehrqorbani1@gmail.com

### Abstract

**Background:** Falls is due to people's failure of balance recovery. The purpose of this study was to investigate the effect of trunk extensor muscle fatigue on static balance control in young healthy adults compared to middle aged participants.

**Methods:** Ten young adult females ( $23 \pm 1.6$  years) and 6 middle-aged females ( $51 \pm 5.4$  years) participated in stand immobile test on a force plate, with their feet together and eyes closed under two conditions; before and after fatigue. Fatigue was achieved through repetitive extensions of the trunk until a subjective fatigue level was reached. We measured center of pressure (COP) displacements in the A/P and M/L directions using a force plate to assess static balance.

**Results:** We did not observe any significant interaction between age and fatigue. The COP variability was higher for the middle aged compared to the young adults in both the fatigue and no-fatigue conditions.

**Conclusion:** The results of this study indicate that trunk extensor fatigue does not affect static balance differently for young compared to middle aged subjects. This study also suggests that postural control decreases significantly with increasing age. Trunk extensor fatigue did not significantly affect the balance control of upright stance.

**Keywords:** Fatigue, Trunk, extensor muscle, Static balance control