Journal of Anesthesiology and Pain Summer 2019, Vol 10, NO 2



The study of relationship between core stability and back discomfort and muscle activity during laptop work in the sitting position

Mohammad Yadegaripour [1], Malihe Hadadnezhad [2*], Ali Abbasi [3], Fereshteh Eftekhari [4]

1. PhD student of corrective exercise and sport injury, Faculty of physical education and sports sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

2. Assistant Professor of corrective exercise and sport injury, Faculty of physical education and sports sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

3. Assistant Professor of Sports Biomechanics, Faculty of physical education and sports sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

4. Assistant Professor of Sports Biomechanics, Department of Sport sciences, School of Education and psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran

ABSTRACT

Aims and background: Low back pain is one of the most common musculoskeletal disorders leading to disability in the world. Several studies have shown that long-term sitting is associated with low back pain and discomfort. The weakness of core stability is referred to as one of the factors associated with the low back pain. So the purpose of this study was the study of relationship between core stability and back discomfort and muscle activity during laptop work in the sitting position.

Materials and methods: Twenty young healthy males participated in this study. They performed laptop work (involving computer mouse work and typing task) in the sitting position. The electromyographic activity of back muscles and the posture of the lumbar spine were recorded in the first and last 2 min of each task. At the end of each task, the participants scored their back discomfort. Core stability was measured using McGill's tests (including flexor, extensor, left side bridge and right side bridge tests). The Pearson and partial correlation test were used for analysis of correlation between variables.

Finding: There was a negative significant correlation between core stability and activity level of the lumbar erector spinae (r= -57, p= 0.013) and left multifidus (r= -.50, p= 0.034), but correlation between discomfort and core stability was not found (r= 0.08, p= 0.748).

Conclusion: Core stability appears to be an effective factor on the back muscles activation pattern during sitting. But confirmation of this issue requires further research. It is recommended to take in to account the core stability factor ,in the design of low back pain prevention interventions for people who committed sanitary works for long time.

Keywords: Low Back Pain, Electromyography, Posture, Computer, Multifidus

Please cite this paper as:
Yadegaripour M, Hadadnezhad M, Abbasi A, Eftekhari F[The study of relationship between core stability and back discomfort and muscle activity during laptop work in the sitting position(Persian)]. J Anesth Pain 2019;10(2):62-74.

Corresponding Author: Malihe Hadadnezhad, Assistant Professor of corrective exercise and sport injury, Faculty of physical education and sports sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
Email: m.hadadnezhad@khu.ac.ir

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

بررسی ارتباط ثبات مرکزی با ناراحتی و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات کمر حین کار با لپ تاپ در وضعیت نشسته

محمد یادگاری پور[۱]، ملیحه حدادنژاد[۲]*، علی عباسی[۳]، فرشته افتخاری[۴]

۱. دانشجوی دکتری حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. استادیار حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳. استادیار بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۴. استادیار بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۲ **تاریخ بازبینی: ۱۳۹۸/۱/۲۴** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۲۸**

چکیده

زمینـه و هـدف: کمـردرد یکـی از شـایع‌ترین اختـلالات اسـکلتی عضلانـی منجـر بـه ناتوانـی در سراسـر جهـان اسـت. در مطالعـات مختلفـی ارتبـاط ناراحتـی و درد کمـر بـا نشسـتن طولانـی مـدت نشـان داده شـده اسـت. از طرفـی نیـز از ضعـف ثبـات مرکـزی بـه عنـوان یکـی از عوامـل مرتبـط بـا کمـردرد نـام بـرده شـده اسـت. بنابرایـن هـدف از انجـام ایـن مطالعـه، بررسـی ارتبـاط ثبـات مرکـزی بـا ناراحتـی و فعالیـت عضـلات کمـر حیـن کار بـا لـپ تـاپ در وضعیـت نشسـته بـود.

مـواد و روش‌هـا: بیسـت دانشـجوی مـرد، کار بـا لـپ تـاپ (دو تکلیـف کار بـا مـوس و تایـپ کـردن) را در وضعیـت نشسـته پشـت میـز انجـام دادنـد. فعالیـت الکترومیوگرافـی عضـلات کمـر بـه همـراه پوسـچر سـتون فقـرات کمـری در ۲ دقیقـه ابتـدا و انتهایـی هـر تکلیـف ثبـت شـد. همچنیـن بعـد از پایـان هـر تکلیـف، شـرکت‌کنندگان میـزان ناراحتـی کمـر خـود را اعـلام کردنـد. ثبـات مرکـزی نیـز بـا اسـتفاده از آزمون‌هـای McGill (شـامل آزمون‌هـای فلکسـور، اکستنسـور و پـل پهلـوی راسـت و چـپ) اندازه‌گیـری شـد. از آزمـون همبسـتگی پیرسـون و آزمـون همبسـتگی جزئـی بـرای بررسـی همبسـتگی بیـن متغیرهـا اسـتفاده شـد.

یافته‌هـا: همبسـتگی منفـی و تقریبـاً بالایـی بیـن ثبـات مرکـزی و سـطح فعالیـت عضـلات ارکتـور اسـپاینای کمـری($P=۰/۰۱۳$ و$r=-/۵۷$) و مولتیفیـدوس چـپ ($P=۰/۰۳۴$ و$r=-/۵۰$) وجـود داشـت امـا بیـن ناراحتـی و ثبـات مرکـزی همبسـتگی مشـاهده نشـد($P=۰/۷۴۸$ و $r=۰/۰۸$).

نتیجـه گیـری: بـه نظـر می‌رسـد کـه ثبـات مرکـزی عاملـی تأثیرگـذار بـر الگـوی فعالیـت عضـلات کمـر در حیـن نشسـتن باشـد. امـا تأییـد ایـن مسـئله مسـتلزم انجـام تحقیقـات بیشـتری در ایـن زمینـه اسـت. توصیـه می‌شـود کـه در طراحـی مداخـلات پیشـگیری از کمـردرد بـرای افـرادی کـه زمـان زیـادی از شـبانه روز را در وضعیـت نشسـته بـه سـر می‌برنـد، عامـل ثبـات مرکـزی مـورد توجـه قـرار داده شـود.

واژه‌های کلیدی: کمردرد، الکترومیوگرافی، پوسچر، کامپیوتر، مولتیفیدوس

نویسنده مسئول: ملیحه حداد نژاد، استادیار حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
پست الکترونیک: m.hadadnezhad@khu.ac.ir

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

مقدمه

کمردرد یکی از شایع‌ترین اختلالات اسکلتی عضلانی منجر به ناتوانی در سراسر جهان است[۱،۲]. بیشتر از یک چهارم جمعیت در حال کار هر ساله تحت تأثیر کمردرد قرار می‌گیرند و تقریباً ۶۰ تا ۸۰ درصد افراد در حال کار ممکن است در دوره‌ای از زندگی‌شان دچار کمردرد شوند[۲،۳]. مشکلات اسکلتی عضلانی از جمله کمردرد، علاوه بر ایجاد نقص در سلامت افراد و تأثیر منفی بر عملکرد و کیفیت زندگی، هزینه‌های درمانی زیادی را به فرد و جامعه تحمیل می‌کنند[۴]. در مطالعه‌ای که هزینه‌های مربوط به مشکلات شایع ایجاد کننده درد را در نیروی کار ایالات متحده بررسی کرد، هزینه‌های مستقیم برای کمردرد حدود ۱۹,۸ بیلیون دلار برآورد شدند و این هزینه‌ها حتی بالاتر از هزینه‌های مربوط به سردرد، آرتریت و سایر مشکلات ایجاد کننده درد بود[۴]. بنابراین به منظور پیشگیری و کاهش تأثیر منفی کمردرد، مطالعات مختلفی در مورد عوامل مرتبط با آن صورت گرفته است. در تعدادی از این مطالعات، نشستن طولانی مدت در حین کار و استفاده از وسایل الکترونیکی مانند کامپیوتر و لپ تاپ به عنوان یکی از عوامل مهم مرتبط با کمردرد شناخته شده است[۵-۷]. همچنین ایجاد ناراحتی یا درد کمر در حین نشستن طولانی مدت در مطالعات میدانی یا آزمایشگاهی مختلف گزارش شده است[۸-۱۱]. در عین حال کار در وضعیت نشسته بسیار رایج است و بسیاری از افراد جامعه از جمله کارمندان ادارات، کارگران بعضی از کارخانه‌های صنعتی، صندوق داران فروشگاه‌ها و دانشجویان جهت انجام وظایف خود (به ویژه در حین استفاده از کامپیوتر یا لپ تاپ) مجبورند به مدت طولانی بنشینند[۱]. ناراحتی و درد کمر در حین نشستن از مهم‌ترین مشکلات مربوط به کار در وضعیت نشسته است، بنابراین بررسی و پژوهش جهت شناسایی مکانیزم ها و عوامل مرتبط با ایجاد ناراحتی در حین نشستن بسیار حائز اهمیت است.

تا کنون روی یک مکانیزم خاص برای ایجاد ناراحتی و درد کمردرد مرتبط با نشستن توافق کلی حاصل نشده است. در ادبیات پیشینه، از خستگی عضلانی، افزایش فشار درون دیسکی (اینترادیسکال) در ناحیه ستون فقرات کمری، افزایش اعمال بار عضلانی استاتیک، تغییر زاویه لگن و کشش مداوم ساختارهای غیر فعال کمری به عنوان مکانیزم‌های درگیر در ایجاد ناراحتی و درد کمر در طول نشستن نام برده‌اند[۱۰-۱۲،۱۴]. به علاوه از ضعف ثبات مرکزی نیز به عنوان یکی دیگر از عوامل مرتبط با کمردرد نام برده شده است[۱۵]. اصطلاح ثبات مرکزی، به‌ویژه در دهه اخیر مورد توجه خاصی قرار گرفته است[۱۶] و بیان شده است که ثبات مرکزی نقش مهمی در پیشگیری از آسیب دارد[۱۷]. عضلات ستون فقرات (به همراه ساختارهای غیر فعال) ثبات را فراهم می‌کنند و الگوی فراخوانی عضلانی به طور معنی‌داری بارگذاری بر مفاصل بین مهره‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فعال شدن نامتعادل عضلات می‌تواند منجر به میزان نامناسبی از نیرو و سفتی عضلانی شود، که این باعث بارگذاری نامناسب روی ستون فقرات می‌شود[۱۸] و منجر به کمر درد و آسیب اسکلتی عضلانی می‌شود[۱۹]. به طور کلی با توجه به نتایج مطالعات مختلف[۱۵،۲۰] بیان شده است که کاهش در ثبات مرکزی با خطر بالای متحمل شدن کمر درد مرتبط است[۱۶]. از طرفی، همان‌طور که قبلاً اشاره شد ناراحتی و درد کمر نیز با نشستن طولانی مدت مرتبط است[۵-۷]، بنابراین این سوال مطرح می‌شود که آیا ثبات مرکزی با ناراحتی کمر و فعالیت عضلات تنه در حین نشستن طولانی مدت ارتباط دارد؟ در برخی مطالعات مشاهده شده است که بیماران مبتلا به کمردرد و یا افرادی که دچار درد کمر موقتی در طول نشستن می‌شوند عموماً سطح فعالیت عضلانی بیشتری نسبت به افراد بدون علامت در حین نشستن دارند[۸،۲۱]. به علاوه اختلال عملکرد عضلات ثبات دهنده‌ی کمر[۱۸،۲۲] عموماً در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن گزارش شده است. با این وجود پژوهش خاصی که مستقیماً ارتباط ثبات مرکزی با ناراحتی و فعالیت عضلات تنه حین نشستن را بررسی کرده باشد مشاهده نشد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی رابطه ثبات مرکزی با فعالیت عضلانی و ناراحتی کمر حین کار با لپ تاپ در وضعیت نشسته است. در صورت تأیید این ارتباط، اطلاعات حاصل از نتایج این

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

تحقیـق می‌تواننـد برای توسـعه مداخـلات مؤثر برای پیشـگیری و کاهـش ابتـلا بـه ناراحتـی و درد کمـر در افـراد شـاغل در کارهـای مسـتلزم نشسـتن طولانـی مفیـد باشـند[۱۰].

روش بررسی

شرکت کنندگان

۲۰ نفر از دانشـجویان تحصیلات تکمیلی مرد مشـغول به تحصیل دانشـگاه خوارزمـی بـه طـور داوطلبانـه در ایـن پژوهـش شـرکت کردنـد. جامعـه آمـاری ایـن پژوهـش شـامل تمـام دانشـجویان مـرد سـالم (بدون علامـت) دانشـگاه خوارزمی سـاکن در خوابگاه بودنـد. از بیـن آن‌ها، ۲۰ دانشـجو که داوطلب شـرکت در تحقیق بودنـد و معیارهـای لازم بـرای ورود به تحقیق را داشـتند به روش هدفمنـد و در دسـترس انتخـاب شـدند. حجـم نمونه بـا توجه به ماهیـت تحقیق و همچنین تحقیقات مشـابه قبلی تعیین شـد[۲۳]. از پرسشـنامه آمادگـی فعالیـت بدنـی و پرسشـنامه اصلاح شـده اسـتاندارد درد [۲۴] بـرای بررسـی وضعیـت سـلامت آزمودنی‌هـا اسـتفاده شـد. معیارهـای ورود بـه تحقیـق شـامل جنسـیت مرد، داوطلـب بـودن، داشـتن BMI کمتـر از ۳۰ و سـابقه اسـتفاده رایـج از لـپ تـاپ یـا کامپیوتـر بـود. داشـتن سـابقه مشـکلات عصبـی، مشـکلات قلبـی عروقـی، مشـکلات اسـکلتی عضلانـی (پوکـی اسـتخوان، آرتـروز)، ابتـلا بـه بیماری‌های خـاص (دیابت، اختـلالات تیروئید)، سـابقه گـردن درد یـا کمـردردی قابل توجه (در ۶ مـاه گذشـته) کـه منجـر بـه بیشـتر از ۳ روز دوری از کار یا تحصیل شـده باشـد، داشـتن کمردرد یا گـردن درد و یـا درد ران در زمـان اجـرای پژوهش به عنوان معیارهای خـروج از تحقیق در نظـر گرفته شـدند. اهـداف، فرآینـد و دیگر شـرایط پژوهش برای شـرکت‌کنندگان توضیـح داده شـد و آن‌ها بعـد از مطالعه و امضاء فـرم رضایت‌نامـه آگاهانـه وارد پژوهش شـدند. لازم به ذکر اسـت کـه طـرح، پروتکل و رعایـت اصول اخلاقی در این تحقیق توسـط کمیتـه پژوهـش دانشـکده تربیـت بدنی و علوم ورزشـی دانشـگاه خوارزمی تأیید شـده اسـت.

پروتکل تحقیق

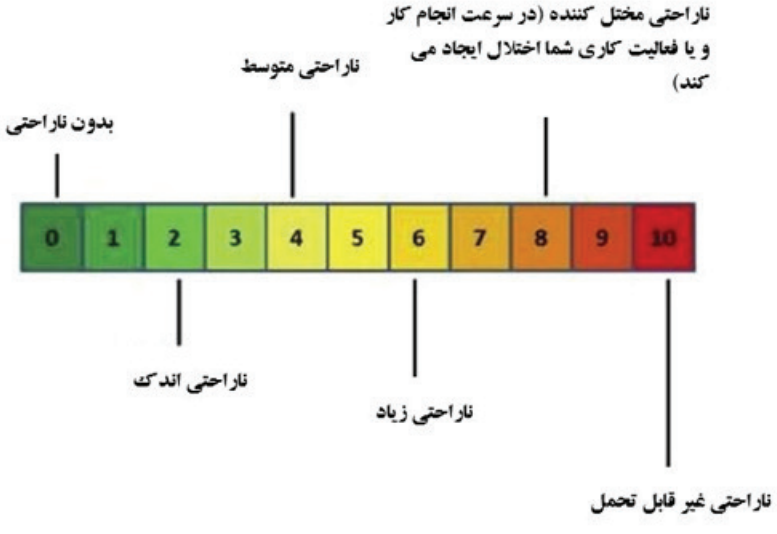
بـا حضـور هر آزمودنـی در آزمایشـگاه، ابتـدا چگونگـی پروتکل و آزمون‌هـا بـرای او شـرح داده شـد. سـپس مراحـل آمـاده سـازی پوسـت (تراشـیدن موهـای زائـد، تمیـز کردن پوسـت با الـکل) و نصـب الکترودهـای EMG انجـام شـد. بعـد از نصـب الکترودهـا، سنسـورهای دسـتگاه آنالیـز حرکت بـرای ارزیابی پوسـچر کمر و کمـک بـه تجزیـه و تحلیل دادهـا نصب شـدند. فایل‌هـای pdf و word مـورد نیـاز برای انجـام کار با لپ تـاپ (کار با موس و تایپ کـردن) روی صفحـه نمایـش لـپ تـاپ بـرای شـرکت کننـدگان آمـاده شـد. سـپس ارتفـاع صندلی بـرای هر فـرد تنظیم شـد، به گونـه‌ای کـه کـف پاهـا روی زمین قـرار گرفتـه و زاویه زانـو و ران ۹۰ درجه باشـد. شـرکت کننده روی یک صندلـی بدون تکیه گاه (برای جلوگیری از فشـار بر سنسـور و کاهش نویز) می‌نشسـت و کار بـا لـپ تـاپ را انجام مـی‌داد. لپ تاپ روی یک میـز که ارتفاع آن ۵ سـانتی‌متر بـالای سـطح آرنـج فـرد تنظیـم شـده بـود قرار داشـت. فاصلـه لپ تـاپ از لبه میز بـرای همه آزمودنی‌ها یکسـان بـود بـه طـوری کـه فاصلـه صفحـه کلیـد (کلیـد خـط فاصلـه یا spacebar) تقریبـاً ۱۰ سـانتی‌متر از لبـه میـز فاصله داشـت. کار بـا لـپ تاپ شـامل دو تکلیف مجـزای تایپ و کار با مـوس بود که در کل ۲۰ دقیقـه زمـان می‌بـرد. در تکلیف تایپ کـردن، آزمودنی باید متنی را که در مورد ناراحتی بدنی و پوسـچر نشسـتن[۶، ۲۵، ۲۶] بـود و در قسـمت بالایـی صفحـه نمایش بـه صورت فایـل pdf از قبـل قـرار داده شـده بـود، بـه مـدت ۸ دقیقه با سـرعت عـادی و همیشـگی خود تایـپ می‌کرد. از آزمودنی درخواسـت شـد که در حیـن تایـپ کردن بـرای تصحیح کلمات نوشـته شـده برنگردد و بـه تایـپ ادامـه دهـد تا وقت بـه پایان برسـد و همچنیـن از آن‌ها درخواسـت شـد کـه فقـط از صفحـه کلیـد اسـتفاده نماینـد و از مـوس اسـتفاده نکننـد. برای تکلیـف کار با موس نیـز آزمودنی به مـدت ۸ دقیقـه، با اسـتفاده از مـوس بخش مشـخصی از متنی را کـه بـه صـورت فایـل word در روی صفحه مانیتور وجود داشـت کپـی کـرده و در جدولـی که از قبـل برای این کار آماده شـده بود پیسـت می‌کـرد. سـپس بـر طبـق مـواردی کـه در جـدول از فرد خواسـته شـده بود تغییرات مورد نظـر را روی متن انجـام می‌داد. این تغییرات شـامل تغییر سـایز متن، تغییر فونـت، ضخیم کردن متـن، تغییـر رنـگ و ... بـود کـه آزمودنی موظـف بود کـه فقط با اسـتفاده از مـوس آن‌هـا را اعمـال کنـد. ترتیـب انجـام تکالیف به

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

صورت تصادفی و با توجه به تعداد آزمودنی‌ها متعادل شد به طوری که نصف آزمودنی‌ها ابتدا تایپ و نصف دیگر ابتدا کار با موس را انجام دادند. بعد از کامل شدن هر تکلیف، شرکت کننده میزان ناراحتی کمر خود را اعلام می‌کرد. با توجه به اینکه ارزیابی ناراحتی و ذخیره داده‌های EMG و پوسچر در پایان هر تکلیف، حدود ۱ تا ۲ دقیقه طول می‌کشید، به طور کلی کار با لپ تاپ تقریباً ۲۰ دقیقه طول می‌کشید. لازم به ذکر است که در حین ذخیره داده‌ها، آزمودنی‌ها همان تکلیف را که در حال انجام آن بودند را ادامه می‌دادند. بعد از پایان یافتن کار با لپ تاپ و ۵ دقیقه استراحت، سیگنال‌های EMG در حین ۷ ثانیه از انقباض زیر بیشینه ایزومتریک ارادی (RIVC) برای عضلات کمر، ثبت شد. در یک جلسه مجزا نیز، ثبات مرکزی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد.

۲،۳. ثبت داده‌ها

فعالیت الکترومیوگرافی (EMG) سطحی عضلات مولتیفیدوس راست و چپ و ارکتور اسپاینای کمری و همچنین جابه‌جایی زاویه‌ای (پوسچر) ستون فقرات کمری در دو دقیقه ابتدایی و انتهایی هر تکلیف بدون اطلاع آزمودنی ثبت شد. ثبت فعالیت و پوسچر ابتدایی برای رسیدن آزمودنی به سازگاری با تکلیف، بعد از گذشت یک دقیقه از انجام تکلیف انجام شد. آزمودنی‌ها میزان ناراحتی کمر خود را با استفاده از یک مقیاس سنجش ناراحتی، قبل از شروع کار با لپ تاپ و همچنین بلافاصله بعد از اتمام هر تکلیف، در یک مقیاس ۰ تا ۱۰ اعلام می‌کردند و توسط محقق ثبت می‌شد[۲۳، ۲۵]. تصویر مقیاس سنجش ناراحتی، به صورت یک خط کش ۱۰ امتیازی روی صفحه نمایش لپ تاپ قرار داشت و آزمودنی هنگام اعلام میزان ناراحتی به آن نگاه کرده و میزان ناراحتی خود را تعیین می‌کرد. در این مقیاس، عدد ۰ نشانه عدم وجود ناراحتی و عدد ۱۰ نشانه ناراحتی غیر قابل تحمل است. همچنین در این مقیاس اعداد در محدوده اعداد ۲، ۴، ۶ و ۸ به ترتیب نشانه ناراحتی اندک، متوسط، زیاد و مختل‌کننده می‌باشند (شکل ۱). آزمون RIVC، برای نرمال سازی فعالیت عضلات کمر انجام شد. آزمودنی وضعیت آزمون بیرینگ سورنسون، را به مدت ۷ ثانیه حفظ می‌کرد و همزمان با آن فعالیت عضلات ارکتور اسپاینای کمر و مولتیفیدوس راست و چپ ثبت شد. در آزمون بیرینگ سورنسون آزمودنی روی تخت به شکم طوری قرار می‌گیرد که ایلیاک کرست در لبه تخت قرار گیرد و تنه از تخت آویزان باشد. سپس آزمودنی زاویه ۱۸۰ درجه تنه با تخت را بواسطه اکستنشن ایزومتریک تنه حفظ می‌کند[۲۳].



شکل ۱. مقیاس سنجش ناراحتی. برگرفته و ترجمه شده از مطالعه Antle و همکاران (۲۰۱۵)

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

جهت ارزیابی ثبات مرکزی، از آزمون‌های سنجش استقامت ثبات مرکزی McGill، شامل آزمون فلکشن ایزومتریک، اکستنشن ایزومتریک و پل پهلوی راست و چپ استفاده شد[۲۷]. در این آزمون‌ها آزمودنی وضعیت آزمون را تا حداکثر زمانی که توانایی داشت حفظ می‌کرد و میزان زمان حفظ هر آزمون به عنوان امتیاز وی در آن آزمون ثبت می‌شد. هر آزمون دو بار با فاصله ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری شد. بین آزمون‌ها ۱ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. میانگین زمان کسب شده برای حفظ این آزمون‌ها به عنوان ثبات مرکزی در نظر گرفته شد.

جهت ثبت فعالیت الکترومیوگرافی از عضلات ذکر شده، از دستگاه الکترومیوگرافی ۱۶ کاناله Noraxon (ساخت شرکت Noraxon کشور ایالات متحده آمریکا) استفاده شد. از الکترودهای سطحی یکبار مصرف Ag/AgCl (مدل F-RG1، ساخت شرکت Skintact اتریش) استفاده شد. الکترودها به موازات فیبرهای عضلانی با فاصله ۲,۵ سانتی متر از هم نصب شدند. الکترودها به سنسورهای EMG بی سیم (DTS EMG sensors، ساخت شرکت Noraxon ایالات متحده آمریکا) توسط سیم‌های رابط وصل می‌شدند (CMRR > 100 dB, Gain: 500). سیگنال‌های EMG از طریق سنسورها به یک تبدیل کننده 16-bit آنالوگ به دیجیتال (Noraxon DTS receiver) منتقل می‌شدند و با نرخ نمونه برداری ۱۵۰۰ هرتز، در یک کامپیوتر با استفاده از نرم افزار MR3 (Version 3.10, Noraxon) ذخیره می‌شدند. محل نصب الکترودها بر طبق توصیه‌های الکترومیوگرافی سطحی SENIAM و مطالعات قبلی انجام شد و برای همه آزمودنی‌ها، نصب الکترودها توسط یک نفر انجام شد. برای عضله ارکتور اسپاینای کمری (لانجیسیموس)، الکترودها با فاصله ۴ سانتی‌متر لترال نسبت به L۱ و به طور عمودی نصب شد. برای عضله مولتیفیدوس، الکترود روی و در راستای خطی از خار خاصره‌ای خلفی فوقانی به فضای بین L۱ و L۲، در سطح زائده شوکی L۵ (حدود ۲ تا ۳ سانتی متر از خط وسط) نصب شد[۲۸، ۲۹].

جابه‌جایی زاویه‌ای مربوط به ستون فقرات کمری توسط یک دستگاه آنالیز حرکت Noraxon (ساخت شرکت Noraxon کشور ایالات متحده آمریکا) ثبت شد. این دستگاه دارای یک مجموعه ۱ تا ۱۶ سنسوری است که با استفاده از تکنولوژی Inertial Sensor کار می‌کند (MyoMotion Clinical، ساخت شرکت Noraxon کشور ایالات متحده آمریکا). هر سنسور اطلاعاتی را که مشخص کننده‌ی جهت‌یابی فضایی آن سنسور هستند را به دستگاه می‌فرستد و نرم‌افزار Noraxon's MR3 به طور اتوماتیک آن اطلاعات را با استفاده از یک مدل بدنی که از سنسورهای نصب شده فراهم می‌شود به جابه‌جایی زاویه‌ای تبدیل می‌کند. در این مطالعه جابه‌جایی زاویه‌ای کمر با استفاده از سنسورهایی که روی مهره T۱۲ و ناحیه استخوانی ساکروم نصب شده بودند به دست آمد. جزئیات بیشتر مربوط به اندازه گیری جابه‌جایی زاویه‌ای در راهنمای دستگاه و همچنین پژوهش Xie و همکاران (۲۰۱۸) توضیح داده شده است[۳۰، ۳۱]. قبل از شروع انجام کار با لپ تاپ، برای به دست آوردن وضعیت خنثی سنسورها، هر آزمودنی در وضعیت ایستاده مستقیم و با نگاه به جلو قرار می‌گرفت و پوسچر او در این وضعیت ثبت می‌شد.

۲,۴. آنالیز داده‌ها و روش‌های آماری

داده‌های EMG، با فیلتر میان‌گذر باتروث مرتبه ۴ با فرکانس قطع ۲۰ تا ۵۰۰ هرتز فیلتر شدند. برای حذف سیگنال‌های ضربان قلب از سیگنال‌های EMG، از فیلتر باتروث بالاگذر ۳۰ هرتز استفاده شد[۳۲]. ۱۰ ثانیه ابتدا و انتهای داده‌های مربوط به تکالیف کار با موس و تایپ و ۲ ثانیه ابتدا و انتهای آزمون‌های RIVC حذف شد و در محاسبات وارد نشد. میانگین RMS حین ۳ ثانیه از آزمون‌های مرجع (RIVC) مربوط به هر کدام از عضلات، به عنوان فعالیت مرجع (RVE) محاسبه شد[۳۳]. RMS در عرض پنجره‌های ۵۰۰ میلی ثانیه‌ای غیر همپوشانی از سیگنال‌های EMG هر عضله، محاسبه شد و با استفاده از

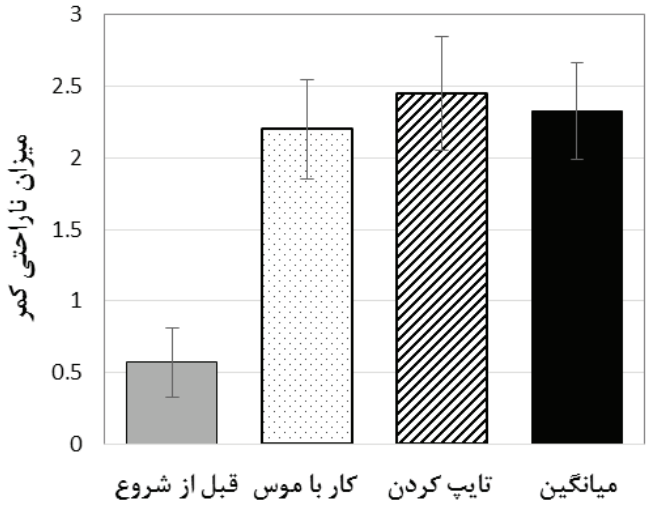
[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

فعالیت مرجع مربوط به هر عضله نرمال شد. سپس میانگین RMSهای نرمال شده، به عنوان فعالیت حین هر تکلیف محاسبه شد[۳۳]. همچنین میانگین زوایای فلکشن / اکستنشن کمر نیز در حین هر تکلیف محاسبه شد. از میزان فعالیت عضلات، پوسچر و ناراحتی کمر حین هر دو تکلیف کار با موس و تایپ کردن، برای به دست آوردن میانگین هر کدام از این متغیرها حین کار با لپ تاپ، میانگین گرفته شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. در همه آزمون‌ها، P<۰,۰۵ به عنوان معنی‌داری در نظر گرفته شد. قبل از اجرای آزمون‌ها، پیش فرض‌های مورد نیاز آزمون‌های پارامتریک از جمله نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون نمونه‌های زوجی برای بررسی تغییرات میزان ناراحتی کمر استفاده شد. برای بررسی رابطه ثبات مرکزی با ناراحتی کمر از آزمون همبستگی پیرسون و برای بررسی رابطه ثبات مرکزی با فعالیت عضلات کمر از آزمون همبستگی جزئی (تفکیکی) استفاده شد. با توجه به اینکه پوسچر به عنوان عاملی مداخله‌گر بر فعالیت عضلات در حین نشستن عمل می‌کند[۳۴]، برای بررسی ارتباط بین فعالیت عضلات کمر و ثبات مرکزی، پوسچر کمر به عنوان متغیر کنترل در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات عمومی شرکت کنندگان در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمون نمونه‌های زوجی نشان داد که میزان ناراحتی ایجاد شده بعد از انجام تکالیف کار با موس و تایپ کردن و همچنین میزان ناراحتی میانگین نسبت به ناراحتی قبل از شروع کار با لپ تاپ افزایش معنی‌داری داشته است (نمودار ۱). نتایج آزمون‌های همبستگی نشان دادند که بین ناراحتی و ثبات مرکزی ارتباط معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲). با این وجود سطح فعالیت عضله ارکتور اسپاینای کمری در حین تایپ کردن و حین میانگین تکالیف، ارتباط معنی‌دار منفی و تقریباً بالایی با ثبات مرکزی داشت. این ارتباط برای تکلیف کار با موس متوسط و متمایل به معنی‌دار شدن بود. سطح فعالیت عضله مولتیفیدوس سمت چپ در حین تایپ کردن و کار با موس با ثبات مرکزی ارتباط متوسط و غیر معنی‌داری داشته است، اما این ارتباط برای میانگین تکالیف تقریباً بالا و معنی‌دار بوده است (جدول ۳).



نمودار ۱. میزان ناراحتی کمر قبل از شروع کار با لپ تاپ و بعد از اجرای تکالیف و میانگین آن‌ها

*: افزایش معنی‌دار میزان ناراحتی کمر بعد از انجام تکالیف یا میانگین آن‌ها نسبت به ناراحتی قبل از شروع کار با لپ تاپ. P < ۰,۰۵.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

بحث

مطابق با مقالات قبلی، کار با لپ تاپ در وضعیت نشسته منجر به ناراحتی کمر شد[۵، ۹، ۱۰]، اما ارتباط معنی‌داری بین ثبات مرکزی و میزان ناراحتی کمر در حین کار با لپ تاپ مشاهده نشد. با این وجود ثبات مرکزی ارتباط منفی و تقریباً بالایی با سطح فعالیت عضلات کمر داشت. در ادبیات پیشینه، مطالعه‌ای که مستقیماً ارتباط بین ثبات مرکزی و ناراحتی حین نشستن را بررسی کرده باشد مشاهده نشد اما با این وجود در چندین مطالعه، استقامت کم عضلات کمر به عنوان پیش‌بینی کننده مستقل کمردرد در جمعیت کاری نشان داده شده است[۳۵، ۳۶]. به علاوه در مطالعه Nelson-Wong و همکاران (۲۰۱۰) به دنبال ۴ هفته تمرین مشتمل بر تمرینات ثبات مرکزی، میزان امتیاز درد کمر حین ایستادن طولانی مدت (۲ ساعت) کاهش یافت. البته در تحقیق آن‌ها زمان انجام تکالیف بیشتر بوده است و کار با دست در وضعیت ایستاده انجام شده است. بنابراین در تحقیق حاضر، زمان کوتاه انجام تکالیف ممکن است برای ایجاد ناراحتی زیاد و در نتیجه مشخص شدن ارتباط ثبات مرکزی و ناراحتی کافی نبوده باشد. به علاوه، با توجه به اینکه ناراحتی یک متغیر ذهنی و شخصی است ممکن است اعلام نظر شرکت‌کنندگان میزان ناراحتی گزارش شده را تحت تأثیر قرار داده باشد[۳۷]. هر چند در مطالعه حاضر ارتباط ثبات مرکزی با ناراحتی کمر مشخص نشد، اما در مطالعات قبلی، در بیمارانی که دچار کمردرد بوده‌اند کاهش استقامت و یا اختلال عضلات ثبات دهنده مشاهده شده است[۳۸، ۳۹] و به علاوه کاهش میزان کمردرد و بهبود ناتوانی نیز به دنبال انجام تمرینات ثبات مرکزی مشاهده شده است[۴۰-۴۲]. از این رو به نظر می‌رسد نیاز به انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه با زمان طولانی‌تر نشستن

جدول ۱: مشخصات عمومی شرکت کنندگان (میانگین و انحراف استاندارد)

میزان استفاده از لپ تاپ یا کامپیوتر در شبانه روز (ساعت)	BMI	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	سن (سال)
۵/۶±۳/۱	۲۲/۴± ۳	۷۰/۹± ۱۱/۸	۱۷۶/۹±۴/۵	۲۷± ۳/۵

جدول ۲: نتایج همبستگی بین ثبات مرکزی و ناراحتی کمر حین تکالیف و میانگین آن‌ها

p	r	
۰/۳۳۸	-۰/۲۴۰	کار با موس
۰/۵۷۶	۰/۱۳۷	تایپ کردن
۰/۷۴۸	۰/۰۷۹	میانگین تکالیف

جدول ۳: نتایج همبستگی تفکیکی بین ثبات مرکزی و فعالیت عضلات کمر حین تکالیف و میانگین آن‌ها. معنی‌داری همبستگی (P<۰,۰۵) با ضخیم کردن اعداد مشخص شده است.

	ارکتور اسپاینای کمری		مولتیفیدوس راست		مولتیفیدوس چپ	
	r	p	r	p	r	p
کار با موس	-۰/۴۱۳	۰/۰۹۹	-۰/۰۵۳	۰/۸۴۰	-۰/۴۱۲	۰/۱۰۰
تایپ کردن	-۰/۴۷۱	۰/۰۴۸	۰/۰۰۳	۰/۹۹۲	-۰/۳۷۵	۰/۱۲۵
میانگین تکالیف	-۰/۵۷۲	۰/۰۱۳	-۰/۱۲۲	۰/۶۲۸	-۰/۵۰۲	۰/۰۳۴

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

ضروری است.

ثبات مرکزی با فعالیت عضلات کمر حین کار با لپ تاپ در وضعیت نشسته ارتباطی منفی داشته است و به نظر می‌رسد که هر چه ثبات مرکزی بیشتر باشد فعالیت عضلات کمری در حین کار با لپ تاپ در وضعیت نشسته کمتر باشد. به عبارت دیگر احتمال می‌رود که هر چه ثبات مرکزی بیشتر بوده است تنش عضلانی کمتری برای انجام کار با لپ تاپ در حین نشستن نیاز بوده است. با توجه به اینکه مطالعه‌ای که مستقیماً ارتباط ثبات مرکزی با فعالیت عضلات حین نشستن را بررسی کرده باشد مشاهده نشد، در ادامه به بررسی مطالعات مرتبط پرداخته می‌شود. در تحقیق Nelson-Wong و همکاران (۲۰۱۰)، علاوه بر کاهش امتیاز درد که قبلاً اشاره شد، به دنبال ۴ هفته تمرین مشتمل بر تمرینات ثبات مرکزی، میزان استراحت عضلانی عضله گلوتئوس مدیوس راست در حین ایستادن طولانی مدت افزایش یافت[۴۳]. بنابراین ممکن است که برای انجام یک تکلیف مشخص، افرادی که ثبات مرکزی بیشتری داشته باشند با سطح فعالیت کمتری آن را انجام دهند. Van Dieen و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که الگوهای فراخوانی عضلات تنه در بیماران مبتلا به کمردرد متفاوت از افراد سالم است و جهت افزایش ثبات ستون فقرات، نسبت‌های آمپلیتیود الکترومیوگرافیک آنتاگونیست به آگونیست عضلات تنه و نسبت ارکتور اسپاینای کمری به توراسیک افزایش یافته است[۴۴]. بنابراین شاید در افراد دارای ضعف ثبات مرکزی نسبت به افراد دارای ثبات مرکزی مناسب، سطح فعالیت عضلات ثبات دهنده برای کنترل پوسچر حین نشستن بیشتر باشد.

مستند شده است که در افراد سالم، همزمان با افزایش فلکشن تنه و خمیده شدن در وضعیت ایستاده، فعالیت عضلات تنه به حداقل می‌رسد و تمایل به «غیرفعال شدن» دارند (از این طریق بافت‌های غیر فعال مسئولیت فراهم کردن بخش زیادی از گشتاور اکستنسور را به عهده می‌گیرند). این کاهش فعالیت، پدیده فلکشن ریلکسیشن نام دارد و مطالعات نشان داده‌اند که بیماران دارای کمر درد مزمن و همچنین افراد بدون علامتی که در حین ایستادن یا نشستن دچار ناراحتی و درد کمر شده‌اند نوعاً پدیده فلکشن ریلکسیشن را ندارند[۴۵،۴۶]. به علاوه نشان داده شده است که پدیده فلکشن ریلکسیشن در حین نشستن در دامنه انتهایی و حتی در دامنه میانی ستون فقرات برای عضلات مولتیفیدوس سطحی و بخش عرضی عضله مایل داخلی نیز اتفاق می‌افتد[۴۷،۴۸]. در مطالعه Dankaerts و همکاران (۲۰۰۶)، فعالیت عضلات در حین نشستن عادی و خمیده (به مدت ۵ ثانیه و سه مرتبه) بررسی شد. در حین نشستن خمیده در گروه دارای کمردرد با الگوی اکستنشن فعال، فقدان ریلکسیشن و در گروه دارای کمردرد با الگوی فلکشن، افزایش فعالیت مولتیفیدوس کمری سطحی و بخش توراسیک ایلیو کوستالیس لومبارم مشاهده شد، با این وجود در گروه بدون کمردرد کاهش مشخصی در فعالیت این عضلات مشاهده شد. همچنین در مطالعه آن‌ها سطح فعالیت عضلات مولتیفیدوس و بخش توراسیک ایلیوکوستالیس لومبارم و تارهای عرضی مایل داخلی در حین نشستن عادی و نشستن خمیده، در گروه دارای کمردرد با الگوی اکستنشن فعال در مقایسه با گروه بدون کمردرد و گروه دارای الگوی فلکشن بیشتر بود[۲۱]. Nairn و همکاران (۲۰۱۳) فعالیت عضلات و پوسچر تنه را در حین ۲ ساعت نشستن بررسی کردند. برای ۴ نفر از ۱۰ شرکت کننده، درد کمر ایجاد شد. در شرکت‌کنندگانی که دچار درد کمر شدند، میانگین فعالیت عضلات شکم (مایل داخلی چپ و راست، مایل خارجی، لاتیسیموس دورسی و راست شکمی) نسبت به شرکت‌کنندگان بدون درد بیشتر بود اما با زمان تغییر معنی‌داری نشان ندادند و همچنین این افزایش فعالیت با افزایش امتیاز درد همبستگی نداشت[۸]. محققین فرض کرده‌اند که این نقص در کنترل عصبی عضلانی (فقدان پدیده فلکشن ریلکسیشن) که منجر به فعالیت بالاتر عضلات در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن می‌شود، ممکن است مکانیزمی برای مبادرت به حفظ عناصر غیرفعال ستون فقرات[۴۹] و یا یک استراتژی محافظتی در شرکت‌کنندگان مبتلا به کمردرد باشد[۹]. در برخی مطالعات نیز افزایش نسبت فلکشن ریلکسیشن

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

(یـا کاهـش میـزان فعالیـت عضـلات کمـر در حیـن فـاز ریلکسیشـن) در بیمـاران مبتـلا بـه کمـردرد مزمـن بـه دنبـال انجـام تمرینـات ثبـات مرکـزی مشـاهده شـده اسـت [۴۱، ۵۰]. بـه عنـوان نمونـه در مطالعـه Marshall و Murphy، انجـام ۱۲ هفتـه تمرینـات ثبـات مرکـزی باعـث کاهـش درد و ناتوانـی و افزایـش نسـبت فلکشـن ریلکسیشـن (FRR) در بیمـاران مبتـلا بـه کمـردرد مزمـن شـد و همچنیـن مشـخص شـد کـه کاهـش میـزان فعالیـت عضـلات کمـر در حیـن فـاز ریلکسیشـن در فلکشـن کامـل تنـه، باعـث افزایـش FRR شـده اسـت. ایـن محققـان تأکیـد کرده‌انـد کـه برنامه‌هـای تمرینـی درجـه بنـدی شـده و پیشـرونده روش مؤثـری بـرای بهبـود پاسـخ فلکشـن ریلکسیشـن تغییـر یافتـه در بیمـاران مبتـلا بـه کمـردرد هسـتند[۴۱].

بـه طـور کلـی مطالعـات قبلـی فعالیـت بیشـتر عضـلات ثبـات دهنـده را در افـراد مبتـلا بـه کمـردرد و یـا توسـعه دهنـده درد، در حیـن نشسـتن نشـان داده‌انـد و بـه عـلاوه در برخـی مطالعـات نیـز بـه دنبـال انجـام تمرینـات ثبـات مرکـزی، کاهـش فعالیـت عضـلات ثبات‌دهنـده در حیـن فـاز ریلکسیشـن مشـاهده شـده اسـت. بنابرایـن بـا توجـه بـه وجـود ارتبـاط منفـی ثبـات مرکـزی بـا فعالیـت عضـلات در مطالعـه حاضـر بـه نظـر می‌رسـد کـه ثبـات مرکـزی تأثیـر مثبتـی بـر الگـوی فعالیـت عضـلات در حیـن نشسـتن داشـته باشـد و توصیـه می‌شـود کـه افـرادی کـه بـه مـدت طولانـی در طـی روز می‌نشـینند تقویـت عضـلات ثبـات دهنـده را مـورد توجـه قـرار دهنـد. البتـه بـا توجـه بـه طولانـی نبـودن نشسـتن در مطالعـه حاضـر و عـدم مشـخص شـدن ارتبـاط ثبـات مرکـزی بـا ناراحتـی ایجـاد شـده در کمـر، بـه تحقیقـات بیشـتری در ایـن زمینـه نیـاز اسـت و بـه عـلاوه بـا توجـه بـه اینکـه پوسـچر کمـر در حیـن نشسـتن و عـادت بـه یـک نـوع نشسـتن عاملـی اساسـی اسـت و نقـش سـایر عوامـل از جملـه ثبـات مرکـزی را ممکـن اسـت تحـت تأثیـر قـرار دهـد[۴۸]، پیشـنهاد می‌شـود کـه بـرای مشـخص شـدن بهتـر نقـش ثبـات مرکـزی و ارتبـاط آن بـا ناراحتـی و فعالیـت عضـلات کمـر در حیـن نشسـتن، اندازه‌گیـری فعالیـت عضـلات در حیـن آزمون‌هـای ثبـات مرکـزی و کنتـرل پوسـچر کمـر در حیـن نشسـتن نیـز در طراحـی پژوهش‌هـای آینـده مـورد توجـه قـرار داده شـود.

محدودیت‌های تحقیق

طولانـی نبـودن زمـان نشسـتن، یکـی از محدودیت‌هـای ایـن مطالعـه بـود. هـر چنـد زمـان مـورد نظـر، بـرای نشـان دادن ارتبـاط ثبـات مرکـزی بـا فعالیـت عضـلات تقریبـا مناسـب بـود امـا بـه نظـر می‌رسـد کـه ایـن زمـان بـرای نشـان دادن ارتبـاط ثبـات مرکـزی بـا ناراحتـی حیـن نشسـتن کـم و ناکافـی بـوده اسـت. کـم بـودن تعـداد آزمودنی‌هـا نیـز می‌توانـد نتایـج را تحـت تأثیـر قـرار داده باشـد. همچنیـن در ایـن مطالعـه، ارتبـاط ثبـات مرکـزی بـا تغییـر سـطح فعالیـت در طـول زمـان بررسـی نشـد. بنابرایـن پیشـنهاد می‌شـود کـه مطالعـات دیگـری در ایـن زمینـه بـا تعـداد آزمودنـی بیشـتر، زمـان طولانی‌تـر نشسـتن و همـراه بـا بررسـی تغییـر فعالیـت عضـلات تنـه در طـول زمـان انجـام شـود.

نتیجه‌گیری

بیـن ثبـات مرکـزی و فعالیـت عضلات کمـر در حیـن کار با لپ تـاپ در وضعیـت نشسـته ارتبـاط منفـی و بالایی وجود داشـت. بنابرایـن بـا توجـه نتایـج مطالعـه حاضـر و در نظر گرفتـن نتایج مطالعـات قبلـی به نظر می‌رسـد که ثبـات مرکـزی نقش مهمی در الگـوی فعالیـت عضلات کمر در حین نشسـتن داشـته باشـد و می‌توانـد در طراحـی مداخـلات پیشـگیری از کمـردرد بـرای افـرادی کـه سـاعات زیـادی از شـبانه روز را در وضعیت نشسـته بـه سـر می‌برنـد، مورد توجـه قـرار گیرد.

تقدیر و تشکر

از تمامـی شـرکت‌کنندگان در ایـن پژوهـش و همچنیـن تمـام کسـانی کـه مـا در فرآینـد اجـرای ایـن پژوهـش کمـک کردنـد، کمـال تشـکر و تقدیـر را داریـم.

لازم بـه ذکـر اسـت کـه تأمیـن منابـع مالـی ایـن پژوهـش توسـط محققیـن صـورت گرفتـه اسـت.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

References

1. Roffey D, Wai E, Bishop P, Kwon B, Dagenais S. Causal assessment of occupational sitting and low back pain: results of a systematic review. The Spine Journal. 2010;10(3):252-61.
2. Lee P, Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA, Stitt LW. Low back pain: prevalence and risk factors in an industrial setting. The Journal of rheumatology. 2001;28(2):346-51.
3. Hartvigsen J, Leboeuf-Yde C, Lings S, Corder EH. Is sitting-while-at-work associated with low back pain? A systematic, critical literature review. Scandinavian journal of public health. 2000;28(3):230-9.
4. Stewart W, Ricci J, Chee E, Morganstein D, Lipton R. Lost productive time and cost due to common pain conditions in the US workforce. Jama. 2003; 290(18):2443-54.
5. Roelofs A, Straker L. The experience of musculoskeletal discomfort amongst bank tellers who just sit, just stand or sit and stand at work. Ergonomics SA. 2002;14(2):11-29.
6. Woo E, White P, Lai C. Musculoskeletal impact of the use of various types of electronic devices on university students in Hong Kong: An evaluation by means of self-reported questionnaire. Manual therapy. 2016;26:47-53.
7. Van Nieuwenhuyse A, Fatkhutdinova L, Verbeke G, Pirenne D, Johannik K, Somville P-R, et al. Risk factors for first-ever low back pain among workers in their first employment. Occupational Medicine. 2004;54(8):513-9.
8. Nairn BC, Azar NR, Drake JD. Transient pain developers show increased abdominal muscle activity during prolonged sitting. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2013;23(6):1421-7.
9. Schinkel-Ivy A, Nairn BC, Drake JD. Investigation of trunk muscle co-contraction and its association with low back pain development during prolonged sitting. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2013;23(4):778-86.
10. Waongenngarm P, Rajaratnam BS, Janwantanakul P. Internal Oblique and Transversus Abdominis Muscle Fatigue Induced by Slumped Sitting Posture after 1 Hour of Sitting in Office Workers. Safety and health at work. 2016;7(1):49-54.
11. Søndergaard KH, Olesen CG, Søndergaard EK, De Zee M, Madeleine P. The variability and complexity of sitting postural control are associated with discomfort. Journal of biomechanics. 2010;43(10):1997-2001.
12. Antle D. The use of laboratory and participatory ergonomics research models to investigate working posture in industry. McGill; 2013.
13. Claus A, Hides J, Moseley GL, Hodges P. Sitting versus standing: does the intradiscal pressure cause disc degeneration or low back pain? Journal of Electromyography and Kinesiology. 2008;18(4):550-8.
14. Mörl F, Bradl I. Lumbar posture and muscular activity while sitting during office work. Journal of electromyography and kinesiology. 2013;23(2):362-8.
15. Anderson K, Behm DG. The impact of instability resistance training on balance and stability. Sports medicine. 2005;35(1):43-53.
16. Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA. The importance of sensory-motor control in providing core stability. Sports medicine. 2008;38(11):893-916.
17. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2004;36(6):926-34.
18. Sheikhhoseini R, Alizadeh M, O'Sullivan K, Salavati M, Sadeghisani M, Movahhed M, et al. [Biomechanical Perspective Changes in Athletes with Low Back Pain: a Literature Review (Persian)].

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

Anesthesiology and Pain. 2015;6(1):30-41.

19. McGill SM. Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. Exercise and sport sciences reviews. 2001;29(1):26-31.
20. Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O, Kankaanpää M. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2001;82(8):1089-98.
21. Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, Straker L. Altered patterns of superficial trunk muscle activation during sitting in nonspecific chronic low back pain patients. SPINE 2006;31(17):2017-23.
22. Hungerford B, Gilleard W, Hodges P. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. Spine. 2003;28(14):1593-600.
23. Antle DM, Vézina N, Côté JN. Comparing standing posture and use of a sit-stand stool: Analysis of vascular, muscular and discomfort outcomes during simulated industrial work. International Journal of Industrial Ergonomics. 2015;45:98-106.
24. Dawson AP, Steele EJ, Hodges PW, Stewart S. Development and test–retest reliability of an extended version of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ-E): a screening instrument for musculoskeletal pain. The Journal of Pain. 2009;10(5):517-26.
25. Messing K, Vézina N, Ève M, Ouellet S, Tissot F, Couture V, et al. Body maps: an indicator of physical pain for worker-oriented ergonomic interventions. Policy and Practice in Health and Safety. 2008;6(2):31-49.
26. McGill SM, Grenier S, Kavcic N, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2003;13(4):353-9.
27. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1999;80(8):941-4.
28. Mork PJ, Westgaard RH. Back posture and low back muscle activity in female computer workers: a field study. Clinical Biomechanics. 2009;24(2):169-75.
29. Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles [cited 2017 April 20]. Available from: http://www.seniam.org
30. MyoMotion User Guide. v 3.6. In: Inc NUSA, editor. 2014.
31. Xie Y, Szeto G, Madeleine P, Tsang S. Spinal kinematics during smartphone texting – A comparison between young adults with and without chronic neck-shoulder pain. Applied ergonomics. 2018;30(68):160-8.
32. Montes A, Gouveia S, Crasto C, de Melo C, Carvalho P, Santos R, et al. Abdominal muscle activity during breathing in different postural sets in healthy subjects. Journal of bodywork and movement therapies. 2017; 21(2):354-61.
33. St-Onge N, Samani A, Madeleine P. Integration of active pauses and pattern of muscular activity during computer work. Ergonomics. 2017; 60(9):1228-39.
34. Kamil N, Dawal S. Effect of postural angle on back muscle activities in aging female workers performing computer tasks. Journal of physical therapy science. 2015;27(6):1967-70.
35. Rissanen A, Heliovaara M, Alaranta H, Taimela S, Malkia E, Knekt P, et al. Does good trunk extensor performance protect against back-related work disability? Journal of rehabilitation medicine. 2002; 34(2):62-6.
36. Hamberg-van RH, Ariëns G, Blatter B, Twisk J, van MW, Bongers P. Physical capacity in relation to low back, neck, or shoulder pain in a working population. Occup Environ Med. 2006; 63(6):371-7.
37. Völker I, Kirchner C, Bock OL. On the relationship

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]

between subjective and objective measures of fatigue. Ergonomics. 2016;59(9):1259-63.

38. O'SULLIVAN P. The relationship between posture, lumbar muscle endurance and low back pain in industrial workers. Man Ther. 2006;11(4):264-71.
39. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, Stevens VK, De Cuyper HJ. A functional subdivision of hip, abdominal, and back muscles during asymmetric lifting. Spine. 2001;26(6):E114-E21.
40. Yarahmadi Y, Hadadnezhad M. [The effect of eight weeks core stabilization on pain control, Dynamic balance and proprioception lumbo pelvic of subject with non-specific chronic low back pain (Persian)]. J Anesth Pain. 2017;8(1):54-66.
41. Marshall P, Murphy B. Changes in the flexion relaxation response following an exercise intervention. Spine. 2006;31(23):E877-E83.
42. Shahvarpour A, Henry SM, Preuss R, Mecheri H, Larivière C. The effect of an 8-week stabilization exercise program on the lumbopelvic rhythm and flexion-relaxation phenomenon. Clinical Biomechanics. 2017;48:1-8.
43. Nelson-Wong E, Callaghan JP. Changes in muscle activation patterns and subjective low back pain ratings during prolonged standing in response to an exercise intervention. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2010;20(6):1125-33.
44. van Dieën J, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. Spine. 2003; 28(8):834-41.
45. Dankaerts W, editor Identification of sub-group of non-specific chronic low back pain patients presenting with high levels of co-contraction in trunk muscles during sitting. 2nd International Conference on Movement Dysfunction Pain and Performance: Evidence and Effect Edinburgh; 2005.
46. Shirado O, Ito T, Kaneda K, Strax TE. Flexion-relaxation phenomenon in the back muscles. A comparative study between healthy subjects and patients with chronic low back pain. American journal of physical medicine & rehabilitation. 1995;74(2):139-44.
47. O'sullivan P, Dankaerts W, Burnett A, Chen D, Booth R, Carlsen C, et al. Evaluation of the flexion relaxation phenomenon of the trunk muscles in sitting. Spine. 2006;31(17):2009-16.
48. O'Sullivan P, Grahamslaw K, Kendell M, Lapenskie S, Möller N, Richards K. The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain free population. Spine 2002;27(11):1238-44.
49. Colloca CJ, Hinrichs RN. The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature. Journal of manipulative and physiological therapeutics. 2005;28(8):623-31.
50. Neblett R, Mayer TG, Gatchel RJ, Keeley J, Proctor T, Anagnostis C. Quantifying the lumbar flexion–relaxation phenomenon: theory, normative data, and clinical applications. Spine. 2003;28(13):1435-46.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-16]