



The effects of sensorimotor training on proprioception and anticipatory postural adjustment of some trunk Muscle of subject with non-specific chronic low back pain

Malihe hadadnezhad^{*1}, yusef yar ahmadi², ali abbasi³

1. Assistant professor, Department of Biomechanics and Sport Injuries, University of kharazmi, Tehran, Iran

2. MA, corrective exercise and sport injury, University of kharazmi, Iran, tehran.

3. Assistant professor, Department of Biomechanics and Sport Injuries, University of kharazmi, Tehran, Iran

ABSTRACT

Aims and background: People with low back pain represent impaired anticipatory postural adjustments. The aim of this study was to investigate The effects of sensorimotor training on proprioception and anticipatory postural adjustment of the some trunk muscle of subject with non-specific chronic low back pain.

Materials and methods: The present study was a quasi - experimental study with a pretest-posttest design and control group. Twenty-four subjects with non-specific chronic low back pain were randomly assigned in two control (n=12, mean age=44.83±1.52, mean Height=173.00±2.95, mean weight=77.50±3.55) and Experimental group (n=12, mean age=46.25±1.91, mean Height=172.66±3.93, mean weight=75.50±4.12). The experimental group received sensorimotor training for eight weeks, Three times per week, for 45 minutes each session, in order to assess the proprioception, goniometer was used and change in Anticipatory postural adjustment, transverse abdominal / Internal oblique, external oblique and erector spinae muscles onset time relative to the shoulder flexion task was measured using surface electromyography. Data were analyzed by repeated measure ANOVA ($\alpha = 0.05$).

Conclusion: The results revealed significant difference between the pre-test and post-test scores of the experimental group in the proprioception and anticipatory postural adjustment of transverse abdominal / Internal oblique ($p = 0.001$), external oblique ($p = 0.001$) and Erector spinae ($p = 0.001$) but there was not observed such significant differences in control group. Conclusion: Sensorimotor training makes patients capable of learning how to adjust muscles, thereby improving muscle performance. So sensorimotor training seems to be an effective intervention in the rehabilitation program for low back pain patients.

Keywords: feed forward, perturbation, low back pain

► Please cite this paper as:

Hadadnezhad M, Yarahmadi Y, Abbasi A [The effects of sensorimotor training on proprioception and anticipatory postural adjustment of some trunk Muscle of subject with non-specific chronic low back pain (Persian)]. J Anesth Pain 2019;10(1):72-84.

Corresponding Author: Malihe Hadadnezhad, Assistant professor, Department of Biomechanics and Sport Injuries, University of kharazmi, Tehran, Iran.

Email: m.hadadnezhad@yahoo.com

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸

بررسی تاثیر تمرینات سنسوری موتور بر حس عمقی و تطابق پوسچرال پیش بین برخی عضلات ناحیه تنه مبتلایان به کمردرد مزمن غیر اختصاصی

ملیحه حدادنژاد^{۱*}، یوسف یاراحمدی^۲، علی عباسی^۳

۱. استادیار، دانشگاه خوارزمی، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، تهران، ایران

۲. کارشناسی ارشد، حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی

۳. استادیار، دانشگاه خوارزمی، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶

تاریخ بازبینی: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲۷

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر تمرینات سنسوری موتور بر حس عمقی و تطابق پوسچرال پیش بین برخی عضلات ناحیه تنه مبتلایان به کمردرد مزمن غیر اختصاصی می باشد.

مواد و روش ها: مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون - پس آزمون با گروه کنترل بود. ۲۴ نفر از افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی به صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۱۲ نفر، میانگین سن: $44/83 \pm 1/52$ ، قد: $173/0 \pm 2/95$ ، وزن: $77/50 \pm 3/55$) و تجربی (۱۲ نفر، میانگین سن: $46/25 \pm 1/91$ ، قد: $172/66 \pm 3/93$ ، وزن: $75/50 \pm 4/12$) تقسیم شدند. گروه تجربی تمرینات سنسوری موتور را به مدت هشت هفته، سه جلسه در هر هفته و ۴۵ دقیقه در هر جلسه دریافت کردند. برای اندازه گیری میزان حس عمقی از گونیامتر و تغییرات تطابق پوسچرال پیش بین، زمان شروع فعالیت عضلات عرضی شکم/مورب داخلی، مورب خارجی و ارکتور اسپاین نسبت به تکلیف فلکشن بازو با استفاده از الکترومیوگرافی سطحی استفاده شد. داده ها با استفاده از تحلیل واریانس اندازه گیری های مکرر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند ($\alpha < 0/05$).

یافته ها: نتایج نشان داد که بینمتر پیش آزمون - پس آزمون گروه تجربی در میزان حس عمقی و تطابق پوسچرال پیش بین عضلات عرضی شکم/مورب داخلی ($p=0/001$)، مورب خارجی ($p=0/001$) و ارکتور اسپاین ($p=0/001$) تفاوت معناداری وجود داشت در حالی که در گروه کنترل تفاوت معنی دار مشاهده نشد.

نتیجه گیری: تمرینات سنسوری موتور به بیماران توانایی یادگیری تنظیم عضلات را می دهد و در نتیجه باعث بهبود عملکرد عضلات می شود. بنابراین به نظر می رسد تمرینات سنسوری موتور مداخله موثری در برنامه توانبخشی بیماران کمردرد باشد.

واژه های کلیدی: فعالیت فیدفوراردی، اغتشاش، کمردرد

نویسنده مسئول: ملیحه حدادنژاد، استادیار، دانشگاه خوارزمی، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، تهران، ایران

پست الکترونیک: m.hadadnezhad@yahoo.com

مقدمه

شیوع بالای کمردرد مزمن غیر اختصاصی در کشورهای توسعه یافته (حدود ۲۳ درصد) منجر به روی آوردن به برنامه‌های ورزشی نوین و ابتکاری شده است. علی‌رغم تلاش‌ها، کمردرد مزمن غیر اختصاصی همچنان عامل اصلی سالها زندگی توأم با ناتوانی می‌باشد که اساساً این مهم توانایی سیستم‌های مراقبت بهداشتی و اجتماعی را کاهش می‌دهد. بنابراین با توجه به عواقب جسمی و هزینه‌های اقتصادی بالای ناشی از آن، نظارت بر اثر بخشی مداخلات درمانی امری مهم می‌باشد^(۱). نحوه عملکرد ستون فقرات علاوه بر توانایی تولید نیروی کافی عضلانی به عوامل دیگری از قبیل هماهنگی و شروع فعالیت مناسب عضلانی در نقطه دقیق حرکتی نیاز دارد و حس عمقی طبیعی برای ایجاد این هماهنگی ضروری است^(۲). اطلاعات حس عمقی نقش مهمی را در کنترل حرکت و حفظ ثبات وضعیت مفصل دارد، هر عاملی که بر انتقال این اطلاعات اثر بگذارد به عنوان یکی از فاکتورهای بسیار مهم در ایجاد الگوهای غلط و سندرم‌های درد مزمن و تکرار شونده به شمار می‌آید. تحقیقات جدید بیان کرده‌اند که شاخصی همچون حس عمقی با کمردرد ارتباط دارد. بیماران کمردرد نسبت به افراد سالم از حس عمقی ضعیف‌تری برخوردارند^(۳). اختلالات حس عمقی می‌تواند سبب دیسفانکشن در کل دستگاه حسی می‌اندازد. در نهایت اختلالات حس عمقی منجر به دیسفانکشن‌های موضعی و عمومی می‌گردد^(۴). یکی از ابعادی که اخیراً در بررسی سلامت سیستم کنترل وضعیت مورد توجه قرار گرفته است تغییرپذیری پاسخ‌های وضعیتی است. تطابق پوسچرال پیش بین یک استراتژی و برنامه پیش‌بینی پاسخ در سیستم عصبی مرکزی است که به منظور حفظ ثبات و پیش‌بینی لازم در برابر اغتشاشات وارده به ستون فقرات و بدن عمل می‌کند که این استراتژی در افراد مبتلا به کمر درد مزمن دچار تغییرات و اختلال می‌شود^(۴). این اختلال باعث مشکلات عملکردی و روزمره زندگی می‌شود. اختلالاتی چون ضعف

در کنترل پاسچر، منجر به عدم توانایی لازم جهت حمایت از بخش‌های مختلف بدن و حفظ مرکز ثقل، عدم حصول اطمینان از عملکرد حرکتی، کاهش ظرفیت و اصلاح اغتشاشات وارد شده به ستون فقرات و تغییر الگوی فعال شدن عضله در پاسخ به اغتشاشات خارجی می‌شود^(۵، ۶). از طرفی با وجود آن که تغییرات پاسخ فید فوروارد عضلات تنه و مکانیسم‌های ثبات وضعیت در بیماران مبتلا به کمر درد در مقالات متعددی مورد توجه قرار گرفته است به نظر می‌رسد که این پاسخ‌های وضعیتی هنوز در بسیاری از ابعاد ناشناخته بوده و روش‌های درمانی حاضر در بازگرداندن این استراتژی‌ها به وضعیت طبیعی، ناکام مانده است^(۶). با وجود آن که کاهش تغییرپذیری پاسخ‌های وضعیتی در بیماران مبتلا به کمردرد به اثبات رسیده است، مطالعات اندکی در خصوص بهبود آن انجام شده است. انجام تمرینات درمانی به عنوان یکی از مهم‌ترین مداخلات درمانی در مبتلایان به کمر درد مزمن مطرح است. از جمله مهم‌ترین تمرینات کاربردی در این بیماران، تمرینات حسی حرکتی می‌باشد. کاهش درد، بهبود فعالیت‌های عملکردی و کاهش ناتوانی و افزایش فعالیت عضلات پوسچرال از جمله آثار مفیدی است که پس از تمرینات سنسوری موتور به دست می‌آید^(۷). لذا با توجه به عدم وجود یک روش استاندارد درمانی مورد توافق محققان و کمبود پژوهش در مورد تمرینات حسی حرکتی بر روی بیماران کمردرد، هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات سنسوری موتور بر تطابق پوسچرال پیش بین برخی عضلات ناحیه تنه مبتلایان به کمردرد مزمن غیر اختصاصی می‌باشد.

روش بررسی

روش انجام این تحقیق به صورت نیمه تجربی با طرح پیش آزمون - پس آزمون با گروه کنترل بود. آزمودنی‌های این تحقیق مردان بزرگسال مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی از شهرستان تهران بودند

نحوه اندازه‌گیری میزان حس عمقی ناحیه کمری - لگنی

در این تحقیق برای اندازه‌گیری میزان دقت حس عمقی ناحیه کمری لگنی در زاویه ۳۰ درجه با استفاده از گونیامتر دستی از روش نیوکامر استفاده شد. این روش توسط Newcomer در سال ۲۰۰۰ معرفی و پایایی آن (۸۷٪) گزارش شده است. در این تحقیق برای کاهش بازخورد حس عمقی از اندام تحتانی و لگن؛ همچنین به منظور جلوگیری از عقب رفتن لگن در حین خم شدن و برای جداسازی حرکات تنه و لگن، اندام تحتانی در نواحی ساق پا، زانو و ران با فریم خاصی بی حرکت شد. سپس مارکرهایی به وسط سطح فوقانی خارجی بازو، برجستگی ستیغ ایلپاک و وسط سطح فوقانی خارجی مفصل ران متصل شد. سپس آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده راحت و ثابت بدون کفش و جوراب قرار گرفتند، پاها به اندازه عرض شانه‌ها از هم باز بود، دست‌ها به حالت ضربدری و با خم کردن آرنج‌ها در جلوی شانه قرار گرفت (تا در حین خم شدن از تماس کف دست با سطح قدام ران به عنوان راهنمایی برای رسیدن به زاویه هدف استفاده نکند)، گردن در حالت طبیعی حفظ شد و چشم‌ها بسته شدند تا آوران‌های بینایی حذف شوند. سپس مرکز گونیامتر را رویستغ ایلپاک گذاشته و دو بازوی گونیامتر را یکی روی مارکر نصب شده روی قسمت خارجی ران و بازوی دیگر را روی ۳۰ درجه خم شدن تنظیم شد و از آزمودنی‌ها خواسته شد با چشمان بسته و سرعت یکنواخت و نسبتاً آهسته تا ۳۰ درجه خم شود و با مکث پنج ثانیه‌ای سعی کند این وضعیت را به خاطر بسپارند (در این مرحله با تحریک صوتی خاتمه حرکت به اطلاع آزمودنی رسانیده می‌شد)، سپس باز به آرامی به وضعیت اولیه باز می‌گشت و پس از مکث پنج ثانیه‌ای حرکت بعدی را شروع می‌کردند. بعد از سه بار تکرار (جهت یادگیری) در مرحله آزمون فرد باید وضعیت ۳۰ درجه خم شده را (بدون وجود تحریک صوتی) بازسازی می‌کرد. این آزمون سه بار تکرار می‌شد

که طبق شرایط ورود و خروج مطالعه بصورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه مساوی کنترل (۱۲ نفر) و تجربی (۱۲ نفر) تقسیم شدند. تعداد آزمودنی‌ها با توجه به فرمول و مطالعات پیشین بدست آمد. معیارهای ورود به تحقیق شامل دامنه سنی ۵۰-۳۰ سال، ابتلا به کمر دردی که ۱۲ هفته یا بیشتر ادامه پیدا کرده باشد، کسب نمره بالاتر از ۴ در پرسشنامه غربالگری رولاند موریس، تأیید پزشک مبنی بر مبتلا بودن به کمردرد مزمن غیر اختصاصی و معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل شرکت در هر برنامه توانبخشی در شش ماه اخیر و وجود هر گونه آسیب دیدگی، بیماری و یا هرگونه ناهنجاری‌های اسکلتی اثرگذار بر روند تحقیق بود. در ابتدا فرم اطلاعات شخصی و رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در تحقیق از آزمودنی‌ها گرفته شد. سپس کسانی که شرایط ورود به مطالعه را داشتند و پزشک اجرای پروتکل تمرینی را برایشان بلامانع اعلام کرده بود وارد تحقیق شدند. پیش از شروع تحقیق، مراحل انجام آن برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و اعلام شد که در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری می‌توانند در هر زمان از مراحل انجام تحقیق انصراف دهند. قبل از شروع پروتکل تمرینی به عنوان مرحله پیش آزمون میزان تطابق پوسچرال پیش بین عضلات عرضی شکم/مورب داخلی، مورب خارجی و ارکتور اسپاین نسبت به تکلیف فلکشن ۹۰ درجه بازو با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی سطحی ۱۶ کاناله نوراکسون اندازه‌گیری و ثبت شد. در گروه تجربی تمرینات حسی حرکتی به صورت هشت هفته (هر هفته سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای) اجرا گردید، این در حالی بود که گروه کنترل در این مدت در هیچ برنامه توانبخشی شرکت نمی‌کردند. بعد از اتمام اجرای پروتکل تمرینی اندازه‌گیری‌های مرحله پس آزمون در شرایط پیش آزمون از هر دو گروه به عمل آمد.

و میزان خطاهای وی بر حسب درجه ثبت می‌شد، عدد میزان خطا در هر حرکت، تفاضل زوایای مذکور از زاویه هدف بود، سپس میانگین مقدار خطا در بازسازی وضعیت در سه بار تکرار به عنوان میزان خطای بازسازی وضعیت ثبت گردید و در صورتی که میانگین مقدار خطا کمتر از سه درجه بود، حس عمقی کمر آزمودنی سالم تلقی می‌شد^(۳۰).

نحوه اندازه‌گیری تطابق پوسچرال پیش بین عضلات ناحیه تنه

اندازه‌گیری متغیر تطابق پوسچرال پیش بین عضله‌های (مورب خارجی، مورب داخلی/عرضی شکم، ارکتور اسپاین) به شکل یکطرفه نسبت به عضله دلتوئید قدامی دست غالب در تکلیف فلکشن ۹۰ درجه بازو انجام گرفت. پس از علامت‌گذاری محل الکترودها و سمباده کشیدن و پاک‌سازی پوست، الکترودهای سطحی (با قطر ۱۰ میلی‌متر و فاصله مرکز تا مرکز ۲۰ میلی‌متر) در جهت قرارگیری فیبرهای عضلانی روی عضله دلتوئید قدامی اندام فوقانی غالب (در راستای فیبرهای عضلانی به اندازه‌ی پهنای یک انگشت دیستال تر و قدام آکرومیون) و عضلات طرف مقابل از جمله مایل خارجی (۱۳-۱۰ سانتی‌متر از ناف روی خطی که ناف را به خار قدامی-فوقانی استخوان لگن وصل می‌کند) و مایل داخلی/عرضی شکم (۲ سانتی‌متر پایین و داخل خار قدامی-فوقانی استخوان خاصره‌ای) و ارکتور اسپاین (۳ سانتی‌متر خارج زائده خاری مهره سوم کمری) طبق مطالعات پیشین و نقشه آناتومیک SENIAM قرار گرفت. سپس یک شتاب‌سنج که لحظه شروع حرکت عضله دلتوئید را نشان می‌داد روی مچ دست سمت غالب نصب شد. در این مرحله هر فرد در حالی که در محل مورد نظر ایستاده بود، اندام فوقانی غالب خود را از حالت خنثی (دست در کنار بدن) با حداکثر شتاب ممکن، در پاسخ به پیام شنیداری ((رو)) تا ۹۰ درجه فلکشن بالا برد و در پاسخ به پیام شنیداری ((ایست)) بدون حرکت باقی می‌ماند. همچنین قبل از اجرای تست ۵-۲ حرکت آزمایشی به منظور آشنایی فرد با سمت و سرعت حرکت انجام شد. ترتیب و زمان ظهور

پیام‌های شنیداری کاملاً تصادفی بود تا احتمال پیش‌بینی زمان حرکت را در فرد به حداقل برساند. حرکت پرتابی بازو در این تحقیق تا حدود ۹۰ درجه محدود شد چرا که در حرکات بالاتر از ۹۰ درجه به علت تغییر جهت گشتاور واکنشی، پیچیدگی پاسخ‌های وضعیتی افزایش یافته و احتمال بروز تغییر بین تکرارها افزایش می‌یابد. از آن‌جا که زمان‌بندی پاسخ عضلانی تحت تاثیر فعالیت پایه الکترومایوگرافی قرار می‌گیرد، این فعالیت پایه در شروع هر آزمایش کنترل شده و در صورت مشاهده تغییرات زمینه‌ای، بازخورد لازم برای شل کردن عضلات به افراد داده شد. حرکت بالا بردن بازو و ثبت فعالیت الکترومایوگرافی عضلات مذکور به تعداد ۱۵ تکرار در هر فرد انجام شد. در این تحقیق فاکتور تطابق پوسچرال پیش بین (زمان دقیق فعالیت فید فورواردی عضلات مورد نظر در برابر اغتشاش) در تکلیف فلکشن بازو بود. ثبت فعالیت عضلات توسط یک دستگاه ۱۶ کاناله الکترومایوگرافی ساخت شرکت نوراکسون انجام گرفت. فرکانس نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز بود و پهنای باند فیلترینگ ۵۰۰-۸ کیلوهرتز در نظر گرفته شد. شاخصی که به عنوان تغییر پذیری تطابق پوسچرال پیش بین در نظر گرفته شده است انحراف معیار زمان شروع فعالیت عضلات تنه نسبت به عضله دلتوئید، در ۱۵ تکرار می‌باشد. به این صورت که زمان آغاز فعالیت هر یک از عضلات مورد نظر تنه با زمان آغاز فعالیت عضله دلتوئید قدامی سنجیده شد و در صورتی که عضله مورد نظر زودتر از عضله دلتوئید وارد عمل شده بود، مقدار تفاوت میان زمان آغاز فعالیت عضله و عضله دلتوئید با نشان منفی گزارش و در صورتی که زمان شروع فعالیت پس از عضله دلتوئید بود، مقدار تفاوت با علامت مثبت گزارش گردید^(۹). در تحلیل داده‌های الکترومایوگرافی که در برنامه نرم‌افزاری متلب (جهت تفسیر دیتاهای خام دستگاه) انجام می‌گرفت، زمان‌بندی پاسخ عضلات به صورت زمان تاخیر پاسخ عضلات عرضی شکم/مورب داخلی، مورب خارجی و ارکتور اسپاین نسبت به تکلیف فلکشن ۹۰ درجه بازو، مورد بررسی قرار گرفت که در این نرم‌افزار پس از اعمال یک فیلتر، امکان بررسی چشمی زمان شروع فعالیت عضله را فراهم می‌آورد.



دستگاه ۱۶ کاناله EMG نوراکسون

تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده گردید. آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) به ترتیب به عنوان شاخص‌های گرایش مرکزی، پراکندگی و در آمار استنباطی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون‌های تی زوجی و مستقل با سطح معناداری $\alpha \leq 0.05$ استفاده گردید. همچنین از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی نرمالیتیه بودن داده‌ها استفاده شد.

نتایج

با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک نرمالیتیه بودن دیتاها بررسی شد و نتایج نشان داد که دیتاها از شرایط اولیه آزمون پارامتریک (نرمالیتیه بودن) برخوردار هستند. به همین منظور برای بررسی میزان اثر بخشی پروتکل تمرینی و مقایسه دو گروه کنترل و تجربی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری (بررسی سنجش تعامل زمان و گروه) و آزمون هایتی زوجی و تی مستقل استفاده گردید.

پروتکل تمرینی حسی حرکتی

برای گروه تمرینی سنسوری موتور از پروتکل تعدیل شده Hwang و همکاران (۲۰۱۳) استفاده گردید^(۱۰). انجام صحیح روش تمرین توسط آزمودنی و انجام حرکت بدون احساس درد، معیار ورود به مرحله بعدی پیشرفت تمرین توسط آزمودنی بود. بین هر تکرار ۱۰ ثانیه، بین هر ست ۱ دقیقه و بین هر تمرین ۱ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. حجم تمرینات با توجه به مطالعات مروری در زمینه مبتلایان به کمردرد و علم تمرین تعیین می شد. قبل و بعد از هر جلسه تمرینی تمرینات گرم و سرد کردن به مدت ۱۰ دقیقه طبق توصیه‌های NASM انجام می گرفت. تمرینات شامل بالا بردن پا (Single leg raising)، بالا بردن دست و پای مقابل (Contralateral arm and leg)، بریسینگ شکم (Abdominal bracing)، پل زدن (Holding a bridging position) و بالا آوردن یک پا در پوزیشن پل زدن (Single leg raising in the bridging position) و پل زدن به پهلو بود. برای تجزیه و

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر گروه	سن (سال) (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	قد (سانتی متر) (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	وزن (کیلوگرم) (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)
کنترل	۴۴/۸۳ $\pm$ ۱/۵۲	۱۷۳/۰۰ $\pm$ ۲/۹۵	۷۷/۵۰ $\pm$ ۳/۵۵
تجربی	۴۶/۲۵ $\pm$ ۱/۹۱	۱۷۲/۶۶ $\pm$ ۳/۹۳	۷۵/۵۰ $\pm$ ۴/۱۲

جدول ۲: نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری: مقایسه میانگین تطابق پوسچرال پیش بین در دو گروه کنترل و تجربی

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	ضریب F	P-value
تطابق پوسچرال پیش بین	عامل	۱۴۰۵۶/۲۸	۱	۴۴۳۸/۶۸	۵۳۲/۶۲	۰/۰۰۱
	عامل*گروه	۲۱۷۶/۸۱	۱	۶۸۷/۳۳	۸۲/۴۷	۰/۰۰۱
	خطا	۵۸۰/۵۹	۲۲	۸/۳۳		
حس عمقی	عامل	۴۰/۳۳	۱	۴۰/۳۳	۴۸/۴۰	۰/۰۰۱
	عامل*گروه	۶۵/۳۳	۱	۶۵/۳۳	۷۸/۴۰	۰/۰۰۱
	خطا	۱۸/۳۳	۲۲	۰/۸۳۳		

با توجه به نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در جدول ۲، بین نمرات آزمودنی‌ها در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون رابطه معنی دار وجود دارد ($\alpha < 0/05$).

جدول ۳: نتایج آزمون تی مستقل در مقایسه حس عمقی و تطابق پوسچرال پیش بین برخی عضلات ناحیه کمری لگنی در دو گروه کنترل و تجربی (پیش آزمون و پس آزمون)

آماره متغیر	گروه کنترل (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	گروه تجربی (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	t	P-value
پیش آزمون				
عرضی شکمی / مایل داخلی	-۶۴/۳۳ $\pm$ ۲/۵۷	-۶۴/۵۸ $\pm$ ۲/۱	۰/۲۶۰	۰/۷۹۷
مایل خارجی	-۵۳/۴۱ $\pm$ ۲/۱۵	-۵۲/۰۸ $\pm$ ۱/۸	-۱/۶۱	۰/۱۲۰
ارکتوراسپاین	-۴۳/۰۸ $\pm$ ۱/۸	-۴۴/۱۶ $\pm$ ۲/۹۱	۱/۰۸	۰/۲۹۱
حس عمقی	۳۵/۰۰ $\pm$ ۱/۲۷	۳۵/۴۱ $\pm$ ۱/۵۶	-۰/۷۱۴	۰/۴۸۳
پس آزمون				
عرضی شکمی / مایل داخلی	-۶۳/۷۵ $\pm$ ۲/۳۴	-۸۲/۵۰ $\pm$ ۴/۱	۱۳/۵۳	۰/۰۰۱
مایل خارجی	-۵۲/۱۶ $\pm$ ۲/۲۰	-۶۵/۶۶ $\pm$ ۲/۴۲	۱۴/۲۵	۰/۰۰۱
ارکتوراسپاین	-۴۲/۲۵ $\pm$ ۱/۹۱	-۵۵/۰۸ $\pm$ ۲/۶۰	۱۳/۷۳	۰/۰۰۱
حس عمقی	۳۵/۵۰ $\pm$ ۱/۶۷	۳۱/۲۵ $\pm$ ۰/۹۶	۷/۶۰	۰/۰۰۱

* واحد اندازه‌گیری تطابق پوسچرال پیش بین برخی عضلات و حس عمقی به ترتیب بر حسب میلی ثانیه و سانتی متر می‌باشد.

نتایج آزمون تی مستقل در جدول ۳ نشان داد که در مرحله پیش آزمون، بین دو گروه کنترل و تجربی در متغیرهای حس عمقی و تطابق پوسچرال پیش بین برخی عضلات ناحیه کمری لگنی تفاوت معناداری وجود ندارد اما در مرحله پس آزمون با یکدیگر تفاوت معناداری دارند ($\alpha < 0.05$).

جدول ۴: نتایج آزمون تی زوجی در مقایسه حس عمقی و تطابق پوسچرال پیش بین برخی عضلات ناحیه کمری لگنی گروه کنترل و تجربی

گروه	آماره متغیر	(میانگین $\pm$ انحراف استاندارد) (پیش آزمون)	(میانگین $\pm$ انحراف استاندارد) (پس آزمون)	t	P-value
کنترل	عرضی شکمی / مایل داخلی	-۶۴/۳۳ $\pm$ ۲/۵۷	-۶۳/۷۵ $\pm$ ۲/۳۴	-۱/۸۶	۰/۰۸۹
	مایل خارجی	-۵۳/۴۱ $\pm$ ۲/۱۵	-۵۲/۱۶ $\pm$ ۲/۲۰	-۲/۲۶	۰/۰۵۵
	ارکتوراسپاین	-۴۳/۰۸ $\pm$ ۱/۸	-۴۲/۲۵ $\pm$ ۱/۹۱	-۱/۸۹	۰/۰۸۵
	حس عمقی	۳۵/۰۰ $\pm$ ۱/۲۷	۳۵/۵۰ $\pm$ ۱/۶۷	-۱/۵۹	۰/۱۳۹
تجربی	عرضی شکمی / مایل داخلی	-۶۴/۵۸ $\pm$ ۲/۱	-۸۲/۵۰ $\pm$ ۴/۱	۱۴/۰۴	۰/۰۰۱
	مایل خارجی	-۵۲/۰۸ $\pm$ ۱/۸	-۶۵/۶۶ $\pm$ ۲/۴۲	۱۷/۵۶	۰/۰۰۱
	ارکتوراسپاین	-۴۴/۱۶ $\pm$ ۲/۹۱	-۵۵/۰۸ $\pm$ ۲/۶۰	۹/۹۴	۰/۰۰۱
	حس عمقی	۳۵/۴۱ $\pm$ ۱/۵۶	۳۱/۲۵ $\pm$ ۰/۹۶	۹/۸۴	۰/۰۰۱

* واحد اندازه گیری تطابق پوسچرال پیش بین برخی عضلات و حس عمقی به ترتیب بر حسب میلی ثانیه و سانتی متر می باشد.

عرضی شکم/مورب داخلی، مورب خارجی و ارکتور اسپاین ناحیه کمری لگنی مردان مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی می شود. نتایج تحقیق حاضر در رابطه با تاثیر تمرینات سنسوری موتور بر افزایش دقت حس عمقی مبتلایان به کمردرد با نتایج نظر Yarahmadi و همکاران (۲۰۱۸)، Yarahmadi و همکاران (۲۰۱۷)، Letafatkar و همکاران (۲۰۱۷)، Deh-bozorgi و همکاران (۲۰۱۴) و Newcomer و همکاران (۲۰۰۰) همخوان بود (۱۱-۱۳ و ۸ و ۳).

تنظیم پوسچر کلی بدن و کنترل حرکت یه یک جریان مستمر اطلاعات پیرامونی بستگی دارد که حس عمقی تامین کننده ی بخش مهمی از این اطلاعات است. حس عمقی از آن جهت که در مقابل صدمات حرکتی محافظ

نتایج آزمون تی زوجی جدول ۴ نشان داد بین دو مرحله پیش آزمون- پس آزمون گروه کنترل تفاوت معناداری حاصل نشده است. اما در مقایسه دو مرحله پیش آزمون- پس آزمون گروه تجربی تفاوت معناداری مشاهده می شود که نشان از این دارد که تمرینات سنسوری موتور بر گروه تجربی اثر معناداری داشته است ($\alpha < 0.05$).

بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که هشت هفته تمرینات سنسوری موتور موجب تاثیر معناداری بر حس عمقی ناحیه کمری لگنی و تطابق پوسچرال پیش بین عضلات

خوبی بوده و حفظ کننده ثبات مفاصل و هماهنگ کننده طبیعی آنها در هنگام حرکت است، حائز اهمیت می‌باشد^(۳). از آنجایی که کاهش حس عمقی در مفاصل باعث اختلال در مسیرهای رفلکسی عضلات ثبات‌دهنده می‌شود می‌تواند روی تعادل فرد تاثیرگذار باشد اهمیت به بهبود آن در مبتلایان به کمردرد اهمیت زیادی دارد. مطالعات نشان داده‌اند حس عمقی قابل آموزش است و برنامه‌های توانبخشی که عمدتاً شامل آموزش حس عمقی است، باعث پیشرفت حرکات عملکردی می‌گردد^(۸). در این بین تمرینات سنسوری موتور تسهیل غیر فعال آورانهایی را در بر می‌گیرد که اثر قوی بر کنترل تعادل و وضعیت بدنی دارند. جاندا اظهار داشت که لایه‌های مختلف عضلات با عملکردهای مختلف را باید به طرق متفاوتی تحریک نمود. برای مثال لایه‌های سطحی ستون فقرات کمری تحت کنترل ارادی مستقیم هستند، در صورتی که ثبات دهنده‌های عمقی ستون فقرات چنین نمی‌باشند. برای مثال برای تحریک عضلات عمقی به جای استفاده از تمرین ارادی باید از طریق تحریک رفلکسی توسط تمرین حسی حرکتی استفاده نمود^(۱۴). لذا از مکانیزهای احتمالی تاثیر تمرینات سنسوری موتور پر دقت حس عمقی می‌توان اذعان داشت عضلاتی که در اثر کمردرد غیر فعال شده بودند، به طور فعال تری درگیر شوند و سیستم عصبی مرکزی تحریکات مناسب‌تر و موثرتری از اعصاب‌آوران گیرنده‌های عمقی این عضلات دریافت نمایند. همچنین احتمالاً متعاقب استفاده از تمرینات سنسوری موتور با ایجاد هم انقباضی عضلانی مناسب و تغییر در استراتژی‌های حرکتی، فرد را به الگوی حرکتی صحیح کنترل پاسچر نزدیک می‌کند^(۳).

نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر در رابطه با بهبودی تطابق پوسچرال پیش بین عضلات عضلات عرضی شکم/مورب داخلی، مورب خارجی و ارکتور اسپاینبا نتایج تحقیقات Knox و همکاران (۲۰۱۷)، Masse- Alarie و همکاران (۲۰۱۷)، Chiou و همکاران (۲۰۱۸)،

Hwang و همکاران (۲۰۱۳)، Hodges و همکاران (۲۰۱۵) و Hadadnezhad و همکاران (۱۳۹۳) همسوئی دارد^(۱۷). نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق McCaskey و همکاران (۲۰۱۸) مغایر می‌باشد^(۱). McCaskey و همکاران طی تحقیقی بررسی تاثیر تمرینات سنسوری موتور بر درد، عملکرد و کنترل حرکتی مبتلایان به کمردرد پرداختند. در این تحقیق تمرینات به مدت ۹ جلسه ۱۵ دقیقه‌ای انجام گرفت. در پایان نتیجه گرفتند که تمرینات سنسوری موتور تاثیر معناداری بر بهبودی علائم کمردرد ندارد. از دلایل مغایرت داشتن نتایج McCaskey و همکاران با مطالعه حاضر می‌توان به طول مدت مداخله و جلسات تمرینی اشاره کرد. لطافت کار و همکاران (۲۰۱۷) طی تحقیقی که به بررسی تاثیر تمرینات سنسوری موتور بر سیستم حس عمقی، کنترل حرکتی و کیفیت زندگی مبتلایان کمردرد مزمن پرداخته بودند، تاثیر گذاری مثبت تمرینات سنسوری موتور را گزارش کردند^(۸). McCaskey و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی با عنوان تاثیر تمرینات ویژه سنسوری موتور بر بیماران کمر درد به این نتیجه رسیدند که تمرینات سنسوری موتور موجب کاهش درد و بهبود عملکرد در فعالیت‌های عملکردی می‌شود^(۱۸).

اگرچه که مطالعه مکانیسم‌ها و پیچیدگی تغییرات ویژگی‌های بیومکانیکی مرتبط با کمردرد اخیراً آغاز شده است ولی همچنان این مهم یکی از چالش‌های بزرگ دانشمندان می‌باشد. تغییرات ویژگی‌های بیومکانیکی ممکن است در یک طیف از تغییرات در هماهنگی عضلانی تا اجتناب کامل از حرکت قابل مشاهده باشد و ممکن است به صورت تحرک بیش از حد و یا کم تحرکی در سگمان‌های درگیر قابل ملاحظه باشد. تغییرات ویژگی‌های بیومکانیکی در شرایط حاد بروز کمردرد ممکن است بتواند از طریق کاهش بارگذاری، بافت‌های آسیب دیده را از آسیب بیشتر محافظت کند اما باقی ماندن این تغییرات پس از بهبودی از کمردرد می‌تواند سلامت بافت را به مخاطره انداخته و در برگشت

حرکتی تغییر یافته در اثر عدم تعادل عضلانی، که باعث ناکارآمدی بیومکانیکی و اعمال اضافه بار بر ساختارها در طول زمان می‌گردد ۲- بارگیری ناگهانی پیش‌بینی و کنترل نشده در انتهای دامنه بافت‌ها و مفاصل به دلیل ضعف در زمان عکس‌العمل و استراتژی‌های تعادل که قابلیت جذب و هماهنگی را ندارند (برای مثال: کنترل ضعیف مرکز ثقل که در طول زمان، کسب شده و جایگزین استراتژی‌های کارآمدتر برنامه‌های زیر قشری شده است). در نتیجه محققان تمرین حسی حرکتی را مداخله‌ای ایده آل برای بازآموزی زمان عکس‌العمل و کنترل دستگاه حرکتی و در نتیجه کاهش احتمال آسیب مجدد معرفی نموده‌اند^(۱۴). تمرین حسی حرکتی مرحله مهمی در فرآیند توانبخشی است که توسط جاندا ارائه شده است. تکنیک‌های درمان دستی به تنهایی برای بازتوانی دستگاه حرکتی کافی نیستند، تحریک و ادغام حرکات توسعه یافته و استراتژی‌های حرکتی لازم و ضروری است. شناخت، حافظه، حرکت مرکزی (central motor) و تطابق‌های برنامه حسی (sensory program) (Adaptation) برای بهبود نتایج توانبخشی الزامی هستند. کاهش عوامل وابسته به درد، درد و التهاب، دامنه حرکتی و بارگیری بیومکانیکی را ممکن می‌کند و حرکات سینرژستی (synergistic movement) و حرکات یکپارچه شده کل بدن را تقویت می‌نماید. مشخص شده که در بهبود عکس‌العمل عضلانی، تمرین حسی حرکتی به طور معنی‌داری بیش از توسعه تمرین تقویتی صرف، تعادل عضلانی و قدرت را توسعه می‌دهد^(۱۴). از مکانیزم‌های تأثیر گذاری این شیوه تمرینی بر شروع وارد عمل شدن عضلات تنه می‌توان گفت کهاز طریق مسیرهای نخاعی مخچه‌ای، نخاعی تالاموسی، دهلیزی نخاعی و دهلیزی مخچه‌ای مراکز بالاتر ساختارهای زیر قشری را تحت تأثیر قرار می‌دهد که اطلاعات تنظیمی کلیدی را برای حفظ وضعیت بدنی هماهنگ و تعادل فراهم کرده و بر آن تأثیر مثبت می‌گذارند. از دیگر مکانیزم‌های تأثیرگذار بر شروع وارد عمل شدن عضلات

عملکرد طبیعی به بافت‌ها و سگمان‌ها اختلال ایجاد کند^(۱۹). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عضله عرضی شکمی/مورب داخلی در حین حرکت فلکسیون اندام فوقانی راست اولین عضله‌ای بود که وارد عمل شد و این یافته با مطالعات پیشین همخوانی دارد. اگرچه فعالیت پیش‌بینانه عضله عرضی شکمی/مورب داخلی در تحقیقات مورد مطالعه قرار گرفته است اما اینکه این عضله بصورت مستقل از جهت حرکت یا وابسته به آن فعالیت می‌نماید کماکان یکی از سوالات مبهم محققان می‌باشد. محققان مطالعات متعددی را انجام دادند که در آنها فعالیت پیش‌بینانه عضلات تنه در سمت مقابل اغتشاش در حین حرکت یکطرفه اندام فوقانی در جهات مختلف مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که عضله عرضی شکمی/مورب داخلی سمت مقابل اغتشاش زودتر از سایر عضلات تنه وارد عمل می‌شود که به دلیل وضعیت قرارگیری فیبرهای آن و تأثیری که بر فاشیای توراکولومبار و افزایش فشار داخل شکمی می‌باشد. در پایداری سگمنتال ناحیه کمری نقش داشته و برخلاف عضلات سطحی تنه مانند مورب خارجی مستقل از جهت حرکت عمل می‌کند^(۲۰).

همچنین نتایج مطالعه نشان داد که عضله ارکتور اسپاین نسبت به عضلات عرضی شکمی/مورب داخلی و مورب خارجی نسبت به تکلیف فلکشن بازو دیرتر وارد عمل شده است که این بیانگر این مطلب است که احتمالاً اغتشاش روتاتوری ناشی از فلکسیون یک طرفه اندام فوقانی نتوانسته است فعالیت زودتر این عضله را ایجاد نماید. فعالیت پیش‌بینانه عضله ارکتور اسپاین می‌تواند یک اغتشاش ثانویه به سیستم تحمیل نماید که باید توسط فعالیت سایر عضلات پاسچرال کنترل شود. به عبارت دیگر، گشتاورهای ناخواسته ناشی از فعالیت عضلات آگونیست باید به طور کامل توسط فعالیت سایر سینرژست‌ها کنترل شود تا پایداری پاسچرال مطلوب فراهم گردد^(۲۰). آسیب اسکلتی عضلانی معمولاً از یکی از این دو منبع حادث می‌شود: ۱- الگوهای

به کمردرد مزمن باعث تسهیل راه‌های عصبی عضلانی و در نتیجه بهبود سیستم حرکتی و ثباتی ناحیه ستون فقرات گردیده که این موضوع در توانبخشی افراد مبتلا به کمردرد مزمن اهمیت بالایی دارد. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی سطحی و عدم بررسی فعالیت عضلات عمقی اشاره کرد، لذا به محققان پیشنهاد می‌شود در انجام تحقیقات آینده فعالیت عضلات عمقی نیز مورد بررسی قرار بدهند.

تشکر و سپاسگزاری

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه خوارزمی با قرارداد منعقد شده به شماره ۴/۱۹۶۷۰۵ مورخ ۱۳۹۶/۹/۴ می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان این مطالعه از معاونت پژوهش دانشگاه خوارزمی که هزینه مالی را بر عهده داشتند و همچنین از آزمودنی‌های محترم تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تنه می‌توان گفت تمرین حسی حرکتی حرکات کل بدن را با ثبات خودکار یکپارچه می‌کند و از فعالیت‌های استاتیک به فعالیت‌های داینامیک و فعالیت عملکردی پیشرفت می‌نماید. جنبه‌های تمرین بر پایه تمرین حسی حرکتی یک تلاش فراگیر عمومی برای تمرین دستگاه اسکلتی عضلانی با اولویت بهبود و توسعه عملکرد دستگاه عصبی مرکزی از طریق آگاهی حسی، هماهنگی، کیفیت کنترل حرکتی و برنامه ریزی مجدد حرکتی می‌باشد^(۴و۸).

نتیجه گیری

در مجموع نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات حسی حرکتی می‌توانند در بهبودی حس عمقی و کنترل و بازگرداندن الگوی فعالیت عضلانی تنه افراد مبتلا به کمردرد مزمن به وضعیت نرمال نقش داشته باشند. به نظر می‌رسد انجام تمرینات حسی حرکتی در افراد مبتلا

References

1. McCaskey MA, Wirth B, Schuster-Amft C, de Bruin ED. Postural sensorimotor training versus sham exercise in physiotherapy of patients with chronic non-specific low back pain: An exploratory randomised controlled trial. *PloS one*. 2018;13(3):e0193358.
2. Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Pijnenburg M, Goossens N, Brumagne S. Young individuals with a more ankle-steered proprioceptive control strategy may develop mild non-specific low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2015;25(2):329-38.
3. Yarahmadi Y, Hadadnezhad M, Shojaodin S S. A Comparison of the Effectiveness of Suspended Exercise and Functional Stabilization Exercise on the Intensity of Pain, Proprioception Functional and Movement Control Ability in Men with Non-specific Chronic Low Back Pain. *J Mil Med*. 2018; 20 (2):189-200.
4. Chiou SY, Hurry M, Reed T, Quek JX, Strutton PH. Cortical contributions to anticipatory postural adjustments in the trunk. *The Journal of physiology*. 2018;596(7):1295-306.
5. Teyhen DS, Williamson JN, Carlson NH, Suttles ST, O'Laughlin SJ, Whittaker JL, Goffar SL, Childs JD. Ultrasound characteristics of the deep abdominal muscles during the active straight leg raise test. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009;90(5):761-7.
6. Masse-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, Schneider C. The side of chronic low back pain matters: evidence from the primary motor cortex excitability and the postural adjustments of multifidi muscles. *Experimental brain research*. 2017;235(3):647-59.
7. Ouellette AL, Liston MB, Chang WJ, Walton DM, Wand BM, Schabrun SM. Safety and feasibility of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with sensorimotor retraining in chronic low back pain: a protocol for a pilot randomised controlled trial. *BMJ open*. 2017;7(8):e013080.
8. Letafatkar A, Nazarzadeh M, Hadadnezhad M, Farivar N. The efficacy of a HUBER exercise system mediated sensorimotor training protocol on proprioceptive system, lumbar movement control and quality of life in patients with chronic non-specific low back pain. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 2017;30(4):767-78.
9. Bae SH, Lee JH, Oh KA, Kim KY. The effects of kinesio taping on potential in chronic low back pain patients anticipatory postural control and cerebral cortex. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(11):1367-71.
10. Hwang JA, Bae SH, Do Kim G, Kim KY. The effects of sensorimotor training on anticipatory postural adjustment of the trunk in chronic low back pain patients. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(9):1189-92.
11. 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. *J Anesth Pain* 2017;8(1).54-66.
12. Deh-bozorgi MN, Letafatkat A, Sabounchi R. Efficacy of sensorimotor training on proprioception and neuromuscular coordination in patients with chronic nonspecific low back pain. *Sport Medicine Studies*. 2014;6(15):71-88.
13. Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An KN. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. *Spine*. 2000 Oct 1;25(19):2488-93.
14. Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach. *Human kinetics*; 2010.
15. Knox MF, Chipchase LS, Schabrun SM, Marshall PW. Improved compensatory postural adjustments of the deep abdominals following exercise in

- people with chronic low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2017;37:117-24.
16. Hodges PW, Smeets RJ. Interaction between pain, movement, and physical activity: short-term benefits, long-term consequences, and targets for treatment. *The Clinical journal of pain*. 2015 ;31(2):97-107.
17. Hadadnezhad M, Rajabi R, Ashraf Jamshidi, Shirzad E. The effect of plyometric training on trunk muscle pre-activation inactive females with trunk neuromuscular control deficit. *J ShahidSadoughiUniv Med Sci* 2014; 21(6): 705-15. [Persian].
18. McCaskey MA, Schuster-Amft C, Wirth B, de Bruin ED. Effects of postural specific sensorimotor training in patients with chronic low back pain: study protocol for randomised controlled trial. *Trials*. 2015;16(1):571.
19. Morris SL, Lay B, Allison GT. Corset hypothesis rebutted-Transversus abdominis does not co-contract in unison prior to rapid arm movements. *Clinical biomechanics*. 2012;27(3):249-54.
20. Davarian S, Maroufi N, Takamjani EE, Parnianpour M, Farahmand F. Anticipatory Postural Adjustments of Trunk Muscles during Unilateral Arm Flexion. *Rehabilitation Medicine*. 2014; 2(4): 24-36.[Persian]