مطالعات طب ورزشی شماره ۱۵، بهار و تابستان ۱۳۹۳، صص ۸۸-۷۱

بررسی اثربخشی تمرینات حسی–حرکتی بر حس عمقی و هماهنگی عصبی–عضلانی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی

مریم نظرزاده ده بزرگی[۱]، امیر لطافت‌کار[۲]، رضا صابونچی[۳]

۱. کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه آزاد بروجرد

۲. استادیار دانشگاه خوارزمی*

۳. استادیار دانشگاه آزاد بروجرد

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۴/۰۳

چکیده

نتایج پژوهش‌های پیشین نشان‌داده‌اند که بین اختلالات حس عمقی و هماهنگی عصبی-عضلانی با میزان درد بیماران مبتلا به کمردرد ارتباط وجوددارد. هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی اثربخشی تمرینات حسی-حرکتی بر حس عمقی و هماهنگی عصبی-عضلانی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی است. ۵۳ بیمار مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی با استفاده از پرسش‌نامهٔ رولاند موریس انتخاب شدند و در دو گروه تجربی (۲۷ نفر) و کنترل (۲۶ نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی پنج هفته تمرینات حسی-حرکتی را روی دستگاه هوبر انجام دادند. برای سنجش هماهنگی عصبی-عضلانی، حس عمقی و درد کمر در ابتدا و پس از ۱۰ جلسه تمرین به‌ترتیب از دستگاه هوبر، گونیامتر و مقیاس آنالوگ بصری استفاده شد. از آزمون‌های آماری تی زوجی و تی مستقل برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده‌شد. بهبود قابل توجه در حس عمقی و هماهنگی عصبی-عضلانی و همچنین کاهش معناداری در میزان درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مشاهده‌شد (P=۰/۰۰۱). با توجه به اندازهٔ اثر بسیار زیاد در گروه تمرینات حسی-حرکتی، پیشنهاد می‌شود از این برنامهٔ تمرینی در درمان بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی در آینده استفاده‌شود.

واژگان کلیدی: کمردرد مزمن غیراختصاصی، حس عمقی، هماهنگی عصبی-عضلانی، تمرینات حسی-حرکتی

*نویسنده مسئول: Email: letafatkaramir@yahoo.com

مقدمه

کمردرد یکی از مشکلات اساسی بهداشتی-درمانی پرهزینه در بسیاری از کشورهای پیشرفته و در حال پیشرفت است که اثرات اقتصادی و اجتماعی زیادی بر جای می‌گذارد (۴-۱) هزینهٔ مستقیم درمان کمردرد در آمریکا، در هر سال ۶۵ میلیارد دلار تخمین‌زده‌شده و هزینه‌های غیرمستقیم آن (که شامل از دست دادن روزهای کاری و تولید است) در مجموع بیش از ۱۷۰ میلیارد دلار است (۵،۶). در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن، دقت حس عمقی ناحیهٔ کمری-خاجی (۷)، کنترل عضلات تنه (۸) و تعادل (۹) تغییر پیدا می‌کند.

مطالعات روی پوسچر افراد مشخص کرده‌اند که کاهش حس عمقی باعث اختلال در شاخص-هایی همچون زمان عکس‌العمل (۱۰)، کنترل پوسچر و تعادل می‌شود (۹). تحقیقات اخیر بیان‌کرده‌اند که شاخص‌هایی مثل حس عمقی، هماهنگی عصبی-عضلانی و تعادل با کمردرد ارتباط دارند (۷). ممکن است یک یا چند مورد از شاخص‌های کاهش حس عمقی و کاهش هماهنگی عصبی-عضلانی نیز در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی دیده‌شود (۱۱). این عوامل به ایجاد حرکات و الگوهای حرکتی غلط در بیمار، کاهش کارآیی حرکتی و وارد آمدن فشار بیشتر به ستون فقرات کمری در این افراد منجر می‌شود و در نهایت، پدیدهٔ درد در این بیماران به‌وجود خواهد آمد.

برای درمان کمردرد مزمن غیراختصاصی مطالعات زیادی انجام‌شده و پروتکل‌های درمانی متعددی نقد و بررسی شده‌اند (۱۴-۱۲). این تحقیقات گزارش داده‌اند که تمرینات مکنزی برای کاهش درد کمر در کوتاه‌مدت مؤثراست (۱۲). اثر تمرینات کنترل‌حرکتی کمر در بیماران دارای کمردرد مزمن غیراختصاصی باعث بهبود کنترل حرکت، پوسچر و درد در فعالیت‌های عملکردی در کوتاه‌مدت شده‌است (۱۳) و آموزش تمرینات مناسب به این بیماران اثر ماندگار زیادی در بهبودی آن‌ها دارد (۱۴). تحقیقات موجود بیانگر این موضوع‌اند که افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی دچار اختلالات در حس عمقی‌اند (۷) و برای درمان این افراد احتمالاً تمرینات ثبات‌دهندهٔ ستون فقرات (۱۵)، تمرینات کنترل پوسچر به‌وسیلهٔ دستگاه توان‌بخشی هوبر[1] (۱۶) و تمرینات حسی-حرکتی روی سطح نامتعادل (۱۷) می‌توانند مؤثر واقع شوند.

دستگاه هوبر از اولین دستگاه‌های ساخته‌شده در جهان برای هماهنگی عصبی-عضلانی و اصلاح وضعیت بدنی است و سازندگان آن اعتقاد دارند این دستگاه به‌طور همزمان عضلات را تقویت‌کرده و هماهنگی را افزایش می‌دهد (۱۶). همچنین، پیشنهاد شده‌است که هوبر

1. Huber spine force

دستگاهی برای تقویت عضلات ثبات‌دهندهٔ عمقی است. عضلات عمقی ستون فقرات، در مقایسه با عضلات سطحی بدن برای هماهنگی عصبی-عضلانی و کنترل حرکت ضروری‌ترند (۱۶). مورونه و همکاران (۲۰۱۲) بیان‌کردند که تمرینات حسی-حرکتی روی سطح نامتعادل اثر مثبت و سریعی بر کاهش درد در بیماران مبتلا به کمردرد دارد (۱۷). همچنین، افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی وضعیت‌های بدنی نامناسبی به خود می‌گیرند که علت آن احتمالاً کنترل ضعیف عضلات کمری است و بیان‌شده که انجام تمرینات حسی-حرکتی توسط این افراد باعث افزایش ثبات پوسچر تنه و بهبود کنترل حرکات کمری می‌شود (۱۸،۱۹).

در تحقیقاتی که به تازگی در مورد درمان کمردرد مزمن غیراختصاصی انجام شده، تمرکز محققان بر تمریناتی است که به‌طور همزمان بر حس و حرکت تمرکز دارند (۲۰-۱۸). در نهایت، با توجه به مطالبی که گفته شد و پیشنهاد تحقیقات مداخله‌ای پیشین در مورد درمان کمردرد مزمن غیراختصاصی (۲۰-۱۷)، هدف این تحقیق بررسی تأثیر تمرینات آموزشی-درمانی و حسی-حرکتی[2] بر حس عمقی و هماهنگی عصبی-عضلانی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی است.

روش پژوهش

جامعهٔ آماری این تحقیق شامل زنان و مردان ۳۰ تا ۵۰ ساله و نمونه‌های آماری متشکل از ۵۳ فرد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بودند. با مراجعه به مرکز تندرستی ورزشی پاد شیراز، پس از تکمیل فرم جمع‌آوری اطلاعات، افرادی که دارای شرایط اولیهٔ ورود به تحقیق بودند، در صورت ابتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی (معرفی به‌وسیلهٔ متخصص ارتوپدی) وارد تحقیق می‌شدند. متخصصان ارتوپدی بیماران را از نظر بالینی ارزیابی می‌کردند و افرادی که طبق نظر متخصصان، دارای شرایط اجرای پروتکل تمرینی و آزمون‌های موردنظرنبودند و نمرهٔ پرسش‌نامهٔ رولاند-موریس[3] آن‌ها کمتر از چهار بود از تحقیق کنارگذاشته‌شدند (۲۰). آزمودنی‌ها ابتدا به‌صورت هدفمند انتخاب و سپس به‌طور تصادفی به دو گروه تمرینات حسی-حرکتی (۲۷ نفر) و گروه کنترل (۲۶ نفر) تقسیم‌بندی شدند.

پیش از شروع تحقیق، مراحل انجام آن برای آزمودنی‌ها شرح‌داده و اعلام‌شد که در صورت عدم تمایل به ادامهٔ همکاری می‌توانند در هر زمان از مراحل انجام تحقیق انصراف دهند. سپس از افراد خواسته‌شد برای انجام بررسی‌های اولیه در ساعات مشخص‌شده به مرکز تندرستی ورزشی

1. Morone
2. Sensorimotor Training
3. Roland Morrice questionnaires

پاد مراجعه‌کنند. برای همگن‌کردن و انتخاب آزمودنی‌ها از فرم جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد. پس از اطمینان از رعایت اخلاق در پژوهش و اخذ فرم رضایت‌نامهٔ کتبی، حس عمقی کمر افراد دارای شرایط ورود به تحقیق به‌وسیلهٔ گونیامتر ارزیابی و میزان درد کمر آزمودنی‌ها بر اساس مقیاس بصری درد بررسی‌شد. سپس کار با دستگاه توان‌بخشی هوبر به آزمودنی‌ها آموزش داده شد و آزمون هماهنگی عصبی عضلانی از آن‌ها به عمل‌آمد. تمرینات حسی-حرکتی با دستگاه توان‌بخشی هوبر مدل (قدرت ستون فقرات) ساخت کمپانی (ال.پی.جی) فرانسه در مرکز تندرستی ورزشی پاد شیراز انجام شد، پس از انجام ۱۰ جلسه (پنج هفته) برای گروه تجربی، حس عمقی، میزان درد و هماهنگی عصبی-عضلانی آزمودنی‌ها مانند روند ذکرشده در پیش‌آزمون ارزیابی و نتایج تجزیه و تحلیل شد. محقق در تمامی مراحل انجام تحقیقات حضور داشت. پایایی اندازه‌گیری دستگاه برای هماهنگی توسط محقق بررسی شد و حدود ۰/۹۱ به‌دست آمد. همچنین در مقایسهٔ این دستگاه با دستگاه تعادل سنج بایودکس روایی معادل ۰/۸۹ به‌دست آمد.

صفحه متحرک[1]: صفحه‌ای متحرک است که روی آن برای حالت‌های وضعیتی مختلفی که باید به فرد داده شود شماره‌گذاری‌شده‌است. پلت فرم وضعیتی بی‌ثبات برای حرکت ایجاد می‌کند. البته شیب، سرعت و جهت چرخش پلت فرم نسبت به خود فرد و نوع کاربرد استفاده از آن قابل تنظیم است. حرکت پلت فرم باعث انطباق ثابت از مناطق فشار پا می‌شود. تغییرات حس‌شده توسط قوس‌های پا پایداری‌ای برای تعادل و انتشار آن در حین حرکت به قسمت‌های بالای بدن می‌دهند.

دستگیره‌ها: دستگیره‌ها طبق علم ارگونومیک برای استفاده راحت از دستگاه در وضعیت‌های مختلف طراحی‌شده‌اند. این دستگیره‌ها دارای حسگرند تا میزان فشار و کشش فرد را ارزیابی کنند.

بازخورد[2]: فیدبک نشان‌داده‌شده روی صفحهٔ نمایش دستگاه تلاش‌های فیزیکی فرد را به‌صورت درجه‌بندی‌شده نشان‌می‌دهد و تجسم فکری از هدفی مشخص را به‌وجودمی‌آورد. همچنین سطح تلاش سمت راست و چپ بدن را نشان‌می‌دهد.

اسکن: بالا و پایین رفتن مانیتور و دستگیره‌ها که دامنهٔ حرکت تناوبی عمودی آن از یک تا پنج درجه است و بسته به هدف تمرین انتخاب می‌شوند. اسکن با تغییر وضعیت‌های مختلف در طول تمرین باعث فراخوانی فیبرهای عضلانی مختلف می‌شود.

1. Mobile platform
2. Feedback

نمایش جدول هماهنگی عصبی-عضلانی: در پایان هر تمرین در یک قسمت مشخص‌شده روی مانیتور جدولی به نمایش درمی‌آید که شامل اطلاعاتی از هماهنگی عصبی-عضلانی، میزان فشار و کشش وارد بر دستگیره‌ها، تعادل، و مقدار نیروی وارد بر دو طرف بدن در آن تمرین است. درمانگر بر اساس این اطلاعات تمرین بعدی را برای بیمار طراحی می‌کند.

وضعیت‌های بدنی آزمودنی برای آزمون: پاها روی اعداد سه پلت فرم، مچ و زانو خم، دست‌ها در امتداد شانه، لگن و مهره‌های کمر در حالت خنثی و نگاه روبه روی مانیتور است.

تنظیمات دستگاه برای این آزمون: شیب و سرعت پلت فرم روی ۵۰ درجه؛ اسکن، خاموش؛ میزان فشار به دستگیره‌ها، عدد دو؛ میزان کشیدن دستگیره‌ها، عدد سه، و مدت زمان آزمون به اندازهٔ شش حرکت تنظیم شد. آزمونگر این اعداد را برای این آزمون تعیین کرد تا شرایط برای همهٔ آزمودنی‌ها یکسان باشد.

آزمون هماهنگی عصبی-عضلانی در حالت (فشار-فشار): در این آزمون، آزمودنی به دستگیره‌ها فشار وارد می‌کند (هل می‌دهد) تا اندازه‌ای که فیدبک مانیتور برای دو دست عدد دو را نشان دهد. زمانی‌که آزمونگر دکمهٔ شروع را فشار می‌دهد، پلت فرم شروع به حرکت می‌کند و حسگرها و فیدبک فعال می‌شود. آزمودنی باید سعی کند تا وضعیت بدنی خود را همان‌طور که گفته شد ثابت نگه دارد و میزان فشار به دستگیره‌ها را به‌طور ثابت روی عدد دو نگه دارد (زمانی‌که فرد فشار را به اندازه وارد کند فیدبک درجه‌بندی‌شده، درجهٔ سبز رنگ را نشان می‌دهد)، درحالی‌که زیر پایش در حال حرکت است. زمانی‌که شش حرکت به پایان رسید دستگاه متوقف می‌شود و امتیاز نهایی آزمودنی را نشان‌می‌دهد.

آزمون (کشش-کشش): در این آزمون، آزمودنی دستگیره‌ها را به سمت خودش می‌کشد تا اندازه‌ای که فیدبک مانیتور برای دو دست عدد سه را نشان‌دهد. نحوهٔ انجام آزمون مشابه (فشار-فشار) است.

نحوهٔ ارزیابی میزان درد کمر: میزان کمردرد آزمودنی‌ها با استفاده از مقیاس بصری درد[1] اندازه‌گیری‌شد. از این مقیاس برای اندازه‌گیری شدت درد ادراک‌شده استفاده می‌شود. از این مقیاس به‌طور گسترده در پژوهش‌های مرتبط با درد استفاده می‌شود و اعتبار و روایی آن مکرراً تأییدشده‌است (۲۱).

نحوهٔ ارزیابی حس عمقی: سه نشانگر به مرکز سطح فوقانی خارجی بازو، برجستگی ستیغ ایلیاک و سطح فوقانی خارجی مفصل ران متصل شد. سپس آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده،

1. Visual Analogue Scale

راحت و ثابت بدون کفش و جوراب قرار گرفتند، پاها به اندازهٔ عرض شانه‌ها از هم باز بود دست‌ها به حالت ضربدری و آرنج‌ها خم‌شده در جلو قرار گرفتند، گردن در حالت طبیعی حفظ شد و چشم‌ها بسته شدند. در ادامه، مرکز گونیامتر روی ستیغ ایلیاک گذاشته و دو بازوی گونیامتر یکی روی نشانگر نصب‌شده روی قسمت خارجی ران، و بازوی دیگر روی ۳۰ درجه خم‌شدن تنظیم‌شد و از آزمودنی‌ها خواسته‌شد با چشمان بسته و سرعت یکنواخت و نسبتاً آهسته تا ۳۰ درجه خم‌شود و با مکث پنج ثانیه‌ای سعی‌کند این وضعیت را به‌خاطر بسپارد (در این مرحله با تحریک صوتی خاتمهٔ حرکت به اطلاع آزمودنی رسانده می‌شد)، سپس باز به آرامی به وضعیت اولیه بازگردد و پس از مکث پنج‌ثانیه‌ای حرکت بعدی را شروع کند. پس از سه بار تکرار (برای یادگیری) در مرحلهٔ آزمون فرد باید وضعیت ۳۰ درجهٔ خم‌شده را (بدون وجود تحریک صوتی) بازسازی می‌کرد. این آزمون سه بار تکرار می‌شد و میزان خطاهای آزمودنی بر حسب درجه ثبت می‌شد. نیوکامر[1] (۲۰۰۰) روش انجام این آزمون را معرفی کرد و اعتبار آن نیز در حد (۸۷ ٪) ارزیابی‌شده‌است (۲۲).

شکل ۱. نحوهٔ ارزیابی حس عمقی

نحوهٔ ارزیابی هماهنگی عصبی-عضلانی: برای ارزیابی هماهنگی عصبی-عضلانی از آزمون اختصاصی هماهنگی عصبی-عضلانی دستگاه هوبر استفاده‌شد. برای انجام این آزمون ابتدا سعی شد هر آزمودنی شناخت کافی از دستگاه پیداکند تا با آموزش‌هایی که به فرد داده می‌شود، بتواند آزمون هماهنگی عصبی-عضلانی را انجام‌دهد. برای اعتبار این آزمون از ۱۰ نفر آزمون هماهنگی عصبی-عضلانی گرفته‌شد و یک هفته بعد دوباره آزمون تکرار شد. نتیجهٔ دو آزمون بسیار به هم نزدیک و میزان همبستگی بین دو آزمون ۸۵ درصد بود.

برنامهٔ تمرینات حسی-حرکتی با دستگاه توان‌بخشی هوبر: تمرینات حسی-حرکتی روی سطحی ناهموار انجام شد. در این تمرین فرد با استفاده از دریافت اطلاعات حسی، عملکرد حرکتی خود را بهبود می‌بخشید.

1. Newcomer

شکل ۲. دستگاه توان‌بخشی هوبر

تمرینات حسی-حرکتی: نحوهٔ انجام این تمرینات مشابه آزمون هماهنگی عصبی-عضلانی است. با این تفاوت که میزان فشار و کشش در اینجا به عملکرد فرد در هماهنگی عصبی-عضلانی در هر تمرین بستگی دارد.

تمرینات حسی-حرکتی استفاده‌شده در تحقیق در جدول ۱ آورده شده است. تمرینات حسی-حرکتی بر اساس اصل اضافه بار طراحی‌شد. حجم تمرین در صورتی افزایش پیدا می‌کرد و آزمودنی به سطوح بالاتر می‌رفت که در آن تمرین هماهنگی عصبی-عضلانی لازم را به‌دست آورده باشد. بیمار به‌وسیلهٔ حس بینایی عملکرد تعادل و هماهنگی عصبی عضلانی خود را در دو طرف بدن روی دستگاه تنظیم می‌کرد و درمانگر نیز تلاش می‌کرد با استفاده از حواس شنوایی و لامسه در بیمار، پوسچر فرد را اصلاح کند. با توجه به اینکه وضعیت خنثای مهره‌های کمر و لگن برای افزایش کنترل حرکتی فرد بسیار مهم است، درمانگر حرکت صحیح لگن و مهره‌های ناحیهٔ کمر را به بیمار آموزش می‌داد. با استفاده از یک‌سری از حرکت‌های کششی روی دستگاه، بدن بیمار سرد می‌شد. تعداد جلسات تمرینات حسی-حرکتی در این تحقیق ۱۰ جلسهٔ ۳۰ دقیقه‌ای شامل (پنج دقیقه گرم‌کردن، ۱۰ دقیقه کشش، ۱۰ دقیقه تمرینات حسی-حرکتی، پنج دقیقه سردکردن) بود.

جدول ۱. پروتکل تمرینات حسی-حرکتی

جلسات	مرحله	اسکن	شیب	سرعت	زمان بر اساس		شدت		هدف هماهنگی عصبی عضلانی
					تعداد حرکت	تعداد ست	فشار	کشش	
۱	تنظیم دستی	خاموش	۳۰	۳۰	۶ فشار ۶ کشش	۲	٪۳۰	٪۳۰	**بیش از ۴۰٪**
۲	تنظیم دستی	خاموش	۴۰	۴۰	۶ فشار ۶ کشش	۲	٪۳۰	٪۳۰	**بیش از ۶۰٪**
۳	تنظیم دستی	خاموش	۵۰	۵۰	۶ فشار ۶ کشش	۲	٪۳۰	٪۳۰	**بیش از ۸۰٪**
۴	مرحلهٔ میانی A	روشن	۵۰	۵۰	در تمرین ۲ فشار ۲ کشش	(A)۳	٪۴۰	٪۴۰	**بیش از ۸۰٪**
۵	مرحلهٔ میانی A+B	روشن	۵۰	۵۰	در هر تمرین ۲ فشار ۲ کشش	(A)۲ (B) ۲	٪۴۰	٪۴۰	**بیش از ۸۰٪**
۶	مرحلهٔ میانی A+B	روشن	۵۰	۵۰	درهر تمرین ۲ فشار ۲ کشش	(A) ۲ (B) ۲	٪۵۰	٪۵۰	**بیش از ۸۰٪**
۷	مرحله میانی A+B+C	روشن	۵۰	۵۰	درهر تمرین A، B وC ۲ فشار ۲ کشش	(A) ۱ (B) ۱ (C)۲	٪۵۰	٪۵۰	**بیش از ۸۰٪**
۸	مرحلهٔ میانی A+B+C+D	روشن	۵۰	۵۰	درهر تمرین A، B، C ، Dو ۲ فشار ۲ کشش	(A) ۱ (B) ۱ (C) ۱ (D) ۱	٪۵۰	٪۵۰	**بیش از ۸۰٪**
۹	مرحلهٔ میانی A+B+C+D	روشن	۵۰	۵۰	درهر تمرین A، B، Cو D	(A) ۱ (B) ۱	٪۶۰	٪۶۰	**بیش از ۸۰٪**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

			۱ (C) ۲ فشار						
			۱(D) ۲ کشش						
بیش از ۸۰٪	٪۶۰	٪۶۰	۱(A)	درهر تمرین A و B و C و D	۵۰	۵۰	روشن	A+B+C+D	مرحلهٔ میانی ۱۰
			۱(B)						
			۱(C) ۲ فشار						
			۱(D) ۲ کشش						

برای بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنف، برای مقایسهٔ درون‌گروهی بین متغیرهای پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون تی زوجی، و برای مقایسهٔ بین گروهی متغیرها در پس‌آزمون، آزمون تی مستقل استفاده‌شد. اندازهٔ اثر به روش دی کوهن محاسبه شد، به‌نحوی‌که مقادیر ۰/۲- ۰/۵ اندازهٔ اثر کوچک، ۰/۵- ۰/۸ اندازهٔ اثر متوسط و بیش از ۰/۸ به‌عنوان اندازهٔ اثر بزرگ در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخهٔ ۱۸ انجام شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های گروه تمرینات حسی-حرکتی و کنترل

متغیر	گروه‌ها	گروه تمرینات حسی-حرکتی (N=۲۷) (میانگین و انحراف استاندارد)	گروه کنترل (N=۲۶) (میانگین و انحراف استاندارد)	P
سن (سال)		۳۶/۸۶ع۷/۱۶	۳۸/۲۵ع۶/۱۹	۰/۴۸۵
قد (سانتی‌متر)		۱۶۳ع۷/۳۵	۱۶۷/۹۱ع۸/۹۳	۰/۰۷۷
وزن (کیلوگرم)		۶۴/۰۴ع۶/۷۲	۷۰/۷۰ع۷/۵۸	۰/۰۸۷

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد بین متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در گروه‌های مورد بررسی تفاوت معناداری وجود ندارد. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ نمرات پیش‌آزمون متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسهٔ نمرات پیش‌آزمون متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در گروه‌های مورد مطالعه

گروه و آماره		گروه تمرینات حسی-حرکتی (N=۲۷) (میانگین و انحراف استاندارد)	گروه کنترل (N=۲۶) (میانگین و انحراف استاندارد)	T	P
متغیر		(N=۲۷)	(N=۲۶)		
درد		۶/۶۷ع۱/۴۶	۶/۱۸ع۱/۵۲	۲/۰۹۲	۰/۷۴۰
حس عمقی		-۱۱/۶۶ع۳/۸۸	-۱۰/۶۲ع۴	-۱/۲۹۷	۰/۲۰۱
	فشار راست	۴۵/۶۷ع۱۰/۰۱	۴۲/۵۶ع۱۰/۴۲	۱/۲۴۶	۰/۲۱۹
هماهنگی عصبی عضلانی	فشار چپ	۴۲/۹۵ع۱۱/۱۰	۴۲/۰۲ع۹/۴۱	۰/۶۶۶	۰/۵۰۹
	کشش راست	۴۳/۴۰ع۸/۹۴	۴۰/۵۱ع۱۲/۴۴	۰/۹۳۲	۰/۳۵۶
	کشش چپ	۴۵/۷۷ع۸/۳۳	۴۲/۶۹ع۹/۵۶	۱/۱۷۱	۰/۲۴۸
نمرات پرسش‌نامه		۷/۸۶ع۲/۶۲	۷/۴۸ع۱/۸۲	۰/۶۱۶	۰/۵۴۱

نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان داد بین حس عمقی (P=۰/۰۰۱, t=۶/۱۹۵) گروه تمرینات حسی حرکتی و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

جدول ۴. نتایج آزمون تی زوجی برای مقایسهٔ حس عمقی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه مرحله	آماره	پیش‌آزمون (میانگین و انحراف استاندارد	پس‌آزمون (میانگین و انحراف استاندارد)	Cohe	P	
گروه تمرینات حسی- حرکتی(N=۲۷)	حس	-۱۲/۱۸ع۴/۱۵	-۴/۲۲ع۲/۰۶	-۸/۸۳۰	-۲/۱۸	۰/۰۰۱
گروه کنترل (N=۲۶)	حس	-۱۰/۵۸ع۴/۱۹	-۱۰/۳۱ع۳/۳۱	-۱/۰۰	-	۰/۳۲۸

نشان‌دهندهٔ تغییر معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون

نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان داد بین فشار راست (t=۱۶/۷۲۸، P=۰/۰۰۱)، فشارچپ (t=۱۷/۴۴۸، P=۰/۰۱) ، کشش راست (t=۱۶/۳۱۹، P=۰/۰۰۱)، کشش چپ (t=۱۷/۲۰۶، P=۰/۰۰۱) گروه تمرینات حسی حرکتی و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

جدول ۵. نتایج آزمون تی زوجی برای مقایسهٔ هماهنگی عصبی-عضلانی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

آماره / گروه عضلات			پیش‌آزمون (میانگین و انحراف‌استاندارد)	پس‌آزمون (میانگین و انحراف‌استاندارد)	t Cohen, s d		P
گروه تمرینات حسی-حرکتی (N=۲۷)	هماهنگی عصبی عضلانی	فشار	۱۴/۰۱ع۵۰/۰۹	۴/۸۴ع۹۲/۰۴	-۱۳/۲۸۳	۲/۹۳	۰/۰۰۱
		فشار	۱۳/۹۳ع۴۶/۶۸	۵/۶۳ع۸۹/۷۲	-۱۴/۳۴۳	۲/۷۴	۰/۰۰۱
		کشش	۸/۸۲ع۴۳/۴۰	۷/۴۸ع۹۰/۵۰	-۲۱/۶۵۰	۳/۰۲	۰/۰۰۱
		کشش	۸/۱۸ع۴۵/۷۷	۸/۸۲ع۸۹/۸۱	-۱۶/۵۱۳	۲/۶۷	۰/۰۰۱
گروه کنترل (N=۲۶)	هماهنگی عصبی عضلانی	فشار	۱۲/۵۶ع۴۵/۲۰	۱۲/۴۵ع۴۴/۶۲	۲/۳۷۱	-	۰/۰۹۳
		فشار	۱۱/۱۸ع۴۴/۲۰	۱۱/۱۲ع۴۳/۷۰	۲/۶۲۷	-	۰/۰۸۱
		کشش	۱۲/۲۰ع۴۰/۴۵	۱۱/۴۲ع۴۱/۵۸	-۱/۸۲۷	-	۰/۴۱۷
		کشش	۹/۴۴ع۴۲/۷۰	۸/۳۵ع۴۱/۷۰	۱/۱۷۳	-	۰/۸۴۲

نشان‌دهندهٔ تغییر معنی‌دار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون

نتایج آزمون تی مستقل در پس‌آزمون نشان‌داد در میزان کمردرد (t=-۱۰/۱۷۰، P=۰/۰۰۱) گروه تمرینات حسی-حرکتی و کنترل اختلاف معناداری وجود دارد.

جدول ۶. نتایج آزمون تی زوجی برای مقایسهٔ میزان کمردرد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

آماره / گروه متغیر		پیش‌آزمون (میانگین و انحراف استاندارد)	پس‌آزمون (میانگین و انحراف استاندارد)	T	Cohen, s d	P
گروه تمرینات حسی-(N=۲۷)	میزان درد کمر	۱/۸۷ع۶/۹۰	۱/۲۱ع۲/۶۸	۱۲/۱۵۷	-۲/۹۹	۰/۰۰۱
گروه کنترل (N=۲۶)	میزان درد کمر	۱/۳۱ع۵/۹۱	۱/۱۴ع۶/۲۰	-۳/۰۷۷	-	۰/۱۸۳

نشان‌دهندهٔ تغییر معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون

بحث و نتیجه‌گیری

هدف مطالعهٔ حاضر تأثیر تمرینات حسی-حرکتی بر حس عمقی و هماهنگی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود. پس از اجرای پژوهش، بهبودی قابل توجهی در حس عمقی و هماهنگی عصبی-عضلانی و کاهش معناداری در میزان درد افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مشاهده شد. در ادامه، به بحث دربارهٔ نتایج پژوهش پرداخته می‌شود.

نتایج تحقیق تغییرات معناداری را در حس عمقی ناحیهٔ کمری-لگنی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی پس از انجام ۱۰ جلسه تمرین حسی-حرکتی نشان داد. این بخش از نتایج با یافته‌های برخی محققان همخوانی دارد (۹،۲۳،۲۴). مطالعات نشان داده‌اند حس عمقی قابل آموزش است و برنامه‌های توان‌بخشی که عمدتاً شامل آموزش حس عمقی است، باعث پیشرفت حرکات عملکردی می‌گردد. برای آموزش حس عمقی این سیستم باید درگیر شود و این منظور با تمرینات خاصی محقق می‌شود. گروه زیادی از تمرینات حس عمقی، شامل تمرینات تعادلی روی سطوح ناپایدارند (۲۵)؛ تمرین در وضعیت ناپایدار موجب تحریک گیرنده‌های حس عمقی شده، فیدبکی برای حفظ تعادل و تشخیص موقعیت بدن به‌دست می‌آورد (۲۴)؛ ازاین‌رو تمرینات تعادلی روی سطوح ناپایدار همچون تختهٔ تعادل، صفحهٔ متحرک و دستگاه تعادلی بایودکس برای بهبود اختلالات حس عمقی پیشنهاد شده‌اند (۲۶). در توجیه یافته‌های این بخش از تحقیق باید گفت انجام تمرینات تعادلی یا تمرین روی سطوح ناپایدار احتمالاً باعث می‌شود عضلاتی که در اثر کمردرد غیرفعال شده بودند، به‌طور فعال‌تری درگیر شوند و سیستم عصبی مرکزی تحریکات مناسب‌تر و مؤثرتری از اعصاب آوران گیرنده‌های حس عمقی این عضلات دریافت نمایند (۲۳). همچنین احتمالاً متعاقب استفاده از تمرینات حسی- حرکتی تغییری در استراتژی‌های حرکتی بیماران حاصل می‌شود (۲۳،۲۴).

مشکل دیگر در مورد اختلال حس عمقی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن، ضعف در عضلات عمقی تنه است. دستگاه توان‌بخشی هوبر دستگیره‌هایی دارای حسگر دارد، میزان فشار و کشش وارد بر دستگیره‌ها در دو طرف بدن دریافت و روی اسکن دستگاه به‌صورت فیدبک‌های درجه‌بندی‌شده به بیمار نمایش‌داده‌می‌شود. بیمار با مشاهدهٔ فیدبک‌ها سعی‌می‌کند ضمن حفظ تعادل خود با پوسچر صحیح، فشار یا کشش وارد بر دستگیره‌ها را هم با مقدار فشار از قبل ثبت‌شده روی اسکن و فیدبک‌های نمایش داده‌شده از تلاش خود روی اسکن تنظیم‌کند. بدین-وسیله می‌توان تمرینات را به‌گونه‌ای طراحی‌کرد که بتوان قدرت عضلات ضعیف شده را به‌صورت کنترل‌شده و متقارن در دو طرف بدن افزایش داد و فشار نامتقارن وارد بر ستون

فقرات کمری (که نتیجهٔ اختلال در کنترل حرکتی کمر است) را اصلاح کرد. بیشتر علائم نقص در حس عمقی در بیماران دارای کمردرد مزمن، ضعف در استقامت عضلات آن‌هاست و نقص کمتری در قدرت عضلات آن‌ها مشاهده شده است. ازآنجاکه افزایش قدرت کنترل‌شده عضلات در مدت زمانی چند دقیقه‌ای مشخص انجام می‌شود؛ احتمالاً بتوان این تمرین را ترکیبی از قدرت و استقامت دانست و این تمرین را برای بهبود حس عمقی در بیماران کمردرد مزمن غیراختصاصی تمرینی مناسب معرفی کرد.

تمرینات حسی-حرکتی نیازمند کنترل تعادل‌اند. احتمالاً این تمرینات مانند تمرینات تعادلی، گیرنده‌های حس عمقی مسئول تشخیص جهت و موقعیت مفصل را بهبود می‌دهند و موجب افزایش حساسیت مسیرهای فیدبکی، کوتاه‌کردن زمان شروع انقباض عضلات و بهبود حساسیت حس وضعیت می‌شوند (۲۷). تمرینات حسی-حرکتی احتمالاً با ایجاد هم‌انقباضی عضلانی مناسب، یکپارچگی بیشتری در برخی عضلات ایجاد می‌کنند و به این ترتیب قدرت و استقامت افزایش پیدا می‌کند (۲۷). به‌نظر می‌رسد تمرینات حسی-حرکتی با مدنظر قراردادن کل مفاصل اندام تحتانی به‌طور عام و تنه به‌طور خاص، سازگاری‌های مثبتی را در این بخش به‌وجود آورده است. اساس تمرینات حسی-حرکتی، ایجاد تطابق در گیرنده‌های حس عمقی است که تحریکات را در موقعیت پرخطر دریافت می‌کنند (۲۸)؛ بنابراین با توجه به مواردی که گفته شد، از نتایج این بخش از تحقیق نتیجه‌گیری می‌شود که تمرینات با دستگاه هوبر به بهبود حس عمقی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن منجر می‌شود.

پس از اجرای تمرینات حسی-حرکتی تغییرات معناداری در هماهنگی عصبی-عضلانی بیماران مشاهده شد. این بخش از نتایج تحقیق با یافته‌های برخی محققان همخوانی دارد (۹،۲۹،۳۰). هرچند دلیل واقعی کمردرد مزمن غیراختصاصی دقیقاً مشخص نیست، تغییر در هماهنگی عصبی-عضلانی می‌تواند اختلالات مزمن کمری را به همراه‌داشته‌باشد. یکی از دلایل اختلال هماهنگی عصبی-عضلانی حاصل از کمردرد می‌تواند ترس از انجام حرکات در ستون فقرات کمری باشد و بنا به پیشنهاد محققان می‌توان به‌وسیلهٔ برنامه‌های آموزشی برای کاهش ترس از درد می‌توان هماهنگی را بهبود بخشید. بیشتر محققان دلیل اختلال در هماهنگی عصبی-عضلانی را به بی‌ثباتی ستون فقرات ربط‌داده‌اند (۲۹،۳۰). از عوامل درگیر در اختلالات بی‌ثباتی می‌توان به نقص در حس عمقی اشاره‌کرد. فراهم‌بودن حس عمقی از تمامی نواحی بدن، نقش مهمی در ثبات ستون فقرات دارند. عضلات فلکسور و اکستنسور تنه پس از اعمال نیرو یا حرکت در اندام‌های فوقانی و تحتانی نقش مهمی در ثبات وضعیتی تنه ایفا می‌کنند (۳۱). افزایش زمان تأخیر فعالیت عضلات در بیماران کمردرد نشان‌می‌دهد این بیماران حتی زمانی‌که

دردی در حین حرکت ندارند، دچار تصمیم‌گیری نامناسب در شروع حرکت یا پاسخ به تحریکات محیطی‌اند (۳۲). این مورد یکی از مشکلاتی است که احتمالاً اختلالات هماهنگی باعث آن شده‌باشد. بی‌ثباتی بیانگر ناپایداری مکانیکی ستون فقرات است که بیان می‌کند بدن در حالت تعادل مطلوب نیست. بی‌ثباتی در اصل ازدست‌دادن استحکام در ستون فقرات است (۳۳).

ازآنجاکه اختلال در هماهنگی عصبی-عضلانی باعث کاهش کیفیت اجرای حرکات ستون فقرات می‌شود، انجام تمرینات توان‌بخشی برای بهبود ثبات در ناحیهٔ کمری لگنی ضروری به‌نظر می‌رسد. تمرینات تعادلی باعث بهبود حس عمقی می‌شود که ممکن است به افزایش هماهنگی عصبی-عضلانی کمک‌کند. از طرف دیگر، هماهنگی عصبی-عضلانی نقش اصلی را در طراحی تمرینات حسی-حرکتی با هوبر ایفا می‌کند. تمرینات مورد استفاده در تحقیق حاضر روی پلت فرمی متحرک انجام می‌شد که باعث می‌شود فرد از سازوکار تعادل در تمرین خود استفاده کند و با به‌کار افتادن استراتژی مچ پا و ران، گیرنده‌های حس عمقی ناحیهٔ لگن و تنه که عمدتاً مسئول برقراری تعادل هستند، بدن را در حالت تعادل نگه‌دارند (۲۹). دستگاه هوبر به دستگیره‌های دارای حسگر مجهز است که میزان فشار و کشش وارد بر آن را دریافت و به‌صورت فیدبک‌هایی روی اسکن نشان‌می‌دهند. از این قسمت دستگاه، با فشار دست‌ها به دستگیره‌ها در دو طرف، برای افزایش قدرت عضلات برای تقویت عضلات قدام تنه و کشیدن دستگیره‌ها برای تقویت عضلات خلف تنه استفاده‌می‌شود.

از آنجا که دستگاه هوبر قادر به ثبت و نشان دادن همزمان تلاش بیمار است، بیمار بر اساس آزمون و خطا می‌تواند بدن خود و مقدار انقباض‌های وارد بر دستگیره‌ها را در صورت اشتباه بودن با اطلاعات ثبت‌شدهٔ پیشین روی دستگاه هماهنگ و اصلاح کند. این عمل به‌وسیلهٔ سیستم عصبی مرکزی انجام می‌شود؛ به این صورت که مخچه به‌طور مداوم اطلاعات جدید را از نواحی کنترل حرکت (در مغز و نخاع) دریافت می‌کند. همچنین اطلاعاتی از قسمت‌های مختلف بدن از قبیل عضلات، مفاصل، پوست، چشم و گوش دریافت می‌شود. سپس مخچه حرکاتی را که واقعاً انجام شده‌اند با حرکاتی که مورد نظر سیستم حرکتی است، مقایسه می‌کند. اگر این دو حرکت به‌طور رضایت‌بخشی با هم همخوانی نداشته باشند، پیام‌های مناسب برای لحظه‌ای مجدداً به داخل سیستم حرکتی ارسال می‌شوند تا سطوح فعالیت عضلات ویژه را کاهش یا افزایش دهند (۳۰،۳۱). در نهایت هنگامی‌که مدت زمان از قبل ثبت‌شدهٔ تمرین به پایان رسید، دستگاه هماهنگی عصبی-عضلانی بیمار مقدار نیروی واردشده از انقباض عضلات قدامی و خلفی و تعادل در دو طرف بدن او را به نمایش می‌گذارد. در صورت نشان داده شدن

هماهنگی عصبی-عضلانی بیش از ۷۰ درصد، شدت تمرین افزایش پیدا می‌کند تا همزمان با این روش تمرین‌درمانی جدید تعادل، هماهنگی عصبی-عضلانی، حس عمقی و قدرت و استقامت عضلات تنه را افزایش داد. از این بخش تحقیق نتیجه‌گیری می‌شود که پس از انجام تمرینات حسی-حرکتی هماهنگی عصبی-عضلانی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن افزایش پیدا می‌کند.

با توجه به نتایج تحقیق، بعد از اجرای تمرینات حسی-حرکتی تغییرات معناداری در میزان درد کمر بیماران مشاهده شد. این بخش از نتایج تحقیق با یافته‌های آیراکسینن (۲۰۰۶) و هایدن (۲۰۰۵) همخوانی دارد (۳۴،۳۵). کمردرد بیمار را در چرخه‌ای معیوب قرار می‌دهد به‌گونه‌ای- که بیماران مبتلا به کمردرد مزمن به علت درد طولانی‌مدت (بیش از سه ماه) با محدودیت حرکتی روبه‌رو می‌شوند و میزان فعالیت فیزیکی آن‌ها شدیداً محدود می‌شود. محدود شدن فعالیت بدنی باعث ضعف عضلانی بیشتر می‌شود؛ بنابراین طبیعی به‌نظر می‌رسد که بیماران مبتلا به کمردرد، در مقایسه با افراد سالم عضلات ضعیف‌تری داشته باشند. ضعف در عضلات تنه باعث کاهش ثبات ستون فقرات، نارسایی گیرنده‌های حس عمقی، اختلال در هماهنگی عصبی-عضلانی، اختلال در کنترل حرکات ستون فقرات ناحیه کمری و در نهایت به‌وجود آمدن درد کمر می‌شود (۳۵)؛ بنابراین برای بهبودی درد در بیماران کمردرد باید تمریناتی طراحی شود که باعث بهبودی تمام نارسایی‌های کمر شود. از آنجا که در این تحقق در پی تمرینات حسی-حرکتی شاهد بهبودی معنی‌دار حس عمقی و هماهنگی عصبی-عضلانی بودیم، احتمالاً بهبودی در تمام شاخص‌های مورد بررسی باعث کاهش درد و بهبود عملکرد در بیماران کمردرد مزمن شده است.

ازآنجاکه دستگاه توان‌بخشی هوبر دارای دستگیره در دو طرف است فرد با گرفتن آن‌ها می‌تواند در شرایط زنجیرهٔ حرکتی بسته تمرینات را انجام دهد، که می‌تواند مزیت خوبی را از تمرینات حسی- حرکتی این پژوهش نشان‌دهد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده مبنی بر کاهش میزان درد کمر بیماران می‌توان گفت که تمرینات حسی- حرکتی مورد استفاده در این تحقیق احتمالاً موجب کاهش درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی می‌شود.

با توجه به نتایج تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت تمرینات حسی-حرکتی بر حس عمقی، هماهنگی عصبی-عضلانی و میزان درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی، می‌توان استفاده از این تمرینات را در کنار سایر پروتکل‌های درمانی مورد استفاده برای درمان بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مفید دانست. همچنین با توجه به اندازهٔ اثر زیاد گزارش‌شده در

گروه تمرینات حسی-حرکتی، می‌توان با اطمینان زیاد گفت نتایج این تحقیق تا حدود زیادی به اثر تمرینات حسی-حرکتی مورد استفاده مرتبط است.

منابع

1. Mohseni-Bandpei M., Fakhri M, Bargheri-Nesami M, Ahmad-Shirvani M, Khalilian AR, Shayesteh-Azar M. Occupational back painin Iranian nurses: an epidemiological study. Brit J Nurs. 2006; 15(17): 914-7.

2. Mattila V, Sahi T, Jormanainen V, Pihlajamaki H. Low back pain and its risk indicators: a survey of 7,040 Finnish male conscripts. Eur Spine J. 2008; 17, 64-9.

3. Mousavi SJ, Akbari ME, Mehdian H, Mobini B, Montazeri A, Akbarnia B. Low back pain in Iran: a growing need to adapt and implement evidence-based practice in developing countries. Spine. 2011; 36(10): 638-646.

4. Mohseni-Bandpei MA, Ahmad-Shirvani M, Golbabaei N, Behtash H, Shahinfar Z. Prevalence and risk factors associated with low back pain in Iranian surgeons. J Manip Physiol Ther. 2011; 34(6): 362-70.

5. Manchikanti L. Epidemiology of low back pain. Pain Phys. 2000; 3(2): 167-92.

6. Mohseni-Bandpei MA, Fakhri M, Ahmad-Shirvani M, Bagheri-Nessami M. Low back pain in 1,100 Iranian pregnant women: prevalence and risk factors. The Spine Journal. 2009; 9(10): 795-801.

7. Brumagne S, Cordo P, Verschueren S. Proprioceptive weighting changes in persons with low back pain and elderly. Persons during upright standing. Neurosci Lett. 2004; 366(1): 63-6.

8. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode. Low back pain. 1996; 21(23): 2763-9.

9. Brumagne S, Janssens L, Knapen S, Claeys K, Suuden-Johanson E. Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. Eur Spine J. 2008; 17(9): 1177-84.

10. Surburg PR. The effect of proprioceptive facilitation patterning upon reaction, response, and movement times. Phys Ther. 1977; 57(5): 513-7.

11. Brumagne S, Lysens R, Swinnen S, Verschueren S. Effect of paraspinal muscle vibration on position sense of the lumbosacral. Spine. 1999; 24(13): 1328-31.

12. Clare H, Adams R, Maher C. A systematic review of efficacy of McKenzie therapy for spinal pain. Aust j physiother. 2004; 50: 209-16.

13. Costa L, Maher C, Latimer J, Hodges P, Herbert R, Refshauge K. Motor control exercise for chronic low back pain: a randomized placebo-controlled trial. Phys Ther. 2009; 89: 1275-86.

14. Rasmussen E, Nilsson-Wikmar L, Arvidsson I. Stabilizing training compared with manual treatment in sub-acute and chronic low-back pain. Manual Ther. 2003; 8(4): 233-41.

15. Mannion A, Caporaso F, Pulkovski N, Sprott H. Spine stabilization exercises

in the treatment of chronic low back pain: a good clinical outcome is not associated with improved abdominal muscle function. Eur Spine J. 2012; 21(7): 1301-10.
16. Couillandre A, Duque Ribeiro M, Thoumie P, Portero P. Changes in balance and strength parameters induced by training on a motorised rotating platform: A study on healthy. Ann Readapt Med Phys. 2008; 51(2): 67-73.
17. Morone G, Iosa M, Paolucci T, Fusco A, Alcuri R, Spadini E. Efficacy of perceptive rehabilitation in the treatment of chronic nonspecific low back pain through a new tool: a randomized clinical study. Clin Rehabil. 2012; 26(4): 339-50.
18. Flor H, Diers M. Sensorimotor training and cortical reorganization. Neuro Rehabil. 2009; 25: 19-27.
19. Paolucci T, Fusco A, Iosa M, Grasso M. The efficacy of a perceptive rehabilitation on postural control in patients with chronic nonspecific low back pain. Int J Rehabil Res. 2012; 35(4): 360-366.
20. Benedict M, Wand E. Managing Chronic Nonspecific Low Back Pain with a Sensorimotor Retraining Approach: Exploratory Multiple-Baseline Study of 3 Participants. Phys ther. 2011; 91(4): 535-46.
21. Price D, McGrath P, Rafii A. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. Pain. 1983; 17: 45-56.
22. Newcomer K, Laskowski E, Yu B, Johnson J, An KN. Differences in Repositioning Error Among Patients With Low Back Pain Compared With Control Subjects. Spine. 2000; 25(19): 2488-93.
۲۳. فرهپور نادر، مروی اصفهانی مهناز. بررسی انحرافات پوسچر ناشی از کمردرد مزمن و نقش ورزش درمانی بر اصلاح آن. مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران،۱۳۸۶؛ ۶۵(۲): ۷۷-۶۹.
24. Behm D, Anderson K, Curnew R. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. J Strength Cond. 2002; 16(3): 416-422.
25. Ihara H, Nakayama A. Dynamic joint control training for knee ligament injuries. Am J Sports Med. 1986; 14(4): 309-15.
۲۶. خدابخشی محمود، هاشمی جواهری سید علی اکبر. تأثیر ۸ هفته تمرینات با تخته تعادل بر تعادل پویای فوتبالیست‌های جوان. مجله پژوهش در علوم زیستی و فعالیت بدنی. ۱۳۹۰؛ ۱(۲): ۱۱-۱.
27. Cug M, Ozdemir A, Korkusuz F, Behm D. The effect of instability training on knee joint proprioception and core strength. J Sport Sci Med. 2012; 11: 468-474.
28. Borghuis J, Hof A, Lemmink K. The Importance of Sensory-Motor Control in Providing Core Stability, Implications for Measurement and Training. Sports Med. 2008; 38(11): 893-916.
29. Enoch F, Kjaer P, Elkjaer A, Remvig L, Juul-Kristensen B. Inter-examiner reproducibility of tests for lumbar motor control. BMC Musculoskelet Disord. 2011; 12(1): 114.

30. Hall L, Tsao H. Immediate effects of co-contraction training on motor control of the trunk muscles in people with recurrent low back pain. J Electro Kinesiol. 2009; 19(5): 763-73.

۳۱. نامدار-طجری سمیه، فرهپور نادر. بررسی نقش تمرینات تعادلی با تکیه بر تقویت گیرنده‌های پروپریوسپتیو بر عملکرد تعادل دینامیکی و روند بیماری اسکولیوسیز ایدئوپاتیک خفیف. ۱۳۸۷؛ ۱۸(۴): ۳۳-۲۳۸.

۳۲. موسوی شیوا، طالبیان سعید. بررسی تغییرات فرایند طرح حرکتی به پاسخ‌های وضعیتی عضلات تنه در افراد سالم و بیماران باسابقه کمردرد. ۱۳۸۲؛ ۶۱(۴): ۳۷-۳۲۶.

33. Gibson J, McCarron T. Feedforward Muscle Activity: An Investigation into the Onset and Activity of Internal Oblique during Two Functional Reaching Tasks. J Bodyw Mov Ther. 2004; 8(2): 104-13.

34. Airaksinen O, Brox J, Cedraschi C, Hildebrandt J. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. Eur Spine J. 2006; 15(2): 192-300.

35. Hayden J, Van-Tulder M, Malmivaara A, Koes B. Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. Cochrane Database Syst Rev. 2005; 335.

ارجاع مقاله به روش ونکوور

نظرزاده ده‌بزرگی مریم، لطافت‌کار امیر، صابونچی رضا. بررسی اثربخشی تمرینات حسی-حرکتی بر حس عمقی و هماهنگی عصبی-عضلانی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی. مطالعات طب ورزشی، ۱۳۹۳؛ ۶ (۱۵): ۸۸-۷۱

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی