

Comparison of the Effects of Static Stretching and Strengthening on Electromyographic Activity of Paravertebral Muscles in Patients with Chronic Non-specific LBP with Tightened Hamstring Muscles: A Randomized Controlled Clinical Trial

Shamsi MB¹, Mirzaei M², Pourahmadi M.R.^{3*}

Abstract

Purpose: This randomized clinical trial study was performed to compare the effect of static stretching exercises and strengthening exercises in lengthened position of shortened hamstring muscles on changes in electrical activity (EMG) of the paravertebral muscles in the back of patients with chronic low back pain.

Methods: Forty-five patients with chronic low back pain were selected for this clinical trial through sampling available in the outpatient clinic of Kermanshah University of Medical Sciences. In addition to receiving conventional physiotherapy treatment for low back pain, all samples were randomly allocated into 3 groups: stretching exercises (n=15), strengthening exercises in muscle lengthened position (n=15) and the control group without additional intervention (n=15). Therapeutic interventions were performed for 4 weeks, 3 days a week and for a total of 12 sessions. Hamstring muscle length was measured by Norris test (thigh in vertical position and the patient tried to straighten the knee joint) with a goniometer. Electromyography information was recorded from the lumbar muscles of the patients during knee flexion against an elastic band.

Results: Analysis of repeated measures showed that there was a non-significant difference between time, group, and time and group in the EMG activity of the back muscles (langismus and iliocostalis) ($p>0.05$) and only the time factor had a significant effect on pain and disability.

Conclusion: None of the static stretching exercise and hamstring muscle strengthening exercises in lengthened position did not cause a significant change in the electromyographic activity of the paravertebral muscles of the patients.

Keywords: Hamstring Muscles, Low back pain, Electromyography

Received: 2020.03.01 Accepted: 2022.02.13

مقایسه تأثیر تمرینات کششی و قدرتی بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پاراورتبرال ناحیه پشت بیماران مبتلا به

کمردرد مزمن دارای کوتاهی عضلات همسترینگ: یک مطالعه کار آزمایی بالینی

محمدباقر شمس^۱، مریم میرزایی^۲، محمدرضا پورا احمدی^۳

هدف: مطالعه کارآزمایی بالینی حاضر با هدف مقایسه تأثیر تمرینات کششی ایستا و تمرینات قدرتی در طول بلند عضله همسترینگ کوتاه شده بر تغییرات فعالیت الکتریکی عضلات پاراورتبرال ناحیه پشت در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن انجام شد.

روش بررسی: چهل و پنج بیمار مبتلا به کمردرد مزمن از طریق نمونه گیری در دسترس در کلینیک ویژه دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، انتخاب شدند. نمونه ها علاوه بر دریافت درمان مرسوم فیزیوتراپی برای کمردرد، به طور تصادفی در ۳ گروه تمرینات کششی (۱۵ نفر)، تمرینات قدرتی در طول بلند عضله (۱۵ نفر) و گروه شاهد بدون مداخله اضافی فقط درمان مرسوم فیزیوتراپی (۱۵ نفر) قرار گرفتند. مداخلات درمانی به مدت ۴ هفته، ۳ روز در هفته و مجموعاً در ۱۲ جلسه انجام گردید. طول عضله همسترینگ با روش نوریس (ران در وضعیت عمودی و تلاش بیمار برای راست کردن مفصل زانو) با گونیامتر اندازه گیری شد. اطلاعات الکترومیوگرافی از عضلات پاراورتبرال بیماران در حین خم کردن زانو در مقابل نیروی کش ورزشی، قبل و بعد از مداخله ثبت شد.

یافته ها: طبق نتایج آنالیز واریانس با اندازه های تکراری، اثر درون گروهی، اثر تعاملی زمان و گروه و همچنین اثر بین گروهی میانگین فعالیت الکترومیوگرافی نرمالایز شده عضلات پشت لانجیسموس و ایلیوکوستالیس (Iliocostalis, Longissimus) معنادار نبود ($p > 0.05$). برای متغیرهای درد و ناتوانی فقط اثر اصلی درون گروهی معنی دار بود ($p < 0.05$). اثرات بین گروهی و تعاملی برای این متغیرها معنی دار نبود.

نتیجه گیری: بر اساس یافته های این مطالعه، هیچ یک از تمرینات اصلاحی کشش ایستا و تمرینات قدرتی عضله همسترینگ در طول بلند، تغییر معنی داری در فعالیت الکترومیوگرافیک عضلات پاراورتبرال نمونه ها ایجاد نمودند.

کلمات کلیدی: عضلات همسترینگ، کمردرد، الکترومیوگرافی

ORCID: 0000-0001-5202-5478

نویسنده مسئول: ، محمدرضا پوراحمدی، pourahmadipt@gmail.com

آدرس: تهران، میرداماد، میدان مادر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده علوم توانبخشی، گروه فیزیوتراپی

۱- دانشیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲- کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۳- استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

مقدمه

کمردرد یکی از مهم ترین مشکلات فیزیکی در جهان چه در بین افراد معمولی و بی تحرک و چه در بین ورزشکاران است (۲، ۱) بیشتر موارد کمردرد از نوع غیراختصاصی هستند که به عملکرد نامناسب ناحیه کمری لگنی مربوط می شوند که در آن هماهنگی و کنترل این قسمت دچار اختلال شده است. نقص در فعالیت فید فوروارد عضلات پایداری دهنده موضعی از جمله عضله عرضی شکمی و چندپاره یا مولتی فیدوس (Multifidus) در بیماران مبتلا به کمردرد مشاهده شده است (۳-۵) که نشانگر این موضوع است که کنترل عضلات ممکن است در اثر کمردرد دچار اختلال شده باشد. از آنجا که این عضلات پایداری- دهنده اولیه مهره های کمری هستند، نقص در فعالیت و زمانبندی آن ها منجر به حرکت بیش از حد مهره ها نسبت به هم و افزایش فشارهای کششی بر بافت های نرم اطراف مهره و دیسک بین مهره ای می شود که می تواند باعث کاهش ظرفیت تحمل بار در بیمار گردیده و علائم را افزایش دهد (۴). تحمل مناسب بار توسط کمر به توانایی حفظ فیزیولوژیک لوردوز کمر در انجام فعالیت های مختلف روزانه وابسته است (۹-۶) برای به دست آوردن این هدف نه تنها کنترل عضلانی و استقامت در این عضلات لازم است بلکه همچنین انعطاف پذیری، قدرت و استقامت سایر عضلاتی که بر روی لگن اتصال دارند نیز مهم هستند (۱۰).

کم بودن تحرک شخص و عدم انجام ورزش و افزایش سن می تواند باعث کوتاهی عضلات همسترینگ (Hamstring) در ران شود (۱۱). اگر انعطاف پذیری عضله همسترینگ کاهش پیدا کند باعث افزایش فلکشن ستون فقرات در وضعیت نشسته می شود که به نوبه خود باعث ایجاد کمردرد می گردد (۱۲). کوتاهی این عضله ممکن است اثرات منفی بر روی عملکرد و بیومکانیک مفاصل زانو و ران و همچنین ریتم لومبولویک بگذارد و نیز ممکن است باعث دیسفانکشن لومبولویک مرتبط با کمردرد شود. اگر این عضله دچار کوتاهی گردد قدرت آن ممکن است کاهش یابد که این موضوع می تواند باعث اختلال در عملکرد عضلات آگونویست آنتاگونیست شود و در نتیجه تغییرات غیرطبیعی در پا سچر (Posture) و قوس لوردوز کمر (Lumbar Lordosis) شود (۱۳).

برای رفع کوتاهی عضلات همسترینگ، روش های درمانی زیادی پیشنهاد شده است. اثبات شده که کشش ایستا، کشش مولیگان (Mulligan)، تکنیک های کشش بالستیک و تکنیک های انرژی عضله هرکدام در افزایش انعطاف پذیری این عضلات مؤثر هستند (۱۳). برخی از محققین اعتقاد دارند که گرفتن انقباض از عضله در طول بلند خود باعث ایجاد تغییرات مثبتی در ساختار عضله گردیده و به افزایش طول آن کمک می کند. گفته شده این تکنیک باعث افزایش تعداد سارکومرهای (Sarcomer) سری در عضله و تغییرات پایدار

عضله در طول بلند بود. این دو روش رفع کوتاهی عضلات مرسوم بوده و در کلینیک های فیزیوتراپی به راحتی قابل انجام هستند.

روش بررسی

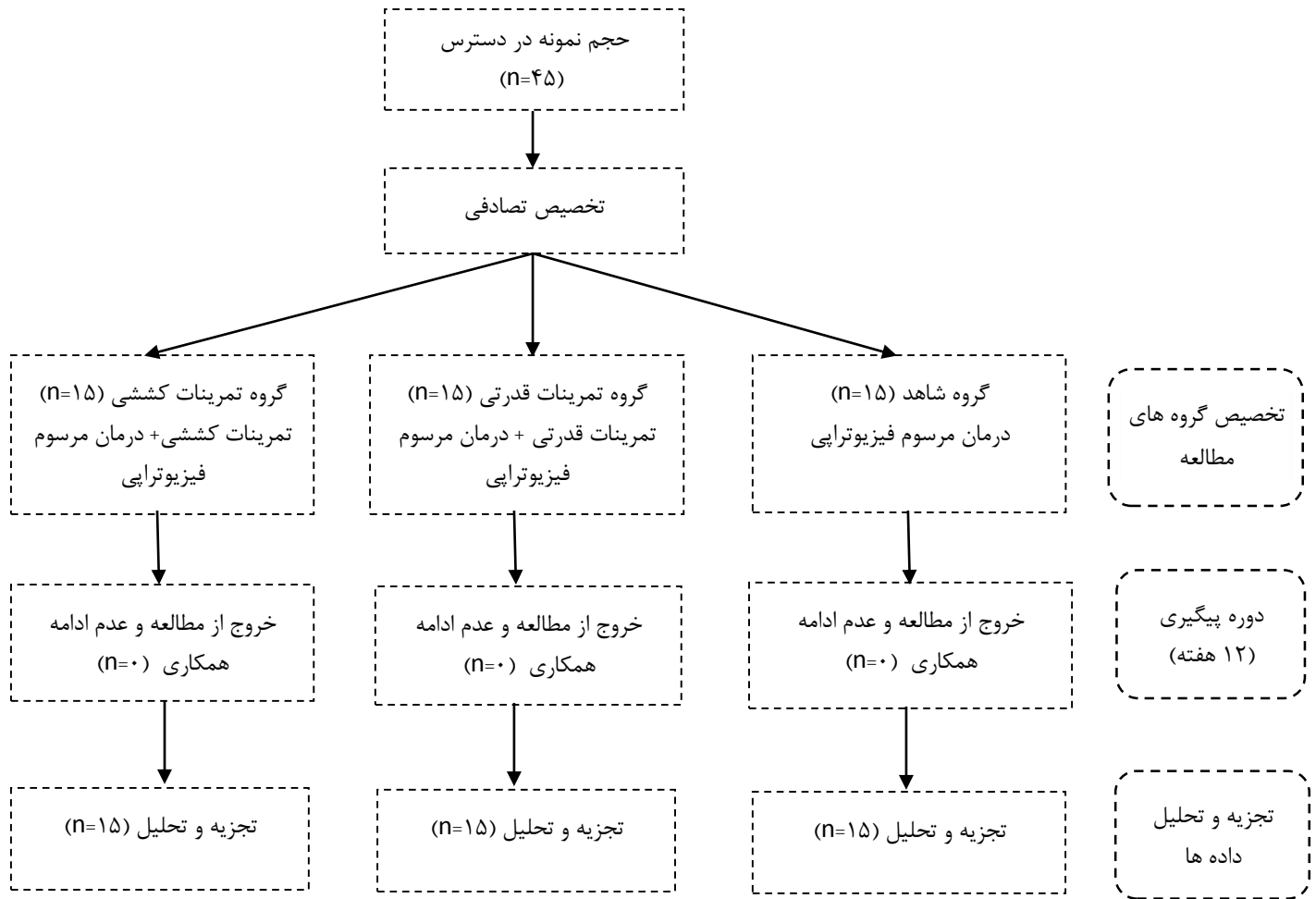
این مطالعه کار آزمایشی بالینی با طرح موازی (Parallel Groups) بر روی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن توأم با کوتاهی عضله همسترینگ که در سال ۱۳۹۶ به کلینیک ویژه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه (کلینیک مهدیه)، شهر کرمانشاه مراجعه نمودند، انجام شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل رضایت آگاهانه فرد و کوتاهی مشهود عضله همسترینگ در معاینه بالینی و در انجام آزمون بلند کردن مستقیم پا (Leg Raising Straight; SLR) (کمتر از ۷۰ درجه) بود (۱۰). معیارهای خروج از مطالعه شامل هر آسیب یا ناهنجاری در اندام تحتانی مانند درد نوروپاتیک، بدخیمی، بیماری های التهابی و اختلالات ارتوپدیک و نورولوژیک، سابقه جراحی در اندام تحتانی، آسیب همسترینگ در یک سال گذشته، بیماری هایی نظیر آرتروز، آسیب لیگامانی و مینیسک و سابقه جراحی ستون فقرات بود.

قبل از ورود به مطالعه، روش اجرا، هدف از انجام مطالعه، مدت زمان مطالعه و مشکلات احتمالی به بیمار توضیح داده شد و پس از کسب رضایت آگاهانه کتبی، ۴۵ بیمار که دارای شرایط ورود به مطالعه بودند به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. بیماران انتخابی به روش تصادفی ساده با استفاده از جدول اعداد تصادفی که توسط متخصص آمار تعیین شده بود، در سه گروه، تمرینات کششی به علاوه درمان مرسوم فیزیوتراپی برای کمردرد ($n=15$)، گروه تمرینات ورزشی مقاومتی به علاوه درمان مرسوم فیزیوتراپی برای کمردرد ($n=15$) و گروه سوم به عنوان گروه شاهد که صرفاً درمان مرسوم انجام داده، ($n=15$) تقسیم شدند (نمودار ۱). حجم نمونه بر اساس داده های مطالعه ی Meroni و همکاران (۱۹) و با استفاده از فرمول زیر برای مقایسه اختلاف میانگین گروه ها (اختلاف میانگین دامنه باز شدن مفصل زانو در دو گروه مداخله و کنترل حداقل ۲ باشد) و با در نظر گرفتن توان ۸۰ درصد و سطح اطمینان ۹۵ درصد، در هر گروه ۱۵ بیمار برآورد گردید.

در مقایسه با کشش معمولی می گردد (۱۴). در این مطالعه دو روش کشش استاتیک که به طور سنتی مورد استفاده قرار می گیرد و انقباض عضله در طول بلند در دو گروه از بیماران مورد استفاده قرار گرفت.

مطالعات نشان می دهد که در بیماران مبتلا به درد حاد موضعی، افزایش فعالیت الکتریکی عضلات خصوصاً در عضلات پشت یا پاراورتبرال (Paravertebral) وجود دارد (۱۶، ۱۵). در حین خم شدن تنه از حالت ایستاده، زمانی که گشتاور تنه افزایش می یابد، انقباض عضلات ارکتور اسپاینا (Erector spinae) افزایش می یابد تا جایی که در حین خم شدن تنه، فعالیت الکترومیوگرافی (Electromyography; EMG) عضلات پشت به طور ناگهانی کاهش می یابد. این پدیده در ۹۲ تا ۱۰۰ درصد از جمعیت عادی دیده می شود که به آن نسبت خم شدن به آرامش (Flexion-Relaxation Ratio; FRR) گفته می شود. به دلیل کمردرد ممکن است FRR وجود نداشته باشد یا به طور قابل توجهی مختل شود (۱۷). بنابراین، FRR نشان می دهد که بار بیشتری ناشی از جاذبه تنه توسط ساختارهای غیرفعال تحمل می شود و این به عضلات پشت اجازه می دهد تا فعالیت خود را کاهش دهند. با کاهش انعطاف پذیری عضلات تنه، الگوی به کارگیری عضلات تنه و برنامه های سیستم اعصاب مرکزی برای دستیابی به ثبات تغییر خواهد کرد. گرچه بررسی تغییرات FRR در این مقاله مورد نظر نمی باشد آنچه مشخص است این است که تغییر در انعطاف پذیری عضلات پشت ممکن است باعث ایجاد نقص در کنترل حرکتی عضلات پشت شود (۱۸). حال سوال این است که با روش های مختلف درمانی کوتاهی عضلات همسترینگ و بهبود کمردرد، اختلال کنترل حرکتی عضلات پشت چه تغییری می کند. فرضیه ما این است که با اصلاح طول عضلات و کاهش کمردرد، فعالیت الکتریکی عضلات پشت بهبود پیدا می کند.

هدف از این مطالعه، مقایسه تغییرات فعالیت الکتریکی عضلات پاراورتبرال بیماران مبتلا به کمردرد مزمن دارای کوتاهی عضلات همسترینگ پس از یک دوره درمان و انجام تمرینات اصلاحی از نوع کشش ایستا و یا تمرینات قدرتی این



نمودار ۱: نحوه انتخاب و وضعیت قرارگیری بیماران شرکت کننده در مطالعه

تا ۱۰ هرتز به مدت ۱۵ دقیقه و انجام شش تمرین ورزشی جهت افزایش قدرت و انعطاف تنه و لگن بود. تمرینات در در تصویر ۱ مشاهده می شود..



تصویر ۱: تمرینات مرسوم فیزیوتراپی استفاده شده

در این مطالعه، بیماران و نیز شخص ارزیاب از نحوه تقسیم بندی و تخصیص نوع درمان به هر یک از گروه های درمانی بی اطلاع بودند.

$$n_1 = \frac{2\sigma^2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(\mu_2 - \mu_1)^2}$$

مداخله ی انجام شده و روش اجرا

درمان مرسوم فیزیوتراپی برای هر سه گروه شامل: استفاده از هات پک (Hotpack) جهت افزایش گردش خون ناحیه کمر به مدت ۱۵ دقیقه، استفاده از تحریک الکتریکی عصبی-عضلانی از راه پوست (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; TENS) با فرکانس پایین بین ۵

حدود ۱۰ دقیقه برای هر بیمار انجام گردید.



تصویر ۳: تمرینات قدرتی عضله همسترینگ در طول

در این مطالعه از مقیاس دیداری درد (Visual Analogue Scale; VAS) برای تعیین شدت درد استفاده شد. رایج ترین نوع آن شامل یک نوار افقی به طول ۱۰۰ میلی متر یا ۱۰ سانتی متر است که یک انتهای آن صفر، یعنی بدون درد و انتهای دیگر آن ۱۰، یعنی شدیدترین درد ممکن می باشد که در این پژوهش از مقیاس بین صفر تا ۱۰ استفاده گردید. این مقیاس، ساده ترین ابزار جهت سنجش میزان درد بیماران است که به راحتی توسط خود بیمار بسیار قابل فهم می باشد و به طور گسترده در تحقیقات بالینی مورد استفاده قرار گرفته است. اعتبار و پایایی آن در مطالعات قبلی تأیید شده است (۲۰).

پرسشنامه ی سنجش ناتوانی عملکردی اوسوستری نیز برای اندازه گیری ناتوانی استفاده شد. این پرسشنامه شامل ۱۰ بخش ۶ گزینه ای بوده که حاوی چگونگی عملکرد افراد در فعالیت های روزمره می باشد. هر بخش میزان ناتوانی در عملکرد را به ترتیب از صفر (عملکرد مطلوب بدون احساس درد) تا ۱۰ (ناتوانی در اجرای فعالیت- ها به علت درد شدید) رتبه بندی می کند. گزینه الف (صفر) و بقیه گزینه ها ۲ امتیازی هستند. در مجموع امتیاز هر بخش ۱۰ و شاخص کل ناتوانی بین ۰ تا ۱۰۰ ارزش گذاری می شود. در نهایت نمره کل پرسشنامه بر اساس درصد پاسخ های قابل قبول محاسبه می گردد. میزان پایایی درونی این پرسشنامه در مطالعات قبلی تأیید شده است (۲۰).

بیماران در گروه تمرینات کششی ایستای عضله همسترینگ، علاوه بر درمان مرسوم فیزیوتراپی، تمرین کششی عضله همسترینگ را انجام می دادند. درحالی که بیمار در وضعیت طاق باز خوابیده بود با زانوی راست اندام تحتانی را از ران خم کرده و با یک آویزدست (Sling) و فنر اندام در جهت خم کردن تحت کشش ثابت قرار می گرفت (تصویر ۲). اندام تحتانی و در نتیجه عضله همسترینگ در هر ست به تعداد سه بار و هر بار به مدت دو دقیقه و با دو دقیقه استراحت بین آن ها تحت کشش ثابت قرار داده شدند (۱۰).



تصویر ۲: تمرینات کششی ایستای عضله همسترینگ

در گروه تمرینات قدرتی عضله همسترینگ در طول بلند، بیماران علاوه بر درمان مرسوم فیزیوتراپی، تمرین قدرتی عضله همسترینگ درحالی که این عضله در طول بلند خود قرار داشت را انجام دادند. در این شیوه تمرینی از فنر استفاده شد. برای اجرای این تمرین، بیمار روی تخت می نشست به طوری که پشت بیمار به صورت قائم و پای مخالف در سطح پایین تری باشد. زانوی پای تحت درمان در اکستنشن قرار داشت و اسلینگ متصل به فنر در سطح ساق پا در بالای قوزک خارجی متصل می شد. بیمار با کشیدن فنر به سمت پایین باعث انقباض عضله همسترینگ می شد (۱۰). این تمرین به شکل انقباضات درون گرا در ۳ ست دودقیقه ای با حدود ۱۲ تکرار در هر ست، همراه با دو دقیقه استراحت بین ست ها انجام می شد (تصویر ۳).

مدت زمان مداخله و متغیرهای اندازه گیری شده

تمرینات قدرتی و کششی در هر یک از دو گروه، مجموعاً در ۱۲ جلسه و به مدت ۴ هفته، ۳ روز در هفته و هر جلسه در

اندازه‌گیری طول عضله همسترینگ

کوتاهی همسترینگ توسط تست های مختلفی ارزیابی می‌شود. تست بلند کردن مستقیم پا به علت حرکتی که در لگن ایجاد می‌کند نمی‌تواند دقت کافی داشته باشد (۲۱). تست راست کردن فعال زانو (تست نوریس؛ Norris) که فقط مفصل زانو را درگیر می‌کند، از دیگر روش های اندازه‌گیری طول عضله همسترینگ است (۲۲). از آنجا که تست بلند کردن مستقیم پا علاوه بر زانو مفصل لگن را هم درگیر می‌کند و کنترل مفصل لگن دشوار است ارزش آن در ارزیابی کوتاهی همسترینگ زیر سؤال است. در این مطالعه، جهت تعیین وجود کوتاهی در عضله همسترینگ از روش نوریس (Norris) استفاده گردید. در این روش شخص در حالی که یک بالش کوچک در زیر سر و گردن او قرار داشت، طاق باز خوابیده و لگن و ران اندام تحتانی پای مخالف با استفاده از کمربندهای پهن مخصوص در وضعیت افقی بر روی تخت ثابت می‌شد. سپس ران سمت ارزیابی در وضعیت نود درجه خم قرار می‌گرفت. محور خم شدن زانو با خودکار علامت گذاری می‌شد و از این نقطه یک خط به تروکانتر (Trochanter) بزرگ استخوان ران و یک خط دیگر به قوزک خارجی پا رسم می‌شد. از این خطوط برای اندازه‌گیری زاویه مفصل زانو استفاده شد. با استفاده از دو پایه چوبی در طرفین اندام تحتانی به موازات ران عمودی و یک میله افقی که بر روی آن ها قرار می‌گرفت و در تماس با ران بود وضعیت عمودی برای ران حفظ می‌گردید. از آزمودنی خواسته شد عمل راست کردن فعال زانوی همان سمت را در حالی که مچ در وضعیت خنثی قرار داشت به آرامی در طی ۳۰ ثانیه تا جایی که می‌تواند انجام دهد. سپس هنگامی که حرکت راست کردن فعال زانو به پایان می‌رسد و آزمودنی سعی می‌کرد این وضعیت را یک ثانیه حفظ کند، مقدار زاویه راست شدن مفصل زانو با گونیامتر اندازه گرفته می‌شد که این زاویه نشان دهنده طول عضله است (۲۳).

شاخص تغییرات فعالیت الکتریکی عضلات پاراورتبرال
قبل و پس از پایان تمرینات، از عضلات پاراورتبرال شامل لانجیسموس و ایلوکوستالیس در ناحیه کمر (Longissimus و Iliocostalis) سیگنال های فعالیت الکترومیوگرافی ثبت

گردید. اطلاعات الکترومیوگرافی از عضلات، به وسیله ی دستگاه الکترومیوگرافی هشت کاناله مدل Myon ساخت کشور سوئیس توسط فیزیوتراپیست جمع آوری شد. برای به چالش کشیدن عضلات پاراورتبرال، بیماران در وضعیت دمر روی تخت خوابیده و لگن و ران سمت سالم آن ها توسط اسلینگ بلند به تخت ثابت گردید. با استفاده از یک کش تیوبی که به مچ پای سمت دارای کوتاهی عضله همسترینگ وصل گردید نیرویی در جهت راست شدن زانو اعمال گردید که با مقاومت عضله همسترینگ همراه بود (تصویر ۴). در حالی که زانو در زاویه ۹۰ درجه قرار داشت برای چند ثانیه بیمار ضمن مقاومت در مقابل کش زاویه خم شدن زانو را حفظ نموده و سیگنال الکترومیوگرافی عضتصولات پاراورتبرال ثبت می‌گردید. برای ثبت فعالیت الکترومیوگرافی حداکثر عضلات پاراورتبرال، بیمار در وضعیت دمر روی تخت خوابیده و در حالی که دست هایش در کنار بدن قرار گرفته بود از او خواسته می‌شد تا حد ممکن سر و سینه را از روی تخت بلند کند و آزمونگر با قدرت با دست خود در مقابل راست شدن تنه او ممانعت به عمل می‌آورد. در هر یک از این حالات زمان ثبت سیگنال ۵ ثانیه بود. برای نرمالایز کردن میزان فعالیت هر عضله، جذر ریشه دوم (Root Mean Square; RMS) پتانسیل الکترومیوگرافی هر یک از عضلات کمر در وضعیتی که زانو خم بوده و شخص در برابر نیروی کش در جهت راست کردن زانو مقاومت می‌کرد محاسبه شده و این مقدار به پتانسیل انقباض ایزومتریک حداکثر همان عضله که در وضعیت دمر خوابیده و حداکثر انقباض به دست آمده بود تقسیم گردید تا اعداد حاصل نرمال شده و به صورت درصدی از حداکثر نیروی انقباضی عضله ارائه گردند. قبل از اعمال و نصب الکترودهای الکترومیوگرافی، موهای محل نصب آن ها بر روی پوست تراشیده و از هرگونه آلودگی پاک شده و همچنین برای کاهش مقاومت و ایجاد یک سطح مناسب برای الکترودها با پنبه الکلی تمیز شد. الکترودهای سطحی بافاصله دو سانتی متر در محل عضلات گذاشته شد. محل گذاشتن الکترودها طبق توصیه های موسسه Seniam مشخص شد. فرکانس نمونه گیری در این مطالعه ۱۰۰۰ هرتز و فیلتر مورد استفاده ۲۰ الی ۴۵۰ هرتز در نظر گرفته شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳، تجزیه و

بود از آزمون گرین هاوس-گریسر (Geisser-Greenhouse) استفاده شد. همگنی واریانس ها نیز از طریق آزمون لوین، نرمال بودن توزیع خطا به وسیله آزمون های شاپیروویلیک و همگنی ماتریس کوواریانس بوسیله آزمون باکس تایید شد. با توجه به برقرار بودن پیش فرض ها از آنالیز واریانس با اندازه های تکراری استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است. طبق نتایج اثر درون گروهی میانگین فعالیت الکترومیوگرافی نرمالایز شده عضلات لانجیسموس راست، لانجیسموس چپ، ایلئوکستالیس راست و عضله ایلیوکستالیس چپ معنا دار نبود. همچنین اثر تعاملی زمان * گروه و اثر بین گروهی این متغیرها نیز معنا دار نبود ($p > 0/05$). برای متغیرهای درد و ناتوانی فقط اثر اصلی درون گروهی معنی دار بود که نشان می دهد میانگین درد و ناتوانی در بین زمان های گرفتن آزمون متفاوت است. اختلاف میانگین مشاهده شده بین مقادیر درد و ناتوانی در پیش از مداخله و پس از مداخله معنی دار است و این متغیرها بعد از تمرین بهبود معنی داری را داشتند ($p < 0/05$). اثرات بین گروهی و تعاملی برای این متغیرها معنی دار نبود (جدول ۲).

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه تغییرات فعالیت الکترومیوگرافی در عضلات پاراورتبرال بیماران مبتلا به کمردرد مزمن دارای کوتاهی عضلات همسترینگ پس از یک دوره درمان و تمرینات اصلاحی کشش ایستا و تمرینات قدرتی این عضله در طول بلند مقایسه شد. نتایج مشخص نمود که با وجود بهبودی بالینی نسبی در هر سه گروه (از نظر درد و ناتوانی)، هیچ یک از مداخله ها تغییر معنی داری در فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پاراورتبرال نمونه ها ایجاد نمود و بین گروه های مورد مداخله و نیز گروه شاهد تفاوتی از این نظر دیده نشد. هماهنگی عصبی-عضلانی در عضلات ستون فقرات در ناحیه کمر نقش مهمی در عملکرد صحیح آرتروکینماتیکی ستون فقرات، لگن و اندام تحتانی دارد (۲۴). در بیماران مبتلا به کمردرد، اختلال در کنترل حرکتی عضلات ستون فقرات به شکل تأخیر در پاسخ انقباضی (۲۵) و اختلال در الگوی به کارگیری عضلات (۲۶) دیده می شود. در بیماران کمردرد



تصویر ۴: وضعیت ثبت الکترومیوگرافی عضلات پشت

تحلیل شدند و به صورت میانگین و انحراف معیار (متغیر کمی) و فراوانی و درصد (متغیر کیفی) برای هر گروه گزارش گردید. برای مقایسه صفات پایه در سه گروه از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (Analysis of Variance; ANOVA) و از آزمون کای دو (Chi-square) استفاده شد. جهت مقایسه میانگین مقایسه گروه ها و تاثیر مداخله از آزمون واریانس اندازه های تکراری (Repeated Measure Analysis of Variance) مختلط ۲ (گروه) * ۲ (نوبت اندازه گیری) در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته ها

میانگین \pm انحراف معیار سنی بیماران مورد مطالعه $11/12 \pm$ سال ۳۷/۷۳ سال با حداقل سن ۱۹ و حداکثر سن ۵۹ سال بود. ۷۳/۳ درصد از بیماران گروه تمرینات قدرتی، ۶۶/۷ از بیماران گروه تمرینات کششی و گروه شاهد مرد بودند. طبق جدول ۱، نمونه های سه گروه در هیچ یک از ویژگی- های فردی (توزیع جنس، میانگین سن، قد، وزن و نمایه توده بدنی) اختلاف آماری معنی داری نداشتند ($p > 0/05$ در همه موارد)، بنابراین در آغاز مطالعه سه گروه در این متغیرها یکسان و همگن در نظر گرفته می شوند. آزمون کولموگروف-اسمینروف (Kolmogorov- Smirnov) نشان داد که داده های تحقیق از توزیع نرمال برخوردار بودند ($p > 0/05$). میانگین و انحراف معیار مقادیر داده های الکترومیوگرافی نرمالایز شده ی عضلات کمر در جدول ۲ نشان داده شده است. قبل از انجام تحلیل واریانس درون گروهی، همگنی واریانس کوواریانس متغیرها، از طریق آزمون ماچلی (Mauchly's W) بررسی شد که بدلیل اینکه $p < 0/05$

جدول ۱: مشخصات دموگرافیکی بیماران مورد مطالعه

متغیرها	گروه تمرینات کششی			گروه تمرینات قدرتی			مقدار - p #
	انحراف معیار ± میانگین		گروه شاهد	انحراف معیار ± میانگین		انحراف معیار ± میانگین	
سن (سال)	۳۷/۶۷ ± ۸/۹۶		۳۷/۰۷ ± ۱۳/۳۹	۳۹/۱۲ ± ۱۱/۶۱		۰/۸۲۳	
قد (سانتی‌متر)	۱۷۱/۹۳ ± ۱۳/۲۱		۱۷۲/۶۴ ± ۱۰/۱۴	۱۷۲/۳۱ ± ۱۰/۱۴		۰/۹۹۵	
وزن (کیلوگرم)	۷۶/۵۷ ± ۱۳/۰۵		۸۱/۵۴ ± ۱۶/۵۹	۸۰/۹۱ ± ۱۴/۱		۰/۸۸۳	
شاخص توده بدنی (مترمربع/کیلوگرم)	۲۵/۹۰ ± ۳/۱۵		۲۶/۸۲ ± ۴/۲۱	۲۷/۴۷ ± ۳/۱۷		۰/۵۳۵	

بر اساس آزمون ANOVA / سطح معنی داری $p < 0.05$

جدول ۲: نتایج آزمون آنالیز واریانس اندازه های تکراری متغیرهای فعالیت الکتریکی عضلات پاراورتبرال و شاخص های درد و ناتوانی

متغیرها	مرحله	گروه تمرینات کششی		گروه تمرینات قدرتی		p-درون	p-بین گروهی	اثر تعاملی (زمان * گروه ها)
		میانگین ± انحراف معیار		میانگین ± انحراف معیار				
عضله ی لانجیسموس راست	قبل مداخله	۱۱/۹۶ ± ۷/۳۷		۱۶/۳۴ ± ۷/۸۸		۰/۸۰۹	۰/۱۳۴	۰/۵۹۷
	بعد مداخله	۱۰/۵۷ ± ۵/۰۷		۱۶/۲ ± ۷/۶				
عضله ی لانجیسموس چپ	قبل مداخله	۱۵/۶۲ ± ۹/۶۰		۱۶/۶۲ ± ۸/۷۸		۰/۸۷۷	۰/۷۹۲	۰/۶۰۹
	بعد مداخله	۱۵/۳۷ ± ۹/۴۷		۲۱/۴۵ ± ۱۴/۸۴				
عضله ی ایلووکستالیس راست	قبل مداخله	۲۸/۱۲ ± ۳۱/۳۶		۲۵/۲۶ ± ۲۳/۴۹		۰/۱۲۴	۰/۸۸۳	۰/۱۳۶
	بعد مداخله	۱۲/۱۶ ± ۴/۷۶		۱۹/۹۹ ± ۱۱/۴۷				
عضله ی ایلووکستالیس چپ	قبل مداخله	۲۷/۳۲ ± ۲۴/۱۵		۲۲/۹۲ ± ۱۰/۱۱		۰/۳۶۸	۰/۳۸۳	۰/۳۳۸
	بعد مداخله	۱۸/۷۴ ± ۹/۸۸		۲۶/۲۴ ± ۱۴/۶۵				
درد	قبل مداخله	۵۲/۶۲ ± ۱۹/۶۰		۶۱/۱۵ ± ۱۲/۹۳		< 0.001	۰/۷۲۶	۰/۷۹۷
	بعد مداخله	۲۴/۲۶ ± ۲۱/۸۵		۲۵/۳۸ ± ۱۴/۰۶۰				
ناتوانی	قبل مداخله	۴۰/۴۲ ± ۱۵/۲۳		۴۳/۶۷ ± ۱۴/۰۳		< 0.001	۰/۵۴۵	۰/۲۱۱
	بعد مداخله	۱۵/۴۶ ± ۱۲/۶		۲۰/۲۱ ± ۱۰/۶۸				

اکستنشن در مفصل ران در وضعیت دمر (Prone Hip Extension) (وضعیتی مشابه تست بیماران ما) در دو گروه از زنان دارای کمردرد و بدون کمردرد مقایسه شد. این مطالعه نشان داد که فعالیت الکتریکی نورمالایز شده عضلات پاراورتبرال اختلاف معنی داری در دو گروه داشت و عضلات گروه بیماران کمردردی فعالیت بیشتری نشان دادند (۳۳). در مطالعه دیگری که Choi و همکارانش (۳۳) بر روی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن انجام دادند، در یک گروه تمرینات ورزشی مکنزی (McKenzie) و در گروه دیگر تمرینات ورزشی ویلیامز انجام شد و یک گروه از بیماران هم بدون مداخله گروه شاهد بودند. بعد از انجام دوره مداخله مشخص

مزمن در مقایسه با افراد سالم، در انجام فعالیت های روزمره و تمرینات ورزشی، تغییرات فعالیت الکترومیوگرافی در عضلات تنه دیده شده است (۲۷). علاوه بر این بیماران کمردرد مزمن به کاهش قدرت عضلات اکستنسور ناحیه کمر (۲۸) و کاهش سطح مقطع عضلات پاراورتبرال (۲۹) و افزایش خستگی در این عضلات (۳۰) در مقایسه با افراد سالم مبتلا می شوند. انجام تمرینات ورزشی فعال توسط خود بیمار بیشترین درمان مورد استفاده در رفع این مشکل می باشد (۳۱).

در مطالعه مشابهی که توسط عرب و همکاران (۳۲) انجام شد فعالیت الکتریکی عضلات پاراورتبرال در حین انجام

نرمالایز گردید. در مقایسه قبل و بعد از انجام یک دوره سه‌ماهه توان‌بخشی تغییر معنی‌داری در بزرگی سیگنال الکترومیوگرافی این عضلات ایجاد نشده بود (۳۶).

همان طوری که ملاحظه می‌گردد در مورد تغییرات ایجاد شده در شدت سیگنال الکترومیوگرافی عضلات بعد از تمرینات ورزشی اختلاف‌نظر وجود دارد. در اکثر مطالعاتی که تأثیر تمرینات ورزشی را بر فعالیت الکتریکی عضلات ناحیه پشت را در بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن ارزیابی کرده‌اند کاهش فعالیت نرمالایز شده این عضلات را گزارش نموده‌اند که به معنی بهبود وضعیت عضله و عدم نیاز به انقباض غیرطبیعی و بیش از حد نیاز می‌باشد. این تغییرات در مطالعه ما معنی‌دار نبود و تمرینات استفاده شده کاهش مشهودی در فعالیت عضلات پاراورتبرال ایجاد نکرد. شاید این عدم تغییر را بتوان به این موضوع ربط داد که تمرکز اصلی مطالعه ما بر تمرینات اصلاح‌کننده کوتاهی عضلات همسترینگ بود و این تمرینات تأثیر مشهود و زیادی بر عضلات ناحیه پشت نداشتند. شاید هم وضعیت ارزیابی (دور خوابیده و کشش توسط کش) وضعیت مناسبی برای ایجاد چالش در عضلات پشت نبوده است.

بر اساس یافته‌های این مطالعه، هیچ یک از تمرینات اصلاحی کشش ایستا و تمرینات قدرتی عضله همسترینگ در طول بلند تغییر معنی‌داری در فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پاراورتبرال نمونه‌ها ایجاد نمودند. انجام مطالعات مشابه در وضعیت‌های اکستنشن کمر و با حجم نمونه بالاتر و دوره پیگیری طولانی‌تر برای ارزیابی بهتر پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر، حاصل طرح تحقیقاتی با شماره ۹۴۲۱۷ و با کد اخلاق kums.REC.1395.169 در حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه است. همچنین پژوهش حاضر در سایت کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT201507258035n2 ثبت و تأیید گردید. بدین-وسیله نویسندگان مقاله از همکاری کلیه بیماران شرکت‌کننده در این تحقیق و همچنین معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه تقدیر و تشکر می‌کنند.

شد که فعالیت الکتریکی عضلات پاراورتبرال بیماران در دو گروه تمرینات ورزشی کاهش پیدا کرده بود ولی در گروه کنترل تغییری ایجاد نشده بود. ضمناً کاهش فعالیت عضلات در گروه‌های ورزشی تفاوت معنی‌داری نداشت. این مطالعه به لحاظ نوع مداخله به مطالعه ما شباهت دارد ولی برخلاف مطالعه ما تغییر در فعالیت الکتریکی عضلات پس از تمرینات را نشان می‌دهد (۳۳).

در مطالعه Lee و همکاران (۳۴) که بر روی بیماران کم‌درد مزمن انجام شد دو روش تمرینات تسهیل عصبی - عضلانی گیرنده‌های عمقی (PNF؛ Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) و تمرینات ورزشی با توپ مورد و فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پشت مورد ارزیابی قرار گرفت. گروه PNF نسبت به گروه تمرینات با توپ بعد از شش هفته درمان افزایش فعالیت الکترومیوگرافی بیشتری نشان داد و این اختلاف معنی‌دار بود. البته در این مطالعه الکترومیوگرافی عضلات نرمالایز نشده و فقط از شدت حداکثر انقباض عضلات RMS گرفته شده بود (۳۴). تمرینات ورزشی مورد استفاده در این مطالعه با تمرینات مطالعه ما متفاوت بود و به علت تفاوت ماهیت ارزیابی، فعالیت عضلات در دو مطالعه قابل مقایسه نیستند.

در مطالعه ای که Ingerson و همکاران (۳۵) بر روی بیماران کم‌درد و افراد سالم انجام دادند، تأثیر انجام شش هفته تمرینات ورزشی پایداری دهنده بر روی فعالیت عضلات ناحیه پشت ارزیابی شد. او نتیجه گرفت که در بیماران کم‌دردی این تمرینات تغییرات مفیدی را در بهبود استراتژی به کارگیری عضلات پشت در حین انجام فعالیت خم شدن در حالت ایستاده ایجاد نموده است. گرچه در این مطالعه نرمالایز کردن فعالیت عضلات برخلاف بسیاری از مطالعات مشابه با استفاده از فعالیت حداکثری عضله نبوده و از فعالیت‌های زیر حداکثری دیگر بدین منظور استفاده شد ولی اصطلاح بهبود استراتژی به کارگیری عضلات را می‌توان به منزله کاهش فعالیت عضلات تلقی نمود (۳۵). در تحقیق دیگری که Arokoski و همکاران (۳۶) بر روی بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن انجام دادند، در حین انجام بعضی از حرکات ورزشی سیگنال الکترومیوگرافی از عضلات پشت بیماران گرفته شد و با استفاده از فعالیت حداکثری از همان عضله

منابع

1. Meucci RD, Fassa AG, Faria NMX. Prevalence of chronic low back pain: systematic review. *Rev Saude Publica* 2015; 49: 73-83.
2. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *Lancet* 2012; 379(9814): 482-491.
3. Van Damme B, Stevens V, Perneel C, Van Tiggelen D, et al. A surface electromyography based objective method to identify patients with nonspecific chronic low back pain, presenting a flexion related movement control impairment. *J Electromyogr Kinesiol* 2014; 24(6): 954-964.
4. D'hooge R, Hodges P, Tsao H, Hall L, et al. Altered trunk muscle coordination during rapid trunk flexion in people in remission of recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2013; 23(1): 173-181.
5. Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, Kobara K, et al. Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extension. *Journal Electromyogr Kinesiol* 2015; 25(4): 675-680.
6. Oh J-S, Cynn H-S, Won J-H, Kwon O-Y, Yi C-H. Effects of performing an abdominal drawing-in maneuver during prone hip extension exercises on hip and back extensor muscle activity and amount of anterior pelvic tilt. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007; 37(6): 320-324.
7. Van Wingerden J, Vleeming A, Snijders C, Stoeckart R. A functional-anatomical approach to the spine-pelvis mechanism: interaction between the biceps femoris muscle and the sacrotuberous ligament. *Eur Spine J* 1993; 2(3): 140-144.
8. Li Y, McClure PW, Pratt N. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motions during forward bending. *Phys Ther* 1996; 76(8): 836-849.
9. Jandre RF, Macedo AR. Influence of hamstring tightness in pelvic, lumbar and trunk range of motion in low back pain and asymptomatic volunteers during forward bending. *Asian Spine J* 2015; 9(4): 535-540.
10. Shamsi M, Mirzaei M, Samadzadeh S, Schuermans J. Comparing the effects of static stretching and strengthening in lengthened position on EMG activity of hamstring muscle in patients with chronic non-specific LBP having shortened muscle: a randomised controlled clinical trial. *Eur J Phys* 2020; 22(4): 184-190.
11. Levangie P. The Hip complex. In: Levangie PNorkin C. *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*, 4th ed. Philadelphia, PA: F.A. Davis Company; 2005: 368-370.
12. Frey M, Poynter A, Younge K, De Carvalho D. The relationship between lumbopelvic flexibility and sitting posture in adult women. *J Biomech* 2019; 84: 204-210.
13. Ramesh M, Sivasankar P. Comparison of three different physiotherapeutic interventions in improving hamstring flexibility in individuals with hamstring tightness. *Int J Health Sci Res* 2014; 4(6): 129-134.
14. Aquino CF, Fonseca ST, Gonçalves GG, Silva PL, et al. Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: a randomized controlled trial. *Man Ther* 2010; 15(1): 26-31.
15. Jalovaara P, Niinimäki T, Vanharanta H. Pocket-size, portable surface EMG device in the differentiation of low back pain patients. *Eur Spine J* 1995; 4(4): 210-212.
16. Ahern DK, Follick MJ, Council JR, Laser-Wolston N, Litchman H. Comparison of lumbar paravertebral EMG patterns in chronic low back pain patients and non-patient controls. *Pain* 1988; 34(2): 153-160.

17. McGorry RW, Hsiang SM, Fathallah FA, Clancy EA. Timing of activation of the erector spinae and hamstrings during a trunk flexion and extension task. *Spine* 2001; 26(4): 418-425.
18. Hashemirad F, Talebian S, Hatef B, Kahlaee AH. The relationship between flexibility and EMG activity pattern of the erector spinae muscles during trunk flexion-extension. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009; 19(5): 746-753.
19. Meroni R, Cerri CG, Lanzarini C, Barindelli G, et al. Comparison of active stretching technique and static stretching technique on hamstring flexibility. *Clin J Sport Med* 2010; 20(1): 8-14.
20. Mousavi SJ, Parnianpour M, Mehdian H, Montazeri A, Mobini B. The Oswestry disability index, the Roland-Morris disability questionnaire, and the Quebec back pain disability scale: translation and validation studies of the Iranian versions. *Spine* 2006; 31(14): E454-E459.
21. Bohannon RW. Cinematographic analysis of the passive straight-leg-raising test for hamstring muscle length. *Phys Ther* 1982; 62(9): 1269-1274.
22. Norris C, Matthews M. Inter-tester reliability of a self-monitored active knee extension test. *J Bodywork Mov Ther* 2005; 9(4): 256-259.
23. Fritz CO, Morris PE, Richler JJ. Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *J Exp Psychol Gen* 2012; 141(1): 2-18.
24. Kim S-h, Kwon O-y, Park K-n, Kim M-H. Comparison of erector spinae and hamstring muscle activities and lumbar motion during standing knee flexion in subjects with and without lumbar extension rotation syndrome. *J Electromyogr Kinesiol* 2013; 23(6): 1311-1316.
25. Cholewicki J, Silfies SP, Shah RA, Greene HS, et al. Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine* 2005; 30(23): 2614-2620.
26. Renkawitz T, Boluki D, Grifka J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine J* 2006; 6(6): 673-683.
27. van Dieën JH, Selen LP, Cholewicki J. Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *J Electromyogr Kinesiol* 2003; 13(4): 333-351.
28. Cassisi JE, Robinson ME, O'Conner P, MacMillan M. Trunk strength and lumbar paraspinal muscle activity during isometric exercise in chronic low-back pain patients and controls. *Spine* 1993; 18(2): 245-251.
29. Kamaz M, Kiresi D, Oguz H, Emlik D, et al. CT measurement of trunk muscle areas in patients with chronic low back pain. *Diagn Interv Radiol* 2007; 13(3): 144-148.
30. Mayer TG, Kondraske G, Mooney V, Carmichael TW, Butsch R. Lumbar myoelectric spectral analysis for endurance assessment: a comparison of normals with deconditioned patients. *Spine* 1989; 14(9): 986-991.
31. Liu X, Hanney WJ, Masaracchio M, Kolber MJ. Utilization and payments of office-based physical rehabilitation services among individuals with commercial insurance in New York state. *Phys Ther* 2016; 96(2): 202-211.
32. Arab AM, Ghamkhar L, Emami M, Nourbakhsh MR. Altered muscular activation during prone hip extension in women with and without low back pain. *Chiropr Man Therap* 2011; 19: 1-6.
33. Choi Y-D, Lee K-S, Yoon C-S. The effect of the McKenzie exercise and the Williams exercise on the reduction of low back pain and on the changes of EMG. *J Kor Phys Ther Sci* 2000; 7(2): 663-682.
34. Lee C-W, Hwangbo K, Lee I-S. The effects of combination patterns of proprioceptive neuromuscular

- facilitation and ball exercise on pain and muscle activity of chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci* 2014; 26(1): 93-96.
35. Ingerson E, Renfrow C, Aragon E, Ferger N, et al. Individuals with low back pain improve in standing tolerance and sagittal plane muscle activation following exercise intervention. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 2019; 32(6): 885-895.
36. Arokoski JP, Valta T, Kankaanpää M, Airaksinen O. Activation of lumbar paraspinal and abdominal muscles during therapeutic exercises in chronic low back pain patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85(5): 823-83.