

Effect of Abdominal Drawing-in Maneuver on the Lumbar Lordosis Angle in Patients with Chronic Low Back Pain

Ali Amiri^{*1}, Sanaz Davarian², Ida Kourosfar³

1. Assistant Professor, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. MSc of Physiotherapy Student, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2016. December.13

Revised: 2017. June.29

Accepted: 2017. August.02

Abstract

Background and Aim: Chronic low back pain is one of the most common clinical problems for which various treatments have been carried out so far. Considering the abdominal drawing maneuver effects on the performance of lumbopelvic muscles and the effect of these muscles themselves on the lumbar lordosis, and also having in mind the relationship between lumbar lordosis and low back pain, the present study was carried out to investigate the effect of ADIM on the lumbar lordosis angle in patients with chronic low back pain.

Materials and Methods: A total of 15 women with chronic low back pain and lumbar hyperlordotic posture took part in the study. To measure the lumbar lordosis angle in standing posture, we used the Cobb method in radiographies with lateral view.

Results: The mean difference between the lordosis angles (before and after applying the maneuver) was 11.276, meaning that prior to applying the ADIM, the lordosis angle was more than that after applying it ($P < 0.05$).

Conclusion: According to the findings, applying ADIM in standing position in patients with chronic low back pain and lumbar hyperlordotic posture can result in lordosis decrease and lumbar alignment improvement and it also decreases the chronic pain in this region.

Keywords: Low Back Pain; Lumbar Hyperlordosis; Abdominal Drawing-In Maneuver

Cite this article as: Ali Amiri, Sanaz Davarian, Ida Kourosfar. Effect of Abdominal Drawing-in Maneuver on the Lumbar Lordosis Angle in Patients with Chronic Low Back Pain. *J Rehab Med.* 2018; 7(1): 201-207.

* **Corresponding Author:** Ali Amiri, Assistant Professor, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Email: amiri.a@iums.ac.ir

DOI: 10.22037/jrm.2018.110745.1503

تأثیر انجام مانور Abdominal drawing-in بر روی میزان لوردوز کمری در بیماران دارای کمردرد مزمن

علی امیری^۱، ساناز دویاریان^۲، آیدا کوروش فر^۳

۱. استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۲. استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۵/۰۹/۲۳ بازنگری مقاله ۱۳۹۶/۰۴/۰۸ پذیرش مقاله ۱۳۹۶/۰۵/۱۱ *

چکیده

مقدمه و اهداف

کمردرد مزمن یکی از شایع‌ترین مشکلات کلینیکی است که درمان‌های متعددی برای آن در نظر گرفته می‌شود. با توجه به تأثیر مانور -Abdominal drawing-in (ADIM) بر روی عملکرد عضلات کمری - لگنی و تأثیر این عضلات بر روی لوردوز ناحیه کمری و همچنین با توجه به ارتباط میان لوردوز کمری و بروز درد در این ناحیه، هدف تحقیق حاضر بررسی این است که آیا با انجام مانور ADIM، می‌توان موجب کاهش زاویه لوردوز کمری شد و در نتیجه از عوارض ناشی از هایپرلوردوزیس در افراد دارای کمردردهای مزمن جلوگیری کرد و موجب بهبود عملکرد در این افراد شد یا خیر.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌های تحقیق حاضر شامل ۱۵ نفر خانم با درد مزمن ناحیه کمری و پاسچر هایپرلوردوتیک بودند. برای اندازه‌گیری زاویه لوردوز کمری در وضعیت ایستاده از بیماران تصویربرداری رادیوگرافی از نمای طرفی انجام شد و با استفاده از روش اندازه‌گیری Cobb، میزان زاویه لوردوز مشخص گردید.

یافته‌ها

اختلاف میانگین میان قبل و بعد از انجام مانور ۱۱/۲۶۷ می‌باشد. این بدین معنا است که قبل از انجام مانور، انحنای ستون فقرات بیشتر بوده است و چون سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است ($P < ۰/۰۵$)، این اختلاف میانگین معنادار است. در نتیجه مانور درمانی ADIM در اندازه لوردوز ناحیه کمری بیماران در تصویر رادیوگرافی تأثیر معناداری داشته و باعث کاهش این زاویه شده است.

نتیجه‌گیری

در بررسی حاضر مشخص گردید که انجام ADIM در وضعیت ایستاده در افراد دارای کمردرد مزمن و پاسچر هایپرلوردوتیک کمری می‌تواند منجر به کاهش زاویه لوردوز و بهبود راستای ستون فقرات و در نتیجه بهبود دردهای مزمن این ناحیه گردد.

واژگان کلیدی

کمردرد؛ هایپرلوردوزیس ناحیه کمری؛ مانور Abdominal drawing-in

نویسنده مسئول: دکتر علی امیری، استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

آدرس الکترونیکی: amiri.a@iums.ac.ir

کمردرد مزمن یکی از شایع‌ترین مشکلات کلینیکی است که درمان‌های متعددی از جراحی و دارودرمانی تا طیف گسترده‌ای از تمرینات درمانی برای آن در نظر گرفته می‌شود.^[۱] عوامل متعددی وجود دارد که می‌تواند منشا بروز این اختلال در افراد گردد. از جمله این عوامل تغییر در الگوی کنترل نوروماسکولار و ایجاد تغییرات متعددی در ستون فقرات می‌باشد. یکی از این تغییرات، اختلال عملکرد سیستم عضلانی عمقی و افزایش فعالیت عضلات سطحی تر می‌باشد که می‌تواند منجر به تغییراتی در قوس ستون فقرات کمری گردد.^[۲] میزان لوردوز فیزیولوژیک ناحیه کمری در وضعیت ایستاده حد واسط ۴۰ تا ۶۰ درجه در نظر گرفته می‌شود. هایپرلوردوز کمری اصطلاحی است که برای تعریف افزایش لوردوز ناحیه کمری به کار رفته و می‌تواند منجر به مشکلات زیادی برای بیماران از جمله تمرکز استرس بر روی ساختارهای خاص مهره‌ای، درد ناحیه کمری و اختلالاتی در ثبات پاسچرال و عملکرد بیمار گردد.^[۳] در مطالعات گذشته، محققین مطرح کرده‌اند که در مقایسه با ستون فقرات طبیعی، پاسچرهای لوردوتیک می‌تواند موجب افزایش لود فشاری^۲ بر روی ساختارهای مهره-ای خلفی و افزایش استرس بر روی دیسک بین مهره‌ای شود. افزایش تمرکز نیرو بر روی بخش نسبتاً کوچکی از مفاصل فاست موجب تمرکز استرس زیاد بر روی بافت مفصل می‌شود که این مساله پتانسیل آن را دارد که موجب علائم کمردرد در فرد شود.^[۴] در واقع، لوردوز بیش از حد به عنوان بزرگ‌ترین علت دردهای پاسچرال، درد فاست و رادیکولوپاتی بیان شده است.^[۵] اگر لودینگ خلفی مربوط به لوردوز کمری فراتر از تحمل بافت‌ها باشد، می‌تواند منجر به آسیب مکانیکال گردد. به علاوه اگر یک پاسچر هایپرلوردوتیک در طی زمان حفظ شود، می‌تواند منجر به عدم زمان استراحت کافی برای تطابق بافتی نرمال و ریکاوری گردد و در نتیجه ریسک آسیب مکانیکال بافت و بروز کمردرد را بالا برد.^[۴]

این باور وجود دارد که نبود کنترل ثبات ناحیه کمری یکی از دلایل مهم بروز کمردرد در افراد است. از آنجا که عضلات مولتی‌فیدوس^۳ و ترنسورس ابدومینیس^۴ (Tra) نقش مهمی را در برقراری ثبات کمری ایفا می‌کنند، آموزش این عضلات می‌تواند نقش مهمی را در توانبخشی بیماران کمردرد ایفا کند. در بسیاری از مطالعات بیان شده است که در افراد سالم عضله Tra پیش از انجام حرکت فعال می‌شود، اما این فعالیت در افراد دچار کمردرد مزمن با تاخیر انجام می‌شود.^[۱] از طرفی دیگر، این مساله توسط بسیاری از محققین تایید شده است که عضلات ناحیه شکمی و پشتی بر روی چرخش لگن و لوردوز ناحیه کمری تاثیرگذار می‌باشد. به عنوان مثال، ضعف عضلات شکمی منجر به تیلت قدامی پلوئیس و پاسچر هایپرلوردوتیک می‌گردد و همچنین عضلات شکمی قوی می‌تواند موجب تیلت خلفی لگن و در نتیجه کاهش لوردوز در این ناحیه گردد.^[۵]

مانور به داخل بردن شکم، Abdominal drawing-in (ADIM)، روشی است که اغلب جهت فعال‌سازی عضلات ناحیه شکمی و از بین بردن اختلال عملکردی این عضلات به کار می‌رود. این مانور موجب انقباض عضله Tra به میزان بیشتر و انقباض عضلات مایل داخلی^۵ (IO) و مایل خارجی^۶ (EO) به میزان کمتر می‌گردد.^[۷، ۶] برخی از محققین بیان کرده‌اند که ADIM منجر به ثبات ناحیه کمری و پلوئیس شده و نیز موجب کاهش درد و اختلال عملکرد در این ناحیه و بازآموزی عملکردی عضلات می‌گردد.^[۸، ۶] در واقع، این مانور جهت بازآموزی و ایجاد آگاهی Kinesthetic عضلات ایجاد شده است و از آن به عنوان یک تمرین انقباضی برای عضلات عمقی نظیر Tra، مولتی‌فیدوس‌های کمری و نیز دیافراگم استفاده می‌شود.^[۹]

با توجه به تاثیر ADIM بر روی عملکرد عضلات کمری-لگنی و تاثیر این عضلات بر روی لوردوز ناحیه کمری و همچنین با توجه به ارتباط میان لوردوز کمری و بروز درد در این ناحیه، به نظر می‌رسد که این مانور می‌تواند بر روی زاویه قوس لوردوتیک در ناحیه کمری و در نتیجه کاهش مشکلات ناشی از هایپرلوردوزیس که از مهمترین آنها درد ناحیه کمری است، تاثیرگذار باشد. بنابراین سوال تحقیق حاضر این است که آیا با انجام مانور ADIM، می‌توان موجب کاهش زاویه لوردوز کمری شد و در نتیجه از عوارض ناشی از هایپرلوردوزیس در افراد دارای کمردردهای مزمن جلوگیری کرد و موجب بهبود عملکرد در این افراد شد یا خیر.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌های تحقیق حاضر شامل زنان دارای درد مزمن ناحیه کمری و پاسچر هایپرلوردوتیک بودند. توضیحات کامل در ارتباط با مراحل انجام تحقیق به بیماران داده شده و برگه رضایت‌نامه توسط ایشان امضا گردید. این تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشکده توانبخشی تایید شده است. بیماران در ۶ ماه گذشته دارای درد مزمن ناحیه کمری با میانگین شدت درد برابر با ۳ طبق معیار دیداری درد ۱۰ نقطه‌ای^۷ بوده

¹ Lumbar Hyperlordosis

² Compressive Load

³ Multifidus

⁴ Transverse Abdominis

⁵ Internal Oblique

⁶ External Oblique

⁷ Visual Analog Scale (VAS)

و در این مدت تحت درمان فیزیوتراپی قرار نگرفته بودند. تمام بیماران دارای دامنه حرکتی کامل در ناحیه کمری بودند. بیماران با سابقه جراحی‌های ناحیه شکمی یا ستون فقرات، اختلالات قلبی-عروقی، اختلالات نورولوژیک، دردهای رادیکولار و نیز پاسچر اسکولیوتیک از تحقیق خارج شدند.

برای اندازه‌گیری زاویه لوردوز کمری در وضعیت ایستاده از بیماران تصویربرداری رادیوگرافی از نمای طرفی انجام شد و با استفاده از روش اندازه‌گیری Cobb، میزان زاویه لوردوز مشخص گردید. در این روش زاویه مابین سطح فوقانی مهره L1 و سطح فوقانی مهره S1 اندازه‌گیری می‌شود^[۱۰،۳] (تصویر ۱).



تصویر ۱: زاویه مابین سطح فوقانی مهره L1 و سطح فوقانی مهره S1

سپس بیماران در دو جلسه یک ساعته توسط یک فیزیوتراپیست تحت آموزش قرار گرفتند تا ADIM را به درستی انجام دهند. از بیماران خواسته شد تا به آرامی ناحیه تحتانی شکم در زیر ناف را به سمت داخل بکشند بدون اینکه حرکتی در ناحیه فوقانی شکم، پشت یا پلوئیس ایجاد شود. بیماران ابتدا مانور را در وضعیت‌های سوپاین و سوپاین با زانوهای خم با استفاده از فیدبک‌های گفتاری و لمسی تمرین کردند. همچنین جهت اطمینان از صحت انجام این مانور در وضعیت‌های سوپاین از دستگاه بیوفیدبک فشاری^۸ استفاده گردید. حدود ۴ تا ۱۰ درجه کاهش در فشار پایه توسط دستگاه که ۷۰ mmHg است، نشان‌دهنده درستی انجام مانور در وضعیت سوپاین می‌باشد.^[۱] بیماران که قادر به یادگیری انجام مانور نبودند، از تحقیق خارج شدند. پس از اطمینان از درستی انجام ADIM در دو وضعیت سوپاین از بیماران خواسته شد تا مانور را در وضعیت ایستاده تمرین کنند.

در مرحله دوم، تصویربرداری رادیوگرافی مجدد در همان وضعیت ایستاده و این بار همراه با انجام ADIM از بیماران انجام شد. سپس زاویه لوردوز کمری با استفاده از روش Cobb اندازه‌گیری شده و با نوبت اول مقایسه گردید تا تاثیر انجام ADIM بر روی زاویه لوردوز ناحیه کمری در وضعیت ایستاده مشخص گردد.

یافته‌ها

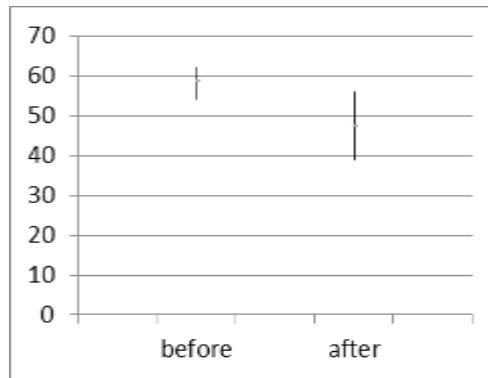
آزمودنی‌ها شامل ۱۵ نفر خانم دارای درد مزمن ناحیه کمری و پاسچر هایپرلوردوتیک بودند. خصوصیات توصیفی بیماران شامل میانگین سنی ۳۵/۹۱ سال، میانگین قد ۱۶۳/۸۳ سانتی‌متر و میانگین وزن ۶۸/۲۵ کیلوگرم می‌باشد. جهت بررسی نرمالیتی متغیرهای تحقیق از

⁸ Pressure Biofeedback Unit

آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شده است. از آنجا که سطح معناداری بیشتر از $0/05$ است می توان گفت متغیرهای تحقیق نرمال می باشد؛ بنابراین از آزمون پارامتریک t زوجی⁹ جهت بررسی تفاوت معنادار بین قبل و بعد از مانور استفاده شد.

جدول ۱: مقایسه میزان زاویه لوردوز قبل و بعد از انجام مانور

سطح معناداری	مقدار آزمون t زوجی	انحراف معیار	اختلاف میانگین	بررسی تفاوت زاویه لوردوز میان قبل و بعد از مانور (بر اساس واحد درجه)
۰/۰۰۱	۱۰/۳۰۷	۴/۲۳۴	۱۱/۲۶۷	



نمودار ۱: اختلاف میانگین زاویه لوردوز کمری میان قبل و بعد از انجام مانور

با توجه به جدول شماره ۱ و نمودار شماره ۱، اختلاف میانگین زاویه لوردوز کمری میان قبل و بعد از انجام مانور ۱۱/۲۶۷ می باشد. این بدین معنا است که قبل از انجام مانور، انحنای ستون فقرات بیشتر بوده است و چون سطح معناداری کمتر از $0/05$ است ($P < 0/05$)، این اختلاف میانگین معنادار است. در نتیجه مانور درمانی ADIM در اندازه لوردوز ناحیه کمری بیماران در تصویر رادیوگرافی تاثیر معناداری داشته و باعث کاهش این زاویه شده است. با توجه به عدم وجود جلسات درمانی و تنها بررسی تاثیر انجام مانور بر روی زاویه لوردوز کمری در طی یک جلسه میزان درد بیماران قبل و بعد از انجام مانور، مورد بررسی قرار نگرفت.

بحث

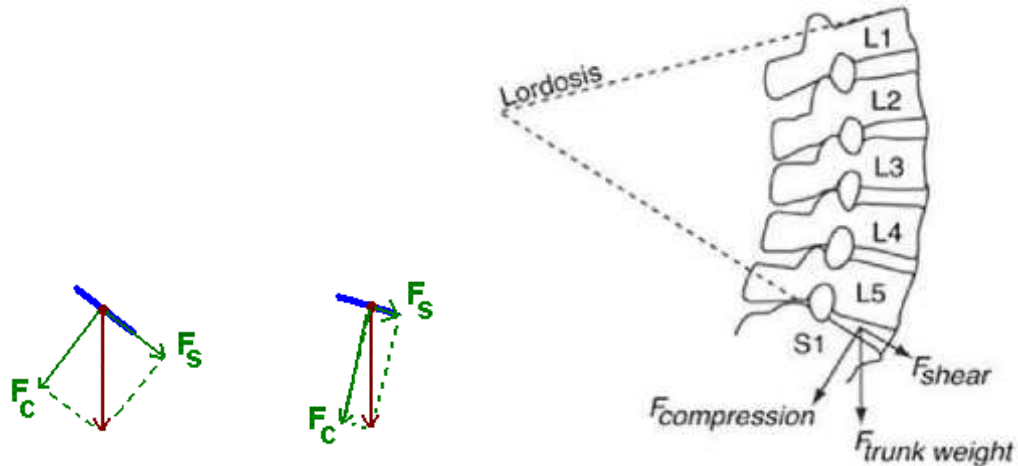
در ارزیابی تاثیر مانور ADIM در وضعیت ایستاده مشخص گردید که انجام این مانور می تواند در کاهش زاویه لوردوز کمری در افراد دارای پاسچر هایپرلوردوتیک موثر باشد. به نظر می رسد علاوه بر شکل تنه مهره ها و نیز ساختار دیسک های بین مفصلی و تنش لیگامان های موجود در ناحیه، قدرت عضلات اسپاینال و عملکرد و تون عضلات پشتی و شکمی می تواند موجب تغییر در میزان زاویه لوردوز کمری گردد.^[۱۱، ۳] عضلات تنه به دو دسته عضلات لوکال و عضلات گلوبال تقسیم می شود. عضلات لوکال به عنوان عضلاتی که برای ثبات دهی فقرات کمری-لگنی لازم است شامل عضلات مولتی فیدوس، IO، TrA و عضلات گلوبال به عنوان عضلاتی که مسئول حرکات اصلی تنه هستند شامل EO و رکتوس ابدومینیس^{۱۰} می باشد. ADIM جهت تاکید بر فعالیت عضلات عمقی لوکال و به حداقل رساندن فعالیت عضلات گلوبال سطحی تر طراحی شده است.^[۱] از آنجا که این عضلات، از کرسست و سمفیز پویس منشا گرفته و به گزیفوئید و غضروف-های ۵ تا ۷ دنده متصل می شود، انقباض آنها می تواند پلوپس را به عقب چرخانده و قوس فقرات کمری را تغییر دهد.^[۵] Hydes و Teyhen نیز این مسئله را تایید نمودند که انجام ADIM موجب افزایش فعالیت عضلات شکمی به ویژه IO و TrA می گردد.^[۱۳، ۱۲] Suehiro نیز در مطالعه خود بیان نمود که ADIM به علت به کارگیری عضلات شکمی موجب ثبات ناحیه کمری و پلوپس شده و در کاهش تیلت قدامی لگن در فعالیت های گوناگون موثر خواهد بود. Ahn نیز در تحقیقات خود بیان نمود که انجام مانور ADIM در فعالیت های روزانه مانند بالا رفتن از پله به علت بهبود به کارگیری عضلات لوکال و ایجاد ثبات می تواند به عنوان نوعی تمرین درمانی در افراد مبتلا به کمردرد مورد استفاده قرار گیرد.^[۱۴]

عضله TrA از طریق فاسیای تورا کولومبار به عضله مولتی فیدوس متصل می گردد. این اتصال موجب می شود که انقباض عضله TrA طی ADIM موجب انقباض عضله مولتی فیدوس به عنوان یکی از عضلات لوکال ثبات دهنده ستون فقرات کمری گردد. ثبات بیشتر منجر به ایجاد استرس کمتر و در نتیجه در طولانی مدت بروز درد کمتر در ناحیه کمری می گردد.^[۱]

⁹ Parametric Paired t-Test

¹⁰ Rectus Abdominis

در میان علل ایجاد کمردرد، تغییر قوس کمری در صفحه ساجیتال که اغلب به علت اختلال پاسچر رخ می‌دهد، نقش بزرگی را ایفا می‌کند. اختلال نیروی عضلات شکمی، ایجاد لودینگ‌های خلفی در بافت‌های فقرات کمری، تأخیر در فعالیت‌های عضلاتی مانند TrA و به طور کلی عضلات تنه ضعیف‌تر از جمله عوارض ناشی از تغییر لوردوز کمری است که ارتباط مستقیم با بروز کمردرد در افراد دارد؛ بنابراین می‌توان بیان نمود که ADIM به علت تأثیرگذاری بر روی عضلات ناحیه شکمی و لگنی و در نتیجه بر روی لوردوز این ناحیه در بهبود درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن نیز تأثیرگذار است.^[۴]



تصویر ۲: تغییر زاویه لوردوز کمری

هم‌چنین با توجه به تصویر ۲، تغییر زاویه لوردوز کمری موجب کاهش میزان نیروی برشی^[۱] در مهره‌های کمری می‌گردد و در نتیجه نیاز کمتری به فعالیت و تحت تشن بودن عضلات خلفی وجود خواهد داشت.^[۴] Kim در سال ۲۰۰۶ با بررسی حداکثر گشتاور در اکستشن نسبت به فلکشن تنه بیان نمود که عدم تعادل میان عضلات تنه می‌تواند منجر به لوردوز بیش از حد و احتمال بروز کمردرد مزمن گردد.^[۵] همین مسئله توسط Cho نیز تایید گردید که ریت انقباضی عضلات شکمی در افراد دارای کمردرد مزمن کمتر از افراد سالم می‌باشد.^[۶] لازم به ذکر است که عدم استفاده از بیماران آقا به علت موضوع مورد نظر را می‌توان از محدودیت‌های مطالعه حاضر دانست و پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی این مساله بر روی بیماران آقا نیز بررسی گردد.

نتیجه گیری

در بررسی حاضر مشخص گردید که انجام ADIM در وضعیت ایستاده در افراد دارای کمردرد مزمن و پاسچر هایپرلوردوتیک کمری می‌تواند منجر به کاهش زاویه لوردوز و بهبود راستای ستون فقرات و در نتیجه بهبود احتمالی دردهای مزمن این ناحیه گردد. با توجه به این نتایج و نیز نتایج حاصله از سایر مطالعات به نظر می‌رسد می‌توان مطالعات گسترده‌تری را در ارتباط با تأثیرات این مانور به عنوان یک متد درمانی در افراد دارای هایپرلوردوز کمری و دردهای مزمن این ناحیه انجام داده و به کاهش اختلال عملکرد ناشی از بهم‌ریختگی راستای ستون فقرات در این افراد کمک نمود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بر اساس پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیوتراپی خانم آیدا کوروش‌فر، به راهنمایی جناب آقای دکتر امیری و مشاوره سرکار خانم دکتر دویاریان می‌باشد. بدین‌وسیله از تمامی اساتیدی که در انجام تحقیق حاضر ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Lee, A.Y., et al., Effects of abdominal hollowing during stair climbing on the activations of local trunk stabilizing muscles: a cross-sectional study. *Annals of rehabilitation medicine*, 2013. 37(6): p. 804-813.
2. Parfrey, K., et al., Effect of head and limb orientation on trunk muscle activation during abdominal hollowing in chronic low back pain. *BMC musculoskeletal disorders*, 2014. 15(1): p. 1.
3. Been, E. and L. Kalichman, Lumbar lordosis. *The Spine Journal*, 2014. 14(1): p. 87-97.
4. Sorensen, C.J., et al., Is lumbar lordosis related to low back pain development during prolonged standing? *Manual therapy*, 2015. 20(4): p. 553-557.

¹¹ Shear Force

Archive of SID

5. Kim, H.-J., et al., Influences of trunk muscles on lumbar lordosis and sacral angle. *European Spine Journal*, 2006. 15(4): p. 409-414.
6. Cho, S.-H., et al., Comparison of contraction rates of abdominal muscles of chronic low back pain patients in different postures. *Journal of physical therapy science*, 2013. 25(8): p. 907-909.
7. O'Sullivan, P.B., L. Twomey, and G.T. Allison, Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1998. 27(2): p. 114-124.
8. Oh, J.-S., et al., 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. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 2007. 37(6): p. 320-324.
9. Madokoro, S., H. Miaki, and T. Yamazaki, The effect of the abdominal drawing-in manoeuvre during forward steps. *Journal of physical therapy science*, 2014. 26(6): p. 889.
10. Ashraf, A., et al., Correlation between radiologic sign of lumbar lordosis and functional status in patients with chronic mechanical low back pain. *Asian spine journal*, 2014. 8(5): p. 565-570.
11. Sparrey, C.J., et al., Etiology of lumbar lordosis and its pathophysiology: a review of the evolution of lumbar lordosis, and the mechanics and biology of lumbar degeneration. *Neurosurgical focus*, 2014. 36(5): p. E1.
12. Teyhen, D.S., et al., The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2005. 35(6): p. 346-355.
13. Hides, J., et al., An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during "drawing-in" of the abdominal wall. *Spine*, 2006. 31(6): p. E175-E178.
14. Suehiro, T., et al., Comparison of spine motion and trunk muscle activity between abdominal hollowing and abdominal bracing maneuvers during prone hip extension. *Journal of bodywork and movement therapies*, 2014. 18(3): p. 482-488.