Journal of Anesthesiology and Pain Summer 2021, Vol 13, NO 2



The effect of movement pattern training on range of motion of knee joint in the frontal level in athletes with nonspecific chronic low back pain during sing-leg landing: A randomized clinical trial

Afshin Oroji[1], AmirAli Jafarnezhadgero[2*], Amir Letafatkar[3*]

1. *MSc in Corrective Exercise and Sports Injuries, Dept. of Biomechanics and Sports Injuries, University of Kharazmi, Tehran, Iran*
2. *Associate Prof. of Sports Biomechanics, Dept. of Sports Management and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran*
3. *Assistant Prof. of Sports Injuries. Dept. of Biomechanics and Sports Injuries, University of Kharazmi, Tehran, Iran*

ABSTRACT

Aims and background: Low back pain is one of the most common musculoskeletal disorders in athletics. The aim of this study was to determine the effect of Movement-Pattern Training on range of motion of the knee joint in the frontal level in athletes with nonspecific chronic low back pain during sing-leg landing.

Materials and Methods: This clinical trial was carried out in University of Mohaghegh Ardabili at 2018. Firstly, 30 males with non-specific chronic low back pain were selected with available sampling and then they randomly divided into control (15 subjects) and experimental (15 subjects) groups. Tests were done in pre and post-tests form. Movement pattern exercises were performed on experimental group over a 6-week period. Ethically, the training protocol was done on waiting control group after post-test. Post hok Co-variance was used for statistical analysis of data.

Results: The results showed that movement pattern training reduces the motion range of knee joint in the frontal level of patients with non-specific chronic low back pain (P=0.000, d=3.94 high effect size).

Conclusion: The results of the study showed that the exercises of the movement pattern have caused significant changes in motion range of knee joint at the frontal level. It could be beneficial for future researches in order to prevent and treat the low back pain of individuals.

Keywords: Low Back Pain, Range Of Motion, Movement Pattern Training

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

Please cite this paper as:
Oroji A, Jafarnezhadgero A A, Letafatkar A[The effect of movement pattern training on the range of motion of the knee joint in the frontal level in athletes with nonspecific chronic low back pain during sing-leg landing: A randomized clinical trial (Persian)J Anesth Pain 2021;13(2):46-58.

Corresponding Author: AmirAli Jafarnezhadgero, Associate Prof. of Sports Biomechanics, Dept. of Sports Management and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱

تاثیر تمرینات الگوی حرکتی بر روی دامنه حرکتی مفصل زانو در صفحه فرونتال در ورزشکاران با کمردرد مزمن غیراختصاصی حین فرود تک پا: یک کار آزمایی بالینی تصادفی

افشین اروجی[۱]، امیرعلی جعفرنژاد گرو*[۲]، امیر لطافت کار[۳]

۱. کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳. استادیار آسیب شناسی ورزشی، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰ **تاریخ بازبینی: ۱۴۰۰/۴/۱** **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۵**

چکیده

زمینـه و هـدف: کمـردرد بـه عنـوان یکـی از اختـلالات اسـکلتی عضلانـی شـایع در ورزشـکاران بـه شـمار مـی‌رود هـدف تحقیـق حاضـر تعییـن تأثیـر تمرینـات الگـوی حرکتـی روی دامنـه حرکتـی مفصـل زانـو در صفحـه فرونتـال در ورزشـکاران بـا کمـردرد مزمـن غیـر اختصاصـی حیـن فـرود تـک پـا بـود.

مـواد و روش‌هـا: ایـن مطالعـه کارآزمایـی بالینـی در سـال ۱۳۹۷ در دانشـگاه محقـق اردبیلـی انجـام شـد. ابتـدا ۳۰ مـرد دارای عارضـه کمـردرد مزمـن غیراختصاصـی بـه صـورت نمونه‌گیـری در دسـترس انتخـاب و سـپس بـه صـورت تصادفـی بـه دو گـروه کنتـرل (۱۵ نفـر) و تجربـی (۱۵ نفـر) تقسـیم شـدند. آزمون‌هـا بـه صـورت پیـش آزمـون و پـس آزمـون صـورت گرفـت. تمرینـات الگـوی حرکتـی طـی مـدت زمـان ۶ هفتـه بـر روی گـروه تجربـی اجـرا شـد. بـه منظـور رعایـت اخـلاق در پژوهـش، بعـد از ۶ هفتـه، تمرینـات پی‌گیـری بـر روی گـروه کنتـرل نیـز انجـام شـد. از آنالیزکوواریانـس جهـت تحلیـل آمـاری داده‌هـا اسـتفاده شـد.

یافته‌هـا: نتایـج نشـان داد کـه تمرینـات الگـوی حرکتـی منجـر بـه کاهـش دامنـه حرکتـی مفصـل زانـو در سـطح فرونتـال در بیمـاران دچـار کمـردرد مزمـن غیـر اختصاصـی می‌گـردد (P=۰/۰۰۰، d=۳/۹۴ انـدازه اثـر بـالا).

بحـث و نتیجه‌گیـری: نتایـج مطالعـه نشـان داد تمرینـات الگـوی حرکتـی تغییـرات قابـل توجهـی در دامنـه حرکتـی مفصـل زانـو در سـطح فرونتـال به‌وجـود آورده اسـت کـه می‌توانـد مـورد توجـه مطالعـات آینـده جهـت کمـک بـه مراقبـت و پیش‌گیـری در بیمـاران مبتـلا بـه کمـردرد قـرار بگیـرد.

واژه‌های کلیدی: کمردرد، دامنه حرکتی، تمرینات الگوی حرکتی

مقدمه

کمـردرد یکـی از بزرگتریـن مشـکلات جوامـع امـروزی می‌باشـد کـه در سـن ۲۰-۴۰ سـالگی اتفـاق می‌افتـد. محدودیت‌هـای ناشـی از ایـن عارضـه در سـال ۲۰۱۵ تقریبـا ۷/۳درصـد بـود و هـم اکنـون نیـز علـت اصلـی ناتوانـی در سـطح جهانـی هسـت[(1)]. ایـن عارضـه یکـی از بنیادیتریـن

نویسـنده مسـئول: امیرعلـی جعفرنـژاد گـرو، دانشـیار بیومکانیـک ورزشـی، دانشـگاه محقـق اردبیلی، دانشـکده علـوم تربیتـی و روانشناسـی، گروه مدیریـت وبیومکانیـک ورزشـی، اردبیـل، ایران
پست الکترونیک: amiralijafarnezhad@gmail.com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

آسیب در ورزشکاران است که ۱۰-۱۵درصد از آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد که باعث تغییر مکانیک راه رفتن، پرش فرود، می‌شود[۲].

با توجه به ارتباط مکانیکی که اندام تحتانی با قسمت‌های تحتانی کمر دارد در نتیجه، این تغییرات باعث کمردرد می‌شود[۱]. بنابراین اولین علایم در ورزشکاران با درد همراه است که برای جلوگیری از آسیب کینماتیک خود را در حرکات تغییر می‌دهند که در نتیجه این تغییرات کینماتیکی، در بلند مدت باعث کمردرد و سایر ریسک فاکتورهای آسیب در ورزشکاران می‌شود بنابراین محققان ارتباط بین شرایط مکانیکی غیر طبیعی اندام تحتانی را با کمردرد را رابطه مستقیم می‌دانند[۳]. فرود از جمله این عوامل هست که نیروی عکس العمل معادل چهار برابر وزن بدن را اعمال می‌کند. نیروی عکس العمل زمین باناپایداری مفصل زانو در ارتباط مستقیم است و مکانیسم اصلی اعمال بار بر این مفصل می‌باشد؛ بنابراین فاکتورهای بیومکانیکی از قبیل افزایش ارتفاع فرود، کاهش نسبت فعالیت عضلات چهارسر به همسترینگ، ضعف کنترل عصبی عضلانی و افزایش سختی مفصلی باعث افزایش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین می‌شوند و به محققان این اجازه را می‌دهند که تغییرات کینماتیکی را در موقعیت‌های مختلف بررسی کنند. از بعد کینماتیکی والگوس زانوی بیشتر و زاویه فلکشن زانوی کمتری دربین زنان نسبت به مردان حین فرود آمدن و حرکات با تغیر جهت ناگهانی گزارش کردند. با این وجود در تحقیقات مشابه هیچگونه تفاوت جنسیتی در کینماتیک مفصل زانو گزارش نشده است[۴]. در تحقیقاتی که در ارتباط با فرود تک پا از ارتفاع ۲۰سانتیمتری در زنان و مردان انجام شده، گزارش شد که زنان دارای فلکشن زانوی کمتری نسبت به مردان داشتند، همچنین در فرود از ارتفاع‌های مختلف ۳۰ و ۶۰ سانتیمتری بر روی دو پا گزارش شده که زاویه فلکشن و سرعت زاویه‌ای زانو در فرود از ارتفاع ۶۰ سانتیمتر نسبت به ارتفاع ۳۰سانتیمتر بیشتر بودند[۵].

Haddas در پژوهشی تغییرات کینماتیکی را در افراد با و بدون کمردرد مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد که در میزان ابداکشن زانو حین پرش و فرود در افراد کمردرد تقریبا ۱۶درجه کمتر از افراد بدون کمردرد است[۶]. همچنین Hayes تغییرات الگوی حرکتی را در افراد با درد رانی مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد که در گروه تجربی میزان ابداکشن ران در نتیجه تمرین درمانی ۲/۶درصد کاهش پیدا کرده است[۷].

بدن انسان به صورت یک زنجیره حرکتی عمل می‌نماید و نقص حرکتی در هر بخش می‌تواند بر روی فاکتورهای کینماتیک مفاصل دیستال و پروگزیمال طی فعالیت‌های تحمل وزن نظیر فرود تاثیر گذار باشد[۸] دراین بین کمربند لگنی نقش مهمی را ایفا می‌نماید که از طریق مفصل هیپ با اندام تحتانی و از طریق ستون فقرات با اندام فوقانی همکاری می‌کند[۹]. لذا هرگونه نقص حرکتی در این قسمت می‌تواند بر روی کینماتیک مفاصل زانو، مچ پا و تنه تاثیرگذار باشد[۸]. یکی از نقص‌های حرکتی در اندام تحتانی عدم تعادل عضلات در صفحه فرونتال در حالت تحمل وزن روی یک پا می‌باشد. بنابراین عدم تعادل عضلات در صفحه فرونتال می‌تواند باعث افزایش گشتاور ابداکتوری زانو طی ایستادن تک‌پا شود که در نهایت باعث خطر ابتلا به بسیاری از آسیب‌های ناحیه زانو نظیر (استئوآرتریت زانو، سندرم درد کشککی-رانی) [۱۰] و کمردرد گردد[۶]. لذا این عوامل باعث گردیده تا متخصصین طب ورزشی نگاه ویژه‌ای به بحث شناسایی ریسک فاکتورهای مرتبط با نقص حرکتی زانو در صفحه فرونتال و پیشگیری از بروز آسیب در مفاصل پروگزیمال و دیستال داشته باشند.

کمپلکس لگن، ران، زانو، و مچ‌پا شامل چندین بخش و مکانیسم مفصلی است که بر تعامل بین کمر و اندام تحتانی در حین جابجایی تأثیر می‌گذارد. هر اختلالی که بر روی هر یک از این مکانیزم‌ها تأثیر بگذارد می‌تواند این تعامل را تغییر داده و منجر به تغییرات غیرنرمال شود. این عدم تقارن‌ها می‌تواند مکانیک بدن

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

را تغییر دهد، بخش‌های مختلف بدن را تحت فشار قرار دهد و باعث اختلال در الگوهای حرکتی شود. بنابراین، برای درک آسیب شناسی اختلالات حرکتی بدنبال کمردرد مزمن غیراختصاصی، به مطالعات بیومکانیکی مجموعه اندام تحتانی نیاز است[۴]. در سال‌های اخیر در ارتباط با درمان کمردرد مزمن غیراختصاصی، تمرکز محققان بر روی تمریناتی است که عضلات کنترل کننده لگن را به صورت اختصاصی مورد هدف قرار دهند. به نظر می‌رسد تمرینات الگوی حرکتی جدیدترین پروتکل تمرینی در این زمینه در ارتباط کمربند لگنی-رانی و قدرت عضلات ران باشد[۷]. با توجه به نقش عضلات ران و الگوی حرکتی درست در حرکات روزمره در رابطه با کینماتیک زانو و کاهش کمردرد یافته‌های این تحقیق می‌تواند باعث توسعه درمان مؤثرتر کمک کننده باشد و با توجه به استفاده از روش‌های نوین تمرین درمانی، هم اینکه این تمرینات باعث اصلاح پاسچرهای حرکات در صفحه فرونتال می‌گردد و هم باعث پیشگیری از سایر ریسک فاکتورهای آسیب اندام تحتانی و فوقانی می‌شود بنابراین یافته‌های این تحقیق می‌تواند برای تحقیقات بعدی کمک کننده باشد. لذا در تحقیق حاضر تلاش شد که تأثیر تمرینات الگوی حرکتی روی دامنه حرکتی مفصل زانو در سطح فرونتال در ورزشکاران با کمردرد مزمن غیراختصاصی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش کار

حجم نمونه در پژوهش حاضر با استفاده از نرم‌افزار G*Power تعیین شد. این نرم‌افزار نشان داد که جهت دستیابی به توان ۰/۸۰، اندازه اثر برابر ۰/۸۰ در سطح معناداری برابر ۰/۰۵، حداقل ۱۴ نفر در هر گروه مورد نیاز می‌باشد. نمونه‌گیری به شیوه در دسترس انجام شد. در این مطالعه کارآزمایی بالینی تصادفی شده (شکل ۲)، ۱۵ مرد ورزشکار مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی به عنوان گروه کنترل و ۱۵ مرد ورزشکار به عنوان گروه تجربی انتخاب شدند. جامعه آماری این پژوهش را مردان ورزشکار مبتلا به کمردرد مزمن تشکیل دادند. مکان انجام تحقیقات در مرکز سلامت دانشگاه محقق اردبیلی طی سال ۱۳۹۷ زیر نظر متخصص حرکات با رعایت کامل اخلاق در پژوهش انجام شد.که تمام تمرینات در بازه زمانی ۱۰ الی ۱۲ صبح در مرکز سلامت دانشگاه محقق اردبیلی صورت گرفت. کد اخلاق با شماره IR.SBU.ICBS ۹۷/۱۰۱۴. از کمیته اخلاق پژوهش‌های زیستی دانشگاه شهید بهشتی و کد IRCT با شماره IRCT20181024041444N1 توسط پژوهشکر اخذ گردید.

نمونه آماری از طریق فراخوان عمومی و آگاهانه جهت شرکت در این طرح مشارکت داشتند. ۶۰ نفر آگاهانه فرم رضایت‌نامه جهت شرکت در پژوهش را امضاء و با روند انجام پروتکل آشنایی کامل پیدا کردند. معیارهای ورود به این پژوهش داشتن علائم کمردرد به مدت بیش از شش ماه، و معیار خروج از مطالعه عبارت بودن از: اسپوندیلولیستیس یا اسپوندیلولیز، اسپوندیلیت انکیلوز، استئوآرتریت متوسط یا شدید ستون فقرات، آرتریت التهابی، ریشه عصبی فشرده، بیماری عضلانی تنه، اسکولیوز (۱۵ درجه و یا بیشتر)، جراحی قبلی، تومور بدخیم، فشارخون بالا، دژنراتیو یا التهاب ستون فقرات کمری[۱۱،۱۲] هم‌چنین اگر سابقه شرکت در برنامه پرش و فرود را داشتند از مطالعه کنار گذاشته شدند[۱۳]. پس از معیارهای ورود و خروج، ۳۰ نفر با سابقه کمردرد به طور تصادفی ساده (قرعه کشی) در دو گروه تمرین (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند.

لازم به توضیح است که در طی دوره تمرین، یک نفر از گروه تمرین، در هفته اول به دلیل مشکلات شخصی از شرکت در تمرینات انصراف داد که در نهایت تعداد آزمودنی‌های این گروه از ۱۵ به ۱۴ نفر تقلیل یافت. یک نفر از گروه کنترل نیز به دلیل مشکلات شخصی در پس آزمون شرکت نکرد و تعداد این گروه نیز به ۱۴ نفر کاهش یافت (نمودار ۱). هم-چنین در آغاز پژوهش، جهت سنجش شاخص ناتوانی از پرسش‌نامه

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

استاندارد Quebec استفاده شد[۱۴]. علاوه‌بر این، مزمن بودن کمردرد توسط متخصص ارتوپد تشخیص داده شد. از مقیاس پیوسته بصری درد (Visual Analog Scale) که این مقیاس خط‌کش افقی صاف ۱۰۰ میلی‌متری است، استفاده شد. مقیاس بصری درد برای سنجش شدت درد مقیاس معتبر و پایاست[۱۵].

مراحل تست‌گیری در مرکز سلامت دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه عمل گرم کردن را انجام دادند و ۵ بار نیز نحوه انجام صحیح حرکت فرود را به صورت تمرینی اجرا کردند. در ابتدا پای غالب افراد مشخص می‌شد که برای نیل به این هدف دو آزمون انجام شد که عبارت بودند از: الف) آزمون به هم زدن تعادل با هل دادن فرد از پشت، در حالتی که فرد در یک وضعیت ثابت، ایستاده است. ب) انجام سه بار شروع راه رفتن، قبل از نصب هرگونه ابزار و وسیله‌ای بر روی بدن فرد شرکت‌کننده در آزمون که همه افراد درد در سمت غالب را گزارش دادند[۱۳،۱۶].

الکتروگونیامتر (مدل بیومتریکس ساخت کشور انگلیس) توسط چسب‌های مخصوص دو طرفه در قسمت خارجی ران و ساق نصب می‌شد. تحلیل داده‌های خام حاصل از گونیامترالکترونیک در سیستم تحلیل Data LITE نرم‌افزار بیومتریکس (Biometrics Ltd, UK) انجام گرفت و برای تحلیل، داده‌ها وارد Excel نسخه ۲۰۱۳ شدند. سپس آزمودنی در وضعیتی متعادل نزدیک به لبه سکویی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری به طریقی می‌ایستاد که پای غالب در حالت معلق قرار گیرد. برای اجرای آزمون از آزمودنی خواسته می‌شد تا بدون خم کردن و پایین آوردن تنه و حالت پرشی با فرمان آزمون‌گیرنده روی پای غالب فرود آیند. هر آزمودنی ۵ کوشش صحیح را انجام می‌داد و هر کوشش با فاصله و بدون خستگی آزمودنی انجام گرفت[۶] (شکل ۱).

گروه تمرین زیر نظر متخصص حرکات اصلاحی برنامه تمرینی را با توجه به جدول پروتکل تمرینی به مرحله اجرا گذاشتند و هر هفته توسط آزمون گیرنده و متخصص حرکات اصلاحی تحت نظر و بررسی قرار می‌گرفت (جدول ۱). برنامه الگوهای حرکتی اهداف زیر را دنبال می‌کرد: ۱- آموزش پوزیشن صحیح در حالت‌های مختلف و آموزش طرز صحیح مکانیک بدن در فعالیت‌های روزانه از قبیل راه رفتن، ایستادن، نشستن، خوابیدن، ۲- تقویت عضلات ران. گروه تمرین یک هفته توسط محقق تحت آموزش الگوهای حرکتی صحیح در فعالیت‌های روزانه قرار گرفتند.

هفته دوم برنامه تمرینی شامل تقویت چرخش دهنده‌های خارجی ران که به چهار تا پنج سطح تقسیم می‌شود، انجام گرفت. سطح اول در حالت خوابیده به شکم (در حالت خوابیده به شکم فلکشن زانو همراه با چرخش خارجی ران را انجام می‌داد) و سطح دوم در حالت ایستاده (چرخش خارجی ران با هر دو پا بدون اعمال مقاوت) انجام می‌شد و سطح سوم (چرخش خارجی ران همراه با اکستنشن زانو در حات خوابیده به پهلو) و سطح چهارم در حالت ایستاده با توجه به اصل اضافه بار با باند تمرینی انجام می‌شد. با توجه به این که تمرینات در هفته اول به حالت ایزومتریک انجام می‌شد، تعداد ست‌ها و تکرار تمرین در تمامی مراحل (۲ ست با ۱۲-۱۰ تکرار با انقباض ۱۵-۱۰ ثانیه‌ای) انجام گرفت. ولی سطح چهارم که با مقاومت باند انجام می‌شد این زمان به ۲۰-۱۰ ثانیه افزایش می‌یافت.

هفته سوم برای گروه عضلات چرخش‌دهنده خارجی ران همراه با فلکسورهای ران انجام شد که سطح اول در حالت نشسته (چرخش خارجی همراه با فلکشن ران) و سطح دوم (بدون فلکشن ران)، و سطح سوم (چرخش خارجی با مقاومت باند)، سطح چهارم (اسکات با هر پا با مقاومت باند)، و سطح پنجم (اسکات دوطرفه) انجام شد.

هفته چهارم تقویت عضلات فلکسورهای ران مدنظر بود که سطح اول تا سوم بدون مقاومت باند در حالت نشسته با فلکشن ران انجام شد و سطح چهارم و پنجم نیز با مقاومت باند انجام شد.

هفته پنجم با هدف تقویت عضلات دورکننده ران انجام

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

شـد کـه در سـطح اول تـا سـوم (بـدون مقاومـت بانـد و درحالـت درازکـش و ایسـتاده) آزمودنی‌هـا حرکـت ابداکشـن‌ران را انجـام دادنـد و سـطح چهـارم نیـز در حالـت ایسـتاده بـا مقاومـت بانـد انجـام شـد.

هفتـه ششـم نیـز بـا هـدف تقویـت عضـلات سـرینی انجـام شـد کـه سـطح اول و سـوم در حالـت ایسـتاده بـا اعمـال نگـه داشـتن وزن بـدن بـر روی یک‌پـا و سـطح چهـارم در حالـت ایسـتاده (ابداکشـن ران همـراه بـا چرخـش خارجـی ران بـا مقاومـت بانـد) بـه انجـام رسـید.

لازم بـه ذکـر اسـت کـه تمـام مراحـل ۳ جلسـه در هفتـه و در صورتـی کـه آزمودنـی حـرکات را بـدون درد انجـام مـی‌داد وارد پروتـکل بعـدی می‌شـد. گـروه کنتـرل بـدون مداخلـه تمرینـی بـه فعالیـت عـادی خـود پرداختنـد و در پایـان ۶ هفتـه، پـس آزمـون گرفتـه شـد. لازم بـه ذکـر اسـت کـه بعـد از پـس آزمـون، گـروه کنتـرل نیـز ماننـد گـروه تجربـی مـورد مداخلـه تمرینـی قـرار گرفتنـد. محتـوای ایـن پروتـکل تمرینـی بـا توجـه بـه مقـالات Harris-Hayes ارائـه شـده اسـت[۷].

داده‌هـای جمـع‌آوری شـده وارد نرم‌افـزار SPSS نسـخه ۱۶ شـد. بـرای تجزیـه و تحلیـل داده‌هـا از روش‌هـای آمـاری توصیفـی و اسـتنباطی اسـتفاده شـد. در سـطح توصیفـی از شـاخص‌های میانگیـن و انحـراف معیـار اسـتفاده شـد. نرمـال بـودن توزیـع داده-هـا توسـط آزمـون Shapiro-Wilk مـورد تأییـد قـرار گرفـت (P>۰/۰۵). سـپس بـرای مقایسـه مقادیـر پایـه بیـن دو گـروه از آزمـون t مسـتقل اسـتفاده شـد. بـرای همگنـی واریانـس خطـا از آزمـون لویـن، و بـرای تحلیـل آمـاری داده‌هـا از آنالیـز کوواریانـس اسـتفاده شـد. سـطح معنـی‌داری در آزمون‌هـا ۰/۰۵ در نظـر گرفتـه شـد. جهـت محاسـبه انـدازه اثـر (d) از رابطـه زیـر اسـتفاده شـد[۱۷،۱۸]:

(میانگین انحراف استاندارد دو شرایط) / (اختلاف میانگین دو شرایط) = اندازه اثر (d)



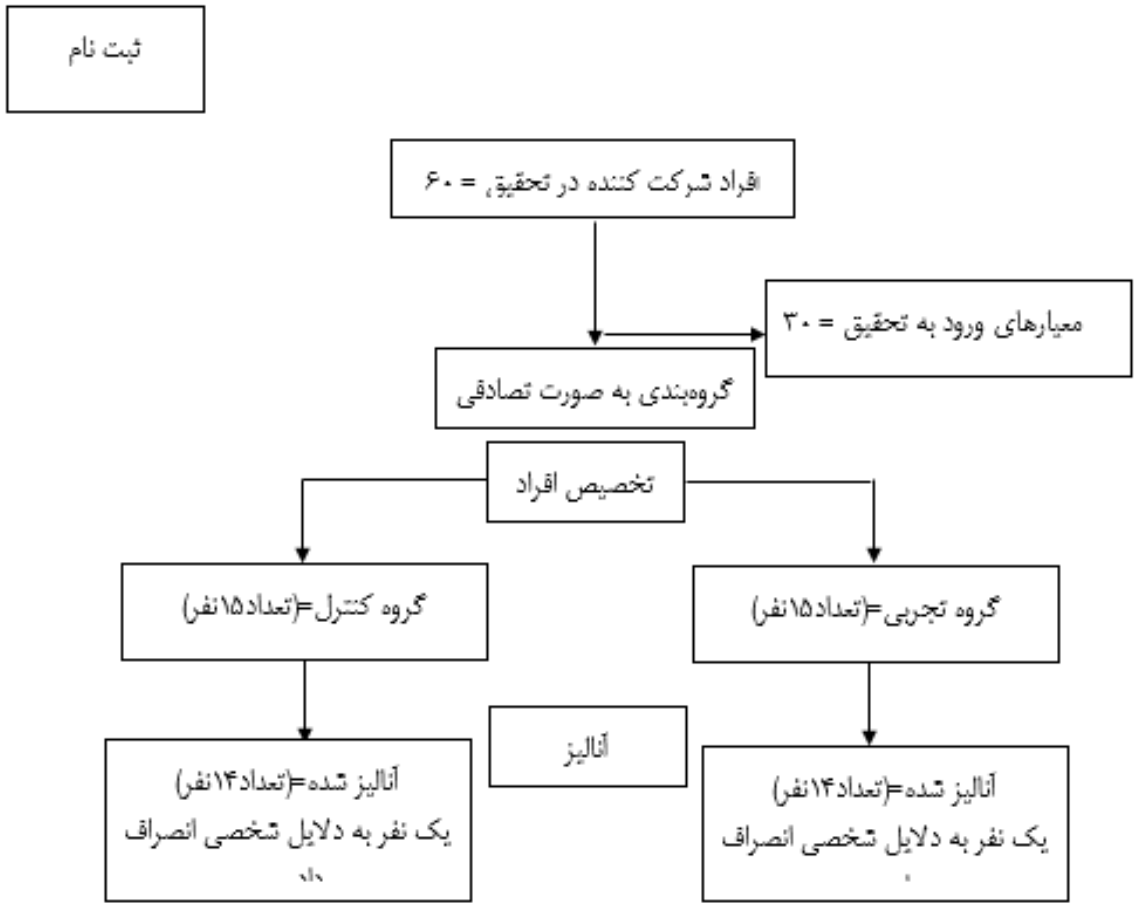
شکل۱: فرود تک پا

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

جدول۱: زمان‌بندی تمرینات الگوی حرکتی

	هفته	ست	تکرار	زمان (ثانیه)	سطح	ترابانـد
تمرینات هفته اول						
۱- آموزش پوزیشن صحیح در حالت‌های مختلف و آموزش طرز صحیح مکانیک بدن در فعالیتهای روزانه از قبیل راه رفتن، ایستادن، نشستن، نحوه از پله بالا و پایین خوابیدن طی ۶ بازدید در طول هفته						
تمرینات هفته ۶-۲						
۱- چرخش خارجی ران همراه با فلکشن زانو در حالت خوابیده به شکم	۲	۲	۲۰-۱۰	۱۰-۵	۱	-
۲- چرخش خارجی ران در حالت ایستاده بدون مقاومت با هر پا	۲	۲	۲۰-۱۰	-	۲	-
۳- چرخش خارجی ران با اکستنشن زانو در حالت خوابیده	۲	۲	۲۰-۱۰	-	۳	-
۴- چرخش خارجی ران با مقاومت باند در حالت ایستاده	۲	۲	۲۰-۱۰	۲۰-۱۰	۵-۴	بله
۵- کشش چرخش دهنده‌های خارجی ران همراه با فلکشن ران	۳	۲	۲۰-۱۰	-	۱	-
۶- چرخش خارجی ران بدون مقاومت باند	۳	۲	۲۰-۱۰	-	۲	-
۷- چرخش خارجی ران با مقاومت باند	۳	۲	۲۰-۱۰	-	۳	بله
۸- اسکات با مقاوت باند به چپ و راست	۳	۲	۲۰-۱۰	-	۴	بله
۹- اسکات دوطرفه	۳	۲	۲۰-۱۰	-	۵	بله
۱۰- فلکشن ران با کمک دست	۴	۲	۲۰-۱۰	-	۱	-
۱۱- فلکشن ران همراه با مقاومت دست	۴	۲	۲۰-۱۰	۱۰-۵	۲	-
۱۲- فلکشن ران همراه با مقاومت	۴	۲	۲۰-۱۰	۱۰-۵	۳	-
۱۳- فلکشن ران	۴	۲	۲۰-۱۰	-	۴	-
۱۴- فلکشن ران با مقاومت باند	۴	۲	۲۰-۱۰	-	۵	بله
۱۵- ابداکشن ران در حالت درازکش	۵	۲	۲۰-۱۰	-	۱	-
۱۶- ابداکشن ران در حالت ایستاده	۵	۲	۲۰-۱۰	-	۲	-
۱۷- ابداکتشن ران با اکستنشن در حالت درازکش به پهلو	۵	۲	۲۰-۱۰	-	۳	-
۱۸- ابداکشن ران با مقاومت باند	۵	۲	۲۰-۱۰	-	۵-۴	بله
۱۹- انقباض یکطرفه عضلات سرینی در حالت ایستاده با هر پا	۶	۲	۲۰-۱۰	۲۰-۱۰	۱	-
۲۰- تغییر وزن با انقباض عضلات سرینی با هر پا	۶	۲	۲۰-۱۰	-	۲	-
۲۱- حالت تک پا	۶	۲	۲۰-۱۰	-	۳	-
۲۲- چرخش خارجی و ابداکشن ران در حالت ایستاده با مقاومت باند	۶	۲	۲۰-۱۰	-	۵-۴	بله

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]



شکل ۲ : نمودار CONSORT

یافته‌ها

برای مقایسه شاخص دموگرافی طی پیش‌آزمون از آزمون t مستقل استفاده شد که یافته‌ها اختلاف آماری معناداری را در ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌های دو گروه نشان ندادند (p>۰/۰۵) (جدول ۲).

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک در پیش‌آزمون (P=۰/۵۹۴) و پس آزمون (P =۰/۰۶۶) گواهی بر رد فرض نرمال بودن نشان نداد. همچنین طبق نتایج آزمون لوین فرض همگنی واریانس بین گروه‌ها در پیش‌آزمون(P=۰/۳۶۹) و پس‌آزمون)P=۰/۹۷۴ (رد نشد (جدول ۳).

مقایسه نتایج تست کوواریانس روی دامنه حرکتی (اداکشن-ابداکشن) مفصل زانو در گروه تجربی اثر معنی‌داری را نشان داد (P=۰/۰۰۰، d=۳/۳۷ اندازه اثر بالا). به طوری که دامنه حرکتی مفصل زانو حین فرود تک‌پا در صفحه فرونتال قبل از مداخله ۱/۵۲ ± ۱۴/۱۶ و بعد از مداخله ۱/۸۳ ± ۷/۵۸ در مقایسه با پیش‌آزمون ۴۶درصد کاهش پیدا کرده است و در گروه کنترل دامنه حرکتی زانو در صفحه فرونتال طی پیش آزمون ۲/۱۷ ± ۱۳/۷۵ در مقایسه با پس آزمون ۱/۶۴± ۱۱/۱۶ معنی‌دار نبوده است (جدول ۴).

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات ورزشکاران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی در دو گروه کنترل و تجربی آزمون t مستقل، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری

متغیر	گروه کنترل (n=۱۴) انحراف معیار ± میانگین	گروه تجربی (n=۱۴) انحراف معیار ± میانگین	P مقدار
سن (سال)	۲۶/۴۰ ± ۴/۴۶	۲۶/۲۰ ± ۴/۲۸	۰/۸۰۳
وزن (کیلوگرم)	۶۵/۷۳ ± ۶/۴۴	۶۹/۸۶ ± ۷/۳۳	۰/۱۱۲
قد (سانتیمتر)	۱/۷۲ ± ۴/۴۷	۱/۷۱ ± ۵/۰۹	۰/۰۸۲
شاخص توده بدنی	۲۱/۹۷ ± ۱/۴۶	۲۳/۶۴ ± ۲/۱۹	۰/۰۵۲

سطح معنی‌داری P<۰/۰۵

جدول۳: نتایج آزمون لوین در بررسی همگنی واریانس خطا

متغیر	مرحله	آماره آزمون	درجه آزادی۱	درجه آزادی ۲	P مقدار
اداکشن-ابداکشن	پیش آزمون	۰/۸۴۱	۱	۲۲	۰/۳۶۹
	پس آزمون	۰/۰۱۱	۱	۲۲	۰/۹۷۴

سطح معنی‌داری P<۰/۰۵

جدول ۴: درصد تغییرات اداکشن-ابداکشن، در اثر تمرینات الگوی حرکتی در دو گروه تجربی و کنترل طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون بر روی دامنه حرکتی مفصل زانو (درجه) در سطح فرونتال افراد دارای کمردرد مرمن غیر اختصاصی

	گروه تجربی(n=14) انحراف معیار ± میانگین		بعد از مداخله	گروه کنترل(n=۱۴) انحراف معیار ± میانگین		بدون مداخله				
متغیر	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییر	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییر	میزان خطا	میزان کل	سطح معنی‌داری
اداکشن-ابداکشن	۱۴/۱۶ ± ۱/۵۲	۷/۵۸ ±۱/۸۳	-۴۶/۴۶	۱۳/۷۵ ± ۲/۱۷	۱۱/۱۶ ±۱/۶۴	-۱۷/۷۵	۶۶/۰۱	۲۲۵۳/۰۰۰	*۰/۰۰۰

آنالیزکوواریانس، P<۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌داری*

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌ها، در اثر تمرینات الگوی حرکتی دامنه حرکتی مفصل زانو طی پس آزمون در گروه تجربی در مقایسه با پیش‌آزمون حدود ۴۶درصد کاهش پیدا کرده بود. از نظر دانش ما، این اولین مطالعه‌ای است به جای بررسی فقط متغیرهای کینماتیکی اثر تمرین درمانی را نیز بر روی کینماتیک فرود در سطح فرونتال، ورزشکاران با کمردرد مزمن غیراختصاصی را بررسی می‌کند.

با توجه به کاهش دامنه حرکتی زانو در اثر تمرینات الگوی حرکتی می‌توان این گونه بیان کرد که با در نظر گرفتن اینکه حرکات در زنجیره بسته انجام می‌شود. و از آنجا که تنه، سر و گردن و اندام فوقانی بیش از ۶۰درصد از وزن بدن را شامل می‌شود و با توجه به موقعیت آنها نسبت به سایر مفاصل می‌تواند نیروهای واکنش زمین، جذب انرژی و نیروهای وارد بر مفاصل را تغییر دهد. با توجه تغییرات الگوی حرکتی در پایین تنه که در نتیجه کمردرد و درد ران اتفاق می‌افتد[۷،۱۹]. این تغییرات در ورزشکاران با کمردرد ممکن است با افزایش زاویه خم شدن ران از طریق افزایش شیب قدامی لگن، بر عملکرد اندام تحتانی در کارهای پویا تأثیر بگذارد[۲]. همچنین در افراد با کمردرد به هنگام اغتشاشات تغییرات رفلکس عضلانی و مرکز جابجایی جرم در مقایسه با افراد سالم مشاهده شده است. بنابراین، ممکن است افراد با کمردرد مزمن مجبور باشند از استراتژی‌های جایگزین در هنگام فرود برای جذب نیروهای واکنشی زمین استفاده کنند. بنابراین موارد فوق الذکرمی‌تواند یکی از دلایل تغییرات کینماتیک زانو در صفحه فرونتال در بین ورزشکاران با سابقه کمردرد باشد.

برای جلوگیری از آسیب بیشتر در ورزشکاران محدود کردن فعالیت‌های ورزشی مهم به نظر می‌رسد[۲۰]. و آموزش الگوهای حرکتی صحیح تر فعالیت‌های روزانه با توجه به ارتباط کمری لگنی رانی می‌تواند کمک کننده باشد[۷] با تمام تفاسیر فوق در حال حاضر معلوم نیست که کمردرد منجر به تغییر در سختی فرود، کینماتیک فرود یا فعالیت عصبی عضلانی می‌شود یا این تغییرات منجر به شروع کمردرد در این افراد می‌شود[۱۱].

نتایج تحقیق حاضر با نتایج Haddas و همکاران[۱۱،۲۱] که بیان نمودند پایداری ستون فقرات منجر به بهبود مکانیک بدن طی حرکت فرود در افراد مبتلا به کمردرد می‌گردد، همسو بود. با توجه به وجود ارتباط بین راستای قرارگیری اندام تحتانی و عملکرد فرد، وجود هر گونه انحراف از راستای طبیعی در مفصل ران، زانو و مچ پا باعث توزیع نامناسب نیرو و نهایتاً اختلال در عملکرد طبیعی فرد می‌شود[۱۴].

به نظر می‌رسد ضعف عضلات ران و ناتوانی عضلات ران در اجرای حرکات فرود باعث تغییرات حرکتی زانو در صفحه فرونتال گردد که می‌تواند باعث تشدید آسب در نواحی اندام تحتانی نیز گردد[۲۱] بنابراین تشخیص اینکه حرکات غیر-طبیعی مجموعه کمری لگنی رانی می‌تواند کمردرد را تحریک کند نیز مهم است، زیرا این عوامل ممکن است یک سازگاری ثانویه باشد. و تغییرات کمربند لگن یا اختلال مفصل ران که در صورت عدم شناسایی یا درمان، ممکن است منجر به ادامه کمردرد شود. بعلاوه، الگوی حرکتی نابجا در ستون فقرات، کمربند لگن یا مفصل ران می‌تواند منبع اصلی درد باشد. تشخیص تغییرات انطباقی در یک منطقه که مربوط به حرکت یا تغییرات ساختاری در منطقه دیگر است، از نظر بالینی ممکن است غیرممکن باشد، به ویژه هنگامی که علائم مزمن باشد. صرف نظر از این، تشخیص اینکه حرکت ران می‌تواند کمردرد را تحریک کند یک مفهوم مهم برای ارزیابی و تشخیص است توسط ارائه دهندگان خدمات بهداشتی شناخت بهتر باعث بهبود درمان می‌شود[۱۲].

علاوه بر این، ضعف یا عدم کارایی عضلات ران ممکن است منجر به عدم تعادل لومبوپلویک شود، که می‌تواند باعث کمردرد شود. عضلات لگن، به ویژه گلوتئوس ماکسیموس، از طریق فاشیای توراکولومبار محکم به عضلات پاراسپاینال کمر متصل می‌شوند، که انتقال انرژی و بار از ستون فقرات کمر به اندام تحتانی

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

را تسهیل می‌کند. بنابراین، عضلات ران نقش مهمی در پایداری کمر دارند[۲۲] علاوه بر این، عضلات ران برای حفظ ثبات لگن و کنترل حرکت چرخشی اندام تحتانی در هنگام ایستادن یک پا عمل می‌کنند از این رو، ضعف در این عضلات ممکن است باعث کاهش ثبات لگن شود، و منجر به حرکت غیر طبیعی قطعه‌ای کمر در هنگام راه رفتن یا ایستادن شود، که ممکن است به کمردرد نیز کمک کند[۲۲] با این حال، سهم ضعف عضلات ران در ایجاد کمردرد هنوز بحث برانگیز است. در حالی که برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که قدرت عضلات ران در بیماران کمردرد کاهش یافته است[۲۳]، دیگران هیچ ارتباطی بین قدرت ران و پیشرفت کمردرد پیدا نکرده‌اند[۲۴، ۲۵].

در افراد مبتلا به کمردرد مزمن، تغییر در کنترل حرکتی گزارش شده است که ناحیه کمر با اختلالات کنترل حرکتی در لگن و اندام تحتانی همراه است. در واقع، با توجه به مفهوم درد و انعطاف‌پذیری عصبی، سندرم‌های درد عضلانی- اسکلتی طولانی مدت ممکن است به تغییرات حرکات پویا کمک کند و تنظیم حرکت و الگوی حرکتی خاص تنه، لگن یا اندام تحتانی را ارائه می‌دهد. این ممکن است یک توضیح احتمالی برای تغییرات مشاهده شده در الگوهای حرکتی اندام تحتانی در کمردرد مزمن در مطالعه حاضر باشد[۴]. که نتایج پژوهش حاضر موید این موضوع است که در نتیجه تمرینات الگوی حرکتی دامنه حرکتی مفصل زانو در سطح فرونتال کاهش پیدا کرد.

به نظر می‌رسد تمرینات الگوی حرکتی باعث ثبات مجموعه کمری لگنی شده که در نتیجه آن میزان دامنه حرکتی در سطح فرونتال کاهش پیدا کرد که می‌تواند باعث کاهش آسیب‌ها در اندام تحتانی گردد.

این تحقیق یک تحقیق اولیه در رابطه با تمرینات الگوی حرکتی است که نتایج آن برای تحقیقات آینده با یک کار آزمایی بالینی بزرگتر مهم است. از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر این بود که تمام آزمودنی‌ها مرد بودند، نتایج حاصل از این تحقیق را نمی‌توان به همه افراد از جمله خانم‌ها تعمیم داد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از آزمودنی خانم استفاده شود و هم‌چنین متغیرهای کینتیکی و فعالیت الکتریکی عضلات پایین تنه نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

از یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که کاهش دامنه حرکتی مفصل زانو در سطح فرونتال می‌تواند در جذب شوک حاصل از نیروهای عکس‌العمل زمین و ثبات کمری لگنی مؤثر باشد. در کل، با توجه به اثر تمرینات الگوی حرکتی در کاهش دامنه حرکتی زانو در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی، این نوع شیوه تمرینی جهت استفاده در برنامه توان‌بخشی این افراد مناسب به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه خوارزمی تهران به دلیل تأمین مالی این طرح تشکر می‌شود. هم‌چنین از تمامی افراد شرکت‌کننده در این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را داریم.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

References

1. Madadi-Shad M, Jafarnezhadgero AA, Sheikhalizade H, Dionisio VC. Effect of a corrective exercise program on gait kinetics and muscle activities in older adults with both low back pain and pronated feet: A double-blind, randomized controlled trial. Gait & Posture. 2020;76:339-45.
2. Sheikhhoseini R, Alizadeh M-H, Salavati M, O'Sullivan K, Shirzad E, Movahed M. Altered lower limb kinematics during jumping among athletes with persistent low back pain. Annals of Applied Sport Science. 2018;6(2):23-30.
3. Sheikhhoseini R, O'Sullivan K, Alizadeh MH, Sadeghisani M. Altered motor control in athletes with low back pain: A literature review. Annals of Applied Sport Science. 2016;4(4):43-50.
4. Rahimi A, Arab AM, Nourbakhsh MR, Hosseini SM, Forghany S. Lower limb kinematics in individuals with chronic low back pain during walking. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2020;51:102404.
5. Abbasi KSA, Mohammadipour F, Amiri KM. [Effect of Variation in Stiffness of Shoe Insole and Different Height Landing on Kinematics of Knee Joint in Single-Leg Landing in Men. Journal of ScientifiIc Journal of Rehabilitation Medicine (persian)]. 2018 ; 7 (1) : 126 - 137.
6. Haddas R, Sawyer SF, Sizer Jr PS, Brooks T, Chyu M-C, James CR. Effects of volitional spine stabilization and lower extremity fatigue on trunk control during landing in individuals with recurrent low back pain. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2016;46(2):71-8.
7. Harris-Hayes M, Czuppon S, Van Dillen LR, Steger-May K, Sahrmann S, Schootman M, et al. Movement-pattern training to improve function in people with chronic hip joint pain: a feasibility randomized clinical trial. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2016;46(6):452-61.
8. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2003;33(11):639-46.
9. Clark M, Lucett S. NASM essentials of corrective exercise training: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
10. Takacs J, Hunt MA. The effect of contralateral pelvic drop and trunk lean on frontal plane knee biomechanics during single limb standing. Journal of biomechanics. 2012;45(16):2791-6.
11. Haddas R. Effects of volitional spine stabilization and lower extremity fatigue on landing performance in a recurrent low back pain population 2013.
12. Prather H, Cheng A, Steger-May K, Maheshwari V, Van Dillen L. Hip and lumbar spine physical examination findings in people presenting with low back pain, with or without lower extremity pain. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2017;47(3):163-72.
13. Dagenais S, Caro J, Haldeman S. A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally. The spine journal. 2008;8(1):8-20.
14. Kopec JA, Esdaile JM, Abrahamowicz M, Abenhaim L, Wood-Dauphinee S, Lamping DL, et al. The Quebec Back Pain Disability Scale. Measurement properties. Spine. 1995;20(3):341-52.
15. Melzack R. Folk medicine and the sensory modulation of pain. Textbook of pain. 1994.
16. Mahmoodi R, Talebian S, Sajadi E. [Comparison of muscle activity timing during stance phase of gait cycle in chronic low back pain and healthy subjects. J of Modern Rehabili(persian)]. 2014;8(4):0-0.
17. Jafarnezhadgero AA, Shad MM, Majlesi M, Granacher U. A comparison of running kinetics in children with and without genu varus: A cross sectional study. PLoS One. 2017;12(9):e0185057.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]

18. Cohen J. A power primer. Psychological bulletin. 1992;112(1):155.
19. Harris-Hayes M, Sahrmann SA, Van Dillen LR. Relationship between the hip and low back pain in athletes who participate in rotation-related sports. Journal of sport rehabilitation. 2009;18(1):60-75.
20. Sutherlin MA, Mangum LC, Russell S, Saliba S, Hertel J, Hart JM. Landing stiffness between individuals with and without a history of low back pain. Journal of sport rehabilitation. 2020;29(1):28-36.
21. Safari Bak M, Esmaeili H, Lenjannejadian S. The Effects of Hip Abductor and External Rotator Strengthening on Pelvic Position in â Frontal Plane in Men with Dynamic Knee Valgus During Single-leg Landing. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2021;9(4):91-105.
22. Alsufiany MB, Lohman EB, Daher NS, Gang GR, Shallan AI, Jaber HM. Non-specific chronic low back pain and physical activity: A comparison of postural control and hip muscle isometric strength: A cross-sectional study. Medicine. 2020; 99(5): e18544.
23. de Sousa CS, de Jesus FLA, Machado MB, Ferreira G, Ayres IGT, de Aquino LM, et al. Lower limb muscle strength in patients with low back pain: a systematic review and meta-analysis. Journal of musculoskeletal & neuronal interactions. 2019;19(1):69.
24. Marshall PW, Patel H, Callaghan JP. Gluteus medius strength, endurance, and co-activation in the development of low back pain during prolonged standing. Human movement science. 2011;30(1):63-73.
25. Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA, Feinberg JH, Prybicien M, DePrince M. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2002;34(1):9-16.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-19]