DOI: 10.48305/jrrs.2023.41412.1024 Published by Vesnu Publications

مقایسه هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی مفاصل اندام تحتانی حین اجرای برش جانبی متقاطع در ورزشکاران با درد مزمن کشاله ران و افراد سالم: مطالعه مقطعی

بهنود جعفرپور[1]، مهدی خالقی تازجی[2]، امیر لطافتکار[2]، علی عباسی[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: درد مزمن کشاله ران، وضعیت دردناک و شایعی است که منجر به اختلال در عملکرد و از دست دادن زمان شرکت در مسابقات ورزشی می‌شود. نرخ بالای شیوع، آناتومی پیچیده و توان‌بخشی طولانی مدت، از جمله چالش‌های این آسیب به شمار می‌رود. با وجود مطالعات بالینی و پزشکی گسترده در این حوزه، دورنمای بیومکانیکی درد کشاله ران در ورزشکاران به ویژه در زمینه شاخص‌های هماهنگی و تغییرپذیری، همچنان ناشناخته باقی مانده است. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، مقایسه هماهنگی و تغییرپذیری مفاصل اندام تحتانی بین ورزشکاران با درد مزمن کشاله ران و افراد سالم در مانور برش جانبی بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، ۲۸ بازیکن جوان فوتبال (۱۴ نفر در گروه با درد مزمن کشاله ران و ۱۴ نفر در گروه شاهد) مشارکت نمودند. به منظور جمع‌آوری داده‌های کینماتیک سه بعدی مفاصل اندام تحتانی، از دوربین‌های آنالیز حرکت استفاده شد. هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی مفاصل ران به زانو و زانو به ران در سه صفحه حرکتی با استفاده از روش فاز نسبی پیوسته محاسبه گردید. آزمون Independent t نیز به منظور مقایسه بین دو گروه مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: آزمودنی‌های مبتلا به درد مزمن کشاله ران غیر هم‌فازی بیشتری را در هماهنگی مفصل ران به زانو در صفحه فرونتال ($P = ۰/۰۳۰$) و همچنین، تغییرپذیری بیشتری را در هماهنگی مفصل ران به زانو در صفحه فرونتال ($P = ۰/۰۱۵$)، زانو به مچ پا در صفحه فرونتال ($P = ۰/۰۳۵$) و ران به زانو در صفحه افقی ($P = ۰/۰۴۵$) نشان دادند.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر، کاهش هماهنگی و افزایش تغییرپذیری هماهنگی اندام تحتانی در افراد مبتلا به درد مزمن کشاله ران را نشان داد که ممکن است منجر به استراتژی‌های جبرانی، تغییر توزیع نیروها و درد و آسیب‌های ثانویه شود.

کلید واژه‌ها: کشاله ران؛ کینماتیک؛ درد

ارجاع: جعفرپور بهنود، خالقی تازجی مهدی، لطافتکار امیر، عباسی علی. **مقایسه هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی مفاصل اندام تحتانی حین اجرای برش جانبی متقاطع در ورزشکاران با درد مزمن کشاله ران و افراد سالم: مطالعه مقطعی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۱؛ ۱۸: ۷۳-۶۶.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۰ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۴/۱۵

مقدمه

آسیب کشاله ران در طیف گسترده‌ای از فعالیت‌ها (رقابتی یا غیر رقابتی) و به ویژه در فعالیت‌هایی که شامل حرکات چند جهته، کاهش یا افزایش شتاب، ضربه، پرش و فرود می‌باشد، شایع است (۲، ۱). تلاش بسیاری برای توضیح علت و عوامل خطر درد کشاله ران انجام شده است که از آن جمله می‌توان به عدم تعادل بین عضلات اداکتور ران و ضعف عضلات پایین شکم، عدم تقارن در لگن، سندرم آسیب بدراستایی (Malalignment injury syndrome) مانند چرخش بیش از حد داخلی (Internal rotation) یا خارجی (External rotation) پا، نابرابری طول اندام پا (به شکل ساختاری و عملکردی) و کفش نامناسب اشاره کرد (۴، ۳). همچنین، فعالیت عضلانی غیر طبیعی و استراتژی حرکتی نامناسب، منجر به طولانی و مزمن شدن این آسیب می‌شود (۵).

ارزیابی و درمان درد کشاله ران در ورزشکاران چالش‌برانگیز است و این موضوع اغلب به دلیل آناتومی پیچیده ران و لگن می‌باشد (۷، ۶). از سوی دیگر، درد کشاله ران خود می‌تواند منشأ دردها و آسیب دیگر ساختارهای بدن شود. نتایج پژوهشی که در مورد علل بارگذاری نامتقارن زانو در بیماران با آرتروز ران انجام شد، نشان داد که تغییرات راه رفتن در پاسخ به درد مزمن لگن و آسیب‌های ساختاری آن، یکی از دلایل این عدم تقارن است (۸). در طبقه‌بندی آسیب‌های ورزشی، درد کشاله ران ۲ تا ۱۸ درصد از کل آسیب‌ها را به خود اختصاص می‌دهد (۱۰، ۹). در حقیقت، هر ورزشی که با تغییرات سریع در سرعت و جهت و یا با برخورد فیزیکی بیشتری همراه باشد، خطر آسیب کشاله

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: مهدی خالقی تازجی؛ دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: khaleghi.m@khu.ac.ir

ران و لگن در آن بالاتر است (۱۱). این ورزش‌ها شامل هاکی روی یخ، فوتبال آمریکایی، کشتی، شمشیربازی و همچنین، فوتبال است (۱۲).

آسیب‌دیدگی ناشی از درد کشاله ران یک مشکل اساسی در فوتبال است (۱۴، ۱۳) که می‌تواند موجب به دور ماندن از فعالیت ورزشی و یا حتی کنار گذاشتن آن شود (۱۵). شیوع درد مزمن کشاله ران در فوتبال مردان، تا ۱۹ درصد از مصدومان را به خود اختصاص می‌دهد و از این میزان صدمه در فوتبال، حدود ۶۸ درصد ناشی از آسیب عضلات اداکتور ران است. کمبودها و بی‌توجهی‌ها در برنامه‌ریزی درمانی صحیح، انجام تمرینات پیشگیری و بررسی بازیکنان با معیارهای مناسب تشخیصی، سبب مزمن شدن و عود مجدد این عارضه می‌شود (۱۷، ۱۶). در بررسی ۶۹۵ بازیکن فوتبال مشخص شد حدود ۴۹ درصد از بازیکنان در طول یک فصل حداقل یک بار درد کشاله ران را تجربه کرده‌اند که این درد در ۳۱ درصد از بازیکنان بیش از شش هفته به طول انجامیده بود (۱). درد بر عملکرد عضلات و الگوهای حرکتی تأثیر می‌گذارد. در عملکردهای حرکتی (Motor functions)، درد به عنوان مکانیسم محافظتی بالقوه برای جلوگیری از آسیب بیشتر وارد عمل می‌شود (۱۸).

ورزشکاران مبتلا به درد مزمن کشاله ران اغلب با درد در یک و یا چند نقطه از ناحیه کشاله ران روبه‌رو می‌شوند (۲۰، ۱۹). تاکنون مطالعات بالینی و آسیب‌شناسی متعددی پیرامون درد مزمن کشاله ران انجام شده است (۲۳-۲۱، ۱۱). در افراد مبتلا به درد مزمن کشاله ران، فعالیت عضلانی و نسبت هم‌انقباضی هنگام تغییر جهت در راه رفتن تغییر می‌کند که ممکن است منجر به استراتژی‌های جبرانی و نقص‌های کنترل حرکتی شود (۵). همچنین، ورزشکاران با درد مزمن کشاله ران دارای محدودیت چرخش داخلی مفصل ران، چرخش خارجی ران و دامنه حرکات ابداکشن می‌باشند (۲۴). این یافته‌ها ممکن است پیش‌بین وقوع (مکانیسم) یا تداوم درد مزمن کشاله ران در افراد دارای سابقه قبلی این مشکل باشد (۲۵). با وجود تحقیقات و پژوهش‌های پزشکی و بالینی در این زمینه که به شکل کلی و جامع انجام گرفته (۲۸-۲۶)، درد کشاله ران در ورزشکاران از منظر بررسی شاخص‌های بیومکانیکی به ویژه بررسی هماهنگی، تغییرپذیری و اقداماتی که می‌توان در جهت تمرینات ورزشی یا توان‌بخشی با هدف بهبود شاخص‌های مرتبط درد انجام داد، همچنان ناشناخته باقی مانده است.

هماهنگی (Coordination) در حرکات نشان دهنده انتخاب و ایجاد حرکت و همچنین، درجات آزادی در دسترس جهت اجرای یک تکلیف است (۲۹). در واقع، هماهنگی یک نقش عملکردی می‌باشد و ممکن است اطلاعاتی را در مورد تنش موجود در مفاصل فراهم کند (۳۰). غیر هم‌فاز بودن حرکات (Out of phase motions) (۳۱) یا کاهش هماهنگی در حرکت، می‌تواند منجر به ایجاد الگوهای حرکتی غیر طبیعی، الگوهای حرکتی جبرانی و یا انواع آسیب‌های ورزشی شود (۳۰). با توجه به این که هماهنگی میان مفاصل، ویژگی ضروری یک عملکرد طبیعی به شمار می‌رود و این امر بر اساس ریتم منظم و یا ترتیب وارد عمل شدن منظم مفاصل برای انجام مناسب و بدون آسیب کارهای روزمره لازم و ضروری می‌باشد، بدیهی است که هرچه حرکت پیچیده‌تر و یا سخت‌تر شود، هماهنگی بین مفاصل یا ریتم حرکتی پیچیده‌تر (۳۰) و از طرف دیگر، اهمیت آن بیشتر می‌گردد.

تغییرپذیری در شاخص‌های بیومکانیکی، یکی از روش‌های بررسی کنترل حرکتی در مکانیک بدن انسان می‌باشد که از دیدگاه‌های نظری مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد (۲۹). تغییرپذیری در حرکت انسان را می‌توان به عنوان تغییرات طبیعی در استراتژی‌های کنترل حرکتی که هنگام انجام چندین تکرار از یک کار به کار می‌رود، تعریف کرد (۳۲). این پدیده به درستی توسط Bernstein در سال ۱۹۶۷ به عنوان «تکرار بدون تکرار» توصیف شد (۳۲). به طور سنتی، در تجزیه و تحلیل بیومکانیکی، تغییرپذیری به عنوان یک خطا در حرکت تلقی می‌شود؛ جایی که فرد تلاش می‌کند همان حرکت را بازتولید کند، اما نمی‌تواند (۳۳). با این حال، تنوع درون فردی در الگوهای حرکتی بین اعمال تکراری (به طور مثال چرخه گام) در حال حاضر به عنوان یک ویژگی جدایی‌ناپذیر از هر کار حرکتی در نظر گرفته می‌شود که امکان سازگاری با استرس‌های وارد آمده بر بدن انسان را فراهم می‌کند. به این ترتیب، تصور می‌شود که تغییرپذیری با توجه به آسیب‌های اسکلتی- عضلانی، نقش عملکردی دارد (۳۳, ۳۴).

یافته‌ها و بررسی‌های بیومکانیکی به خصوص در حرکات فعال همچون راه رفتن، راه رفتن همراه با تغییر جهت، دویدن و چرخش‌های ناگهانی، به لحاظ عملکردی اهمیت فراوانی دارد و این در حالی است که مطالعه‌ای در زمینه مقایسه هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی در مانورهای برشی صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از انجام تحقیق حاضر، مقایسه هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی کینماتیکی و متغییرهای کینتیکی مفاصل اندام تحتانی بین ورزشکاران با درد مزمن کشاله ران و افراد سالم در مانور برش جانبی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، نیمه تجربی از نوع مقطعی- کاربردی و مدل آن مقایسه‌ای بود که در تابستان سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه آنالیز حرکت موفقیان انجام شد. جامعه آماری مطالعه شامل بازیکنان مرد لیگ ۱ و ۲ فوتبال کشور بود که حجم نمونه از جامعه مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار G*Power (G*Power 3.1.5 (freeware, University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany برای آزمون Independent t با در نظر گرفتن توان ۰/۷۵، سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۵ و بر اساس تحقیق قبلی (۳۵)، برای هر گروه ۱۴ نفر برآورد گردید. نمونه‌گیری به صورت نمونه در دسترس و به صورت هدفمند انجام شد.

معیارهای ورود به پژوهش برای گروه دارای درد قدامی کشاله ران شامل داشتن درد کشاله قدامی یک‌طرفه بیش از چهار هفته در قسمت فوقانی سر ثابت عضله اداکتور بر روی استخوان پوبیس، درد کشاله ران پس از فعالیت بدنی، مثبت شدن تست Squeeze، عدم وجود هرگونه درد در عضلات مجاور یا مفصل ران طی شش ماه گذشته، شرکت در ورزش و فعالیت بدنی با وجود درد و برای گروه سالم عبارت از عدم وجود سابقه هرگونه مصدومیت اندام تحتانی طی یک سال اخیر، منفی شدن تست Squeeze و سلامتی عمومی بدن بود. معیارهای ورود و خروج توسط متخصص پزشکی ورزشی که نسبت به طرح مطالعه کورسازی شده بود، بررسی گردید.

تست Squeeze اداکتور تست رایجی به منظور ارزیابی درد و آسیب‌های کشاله ران یک است (۴). فشار و درد بر ساختارهای آناتومیک مانند عضلات اداکتور ران و سمفیز پوبیس با آسیب کشاله ران مرتبط است. بنابراین، محققان آزمایش‌های بررسی درد مانند تست Squeeze را برای ارزیابی توصیه کرده‌اند (۴). پایایی این تست [Intraclass correlation (ICC) = ۰/۸۹-۰/۹۲] پیش‌تر با خطای استاندارد اندازه‌گیری (Standard error mean یا SEM) بین ۱/۶ تا ۳/۳ درصد گزارش شده است و این تست برای استفاده در تحقیقات بالینی در مورد درد کشاله ران معتبر می‌باشد (۳۶).

http://jrrs.mui.ac.ir

ابتدا روند اجرای آزمون و کلیات طرح پژوهش برای شرکت‌کنندگان به طور کامل شرح داده شدو از آن‌ها درخواست گردید قبل از اجرای آزمون فرم رضایت‌نامه و اطلاعات فردی را تکمیل و امضا نمایند. همچنین، به آن‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات آن‌ها به صورت محرمانه باقی خواهد ماند و هر زمانی بخواهند می‌توانند از روند مطالعه خارج شوند. از تمامی شرکت‌کنندگان درخواست شد که از یک مدل کفش برای انجام تست برش جانبی بر روی زمین و صفحه نیرو استفاده نمایند. فرایند کالیبراسیون صفحه نیرو و فضای آزمون دقایقی قبل از ورود شرکت‌کنندگان اجرا شد. سپس قد و وزن آزمودنی توسط آزمونگر به وسیله ترازو و قدسنج دیجیتال اندازه‌گیری و در فرم اطلاعات فردی ثبت گردید. آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه گرم کردن به وسیله تردمیل و حرکات جنبشی با تأکید بر اندام تحتانی را انجام دادند. سپس از آن‌ها درخواست شد تکلیف برش جانبی را با پای آسیب دیده اجرا کنند.

مانور برش جانبی به دلیل نقش برجسته در آسیب‌های اندام تحتانی به ویژه در آسیب کشاله ران انتخاب شد. در ورزش‌هایی مانند فوتبال که با تغییرات سریع در جهت و حرکت همراه است، آسیب کشاله ران و لگن شیوع بیشتری دارد (۱۱). همچنین، در فعالیت‌هایی مانند برش جانبی، نیروهای وارد آمده به مفاصل اندام تحتانی تا چندین برابر وزن بدن افزایش می‌یابد (۱۱، ۳) و در صورت عدم وجود ظرفیت قدرتی و استقامتی بالا، اضافه بار ساختاری و درد ادامه می‌یابد و تداوم فعالیت می‌تواند منجر به درد طولانی مدت و آسیب‌های ثانویه مانند استئوآرتریت ران شود (۳۷).

در تحقیقات پیشین، تعداد تریال‌های مورد استفاده در سنجش تغییرپذیری هماهنگی در تکلیف برش جانبی بین ۴ (۳۹، ۳۸) تا حداکثر ۷ تکرار (۴۰) بود. از آن‌جا که تعداد تکرار بیشتر در محاسبه تغییرپذیری معتبرتر است (۴۱)، آزمودنی‌ها ابتدا چند بار تکلیف را به صورت آزمایشی و سپس ۷ اجرای اصلی (۴۰–۳۸) را انجام دادند. اطلاعات کینتیکی و کینماتیکی حین اجرای برش جانبی با استفاده از ۱۰ دوربین Vicon (مدل T20s، Vicon Peak، Oxford، انگلستان) با فرکانس نمونه‌برداری ۲۵۰ هرتز و صفحه نیروی Kistler (مدل 9281، Kistler Instruments، Winterthur، سوئیس) با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز ثبت شد. قبل از تست‌گیری، نشانگرهای بازتابی به صورت یک‌طرفه روی لندمارک‌های منتخب شامل متاتارسال اول و پنجم، مفصل متاتارس دوم، قوزک داخلی و خارجی پا، قسمت خلفی پاشنه، اپی‌کندیل‌های داخلی و خارجی زانو، خار خاصره قدامی و خار خاصره خلفی و دو کلاستر روی اندام ران و ساق قرار گرفت.

نشانگرها در نرم‌افزار Vicon ردیابی و مختصات سه بعدی آن‌ها استخراج گردید. داده‌های خام مختصات نشانگرها با استفاده از فیلتر پایین‌گذر Butterworth مرتبه چهارم با فرکانس قطع ۱۰ هرتز فیلتر شد (۴۴–۴۲). مدت زمان تماس پا با صفحه نیرو با استفاده از داده‌های نیروی عمودی عکس‌العمل زمین جدا و زوایای سه بعدی مفاصل ران، زانو و مچ پا در طول فاز تماس در نرم‌افزار Visual 3D (Visual3DTM, C-motion Inc., Germantown, MD, USA) محاسبه گردید. سپس محاسبه هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی مفاصل ران به زانو و زانو به مچ پا در سه صفحه با استفاده از روش Continuous Relative Phase (CRP) مطابق با مقاله Hamill و همکاران (۴۵) انجام شد. از بین روش‌های محاسبه هماهنگی، در روش CRP علاوه بر زاویه مفاصل، سرعت زاویه‌ای نیز در محاسبات آن دخیل است. مزیت دیگر این روش آن است که به طور مستمر هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی را در سرتاسر حرکت اندازه‌گیری می‌کند (۴۶). در این روش به طور خلاصه، سرعت زاویه ای مفاصل ران، زانو و مچ پا با مشتق‌گیری از موقعیت زاویه‌ای برای هر نقطه داده محاسبه شد. داده‌های موقعیت و سرعت زاویه‌ای از نظر زمانی به ۱۰۰ نقطه و مقادیر دامنه آن‌ها نیز بین ۱- و ۱ نرمال شد. این بردارهای موقعیت و سرعت زاویه‌ای نرمال شده نسبت به یکدیگر برای مفاصل ران، زانو و مچ پا رسم گردید. برای هر مفصل، زاویه فازی به عنوان زاویه تشکیل شده بین یک خط از مبدأ به هر نقطه داده و خط افق محاسبه و سپس هماهنگی بین دو مفصل به عنوان تفاوت بین زاویه فازی دو مفصل در هر درصد از گام تعریف شد. تغییرپذیری هماهنگی نیز به عنوان انحراف استاندارد هماهنگی محاسبه شده بین هفت اجرا در هر نقطه داده محاسبه گردید. در نهایت، از ۱۰۰ نقطه داده هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی محاسبه شده میانگین گرفته شد. مقادیر CRP بین ۱۸۰- و ۱۸۰ درجه می‌باشد. زمانی که CRP صفر درجه است، دو نوسانگر به طور کامل این فاز (In-phase) هستند (حرکت هم جهت دو مفصل). هر چقدر از مقدار صفر دورتر شوند، غیر هم‌فازتر (Out of-phase) می‌شوند (حرکت هم‌زمان دو مفصل در جهت مخالف) و در مقادیر ۱۸۰ و ۱۸۰- درجه دو نوسانگر به طور کامل آنتی‌فاز (Anti-phase) هستند (حرکت کاملاً مخالف جهت دو مفصل) (۴۶).

برای توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف معیار استفاده شد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها به وسیله آزمون Shapiro-Wilk بررسی و از آزمون Independent t در سطح معنی‌داری جهت مقایسه نتایج بین‌گروهی استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (SPSS version 22, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

همه شرکت‌کنندگان تمام مراحل پژوهش را با موفقیت به پایان رساندند. بنابراین، نرخ ریزش صفر بود. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارایه شده است. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) بین دو گروه وجود نداشت.

جدول ۱. مقایسه ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان

متغیر	گروه مبتلا به درد کشاله ران	گروه سالم	مقدار P
سن (سال)	۲۲/۷۰ ± ۲/۰۰	۲۳/۵۰ ± ۳/۲۰	۰/۳۳۰
قد (متر)	۱/۷۸ ± ۴/۲۷	۱/۷۵ ± ۶/۷۴	۰/۱۸۰
وزن (کیلوگرم)	۷۶/۰۷ ± ۱۰/۷۵	۷۳/۶۳ ± ۷/۸۸	۰/۵۲۴
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۴/۲۶ ± ۲/۸۸	۲۳/۲۸ ± ۲/۶۲	۰/۹۴۱

BMI: Body mass index

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

نتایج مربوط به مقایسه هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی بین دو گروه در جدول ۲ ارایه شده است. نتایج آزمون Independent t نشان داد که هماهنگی مفصل ران به زانو در صفحه فرونتال، به طور معنی‌داری در گروه مبتلا به آسیب مزمن کشاله ران نسبت به گروه افراد سالم غیر هم‌فازتر بود (P = ۰/۰۳۰). این در حالی است که در سایر هماهنگی‌ها بین دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۲. آماره‌های مربوط به هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی

متغیر	گروه مبتلا به درد کشاله ران	گروه سالم	t	مقدار P
هماهنگی ران به زانو ساجیتال	−۷۰/۹۹ ± ۶/۴۷	−۶۶/۸۹± ۱۱/۰۸	−۱/۱۴۲	۰/۲۶۵
هماهنگی زانو به مچ پا ساجیتال	۶۹/۰۹ ± ۱۰/۴۰	۶۹/۱۲± ۱۱/۶۸	−۰/۰۰۶	۰/۹۹۵
هماهنگی ران به زانو فرونتال	−۲۱/۹۲ ± ۱۹/۲۴	−۲/۵۳± ۲۲/۵۴	−۲/۳۱۹	۰/۰۳۰*
هماهنگی زانو به مچ پا فرونتال	−۲۴/۹۴ ± ۲۶/۰۵	−۴۴/۹۹ ± ۲۱/۹۰	۲/۰۷۳	۰/۰۵۰
هماهنگی ران به زانو افقی	−۷/۸۶ ± ۳۰/۳۹	−۹/۴۶ ± ۲۸/۸۶	۰/۱۲۶	۰/۹۰۱
هماهنگی زانو به مچ پا افقی	۲/۷۷ ± ۴۵/۲۲	۱۴/۷۱ ± ۳۳/۴۰	−۰/۷۴۶	۰/۴۶۳
تغییرپذیری هماهنگی ران به زانو ساجیتال	۱۵/۰۰ ± ۴/۷۰	۱۳/۹۰ ± ۵/۵۸	۰/۵۳۶	۰/۵۹۷
تغییرپذیری هماهنگی زانو به مچ پا ساجیتال	۱۵/۷۷ ± ۴/۸۱	۱۵/۴۹ ± ۵/۴۵	۰/۱۳۵	۰/۸۹۴
تغییرپذیری هماهنگی ران به زانو فرونتال	۳۸/۴۰ ± ۱۰/۳۳	۲۸/۲۸ ± ۰/۶۶	۲/۶۲۱	۰/۰۱۵*
تغییرپذیری هماهنگی زانو به مچ پا فرونتال	۴۶/۱۹ ± ۶/۲۳	۳۶/۰۸ ± ۱۴/۹۴	۲/۲۴۲	۰/۰۳۵*
تغییرپذیری هماهنگی ران به زانو افقی	۵۵/۴۴ ± ۱۸/۰۴	۳۸/۲۰ ± ۲۲/۵۳	۲/۱۲۱	۰/۰۴۵*
تغییرپذیری هماهنگی زانو به مچ پا افقی	۳۷/۴۲ ± ۱۲/۲۴	۳۰/۶۸ ± ۱۶/۸۹	۱/۱۴۸	۰/۲۶۳

*معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

نتایج در مورد تغییرپذیری هماهنگی‌ها نیز نشان داد که تغییرپذیری هماهنگی مفصل ران به زانو در صفحه فرونتال (P = ۰/۰۱۵)، تغییرپذیری هماهنگی مفصل ران به زانو در صفحه افقی (P = ۰/۰۴۵) و همچنین، تغییرپذیری هماهنگی مفصل زانو به مچ پا در صفحه فرونتال (P = ۰/۰۳۵) در گروه مبتلا به درد مزمن کشاله ران به طور معنی‌داری بیشتر از گروه سالم بود.

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، مقایسه هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی مفاصل اندام تحتانی بین ورزشکاران مبتلا به درد مزمن کشاله ران و ورزشکاران سالم بود. نتایج به دست آمده، غیر هم‌فازی بیشتر (حرکت هم‌زمان دو مفصل در جهت مخالف) در هماهنگی مفصل ران به زانو در صفحه فرونتال و افزایش تغییرپذیری هماهنگی ران به زانو در صفحه فرونتال، زانو به مچ پا در صفحه فرونتال و ران به زانو در صفحه افقی در گروه مبتلا به درد کشاله ران نسبت به گروه سالم را نشان داد.

آزمودنی‌های گروه شاهد (ورزشکاران بدون درد مزمن کشاله ران) هم‌فازی (هماهنگی) بیشتری را در هماهنگی ران به زانو در صفحه فرونتال نسبت به آزمودنی‌ها با درد مزمن کشاله ران نشان دادند که این موضوع نشان دهنده الگوی حرکتی خوب در افراد سالم و به طور متقابل الگوی حرکتی نامنظم در افراد با درد مزمن کشاله ران می‌باشد. در واقع، هماهنگی توانایی ورزشکاران جهت کنترل راستای صحیح بدن در حین تغییر جهت و تولید نیرو جهت اجرای حرکات است (۴۷). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که افزایش تغییرپذیری یا درجات آزادی و همچنین، افزایش الگوهای حرکتی غیر هم‌فاز، می‌تواند نشان از یک استراتژی جبرانی در سیستم کنترل حرکتی برای انطباق و کنترل یک الگوی حرکتی جدید باشد (۴۸). نتایج تحقیقات پیشین، تغییراتی را در دامنه حرکتی مفصل ران در افراد مبتلا به درد مزمن کشاله ران نشان داده‌اند (۵۰، ۴۹)، این امر ممکن است یک مکانیسم جبرانی به منظور کاهش نیروی تماسی قدامی مفصل ران و محدود کردن درد حین راه رفتن و یا تغییر جهت باشد (۳). با توجه به رابطه کینماتیک نزدیک بین مفاصل بدن به خصوص مفاصلی که به لحاظ آناتومیک به هم متصل هستند، هرگونه محدودیت در یک مفصل، می‌تواند بر روی مفاصل دیگر تأثیر بگذارد و هماهنگی بین دو مفصل را دچار تغییر کند (۵۱). منصوری‌زاده و همکاران در پژوهش خود هماهنگی و تغییرپذیری مفاصل ران و تنه را در ورزشکاران راگبی با درد مزمن کشاله ران بررسی کردند و نتایج حاکی از کاهش هماهنگی در مفاصل لگن و تنه در افراد داری درد مزمن کشاله ران بود (۵۲) که با یافته‌های بررسی حاضر مطابقت داشت.

بر اساس دیگر نتایج مطالعه حاضر، تغییرپذیری هماهنگی ران به زانو در صفحه فرونتال، زانو به مچ پا در صفحه فرونتال و ران به زانو در صفحه افقی در گروه مبتلا به درد کشاله ران نسبت به گروه سالم بیشتر بود. در دیدگاه سنتی تجزیه و تحلیل بیومکانیکی، تغییرپذیری به عنوان یک خطا در حرکت تلقی می‌شود؛ جایی که فرد تلاش می‌کند همان حرکت را بازتولید کند، اما نمی‌تواند (۵۳، ۳۳). مطابق با تئوری برنامه حرکتی عمومی (General theory of motor control)، تغییرات در حرکت ممکن است نشان دهنده کنترل حرکتی نامناسب عصبی- عضلانی باشد که منجر به اعمال کنترل نشده‌ای می‌شود و ممکن است منجر به استرس و آسیب بیش از حد شود (۵۳). در حمایت از این نظریه، مطالعات تغییرپذیری بیشتری را در تعدادی از گروه‌ها با آسیب‌های مختلف از جمله ورزشکاران با درد مزمن کشاله ران (۵۴)، بی‌ثباتی مزمن مچ پا (۵۵) و سندرم باند ایلیوتیبیال (Iliotibial band syndrome یا ITBS) (۵۶) نشان داده‌اند. از طرف دیگر، در چارچوب تئوری سیستم‌های پویا (Dynamic systems theory) (۵۷) فرض شده است که کاهش تغییرپذیری در طول حرکت ممکن است منجر به بارگذاری مکرر بر روی یک ساختار خاص شود که همین امر باعث استرس بیش از حد و در نهایت، آسیب خواهد شد (۳۳).

ارتباط بین کاهش تغییرپذیری و بروز آسیب در گروه‌های آسیب دیده مختلف از جمله بی‌ثباتی مزمن مچ پا (۵۸) و تاندونیت کشکک (۵۹) تأیید شده است. در تحقیقی استفاده از تئوری سیستم‌های پویا برای کمک به درک آسیب و تغییرپذیری حرکت، منجر به ارایه فرضیه «بهینه» شد (۴۵). مطابق با این فرضیه، یک دامنه تغییرپذیری مشخص برای حرکت انسان وجود دارد که تغییرپذیری کمتر یا بیشتر از این دامنه، با افزایش خطر آسیب مرتبط است. تغییرپذیری حرکتی بیشتر که در جمعیت‌های آسیب دیده مشهود می‌باشد، ممکن است منعکس‌کننده مکانیسم حرکت جبرانی ناپایدار باشد که برای کاهش بار روی بافت‌های حساس و دردناک استفاده می‌شود (۶۰). در واقع، درد باعث تغییراتی در بدن در هر دو سطح مرکزی و محیطی می‌شود و تغییرپذیری حرکت را تغییر می‌دهد (۶۰). این دیدگاه با نظریه سیستم‌های پویا مطابقت دارد که نشان می‌دهد الگوهای حرکتی به طور خود به خود از طریق فرایندهای خودسازماندهی (Self-organizing procedures) در نتیجه چندین عامل (به عنوان مثال تکلیف، فرد و محیط) بر روی فرد ایجاد می‌شوند؛ در حالی که چنین تغییری در مکانیک حرکت ممکن است با هدف کوتاه مدت محافظت در برابر

http://jrrs.mui.ac.ir

درد و یا آسیب بیشتر اتفاق بیفتد و به عنوان یک راه‌حل حرکتی بلندمدت، مطلوب نیست.

نتایج پژوهش حاضر و مطالعات پیشین که نشان می‌دهد افراد مبتلا به درد مزمن کشاله ران از یک استراتژی اصلاح شده حین اجرای برش جانبی استفاده می‌کنند (۱۳، ۳)، مطابقت دارد. این اختلال حرکتی در مفاصل در طول حرکات تکراری و طولانی مدت ممکن است منجر به اختلال در توزیع نیروهای برشی در اندام تحتانی شود که منجر به افزایش بار روی مفاصل اندام تحتانی و افزایش فشار مکرر بر کشاله و عضلات ران و به دنبال آن، درد طولانی مدت و آسیب‌های ثانویه مانند استئوآرتریت ران می‌شود.

محدودیت‌ها

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به اجرای تکلیف پرش جانبی متقاطع در محیط آزمایشگاه اشاره کرد که ممکن است موجب شود عملکرد بازیکن با عملکرد واقعی او در شرایط تمرینی و زمین تمرین، فاصله داشته باشد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از سیستم‌های آنالیز حرکت پوشیدنی Inertial measurement unit (IMU) به منظور ثبت کینماتیک حرکت در خارج از محیط آزمایشگاه استفاده شود. این حسگرها به دلیل قابلیت حمل آسان، امکان ثبت داده در محیط خارج از آزمایشگاه و در محیط تمرین ورزشکاران را فراهم می‌کند که موجب می‌شود عملکرد بازیکن به عملکرد واقعی او در طی تمرین و مسابقه نزدیک‌تر باشد. همچنین، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی، هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی اندام تحتانی در پای غیر آسیب دیده ورزشکاران نیز مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر اختلال در هماهنگی و تغییرپذیری هماهنگی در افراد مبتلا به درد کشاله ران را نشان داد که می‌تواند ناشی از به کارگیری استراتژی‌های جبرانی باشد و منجر به تغییر توزیع نیروها و به دنبال آن، ممکن است منجر به اضافه بار ساختاری و درد شود. این اطلاعات می‌تواند در انجام معاینات پزشکی و همچنین، طراحی تمرینات بازتوانی افراد مبتلا به درد کشاله ران مفید باشد.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر برگرفته از رساله مقطع دکتری بیومکانیک ورزشی با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1400.064، مصوب دانشگاه خوارزمی می‌باشد. بدین وسیله از تمام استادان محترم و دوستانی که در انجام این پژوهش همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی مطالعه: بهنود جعفرپور، مهدی خالقی تازجی، امیر لطافتکار، علی عباسی
جذب منابع مالی برای انجام مطالعه: مهدی خالقی تازجی
خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه: بهنود جعفرپور و مهدی خالقی تازجی
فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: بهنود جعفرپور
جمع‌آوری داده‌ها: بهنود جعفرپور
تحلیل و تفسیر نتایج: بهنود جعفرپور، مهدی خالقی تازجی، امیر لطافتکار، علی عباسی
خدمات تخصصی آمار: بهنود جعفرپور
تنظیم دست‌نوشته: بهنود جعفرپور، مهدی خالقی تازجی، امیر لطافتکار، علی عباسی
ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی: بهنود جعفرپور، مهدی خالقی تازجی، امیر لطافتکار، علی عباسی
تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: بهنود جعفرپور، مهدی خالقی تازجی، امیر لطافتکار، علی عباسی
مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: بهنود جعفرپور، مهدی خالقی تازجی، امیر لطافتکار، علی عباسی

منابع مالی

تحقیق حاضر برگرفته از رساله مقطع دکتری بیومکانیک ورزشی با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1400.064، مصوب دانشگاه خوارزمی می‌باشد و هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان، نویسندگان پژوهش حاضر تعارض منافع ندارند. دکتر خالقی، دکتر لطافتکار و دکتر عباسی از سال ۱۳۹۹ به عنوان دانشیار در دانشگاه خوارزمی مشغول به فعالیت می‌باشند. بهنود جعفرپور از سال ۱۳۹۶ دانشجوی مقطع دکتری دانشگاه خوارزمی رشته بیومکانیک ورزشی می‌باشد.

References

1. Thorborg K, Rathleff MS, Petersen P, Branci S, Holmich P. Prevalence and severity of hip and groin pain in sub-elite male football: A cross-sectional cohort study of 695 players. Scand J Med Sci Sports 2017; 27(1): 107-14.
2. Werner J, Hagglund M, Walden M, Ekstrand J. UEFA injury study: A prospective study of hip and groin injuries in professional football over seven consecutive seasons. Br J Sports Med 2009; 43(13): 1036-40.
3. Franklyn-Miller A, Richter C, King E, Gore S, Moran K, Strike S, et al. Athletic groin pain (part 2): A prospective cohort study on the biomechanical evaluation of change of direction identifies three clusters of movement patterns. Br J Sports Med 2017; 51(5): 460-8.
4. Delahunt E, McEntee BL, Kennelly C, Green BS, Coughlan GF. Intrarater reliability of the adductor squeeze test in gaelic games athletes. J Athl Train 2011; 46(3): 241-5.
5. Mansourizadeh R, Letafatkar A, Khaleghi M. Effect of gait with turning on the muscle activity of selected muscles in patients with chronic groin pain. Research in Medicine 2020; 44(3): 503-11. [In Persian].
6. Jorgensen SG, Oberg S, Rosenberg J. Treatment of longstanding groin pain: A systematic review. Hernia 2019; 23(6): 1035-44.
7. Nielsen MF, Ishoi L, Juhl C, Holmich P, Thorborg K. Pain provocation tests and clinical entities in male football players with longstanding groin pain are associated with pain intensity and disability. Musculoskelet Sci Pract 2023; 63: 102719.

8. Shakoor N, Hurwitz DE, Block JA, Shott S, Case JP. Asymmetric knee loading in advanced unilateral hip osteoarthritis. Arthritis Rheum 2003; 48(6): 1556-61.
9. Sedaghati P, Alizadeh MH, Shirzad E, Ardjmand A. Review of sport-induced groin injuries. Trauma Mon 2013; 18(3): 107-12.
10. Sharma H, Athar S, Kholiya K, Naqvi SA, Jain K, Goyal B, et al. Groin injury in athletes: A review. Journal of Survey in Fisheries Sciences 2023; 10(4S): 905-14.
11. Daniels KAJ, King E, Richter C, Falvey E, Franklyn-Miller A. Changes in the kinetics and kinematics of a reactive cut maneuver after successful athletic groin pain rehabilitation. Scand J Med Sci Sports 2021; 31(4): 839-47.
12. Dainese P, Booysen N, Mulasso A, Roppolo M, Stokes M. Movement retraining programme in young soccer and rugby football players: A feasibility and proof of concept study. J Bodyw Mov Ther 2023; 33: 28-38.
13. Morrissey D, Graham J, Screen H, Sinha A, Small C, Twycross-Lewis R, et al. Coronal plane hip muscle activation in football code athletes with chronic adductor groin strain injury during standing hip flexion. Man Ther 2012; 17(2): 145-9.
14. Holmich P. Long-standing groin pain in sportspeople falls into three primary patterns, a "clinical entity" approach: A prospective study of 207 patients. Br J Sports Med 2007; 41(4): 247-52.
15. Mosler AB, Weir A, Eirale C, Farooq A, Thorborg K, Whiteley RJ, et al. Epidemiology of time loss groin injuries in a men's professional football league: A 2-year prospective study of 17 clubs and 606 players. Br J Sports Med 2018; 52(5): 292-7.
16. Haroy J, Clarsen B, Thorborg K, Holmich P, Bahr R, Andersen TE. Groin problems in male soccer players are more common than previously reported. Am J Sports Med 2017; 45(6): 1304-8.
17. Ekstrand J, Hilding J. The incidence and differential diagnosis of acute groin injuries in male soccer players. Scand J Med Sci Sports 1999; 9(2): 98-103.
18. Demers MS, Pal S, Delp SL. Changes in tibiofemoral forces due to variations in muscle activity during walking. J Orthop Res 2014; 32(6): 769-76.
19. Saito M, Niga S, Nihei T, Uomizu M, Ikezawa Y, Tsukada S. The cleft sign may be an independent factor of magnetic resonance imaging findings associated with a delayed return-to-play time in athletes with groin pain. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2021; 29(5): 1474-82.
20. Drager J, Rasio J, Newhouse A. Athletic pubalgia (Sports Hernia): Presentation and treatment. Arthroscopy 2020; 36(12): 2952-3.
21. Orr R, Hamidi J, Levy B, Halaki M. Epidemiology of injuries in Australian junior rugby league players. J Sci Med Sport 2021; 24(3): 241-6.
22. Thorborg K, Reiman MP, Weir A, Kemp JL, Serner A, Mosler AB, et al. Clinical examination, diagnostic imaging, and testing of athletes with groin pain: An evidence-based approach to effective management. J Orthop Sports Phys Ther 2018; 48(4): 239-49.
23. Taylor R, Vuckovic Z, Mosler A, Agricola R, Otten R, Jacobsen P, et al. Multidisciplinary assessment of 100 athletes with groin pain using the Doha agreement: high prevalence of adductor-related groin pain in conjunction with multiple causes. Clin J Sport Med 2018; 28(4): 364-9.
24. Hegedus EJ, Stern B, Reiman MP, Tarara D, Wright AA. A suggested model for physical examination and conservative treatment of athletic pubalgia. Phys Ther Sport 2013; 14(1): 3-16.
25. Janse van RL, Dare M, Louw Q, Crous L, Cockroft J, Williams L, et al. Pelvic and hip kinematics during single-leg drop-landing are altered in sports participants with long-standing groin pain: A cross-sectional study. Phys Ther Sport 2017; 26: 20-6.
26. Heijboer WMP, Weir A, Vuckovic Z, Fullam K, Tol JL, Delahunt E, et al. Inter-examiner reliability of the Doha agreement meeting classification system of groin pain in male athletes. Scand J Med Sci Sports 2023; 33(2): 189-96.
27. Shian B, Larson ST. Abdominal wall pain: Clinical evaluation, differential diagnosis, and treatment. Am Fam Physician 2018; 98(7): 429-36.
28. Hu QL, Chen DC. Approach to the patient with chronic groin pain. Surg Clin North Am 2018; 98(3): 651-65.
29. Daneshvar A, Sadeghi H, Borhani Kakhki Z, Taghva M. Effects of one stage of exhaustive global fatigue on coordination and variability of the joints of the trunk in elite rowers. Journal of Rehabilitation Medicine 2021; 10(1): 158-67. [In Persian].
30. Stergiou N, Harbourne R, Cavanaugh J. Optimal movement variability: A new theoretical perspective for neurologic physical therapy. J Neurol Phys Ther 2006; 30(3): 120-9.
31. Clayton HM, Hobbs SJ. The role of biomechanical analysis of horse and rider in equitation science. Appl Anim Behav Sci 2017; 190: 123-32.
32. Stergiou N, Decker LM. Human movement variability, nonlinear dynamics, and pathology: Is there a connection? Hum Mov Sci 2011; 30(5): 869-88.
33. Baida SR, Gore SJ, Franklyn-Miller AD, Moran KA. Does the amount of lower extremity movement variability differ between injured and uninjured populations? A systematic review. Scand J Med Sci Sports 2018; 28(4): 1320-38.
34. Konig N, Taylor WR, Baumann CR, Wenderoth N, Singh NB. Revealing the quality of movement: A meta-

http://jrrs.mui.ac.ir

analysis review to quantify the thresholds to pathological variability during standing and walking. Neurosci Biobehav Rev 2016; 68: 111-9.
35. Shirzad Araghi E, Naserpour H, Khaleghi Tazji M, Letafatkar A. Comparing the timing of electromyographic activity of selected lumbar-pelvic muscles during a cross-cutting maneuver in football players with athletic groin pain and healthy peers. Journal of Rehabilitation Medicine 2023; 11(6): 922-35. [In Persian].
36. Delahunt E, Thorborg K, Khan KM, Robinson P, Holmich P, Weir A. Minimum reporting standards for clinical research on groin pain in athletes. Br J Sports Med 2015; 49(12): 775-81.
37. Palsson A, Kostogiannis I, Ageberg E. Altered lumbo-pelvic control in patients with longstanding hip and groin pain compared to healthy controls. Osteoarthritis and Cartilage 2018; 26: S341.
38. Dutaillis B, Opar DA, Pataky T, Timmins RG, Hickey JT, Maniar N. Trunk, pelvis and lower limb coordination between anticipated and unanticipated sidestep cutting in females. Gait Posture 2021; 85: 131-7.
39. Pollard CD, Heiderscheit BC, van Emmerik RE, Hamill J. Gender differences in lower extremity coupling variability during an unanticipated cutting maneuver. J Appl Biomech 2005; 21(2): 143-52.
40. Weir G, van ER, Jewell C, Hamill J. Coordination and variability during anticipated and unanticipated sidestepping. Gait Posture 2019; 67: 1-8.
41. Wyatt HE, Weir G, Jewell C, van Emmerik REA, Hamill J. Stable coordination variability in overground walking and running at preferred and fixed speeds. J Appl Biomech 2021; 37(4): 299-303.
42. Dai B, Garrett WE, Gross MT, Padua DA, Queen RM, Yu B. The effects of 2 landing techniques on knee kinematics, kinetics, and performance during stop-jump and side-cutting tasks. Am J Sports Med 2015; 43(2): 466-74.
43. Dalvandpour N, Zareei M, Abbasi H, Abdoli B, Mohammadian MA, Rommers N, et al. Focus of attention during ACL injury prevention exercises affects improvements in jump-landing kinematics in soccer players: A randomized controlled trial. J Strength Cond Res 2023; 37(2): 337-42.
44. Mohammadian M, Sadeghi H, Khaleghi TM, Maloney SJ. The relationship between vertical stiffness during bilateral and unilateral hopping tests performed with different strategies and vertical jump performances. Eur J Sport Sci 2022; 22(2): 182-9.
45. Hamill J, Palmer C, van Emmerik RE. Coordinative variability and overuse injury. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol 2012; 4(1): 45.
46. Robertson D, Caldwell G, Hamill J, Kamen G, Whittlesey S. Research methods in biomechanics. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2013.
47. Havens KL, Sigward SM. Joint and segmental mechanics differ between cutting maneuvers in skilled athletes. Gait Posture 2015; 41(1): 33-8.
48. Chiu SL, Chang CC, Chou LS. Inter-joint coordination of overground versus treadmill walking in young adults. Gait Posture 2015; 41(1): 316-8.
49. Weir A, Brukner P, Delahunt E, Ekstrand J, Griffin D, Khan KM, et al. Doha agreement meeting on terminology and definitions in groin pain in athletes. Br J Sports Med 2015; 49(12): 768-74.
50. Tak I, Engelaar L, Gouttebarge V, Barendrecht M, Van den Heuvel S, Kerkhoffs G, et al. Is lower hip range of motion a risk factor for groin pain in athletes? A systematic review with clinical applications. Br J Sports Med 2017; 51(22): 1611-21.
51. Parenteau G, Gaudreault N, Chambers S, Boisvert C, Grenier A, Gagne G, et al. Functional movement screen test: A reliable screening test for young elite ice hockey players. Phys Ther Sport 2014; 15(3): 169-75.
52. Mansourizadeh R, Letafatkar A, Franklyn-Miller A, Khaleghi-Tazji M, Baker JS. Segmental coordination and variability of change in direction in long-standing groin pain. Gait Posture 2020; 77: 36-42.
53. Schmidt RA. Motor schema theory after 27 years: Reflections and implications for a new theory. Res Q Exerc Sport 2003; 74(4): 366-75.
54. Edwards S, Brooke HC, Cook JL. Distinct cut task strategy in Australian football players with a history of groin pain. Phys Ther Sport 2017; 23: 58-66.
55. Kipp K, Palmieri-Smith RM. Principal component based analysis of biomechanical inter-trial variability in individuals with chronic ankle instability. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2012; 27(7): 706-10.
56. Miller RH, Meardon SA, Derrick TR, Gillette JC. Continuous relative phase variability during an exhaustive run in runners with a history of iliotibial band syndrome. J Appl Biomech 2008; 24(3): 262-70.
57. Newell KM, Kugler PN, van Emmerik REA, Mcdonald PV. Search Strategies and the Acquisition of Coordination. In: Wallace SA, editor. Advances in psychology perspectives on the coordination of movement. 61th ed. Amsterdam, Holland: North-Holland; 1989. p. 85-122.
58. Herb CC, Chinn L, Dicharry J, McKeon PO, Hart JM, Hertel J. Shank-rearfoot joint coupling with chronic ankle instability. J Appl Biomech 2014; 30(3): 366-72.
59. Kulig K, Joiner DG, Chang YJ. Landing limb posture in volleyball athletes with patellar tendinopathy: a pilot study. Int J Sports Med 2015; 36(5): 400-6.
60. Hodges PW, Tucker K. Moving differently in pain: A new theory to explain the adaptation to pain. Pain 2011; 152(3 Suppl): S90-S98.

DOI: 10.48305/jrrs.2023.41412.1024 Published by Vesnu Publications

Comparison of Coordination and Coordination Variability of Lower Limb Joints during Cross Side-Cutting in Athletes with Chronic Groin Pain and Healthy Athletes

Behnoud Jafarpour[1], Mehdi Khaleghi-Tazji[1], Amir Letafatkar[2], Ali Abbasi[2]

Original Article

Abstract

Introduction: Chronic groin pain is a common and painful condition resulting in impaired performance and loss from participation in sports. High prevalence rate, complex anatomy, and long-term rehabilitation are among the challenges of this injury. Despite extensive clinical and medical studies in this field, groin pain in athletes remains unknown in terms of its biomechanical indicators, especially coordination and variability. Therefore, this study was conducted with the aim to compare lower limb joints' coordination and coordination variability between athletes with chronic groin pain and healthy athletes in the side-cutting maneuver.

Materials and Methods: The present research was conducted on 28 young football players (14 people in the chronic groin pain group and 14 people in the control group). Motion analysis cameras were used to collect 3D kinematic data of the lower limb joints. The coordination and coordination variability of hip-knee and knee-ankle joints in 3 planes were calculated using the continuous relative phase (CRP) method. Independent t-test was used to compare the two groups.

Results: Subjects with chronic groin pain have more out–of–phase movement in hip-knee coordination in the frontal plane, more significant variability in hip-knee and knee-ankle coordination in the frontal plane, and thigh-knee coordination in the horizontal plane.

Conclusion: The results of the present study show a decrease in coordination and an increase in the variability of lower limb coordination in subjects with chronic groin pain, which may lead to compensatory strategies, thus changing the distribution of forces, and resulting in pain and secondary injuries.

Keywords: Groin; Kinematics; Pain

Citation: Jafarpour B, Khaleghi-Tazji M, Letafatkar A, Abbasi A. **Comparison of Coordination and Coordination Variability of Lower Limb Joints during Cross Side-Cutting in Athletes with Chronic Groin Pain and Healthy Athletes.** J Res Rehabil Sci 2022; 18: 66-73.

Received date: 04.04.2021 Accept date: 10.06.2021 Published: 06.07.2022

1- PhD Student, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
Corresponding Author: Mehdi Khaleghi-Tazji; Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran; Email: rokhsareh. khaleghi.m@khu.ac.ir