پیش‌بینی ناپایداری مزمن مچ پای ورزشکاران حرفه‌ای براساس ریزفاکتورهای نوسان‌های وضعیتی در مهارت‌های پرش–فرود و جهش جانبی

علی یلفانی[۱]، فرزانه گندمی[۲]*

۱– دانشیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینای همدان.

۲– دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینای همدان.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۸/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۲۵

چکیده

ناپایداری مزمن مچ پا، به‌مثابهٔ وقوع مجدد اسپرین مچ پا تعریف شده است، به‌گونه‌ای که حدود ۴۰درصد مصدومان بعد از آسیب‌دیدگی حاد، با وجود دریافت بازتوانی‌های کافی، به این ناپایداری دچار می‌شوند. هدف این مطالعه، بررسی سهم ریزفاکتورهای نوسان‌های وضعیتی، در مهارت‌های پرش–فرود و جهش جانبی در پیش‌بینی وقوع اسپرین‌های مزمن است. در این مطالعهٔ توصیفی–تحلیلی، ۲۵ ورزشکار حرفه‌ای آسیب‌دیده‌ی مچ پا و ۲۵ ورزشکار سالم مشارکت کردند. شش متغیر (سطح نوسان‌های، طول مسیر و سرعت نوسان‌های در مهارت پرش–فرود؛ و سطح نوسان‌های، طول مسیر و سرعت نوسان‌های در مهارت جهش جانبی) به‌منزلهٔ متغیرهای پیش‌بین آسیب اندازه‌گیری شدند و جهت پیش‌بینی، از رگرسیون لُجستیک استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد، شاخص طول مسیر و سرعت نوسان‌های در مهارت پرش–فرود، شاخص محیط نوسان‌های و طول مسیر نوسان‌های در مهارت جهش به پهلو در طبقه‌بندی گروه‌های آسیب‌دیده و سالم سهم آماری معناداری داشتند و به‌طورکلی مدل حدود ۷۷درصد موردها را به‌طور صحیح طبقه‌بندی کرد. بنابراین، ورزشکاران با سابقهٔ اسپرین مچ پا حین مهارت‌های جهشی–پرشی و تغییر مسیر نسبت به ورزشکاران سالم کنترل وضعیتی کمتری دارند و خطر بیشتری برای ابتلا به اسپرین مجدد تهدیدشان می‌کند. همچنین، افراد دارای ناپایداری مزمن مچ پا در سطح فرونتال، کنترل وضعیت کمتری دارند.

واژگان کلیدی:

ناپایداری مزمن مچ پا، کنترل وضعیت، طول مسیر، پرش–فرود و جهش جانبی.

The Prediction of Elite Athletes' Chronic Ankle Instability Based on Postural Sway's Risk Factors in Jump-Landing and Lateral Hopping Tasks

Yalfani, A [1]., Gandomi, F.[2].

1- Associate Professor Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences,Bu-Ali University, Iran.

2- PhD Student, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences,Bu-Ali University, Iran.

Abstract

Chronic ankle instability has defined as recurrent ankle sprain, so that 40% of injured athletes after acute injury despite of receiving of adequate rehabilitation, suffering from this instability. The purpose of this study is investigate of postural sway's risk factors proportion in jump-landing and lateral hopping tasks, in prediction of chronic ankle sprain occurrence. 25 ankle sprain injured athletes and 25 healthy athletes participated in this descriptive-analytic study. Six variables (area of sways, path length and velocity of sways in jump-landing and lateral hoping tasks) were measured as predictor variables, and we used to Logistic Regression test for predicting. The results of study showed that path length and velocity of sways in jump-landing, area and path length of sways in lateral hopping had statistical significant proportion in classification of injured and healthy groups, and the model classified about 77% cases correctly. Therefore, athletes with ankle sprain history have less control of posture than healthy subjects in jump-landing and hopping tasks and have higher risk to getting recurrent ankle sprain. Also subjects with chronic ankle sprain have less control of posture in frontal plan.

Keywords: Chronic Ankle Instability, Control of Posture, Path Length, Jump-Landing and Hopping.

*. gandomi777@gmail.com

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

مقدمه

پیچ‌خوردگی مچ پا، بعد از آسیب‌های ناحیهٔ زانو، دومین آسیب شایعی است که ورزشکاران رقابتی و تفریحی از آن رنج می‌برند؛ به‌طوری‌که در رشتهٔ ورزشی بسکتبال، ورزشکاران دست‌کم یک‌بار اسپرین مچ پا را تجربه کرده‌اند (۱). محققان وقوع این آسیب را، حدود ۸۰ درصد گزارش کرده‌اند. در این بین، حدود ۴۰-۳۰ درصد از آسیب‌ها مزمن می‌شوند؛ یعنی با درد، تورم، ناپایداری‌های عملکردی و خالی‌کردن مکرر مچ پا همراه‌اند (۲). اگرچه پیچ‌خوردگی مچ پا به‌ندرت به ناتوانی دائمی منجر می‌شود، وقوع مکرر آن و ناتوانی‌های عملکردی که ورزشکاران حرفه‌ای را از صحنهٔ رقابت‌ها دور نگاه می‌دارد، ارزش پرداختن به مسئله را افزایش می‌دهد(۳). بسیاری از افراد بعد از آسیب اسپرین مچ پا کاملاً بهبود نمی‌یابند و پیامدهای ناتوان‌کننده‌ای چون ناپایداری عملکردی، درد، تورم و وقوع مجدد را شش‌ماه پس‌از آسیب اولیه گزارش می‌کنند. بنابراین، توسعهٔ برنامه‌های پیشگیری یا رفتارهای پیشگیرانه یا شناسایی عواملی که وقوع اسپرین را بالا می‌برند، قویاً با شناسایی افرادی که درمعرض خطر وقوع اسپرین هستند در ارتباط است (۴). رویکرد اقتصادی پرداختن به مسئله نیز، بر ضرورت پیشگیری از وقوع این آسیب شایع لیگامانی، شناسایی عواملی که وقوع آسیب را افزایش می‌دهند و اصلاح آنها تأکید دارد؛ چراکه هزینه‌های درمان و بازتوانی اسپرین‌های مچ پا، سالانه حدود دومیلیون دلار گزارش شده است (۵). مطالعات نشان داده‌اند که افراد دارای سابقهٔ پیچ‌خوردگی مچ پا بیشتر درمعرض اسپرین‌های بعدی یا ناپایداری مزمن مچ پا هستند؛ برای مثال، گریبل و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کرده‌اند که ۷۳ درصد از اسپرین‌های مچ پا در افرادی که سابقه‌ای از اسپرین داشته‌اند رخ داده است (۶)، بنابراین پیچ‌خوردگی قبلی مچ پا، خطری است که پتانسیل ابتلا به اسپرین مجدد را بالا می‌برد(۷). اختلالات حسی-حرکتی در همیشگی‌کردن ماهیت مزمن ناپایداری مچ پا نقش مهمی ایفا می‌کند. اختلالات حسی-حرکتی گزارش‌شده شامل ضعف و اختلالات عضلانی، تغییرات کنترل وضعیت ایستا و پویا، یک‌پارچگی اطلاعات حسی تغییریافته در CNS و حساسیت تغییریافتهٔ دوک‌های عضلانی هستند (۸،۹).

امکان دارد بسیاری از این اختلالات حسی-حرکتی به مکانیک‌های تغییریافته در طول حرکات عملکردی در بیماران با ناپایداری مچ پا مرتبط باشد؛ به‌طوری‌که آمارها حاکی از آن است که غالب اسپرین‌های مچ پا در طول فعالیت‌های عملکردی، چون فرودها و تغییر مسیرهای ناگهانی که در رشته‌های با آمار بالای اسپرین (ازجمله بسکتبال والیبال و فوتبال) رایج هستند، رخ می‌دهد (۱۰،۱۱). یکی از عوامل خطرزایی که ممکن است دلیل احتمالی افزایش شیوع آسیب اسپرین مزمن مچ پا باشد، ناتوانی افراد در بازگرداندن مرکز ثقل و سرعت بازیابی آن در مهارت‌های ورزشی شایع این آسیب، یعنی پرش-فرود و جهش جانبی، به‌دنبال اسپرین حاد اولیه است. این ضعف در افراد دارای پیچ‌خوردگی مزمن، احتمالاً به‌دلیل اختلال وارد بر گیرنده‌های حس عمقی لیگامان‌های جانب خارجی مچ پا به‌وجود آمده است (۱۲،۱۳)؛ بازبینی سطحی مطالعاتی که سعی

در شناسایی عوامل پیش‌بین اسپرین‌های مکرر مچ پا داشته‌اند هنوز نتایج ضدونقیضی را گزارش می‌دهند و تاکنون علل اصلی اسپرین‌های مزمن شناسایی نشده است(۱۴). با وجود مطالعاتی که در حوزهٔ علت‌یابی پیچ‌خوردگی‌های مکرر و ناپایداری مچ پا صورت گرفته است اثرگذاری نوسان‌های وضعیتی حین مهارت‌های عملکردی شایع ایجاد اسپرین در بروز ناپایداری مچ پا، و سهم این عوامل در پیش‌بینی بروز اسپرین‌های مکرر تحت بررسی قرار نگرفته است. این پژوهش درپی آن است تا سهم واریانس این عوامل را در پیش‌بینی ظهور مجدد اسپرین مچ پا در مهارت‌های شایع بروز اسپرین، مطالعه کند. در این مطالعه، به‌طور مشخص، تلاش شد تا به این پرسش پاسخ داده شود که آیا نوسان‌های وضعیت در طول مهارت‌های عملکردی که بروز آسیب در آنها بارها گزارش شده است می‌تواند ایجاد اسپرین‌های مچ پا را پیش‌بینی کند و از همه مهم‌تر اینکه، کدام مهارت و کدام ریزفاکتور مربوط به نوسان‌های وضعیتی، در حین فرود بهتر می‌تواند اسپرین مزمن را پیش‌بینی کند تا بتوان پروتکل‌های بازتوانی را براساس نتایج به‌دست‌آمده تدوین کرد.

روش‌شناسی

در مطالعهٔ توصیفی-رگرسیونی حاضر، جمعیت آماری ورزشکاران لیگ دسته‌یک رشته‌های تیمی استان همدان بودند که ۵۰ نفر از آنها به‌عنوان نمونه، با نمونه‌گیری غیرتصادفی و به‌شیوهٔ هدفمند انتخاب شدند. این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه حرکات اصلاحی دانشگاه بوعلی‌سینای همدان انجام شد. در این مطالعه، آزمودنی‌های گروه آسیب‌دیده براساس معیارهای حاصل از پرسش‌نامهٔ شاخص ناپایداری مچ پا و فرم ورزشی شاخص ناپایداری مچ پا،[1] و پرسش‌نامهٔ سایمون و همکاران (۲۰۱۲) انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در دو گروه (۲۵ نفری) آسیب‌دیده و سالم قرار گرفتند، به‌طوری‌که گروه آسیب‌دیده و سالم هر دو شامل ۱۱ ورزشکار زن و ۱۴ ورزشکار مرد بود (جدول ۱) (۱۵). ورزشکاران از رشته‌های دارای آمار بالای پیچ‌خوردگی مچ پا (بسکتبال، فوتبال و والیبال) انتخاب شدند. لازم بود که آنها دست‌کم پنج سال سابقهٔ فعالیت حرفه‌ای داشته باشند و دست‌کم سه‌روز در هفته و هر روز ۴۵ تا ۶۰ دقیقه در رشتهٔ مورد نظر فعال باشند. آزمودنی‌ها تنها زمانی در گروه آسیب‌دیده پیچ‌خوردگی مزمن مچ پا (CAI[2]) قرار می‌گرفتند که حداقل دو مرتبه سابقهٔ پیچ‌خوردگی همراه با درد و محدودیت حرکت به‌مدت ۲۴ ساعت دارا بودند و چندین مرتبه نیز وضعیت خالی‌کردن[3] مچ پا در طول شش‌ماه گذشته را گزارش داده باشند. به‌علاوه، این افراد می‌بایست در پرسش‌نامهٔ ناپایداری مچ پا نمرهٔ کمتر از ۹۰ و در پرسش‌نامهٔ ناپایداری ورزشی مچ پا نمرهٔ کمتر از ۸۰

1. Foot and Ankle Disability Index
2. Chronic Ankle Instability
3. Giving Way

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

می‌آوردند (۱۱). علاوه‌برآن، نمره‌های بالاتر در پرسش‌نامهٔ سایمون، نشان‌دهندهٔ ناپایداری بیشتر مچ پای ورزشکاران بود. اگر آزمودنی‌ها دارای ناپایداری دوطرفه بودند، طرفی که نمرهٔ ناپایداری بیشتری داشت انتخاب می‌شد (۱۵). معیارهای ورود به مطالعهٔ آزمودنی‌ها، در گروه سالم که تصادفاً از بین ورزشکاران رشته‌های تیمی ذکرشده انتخاب شده بودند شامل عدم گزارش آسیب پیچ‌خوردگی در ناحیهٔ مچ پا، نمرهٔ ۱۰۰ درصد در پرسش‌نامهٔ شاخص ناپایداری مچ پا و در نوع ورزشی آن بود. افزون آنکه آزمودنی‌های گروه سالم درصورتی‌که سابقهٔ آسیب (درد در طول فعالیت، پارگی‌ها یا کشیدگی‌های رباط، پارگی منیسک و ...) یا جراحی در ناحیهٔ اندام تحتانی داشتند، از مطالعه حذف می‌شدند. مطالعهٔ حاضر، در کمیتهٔ اخلاق دانشگاه بوعلی‌سینای همدان مطرح و مجوز انجام طرح داده شد. همچنین، قبل از اجرای هر آزمون، از آزمودنی‌ها رضایت‌نامهٔ کتبی گرفته شد.

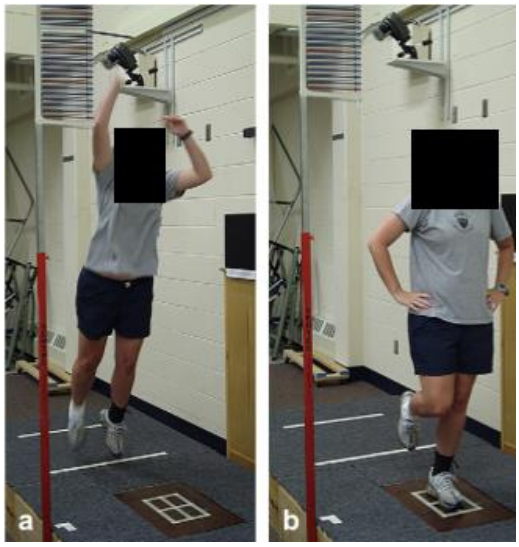
جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت شناختی آزمودنی‌های پژوهش

ویژگی‌ها	گروه سالم Mean ±SD	گروه آسیب‌دیده Mean ±SD
سن (سال)	۱۹/۶±۲/۰۸	۱۹/۵±۲/۵
قد (سانتی‌متر)	۱۷۰/۱±۸/۲	۱۷۱/۳±۱۱/۸
وزن (کیلوگرم)	۶۳±۷/۴	۷۰/۶±۹/۵
شاخص تودهٔ بدنی (متر/کیلوگرم^2)	۲۱/۷±۲/۰۸	۲۴/۰۶±۲/۰۶

پروتکل پرش-فرود: جهت اجرای تکلیف پرش- فرود روی صفحهٔ توزیع فشار کف پایی[1] (مدل Win FDM-S، ساخت آلمان)، در ابتدا ۵۰درصد حداکثر پرش ارتفاع آزمودنی محاسبه شد. برای این منظور از آزمودنی‌ها آزمون حداکثر پرش عمودی گرفته شد. برای انجام این عمل، آزمودنی‌ها درکنار دیوار مقابل صفحهٔ مدرج می‌ایستادند و تا حد ممکن دست خود را بالا می‌کشیدند بدون اینکه پاشنه پا از زمین بلند شود؛ انتهای نوک انگشت میانی نقطهٔ صفر انتخاب می‌شد. سپس از آزمودنی خواسته می‌شد که حداکثر پرش عمودی خود را انجام دهد و در اوج پرش با نوک انگشت، صفحهٔ مدرج را لمس کند. این ارتفاع به‌منزلهٔ حداکثر پرش عمودی ثبت می‌شد. از هر آزمودنی خواسته شد که پرش عمودی را سه‌بار انجام دهد و پس‌از ثبت نمره‌ها، بیشترین نمره به‌عنوان حداکثر پرش عمودی آزمودنی ثبت شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در حین فرود روبه‌روی خود را نگاه کنند و کاملاً شروط تمرین اختصاصی را رعایت کنند. سپس فرد در فاصلهٔ یک متری، روبه‌روی صفحهٔ توزیع فشار کف پایی قرار می‌گرفت، با ۵۰ درصد توان پرش عمودی خود پرش می‌کرد و بعد با پای مورد نظر (پای آسیب‌دیده در افراد مصدوم و پای همگن‌شده در افراد سالم) روی دستگاه فرود می‌آمد. آزمودنی بایست بعد از فرود روی دستگاه فوت پرشر تعادلش را به‌مدت ۱۰ ثانیه حفظ

1. Foot Pressure Distribution

می‌کرد. آزمودنی‌ها چندین مرتبه آزمون را به‌منظور آشنایی انجام می‌دادند و در آخر، سه مرتبه، آزمون تکرار و داده‌ها ثبت می‌شد (۱۶) (شکل ۱).



شکل ۱. نحوهٔ انجام پروتکل پرش-فرود روی دستگاه توزیع فشار کف‌پا

پروتکل جهش جانبی: آزمودنی با فاصلهٔ ۳۰ سانتی متر از سطح فوت پرشر درکنار صفحه قرار می‌گرفت (به‌طوری‌که اگر راست پای مصدوم بود، فرد در سمت چپ فوت پرشر و اگر پای چپ مصدوم بود، فرد روی آن پا در سمت راست دستگاه فوت پرشر قرار می‌گرفت)، سه بار به صورت جانبی روی پای آسیب‌دیده در گروه مصدوم، و روی پای همسان‌شده با پای گروه آسیب‌دیده در افراد سالم جهش می‌کرد و روی دستگاه فوت پرشر فرود می‌آمد. به‌محض فرود روی دستگاه، آزمودنی بایست تعادل خود را به‌مدت ۱۰ ثانیه حفظ می‌کرد. آزمون سه مرتبه تکرار می‌شد و میانگین نمره‌های فاکتورهای مورد نظر جهت مطالعه به کار گرفته می‌شد (شکل ۲) (۱۶).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

شکل ۲. نحوهٔ انجام پروتکل جهش جانبی روی دستگاه توزیع فشار کف‌پایی

نتایج

نمره‌های میانگین ± انحراف استاندارد برای گروه CAI در پرسش‌نامهٔ شاخص ناپایداری مچ پا: ۱۵/۱۰±۸۴/۸۰؛ در پرسش‌نامهٔ فرم ورزشی شاخص ناپایداری مچ پا: ۲۳/۱۰±۷۷/۴۰ و در پرسش‌نامهٔ سایمون ۵/۷۰±۲۱/۸۰ بود. پس‌از اطمینان از رعایت مفروضه‌های آزمون رگرسیون لجستیک، از این آزمون برای پیش‌بینی اثر تعدادی از ریزفاکتورهای مربوط به توزیع فشار کف‌پایی در دو مهارت پرش–فرود[1] و جهش جانبی،[2] با احتمال اینکه آیا آزمودنی‌ها مشکل اسپرین مزمن داشته‌اند یا نه، انجام شد. این مدل، شامل شش متغیر (سطح نوسان‌ها، طول مسیر و سرعت نوسان‌ها در مهارت پرش–فرود و سطح نوسان‌ها، طول مسیر و سرعت نوسان‌ها در مهارت جهش جانبی) بود. مدل کامل مشتمل بر همهٔ پیش‌بینی‌کننده‌ها از نظر آماری معنادار بود $(X^2\ (6, N = 50)) = 16.36\ , P < 0/05)$ که نشان می‌دهد مدل قادر بوده آزمودنی‌هایی را که آسیب اسپرین مزمن گزارش کرده بودند و آنهایی که اسپرین مزمن را گزارش نکرده بودند متمایز کند. همچنین نتایج آزمون Hasmer and Lemeshow درخصوص مفیدبودن و تأیید مدل با توجه به مقادیر X^2=1.67 و P=0.35 و بزرگ‌تربودن مقدار سطح معناداری از ۰/۰۵، نشان دهندهٔ تأیید مدل مذکور است. این مدل به‌طورکلی بین ۲۳/۹ درصد (Cox & Snell R Square) و ۳۱/۹ درصد (Nagelkerke R Square) واریانس میزان وقوع اسپرین مزمن را تبیین کرد، و ۷۶/۷ درصد آزمودنی‌های آسیب‌دیده و سالم را به‌طور صحیح طبقه‌بندی کرد. همان‌طور که از جدول ۲ برمی‌آید فقط چهار متغیر از متغیرهای پیش‌بین سهم یگانهٔ معنادار آماری در مدل داشتند (شاخص طول مسیر[3] و سرعت نوسان‌ها[4]در

1. Jump-Landing 2. Lateral Hopping 3. Path Length 4. Velocity

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

مهارت پرش-فرود، شاخص محیط نوسان‌ها[1] و طول مسیر نوسان‌ها در مهارت جهش به پهلو). قوی‌ترین پیش‌بینی‌کنندهٔ وقوع اسپرین مزمن، طول مسیر نوسان‌ها در مهارت پرش-فرود بود که ضریب احتمال ۱/۰۰۶ دارد. این نشان داد آزمودنی‌هایی که مشکل اسپرین مزمن داشتند یک برابر بیشتر از آزمودنی‌هایی که مشکل اسپرین مزمن نداشتند احتمال دارد طول مسیر نوسان پاسچر بیشتری داشته باشند؛ البته با کنترل همهٔ عوامل دیگر در مدل. ضریب احتمال ۰/۹۱ برای سرعت نوسان‌ها در مهارت پرش-فرود کمتر از یک بود که نشان می‌دهد با افزایش یک واحد در سرعت نوسان‌ها در مهارت پرش-فرود، ۰/۹۱ برابر کمتر احتمال دارد آزمودنی‌ها اسپرین مزمن را گزارش کنند؛ البته با کنترل همهٔ موارد دیگر در مدل. ضریب احتمال یک برای شاخص محیط نوسان‌ها در مهارت جهش جانبی، نشان می‌دهد با افزایش یک واحد در محیط نوسان‌ها یک‌برابر بیشتر احتمال دارد آزمودنی‌ها اسپرین مزمن را گزارش کنند؛ البته با کنترل همهٔ موارد دیگر در مدل. ضریب احتمال ۱/۰۰۱ برای شاخص طول مسیر نوسان‌ها در مهارت جهش جانبی بیشتر از یک بود که نشان می‌دهد برای هر واحد افزایش طول مسیر نوسان‌ها در مهارت جهش جانبی، ۱/۰۰۱ برابر بیشتر احتمال دارد اسپرین مزمن را، با کنترل همهٔ عوامل دیگر در مدل گزارش کنند.

جدول ۲. نتایج رگرسیون لجستیک برای پیش بینی احتمال وقوع اسپرین مچ پا بر اساس متغیرهای پیش‌بین

شاخص / متغیر	مقدار B	خطای معیار	مقدار والد	درجه آزادی	سطح معناداری	شانس وقوع	دامنه CI
شاخص محیط نوسان پرش-فرود(میلی‌متر مربع)	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۱/۹۲	۱	۰/۱۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰-۱/۰۰۱
شاخص طول مسیر نوسان پرش-فرود(میلی‌متر)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۷/۲۰	۱	**۰/۰۰۷	۱/۰۰۶	۱/۰۰۲-1/۰۱۰
سرعت نوسان پرش-فرود(ثانیه/میلی‌متر)	-۰/۰۹۴	۰/۰۴	۵/۶	۱	*۰/۰۱	۰/۹۱	۰/۸۴-0/۹۸
شاخص محیط نوسان جهش جانبی(میلی‌متر مربع)	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۳/۲	۱	*۰/۰۵	۱/۰۰۰	۱/0۰۰-۱/۰۰۱
شاخص طول مسیر نوسان جهش جانبی(میلی-متر)	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۴/۶	۱	*۰/۰۳	۱/۰۰۱	۰/۹۹ -۱/۱۰
سرعت نوسان جهش جانبی(ثانیه/میلی‌متر)	۰/۰۳	۰/۰۲	۱/۵	۱	۰/۴۸	۱/۰۳	۰/۹۸ -۱/۰۹

*P≤۰/ 05 و **P≤۰/ ۰۱

نکتهٔ حائز اهمیت دیگر مقایسهٔ فاکتورهای نوسان پاسچر؛ در دو گروه آسیب‌دیده و سالم بود؛ به‌طوری‌که میانگین نوسان پاسچر در دو سطح داخلی-خارجی و قدامی-خلفی در دو مهارت پرش فرود و جهش جانبی مورد مقایسه قرار گرفت. همان‌گونه که از جدول ۳ برمی‌آید، دو گروه آسیب‌دیده و سالم در نوسان فشار کف‌پایی در جهت داخلی-خارجی در هر دو مهارت پرش-فرود و جهش جانبی تفاوت معناداری داشتند، که می‌تواند گویای ضعف گروه CAI در بازیابی مرکز ثقل در سطح فرونتال باشد.

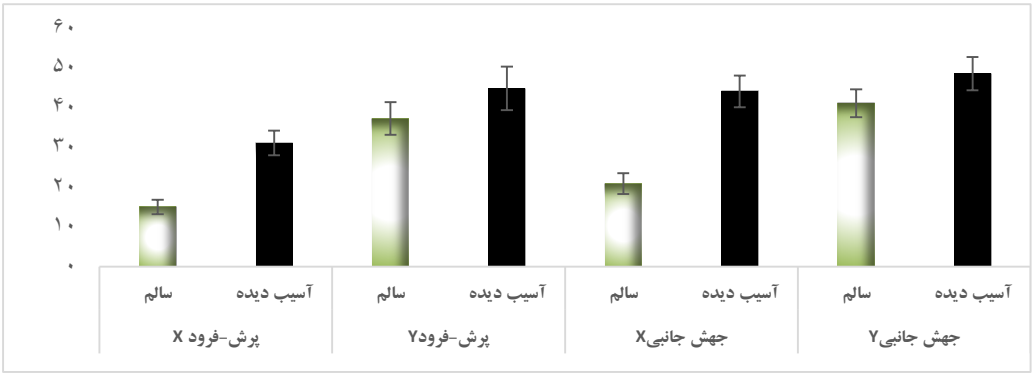
1. Area

جدول ۳. نتایج تی مستقل برای مقایسه نوسان‌ها در جهات قدامی-خلفی و داخلی-خارجی در دو گروه آسیب‌دیده و سالم

شاخص / متغیر	گروه‌ها	میانگین	انحراف استاندارد	درجه آزادی	مقدار T	سطح معناداری
نوسان‌های داخلی-خارجی در مهارت پرش-فرود(میلی‌متر)	سالم	۱۵/۰۴	۹/۱	۴۸	-۴/۵	**۰/۰۰۰۱
	آسیب‌دیده	۳۱/۱	۱۵/۲			
نوسان‌های قدامی-خلفی در مهارت پرش-فرود(میلی‌متر)	سالم	۳۷/۲	۸/۱	۴۸	-۱/۱	۰/۲۰
	آسیب‌دیده	۴۴/۸	۱۲/۱			
نوسان‌های داخلی-خارجی در مهارت جهش جانبی(میلی‌متر)	سالم	۲۰/۳	۱۰/۱	۴۸	-۴/۹	**۰/۰۰۰۱
	آسیب‌دیده	۴۴/۰۴	۱۳/۱			
نوسان‌های قدامی-خلفی در مهارت جهش جانبی(میلی‌متر)	سالم	۴۱/۱	۱۵/۱	۴۸	-۱/۳	۰/۱۰
	آسیب‌دیده	۴۸/۵	۱۴/۸			

*P≤۰/ ۰۵ **P≤ ۰/ ۰۱

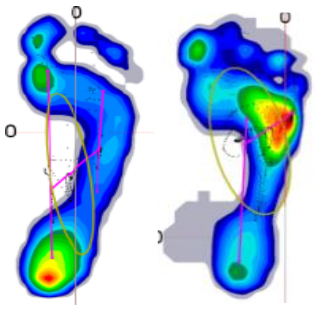
نتایج حاصل از جدول ۳ نشان می‌دهد که، افراد با پیچ‌خوردگی مچ پا نوسان‌های داخلی-خارجی (جابه‌جایی‌های محور X) بیشتری در هر دو مهارت پرش-فرود و جهش جانبی، نسبت به افراد سالم دارا بوده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳. مقایسه میانگین‌های نوسان پاسچر آزمودنی‌ها در طول دو محور X و Y

از طرف دیگر، بررسی نقاط فشار کف‌پایی در افراد آسیب‌دیده نشان داد بیشترین توزیع فشار در لبهٔ خارجی کف‌پای افراد اعمال می‌شود این خود می‌تواند گویای افزایش گشتاور اینورشنی در مچ پای این افراد و درمعرض خطر اسپرین مجدد قرارگرفتن آنها باشد (شکل ۴).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]



شکل ۴. از راست به چپ، نمونه‌ای از نحوهٔ توزیع فشار کف پایی در فرد با اسپرین مزمن و فرد سالم

بحث

هدف مطالعهٔ حاضر بررسی سهم ریزفاکتورهای نوسان‌های پاسچر، در مهارت‌های پرش–فرود و جهش جانبی در پیش‌بینی وقوع اسپرین‌های مزمن است. امروزه تکنیک‌ها و اندازه‌گیری‌های متعددی برای مطالعه و شناسایی فاکتورهای مداخله‌گر در ناپایداری مزمن استفاده می‌شوند (۱۷). به‌دلیل نامعلوم‌بودن علت این ناپایداری‌ها، پژوهش حاضر قصد دارد تا با ترکیب بهینه‌ای از فاکتورهای مربوط به نوسان‌های پاسچر در مهارت‌های عملکردی، که در وقوع اسپرین‌های مچ پا مؤثر گزارش شده‌اند، گروه CAI را از گروه سالم متمایز کند. در این مطالعه فرض محقق بر این است که احتمالاً برخی فاکتورهای کنترل پاسچر، در مهارت‌های ورزشی که اسپرین‌ها مکرراً در آنها رخ می‌دهند دچار تغییراتی شده است که پیش‌بینی‌کنندهٔ اسپرین‌های مجدد است. مطالعهٔ حاضر نشان داد که چهار ریزفاکتور از عوامل مورد بررسی به‌درستی قادر به طبقه‌بندی حدود ۷۷ درصد از شرکت‌کننده‌های CAI بوده است. شناسایی این فاکتورها برای توسعهٔ بیشتر تحقیقات در زمینهٔ CAI و توسعهٔ پروتکل‌های بازتوانی و پیشگیرانه ثمربخش است. یافته‌های این مطالعه حاکی از آن بود که سرعت بازیابی مرکز فشار در مهارت پرش–فرود می‌تواند به‌منزلهٔ عامل خطرزا در بروز اسپرین‌ها تعیین‌کننده باشد؛ به‌عبارتی، با افزایش یک واحد سرعت نوسان‌ها در مهارت پرش–فرود، ۰/۹۱ برابر کمتر احتمال دارد آزمودنی‌ها اسپرین مزمن را گزارش کنند. این درحالی است که مطالعات قبلی گزارش کرده‌اند که هرچه سرعت نوسان‌ها کمتر باشد، فرد کنترل پاسچر بهتری خواهد داشت (۱۸)، اما در این مطالعه از تسک‌های عملکردی استفاده شده است که در لحظهٔ سنجش انحرافات پاسچر، تمام آزمودنی‌ها بی‌تعادلی را تجربه می‌کنند، بنابراین، این احتمال وجود دارد که تمام آزمودنی‌ها سرعت نوسان‌های افزایش‌یافته‌ای داشته‌اند.

این یافته با نتایج مطالعات سانتوس و همکاران (۲۰۱۴) هم‌سو بود: آنها نیز وضعیت ناپایداری را برای آزمودنی‌ها درنظرگرفتند و مشاهده کردند افراد با ناپایداری مزمن مچ پا هنگام ضربه به توپ درحالت ایستادن تک‌پایی، انحراف پاسچر کاهش‌یافته‌ای دارند. آنها آزمودنی‌ها را در هنگام ایستادن تک‌پایی روی سطح صاف

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

و سوپاین در هنگام ضربه به توپی که برایشان ارسال می‌شد ارزیابی و مشاهده کردند که افراد CAI، جابه‌جایی‌های COP[1] و میانگین سرعت جابه‌جایی کمتری نسبت به گروه سالم دارند که دلیل احتمالی آن کاهش، نیاز بیشتر این افراد به ثبات در پاسچرهای ناپایدارتر برای پیشگیری از اسپرین‌های مکرر است (۱۹). همچنین، یافته‌های حاضر، نتایج مطالعات سلطانی و همکاران (۲۰۱۴) را تأیید کرد. آنها گزارش کردند افراد دارای شاخص نوسان‌های پاسچر و سرعت نوسان‌های بیشتر، در هنگام فرود درمعرض آسیب‌های بیشتری در اندام تحتانی هستند (۲۰). اکثر مطالعات تنها شاخص کلی انحراف پاسچر را مطالعه کرده‌اند؛ یعنی، نوسان‌های پاسچر را با استفاده از صفحهٔ نیرو برای تعیین جابه‌جایی‌های مرکز فشار اندازه‌گیری کرده‌اند؛ ازطرف دیگر، پژوهشگرانی مانند هولم و همکاران (۱۹۹۹)، نوسان‌های پاسچرال را در وضعیت ایستا بررسی کردند و نتوانستند نشان دهند بین گروه سالم و آسیب‌دیده در سرعت نوسان‌ها تفاوتی وجود دارد(۲۱). اما مک‌گوین و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که افراد با جابه‌جایی مرکز فشار بیشتر در طول ایستادن تک‌پایی، بیشتر درمعرض خطر اسپرین مچ پا هستند (۲۲)، با وجود اینکه مطالعه‌ای یافت نشد که معیارهای ذکرشده را در مهارت‌های پویای پرش-فرود و جهش جانبی بررسی کرده باشد، نتایج مطالعات ارائه‌شده یافته‌های این مطالعه را تأیید می‌کند.

یافتهٔ دیگر این مطالعه، مؤثربودن فاکتور طول مسیر نوسان‌ها در هر دو مهارت پرش-فرود و جهش جانبی در پیش‌بینی اسپرین مزمن بود؛ یعنی با افزایش هر واحد در شاخص طول مسیر نوسان‌ها در هر دو مهارت پرش- فرود و جهش- جانبی، احتمال ابتلای مجدد به اسپرین افزایش می‌یابد. این خود گویای آن است که هرچه طول مسیر نوسان‌های COP کمتر باشد، احتمال وقوع اسپرین مچ پا کاهش می‌یابد؛ یعنی با کاهش طول مسیر نوسان‌های COP در شرایط نامتعادل و خطرزای فرود، به دنبال پرش و جهش جانبی، توانایی کنترل پاسچر افراد در پیشگیری از پیچ‌خوردگی‌ها در مچ پا بهبود خواهد یافت. در تأیید نتایج این مطالعه می‌توان یافته‌های دورال و همکاران (۲۰۱۱) را ذکر کرد؛ به‌طوری‌که آنها رابطهٔ بین کنترل پاسچر تک‌پایی و مکانیک فرود افراد سالم را بررسی و گزارش کردند که افراد با کنترل پاسچر کمتر (افزایش طول مسیر نوسان‌ها و سرعت بیشتر نوسان‌ها مرکز ثقل)، گشتاور آبداکتوری بیشتری در زانو دارند؛ که این خود می‌تواند افراد را درمعرض اسپرین مچ پا قرار دهد (۲۳). نتایج مطالعات هاچ و همکاران (۲۰۱۲) نیز یافته مطالعه حاضر را تأیید می‌کند، اما آنها پارامترهای کنترل پاسچر را در وضعیت ایستا در افراد سالم و افراد اسپرینی مقایسه و گزارش کردند که ناحیهٔ نوسان‌ها، طول مسیر و سرعت نوسان‌ها به طور معناداری در دو گروه

1. Center of Pressure

متفاوت است (۲). فاکتور مؤثر دیگر در پیش‌بینی اسپرین مزمن، ناحیهٔ تخم‌مرغی نوسان‌ها بود؛ این ناحیهٔ بیضوی ۹۵ درصد توزیع نقاط مرکز فشار را در برگرفته است، که نوسان‌ها را در محور X و Y نشان می‌دهد. درواقع یافته‌های این مطالعه نشان داد با افزایش یک واحد در محیط نوسان‌ها، یک برابر بیشتر احتمال دارد آزمودنی‌ها اسپرین مزمن را گزارش کنند. به‌عبارتی، هرچه افراد، دارای ناحیهٔ نوسان بزرگ‌تری در مهارت فرود باشند، خطر وقوع اسپرین مجدد در آنها بالاتر می‌رود. این نتیجه با یافته‌های اکثر مطالعاتی که به مقایسه نوسان پاسچر در افراد اسپرینی پرداخته‌اند مطابقت دارد؛ ازجمله نورنها و همکاران (۲۰۰۶)، دورال و همکاران (۲۰۱۱)، سلطانی و همکاران (۲۰۱۴) و مک‌کئون و همکاران (۲۰۰۸). هرچند که مطالعات مذکور هیچ‌کدام به بررسی انحراف پاسچر در مهارت‌های عملکردی نپرداخته بودند و مطالعهٔ حاضر از این نظر کاربردی‌تر است. بااین‌حال با نتایج سانتوس و همکاران (۲۰۱۴) متناقض است که احتمالاً وسیلهٔ ارزیابی انحراف پاسچر و تعداد نمونهٔ کم و سطح ناپایدار سوپاین علت مغایرت باشد (۲۴، ۴،۱۹،۲۰).

از نکات درخور توجه دیگر در این پژوهش، ارزیابی مقایسه‌ای میانگین نوسان پاسچر در دو سطح داخلی–خارجی و قدامی–خلفی در دو مهارت پرش–فرود و جهش جانبی بین گروه‌های آسیب‌دیده و سالم بود که مشاهده شد، نوسان پاسچر در هر دو مهارت پرش–فرود و جهش جانبی، در سطح داخلی–خارجی بین دو گروه سالم و آسیب‌دیده تفاوت آماری معناداری داشته است. احتمال دارد که پس‌از آسیب اسپرین مچ پا، با درگیری محور سابتالار، حرکات نوسانی در سطح فرونتال در افراد اسپرینی افزایش یابد. در تأیید این یافته می‌توان به نتایج مطالعات لی و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد. آنها گزارش کردند افراد دارای آبداکتورهای رانی ضعیف، نوسان‌های داخلی–خارجی بزرگ‌تری نسبت به افراد سالم دارند. این درحالی است که نتایج تحقیقات نشان داده، افراد اسپرینی به‌دلیل نقص در فراخوانی به‌کارگیری عضلات گلوتئال، با مشکل ضعف در این عضلات مواجه هستند و یافته‌های این مطالعه تأیید می‌شود (۲۵). ازطرف دیگر، بررسی نقاط فشار کف‌پایی در افراد آسیب‌دیده نشان داد بیشترین توزیع فشار در لبه خارجی کف پای آن‌ها اعمال می‌شود. این خود می‌تواند گویای افزایش گشتاور اینورشنی در مچ پای این افراد و قرارگرفتن آنها درمعرض خطر اسپرین مجدد باشد. بنابراین، می‌توان گفت افراد با سابقهٔ اسپرین مچ پا در حین مهارت‌های جهشی–پرشی و به‌دنبال آن فرود؛ نسبت به افراد سالم ثبات کمتری دارند و به نسبت احتمال بیشتری برای ابتلا به اسپرین مجدد دارند. عقیدهٔ رایج این است که لیگامان‌های آسیب‌دیده یا کشیده‌شده به‌علت فراهم‌نکردن بازخورد عصبی کافی در اندام آسیب‌دیده می‌تواند در کاهش سازوکارهای پروپریوسپتیو مورد نیاز جهت تعادل مناسب دخیل باشد. فقدان بازخورد پروپریوسپتیو به‌علت این صدمه‌ها ممکن است موجب اعمال بار بیش‌ازحد یا نامناسب به مفصل شود. بنابراین، توسعهٔ برنامهٔ توان‌بخشی متمرکز بر فاکتورهای درگیر در بهبود تعادل و توازن پاسچر؛ تنها در وضعیت‌های ایستا بدون توجه به فعالیت‌های عملکردی که آسیب در آنها رخ می‌دهد بوده

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

است این درحالی است که جهت بازگرداندن موفق ورزشکار به سطح قبلی تمرینات ورزشی بدون عود مجدد آسیب و عواقب منفی آن؛ تمرینات تخصصی آن رشته ورزشی ضروری است، چرا که اسپرین‌ها در متن تمرینات تخصصی آن رشتهٔ ورزشی رخ می‌دهند.

نتیجه‌گیری

برمبنای یافته‌های مطالعه می‌توان گفت عوامل خطرزای فاکتورهای انحراف پاسچر در مهارت‌های عملکردی پرش–فرود و جهش جانبی می‌توانند پیش‌بین‌های مناسبی برای طبقه‌بندی و متمایزکردن گروه آسیب‌دیده از سالم باشند و در راستای آزمون‌های ارزشمند تشخیصی در پیش‌از فصل مسابقات و پیشگیری از بروز مجدد اسپرین قرار گیرند. همچنین، به‌عنوان بخشی از پروتکل‌های توان‌بخشی ورزشی ارزشمند به مربیان، متخصصان و ورزشکاران توصیه می‌شوند.

منابع

1. Levin, O., Vanwanseele, B., Thijsen, J.R., Helsen, W.F., Staes, F.F., Duysens, J. (2015). Proactive and reactive neuromuscular control in subjects with chronic ankle instability: Evidence from a pilot study on landing. Gait & Posture. 41(1): 106-11.
2. Hoch, M.C., Staton, G.S., Medina McKeon, J.M., Mattacola, C.G., McKeon, P.O. (2012). Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. Journal of Science and Medicine in Sport. 15(6): 574-9 .
3. Hertel, J., Denegar, C.R., Buckley, W.E., Sharkey, N.A., Stokes, W.L. (2001). Effect of rearfoot orthoses on postural sway after lateral ankle sprain. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 82(3): 1000-3.
4. de Noronha, M., Refshauge, K.M., Herbert, R.D., Kilbreath, S.L., Hertel, J. (2006). Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain?. British Journal of Sports Medicine. 40(10): 824-8.
5. Pourkazemi, F., Hiller, C.E., Raymond, J., Nightingale, E.J., Refshauge, K.M. (2014). Predictors of chronic ankle instability after an index lateral anklesprain: A systematic review. Journal of Science and Medicine in Sport. 32(2): 568-71.
6. Gribble, P.A., Hertel, J., Denegar, C.R., Buckley, W.E. (2004). The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. Journal of Athletic Training. 39(4): 321-8.
7. Akhbari, B., Ebrahimi Takamjani, I., Salavati, M., Sanjari, M.A. (2007). A 4-week biodex stability exercise program improved ankle musculature onset, peak latency and balance measures in functionally unstable ankles. Physical Therapy in Sport. 8(3): 117-29.
8. Prentice, W. (2011). Rehabilitation technique for sport medicine and athletic training, 5th. Ed, McGraw Hill Publications.127-300.
9. Sefton, J.M., Hicks-Little, C.A., Hubbard, T.J., Clemens, M.G., Yengo, C.M., Koceja, D.M., Cordova, M.L. (2009). Sensorimotor function as a predictor of chronic ankle instability. Clinical Biomechanics. 24(5): 451-8.
10. Hopkins, J.T., Coglianese, M., Glasgow, P., Reese, S., Seeley, M.K. (2012). Alterations in evertor/invertor muscle activation and center of pressure trajectory in participants with functional ankle instability. Journal of Electromyography and Kinesiology. 22(2): 280-5.
11. Webster, K.A., Gribble, P.A. (2012). Comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. Physical Therapy in Sport. 14(1): 22-7 .
12. Gutierrez, G.M., Kaminski, T.W., Douex, A.T. (2009). Neuromuscular control and ankle instability. Physical Medicine and Rehabilitation. 1(4): 359-65 .
13. Kavanagh, J.J., Bisset, L.M., Tsao, H. (2012). Deficits in reaction time due to increased motor time of peroneus longus in people with chronic ankle instability. Journal of Biomechanics. 45(3): 605-8.
14. Tropp, H. (2002). Commentary: Functional ankle instability revisited. Journal of Athletic Training. 37(4): 512-5.
15. Simon, J., Donahue, M., Docherty, C. (2012). Development of the identification of functional ankle instability (IdFAI). Foot & Ankle International. 33(9): 755-63 .
16. Webster, K.A., Gribble, P.A. (2010). Time to stabilization of anterior cruciate ligament–reconstructed versus healthy knees in national collegiate athletic association division in female athletes. Journal of Athletic Training. 45(6): 580-5.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]

17. Tanaka, H., Mason, L. (2011). Chronic ankle instability. Journal of Orthopedics and Trauma. 25(4): 269-78 .
18. Ty Hopkins, J., Coglianese, M., Reese, S., Seeley, M.K. (2013). Alterations in evertor/Invertor muscle activation and cop trajectory during a forward lunge in participants with functional ankle instability. Clinical Research on Foot and Ankle. 2(1): 122-7.
19. dos Santos, M.J., Gorges, A.L., Rios, J.L. (2014). Individuals with chronic ankle instability exhibit decreased postural sway while kicking in a single-leg stance. Gait & Posture. 40(1): 231-6.
20. Soltani, N., Rahimi, A., Naimi, S.S., Khademi, Kh., Saeedi, H. (2014). Studying the balance of the coper and non-coper ACL-deficient knee subjects. Asian Journal of Sports Medicine. 5(2): 91-98.
21. Holme, E., Magnusson, S.P., Becher, K., Bieler, T., Aagaard, P., Kjaer, M. (1999). The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and reinjury risk after acute ankle ligament sprain. Scandinavian Journal of Medcine Science in Sports. 9(2): 104-9.
22. McGuine, T.A., Greene, J.J., Best, T., Leverson, G. (2000). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. Clinical Journal of Sport Medicine. 10(4): 239-44.
23. Durall, C.J., Kernozek, T.W., Kersten, M., Nitz, M., Setz, J., Beck, S. (2011). Associations between single-leg postural control and drop-landing mechanics in healthy women. Journal of Sport Rehabilitation. 20(4): 406-18.
24. McKeon, P.O., Hertel, J. (2008). Spatiotemporal postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. BMC Musculoskeletal Disorders. 9(76): 1-6.
25. Lee, S.P., Powers, C.M. (2014). Individuals with diminished hip abductor muscle strength exhibit altered ankle biomechanics and neuromuscular activation during unipedal balance tasks. Gait & Posture. 39(3): 933-8.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.11.6.3]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsmt.14.11.63]