Published Online: 2017. October.30 **Research Article**

Relationships between Functional Movement Assessments and Elements of Sensorimotor Function in Collegiate Athletes with Chronic Ankle Instability

Sajad Bagherian*[1], Nader Rahnama[2], Erik A. Wikstrom[3], Micheal A. Clark[4]

1. PhD Candidate, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3. Assisstant Professor, Department of Exercise and Sport Science, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, USA
34. Founder and chief executive officer of Fusionetics, Milton, USA

Received: 2017.August.27 **Revised: 2017. September.11** **Accepted: 2017. October.15**

Abstract

Background and Aims: In patients with Chronic Ankle Instability (CAI), biomechanical alterations and sensorimotor dysfunctions have been reported. However, little is known about the relationships between functional movement patterns and sensorimotor function in people with CAI. The purpose of the present study was to examine the relationships between movement dysfunctions associated with functional movement patterns and sensorimotor function in collegiate athletes with CAI.

Materials and Methods: A total of 40 male collegiate athletes with CAI volunteered to participate in the study. Three functional movements including double limb squat, double limb squat with heel lift, and single limb squat were conducted for assessing movement dysfunctions and scored using Fusionetics algorithms. Sensorimotor function was assessed using static and dynamic postural control, ankle dorsiflexion ROM, ankle joint proprioception, and ankle muscle strength. Pearson product correlations and multiple linear regression were used to examine the relationships between functional movement assessments and sensorimotor function.

Results: The results showed that collegiate athletes with CAI had poor (20.1±14.1%), moderate (52.3±17.4%), and good (80.1±19.4%) movement efficiency in single leg squat, double limb squat, and double limb squat with heel lift, respectively. Specific movement errors such as 'Heel of Foot Lifts' (50 %) and 'Knee Valgus' (70 %) were common among CAI participants during the double limb squat and single leg squat, respectively. There were significant correlations between functional movement errors and sensorimotor functions ($p<0.05$). Similarly, the presence of specific movement dysfunctions were predicted by select sensorimotor outcomes ($p<0.05$).

Conclusion: Collegiate athletes with CAI had movement dysfunctions during functional movement patterns. There were correlations between functional movement errors and select sensorimotor outcomes. Some specific movement dysfunctions can be predicted by examining sensorimotor outcomes.

Keywords: Movement Dysfunctions; Collegiate Athletes; Injury Prevention; Fusionetics

Cite this article as: Sajad Bagherian, Nader Rahnama, Erik A. Wikstrom, Micheal A. Clark. Relationships between Functional Movement Assessments and Elements of Sensorimotor Function in Collegiate Athletes with Chronic Ankle Instability. J Rehab Med. 2018; 7(2): 138-147.

* **Corresponding Author**: Sajad Bagherian, PhD Candidate, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
Email: sajjadbagherian@yahoo.com ,s.bagherian@spr.ui.ac.ir

DOI: 10.22037/jrm.2018.111034.1708

ارتباط بین ارزیابی‌های عملکرد حرکتی و عناصر عملکرد حسی–حرکتی در ورزشکاران دانشگاهی داری بی‌ثباتی مزمن مچ پا

سجاد باقریان*[۱]، نادر رهنما[۲]، اریک ویکستروم[۳]، مایکل کلارک[۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲. استاد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۳. استادیار، دانشکده تمرین و علوم ورزش، دانشگاه کارولینای شمالی در چپل هیل، چپل هیل، امریکا
۴. مؤسس و عضو هیات مدیره کمپانی Fusionetics، میلتون، امریکا

* دریافت مقاله ۱۳۹۶/۰۶/۰۵ بازنگری مقاله ۱۳۹۶/۰۶/۲۰ پذیرش مقاله ۱۳۹۶/۰۷/۲۳ *

چکیده

مقدمه و اهداف

تغییرات بیومکانیکی و نقص‌های حسی–حرکتی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا گزارش شده است. با این وجود اطلاعات کمی در مورد ارتباط بین الگوهای عملکرد حرکتی و عملکرد حسی–حرکتی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا وجود دارد. هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی ارتباط بین نقص‌های حرکتی مرتبط با الگوهای عملکرد حرکتی با عملکرد حسی–حرکتی در ورزشکاران دانشگاهی دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۴۰ ورزشکار دانشگاهی مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا داوطلب شرکت در تحقیق بودند. به منظور ارزیابی نقص‌های حرکتی، از ۳ الگوی عملکردی اسکات بالای سر، اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه و اسکات تک‌پا استفاده و بر اساس سیستم Fusionetics، امتیازدهی شدند. عملکرد حسی–حرکتی با استفاده از آزمون‌های کنترل پاسچر ایستا و پویا، دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا، حس عمقی مفصل مچ پا و قدرت عضلانی مچ پا ارزیابی شد. به منظور بررسی ارتباط بین ارزیابی‌های عملکرد حرکتی و عملکرد حسی–حرکتی از آزمون‌های همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد ($P<۰/۰۵$).

یافته‌ها

نتایج نشان داد که ورزشکاران دانشگاهی دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا، به ترتیب دارای کیفیت اجرای ضعیف (۱۴/۱±۲۰/۱ ٪)، متوسط (۱۷/۴±۵۲/۳ ٪) و خوب (۱۹/۴±۸۰/۱ ٪)، در اجرای اسکات تک‌پا، اسکات بالای سر و اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه بودند. بلند شدن پاشنه پا از زمین (۵۰٪) و والگوس زانو (۷۰٪)، نقص‌های حرکتی شایع اندام تحتانی در اسکات بالای سر و اسکات تک‌پا در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا بودند. همچنین همبستگی معناداری بین برخی آزمون‌های عملکردی با برخی عملکردهای حسی–حرکتی و بین برخی نقص‌های حرکتی با برخی عملکردهای حسی–حرکتی مشاهده شد ($P\leq۰/۰۵$). علاوه بر این برخی نقص‌های حرکتی از روی برخی آزمون‌های حسی–حرکتی پیش‌بینی شدند ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری

از یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ورزشکاران دانشگاهی مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا دارای نقص‌های حرکتی در ارزیابی‌های عملکرد حرکتی بودند. همچنین همبستگی معناداری بین برخی ارزیابی‌های عملکرد حرکتی و برخی عملکردهای حسی–حرکتی وجود داشت و همچنین می‌توان بر اساس ارزیابی‌های عملکرد حسی–حرکتی برخی نقص‌های حرکتی را پیش‌بینی کرد.

کلیدواژه‌ها

نقص‌های حرکتی؛ ورزشکاران دانشگاهی؛ پیشگیری از آسیب؛ Fusionetics

نویسنده مسئول: سجاد باقریان، دانشجوی دکتری، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

آدرس الکترونیکی: sajjadbagherian@yahoo.com و s.bagherian@spr.ui.ac.ir

مقدمه و اهداف

در طول چند دهه اخیر شرکت در ورزش‌های دانشگاهی افزایش یافته و متعاقب آن متأسفانه تعداد آسیب‌های ورزشی نیز افزایش یافته است.[۱] پیچ‌خوردگی خارجی مچ پا یکی از شایع‌ترین آسیب‌های عضلانی–اسکلتی در ورزشکاران دانشگاهی می‌باشد که حدود ۱۵ درصد از آسیب‌ها را در بین تمام آسیب‌ها به خود اختصاص می‌دهد و باعث غیبت‌های طولانی از شرکت در فعالیت‌های ورزشی می‌شود.[۱] شواهد فراوان نشان داده است که ۳۲ تا ۷۴ درصد افراد به دنبال پیچ‌خوردگی مچ پا مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا و عوارض جانبی آن همچون احساس بی‌ثباتی مچ پا، درد، تورم و اختلال در عملکرد حسی–حرکتی مچ پا شامل ضعف عضلانی، مشکلات تعادلی و حس عمقی می‌شوند.[۲-۴] تغییر عملکرد مچ پا به دنبال اختلالات در ساختار مچ پا می‌تواند منجر به نقص در کنترل حس عمقی و ثبات مکانیکی مچ پا شود که به طور کلی به عنوان بی‌ثباتی مزمن مچ پا تعریف می‌شود. تحقیقات نشان داده است که تغییرات بیومکانیکی و نقص‌های حسی–حرکتی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا رخ می‌دهد و می‌تواند میزان فعالیت افراد را در طول زندگی کاهش دهد و همچنین منجر به آسیب‌های فرسایشی مچ پا همچون استئوآرتریت شود.[۵-۸]

یکی از بحث انگیزترین حوزه‌های توانبخشی اسکلتی–عضلانی، شناسایی ضعیف‌ترین پیوند در بین قسمت‌های مختلف بدن است، چرا که این ضعف منجر به نقص‌های حرکتی در حین اجرای حرکات عملکردی در قسمت‌های دیگر بدن و افزایش خطر آسیب می‌شود و اصلاح موفقیت‌آمیز این پیوند تأثیر بسزایی بر کارایی مناسب بدن در حین اجرای حرکات عملکردی همچون پرش، فرود، اسکات و غیره دارد.[۷، ۹، ۱۰] تحقیقات زیادی تغییرات بیومکانیکی در حین اجرای مهارت‌های حرکتی همچون راه رفتن، پایین آمدن از پله، دویدن و فرود را در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا در مقایسه با افراد سالم گزارش کرده‌اند[۴، ۶، ۱۱]، اما در خصوص ارزیابی‌های عملکرد حرکتی در حین اجرای آزمون‌های عملکردی و نقص‌های حرکتی مرتبط با آنها، تنها Choi و Shin در دو تحقیق جداگانه بر روی افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا، وجود نقص‌های حرکتی در حین اجرای آزمون‌های غربالگری عملکرد حرکتی[۱] را گزارش کردند.[۱۲، ۱۳]

در سال‌های اخیر تحقیقات نشان داده است که تغییرات عصبی–عضلانی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا نه تنها در عضلات مچ پا بلکه در عضلات بالای هیپ نیز رخ می‌دهد؛ به طوری که بی‌ثباتی مچ پا می‌تواند باعث تغییر در کینماتیک مفاصل بالاتر همچون مفاصل زانو و هیپ شود و همین عامل می‌تواند علت افزایش نقص‌های حرکتی همچون والگوس یا واروس زانو، چرخش تنه، چرخش مچ پا، بی‌ثباتی لگن و غیره در حین اجرای حرکات عملکردی و افزایش خطر آسیب‌دیدگی باشد و همچنین نکته مهمی در توانبخشی این افراد باشد.[۶، ۷، ۱۰، ۱۴] در این خصوص Webster و Gribble، در مقایسه عملکرد عضلات سرینی میانی و سرینی بزرگ در حین انجام حرکات عملکردی لانچ چرخشی و اسکات چرخشی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا و افراد سالم نشان دادند که عضله سرینی بزرگ در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا فعالیت کمتری نسبت به افراد سالم در حرکات لانچ چرخشی و اسکات چرخشی دارد.[۱۵] در تحقیق دیگری، Kramer و همکاران افزایش شلی مفصل زانو و کاهش انعطاف‌پذیری نوار ایلیوتیبیال را در افراد داری سابقه پیچ‌خوردگی مچ پا گزارش کردند و ارتباط معناداری بین سابقه آسیب مچ پا و آسیب ACL مشاهده کردند؛ به طوری که ۵۲ تا ۶۰ درصد افرادی که مبتلا به آسیب ACL شده بودند، سابقه پیچ‌خوردگی مچ پا داشتند.[۱۶] همچنین یافته‌ها نشان دادند که افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا در یک طرف، قدرت عضلانی کمتری در دور کردن ران طرف موافق داشته و نوسان وضعیتی بیشتری دارند[۱۷] و این آسیب با تغییرات عصبی–عضلانی و بیومکانیکی زانو ارتباط دارد.[۶]

از آنجایی که بدن یک زنجیره به هم پیوسته می‌باشد (زنجیره حرکتی) و نقص‌های حرکتی یا نقص در عملکرد یک ناحیه، مانند پا و مچ، می‌تواند منجر به نقص‌های حرکتی در سایر قسمت‌های بدن گردد و از طرفی تحقیقات زیادی تغییرات بیومکانیکی و نقص‌های حسی–حرکتی همچون کاهش دامنه حرکتی مچ پا، قدرت عضلانی، تعادل و حس عمقی را به دنبال پیچ‌خوردگی مچ پا در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا گزارش کرده‌اند[۲، ۳، ۱۸] و از طرفی اطلاعات کمی در مورد ارتباط بین الگوهای عملکرد حرکتی و عملکرد حسی–حرکتی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا وجود دارد. هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی ارتباط بین نقص‌های حرکتی مرتبط با الگوهای عملکرد حرکتی با عملکرد حسی–حرکتی در ورزشکاران دانشگاهی دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع توصیفی–همبستگی بود و در آن رابطه بین نقص‌های حرکتی و میزان عملکرد حسی–حرکتی ورزشکاران دانشگاهی دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا ارزیابی شد. نمونه آماری این تحقیق شامل ۴۰ دانشجوی پسر دانشگاه اصفهان (میانگین و انحراف معیار: سن: ۱/۷±۲۱/۰۲ سال، قد: ۶۵/±۱/۷۶ متر، وزن: ۷/۵±۶۹/۲ کیلوگرم) که عضو تیم‌های ورزشی دانشگاه بودند، است. در این تحقیق با استفاده

[1] Functional Movement Screen-FMS

از نرم‌افزار جی پاور[2] (ورژن ۳,۱,۹,۲) و بر اساس داده‌های تحقیقات گذشته میزان حجم نمونه در مجموع ۳۲ نفر محاسبه شد.[۱۳، ۱۹، ۲۰] با توجه به اعلام عمومی در دانشگاه تعداد ۵۳ نفر برای حضور در تحقیق اعلام آمادگی کردند و در نهایت بر اساس معیارهای ورود و خروج ۴۰ نفر در تحقیق شرکت داده شدند. کلیه شرکت‌کنندگان پیش از انجام آزمون‌ها فرم رضایت‌نامه کتبی را کامل کردند و کلیه مراحل انجام تحقیق قبل از شروع پژوهش به تأیید کمیته اخلاق دانشگاه اصفهان رسید. همچنین به خاطر کنترل متغیر مخدوش‌گر جنسیت، تحقیق بر روی پسران انجام شد.

معیارهای ورود به تحقیق شامل ورزشکار دانشگاهی بودن با میانگین سنی ۱۸ تا ۳۵ سال، سابقه پیچ‌خوردگی یک‌طرفه مچ پا با شدت متوسط تا شدید (≤۸ روز غیبت از ورزش) در ۵ سال گذشته، سابقه حداقل دو بار خالی کردن مچ پا در ۱۲ ماه قبل از تست‌گیری، کسب امتیازات ≥۹۰ درصد در مقیاس اندازه‌گیری توانایی پا و مچ پا[3] (۷۹±۸/۲ درصد) و امتیازات ≥۸۰ درصد در مقیاس ورزشی توانایی پا و مچ پا[4] (۷۲/۲±۷/۷ درصد) و معیارهای خروج از تحقیق شامل سابقه بی‌ثباتی مکانیکی مچ پا، سابقه پیچ‌خوردگی مچ پا در ۶ هفته قبل از شروع تحقیق، سابقه شکستگی یا جراحی اندام تحتانی، سابقه دیگر آسیب‌ها عضلانی–اسکلتی در ۶ هفته قبل از شروع تحقیق و هر گونه وضعیت دیگری که باعث تغییر توانایی فرد در اجرای آزمون‌های عملکردی شود.[۲۱، ۲۲]

در روند انجام تحقیق ابتدا اطلاعات جمعیت‌شناسی آزمودنی‌ها شامل سن، قد و وزن اندازه‌گیری گردید. سپس با استفاده از توضیحات شفاهی و اجرای عملی آموزش لازم در خصوص نحوه اجرای آزمون‌ها ارائه شد و پس از آن ۵ دقیقه گرم کردن اولیه شامل دوچرخه‌سواری بر روی دوچرخه ثابت با سرعت دلخواه و پس از آن اجرای حرکات کششی پویا و سپس ارزیابی‌های عملکرد حرکتی و ارزیابی‌های عملکرد حسی–حرکتی انجام شد.

ارزیابی عملکرد حرکتی

به منظور ارزیابی عملکرد حرکتی از سیستم امتیازدهی Fusionetics (Fusionetics®, Milton, GA) استفاده شد. سیستم ارزیابی Fusionetics با هدف ارزیابی و درمان نقص‌های حرکتی توسعه پیدا کرده است.[۲۳] در این سیستم نقص‌های حرکتی (حرکات جبرانی–خطاها) در حین اجرای حرکات عملکردی (اسکات بالای سر، اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه و اسکات تک‌پا) ثبت و بر اساس معیارهای امتیازدهی Fusionetics شامل تعداد نقص‌های حرکتی، نوع نقص‌های حرکتی و ناحیه بدن که در آن نقص‌های حرکتی رخ داده‌اند، امتیاز اجرای حرکات عملکردی (بین ۰ تا ۱۰۰ درصد) محاسبه شد.[۲۳]

بر اساس سیستم امتیازدهی Fusionetics امتیازات کلی آزمون‌های عملکردی اسکات بالای سر و اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه، در طبقات ضعیف (۰ تا ۴۹/۹۹٪)، متوسط (۵۰ تا ۷۴/۹۹٪) و خوب (۷۵ تا ۱۰۰٪) قرار می‌گیرد.[۲۳] در خصوص اسکات تک‌پا، به خاطر اینکه آزمون اسکات تک‌پا فقط بر روی پای آسیب‌دیده انجام شد، نمرات کلی سیستم امتیازدهی Fusionetics، به جای ۱۰۰ درصد، از ۵۰ درصد در نظر گرفته شد (۰ تا ۲۴/۹۹٪ ضعیف، ۲۵ تا ۳۷/۹۹٪ متوسط و ۳۸ تا ۵۰٪ خوب).[۲۳] روایی و پایایی بالایی در خصوص شناسایی نقص‌های حرکتی از طریق آزمون‌های عملکردی اسکات بالای سر، اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه و اسکات تک‌پا، گزارش شده است.[۲۴، ۲۵]

برای ارزیابی **اسکات بالای سر**، آزمودنی‌ها با پای برهنه و باز به اندازه عرض شانه‌ها و با دست‌های کشیده، آرنج باز در بالای سر، حرکت اسکات را با زمان دو ثانیه در پایین رفتن و دو ثانیه در بالا آمدن با زانوی خم حدود ۹۰ درجه اجرا کردند و خطاها (نقص‌های حرکتی) در حین اجرای ۵ حرکت اسکات در هر یک از نماهای قدامی، خلفی و جانبی، ارزیابی و در فرم مخصوص به صورت بله (داشتن نقص حرکتی) و خیر (عدم داشتن نقص حرکتی) ثبت شدند. آزمون **اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه** مشابه آزمون اسکات بالای سر انجام شد، با این تفاوت که صفحه‌ای با ارتفاع ۵ سانتی‌متر در زیر پاشنه‌ها قرار گرفت.[۹، ۲۳] به منظور ارزیابی **اسکات تک‌پا** از آزمودنی‌ها خواسته شد در حالی که دست‌هایشان بر روی لگن قرار دارد، به میزان ۴۵ تا ۶۰ درجه فلکشن زانو را با پای برهنه، بر روی پای آسیب‌دیده ۵ مرتبه انجام دهند و ارزیابی از نمای قدامی انجام شد و نقص‌های حرکتی در فرم مربوطه ثبت شد.[۹، ۲۳] نقص‌های حرکتی (خطاها) و نحوه اجرای هر یک از آزمون‌های عملکردی در جدول ۱ قابل مشاهده است.

[2] G*Power
[3] FAAM-Foot and Ankle Ability Measure
[4] FAAM-Sport

جدول ۱: نقص‌های حرکتی (حرکات جبرانی-خطاها) و نحوه اجرای هر یک از آزمون‌های عملکردی

	اسکات بالای سر **وضعیت شروع:** پاها به اندازه عرض شانه باز، پنجه پاها مستقیم به طرف جلو، بازوها کشیده مستقیم در بالای سر **نحوه اجرا:** اجرای ۵ تا ۱۵ حرکت اسکات همانند نشستن روی صندلی و ارزیابی حرکت از نمای قدامی، جانبی و خلفی	**نقص‌های حرکتی:** **۱-چرخش پا به خارج:** هرگونه چرخش به خارج از وضعیت شروع **۲-صاف شدن پا:** بالا آمدن پنجمین استخوان کف پا و یا بالا آمدن انگشتان پا **۳-والگوس زانو:** حرکت پاتلا به سمت داخل (در جهت اولین انگشت پا) **٤-واروس زانو:** حرکت پاتلا به سمت خارج (در جهت پنجمین انگشت پا) **٥-خمیدگی فزاینده به جلو:** ناتوانی در هم‌راستا قرار دادن تنه با استخوان تیبیا **٦-گود شدن کمر:** افزایش اکستنشن کمر نسبت به حالت شروع **۷-گرد شدن کمر:** افزایش فلکشن کمر نسبت به حالت شروع (رخ دادن قبل از ۹۰ درجه فلکشن هیپ) **۸-قرار گرفتن دست‌ها در جلو:** ناتوانی در حفظ دست‌ها در یک خط صاف هم‌راستا با تنه **۹-بلند شدن پاشنه پا از زمین (فقط در خصوص اسکات بالای سر):** ناتوانی در حفظ پاشنه‌های پا در تماس با زمین **۱۰-انتقال نامتقارن وزن:** جابه‌جایی‌های جانبی لگن
	اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه **وضعیت شروع:** پاها به اندازه عرض شانه، پنجه پاها مستقیم به طرف جلو، بازوها کشیده مستقیم در بالای سر و بالا آوردن پاشنه‌ها به میزان ۵ سانتی‌متر **نحوه اجرا:** اجرای ۵ تا ۱۵ حرکت اسکات همانند نشستن روی صندلی و ارزیابی حرکت از نمای قدامی، جانبی و خلفی	
	اسکات تک‌پا **وضعیت شروع:** ایستادن بر روی یک پا، پنجه پا مستقیم به طرف جلو، دست‌ها بر روی لگن **نحوه اجرا:** اجرای ۵ اسکات با هر پا و ارزیابی از نمای قدامی	**نقص‌های حرکتی:** **۱-صاف شدن پا:** بالا آمدن پنجمین استخوان کف پا و یا بالا آمدن انگشتان پا **۲-والگوس زانو:** حرکت پاتلا به سمت داخل اولین انگشت پا **۳-واروس زانو:** حرکت پاتلا به سمت خارج پنجمین انگشت پا **٤-عدم کنترل تنه:** ناتوانی در حفظ تنه موازی با استخوان تیبیا و یا هر گونه تغییر نسبت به وضعیت شروع **٥-از دست دادن تعادل:** تماس پای غیرتکیه‌گاه با زمین یا هرگونه پرش برای حفظ تعادل

ارزیابی عملکرد حسی-حرکتی

به منظور ارزیابی دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا، در حالی که فرد در وضعیت طاق‌باز بر روی تخت با زانو صاف و مچ پا در وضعیت خنثی قرار گرفته بود، مچ پا به صورت غیرفعال به دورسی فلکشن حرکت داده شد تا اولین مقاومت احساس شود. دورسی فلکشن مچ پا توسط گونیامتر استاندارد پلاستیکی ۳۶۰ درجه (مدل MSD، ساخت بلژیک، به طول ۳۰ سانتی‌متر) سه مرتبه اندازه‌گیری شد و میانگین

اندازه‌گیری‌ها برای محاسبات در نظر گرفته شد.[۹]

به منظور ارزیابی کنترل پاسچر پویا از آزمون تعادل Y در سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی به طوری که آزمودنی بر روی پای آسیب‌دیده می‌ایستاد و حداکثر تلاش برای حداکثر دستابی در سه جهت با سه مرتبه تکرار استفاده شد. پیش از اجرای آزمون شرکت‌کنندگان تلاش برای دستیابی به حداکثر فاصله در هر جهت را ۳ مرتبه تمرین کردند و در نهایت میانگین میزان فاصله دست‌یابی بر اساس فرمول فاصله دست‌یابی (فاصله ASIS تا قوزک داخلی) تقسیم بر طول پا ضربدر ۱۰۰، نرمال و برای آنالیز در نظر گرفته شد. آزمون‌هایی که در حین اجرای آنها آزمودنی دچار خطا (از دست دادن تعادل در حین اجرا، جدا شدن دست‌ها از روی لگن، جدا شدن پاشنه از روی زمین و انتقال وزن بر روی پای دست‌یابی) می‌شدند، مجدد تکرار می‌شد.[۲۶، ۲۷] آزمون تعادل Y روایی و پایایی بالایی برای ارزیابی تعادل پویا دارد.[۲۷]

به منظور ارزیابی کنترل پاسچر ایستا از دستگاه Foot Scan با مارک RSscan، ورژن ۷، ساخت کشور بلژیک و صفحه اندازه‌گیری به ابعاد ۴۰×۵۰ سانتی‌متر مربع استفاده شد. سه آزمون ۱۰ ثانیه‌ای ایستادن بر روی پای آسیب‌دیده با چشم باز و بسته در حالی که دست‌ها بر روی لگن قرار داشت، انجام شد. شتاب مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی و داخلی-خارجی در هر یک از وضعیت‌های بینایی از طریق تقسیم مجموع جابه‌جایی‌های مرکز فشار (COP) بر زمان کل محاسبه شد.[۲۸]

حس عمقی فعال مچ پا از طریق دینامومتر ایزوکنتیک بایودکس ۳ (ساخت نیویورک ایالت متحده، شرکت Biodex) در زاویه ۱۵ درجه اینورژن مچ پا اندازه‌گیری شد. شرکت‌کنندگان با چشم‌های بسته در وضعیت توصیه‌شده برای ارزیابی حس عمقی مچ پا شامل زانو در زاویه ۴۵ درجه و مچ پا در وضعیت خنثی قرار گرفتند. سپس آزمودنی‌ها به طور فعال مچ پا را از وضعیت خنثی به سمت زاویه هدف حرکت دادند و به مدت ۵ ثانیه در این زاویه نگه داشتند. بعد از اینکه آزمودنی‌های ۳ مرتبه آزمون را تمرین کردند، ۳ آزمون اصلی به صورت فشار دادن دکمه دستگاه به محض احساس رسیدن به زاویه هدف انجام شد. میانگین میزان خطاهای بازسازی زاویه، برای آنالیز در نظر گرفته شد.[۲۹]

به منظور ارزیابی حداکثر گشتاور دورسی فلکشن، پلانتار فلکشن، اینورژن و اورژن مچ پا از دینامومتر ایزوکنتیک بایودکس ۳ (ساخت نیویورک ایالت متحده، شرکت Biodex) استفاده شد. قدرت عضلانی به صورت کانسنتریک در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه با هدف ارزیابی شتاب‌های زاویه‌ای مچ پا همانند فعالیت‌های روزانه، ارزیابی شد.[۸] قبل از هر جلسه آزمون‌گیری دینامومتر کالیبره شد و شرکت‌کنندگان برای تست‌گیری در وضعیت توصیه‌شده دستگاه قرار گرفتند. تعداد ۳ ارزیابی برای هر یک از حرکات مچ پا انجام و میانگین گشتاور هر یک از آنها برای آنالیز در نظر گرفته شد.[۳۰]

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح معناداری $P\leq ۰/۰۵$ صورت گرفت. به منظور بررسی رابطه بین امتیازات کلی آزمون‌های عملکرد حرکتی و میزان عملکرد حسی-حرکتی از همبستگی پیرسون و در خصوص بررسی رابطه بین نقص‌های حرکتی شایع (≤۵۰ درصد) و آزمون‌های عملکرد حسی-حرکتی از آزمون رگرسیون خطی چندگانه[5]، روش گام به گام[6]، با هدف پیش‌بینی هر یک از نقص‌های حرکتی شایع بر اساس نتایج آزمون‌های عملکرد حسی-حرکتی استفاده شد.

یافته ها

نتایج نشان داد که ورزشکاران دانشگاهی دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا، به ترتیب دارای کیفیت اجرای ضعیف (۱۴/۱±۲۰/۱٪)، متوسط (۱۷/۴±۵۲/۳٪) و خوب (۱۹/۴±۸۰/۱٪)، در اجرای الگوهای عملکردی اسکات تک‌پا، اسکات بالای سر و اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه بودند.

نقص‌های حرکتی شرکت‌کنندگان در آزمون‌های عملکرد حرکتی به همراه نتایج آزمون‌های عملکرد حسی-حرکتی به ترتیب در جداول شماره ۲ و ۳ ارائه شده است.

[5] Multiple Linear Regression
[6] Stepwise

جدول ۲: میزان نقص‌های حرکتی در حین اجرای آزمون‌های عملکرد حرکتی

اسکات بالای سر				
نحوه‌ی مشاهده	**موضع مورد نظر**	**نقص‌های حرکتی**	**پای درگیر**	**پای غیردرگیر**
قدامی	پاها	چرخش به خارج	٪۴۰	٪۳۷/۵
	زانوها	حرکت به داخل (والگوس)	٪۴۷/۵	٪۳۲/۵
		حرکت به خارج (واروس)	٪۱۷/۵	٪۱۷/۵
جانبی	کمربند-کمری-لگنی-رانی	خمیدگی فزاینده به جلو	٪۵۰	
		گود شدن کمر	٪۵۲/۵	
		گرد شدن کمر	٪۱۵	
	مجموعه‌ی شانه	قرار گرفتن دست‌ها در جلو	٪۳۲/۵	
خلفی	پاها	صاف شدن	٪۴۵	٪۳۷/۵
		بلند شدن پاشنه پا از زمین	٪۵۰	٪۴۲/۵
	کمربند-کمری-لگنی-رانی	انتقال نامتقارن وزن	٪۲۵	٪۲۲/۵
امتیاز کلی آزمون اسکات بالای سر بر اساس نقص‌های حرکتی، محاسبه شده توسط سیستم *Fusionetics*			٪۵۲/۳±۱۷/۴	
اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه				
قدامی	پاها	چرخش به خارج	٪۱۷/۵	٪۱۲/۵
	زانوها	حرکت به داخل (والگوس)	٪۱۷/۵	٪۱۷/۵
		حرکت به خارج (واروس)	٪۵	٪۵
جانبی	کمربند-کمری-لگنی-رانی	خمیدگی فزاینده به جلو	٪۲۲/۵	
		گود شدن کمر	٪۳۲/۵	
		گرد شدن کمر	٪۲/۵	
	مجموعه‌ی شانه	قرار گرفتن دست‌ها در جلو	٪۲۷/۵	
خلفی	پاها	صاف شدن	٪۱۲/۵	٪۱۲/۵
	کمربند-کمری-لگنی-رانی	انتقال نامتقارن وزن	٪۱۵	٪۵
امتیاز کلی آزمون اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه بر اساس نقص‌های حرکتی، محاسبه شده توسط سیستم *Fusionetics*			٪۸۰/۱±۱۹/۴	
اسکات تک‌پا				
قدامی	پاها	صاف شدن	٪۵۰	در آزمون اسکات تک‌پا آزمون فقط با پای آسیب‌دیده اجرا شد.
	زانوها	حرکت به داخل (والگوس)	٪۷۰	
		حرکت به خارج (واروس)	٪۱۵	
	کمربند-کمری-لگنی-رانی	ناتوانی در کنترل حرکات تنه	٪۵۷/۵	
		از دست دادن تعادل	٪۳۲/۵	
امتیاز کلی آزمون اسکات تک‌پا بر اساس نقص‌های حرکتی، محاسبه شده توسط سیستم *Fusionetics*			٪۲۰/۱±۱۴/۱	

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار آزمون‌های عملکرد حسی-حرکتی

متغیرها	میانگین و انحراف معیار
دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (درجه)	۹/۸±۱/۳
تعادل Y در جهت قدامی (درصد)	۸۵/۲±۶/۷
تعادل Y در جهت خلفی-داخلی (درصد)	۸۵/۵±۷/۲
تعادل Y در جهت خلفی-خارجی (درصد)	۹۰/۹±۸/۱
حس عمقی مچ پا (درجه)	۴/۱±۱/۴
قدرت دورسی فلکشن مچ پا (نیوتن‌متر)	۲۲/۳±۴/۶
قدرت پلانتار فلکشن مچ پا (نیوتن‌متر)	۲۹/۹±۵/۱
قدرت اینورژن مچ پا (نیوتن‌متر)	۲۱/۸±۶/۹
قدرت اورژن مچ پا (نیوتن‌متر)	۲۱/۳±۵/۲
شتاب مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی با چشم باز (میلی‌متر)	۲۴/۸±۶/۷
شتاب مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی با چشم بسته (میلی‌متر)	۸۳/۱±۲۴/۳
شتاب مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی با چشم باز (میلی‌متر)	۱۴/۵±۴/۹
شتاب مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی با چشم بسته (میلی‌متر)	۴۵/۳±۱۳/۴

آزمون همبستگی پیرسون، همبستگی معناداری بین اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه و قدرت اورژن مچ پا (P=۰/۰۲۶ و r=/۳۵۲)، و دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (P=۰/۰۴۷ و r=/۳۱۵) نشان داد. همچنین همبستگی معناداری بین اسکات تک‌پا و دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (P=۰/۰۲۹ و r=/۳۴۶)، شتاب مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی با چشم باز (P=۰/۰۱۲ و r=–/۳۹۳) و شتاب مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی با چشم بسته (P=۰/۰۱۴ و r=–/۳۸۵) مشاهده شد.

در خصوص رابطه بین نقص‌های حرکتی شایع (≤۵۰ درصد) و هر یک از آزمون‌های عملکرد حسی–حرکتی از آزمون رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد؛ به طوری که این آزمون ۳۷ درصد واریانس را از طریق آزمون‌های شتاب مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی با چشم باز، شتاب مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی با چشم باز و آزمون قدرت اورژن مچ پا برای نقص حرکتی بلند شدن پاشنه پا از زمین در آزمون اسکات بالای سر توصیف (پیش‌بینی) کرد (P=۰/۰۱۷ و R^2=۰/۳۷۰).

در خصوص نقص حرکتی خمیدگی فزاینده به جلو در آزمون اسکات بالای سر، ۲۰ درصد واریانس از طریق میزان فاصله دسترسی در جهت خلفی–خارجی آزمون تعادل Y و آزمون شتاب مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی با چشم بسته توصیف شد (P=۰/۰۴۰ و R^2=۰/۲۰۲).

در خصوص نقص حرکتی گود شدن کمر در آزمون اسکات بالای سر، ۱۰ درصد واریانس از طریق آزمون شتاب مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی با چشم بسته توصیف شد (P=۰/۰۵۰ و R^2=۰/۰۹۸).

در خصوص نقص حرکتی صاف شدن پا در آزمون اسکات تک‌پا، ۱۰ درصد واریانس از طریق آزمون شتاب مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی با چشم باز توصیف شد (P=۰/۰۴۹ و R^2=۰/۰۹۸).

در خصوص نقص حرکتی والگوس زانو در آزمون اسکات تک‌پا، ۴۱ درصد واریانس از طریق آزمون‌های شتاب مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی با چشم باز، شتاب مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی با چشم باز و آزمون قدرت پلنتار فلکشن مچ پا توصیف شد (P=۰/۰۲۴ و R^2=۰/۴۱۵).

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی رابطه بین نقص‌های حرکتی و میزان عملکرد حسی–حرکتی ورزشکاران دانشگاهی دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا بود. نتایج نشان داد که افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا دارای نقص‌های حرکتی در نواحی آناتومیکی مختلف بدن، در حین اجرای آزمون‌های عملکردی اسکات بالای سر، اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه و اسکات تک‌پا بودند. همچنین همبستگی معناداری بین برخی آزمون‌های عملکردی با برخی عملکردهای حسی–حرکتی و بین برخی نقص‌های حرکتی با برخی عملکردهای حسی–حرکتی مشاهده شد. علاوه بر این برخی نقص‌های حرکتی از روی برخی آزمون‌های حسی–حرکتی پیش‌بینی شدند.

ارزیابی حرکات عملکردی یکی از موضوعات مورد علاقه محققین در خصوص شناسایی افراد مستعد آسیب می‌باشد و ارزیابی حرکت به متخصصین سلامت و آمادگی جسمانی این اجازه را می‌دهد که با مشاهده نقص‌های حرکتی، عدم تعادل عضلانی و استراتژی بکارگیری تغییریافته عضلات را تشخیص دهند و راهکارهای اصلاحی به منظور اصلاح این مشکلات را ارائه دهند.[۹] رویکرد کینزیوپاتولوژی به این موضوع اشاره دارد که اختلالات حرکتی می‌تواند منجر به آسیب شود. به عنوان مثال تحقیقات نشان داده است که نقص حرکتی والگوس زانو در حین اجرای حرکات عملکردی همچون اسکات تک‌پا، می‌تواند منجر به افزایش خطر آسیب ACL زانو شود.[۳۱] آزمون‌های عملکردی همچون اسکات بالای سر، اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه و اسکات تک‌پا، ابزارهای غربالگری ساده با روایی و پایایی بالایی هستند که می‌توانند با هدف شناسایی افراد دارای نقص حرکتی و مستعد آسیب توسط درمانگران و متخصصین آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند.[۲۴، ۲۵]

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا دارای نقص‌های حرکتی در نواحی آناتومیکی مختلف بدن در حین اجرای حرکات عملکردی بودند که با نتایج تحقیق Choi و Shin که نقص‌های حرکتی را در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا در حین اجرای آزمون‌های غربالگری عملکرد حرکتی (FMS) گزارش کردند، هم‌خوانی دارد.[۱۲] همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برخلاف اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه که نقص‌های کمی دیده شد، شایع‌ترین نقص‌های حرکتی شامل بلند شدن پاشنه پا از روی زمین، صاف شدن پاها، والگوس زانو، ناتوانی در کنترل تنه، خمیدگی فزاینده به جلو و گود شدن کمر در حین اجرای حرکات عملکردی اسکات بالای سر و اسکات تک‌پا رخ دادند. در واقع با نگاه کردن به نتایج جدول ۲ می‌توان نتیجه گرفت که در آزمون اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه، نقص‌های حرکتی کمی دیده شد و بیشتر نقص‌های حرکتی که در حین اجرای دو آزمون اسکات بالای سر و اسکات تک‌پا مشاهده شده بود، برطرف شد. می‌توان علت اصلی کاهش نقص‌های حرکتی را بالا آوردن پاشنه در آزمون اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه دانست. تحقیقات زیادی نقص در دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا را گزارش کرده‌اند و آن را عاملی محدودکننده در حین اجرای آزمون‌های عملکردی و عاملی برای ایجاد نقص‌های حرکتی دانسته‌اند.[۱۸، ۳۲، ۳۳] همچنین از آنجایی که بدن، یک زنجیره به هم پیوسته می‌باشد (زنجیره حرکتی)، نقص‌های حرکتی یا نقص در عملکرد یک ناحیه، مانند پا

و مچ، می‌تواند منجر به نقص‌های حرکتی یا حرکات جبرانی در سایر قسمت‌های بدن گردد و بالا آوردن پاشنه در این آزمون علت اصلی کاهش نقص‌های حرکتی بود.[۷، ۹، ۳۴] در واقع می‌توان نتیجه گرفت که در آزمون اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه که صفحه‌ای با ارتفاع ۵ سانتی‌متر در زیر پاشنه‌ها قرار داده می‌شود، این کار می‌تواند منجر به اصلاح نقص‌های موجود در مچ پا همچون نقص کاهش دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا شود و به دنبال آن نقص‌های مفاصل بالاتر هم که به دنبال نقص مچ پا رخ داده بود، اصلاح شود. در تحقیقات آینده می‌توان با ارزیابی عملکرد الکتریکی عضلات، علت کاهش نقص‌های حرکتی در آزمون اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا را بررسی کرد و راهکارهای اصلاحی برای رفع مشکلات ارائه داد.

همچنین نتایج تحقیق حاضر همبستگی معناداری بین برخی آزمون‌های عملکردی همچون اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه و اسکات تک‌پا با برخی عملکردهای حسی–حرکتی همچون قدرت اورژن مچ پا، دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا شتاب مرکز فشار در جهت قدامی–خلفی و داخلی–خارجی و همچنین همبستگی معناداری بین برخی نقص‌های حرکتی همچون بلند شدن پاشنه پا از زمین، خمیدگی فزاینده به جلو و گود شدن کمر در آزمون اسکات بالای سر و صاف شدن پا و والگوس زانو در آزمون اسکات تک‌پا با برخی عملکردهای حسی–حرکتی همچون شتاب مرکز فشار در جهت‌های قدامی–خلفی و داخلی–خارجی، قدرت اورژن مچ پا، میزان فاصله دسترسی در جهت خلفی–خارجی آزمون تعادل Y و قدرت پلنتار فلکشن مچ پا نشان داد. تحقیقات زیادی نقص در عملکرد حسی–حرکتی همچون کاهش دامنه حرکتی مچ پا، قدرت عضلانی، تعادل و حس عمقی را به دنبال پیچ‌خوردگی مچ پا در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا را گزارش کرده‌اند.[۲، ۳، ۱۸] همچنین تحقیقات دیگری نیز تغییرات بیومکانیکی در حین اجرای مهارت‌های حرکتی همچون راه رفتن، پایین آمدن از پله، دویدن و فرود را در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا در مقایسه با افراد سالم گزارش کرده‌اند.[۴، ۱۱] تحقیقات دیگری رابطه معناداری بین دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا و میزان فاصله دسترسی در جهت قدامی آزمون تعادل Y در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا را نشان دادند و یکی از علل ناتوانی در آزمون را محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا دانستند.[۱۸، ۳۵] Kramer و همکاران نیز ارتباط معناداری بین سابقه پیچ‌خوردگی مچ پا و آسیب ACL گزارش کردند[۱۶]، اما تحقیقی یافت نشد که به بررسی رابطه بین نقص‌های حرکتی مرتبط با آزمون‌های عملکردی با عملکرد حسی–حرکتی پرداخته باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برخی از نقص‌های حرکتی را می‌توان از طریق آزمون‌های عملکرد حسی–حرکتی و همچنین برخی نقص‌های حسی–حرکتی را از روی برخی نقص‌های حرکتی پیش‌بینی کرد. تحقیقات بیشتری نیاز است که از روی عملکرد حسی–حرکتی، کیفیت اجرای حرکت و از روی کیفیت اجرای حرکت، عملکرد حسی–حرکتی را پیش‌بینی و راه کارهای پیشگیری از آسیب ارائه دهند.

متأسفانه بیشتر تحقیقاتی که به بررسی عملکرد حرکتی حین اجرای حرکات عملکردی در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداخته‌اند، از دوربین‌های آنالیز حرکت به منظور ارزیابی نقص‌های حرکتی پرداخته‌اند. در حالی که استفاده از آنها برای عموم محققین آسان و در دسترس نیست و مقیاسی هم برای ارزیابی‌های آنها وجود ندارد. از آزمون‌های اسکات بالای سر، اسکات بالای سر با بالا آوردن پاشنه و اسکات تک‌پا می‌توان در مراکز درمانی یا در ارزیابی‌های ورزشکاران در میادین ورزشی با هدف غربالگری و شناسایی نقص‌های حرکتی با هدف کاهش خطر وقوع آسیب انجام داد. از آنجایی که نتایج تحقیق حاضر نشان داد که افراد بی‌ثباتی مزمن مچ پا دارای نقص‌های حرکتی در حین اجرای الگوهای عملکردی حرکتی هستند، تحقیقات بیشتری نیاز هست که به مقایسه نقص‌های حرکتی افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا با افراد سالم بپردازند و همچنین حساسیت‌پذیری ارزیابی‌های عملکرد حرکتی را نسبت به آزمون‌های اجرای حرکتی همچون سه پرش برای مسافت[7] و دیگر آزمون‌ها بسنجند.

نتیجه گیری

از یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ورزشکاران دانشگاهی مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا دارای نقص‌های حرکتی در ارزیابی‌های عملکرد حرکتی بودند. همچنین ارتباط معناداری بین برخی ارزیابی‌های عملکرد حرکتی و برخی عملکردهای حسی–حرکتی وجود داشت و همچنین می‌توان بر اساس ارزیابی‌های عملکرد حسی–حرکتی برخی نقص‌های حرکتی را پیش‌بینی کرد.

منابع

1. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train. 2007;42(2):311.
2. van Rijn RM, Van Os AG, Bernsen RM, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. Am J Med. 2008;121(4):324-31. e7.
3. Hanci E, Sekir U, Gur H, Akova B. Eccentric Training Improves Ankle Evertor and Dorsiflexor Strength and Proprioception in Functionally Unstable Ankles. Am J Phys Med Rehabil. 2016;95(6):448-58.

[7] triple hop for distance

4. Doherty C, Bleakley C, Hertel J, Caulfield B, Ryan J, Delahunt E. Recovery from a first-time lateral ankle sprain and the predictors of chronic ankle instability: a prospective cohort analysis. Am J Sports Med. 2016;44(4):995-1003.
5. Hiller CE, Nightingale EJ, Raymond J, Kilbreath SL, Burns J, Black DA, et al. Prevalence and impact of chronic musculoskeletal ankle disorders in the community. Arch Phys Med Rehabil. 2012;93(10):1801-7.
6. Brown C, Bowser B, Simpson KJ. Movement variability during single leg jump landings in individuals with and without chronic ankle instability. Clin Biomech. 2012;27(1):52-63.
7. Terada M, Pietrosimone B, Gribble PA. Individuals with chronic ankle instability exhibit altered landing knee kinematics: Potential link with the mechanism of loading for the anterior cruciate ligament. Clin Biomech. 2014;29(10):1125-30.
8. Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes P, De Clercq D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. J Athl Train. 2002;37(4):487.
9. Clark M, Lucett S. NASM essentials of corrective exercise training: Lippincott Williams & Wilkins,Third Edition; 2010.
10. Webster KA, Pietrosimone BG, Gribble PA. Muscle Activation During Landing Before and After Fatigue in Individuals With or Without Chronic Ankle Instability. J Athl Train. 2016;51(8):629-36.
11. Choi H-S, Shin W-S. Postural control systems in two different functional movements: a comparison of subjects with and without chronic ankle instability. J Phys Ther Sci. 2016;28(1):102-6.
12. Choi H-S, Shin W-S. Postural control systems in two different functional movements: a comparison of subjects with and without chronic ankle instability. J Phys Ther Sci. 2016;28(1):102.
13. Choi H-S, Shin W-S. Validity of the lower extremity functional movement screen in patients with chronic ankle instability. J Phys Ther Sci. 2015;27(6):1923.
14. Letafatkar A, Hadadnezhad M, Shojaedin S, Mohamadi E. Relationship between functional movement screening score and history of injury. Int J Sports Phys Ther. 2014;9(1):21-7.
15. Gribble WK. A comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. Phys Ther in Sport. 2013;14(1):17-22.
16. Kramer L, Denegar C, Buckley W, Hertel J. Factors associated with anterior cruciate ligament injury: history in female athletes. J Sports Med Phys Fitness. 2007;47(4):446.
17. Forestier N, Teasdale N, Nougier V. Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(1):117-22.
18. Hoch MC, Staton GS, McKeon JMM, Mattacola CG, McKeon PO. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. J Sci Med Sport. 2012;15(6):574-9.
19. Sefton JM, Hicks-Little CA, Hubbard TJ, Clemens MG, Yengo CM, Koceja DM, et al. Sensorimotor function as a predictor of chronic ankle instability. Clin Biomech. 2009;24(5):451-8.
20. Lin C-Y, Kang J-H, Wang C-L, Shau Y-W. Relationship between viscosity of the ankle joint complex and functional ankle instability for inversion ankle sprain patients. J Sci Med Sport. 2015;18(2):128-32.
21. Brown CN, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz KM. Variability of motion in individuals with mechanical or functional ankle instability during a stop jump maneuver. Clin Biomech. 2009;24(9):762-8.
22. Hoch MC, Farwell KE, Gaven SL, Weinhandl JT. Weight-Bearing Dorsiflexion Range of Motion and Landing Biomechanics in Individuals With Chronic Ankle Instability. J Athl Train. 2015.
23. www.fusionetics.com. Performance Health System. Milton, GA.
24. Frank BS, Stanley L, Padua D. Inter-Rater Reliability of a Lower Extremity Movement Efficiency Screening Tool. J Athl Train. 2016;51(6):S-361.
25. Stanley L, Frank BS, Padua D. Between-Day Reliability of Lower Extremity Movement Quality During Double and Single Leg Squatting Tasks. J Athl Train. 2016;51(6):S-360.
26. Gribble P, Hertel J, Denegar C. Chronic ankle instability and fatigue create proximal joint alterations during performance of the Star Excursion Balance Test. Int J Sports Med. 2007;28(03):236-42.
27. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. N Am J Sports Phys Ther. 2009;4(2):92.
28. Pau M, Kim S, Nussbaum MA. Does load carriage differentially alter postural sway in overweight vs. normal-weight schoolchildren? Gait Posture. 2012;35(3):378-82.
29. Barbanera M, Batista JPB, Ultremare JdM, Iwashita JdS, Ervilha UF. Semi-rigid brace and taping decrease variability of the ankle joint position sense. Motriz: rev educ fis. 2014;20(4):448-53.
30. Kim KJ. Impact of Combined Muscle Strength and Proprioceptive Exercises on Functional Ankle Instability. J Int Aca Phys Ther Res. 2013;4(2):600-4.
31. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes a prospective study. Am J Sports Med. 2005;33(4):492-501.
32. Drewes LK, McKeon PO, Kerrigan DC, Hertel J. Dorsiflexion deficit during jogging with chronic ankle instability. J Sci Med Sport. 2009;12(6):685-7.
33. Wikstrom EA, Hubbard-Turner T, McKeon PO. Understanding and treating lateral ankle sprains and their consequences. Sports Med. 2013;43(6):385-93.
34. Sahrmann S. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines: Elsevier Health Sciences; 2010.
35. Basnett CR, Hanish MJ, Wheeler TJ, Miriovsky DJ, Danielson EL, Barr J, et al. Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(2).