Archive of SID

نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ٦، شماره ١١، بهار و تابستان ١٣٩٧
٤٢ -٣٣

WWW.RSR.BASU.AC.IR

تأثیر خستگی عملکردی بر حس وضعیت مفصل مچ پا در زنان فوتسالیست

فاطمه نادریان[1*]، رضا مهدوی نژاد[2]، وحید ذوالاکتاف[3]

۱. کارشناس ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، ایران
۲و۳. دانشیار آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، ایران

دریافت ۲۸ آذر ۱۳۹۶؛ پذیرش ۳ تیر ۱۳۹۷

چکیده

هدف و زمینه: خستگی یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار در بروز آسیب‌های ورزشی است. هدف از تحقیق حاضر، تعیین اثر خستگی عملکردی بر حس وضعیت مفصل مچپا در زنان فوتسالیست بود.

روش بررسی: در تحقیق نیمه‌تجربی حاضر ۲۲ نفر از دانشجویان دختر فوتسالیست دانشگاه اصفهان با میانگین و انحراف معیار سن ۱/۸±۲۰ سال، وزن ۲/۴۰ ±۵۷ کیلوگرم، قد ۵/۷۳±۱۶۱ سانتی‌متر به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. خستگی عملکردی فوتسال توسط پروتکل تعدیل شده شبه‌فوتبال بانگسبو ایجاد شد. حس وضعیت مفصل مچ پا توسط دستگاه ایزوکنتیک بایودکس در دو حالت اینورژن و اورژن در زاویه ۱۵ درجه و خستگی توسط مقیاس بورگ قبل و بلافاصله پس از اجرای پروتکل خستگی اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله آزمون T همبسته در سطح معناداری (P≤۰/ ۰۵) انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که پس از خستگی، میزان خطای بازیکنان در بازسازی زاویه مورد نظر به‌طور معناداری افزایش یافته است. براساس اطلاعات به‌دست آمده از مقیاس بورگ نیز میزان خستگی بازیکنان در پس‌آزمون (۲/۲±۱۷/۸۱) به طور معناداری بیشتر از پیش‌آزمون (۰/۸۱± ۷) بود (ES= ۱/۵۴ و P=۰/۰۰۰).

نتیجه‌گیری: خستگی باعث تغییر در حس وضعیت مفصل مچ پا می‌شود. در تحقیق حاضر از پروتکل خستگی شبیه‌سازی شده با بازی فوتسال برای ایجاد خستگی در آزمودنی‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که پس از انجام پروتکل میزان خطای حس وضعیت افزایش زیادی داشته است. بنابراین احتمال آسیب‌دیدگی زیاد می‌شود.

واژگان کلیدی

فوتسال

حس وضعیت

مچ پا

خستگی

مقیاس بورگ

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۳۰۳۷۴۰۸۴
✉ پست الکترونیکی: naderianfatemeh@yahoo.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2018.15326.1360
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

علی‌رغم آسیب‌های زیاد، فوتبال یکی از جذاب‌ترین رشته‌های ورزشی در دنیا است. طبق گزارش فیفا حدود ۲۷۰ میلیون نفر در جهان فوتبال بازی می‌کنند که تقریباً معادل ۴٪ جمعیت جهان است (زارعی و همکاران، ۲۰۱۶). از این تعداد ۲۱ میلیون نفر زن هستند و فوتبال از جذاب‌ترین رشته‌های ورزشی در بین زنان می‌باشد. مشکلاتی مانند کمبود فضا و کمبود زمین چمن مناسب باعث شد فوتسال شکل بگیرد. در ایران، زنان علاقه‌مند به فوتبال به دلیل کمبود زمین چمن مناسب و عدم امکان بازی در زمین‌های روباز و مشکلاتی از این قبیل، غالباً به فوتسال می‌پردازند (رهنما و همکاران، ۱۳۸۸).

فوتسال جزء رشته‌های ورزشی پر برخورد می‌باشد (فاست[1] و همکاران، ۲۰۰۶). رحیمی و همکاران (۱۳۹۱)، در مطالعه خود میزان بروز آسیب‌های ناشی از برخورد در فوتسال را ۳۱ تا ۸۶ درصد گزارش کرده‌اند. ارن[2] (۲۰۱۶)، در پژوهشی که تحت عنوان بررسی الگوهای آسیب ورزشی در بازیکنان فوتسال زن انجام داد، بیان نمود که بیشترین آسیب‌هایی که در طی بازی فوتسال رخ می‌دهد ابتدا در مفصل مچ پا (پیچ خوردگی خارجی مچ پا) و سپس مفصل زانو (رباط متقاطع قدامی) است. علاوه بر این، یکی دیگر از مهمترین دلایل شیوع آسیب‌های ورزشی در فوتسال خستگی عضلانی است. خستگی عضلانی باعث کاهش ظرفیت تولید نیرو توسط عضلات شده و زمینه برای بروز آسیب‌های مختلف فراهم می‌گردد (لاتمن[3] و همکاران، ۲۰۰۰).

مطالعات شیوع سنجی نشان داده‌اند که شایع‌ترین زمان برای بروز آسیب‌های ورزشی اواخر بازی است، یعنی زمانی‌که ورزشکار خسته است (هایمسترا[4] و همکاران، ۲۰۰۱). بانگسبو[5] (۱۹۹۴)، خستگی در فوتبال را افت مقدار کار با نزدیک شدن به پایان بازی می‌داند. در طول یک بازی فوتبال، هنگامی‌که به انتهای بازی نزدیک می‌شویم خستگی عضلانی آشکار می‌شود و توانایی اجرای حداکثر فعالیت کاهش می‌یابد و این ناتوانی خود را به‌صورت افت عملکرد نشان می‌دهد (رهنما و همکاران، ۲۰۰۶). هنگامی‌که خستگی عضلانی رخ می‌دهد، عملکرد حرکتی مختل می‌شود، به‌طوری‌که در این حالت عضلات در برابر فشارهای ورزشی از استخوان‌ها حمایت کافی را به عمل نمی‌آورند و تعادل ورزشکار کاهش یافته و احتمال بروز آسیب‌های ورزشی افزایش می‌یابد (تریبر[6] و همکاران، ۲۰۰۹). هنگامی که این اتفاق با افزایش شدت فعالیت یا اعمال یک نیروی ناگهانی همراه شود، احتمال بروز آسیب افزایش می‌یابد (هاستنس[7] و همکاران، ۲۰۰۵). خستگی عضلانی باعث به وجود آمدن تغییراتی در حس وضعیت مفاصل می‌شود و این تغییرات در حس وضعیت باعث تغییر در تعادل می‌شود (لمب و همکاران، ۲۰۰۶). حفظ پوسچر به اطلاعات دریافتی از گیرنده‌های بینایی، سیستم دهلیزی و سیستم حس وضعیت متکی است (اوزگار[8] و همکاران، ۲۰۰۶). حس وضعیت توانایی احساس یا درک موقعیت فضایی مفصل و حرکات بدن بدون استفاده از چشم است و به‌طور کلی فرد را ناخودآگاه از رابطه اجزاء مختلف بدن نسبت به محیط مطلع می‌کند و اطلاعاتی را راجع به وضعیت بدن در فضا ارسال می‌نماید (روبرت و همکاران، ۲۰۰۳). حس وضعیت اطلاعات را از مفاصل، پوست و گیرنده‌های عضلانی تاندونی در خصوص تغییرات طول و تنش دریافت و این اطلاعات را به سیستم عصبی مرکزی منتقل می‌کند (هایگینز[9] و همکاران، ۱۹۹۷). این گیرنده‌ها وظیفه ایجاد آگاهی از وضعیت حرکت و تعادل قسمت‌های مختلف بدن را نسبت به یکدیگر بر عهده دارند (غفارنژاد و همکاران، ۲۰۰۷). اطلاعاتی که از طریق حس وضعیت فراهم می‌شود، نقش مهمی در ثبات داینامیک مفاصل و برنامه‌ریزی حرکت برای کنترل عصبی عضلانی دارد (دانشجو و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین هر عاملی که باعث کاهش دقت عملکرد این حس شود می‌تواند با اختلال در ثبات مفصلی سبب افزایش فشار بر مفصل شده و آن را مستعد بروز آسیب نماید (لفارت و همکاران، ۱۹۹۷).

در میان مفاصل بدن، مفصل مچ پا به دلیل تحمل وزن بدن از اهمیت خاصی برخوردار است و کاهش حس وضعیت این مفصل می‌تواند تأثیری منفی بر تعادل داشته و آن را کاهش دهد (بیرانوند و همکاران، ۲۰۱۳). پژوهش‌هایی که

1. Fawcett
2. Eren
3. Luttmann
4. Hiemstra
5. Bangsbo
6. Terrier
7. Hostens
8. Ozgar
9. Higgins

www.SID.ir

Archive of SID

ارتباط بین این دو عامل را بررسی کرده‌اند، نشان داده‌اند که کاهش حس وضعیت مچ پا احتمال آسیب مچ پا و زمین خوردن فرد را افزایش می‌دهد و خستگی عضلانی یکی از مهمترین عوامل اثرگذار در کاهش حس وضعیت است (لورد و همکاران، ۱۹۹۹؛ لمب و همکاران، ۲۰۰۶).

دانشمندان علوم ورزشی به مقوله‌ی خستگی به‌عنوان یکی از عوامل منفی اثرگذار بر عملکرد ورزشی و ارتباط آن با کنترل قامت توجه ویژه‌ای داشته‌اند. مطالعات متعددی در این زمینه صورت‌گرفته و از پروتکل‌های خستگی متفاوتی برای خسته‌کردن اندام‌ها به‌ویژه اندام تحتانی استفاده کرده‌اند. از جمله این پروتکل‌ها می‌توان به انقباضات ایزوکنتیک (یاگی و همکاران، ۲۰۰۲)، حرکات تکراری (بارنی[1] و همکاران، ۲۰۱۱)، انقباضات ایزومتریک (فیتس، ۱۹۹۶) و فعالیت‌های عملکردی برای ایجاد خستگی عملکردی (بانگسبو، ۱۹۹۴) اشاره نمود. در بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه، تأثیر خستگی عضلانی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و کنترل پاسچر مورد بررسی قرارگرفته و به حس وضعیت که علت تمام آنها است کمتر پرداخته شده است (هارکینز[2] و همکاران، ۲۰۰۵؛ مارکو و همکاران، ۲۰۰۷؛ بیسون و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعاتی هم که به‌طور منحصر روی ورزشکاران انجام شده نیز وضعیت به همین صورت بوده و تنها به رابطه معکوس بین خستگی عضلانی و کنترل قامت و تعادل اشاره کرده‌اند: (حسینی‌مهر و همکاران، ۲۰۱۰؛ بارنی و همکاران، ۲۰۱۱؛ زیچ[3] و همکاران، ۲۰۱۲؛ بیسون و همکاران، ۲۰۱۲؛ گری و همکاران، ۲۰۱۳؛ استب[4] و همکاران، ۲۰۱۳؛ شین و همکاران، ۲۰۱۴؛ پیو و همکاران، ۲۰۱۴). از سویی دیگر در تحقیقات اندکی که تحت عنوان اثرات خستگی بر کنترل حسی- حرکتی و تعادل پاسچرال ورزشکاران انجام شده و به بررسی اثر خستگی بر حس وضعیت مفصل مچ پا پرداخته شده نیز از پروتکل‌های غیرعملکردی استفاده شده است (استب و همکاران، ۲۰۱۳؛ رایت و همکاران، ۲۰۱۳؛ محمدی و روزدار، ۲۰۱۰). در پژوهش‌های انجام شده داخلی نیز وضعیت به همین منوال بوده و با وجود اینکه در سال‌های اخیر بررسی رابطه میان آسیب‌های اندام تحتانی و خستگی مورد توجه محققان بوده (اکبری و همکاران، ۲۰۰۶)، اما تحقیقات کمی در رابطه با حس وضعیت مفصلی مچ پا پس از پروتکل خستگی شدید وجود دارد و مهم‌تر آنکه در تحقیقات به این نکته اساسی کمتر توجه شده است که اصولاً خستگی در ورزش نه به‌صورت موضعی، بلکه در طول مسابقه و تمرین و به‌صورت عملکردی و بر کل بدن پدید می‌آید. همچنین در غالب مطالعات انجام شده در مورد اثر خستگی بر حس وضعیت مچ پا در ورزشکاران، از پروتکل‌های غیرعملکردی مانند دویدن روی تردمیل و دوچرخه استفاده شده است. بنابراین در این مطالعه به تعیین اثر خستگی عضلانی بر حس وضعیت مفصل مچ پا پرداخته شده‌است و برای نیل به این هدف از یک پروتکل خستگی شبیه‌سازی شده با بازی فوتسال استفاده گردیده تا با ایجاد خستگی عمومی در عضلات و همچنین مشابهت بالا با بازی فوتسال، توانایی تعمیم آن با شرایط واقعی مسابقات بالاتر باشد.

مواد وروش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌باشد که در آن تأثیر خستگی حاصل از پروتکل تعدیل شده‌ی شبه فوتبال بانگسبو بر حس وضعیت مفصل مچ پا در دو حالت اینورژن و اورژن در زاویه ۱۵ درجه از طریق پیش‌آزمون وپس‌آزمون با استفاده از دستگاه ایزوکنتیک بایودکس III (ساخت ایالت متحده آمریکا شرکت Biodex) اندازه‌گیری شده است (سفتون و همکاران، ۲۰۱۱).

در اغلب مطالعات انجام شده روی حس وضعیت مچ پا از زاویه ۱۵درجه به‌عنوان زاویه هدف استفاده شده است (باقریان و همکاران، ۲۰۱۷؛ یلفانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ صادقی ده چشمه و همکاران، ۱۳۹۴). در این پژوهش کورسازی یک‌سویه بوده و آزمونگر که اندازه‌گیری‌های مربوط به حس وضعیت را انجام می‌داد اطلاعی از هدف پژوهش و خستگی یا عدم خستگی آزمودنی‌ها نداشت. چون اصل پروتکل برای بازی فوتبال طراحی شده است، برای اینکه بتوان از آن برای بازی فوتسال استفاده نمود، با سه نفر مختصص و صاحب نظر در حیطه آسیب‌شناسی ورزشی مشورت و بر طبق نظر آنان این پروتکل از لحاظ زمان و مسافت طی شده تعدیل و برای بازی فوتسال استفاده شد (روایی صوری). پیش از انجام مطالعه نیز برای برطرف کردن

1. Bruno
2. Harkins
3. Zech
4. Steib

www.SID.ir

Archive of SID

نواقص احتمالی، به‌صورت آزمایشی این پروتکل روی ۵ نفر انجام شد تا مشخص شود آیا این پروتکل در آزمودنی‌ها خستگی ایجاد می‌کند یا خیر (روایی تمایز). جامعه آماری دانشجویان فوتسالیست دختر دانشگاه اصفهان و نمونه‌آماری ۲۲ نفر از این دانشجویان با میانگین و انحراف معیار سن ۰/۷۷±۲۰/۸ سال، وزن ۶/۵±۵۷/۲ کیلوگرم، قد ۵/۷±۱۶۱ سانتیمتر بودند. کد اخلاق اختصاص یافته به پژوهش حاضر با موافقت کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه اصفهان به این صورت می‌باشد: IR.UI.REC.۱۳۹۶,۰۶۴. پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه و بررسی عدم آسیب در اندام تحتانی، نرمال بودن شاخص توده‌بدنی و نداشتن ناهنجاری در اندام تحتانی که از معیارهای شرکت در تحقیق بود و همچنین آشنایی آزمودنی‌ها با ماهیت و نحوه همکاری در اجرای پژوهش، ابتدا حس وضعیت مفصل مچ پا اندازه‌گیری شد. سپس پروتکل خستگی تعدیل شده‌ی شبه فوتبال بانگسبو توسط آزمودنی‌ها اجرا شد (بانگسبو، ۱۹۹۴).

در ابتدا و انتهای پروتکل برای اطمینان از خستگی آزمودنی‌ها، از آنها خواسته شد که احساس واقعی خود را نسبت به شدت فعالیت با استفاده از مقیاس بورگ مشخص نمایند (ویلکینز و همکاران، ۲۰۰۴). نحوه‌ی اندازه‌گیری حس وضعیت به این صورت بود که از فرد خواسته می‌شد که روی صندلی دستگاه قرارگیرد و پا را در محل تعیین شده قراردهد و مچ پا، ران و تنه ثابت می‌شد. برای اندازه‌گیری اینورژن و اورژن مچ پا از دستگاه ایزوکنتیک بایودکس و زاویه هدف ۱۵درجه استفاده شد. نحوه انجام تست به این صورت بود که یک بار توسط دستگاه ایزوکنتیک بایودکس انجام می‌شد و هنگامی که پا به زاویه ۱۵درجه می‌رسید به مدت ۵ ثانیه درآن زاویه نگه داشته می‌شد و مجدد به زوایه شروع صفر درجه بازمی‌گشت و بار دوم توسط آزمودنی و به صورت فعال انجام می‌شد (باقریان و همکاران، ۲۰۱۷).

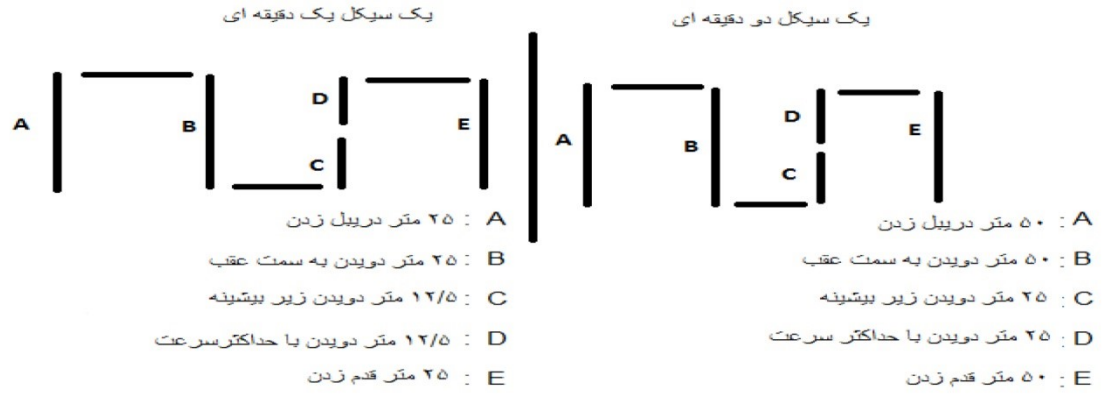
شکل ۱: نحوه‌ی سنجش حس وضعیت مچ پا توسط دستگاه بایودکس

پس از سنجش حس وضعیت مفصل مچ پا در دو حالت اینورژن و اورژن ۱۵درجه، از آزمودنی‌ها خواسته شد که پروتکل خستگی تعدیل شده‌ی شبه‌فوتبال بانگسبو را اجرا نمایند. این پروتکل در سال ۱۹۹۱ توسط بانگسبو و همکارانش طراحی شد و به لحاظ مدت، شدت و الگوی حرکتی شبیه به یک بازی فوتبال است (بانگسبو و همکاران، ۱۹۹۱). اصل پروتکل از ۴۲ سیکل ۲ دقیقه‌ای تشکیل شده است که هر نیمه از پروتکل ۴۵ دقیقه به طول می‌انجامد و بازیکنان ۲۱ سیکل ۲ دقیقه‌ای را انجام می‌دهند. هر سیکل دو دقیقه‌ای شامل ۵۰ متر دربیل زدن بین مخروط‌هایی که ۵ متر از یکدیگر فاصله دارند، ۵۰ متر دویدن به سمت عقب، ۲۵ متر دویدن زیر بیشینه، ۲۵ متر دویدن با حداکثر سرعت و ۵۰ متر قدم زدن می‌باشد. در واقع بازیکنان باید با شدتی این مدار را طی کنند که در کمتر از دو دقیقه به پایان برسد. از آنجایی‌که اصل پروتکل برای بازی فوتبال طراحی شده بود و مدت زمان، طول و عرض زمین فوتبال متفاوت از فوتسال است، در این تحقیق از این پروتکل به صورت تعدیل شده برای بازی فوتسال استفاده شد. به دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

اینکه بازیکنان در بازی فوتسال در دو نیمه‌ی ۲۰ دقیقه‌ای مفید به رقابت با یکدیگر می‌پردازند و مسافت زمین فوتسال نیز بسیار کمتر از فوتبال است، به‌منظور شبیه‌سازی پروتکل خستگی شبه فوتبال بانگسبو با بازی فوتسال، از آزمودنی‌ها خواسته شد که در هر نیمه از پروتکل، ۲۰ سیکل ۱ دقیقه‌ای را انجام دهند و مسافت طی شده نیز مطابق با بازی فوتسال تعدیل شد. در بین دو نیمه نیز ۱۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. نحوه انجام پروتکل به‌صورت تعدیل شده به این صورت بود: ۲۵ متر دریبل زدن بین مخروط‌هایی که ۲/۵ متر از هم فاصله دارند، ۲۵ متر دویدن به سمت عقب، ۱۲/۵ متر دویدن زیر بیشینه و ۱۲/۵ متر دویدن با حداکثر سرعت و در پایان ۲۵ متر قدم زدن. آزمودنی‌ها باید با شدتی این مدار را طی می‌نمودند که در کمتر از یک دقیقه به پایان برسند و این یک سیکل از پروتکل بود.



شکل۲: نحوه اجرای پروتکل خستگی شبه فوتبال و پروتکل خستگی تعدیل شده شبه فوتبال بانگسبو

در ابتدا و انتهای اجرای پروتکل برای اطمینان از خستگی آزمودنی‌ها از آنها خواسته شد که براساس مقیاس ۲۰ امتیازی بورگ احساس خود را نسبت به شدت فعالیت گزارش نمایند (دودا[1] و همکاران، ۲۰۰۶).

جدول ۱: مقیاس تعدیل شده ۲۰ امتیازی بورگ

نمره	میزان تلاش	وضعیت خستگی	سیکل پروتکل
۶	بدون تلاش	-	
۷ و ۸	به شدت سبک	-	
۹	خیلی سبک	بدون هر گونه خستگی	
۱۱	سبک	-	
۱۳	تاحدی سخت	کمی خستگی آور	
۱۵	سخت (سنگین)	خستگی آور	
۱۷	خیلی سخت	خیلی خستگی آور	
۱۹	به شدت سخت	فعالیت به زور پایان می‌یابد (خستگی کامل)	
۲۰	حداکثر تلاش	توقف اجباری فعالیت (ناتوانی در اتمام)	

بلافاصله پس از انجام پروتکل خستگی تعدیل شده شبه فوتبال بانگسبو توسط هر یک از آزمودنی‌ها، مجدداً حس وضعیت مفصل مچ پای آنها در دو حالت اینورژن و اورژن ۱۵ درجه سنجیده شد و در نهایت نیز برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه آنها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون با یکدیگر از روش آماری T وابسته استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های فوق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و در سطح معناداری ($P<۰/۰۵$) انجام شد.

1. Douda

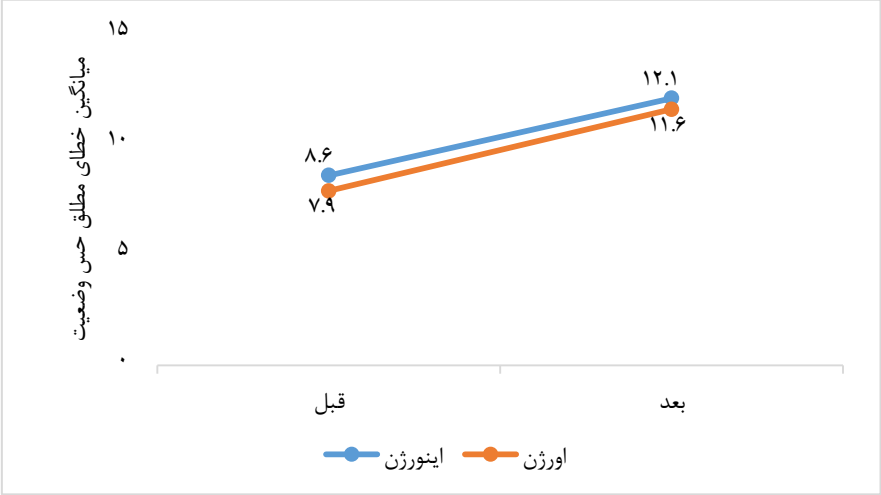
www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها

جدول ۲: مقایسه میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه‌ای مفصل مچ پا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

نوع حرکت آزادی	وضعیت	میانگین و انحراف معیار	درجه	T همبسته	P_value
اینورژن (۱۵درجه)	قبل خستگی بعد خستگی	۸/۶±۵/۱ ۱۲/۱±۴/۵	۲۱	۳ /۰۹۳	۰/۰۰۸ *
اورژن (۱۵درجه)	قبل خستگی بعد خستگی	۷/۹±۳/۰ ۱۱/۶±۴/۰	۲۱	۴/۵۰۲	۰/۰۰۰ *



شکل ۴: میانگین میزان خطای مطلق حس وضعیت در دو حالت اینورژن و اورژن ۱۵ درجه

جدول ۳: اطلاعات مربوط به خستگی عملکردی براساس مقیاس بورگ

وضعیت	میانگین و انحراف معیار	اختلاف میانگین	درجه آزادی	T همبسته	P_value
قبل خستگی بعد خستگی	۷±۰/۸۱ ۱۷/۸۱ ± ۲/۲	۰/۱۷ ۰/۴۵	۲۱	۲۹/۷	۰/۰۰۰ *

*معناداری

بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر خستگی عملکردی بر حس وضعیت مفصل مچ پا در زنان فوتسالیست بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین میانگین خطای مطلق حس وضعیت آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معناداری وجود دارد. با دقت در نتایج به‌دست آمده ملاحظه می‌شود که خستگی ایجاد شده در آزمودنی‌ها در طی پروتکل خستگی شبه‌فوتبال، باعث تغییر در میزان خطای مطلق حس وضعیت آنها شده است و براساس اطلاعات به‌دست آمده بر اساس مقیاس بورگ، میزان خستگی آزمودنی‌ها در پس‌آزمون به‌طور معناداری بیشتر از پیش‌آزمون است. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات (ساسکو و همکاران، ۲۰۰۴؛ ویکینز و همکاران، ۲۰۰۴؛ تیموتی و همکاران، ۲۰۰۶؛ مارکو و همکاران، ۲۰۰۷؛ لطافت‌کار و همکاران، ۲۰۰۹؛ حسینی‌مهر و همکاران، ۲۰۱۰؛ بارنی و همکاران، ۲۰۱۱؛ بیسون و همکاران، ۲۰۱۲؛ گری و همکاران، ۲۰۱۳؛ شین و همکاران، ۲۰۱۴؛ پیو و همکاران، ۲۰۱۴) که کاهش تعادل و افزایش نوسانات بدن پس از اعمال برنامه‌های مختلف خستگی را گزارش کردند در توافق است که علت احتمالی این امر را می‌توان کارکرد نامناسب عضلات بدن در شرایط خستگی دانست (تیموتی و همکاران، ۲۰۰۶).

سازوکار ایجاد خستگی عضلانی به این صورت است که عموماً در مراحل پایانی فعالیت‌های ورزشی در اثر تجمع مواد متابولیکی چون اسیدلاکتیک در درون عضله، بروز

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند (ساهلین[1] و همکاران، ۱۹۹۸). مواد متابولیکی سرعت هدایت سیگنال‌های عصبی را کاهش داده و باعث کاهش سطح انقباض عضلانی می‌شود (تنان و همکاران، ۲۰۱۱). در حالت خستگی عواملی مانند ضعف عضلانی و کاهش هماهنگی عصب و عضله باعث آسیب‌دیدگی ساختارهای مفصلی مانند لیگامنت‌ها و کپسول‌های مفصلی می‌گردد (گرانچر و همکاران، ۲۰۱۰). از طرف دیگر خستگی عضلانی باعث کاهش ظرفیت عملکردی عضلات و اختلال در فعال‌سازی همزمان عضلات آگونیست و در نهایت کاهش عملکرد و کارایی سیستم عصبی عضلانی می‌شود (پریجت و همکاران، ۲۰۰۸). زمانی‌که خستگی عضلانی در فرد رخ می‌دهد، دستگاه عصبی مرکزی یک حالت پیش‌بین و جبران کننده به خود می‌گیرد و حرکات جبرانی ایجاد می‌کند و این حالت جبرانی ایجاد شده باعث افزایش نوسانات بدن می‌شود. از جنبه نظری نیز خستگی عضلانی روی کنترل عصبی عضلانی تأثیر می‌گذارد به این صورت که کنترل حرکت در جهت آوران و وابران یا هر دو مهار می‌شود. علاوه بر این خستگی عضلانی به دو طریق بر حس عمقی و به تبع آن بر تعادل تأثیر منفی می‌گذارد:

۱. در حالت خستگی عضلات قادر نیستند وظیفه حرکتی خود که همان تولید نیرو برای کنترل قامت است را انجام دهند.

۲. خستگی عضلات اطراف یک مفصل (خستگی موضعی)، سیستم بازخورد عصبی عضلانی مفصل را مهار می‌کند، در نتیجه گیرنده‌های مکانیکی به درستی فعال نمی‌شوند (هرتل و همکاران، ۲۰۰۴).

در تضاد با یافته‌های تحقیق حاضر، روزی و همکاران، ۱۹۹۹ که اثر خستگی بر تعادل را بررسی کرده بودند به این نتیجه رسیدند که میزان نوسان بدن پس از خستگی هیچ افزایشی نیافت. یکی از دلایل این تناقض می‌تواند وجود تفاوت در نوع تکلیف تعادلی استفاده شده برای ایجاد خستگی باشد. آنها در تحقیق خود برای ایجاد خستگی از پروتکل خستگی ایزوکنتیک استفاده کردند که حرکات انجام شده در پروتکل آنان جزء زنجیره حرکتی باز محسوب می‌شوند در صورتی‌که حرکات انجام شده در پروتکل تحقیق حاضر جزء زنجیره حرکتی بسته محسوب می‌شوند. بنابراین تعمیم نتایج تحقیق آنها به شرایط واقعی مسابقات بحث برانگیز است. تیلور و همکاران، (۲۰۰۸) نیز بیان نمودند که الگوی فعال شدن عضلات قبل و بعد از خستگی با هم متفاوت است و بعد از خستگی زمان فعال بودن عضلات به شدت افزایش می‌یابد و تعادل افراد را افزایش می‌دهد. احتمالاً دلیل این امر استفاده از پروتکل‌های غیر عملکردی و یا عدم سنجش خستگی بلافاصله پس از انجام پروتکل خستگی بوده باشد. زیرا در تحقیقاتی که خستگی به‌صورت عملکردی ایجاد شده است، کاهش معناداری در تعادل آزمودنی‌ها گزارش شده است (بانگسبو و همکاران، ۱۹۹۱؛ ساسکو و همکاران، ۲۰۰۴؛ ویکنیز و همکاران، ۲۰۰۴؛ تیموتی و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین نتایج مطالعه‌ای که (رایت و همکاران، ۲۰۱۳) تحت عنوان اثرات ناشی از خستگی بر تعادل پاسچرال انجام دادند، نشان داد بیشترین نقص تعادل بلافاصله پس از اجرای پروتکل خستگی بوده و ۱۲ دقیقه پس از اجرای پروتکل خستگی میزان تعادل مشابه قبل از اعمال پروتکل خستگی بوده است.

علاوه بر این، نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که میانگین و انحراف معیار خطای مطلق حس وضعیت در حالت اینورژن چه در پیش‌آزمون و چه در پس‌آزمون بیشتر از حالت اورژن است. در تبیین این موضوع می‌توان چنین بیان نمود که عضله نازک نئی طویل اولین مکانیسم دفاعی در مقابل حرکت اینورژن مچ پا است. همچنین زمان عکس‌العمل این عضله و پاسخی که می‌دهد نقش مهمی در جلوگیری از نیروهای اینورژن مچ پا و کمک به حفظ تعادل دارد (شاو[2] و همکاران، ۲۰۰۸). سازوکار آسیب اسپرین خارجی مچ پا نیز به این صورت است که طی فعالیت‌های ورزشی پس از جهش به سمت بالا به‌طور طبیعی پا در حالت پلانتار فلکشن و اینورژن قرار می‌گیرد و سپس فرد در همین حالت روی پنجه و لبه‌ی خارجی پای خود فرود می‌آید. با توجه به ثبات پایین پا در وضعیت پلانتارفلکشن و کشیدگی رباط قاپی- نازک‌نی قدامی در این حالت، بیشتر آسیب‌های اسپرین مچ پا از نوع خارجی و مربوط به این رباط است (یونگ و همکاران، ۱۹۹۴). به دنبال این آسیب بی‌ثباتی در مفصل مچ پا و مستعد شدن آن به بی‌ثباتی عملکردی و آسیب مجدد اتفاق می‌افتد (ورهاناگن[3] و همکاران، ۱۹۹۵). احتمالاً زمانی هم که این

1. Sahlin

2. Shaw
3. Verhanagen

www.SID.ir

Archive of SID

حرکت در حالت خستگی اتفاق افتاده باشد، به دلیل اختلال در عملکرد حس وضعیت مفصل مچ پا احتمال بروز آسیب در مچ پا دو چندان می‌شود (استب و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین خستگی عضلانی عملکردی باعث کاهش میزان فعالیت عضله نازک نئی طویل و نیز سرعت هدایت عصبی عضلانی می‌شود و از طریق بازداری فعالیت نرون حرکتی، ثبات عملکردی عضله را به مخاطره می‌اندازد و در مقابل افزایش مقاومت عضلات نازک نئی می‌تواند در پیشگیری از پیچ‌خوردگی مؤثر باشد (مارکو و همکاران، ۲۰۰۷).

محدودیت‌های پژوهش حاضر، عدم امکان نمونه‌گیری تصادفی و همچنین تأثیرات واکنشی یا تعاملی پیش‌آزمون بود؛ به‌گونه‌ای‌که پس از انجام پیش‌آزمون، آزمودنی‌ها کنجکاو شده تا از هدف تحقیق آگاه شوند و همین امر مانع از انجام کورسازی دو سویه در تحقیق حاضر شد و کورسازی یک سویه بود و تنها آزمونگر از خستگی یا عدم خستگی و همچنین هدف تحقیق مطلع نبود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از انجام پروتکل خستگی عملکردی توسط زنان فوتسالیست میزان خطای حس وضعیت آنها در پس‌آزمون به‌طور معناداری نسبت به پیش‌آزمون افزایش یافت. بنابراین مربیان و دست‌اندرکاران تیم‌های ورزشی باید به این نکته توجه داشته باشند و در هنگام بروز خستگی در ورزشکاران، تا حد امکان از ادامه انجام تمرینات خودداری نموده و به آنان فرصت ریکاوری دهند؛ همچنین با طراحی برنامه‌های مناسب آستانه‌ی خستگی ورزشکاران را ارتقا داده و بدین صورت تا حد ممکن از بروز آسیب‌ها جلوگیری نمایند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کلیه افرادی که در انجام این پژوهش محققین را مساعدت و یاری نمودند، به‌ویژه سرکار خانم الهام فرهمند و دانشجویان مقطع کارشناسی رشته تربیت‌بدنی دانشگاه اصفهان تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

Akbari, M. Karimi, H. Farahini, H. Faghihzade, S (2006). “Balance problems after unilateral ankle sprain". Rehabilitation research & Development; 43(7):819-24.

Bagherian, S. Rahnama, N. Wikstrom, EA. (2017). "Corrective exercises improve movement efficiency and sensorimotor function but not fatigue sensitivity in chronic ankle instability patients: A randomized controlled trial", Clinical journal of sport medicine, 0: 1-10.

Bangsbo, J. (1994). “The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise”. Acta Physiologica Scandinavica, 8(2):46-2.

Bangsbo, J. Nørregaard, L. Thorsøe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. Canadian Journal of Sports Science, 16(2):110–16.

Baroni BM, Generosi, RA, Junior, EC (2008). "Incidence and factors related to anklesprains in athletes of futsal national teams". Fisioter. Mov. out/dez; 21(4):79-88.

Beyranvand R, Seidi F, Rajabi R, Moradi A (2013). [The immediate effect of short-term use of cold spray on ankle joint positionsense in healthy individuals]. J Res RehabilSci; 9(5):889-898. (in Persian).

Bisson, E. Remaud, A.Boyas, A.Lajoie, Y.Bilodeau, M. (2012). "Effects of fatiguing isometric and isokinetic ankle exercises on postural control while standing on firm and compliant surfaces”, Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation; 9(1):39.

Boue, M., Faelliandet, E., et al. (2007). “Postural control after a strenuous treadmill exercise”. J Neuroscience Letters, 18; 418(3):276-81.

Bruno, M. Matheus, J W. Generosi, A R. Marco, AV. Junior, CP. (2011). “Effect of muscle fatigue on posture control in soccer Players during the short-pass Movement”. Revista Brasiliera Cineantropometria and Desempenho Humano; 13(5): 348-53.

Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama N, Yusof A. (2012). “The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players”. PLoS One; 7(12): 1-10.

Douda, H. Avloniti, A. Kasabalis, A. Smilios, I. Savvas, P. (2006). "Application of ratings of perceived exertion andphysiological responses to maximal effort in rhythmic gymnasts", International Journal of Applied Sports Sciences, 18(2):78-88.

Eren, U. (2016), Investigation of Sport Injury Patterns in Female Futsal Players, International, Journal of Science Culture and Sport, 4(4):474-88.

Fawcett, L & Bennett, Ph. (2006). Trauma injuries sustained by female footballer. Trauma, 8:69-76.

www.SID.ir

Archive of SID

Fitts R. (1996). “Selected from the third IOC world congress on sport sciences. Muscle fatigue: The cellular aspects”. American Journal of Sports Medicine; 24(6): 32-8.

Ghaffarinejad F, TaghizadehSh, and Mohammadi F. (2007). “Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense”. Br J Sports Med, 41(10): 684-687.

Granacher, U. Wolf, I. Wehrle, A. Bridenbaugh, S. Kressig, R. (2010). Effects of muscle fatigue on gait characteristics under single and dual-task conditions in young and older adults. J Neuro Engineer and Rehab, 7(56):56.

Grey, T. Redguard, D. Rebecca, R. Wegscheider, P. (2013). "Effect of Plantar Flexor Muscle Fatigue on Postural Control" Western Undergraduate Research Journal, Health and Natural Sciences; 4: 1-7.

Harkins, K. M., Mattacola, C. G., Uhl, T. L., Malone, T. R., McCrory, J. L. (2005). “Effects of 2 ankle fatigue models on the duration of postural stability dysfunction”, Journal of Athletic Training. 40(3): 191–94.

Hertel, J. Denegar, C.R. Buckley, W.E. (2004). "The effects of fatigue and chronic Ankle instability on Dynamic postural control" J of Athletic training, 39(4): 321-29.

Lamb GD, Stephenson G. Point:Counterpoint. (2006). "Lactic acid accumulation is an advantage/ disadvantage during muscle activity". J Appl Physiol, 100(4):1410-12.

Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. (1997). "The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries". Am J Sports Med; 25(1): 130-7.

Letafatkar, M.K., Alizadeh, M.H., Kordi, M.R. (2009). The Effect of Exhausting Exercise Induced Fatigue on the Double-Leg Balance of Elite Male Athletes. Journal of Social Sciences, 5(4): 445-451.

Lord SR, Rogers MW, Howland A, Fitzpatrick R. (1999). "Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people". J Am GeriatrSoc; 47(9): 1077-88.

Luttmann .A, jager. M ،Lauring. W. (2000). "Electromyographical indication of muscular fatigue in accupational field studies". International journal of industrial ergonomics, 25(6), 645-660.

Marco, B. Emanuela, F. (2007). “Postural control after a strenuous treadmill exercise”, Journal of neuroscience letters, 418(3):276-81.

Mohamadi, F. Roozdar, A. (2010). Effect of fatigue due to contraction of evertor muscle on the ankle joint position sense in male soccer players. Am J Sport Med; 38(4): 824-8.

Ozgar, S. Aysekin, L.Aydan, A. Zuhal,G. Mohmnt, N. (2006). “Effect of Knee muscle Fatigue and Lactic acid Accumulation on Balance in Healthy Subjects”. Isokinetic and Execise Science, 14(4), 301-306.

Parijat,P. Lockhart, T.(2008). Effects of quadriceps fatigue on the biomechanics of gait and slip propensity. Gait & Posture; 28(4):568-73.

Pau M; Ibba G; Attene G. (2014). “Fatigue-Induced Balance Impairment in Young Soccer Players” Journal of Athletic Training; 49(2):1–8.

Rahimi.M, Alizadeh.M, Rajabi. R, Piry.H, Yousefi.M. [Futsallinjries in the Asian Cup 2010]. (2012). Applied physiology Research, 8(15) 83-92. (in Persian).

Rahnama, N, Lees A, Reilly T (2006). “EMG of selected lower limb muscle fatigued by exercise at the intensity of soccer match – Play”. J of EMG and Kinsiology. 16: 257-263.

Rahnama, N. Bambaichi, E. Taghiyan, F. Abarghooinejad, M.(2000).[Evaluation prevalence rate and injury reson on female futsal players in futsal league of isfahan province in 1386]. sports science,5(10), 49-57.(in persian).

Ribeiro, R.N., & Costa, L.O.P. (2006). “Epidemiologic analysis of injuries occurred during the 15th Brazilian Indoor Soccer (Futsal) Sub20 Team Selection Championship”. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 12(1), 1- 5.

Roberts D, Ageberg E, Andersson G, Fridén. (2003). “Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in healthy young persons”. Am J Sports Med, 31(6): 990-4.

Rozzi, S.L. Lephart, S.M. Fu, F.H. (1999). Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes, Journal of Athletic Training, 34(2): 106-14.

Sadeghi dehcheshmeh,M. Rahnama,N. Sadeghi dehcheshmeh, H. Framarzi, M. (2015). Journal of Sport Rehabilitation Reasearch. 3(6): 49-58. (in persian).

Sahlin, K. (1986). Muscle fatigue and lactic acid accumulation. Acta Physiol Scand Suppl, 556: 83-91.

Sefton, JM. Yarar, C. Hicks-Little, CA. (2011), Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with choronic ankle instability. J Orthop Sports Phys Ther; 41(2): 81-89.

Shaw, M. Frye, J. Gribble, P. (2008). “Effect of ankle bracing and fatigue on time to stabilization among collegiate volleyball athletes”, Journal of Athletic Training, 43(2):164-71.

Shin, YH. Youm, CH. Kim, YK. (2014). “Effects of muscle fatigue on ankle and the fatigue protocols of postural control”, Journal of Foot and Ankle Research, 7(1):111.

Steib, S. Hentschke, Ch. Welsch, G. (2013). “Effect of fatiguing treadminal running on sensorimotor control in athletes with and without functional ankle instability”. ClinBiomech, 28(7):790-5.

Steib, S. Zech, A. Hentschke, Ch. (2013), “Fatigue-Induced Alterations of Static and Dynamic Postural Control in Athletes with a History of Ankle Sprain”. Journal of Athletic Training, 48(2):203-8.

Susco, TM. Valovich McLeod, TC. Gansneder, BM.Shultz, SJ. (2004). Balance recovers within 20 minutes after exertion as measured by the balance error scoring system. J of Athl Train; 39(3):241-46.

www.SID.ir

Archive of SID

Taylor, JL. Gandevia, SC. (2008). A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary. J Appl Physiol,104(2): 542-50.

Tenan, MS. McMurray, RG. Blackburn, BT. (2011). The relationship between blood potassium, blood lactate, and electromyography signals related to fatigue in a progressive cycling exercise test. J Electromyogr Kinesiol,21(1):25-32.

Terrier,R. Forestier,N. (2009). "Cognitive cost of motor reorganizations associated with muscular fatigue". Journal of Electromyography and Kinesiology,19(6): 487-93.

Timothy, A. Kulpa, B.S. (2006). The Effects of Activity related fatigue on dynamic postural control as measured by SEBT.115.

Verhanagen, R. De Keizer, G. Van Dijk, C. (1995). "Long- term follow- up of inversion trauma of the ankle". Arch Orthop Trauma Surg, 114(2) 92-6.

Wilkins, JC. Valovich, M. David, H. Perrin. Gansneder, BM. (2004). Performance on the Balance Error Scoring System Decreases after Fatigue. J Athl Train; 39(2): 156-161.

Wright, KE. Lyons, TS. Navalta, JW. (2013). Effect of exercise – induced fatigue on postural balance: a camparison of treadmill versus cycle fatiguing protocols. Eur J ApplPhysiol; 113(5): 1303-9.

Yaggie JA, Gregor SJ. (2002). "Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits". Arch Physical Medicine Rehabilitation; 83: 224–8.

Yalfani, A. Ahmadnezhad, L. Gholami Borujeni ,B. (2016). [The Immediate Effect of Balance Training on Ankle Joint Proprioception in Soccer Players]. Journal of Sport Rehabilitation Reasearch, 6(3):37-43. (In Persian).

Yeung, M. Chan, K-M. So, C. (1994), "An epidemiological survey on ankle sprain". Br J Sport Med, Jun; 28(2): 112–16.

Zarei, M., Alizadeh, M., Rahnama, N., Seif-Barghi, T. (2016). [The Effect of FIFA Warm-Up Comprehensive Program 11+ on Performance and Physical Fitness of Iranian Adolescent Male Soccer Players], Journal of Sport Medicine; 8(1): 15-36. (in Persian).

Zech A; Steib S; Hentschke CH; Eckhardt H; (2012). Pfeifer K. "Effects of localized and general fatigue on static and dynamic postural control in male team handball athletes", Journal of Strength and Conditioning Research; 26(4):1162–8.

www.SID.ir