Arch
10.22037/JRM.2020.111987.2136 Research Article

Effect of Muscular Fatigue on the Sensation of Knee Joint Position in Elite Karate Athletes

Neda Boroushak[1*], Roozbeh Roshani[2]

1. Faculty of Sport Biomechanics, Sport Science Research Institute of Iran, Tehran, Iran
2. Sports Engineer, Faculty of Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 2020.June.11 **Revised:** 2020.October.17 **Accepted:** 2020.October.30 **Published Online:** 2020.December.12

ABSTRACT

Background and Aims: The kicks are performed by quick knee extension-flexion in karate. Any poor performance of joint proprioception is a risk factor for athletes. Muscular fatigue, as an inevitable factor of any physical activity, can cause problem in proprioception performance. The present study was carried out to investigate the effect of knee muscle fatigue on knee proprioception performance in karate athletes.

Materials and Methods: The sensations of knee joint position of 14 female elite karate athletes (age: 15±1.3 years, height: 161±7 cm, weight: 54 kg±34 kg) were evaluated using the isokinetic device at 30, 45, and 60 degrees before and after fatigue. Data analysis was carried out using paired t-test with p. value set at 0.05.

Results: The muscle fatigue had a significant effect on reconstruction error of the knee joint in 60 degree angle. Fatigue caused an increase in reconstruction error and decreased knee joint sensation. Also, an increase in joint reconstruction error after fatigue at 30 and 45 degree angles was observed, which was not statistically significant.

Conclusion: According to the results, it can be concluded that decrease in the ability to control knee joint position due to muscular fatigue in karate athletes, especially at the end of the range, may result in knee injury, in addition to weakness in correct technique implementation. Because the defect in the proprioception of the joints can lead to a defect in the simultaneous recall of the motor units of the quadriceps and hamstrings, and it may increase the risk of damage to the knee anterior cruciate ligament, thus, it can be stated that improving muscle endurance can increase the time to reach fatigue, and subsequently prevent the inability to control its condition and potential damage to karate athletes.

Keywords: Proprioception; Fatigue; Knee joint; Karate

How to cite this article: Neda Boroushak, Roozbeh Roshani. Effect of Muscular Fatigue on the Sensation of Knee Joint Position in Elite Karate Athletes. J Rehab Med. 2021; 9(4):228-234.

[*]**Corresponding Author**: Neda Boroushak Faculty of Sport Biomechanics, Sport Science Research Institute of Iran, Tehran, Iran
Email: nedaboroushak@yahoo.com

www.SID.ir

Arch 10.22037/JRM.2020.111987.2136 مقاله پژوهشی

تأثیر خستگی عضلانی بر حس وضعیت مفصل زانو در کاراته‌کاران حرفه‌ای

ندا بروشک[1*]، روزبه روشنی[2]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
۲. مهندس ورزش، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران

دریافت مقاله ۱۳۹۹/۰٤/۲۲ بازنگری مقاله ۱۳۹۹/۰۵/۰۱ پذیرش مقاله ۱۳۹۹/۰۵/۰۵

چکیده

مقدمه و اهداف: ضربات پا در کاراته با حرکت اکستنش-فلکشن سریع زانو همراه می‌باشد که هر گونه ضعف عملکرد در حس عمقی مفصل یک عامل خطر برای ورزشکاران محسوب می‌شود. اختلال عملکرد حس عمقی با عواملی همچون خستگی عضلانی که جزء لاینفک هر فعالیت بدنی است، ارتباط دارد؛ از این رو، هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر خستگی عضلات زانو بر حس عمقی مفصل زانو در کاراته‌کاران حرفه‌ای بود.

مواد و روش‌ها: حس وضعیت مفصل زانو در ۱۴ کاراته‌کار حرفه‌ای زن با میانگین سن: ۱/۳±۱۵ سال، قد: ۷±۱۶۱ سانتی‌متر و وزن: ۱/۳۴±۵۴ کیلوگرم با استفاده از دستگاه ایزوکینتیک در زوایای ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه، قبل و بعد از خستگی مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ با استفاده از آزمون آماری t زوجی انجام شد.

یافته‌ها: خستگی عضلانی بر خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه حرکتی ۶۰ درجه تأثیر معناداری دارد؛ به عبارتی دیگر، خستگی سبب افزایش خطای بازسازی و کاهش حس وضعیت مفصل زانو شده است. همچنین در زوایای ۳۰ و ۴۵ درجه افزایش خطای بازسازی مفصل بعد از خستگی مشاهده شده است که از لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر، می‌توان گفت که کاهش توانایی کنترل وضعیت مفصل زانو، ناشی از خستگی عضلانی در کاراته‌کاران به‌خصوص در انتهای دامنه حرکتی، احتمالا علاوه بر ضعف در اجرای تکنیک صحیح، زانو را مستعد آسیب کند، چرا که نقص در حس عمقی مفاصل می‌تواند سبب نقص در فراخوانی همزمان واحدهای حرکتی عضلات چهارسر ران و همسترینگ شود و احتمال آسیب رباط متقاطع قدامی زانو را افزایش دهد؛ بدین‌ترتیب می‌توان گفت که با بهبود استقامت عضلانی، می‌توان زمان رسیدن به خستگی را افزایش داد و به دنبال آن، از کاهش توانایی کنترل وضعیتی ناشی از آن و آسیب‌های بالقوه احتمالی در کاراته‌کاران جلوگیری به عمل آورد.

واژه‌های کلیدی: حس عمقی؛ خستگی؛ مفصل زانو؛ کاراته

نویسنده مسئول: ندا بروشک، استادیار بیومکانیک ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
آدرس ایمیل: nedaboroushak@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و اهداف

کاراته از جمله ورزش‌های رزمی پرطرفدار است که مانند هر رشته ورزشی دیگری با خطر بروز آسیب همراه می‌باشد.[۱] ضربات پا به سر در کاراته بیشترین امتیاز را داشته و به‌صورت کاملا کنترل‌شده اجرا می‌شود. از آنجایی‌که در قوانین داوری مسابقات کاراته، کلاه استفاده نمی‌شود، اصابت بیش‌ازحد به سر می‌تواند منجر به آسیب و یا گرفتن اخطار شود[۲]؛ بنابراین کنترل پا در هنگام ضربه نقش مهمی در کسب امتیاز و جلوگیری از آسیب دارد. کنترل وضعیت اندام مستلزم ارسال دروندادهایی از حس بینایی، وستیبولار (تعادلی) و حس پیکری است. اطلاعات ارسالی از گیرنده‌های حسی در سراسر بدن در ارتباط با موقعیت بدن در فضا و یا ثابت و متحرک بودن آن توسط سیستم عصبی مرکزی سازماندهی و پاسخ‌های حرکتی مناسب به منظور کنترل ثبات وضعیت و حفظ اندام در فضا صادر می‌شود. همچنین، کنترل وضعیت نقش قابل‌توجهی در پیشگیری از آسیب‌های حاد و ایجاد آسیب‌های مزمن و نظم بخشیدن به انقباض عضلانی ایفا می‌کند.[۳]

یکی از مهم‌ترین اجزای کنترل وضعیت، حس عمقی مفصل می‌باشد.[۴] این حس شامل اجزای گوناگونی همچون حس وضعیت مفصل، حس حرکت مفصل و حس اعمال نیرو است.[۵] اطلاعات حسی، حس عمقی توسط مکانورسپتورهای موجود در عضلات، تاندون‌ها، مفاصل، فاشیا و پوست فراهم می‌شود.[۶] هر عاملی که موجب اختلال در انتقال اطلاعات حس عمقی شود، به‌عنوان یک فاکتور بسیار مهم در ایجاد الگوهای حرکتی غلط و سندرم‌ها با درد مزمن و تکرارشونده به شمار می‌آید.[۷] نتایج مطالعات نشان داده است که عوامل مختلفی مانند خستگی، کهولت سن، صدمات، درد و بیماری‌ها بر گیرنده‌های حسی عمقی و در نتیجه وضعیت اثر می‌گذارد.[۸] خستگی عضلانی می‌تواند با کاهش سرعت انتقال پیام‌های آوران و وابران بر توانایی کنترل تعادل تأثیر منفی بگذارد.[۹] هنگام خستگی، توانایی تولید پاسخ‌های عضلانی مناسب برای حفظ ثبات مفصل کاهش می‌یابد.[۱۰] همچنین، تحقیقات نشان می‌دهد که خستگی عضلانی سبب افزایش دامنه نوسان وضعیت، کاهش توانایی حفظ تعادل و اختلال حس عمقی می‌گردد.[۱۱-۱۳] کنترل عصبی-عضلانی اندام تحتانی در اثر خستگی با خطر مواجه می‌شود. نتایج پژوهش Hiemstra و همکاران نشان داد که بعد از اعمال خستگی، توانایی افراد جوان در حفظ تعادل حدود ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.[۱۴] در اغلب مطالعات، کاهش معنادار حس وضعیت بعد از اعمال پروتکل خستگی تأیید شده است.[۱۵] در تحقیقات متعددی مشخص شده است که بیشترین زمان وقوع آسیب، انتهای فعالیت یعنی هنگامی که ورزشکار خسته است، می‌باشد.[۱۶] قهرمانی و همکاران نشان دادند که خستگی عضلات اکستور اسپاین باعث اختلال بر حس وضعیت تنه و ران مردان کاراته‌کار می‌شود، اما بر حس وضعیت مفصل زانوی آن‌ها تاثیر معناداری ندارد.[۱۷] در تحقیقی، بروشک و همکاران نشان دادند که خستگی عضلانی می‌تواند سبب ایجاد عدم تعادل در بین گروه‌های عضلانی به‌ویژه در سرعت‌های بالا در کاراته‌کاران نخبه زن شود که احتمال آسیب‌دیدگی در مفصل زانو را افزایش می‌دهد.[۱۸] با وجود تحقیقات انجام‌شده هنوز تأثیر خستگی بر حس عمقی مفصل زانوی کاراته‌کاران در دامنه‌های حرکتی مختلف پوشیده مانده است.

ضربات پا در کاراته با حرکت اکستنش-فلکشن سریع زانو همراه می‌باشد که هر گونه اختلال در مفصل می‌تواند در کنترل حرکت و میزان آسیب تأثیرگذار باشد. از آنجایی‌که حس عمقی نقش برجسته‌ای در انجام بهینه مهارت‌های ورزشی و پیشگیری از بروز آسیب‌ها دارد، کشف وجود این اختلالات و اتخاذ موارد پیشگیرانه مانند ارتقای عملکرد حس عمقی از موارد ضروری کاهش میزان آسیب‌ها و ارتقای عملکرد ورزشکاران می‌باشد؛ بنابراین با توجه به اهمیت موارد ذکرشده، مطالعه حاضر قصد بررسی اثر خستگی بر عملکرد حس عمقی مفصل زانوی ورزشکاران حرفه‌ای کاراته‌کاران در زوایای حرکتی مختلف را دارد.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری مطالعه حاضر را دختران کاراته‌کار (رده سنی جوانان) استان البرز تشکیل دادند. از میان این کاراته‌کاران تعداد ۱۴ نفر بر اساس جدول مورگان به‌صورت انتخابی و بر مبنای ارزیابی سلامت کامل جسمانی به‌عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. تمامی این افراد در مسابقات سوپرلیگ کاراته کشور حضور داشتند و همچنین ۹ نفر از این افراد سابقه حضور در مسابقات بین‌المللی را دارا بودند. برای اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو در پای برتر آزمودنی‌ها با انجام حرکت فلکشن-اکستنشن فعال و در زنجیره باز حرکتی از طریق بازسازی زاویای هدف ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه با استفاده از دستگاه ایزوکینتیک بایودکس انجام شد. قبل از انجام آزمون روش انجام کار برای تمام شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و آزمودنی‌ها با روش آزمون دستگاه بایودکس و همچنین روند انجام و هدف کار آشنا شدند. آزمودنی‌ها رضایت‌نامه شرکت در مطالعه را خوانده و به‌طور اگاهانه امضا کردند. جهت جمع‌آوری اطلاعات شرکت‌کنندگان ابتدا به مدت ۵ دقیقه روی دوچرخه ثابت بدون اعمال مقاومت (هر دقیقه ۶۰ رکاب) خود را گرم کردند. سپس، به مدت ۵ دقیقه حرکات کششی در مفصل زانو و گروه عضلات چهارسر رانی و همسترینگ انجام شد. بعد از گرم کردن مختصر، آزمودنی روی صندلی مخصوص دستگاه ایزوکینتیک بایودکس قرار گرفت (تصویر ۱) و ران و تنه

www.SID.ir

 Archive of SID

توسط نوارهای مخصوص ثابت گردید، به‌طوری‌که در هنگام اجرای حرکت از عضلات عمل‌کننده بر مفاصل دیگر استفاده نشود.[۱۹-۲۰] روش کار به این صورت بود که در مرحله اول، پا توسط آزمونگر از زاویه ۹۰ درجه فلکشن در زوایای حرکتی مختلف ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه اکستنشن زانو قرار می‌گرفت و ۵ ثانیه در آن حالت قرار داده می‌شد و در مرحله بعد این کار بدون کمک آزموگر توسط آزمودنی با چشم‌های بسته انجام می‌شد. در این مرحله آزمودنی می‌بایست پای خود را تا جایی اکستنش دهد که در زاویه مورد نظر قرار گیرد و به محض تشخیص این زاویه، کلید کنترل دستگاه را فشار دهد تا پا در این زاویه ثابت بماند و بعد چشم‌های خودرا باز کند. مقدار اختلافی که بین زاویه هدف و زاویه به‌دست‌آمده وجود داشت، به‌عنوان خطا ثبت می‌شد. برای هر زاویه حرکتی 3تکرار در نظر گرفته شد. در مرحله بعد خستگی عضلانی با تکرار حرکت فلکشن-اکستنشن زانو با دستگاه ایزوکینتیک انجام گرفت. پروتکل خستگی به‌صورت انقباض بیشینه عضله چهارسر ران و همسترینگ با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه بود؛ بدین‌صورت که ابتدا از طریق انجام سه انقباض کانسنتریک ایزوکینتیک بیشینه متوالی با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه، حداکثر قدرت عضلات چهارسر ران و همسترینگ برای هر فرد تعیین شد و سپس متوسط حداکثر قدرت این عضلات بر روی نمودارهای آنها روی صفحه مانیتور مشخص گردید و سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد تا انقباضات پشت سرهم را تا جایی ادامه دهند که در حین انجام انقباض‌های پی‌درپی و به علت خستگی عضلانی گشتاور عضلات همسترینگ و چهارسر ران حداقل برای سه تکرار از ۵۰ درصد حداکثر گشتاور خود پایین‌تر برود. جهت انجام آزمون خستگی، سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه در نظر گرفته شد، چرا که استفاده از سرعت‌های پایین، تکرارپذیری مناسبی جهت انجام پروتکل‌های خستگی دینامیک دارند.[۲۱] بلافاصله پس از اعمال خستگی، آزمون حس وضعیت مفصل زانو برای کاراته‌کاران تکرار گردید. اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 20 مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. جهت بررسی اختلاف بین اطلاعات پیش‌آزمون با پس‌آزمون از تست تی همبسته استفاده شد. سطح معناداری در پژوهش حاضر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

تصویر ۱. نحوه قرارگیری ورزشکار بر روی دستگاه بایودکس ایزوکینتیک

نتایج

در مطالعه حاضر، حس وضعیت مفصل زانو در کاراته‌کاران حرفه‌ای زن با میانگین سن: ۱۵±۱/۳ سال، قد: ۱۶۱±۷ سانتی‌متر، وزن: ۵۴±۱/۳۴ کیلوگرم قبل و بعد از خستگی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). نتایج حاصل از آزمون t زوجی حاکی از تأثیرگذاری خستگی عضلانی بر خطای بازسازی مفصل زانو در سه زاویه حرکتی مختلف در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌های تحقیق

آزمودنی‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
۱۴ کاراته‌کار زن	۱±۱۵/۳	±۱۶۱ ۷	۱±۵۴/۳۴

www.SID.ir

 Archive of SID

جدول ۲. اطلاعات آماری مربوط به خطای بازسازی مفصل زانو در سه زاویه حرکتی مختلف پیش و پس از خستگی عضلانی

زوایای حرکتی (درجه)	پیش از خستگی	پس از خستگی	p
	میانگین±انحراف استاندارد	میانگین±انحراف استاندارد	
۳۰	۰/۰±۷۷/۱۹	۰/۰±۸۳/۰۴	۰/۲
۴۵	۲/۰±۳۴/۳۴	۲/۰±۴۰/۲۵	۰/۶
۶۰	۲/۰±۳۷/۰۲	۲/۰±۴۵/۰۱	*۰/۰۰

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که خستگی عضلانی بر خطای بازسازی مفصل زانو تنها در زاویه حرکتی ۶۰ درجه تأثیر معناداری دارد؛ به عبارتی دیگر، خستگی سبب افزایش خطای بازسازی و کاهش حس وضعیت مفصل زانو شده است.

از دیدگاه رکت بین طول عضله و تنش رابطه‌ای وجود دارد و این‌گونه بیان شده است که طول هر عضله میزان تنشی را که می‌تواند در آن ایجاد شود، تعیین می‌کند و با تغییر یافتن طول عضله، تنش‌های مختلفی ایجاد می‌شود. این رابطه بین طول و تنش، منحنی‌ای شبیه U وارونه دارد که در قسمت قله منحنی تقابل پل‌های عرضی بین اکتین و میوزین در داخل سارکومر حداکثر است.[۲۲] با قرار گرفتن عضله چهارسر رانی در این طول خاص بیشترین میزان تنش تولید خواهد شد؛ بنابراین با توجه به این فرضیه می‌توان گفت که احتمالا در زاویه ۴۵ درجه اکستنشن زانو این تنش حداکثر است و عضله در این زاویه بیشترین کنترل را از لحاظ میزان تنش در اختیار دارد، با افزایش اکستنشن زانو و در انتهای دامنه‌های حرکتی مثل قرارگیری در زاویه ۶۰ درجه تقابل مفید پل‌های عرضی بین میوفیلامان‌های اکتین ومیوزین کاهش می‌یابد؛ بنابراین تولید نیرو در عضله از طریق انرژی ذخیره‌شده در اجزای الاستیک و همکاری نورون‌های آلفا و گاما می‌باشد.[۲۲] خستگی عضلانی از یک طرف بر فرآیندهای اتصال عصب به عضله تاثیر گذاشته و به‌صورت تدریجی موجب کاهش در فعال شدن غیرارادی عضله می‌گردد و از طرفی دیگر، بر عضلات و مکانیسم‌های انقباضی آن اثر می‌گذارد. خستگی باعث افزایش آستانه‌ی دیس‌شارژ دوک عضله شده و بر فعالیت همزمان آلفا-گاما تأثیر می‌گذارد. در اثر خستگی، پیام آوران حسی به نرون حرکتی آلفا تغییر کرده و منجر می‌شود که مفصل نتواند عملکرد حفاظتی مناسبی با همکاری عضله داشته باشد.[۲۳] احتمالا به این دلایل خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه ۶۰ درجه پس از خستگی افزایش معناداری یافته است.

علاوه بر گیرنده‌های عمقی دوک عضلانی که در بطن عضله وجود دارد و اطلاعات مربوط به طول عضله را به دستگاه عصبی می‌فرستد، اندام وتری گلژی نیز یکی دیگر از گیرنده‌های حسی عمقی می‌باشد که در تاندون عضله وجود دارد. اندام‌های وتری گلژی دارای یک آستانه تحریک پایینی به تغییرات حاصل از انقباض در تنش عضله و یک آستانه بالاتر به تنش حاصل از کشش می‌باشد. در حقیقت کشش عضله همیشه اندام‌های وتری گلژی را فعال نمی‌سازد، درحالی‌که انقباض عضله همیشه این گیرنده‌ها را فعال خواهد ساخت.[۲۴] زمانی‌که خستگی عضلانی اتفاق می‌افتد، در اثر کاهش عملکرد سیستم‌های متابولیکی و عصبی-عضلانی برای استمرار فعالیت، انقباض عضلانی نمی‌تواند برای مدت طولانی حفظ گردد. از آنجایی‌که در زاویه ۶۰ درجه انتهای دامنه حرکتی، اندام وتری گلژی بیشتر درگیر می‌شود، از این رو، این احتمال وجود دارد که افزایش خطای بازسازی مفصل زانو در زاویه ۶۰ درجه پس از خستگی به دلیل کاهش انقباض عضلانی، تحریک گیرنده‌های حسی عمقی اندام وتری گلژی را کاهش داده باشد.

یکی دیگر از دلایل کاهش حس عمقی مفصل زانو در زاویه ۶۰ درجه نسبت به زوایای دیگر شاید به این دلیل باشد که با افزایش زاویه حرکتی تأثیر نیروی جاذبه بر اندام بیشتر می‌شود؛ بنابراین وقتی عضله به خستگی می‌رسد، به دلیل کاهش قدرت عضلانی و ضعف گیرنده‌های مکانیکی در انتقال پیام آوران به سیستم عصبی مرکزی، پیام‌های وابران آن، تحریک‌پذیری واحدهای حرکتی تغذیه‌کننده عضله چهارسر ران را کاهش داده و سبب ضعف در کنترل اندام برای غلبه بر نیروی جاذبه و قرار دادن آن در زاویه هدف (۶۰ درجه) می‌شود.

از آنجایی‌که تاکنون تحقیقی به بررسی اثر خستگی عضلات مفصل زانو بر حس عمقی مفصل در کاراته‌کارها نپرداخته است، امکان مقایسه مستقیم نتایج این پژوهش با تحقیقات پیشین وجود ندارد، اما در ادامه تلاش می‌شود که نتایج مقالات مشابه مورد بررسی قرار بگیرد. Ghahremani و همکاران در بررسی تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت تنه، ران و زانوی مردان کاراته‌کار نشان دادند که خستگی تأثیر معناداری بر حس وضعیت تنه در فلکشن ۴۵ درجه و مفصل ران در حرکت ابداکشن ۳۰ درجه داشت، اما خستگی تأثیر معناداری بر حس وضعیت مفصل زانو در حرکت فلکشن ۳۰ و ۶۰ درجه‌ی زانو نداشت.[۱۷] از دلایل متفاوت بودن برخی از نتایج پژوهش Ghahremani و همکاران، می‌توان به نوع آزمودنی‌ها، زنجیره‌های حرکتی مورد بررسی در آزمایش، نوع مفاصل و عضلات درگیر اشاره کرد. Taheri Asghari و همکاران در تحقیق خود نشان دادند که خستگی عضلات ناحیه مچ پا به‌طور قابل‌توجهی

www.SID.ir

 Archive of SID

سبب کاهش توانایی کنترل ثبات وضعیت در زنان جوان ورزشکار می‌گردد.[۲۵] مطالعه Myers و همکاران به بررسی خستگی عضلات چرخاننده داخلی و خارجی شانه پرداختند و نشان دادند که حس عمقی در این قسمت تحت تأثیر خستگی قرار می‌گیرد و سبب افزایش خطای بازسازی می‌شود.[۲۶] نتایج پژوهش Refshauge و Fitzpatrick که به بررسی تأثیر خستگی بر حس عمقی زانو پرداختند، نشان داد که خستگی عضلانی باعث افزایش زمان بازسازی و به وجود آمدن اختلال در عملکرد می‌گردد.[۲۷] نتایج تحقیق حاضر در زاویه ۶۰ درجه مشابه با نتایج پژوهش‌های این محققان می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، می‌توان گفت که کاهش توانایی کنترل وضعیت مفصل زانو، ناشی از خستگی عضلانی در کاراته‌کاران به‌خصوص در انتهای دامنه حرکتی، احتمالا علاوه بر ضعف در اجرای تکنیک صحیح، زانو را مستعد آسیب کند، چرا که نقص در حس عمقی مفاصل می‌تواند سبب نقص در فراخوانی همزمان واحدهای حرکتی عضلات چهارسر ران و همسترینگ شود و احتمال آسیب رباط متقاطع قدامی زانو را افزایش دهد[۱۹]؛ بدین‌ترتیب می‌توان گفت که با بهبود استقامت عضلانی، می‌توان زمان رسیدن به خستگی را افزایش داد و به دنبال آن، از کاهش توانایی کنترل وضعیتی ناشی از آن و آسیب‌های بالقوه احتمالی در کاراته‌کاران جلوگیری به عمل آورد. برای بیان نتایج قطعی، نیاز به مطالعات بیشتری وجود دارد؛ بنابراین توصیه می‌شود بررسی حس عمقی مفصل زانوی کاراته‌کارها به‌خصوص بعد از خستگی در رده‌های سنی مختلف انجام شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله حاضر از سرکار خانم فاطمه بغلانی مربی ارزنده تیم ملی کاراته، جهت همکاری و در اختیار قرار دادن آزمودنی‌ها نهایت تشکر را دارند.

منابع

1. Destombe C, Lejeune L, Guillodo Y, Roudaut A, Jousse S, Devauchelle V, Saraux A. Incidence and nature of karate injuries. Joint Bone Spine 2006;73: 182–188.
2. Pieter W. Competition injury rates in young karate athletes. Science & Sports. 2010; 25: 32-38.
3. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Nomal postural control in: Shumway-Cook A, Woollacott MH, editors. Motor control: Theory and practical applications. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2001. p. 136-91.
4. Rinaldi NM, Polastri PF, Barela JA. Age-related changes in postural control sensory reweighting. Neurosci Lett 2009; 467(3): 225-9.
5. Hughes T, Rochester P. The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: A review of the literature. Phys Ther Sport 2008; 9(3): 136-47.
6. Proske U and Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. Physiol Rev 2012; 92(4):1651-1697.
7. Arami J, Rezasoltani A, Khalkhali Zaavieh M and Rahnama L. The effect of two exercise therapy programs (proprioceptive and endurance training) to treat patients with chronic non-specific neck pain. J Babol Univ Med Sci 2012; 14(1):77-84 [In Persian].
8. Sajjadi E, Olyaei GR, Talebian S, Hadian MR, Jalaei S, Mahmoudi R and Amini E. The effect of muscular fatigue on cervical joint position sense in young and healthy men and women: A preliminary study 2014; 8(1):43-50[In Persian].
9. 4.Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. Med Prog Technol 1990; 16(1-2): 31-51.
10. Greig M, Walker-Johnson C. The influence of soccer-specific fatigue on functional stability. Physical Therapy in Sport 2007; 8(4): 185-190.
11. Yaggie JA, McGregor SJ. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. Arch Phys Med Rehabil 2002; 83(2): 224-228.
12. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. Arch Phys Med Rehabil 2004; 85(4): 589-92.
13. Salavati M, Moghadam M, Ebrahimi I, Arab AM. Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers. Gait Posture 2007; 26(2): 214-218.
14. Hiemstra LA, Lo IK, Fowler PJ. Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. J Orthop Sports Phys Ther 2001; 31(10): 598-605.
15. Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschauer MA, Prentice WE. Balance and joint stability: The relative contributions of proprioception and muscular strength. J Sport Rehabil 2000; 9(4): 315-28.
16. Jackson ND, Gutierrez GM, Kaminski T. The effect of fatigue and habituation on the stretch reflex of the ankle musculature. J Electromyogr Kinesiol 2009; 19(1): 75-84.
17. Ghahremani S, Ghahremani N, Abbasi A. The Effect of Erector Spinae Muscle Fatigue on the Sensation of Trunk, Hip, and Knee Position among the Male Karate Athlete. J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 239-246. [In Persian].

www.SID.ir

Archive of SID

18. Boroushak N, Anbarian M. A Comparison of Time to Peak Torque and Acceleration Time in Elite Karate Athletes. J Paramedical Science and Rehabilitation. 2015; 4(2):69-75. [In Persian].
19. Boroushak N, AnbarianM. A Comparison of Time to Peak Torque and Acceleration Time in Elite Karate Athletes. Journal of Paramedical Science and Rehabilitation 2015; 4(2): 69-75.
20. Wojtys EM, Wylie BB, Huston LF. The effects of muscle fatigue on neuromuscular function and anterior tibial translation in healthy knees. The American Journal of Sports Medicine 1996; 24(5): 615-621.
21. Greig M, Siegler JC. Soccer-specific fatigue and eccentric hamstrings muscle strength. J Athl Train 2009; 44(2): 180-194.
22. Rahnama, N., Lees, A. and Bambaecichi, E. A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. Ergonomics.2005; 48: 1567-1575.
23. Asmussen E. Muscle fatigue. Medicine and science in sports 1979; 11:313–321.
24. Boroushak N, Rashedi H, Anbarian M. Nerve and muscle physiology. Avaye zohour. Tehran.2015; 27-33.
25. Taheri Asghari A, Saraf Zadeh J, Mansoor Sobhani S, Talebian S, Keyhani MR. Effects of ankle muscles fatigue on dynamic postural stability in healthy women athlete. J Mod Rehabil 2010; 3(3-4): 1-9.
26. Myers JB, Guskiewicz KM, Schneider RA, Prentice WE. Proprioception and neuromuscular control of the shoulder after muscle fatigue. J Athl Train 1999; 34(4): 362-7.
27. Refshauge KM, Fitzpatrick RC. Perception of movement at the human ankle: Effects of leg position. J Physiol 1995; 488 (Pt 1): 243-8.

www.SID.ir