Research Paper

Effect of Local Fatigue in Quadriceps and Hamstring Muscles on Knee Joint Proprioception in Healthy Women

Mahya Kamrani[1], ***Mehdi Khaleghi Tazeji**[2]

1. Department of Physical Education & Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch of the Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Biomechanics and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Kamrani M, Khaleghi Tazeji M. [Effect of Local Fatigue in Quadriceps and Hamstring Muscles on Knee Joint Proprioception in Healthy Women (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2018; 4(3):28-37. https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.3.28

https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.3.28

CC BY NC

Article Info:
Received: 10 Mar 2018
Accepted: 03 June 2018
Available Online: 01 Dec 2018

Keywords:
Knee, Fatigue, Proprioception, Quadriceps, Hamstrings

ABSTRACT

Objective Proprioception is part of the body's somatosensory system that is responsible for collecting information for the central nervous system to inform about the status of different parts of the body relative to each other. One of the cause of impared proprioception is fatigue. This study aimed to investigate the effect of quadriceps and hamstrings muscles fatigue on knee joint proprioception of healthy women.
Methods Participants were 20 healthy young women aged 25-35 years who had normal knee joint range of motion and muscle strength with no any musculoskeletal disorders. Local fatigue of quadriceps and hamstring muscles was measured by a Isokinetic dynamometer. the proprioception status in knee joint was measured in both active and inactive positions using target angle reconstruction test (30, 45 and 60 degrees flexion).
Results There was no significant difference between pre-test and post-test scores in local fatigue of quadriceps and hamstring muscles at 45 degrees angle in passive condition ($P>0.05$), while the difference was significant at 30 and 60 degree angles in passive condition ($P<0.05$).
Conclusion The quadriceps and hamstring muscles fatigue can reduce the knee joint proprioception, where the effect of hamstring muscle fatigue on the knee joint proprioception was higher compared to the quadriceps muscle fatigue.

Extended Abstract

1. Introduction

With increased activity and participation in sports, the injury potential has enhanced. Thousands of injuries are reported annually, indicating that fatigue impairs neuromuscular control. In turn, it delays neuromuscular activation, increases shear and torque forces, and endangers joint stability [1]. Fatigue alters muscle tissues.

Moreover, during progressive periods, the body might be unable to recover from training sessions entirely; this matter results in reduced performance [2]. Studies have reported that fatigue decreases knee joint proprioception and the ability to produce knee joint angles. Proprioception is the sense of recognizing different body part locations in space at any given time [3]. Precise and healthy proprioception is essential for optimal joint function in various daily

* *Corresponding Author:*
Mehdi Khaleghi Tazeji, PhD.
Address: Department of Biomechanics and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (935) 5348850
E-Mail: mehdikhaleghi60@yahoo.com

living, occupational, and sports activities. Previous studies have determined ankle, knee, and leg as the most common sites of sports injuries [1, 4]. Among the skeletal muscles, the quadriceps are involved in almost all body activities (e.g. running, walking, hitting), and in reducing the effect of ground reaction forces while walking; therefore, the repeated contraction of this muscle in different activities leads to its fatigue [5, 6]. Muscle fatigue increases postural oscillation amplitude, decreases balance maintenance ability, and disturbs proprioception. Postural investigations have reported that decreased proprioception disturbs parameters, such as reaction time, postural control, and balance [7, 8]. Fatigue is essential in exercise; consequently, it decreases the ability to maintain balance and proprioception in the athletes' knee joints [14, 18]. Thus, this study aimed to evaluate the effect of localized fatigue in quadriceps and hamstring muscles on the knee joint proprioception among healthy women.

2. Methods

This was a quasi-experimental study with a Pre-test-Post-test design. It was conducted on 20 healthy women aged 25-32 years in the Hese Bartar Fitness Club in Tehran City, Iran (Mean±SD age: 27.86±3.75 y; height: 164.43±4.57 cm; weight: 62.18±3.73 kg). The samples voluntarily participated in this study. The knee joint proprioception was measured by a Biodex Multi-joint System 4 Isokinetic Dynamometer by active and passive joint angle reproduction before and after fatigue in quadriceps muscles as well as before and after fatigue in the hamstring muscle. After data collection, the normality of data distribution was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. Furthermore, the Independent Samples t-test was used for statistical analysis.

3. Results

Table 1 presents the Pre-test-Post-test Mean±SD error of angle reproduction and the knee joint proprioception as well as the Independent Samples t-test results. Based on the obtained results, the fatigue of quadriceps and hamstring muscles significantly affected knee joint proprioception. Moreover, fatigue did not affect the knee joint angle of 45°. Fatigue seems to impact the knee joint proprioception more in the knee joint flexion and extension angles' ranges of motion. Besides, the odds of injury are higher in the flexion-extension angles of the range of motion.

4. Discussion

The achieved results were consistent with those of the studies using the isokinetic, isometric, repetitive, and functional fatigue protocols for fatiguing hamstring and quadriceps muscles [12, 14, 24-26]. Gear et al. investigated the role of different fatigue levels on knee joint proprioception [27]. Similar to our study, they used a Biodex isokinetic dynamometer to create local fatigue in the hamstring muscle group. The subjects performed knee extension and flexion until the peak torque of hamstring was reduced to 10%, 30%, or 50% for three consecutive repetitions.

5. Conclusion

The local fatigue of the quadriceps and hamstring muscles reduced knee proprioception in healthy women; however, hamstring muscle fatigue had a higher effect in this respect. Moreover, it affected the proprioception of the knee joint position at the flexion-extension angles of the knee joint range of motion.

Table 1. The knee joint proprioception in pre-test and post-test phases and independent samples t-test results

Conditions		Mean±SD			df	P		Changes (%)	
		Pre-test (°)	Post-test (°)						
			Quadriceps	Hamstring		Quadriceps	Hamstring	Quadriceps	Hamstring
Active	30	**39.51±2.1**	**9.33±3.1**	**64.92±4.1**	19	0.006	0.001	63	94
	45	**1±2.81**	**51.36±3.1**	**86.87±3.1**	19	000.0	0.002	75	93
	60	**58.5±2.1**	**81.24±3.1**	**16.71±4.1**	19	0.011	0.004	47	61
Inactive	30	**44.49±3.1**	**26.54±4.1**	**66.81±5.1**	19	0.006	0.000	23	64
	45	**3.45±3.04**	**65.23±3.1**	**71.1±4.2**	19	0.672	0.1	5	36
	60	**14.91±2.0**	**16.89±3.0**	**62.29±4.1**	19	000.0	0.000	47	115

Journal of
Sport Biomechanics

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Prior to the study, the study objectives and methods were explained to the participants and they were assured of the confidentiality of their information. They were also free to leave the study at any time.

Funding

This study has not received any financial support from any organization.

Authors' contributions

Conceptualization, methodology, investigation, writing original draft, writing-review & editing, resources: Mehdi Khaleghi Tazeji, Mahya Kamrani; Funding acquisition: Mahya Kamrani; Supervision: Mehdi Khaleghi Tazeji.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

تأثیر خستگی موضعی عضلات چهارسر و همسترینگ بر حس عمقی مفصل زانو در زنان سالم

محیا کامرانی[۱]، *مهدی خالقی تازجی[۲]

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۲. گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۹ اسفند ۱۳۹۶
تاریخ پذیرش: ۱۳ خرداد ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱۰ آذر ۱۳۹۷

کلیدواژه‌ها:
زانو، خستگی، حس عمقی، عضلات چهارسر و همسترینگ

چکیده

هدف: حس عمقی بخشی از سیستم حسی پیکری است که مسئول گردآوری اطلاعات برای سیستم عصبی مرکزی به‌منظور آگاهی‌دادن از وضعیت بخش‌های مختلف بدن نسبت به یکدیگر است. یکی از عوامل ایجاد اختلال در حس عمقی خستگی است. در این تحقیق به بررسی تأثیر خستگی عضله چهارسررانی و همسترینگ بر حس عمقی مفصل زانو در زنان سالم پرداخته شده است.

روش‌ها: ۲۰ زن جوان سالم با میانگین سنی ۲۵ تا ۳۵ سال که از نظر دامنه حرکتی مفصل زانو و قدرت عضلات طبیعی بوده و هیچ‌گونه ضایعه عصبی، عضلانی، اسکلتی نداشتند، در این مطالعه شرکت کردند. خستگی موضعی عضلات چهارسر و همسترینگ با استفاده از دستگاه دینامومتر ایزوکینتیک صورت گرفت. میزان وضعیت حس عمقی در دو وضعیت فعال و غیرفعال با استفاده از آزمون بازسازی زاویه هدف (فلکشن ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه) در مفصل زانو انجام شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون تی وابسته نشان داد میزان خطای بازسازی زاویه هدف به دنبال خستگی موضعی عضلات چهارسر ران و همسترینگ در شرایط غیرفعال در زاویه ۴۵ درجه بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود ندارد، درحالی‌که در میزان خطای بازسازی زاویه هدف به دنبال خستگی موضعی بین عضلات چهارسر و همسترینگ در زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه در حالت غیرفعال تفاوت معنادار مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: بررسی یافته‌های تحقیق نشان داد خستگی بر حس عمقی مفصل زانو تأثیر دارد و حس وضعیت مفصل را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. همچنین نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که خستگی عضله همسترینگ نسبت به عضله چهارسر رانی اثر بیشتری بر حس وضعیت مفصل دارد.

مقدمه

با افزایش فعالیت و مشارکت در ورزش، آسیب‌های احتمالی نیز بیشتر شده است. سالانه هزاران آسیب در آزمایش‌ها نشان داده‌شده که در مواقع خستگی، کنترل عصبی عضلانی متزلزل شده و تأخیر در فعال‌سازی عصبی‌عضلانی، نیروهای برشی و گشتاور را افزایش می‌دهد و ثبات مفصل را به خطر می‌اندازد [۱].

به دنبال ایجاد خستگی، تغییراتی در بافت عضله ایجاد می‌شود و در دوره‌های تمرینی پیش‌رونده، بدن ممکن است نتواند فرصت بیابد که به‌طور کامل بین جلسات تمرین به وضعیت اولیه برگردد و این مسئله سبب کاهش کارایی شود [۲]. مطالعات نشان دادند که خستگی باعث کاهش حس عمقی زانو و کاهش در توانایی ایجاد زوایای مفصل زانو می‌شود. حس عمقی به معنای آگاهی از وضعیت قسمت‌های مختلف بدن در فضا در هرلحظه هست [۳]. حس عمقی دقیق و سالم برای عملکرد مطلوب مفصلی در فعالیت‌های مختلف زندگی روزمره و فعالیت‌های شغلی و ورزشی الزامی است.

مطالعات قبلی نشان دادند که شایع‌ترین محل آسیب‌های ورزشی مچ پا، زانو و ساق پا بوده است [۴، ۱۰]. از بین عضلات اسکلتی عضله چهارسر ران تقریباً در تمام فعالیت‌های بدن (مثل دویدن، راه‌رفتن، ضربه‌زدن) دخالت دارد و در کاهش اثر نیروهای عکس‌العمل زمین در حین راه‌رفتن نیز دخیل است به همین خاطر انقباض‌های مکرر این عضله در فعالیت‌های مختلف باعث ایجاد خستگی در این عضله می‌شود [۵، ۶]. خستگی عضلانی سبب افزایش دامنه نوسانات پاسچر، کاهش توانایی حفظ تعادل و اختلال حس عمقی می‌شود. مطالعات روی پاسچر افراد مشخص

* نویسنده مسئول:
دکتر مهدی خالقی تازجی
نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی.
تلفن: ۵۳۴۸۸۵۰ (۹۳۵) ۹۸+
پست الکترونیکی: mehdikhaleghi60@yahoo.com

کرده‌اند، کاهش حس عمقی باعث اختلال در شاخص‌هایی همچون زمان عکس‌العمل، کنترل پاسچر و تعادل می‌شود [۷، ۸].

مطالعات نشان داده که حس عمقی قابل‌تعلیم است و برای تعلیم حس عمقی این سیستم باید درگیر شود که با تمرینات خاصی این درگیری صورت می‌گیرد. در شرایط پویا، حس عمقی برای حفظ ثبات مفصل نقش حیاتی به عهده دارد. سیستم آوران از طریق انشعابات نخاعی و کورتیکال، داده‌هایی را فراهم می‌کند که برای کنترل حرکت و ثبات مفصل از طریق فعالیت رفلکسی و ارادی عضله بسیار ضروری است. در همین راستا وویلرم و همکاران اظهار داشتند که انقباضات هم‌زمان، هماهنگ و مناسب موجب توزیع نیروی مناسب روی غضروف مفصلی می‌شود [۹]. همچنین نتایج مطالعه کلیس و همکاران نشان داد، بعد از برنامه تمرین خستگی، اوج عملکرد عضلات آنتاگونیست کاهش پیدا کرد درحالی‌که اوج عملکرد عضله آگونیست یا به همان صورت باقی ماند یا کاهش پیدا کرد [۱۰].

اکثر آسیب‌های ورزشکاران در پایان ورزش، به‌ویژه در اندام تحتانی آن‌ها رخ می‌دهد [۱۰]. مفصل زانو یکی از پیچیده‌ترین و بزرگ‌ترین مفاصل در بدن است [۱۱] و در فعالیت‌های ورزشی به دلیل ارتباط ضعیف استخوان‌های آن با یکدیگر بسیار آسیب‌پذیر است [۱۲، ۱۳].

برانو و همکاران طی مطالعه‌ای با بررسی تأثیر خستگی عضلانی بر روی کنترل پاسچر در فوتبالیست‌ها نشان دادند، ایجاد خستگی عضلانی شدید، می‌تواند جابه‌جایی مرکز فشار را در جهت قدامی‌خلفی با مشکل مواجه کند [۱۴]. آسیب‌های مفصل زانو یکی از شایع‌ترین صدمات در رقابت‌های ورزشی به شمار می‌رود [۱۵]. در این میان برخورداری از قدرت عضلانی و تعادل مناسب بین عضلات آگونیست و آنتاگونیست ریسک‌پذیری آسیب‌های زانو را کاهش می‌دهد. مفصل زانو حرکات لولایی به‌صورت خم و باز شدن دارد و تا حدودی می‌تواند حرکات چرخشی حول محور طولی را انجام بدهد. عضلات چهارسر ران و همسترینگ یکی از مهم‌ترین عضلات اندام تحتانی برای نگهداری مفصل زانو به‌صورت ایستا و پویاست [۱۶، ۱۷] که ضعف در این گروه عضلات موجب ضعف در عملکرد مفصل زانوی ورزشکار می‌شود.

با توجه به اهمیت خستگی در ورزش و به دنبال آن کاهش توانایی حفظ تعادل و اختلال حس عمقی در مفصل زانوی ورزشکاران [۱۴، ۱۸]، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر خستگی موضعی عضلات چهارسر ران و همسترینگ بر حس عمقی مفصل زانو در زنان سالم بود.

روش‌شناسی

این تحقیق از نوع تجربی با آزمون‌های مکرر روی یک گروه آزمودنی که شامل ۲۰ نفر از زنان ۲۵ تا ۳۵ساله حاضر در باشگاه حس برتر تهران (میانگین سنی ۳/۷۵±۲۷/۸۶ سال ، قد ۴/۵۷±۱۶۴/۴۳ سانتی‌متر ، وزن ۳/۷۳±۶۲/۱۸ کیلوگرم) بودند و به‌طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند، انجام شد. حس وضعیت مفصل زانو با استفاده از دستگاه بایودکس سیستم ۴[1] و از طریق بازسازی فعال و غیرفعال زاویه مفصل انجام شد. بازسازی فعال و غیرفعال [۴، ۱۹] برای جلوگیری از تأثیر نیروهای فشار دهنده از طرف لبه صندلی بر پشت زانو، فاصله لبه صندلی از حفره پوپلیتئال پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. از اپیکندیل خارجی فمور به‌عنوان نشانه‌ای آناتومیکی برای تعیین موقعیت مفصل زانو استفاده شد و با یک برچسب علامت‌گذاری شد [۲۰]. سپس با استفاده از کمربند ویژه صندلی، فرد درجای خود محکم نگه‌داشته شد. محور چرخش بازوی اهرم دایناموتر هم‌راستا با محور چرخش زانو قرار داده شد و بالشتک بازوی اهرم نیز روی یک‌سوم تحتانی ساق قرار داده شد [۴، ۲۱].

با استفاده از حالت ایزوکینتیکی اهرم دستگاه آزاد می‌شد تا آزمودنی بتواند آزادانه و به‌صورت فعال آن را حرکت دهد. در زمان آزمون برای جلوگیری از تأثیر نیروهای تماسی از طرف لباس آزمودنی، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با کمترین لباس ممکن بر روی دستگاه قرار گیرد. برای اطمینان از بسته‌بودن چشم‌ها از چشم‌بند استفاده شد [۲۲]. همچنین در زمان اندازه‌گیری حس موقعیت مفصل، از طریق گوشی برای آزمودنی‌ها آهنگ پخش شد تا از بازخورد صدای دستگاه جلوگیری شود. ارزیابی حس موقعیت فعال قبل از حس موقعیت غیرفعال مفصل انجام گرفت [۲۳].

پس ازاینکه تمامی تنظیم‌های فوق انجام گرفت، از فرد خواسته شد تا به‌صورت فعال مفصل خود را در وضعیت هدف قرار دهد [۴، ۲۲]. زاویه شروع فلکشن ۹۰ درجه زانو بود که ابتدا توسط گونیامتر اندازه‌گیری شد و زوایای هدف ابتدا زاویه ۳۰ درجه، ۴۵ درجه و درنهایت ۶۰ درجه فلکشن زانو، به‌صورت فعال بازسازی شد. برای آشناشدن آزمودنی با زاویه مدنظر، در شرایط چشم باز دستگاه مفصل فرد را در زاویه هدف به مدت پنج ثانیه نگه داشت. پس از آن از فرد خواسته شد تا با چشمان بسته سه بار زوایای مدنظر را بازسازی کند. به طوری که فرد، پای خود را حرکت داده تا به زاویه مدنظر برسد. برای اندازه‌گیری حس موقعیت فعال مفصل بالاترین سرعت دستگاه قرار داده شد تا آزمودنی بتواند با بالاترین سرعت دلخواه به زاویه مدنظر دست یابد [۲۴]. میانگین خطای مطلق بازسازی‌شده در سه مرتبه به‌عنوان خطای بازسازی فعال ثبت شد.

آزمودنی دو دقیقه استراحت کرد و بلافاصله بازسازی زاویه به‌صورت غیرفعال انجام شد. برای اندازه‌گیری بازسازی زاویه به‌صورت غیرفعال، زاویه شروع فلکشن ۹۰ درجه زانو و زاویه‌های هدف ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن زانو بود. اجرای آزمون

1. Biodex system 4

به‌این‌ترتیب بود که ابتدا پای آزمودنی به‌صورت غیرفعال از فلکشن ۹۰ درجه زانو به زاویه هدف حرکت داده شد و در این حالت دستگاه پای شخص را به مدت پنج ثانیه ثابت نگه داشت. سپس پای شخص به حالت شروع بازگشت و چشمان فرد بسته می‌شد.

پروتکل خستگی به‌صورت انقباض بیشینه ایزوکینتیک کانسنتریک اکستنشن زانو یعنی عضله چهارسر ران و انقباض بیشینه ایزوکینتیک کانسنتریک فلکسوری زانو یعنی عضله همسترینگ، که با سرعت ثابت ۶۰ درجه بر ثانیه اعمال شد. پس از سه دقیقه استراحت بلافاصله خستگی موضعی عضله چهارسر ران صورت می‌گیرد. و بعد از اعمال پروتکل بلافاصله بازسازی مفصل در ۳ زاویه ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه، به‌صورت فعال و غیرفعال، اندازه‌گیری می‌شود. بعد از یک دوره ریکاوری ۴۸ ساعته، آزمودنی برای خستگی عضله همسترینگ مورد آزمایش قرار گرفت. پروتکل خستگی عضله همسترینگ نیز شبیه به عضله چهارسر ران اعمال شد. این کار برای ۲۰ آزمودنی صورت گرفت. درنهایت حس عمقی مفصل زانو برای قبل و بعد از خستگی عضلات چهارسر ران با حس عمقی مفصل زانو برای قبل و بعد از خستگی عضله همسترینگ اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، برای بررسی نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (K.S) و برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از آزمون تی مستقل و وابسته استفاده شد.

نتایج

در جدول شماره ۱ میانگین خطای زاویه بازسازی یا حس وضعیت مفصل زانو در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و نتایج آزمون آماری آورده شده است.

نتایج آماری آزمون تی وابسته نشان داد که خستگی عضلات چهارسر ران و همسترینگ تأثیر معناداری بر حس عمقی مفصل زانو گذاشته است. همچنین با بررسی زوایای تعیین‌شده می‌توانیم نتیجه بگیریم خستگی نتوانسته است تأثیری در زاویه ۴۵ درجه مفصل زانو بگذارد. به نظر می‌رسد خستگی حس وضعیت مفصل زانو را در زوایای ابتدایی و انتهایی دامنه حرکتی مفصل زانو بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد و همچنین آسیب‌دیدگی نیز بیشتر در ابتدا و انتهای دامنه حرکتی اتفاق می‌افتد.

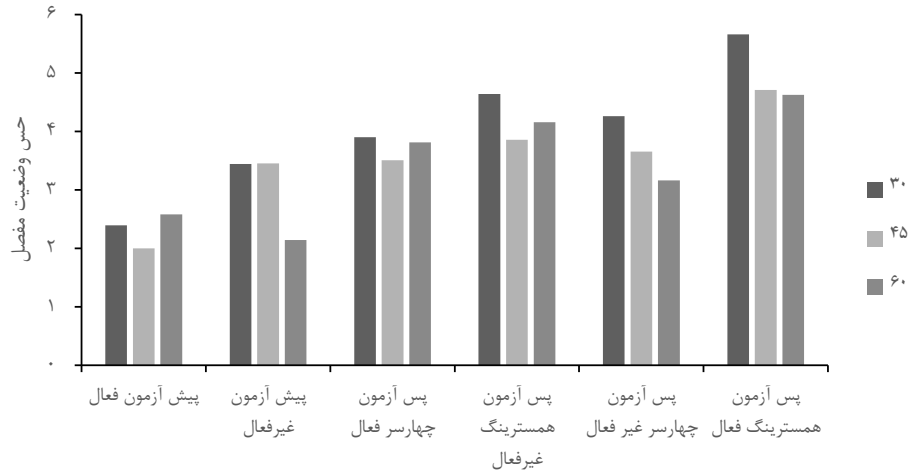
همچنین تصویر شماره ۱ مقایسه میانگین خطای زاویه بازسازی مفصل زانو را بین دو عضله چهارسرانی و همسترینگ پس از اعمال خستگی موضعی در دو شرایط فعال و غیرفعال نشان می‌دهد.

نتایج آماری آزمون تی مستقل نشان داد میانگین حس وضعیت عضله همسترینگ در زاویه ۳۰ درجه در وضعیت فعال (۴/۶۴±۱/۹۲) بیشتر از عضله چهارسر (۳/۹±۱/۳۳) است. همین‌طور در زاویه ۴۵ درجه در وضعیت فعال میانگین حس وضعیت عضله همسترینگ (۳/۸۶±۱/۸۷) بیشتر از عضله چهارسر (۳/۵۱±۱/۳۶) است. همچنین برای زاویه ۶۰ درجه در وضعیت فعال، میانگین حس وضعیت عضله همسترینگ (۴/۱۶±۱/۷۱) بیشتر از عضله چهارسر (۳/۸۱±۱/۲۴) است. در وضعیت غیرفعال در زاویه ۳۰ درجه، میانگین حس وضعیت در عضله همسترینگ (۵/۱±۶۶/۸۱) در مقایسه با عضله چهارسر (۴/۲۶±۱/۵۴) بیشتر است و تأثیر معناداری نیز دارد. میانگین حس وضعیت در زاویه ۴۵ درجه در وضعیت غیرفعال در عضله همسترینگ ۴/۷۱±۲/۱ است که در مقایسه با عضله چهارسر (۳/۶۵±۱/۲۳) افزایش پیداکرده است و درنهایت در زاویه ۶۰ درجه در وضعیت غیرفعال در عضله همسترینگ میانگین حس وضعیت (۴/۶۲±۱/۲۹) افزایش معناداری را نسبت به عضله چهارسر (۳/۱۶±۰/۸۹) نشان می‌دهد.

همان‌گونه که از یافته‌های تصویر پیداست، تأثیر خستگی عضله همسترینگ بر کاهش حس عمقی مفصل زانو بیشتر از تأثیر

جدول ۱. میانگین حس وضعیت مفصل زانو در پیش‌آزمون و بعد از خستگی عضله چهارسر و همسترینگ و نتایج آزمون آماری تی وابسته

شرایط		میانگین±انحراف معیار		df	P		درصد تغییرات	
		پیش‌آزمون (درجه)	پس‌آزمون (درجه)					
			چهارسر	همسترینگ	چهارسر	همسترینگ	چهارسر	همسترینگ
فعال	۳۰	۳۹/۵۱±۲/۱	۹/۳۳±۳/۱	۶۴/۹۲±۴/۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۶۳	۹۴
	۴۵	۱±۲/۱۸	۵۱/۳۶±۳/۱	۸۶/۸۷±۳/۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۷۵	۹۳
	۶۰	۵۸/۵±۲/۱	۸۱/۲۴±۳/۱	۱۶/۷۱±۴/۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۴	۴۷	۶۱
غیرفعال	۳۰	۴۴/۴۹±۳/۱	۲۶/۵۴±۴/۱	۶۶/۸۱±۵/۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۲۳	۶۴
	۴۵	۳/۴۵±۳/۰۴	۶۵/۲۳±۳/۱	۷۱/۱±۴/۲	۰/۶۷۲	۰/۱	۵	۳۶
	۶۰	۱۴/۹۱±۲/۰	۱۶/۸۹±۳/۰	۶۲/۲۹±۴/۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۷	۱۱۵



تصویر ۱. حس وضعیت مفصل برای پیش‌آزمون، پس‌آزمون عضله چهارسر و پس‌آزمون عضله همسترینگ در شرایط فعال و غیرفعال مجله بیومکانیک ورزشی

خستگی عضله چهارسر بر کاهش حس عمقی مفصل زانو در زنان سالم است. با بررسی درصد تغییرات در میزان حس عمقی متوجه می‌شویم درصد تغییرات پس از خستگی در عضله همسترینگ خیلی بیشتر از عضله چهارسر ران است. این نشان می‌دهد عضله همسترینگ از خستگی، بیشتر تأثیر می‌پذیرد [۱۵، ۱۸]. درواقع خستگی عضله همسترینگ می‌تواند حس عمقی مفصل زانو را بیشتر تحت تأثیر قرار دهد و اثر منفی بیشتری داشته باشد و اگر کاهش پیدا کند احتمال آسیب‌دیدگی مانند پارگی ACL و رباط‌ها و دیگر آسیب‌ها را به همراه داشته باشد.

بحث

نتایج این تحقیق همچنین با نتایج تحقیقاتی که از پروتکل خستگی ایزوکینتیک، ایزومتریک، حرکات تکراری و نیز خستگی عملکردی برای خسته‌کردن عضلات همسترینگ و چهارسررانی استفاده کردند، هم‌خوانی دارد [۴، ۱۲، ۱۴، ۲۴، ۲۵]. همان‌طور که گییر و همکاران در مقاله خود [۲۶] نقش سطوح مختلف خستگی روی حس وضعیت مفصل زانو را بررسی کرد و برای ایجاد خستگی موضعی گروه عضلانی همسترینگ، همانند پژوهش حاضر، از دستگاه بایودکس ایزوکینتیک داینامومتر استفاده کرد. آزمودنی‌ها اکستنشن و فلکشن زانو را انجام می‌دهند، تا زمانی که اوج گشتاور همسترینگ به ۱۰ ، ۳۰ یا ۵۰ درصد برای سه تکرار متوالی کاهش پیدا کند. در این مقاله برای اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زاویه مفصل زانو از ۵۰ درجه فلکشن شروع شده و سپس آزمودنی به‌صورت غیرفعال، مفصل زانوی خود را به یکی از زوایای ۱۵ ، ۳۰ یا ۴۵ درجه می‌رساند.

درواقع این محقق روی گشتاور عضله همسترینگ و روی زوایای اولیه زانو مطالعه خود را انجام داد، درصورتی‌که تحقیق حاضر زوایای انتهایی مفصل زانو یعنی زاویه ۶۰ درجه را نیز مورد بررسی قرار داد. درنتیجه گییر و همکاران در تحقیق خود به این امر رسیدند که بیشترین اثر پس از ۱۰ درصد از خستگی همسترینگ، در زاویه ۳۰ درجه فلکش زانو اتفاق افتاد [۲۶].

از عوامل تأثیرگذار بر نتایج پژوهش، نوع خستگی عضلات چهارسر ران و همسترینگ است که به‌صورت موضعی توسط دستگاه ایزوکینتیک انجام گرفت. بنابراین همسو با نتایج پژوهش حاضر، امیرحسین وفادار در پژوهش خود [۲۷] حس وضعیت مفصل را در سه زاویه (۶۰، ۴۵ و ۳۰ درجه) و حس حرکت مفصل را در دامنه ۴۰ تا ۵۰ درجه در دو زنجیره حرکتی باز و بسته از طریق بازسازی فعال و غیرفعال بررسی کرده است. برخلاف پژوهش حاضر که حس وضعیت مفصل توسط دستگاه ایزوکینتیک اندازه‌گیری شد، حس وضعیت زاویه مفصل در این تحقیق توسط گونیامتر دیجیتالی اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد که حس وضعیت مفصل قبل از فعالیت در زاویه ۳۰ درجه در مقایسه با زوایای دیگر بیشترین دقت را دارد. همچنین در ارزیابی حس حرکت و حس وضعیت مفصل زنجیره حرکتی بسته دقت بیشتری را در مقایسه با زنجیره حرکتی باز نشان داد. بعد از حداکثر فعالیت عضلانی حس وضعیت مفصل در زاویه ۴۵ درجه در مقایسه با زوایای دیگر دارای بیشترین خطای مطلق زاویه‌ای بود. همچنین در ارزیابی حس حرکت و حس وضعیت مفصل زنجیره حرکتی بسته دقت بیشتری را در مقایسه با زنجیره حرکتی باز نشان داد.

در این مقاله مشاهده شد حس وضعیت مفصل و حس حرکت پس از حداکثر فعالیت عضلانی کاهش می‌یابد که احتمالاً به دلیل کاهش فعالیت هر دو گیرنده عضلانی و مفصلی پس از فعالیت سنگین باشد. بنابراین لازم است این حس مهم و تمریناتی که باعث بهبود و افزایش آن می‌شوند در برنامه‌های درمانی مورد توجه بیشتری قرار گیرند.

با بررسی درصد تغییرات در میزان حس عمقی متوجه می‌شویم

که درصد تغییرات پس از خستگی در عضله همسترینگ خیلی بیشتر از عضله چهارسر ران است. این نشان می‌دهد که عضله همسترینگ از خستگی، بیشتر تأثیر می‌پذیرد. یعنی خستگی عضله همسترینگ می‌تواند حس عمقی مفصل زانو را بیشتر تحت تأثیر قرار دهد و اثر منفی بیشتری داشته باشد و اگر کاهش پیدا کند می‌تواند احتمال آسیب‌دیدگی مانند پارگی ACL و رباط‌ها و دیگر آسیب‌ها را به همراه داشته باشد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد خستگی نتوانسته است تأثیری در زاویه ۴۵ درجه مفصل زانو بگذارد. به نظر می‌رسد خستگی موضعی حس وضعیت مفصل زانو را در زوایای ابتدایی و انتهایی دامنه حرکتی مفصل زانو بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به اینکه اکثر آسیب‌های مفصلی در شرایطی رخ می‌دهد که مفصل در وضعیت ابتدا و یا انتهایی قرار دارد این مسئله می‌تواند موردتوجه مربیان و درمانگران ورزشی قرار گیرد. به‌عنوان مثال عنوان‌شده است پارگی ACL در هنگام فرود در ابتدای دامنه حرکتی یعنی در زاویه ۲۰ تا ۳۰ درجه فلکشن رخ می‌دهد.

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد خستگی موضعی عضلات چهارسر ران و همسترینگ، حس عمقی مفصل زانو را در زنان سالم کاهش می‌دهد. همچنین خستگی موضعی عضله همسترینگ نسبت به خستگی موضعی عضله چهارسر ران اثر بیشتری بر کاهش حس عمقی مفصل زانو دارد و از طرف دیگر به نظر می‌رسد خستگی موضعی حس وضعیت مفصل زانو را در زوایای ابتدایی و انتهایی دامنه حرکتی مفصل زانو بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین علاوه بر تأکید بیشتر بر حس عمقی زانو به دنبال خستگی عضله همسترینگ همچنین پیشنهاد می‌شود در طراحی تمرین، بهبود حس عمقی مفصل زانو در زوایای ابتدایی و انتهایی حرکت مفصل که اکثر آسیب‌های مفصلی در این زوایا رخ می‌دهد، مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به یافته‌های تحقیق، خستگی موضعی عضلات چهارسر ران و همسترینگ، حس عمقی مفصل زانو را در زنان سالم کاهش می‌دهد. همچنین خستگی موضعی عضله همسترینگ نسبت به عضله چهارسر ران اثر بیشتری بر کاهش حس عمقی مفصل زانو دارد. و از طرف دیگر یافته‌ها نشان می‌دهند، خستگی موضعی عضلات همسترینگ و چهارسر ران، حس وضعیت مفصل زانو را در زوایای ابتدایی و انتهایی دامنه حرکتی مفصل زانو بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

قبل از اجرای آزمون، روند اجرای پژوهش و یک توضیح کلی در مورد دستگاه، برای آزمودنی‌ها داده شد و به آن‌ها در مورد محرمانه‌ماندن اطلاعاتشان اطمینان داده شد. همچنین اگر شرکت‌کنندگان هر لحظه تمایل به ادامه پژوهش نداشتند یا قبل از اجرای آزمون علائم خستگی در آن‌ها به وجود می‌آمد، اجازه خروج از آزمون را داشتند.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی نداشته ست.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، تحقیق و بررسی، ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته، بصری‌سازی، نظارت، مدیریت پروژه و تأمین مالی: محیا کامرانی و مهدی خالقی.

تعارض منافع

طبق اظهار نظر نویسندگان این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارد.

References

[1] Biedert RM. Contribution of the three levels of nervous system motor control: Spinal cord lb, cerebral cortex. In: Lephart SM, Fu FH, editors. Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability. Windsor, Ontario: Human Kinetics; 2000.

[2] Ortiz A, Olson SL, Etnyre B, Trudelle-Jackson EE, Bartlett W, Venegas-Rios HL. Fatigue effects on knee joint stability during two jump tasks in women. Journal of Strength and Conditioning Research/National Strength & Conditioning Association. 2010; 24(4):1019-27. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181c7c5d4] [PMID] [PMCID]

[3] Jerosch J. Proprioceptive capabilities of the ankle in stable and unstable joints. Sports Exercise and Injury. 1996; 2:167-71.

[4] Mohammadi Bazneshin M, Amiri A, Jamshidi AA, Vasaghi-Gharamaleki B. Quadriceps muscle fatigue and knee joint position sense in healthy men. Physical Therapy. 2015; 5(2):109-14. [DOI:10.15412/J.PTJ.07050207]

[5] Zwarts MJ, Bleijenberg G, Van Engelen BG. Clinical neurophysiology of fatigue. Clinical Neurophysiology. 2008; 119(1):2-10. [DOI:10.1016/j.clinph.2007.09.126] [PMID]

[6] Agrawal V, Gailey R, O'Toole C, Gaunaurd I, Dowell T. Symmetry in External Work (SEW): A novel method of quantifying gait differences between prosthetic feet. Prosthetics and Orthotics International. 2009; 33(2):148-56. [DOI:10.1080/03093640902777254] [PMID]

[7] Bayramoglu M, Toprak R, Sozay S. Effects of osteoarthritis and fatigue on proprioception of the knee joint. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2007; 88(3):346-50. [DOI:10.1016/j.apmr.2006.12.024]

[8] Barbieri FA, Beretta SS, Pereira VA, Simieli L, Orcioli-Silva D, dos Santos PC, et al. Recovery of gait after quadriceps muscle fatigue. Gait & Posture. 2016; 43:270-4. [DOI: 10.1016/j.gaitpost.2015.10.015] [PMID]

[9] Vuillerme N, Boisgontier M. Muscle fatigue degrades force sense at the ankle joint. Gait & Posture. 2008; 28(3):521-4. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2008.03.005] [PMID]

[10] Kellis E. The effects of fatigue on the resultant joint moment, agonist and antagonist electromyographic activity at different angles during dynamic knee extension efforts. Journal of Electromyography and Kinesiology. 1999; 9(3):191-9. [DOI:10.1016/S1050-6411(98)00032-7]

[11] Givoni NJ, Pham T, Allen TJ, Proske U. The effect of quadriceps muscle fatigue on position matching at the knee. The Journal of Physiology. 2007; 584(1):111-9. [DOI:10.1113/jphysiol.2007.134411] [PMID] [PMCID]

[12] Gavin JP, Julie R, Herbert G. Does fatigue induced by repeated hamstring muscle function. Medicine & Science in Sport & Exercise. 2000; 32(3):647-53. [DOI:10.1097/00005768-200003000-00015] [PMID]

[13] Ribeiro F, Mota J, Oliveira J. Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. European Journal of Applied Physiology. 2007; 99(4):379-85. [DOI:10.1007/s00421-006-0357-8] [PMID]

[14] Baroni BM, Wiest MJ, Generosi RA, Vaz MA, Junior L, Pinto EC. Effect of muscle fatigue on posture control in soccer Players during the short-pass movement. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. 2011; 13(5):348-53. [DOI:10.5007/1980-0037.2011v13n5p348]

[15] Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics. 2000; 23(6):573-8. [DOI:10.3928/0147-7447-20000601-15] [PMID]

[16] McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Excercise physiology. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.

[17] Padua DA, Arnold BL, Perrin DH, Gansneder BM, Carcia CR, Granata KP. Fatigue, vertical leg stiffness, and stiffness control strategies in males and females. Journal of Athletic Training. 2006; 41(3):294-304. [PMCID] [PMID]

[18] Kellis E, Kouvelioti V. Agonist versus antagonist muscle fatigue effects on thigh muscle activity and vertical ground reaction during drop landing. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2009; 19(1):55-64. [DOI:10.1016/j.jelekin.2007.08.002] [PMID]

[19] Asmussen E. Muscle fatigue. Medicine & Science in Sports. 1979; 11(4):313-21. [PMID]

[20] Sparto PJ, Parnianpour M, Reinsel TE, Simon S. The effect of fatigue on multi joint kinematics, coordination, and postural stability during a repetitive lifting test. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1997; 25(1):3-12. [DOI:10.2519/jospt.1997.25.1.3] [PMID]

[21] Chappell JD, Herman DC, Knight BS, Kirkendall DT, Garrett WE, Yu B. Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. The American Journal of Sports Medicine. 2005; 33(7):1022-9. [DOI:10.1177/0363546504273047] [PMID]

[22] Moraska A. Sport massage: A comprehensive review. Sports Medicine and Physical fitness. 2005; 45(3):370-80.

[23] Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: A critical review of methods. Journal of Sport and Health Science. 2016; 5(1):80-90. [DOI:10.1016/j.jshs.2014.10.004] [PMID] [PMCID]

[24] Rahnama N, Reilly T, Lees A, Graham-Smith P. Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. Journal of Sports Science. 2003; 21(11):933-42. [DOI:10.1080/0264041031000140428] [PMID]

[25] al Oe. The effect of stretching on muscular fatigue at pre-post exercise by surface electrospectreal analysis. Rehabilitation. 2004;32:19-26.

[26] Gear WS. Effect of different levels of localized muscle fatigue on knee position sense. Journal of Sports Science and Medicine. 2011; 10(4):725-30. [PMCID] [PMID]

[27] Vafadar AK. The effect of muscle fatigue on proprioception in an upper limb multijoint task [PhD dissertation]. Montreal: McGill University; 2009.

This Page Intentionally Left Blank