

Comparison of the Immediate Effect of Static Stretching of Quadriceps with Different Times on the Knee Joint Position Sense in Collegiate Female Athletes

Farzaneh Ashena^{1*}, Fouad Seidi², Mohammad Hossein Alizadeh³

1. MSc in Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Health & Sport Medicine, Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Associate Professor in Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Health & Sport Medicine, Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Professor in Sport Injuries and Corrective Exercises, Department of Health & Sport Medicine, Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2016 December.20

Revised: 2017. February.16

Accepted: 2017.March.02

Abstract

Background and Aim: Duration of stretching in the muscles around the joint can have different effects on the accuracy of sense of position. However, since the accuracy of the joint's position sense is one of the important factors in subtle movements and prevention of injury, the present study was conducted to compare the immediate effects of static stretching of quadriceps with different times (10, 20, and 30 seconds) on the knee joint position sense in Collegiate female athletes.

Materials and Methods: A total of 33 Female student-athletes (average age: 22.15 ± 2.48 years, average weight 60.72 ± 8.36 kg, and average height of 165.15 ± 6.40 cm) were purposefully selected. Absolute error was evaluated in the reconstruction of the knee joint flexion angle at 45° and 60° in three days with three different times during static quadriceps stretching using photogrammetric method.

Results: The results of the analysis of variance with repeated measures showed no statistically significant difference between the absolute errors of reconstruction of the knee joint flexion angles ($P > 0/05$).

Conclusion: Considering the results obtained in the present study, it seems that athletes and coaches can use these three static stretching times without worrying about differences in their negative effects on the accuracy of their knee joint position sense.

Keywords: Joint position sense; Knee, Stretch durations; Quadriceps muscle; Static stretching

Cite this article as: Farzaneh Ashena, Fouad Seidi, Mohammad Hossein Alizadeh. Comparison of the Immediate Effect of Static Stretching of Quadriceps with Different Times on the Knee Joint Position Sense in Collegiate Female Athletes. *J Rehab Med.* 2018; 6(4): 151-159.

* **Corresponding Author:** Farzaneh Ashena. Department of Health & Sport Medicine, Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran
Email: ashenaf@ut.ac.ir

مقایسه اثر آنی کشش استاتیک عضله چهارسر با زمان‌های مختلف بر دقت حس وضعیت مفصل زانو در ورزشکاران زن دانشگاهی

فرزانه آشنا^{۱*}، فواد صیدی^۲، محمدحسین علیزاده^۳

۱. کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشیار آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. استاد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه بهداشت و طب ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۵/۰۹/۳۰ بازنگری مقاله ۱۳۹۵/۱۱/۲۶ پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۱۲/۱۲ *

چکیده

مقدمه و اهداف

مدت زمان اعمال کشش در عضلات اطراف یک مفصل می‌تواند بر دقت عملکرد حس وضعیت متاثر متفاوت داشته باشد. لذا با توجه به اینکه دقت عملکرد حس وضعیت مفصل زانو از عوامل مهم در انجام ماهرانه حرکات و پیشگیری از بروز آسیب می‌باشد، هدف از این تحقیق مقایسه اثر آنی کشش استاتیک عضله چهارسر با زمان‌های مختلف (۱۰، ۲۰ و ۳۰ ثانیه) بر دقت حس وضعیت مفصل زانو در ورزشکاران زن دانشگاهی بود.

مواد و روش‌ها

۳۳ دانشجوی زن ورزشکار با میانگین سنی $22/15 \pm 2/48$ سال، وزن $60/72 \pm 8/36$ کیلوگرم و قد $165/15 \pm 6/40$ سانتی‌متر به صورت هدفمند از جامعه آماری انتخاب شدند. ارزیابی خطای مطلق بازسازی مفصل زانو در دو زاویه ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن، طی سه روز به طور تصادفی با سه زمان مختلف کشش استاتیک عضله چهارسر، با روش فتوگرامتری صورت گرفت.

یافته‌ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که از نظر آماری اختلاف معناداری در خطای بازسازی زاویه‌ای مفصل زانو بین زمان‌های مختلف کشش استاتیک عضله چهارسر وجود ندارد ($p > 0/05$).

نتیجه‌گیری

بنابراین با توجه به نتایج تحقیق، بنظر می‌رسد ورزشکاران و مربیان می‌توانند از این سه زمان کشش استاتیک بدون نگرانی از تفاوت در اثر منفی آن بر روی دقت عملکرد حس وضعیت مفصل زانو استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی

حس وضعیت مفصل، زانو، زمان کشش، عضله چهارسر، کشش استاتیک

نویسنده مسئول: فرزانه آشنا. گروه بهداشت و طب ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: ashnaf@ut.ac.ir

مقدمه و اهداف

یکی از عوامل موثر در بروز آسیب‌های مفصلی، اختلال در آگاهی فرد از وضعیت بدن و متعاقباً ارتباط نامناسب با محیط اطراف است. حس وضعیت فرد را از موقعیت قرارگیری مفصل آگاه ساخته و موجب نظم‌بخشیدن به انقباضات عضلانی به منظور ایجاد حرکت و استحکام مفصل می‌گردد. این حس با عملکردی بسیار سریعتر از حس درد (۱۰۰-۷۰ برابر) نقش مهم‌تری در پیشگیری از آسیب‌های حاد به خصوص آسیب‌های ورزشی دارد و در حفظ ثبات دینامیک مفاصل موثر است.^[۱]

عوامل متعددی بر دقت عملکرد حس وضعیت مفاصل تاثیرگذار هستند که یکی از آنها انجام تمرینات کششی در عضلات اطراف مفصل است.^[۲] سال‌های متمادی است که تمرینات کششی به عنوان بخش مهمی از برنامه‌ی رایج گرم کردن قبل از شروع ورزش انجام می‌شود. اعتقاد بر این است که اثرات سودمند کشش در نتیجه‌ی دو تغییر ایجاد می‌شود؛ یکی تغییر در طول و افزایش انطباق واحد عضلانی-تاندونی و دیگری تغییر در مکانیسم عصبی گیرنده‌های حس عمقی در توانایی تشخیص و پاسخ به محرک‌های محیطی.^[۳، ۴] به گونه‌ای که به عنوان نمونه، Bjorklund و همکارانش^[۵] در تحقیق خویش گزارش کردند که حس وضعیت مفصل زانوی آزمودنی‌ها پس از انجام تمرینات کششی بر روی عضله راست رانی، به مدت دو هفته، به طور معناداری تغییر یافت و عنوان کردند که این تغییر ممکن است ناشی از تغییر در عملکرد دوک‌های عضلانی باشد. Subasi و همکاران^[۶] نیز گزارش کردند که پنج دقیقه گرم کردن بدن شامل جاگینگ^۱ و تمرینات کششی اندام تحتانی به صورت استاتیک، حس وضعیت مفصل زانو را بهبود می‌بخشد و در تحقیقی هم که در سال ۲۰۱۳ در کالج امریکایی طب ورزش^۲ منتشر گردید، عنوان شده است که انجام تمرینات کششی با تاثیر بر دقت عملکرد حس عمقی ممکن است به پیشگیری از آسیب‌های عضلانی-تاندونی و کوفتگی عضلانی کمک کرده و منجر به افزایش ثبات پاسچر شود. با این وجود، شواهد علمی در خصوص مزایای تمرینات کششی بسیار متناقض است.^[۷، ۴] و به نظر می‌رسد گزارش اثرات متناقض تمرینات کششی بر فاکتورهای مختلف بدنی ناشی از تفاوت در نوع کشش (استاتیک یا دینامیک)، زمان‌های مختلف اعمال کشش، شدت کشش (از نظر آستانه‌ی درد)، نوع فعالیت بعد از کشش، ویژگی‌های آزمودنی‌ها و نحوه گزینش آنها، قابلیت اطمینان، روش‌شناسی متفاوت و در نهایت تفسیر نتایج باشد.^[۸، ۴، ۲] در این میان، در غالب تحقیقاتی که نوع (استاتیک) و شدت (تا آستانه‌ی درد) یکسانی را در نظر گرفته‌اند، غالباً مدت زمان‌های مختلف اعمال کشش، سبب بروز نتایج متفاوت شده است به نحوی که در غالب موارد، افزایش مدت زمان اعمال کشش با کاهش عواملی همچون قدرت، تولید نیرو، دامنه فعالیت الکترومیوگرافی، تعادل، زمان واکنش و عملکرد ورزشی همراه بوده است.^[۳، ۸-۲۰] هر چند که استثناهایی نیز در این ارتباط وجود دارد که سفتی واحد عضلانی-تاندونی، دامنه‌ی حرکتی مفاصل و انعطاف‌پذیری از جمله این موارد بوده است؛ به گونه‌ای که افزایش مدت زمان کشش سبب بهبود عوامل مذکور شده است.^[۷، ۲۱-۲۳] همچنین در این خصوص گزارش شده که حتی مدت زمان‌های کوتاه ۳۰-۵ ثانیه کشش نیز در بهبود این عوامل موثر می‌باشند.^[۱۵]

بنابراین در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان عنوان کرد که مدت زمان اعمال کشش یکی از فاکتورهای اساسی است که می‌تواند بر نتایج حاصله از کشش تاثیرگذار بوده و حتی نتایج کاملاً متضادی را در متغیر مورد نظر داشته باشد. از این رو، در حال حاضر مستندات موجود در خصوص تاثیر زمان‌های مختلف اعمال کشش بر دقت عملکرد حس وضعیت مفاصل ناچیز است و به دلیل عدم مشابَهت عوامل مختلف تاثیرگذار بر نتایج کشش (همچون نوع، شدت و تکرار) در تحقیقات پیشین، حتی در صورت مدت زمان‌های مشابه اعمال کشش، نتایج ضد و نقیضی در این ارتباط مشاهده می‌شود. به عنوان نمونه، Bjorklund و همکاران^[۲۴] گزارش کردند که کشش استاتیک عضلات آگونیست و آنتاگونیست مفصل شانه اثری بر دقت عملکرد حس وضعیت این مفصل ندارد و Larsen و همکارانش^[۲۵] نیز مشابه چنین نتایجی را پس از کشش ۳۰ ثانیه‌ای عضلات چهارسر و همسترینگ به صورت استاتیک در دقت حس وضعیت مفصل زانو گزارش کردند، اما در مقابل، غفاری‌نژاد و همکارانش^[۲] در تحقیقی مشابه با تحقیق Larsen گزارش کردند که کشش ۳۰ ثانیه‌ای عضلات اندام تحتانی به صورت استاتیک منجر به بهبود دقت عملکرد حس وضعیت مفصل زانو شده است.

بنابراین مشاهده می‌شود که حتی با وجود مشابَهت تحقیقات مذکور از لحاظ نوع، شدت، تکرار و زمان کشش، باز هم نتایج ضد و نقیض است. از این رو، این نگرانی وجود دارد که ممکن است تمرینات کششی حساسیت گیرنده‌های حس عمقی را تحت تاثیر قرار داده و موجب اختلال در آن شوند. از آنجا که هر عامل کاهش‌دهنده‌ی حس عمقی می‌تواند منجر به بروز اختلال ثبات مکانیکی گشته و در نهایت مفصل را مستعد ضربات خفیف و در نهایت آسیب نماید، تمرینات کششی استاتیک اندام تحتانی در زمان‌های طولانی نیز ممکن است با تاثیر منفی بر عملکرد دوک‌های عضلانی سبب کاهش دقت عملکرد حس عمقی مفاصل یا و بخصوص زانو شوند. لذا بررسی تاثیر عوامل مختل‌کننده‌ی حس عمقی می‌تواند منجر به پیش‌بینی احتمال وقوع آسیب و پیشگیری از بروز آسیب‌های احتمالی در مفصل زانو شود.^[۲۶] در نتیجه با توجه به نقش بسیار مهم مدت زمان اعمال کشش و همچنین کمبود مستندات در خصوص اثرات آنی کشش استاتیک با

¹ Jogging

² ACSM

زمان‌های مختلف بر روی دقت عملکرد حس وضعیت مفاصل به ویژه کشش‌های زیر ۳۰ ثانیه^[۲۳، ۱۵، ۸، ۴]، تحقیق حاضر به مقایسه تاثیر سه کشش استاتیک ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ثانیه‌ای عضله چهارسر بر دقت عملکرد حس وضعیت مفصل زانو پرداخت تا بتواند در صورت امکان به این سوال که "آیا بین اثرات آنی کشش استاتیک در زمان‌های مختلف بر دقت حس وضعیت مفصل زانو تفاوت وجود دارد یا خیر" پاسخ دهد.

مواد و روش‌ها

با توجه به اعمال متغیر مداخله‌ای کشش و انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج، تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و از لحاظ استفاده کاربردی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل دانشجویان زن ۲۶-۲۰ ساله رشته‌ی تربیت بدنی دانشگاه تهران بود. از میان این افراد، ۳۳ فرد با میانگین سنی $22/15 \pm 2/48$ سال، وزن $60/72 \pm 8/36$ کیلوگرم و قد $165/15 \pm 6/40$ سانتی‌متر بر اساس معیارهای ورود و خروج در تحقیق شرکت کردند. معیارهای ورود به تحقیق شامل قرار داشتن در محدوده سنی ۲۰ الی ۲۶ سال، داشتن شاخص توده بدن نرمال (در محدوده ۱۸ الی ۲۵) و رضایت داوطلبانه برای شرکت در مراحل آزمون بود. معیارهای خروج از تحقیق شامل داشتن علائم پاتولوژیک و یا سابقه شکستگی یا جراحی در ستون فقرات، لگن و اندام تحتانی؛ سابقه اسپرین در اندام تحتانی که نیازمند درمان فراتر از یخ و بانداژ بوده است؛ وجود سابقه اختلالات حسی و حرکتی، ابتلا به بیماری‌های مفصلی و یا وجود تغییر شکل مشهود در راستای اندام تحتانی و فعالیت در سطحی بالاتر از سطح ورزش دانشگاهی بود.

پس از انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق، توضیحات شفاهی و کتبی به آنها داده شد. سپس پای غالب افراد (پایی که شوت می‌زد) شناسایی شده و به طور کلی هر آزمودنی پس از ورود به آزمایشگاه مراحل زیر را پشت سر گذاشت:

(۱) تعیین محل مارکرها و مشخص کردن آنها بر روی پای غالب (شکل ۱)

(۲) گرم کردن بدن با استفاده از تردمیل با سرعت ثابت به منظور افزایش دمای عضلات اندام تحتانی

(۳) اندازه‌گیری میزان خطای مطلق^۳ بازسازی زاویه‌ای مفصل زانو با روش فتوگرامتری قبل از اعمال کشش (پیش‌آزمون)

(۴) انتخاب پروتکل کششی به صورت تصادفی (مدت زمان ۱۰، ۲۰ یا ۳۰ ثانیه‌ای)

(۵) اندازه‌گیری میزان خطای مطلق بازسازی زاویه‌ای مفصل زانو با روش عکس‌برداری با قابلیت اطمینان ۹۸ درصد^[۲۷] بلافاصله پس از اعمال کشش (پس‌آزمون)

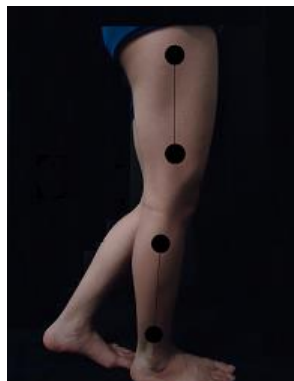
(۶) تحلیل داده‌ها از روی عکس‌های گرفته‌شده با دوربین در نرم‌افزار اتوکد

شایان ذکر است که برای جلوگیری از سوگیری ناخواسته، انتخاب پروتکل‌های کششی (از لحاظ زمان کشش و زاویه هدف) به صورت تصادفی صورت گرفته و بین اجرای دو پروتکل و برای جلوگیری از تداخل احتمالی، ۲۴ ساعت فاصله زمانی در نظر گرفته شد^[۲۵، ۲]؛ به نحوی که پروتکل‌های کششی در سه زمان مختلف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ثانیه‌ای کشش طی سه روز انجام شد (جدول ۱). خطای مطلق بازسازی نیز به عنوان تفاوت بین زاویه‌ی حقیقی و زاویه‌ی فلکشن بازسازی شده‌ی مفصل زانو در نظر گرفته شد^[۲۸، ۲] و برای درگیر ساختن حداکثری گیرنده‌های حس عمقی، اندازه‌گیری بازسازی زاویه‌ای مفصل زانو به صورت فانکشنال و در وضعیت تحمل وزن انجام گرفت.^[۱]

[۲۹]

پس از جمع‌آوری اطلاعات تحقیق، داده‌های مربوط به ویژگی‌های آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد و وزن به علاوه متغیرهای تحقیق در دو بخش آماری توصیفی و استنباطی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری مکرر^۴ برای مقایسه اطلاعات به دست آمده بین سه زمان مختلف اعمال کشش استفاده شد. سطح معناداری در سراسر تحقیق نیز در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.^[۳۰]

شکل ۱. محل قرارگیری مارکرها برای اندازه‌گیری بازسازی زاویه‌ای مفصل زانو



³ Absolute Error

⁴ One-Way Repeated Measures ANOVA

* فصلنامه علمی - پژوهشی طب توانبخشی

جدول ۱: زمان بندی اجرای پروتکل های کششی

مدت زمان اعمال کشش	زاویه هدف بازسازی مفصل زانو (فلکشن)	روز
۱۰، ۲۰ یا ۳۰ ثانیه	۴۵ یا ۶۰ درجه-۷ ثانیه استراحت-زاویه دیگر	اول
یکی دیگر از دو زمان باقی مانده	۴۵ یا ۶۰ درجه-۷ ثانیه استراحت-زاویه دیگر	دوم
تنها زمان باقی مانده	۴۵ یا ۶۰ درجه-۷ ثانیه استراحت-زاویه دیگر	سوم

روش انجام کشش عضله چهارسر

آزمودنی در وضعیت ایستاده زانوی پای غالب را خم کرده و با دست موافق، مچ پا را از عقب گرفته و تا ناحیه عضلات سرینی و آستانه‌ی درد خفیف در قسمت قدامی ران می کشید و وضعیت مذکور را با توجه به مدت زمان کشش (۱۰، ۲۰ یا ۳۰ ثانیه) نگه داشته و برای حفظ تعادل خویش با دست دیگر دیوار را لمس می نمود.^[۲۵، ۱۳]

نحوه مارکرگذاری و بازسازی زوایای مفصلی زانو

به منظور ارزیابی دقت حس وضعیت مفصل زانو از روش بازسازی زوایای هدف ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن در وضعیت ایستاده استفاده شد. جهت انجام مارکرگذاری هر فرد از یک شلوارک کوتاه ورزشی استفاده کرد و هیچ گونه پوشش دیگری در اندام تحتانی خود نداشت. هر کدام از افراد بر روی یک تخت درمانی در حالت طاقباز و کاملاً راحت قرار گرفته و چهار عدد مارکر پوستی به شکل دایره و با قطر یک سانتی متر به روش زیر در سمت خارجی اندام تحتانی غالب چسبانده شد (شکل ۱):

ابتدا تروکانتر بزرگ لمس شده (در بعضی از افراد برای لمس بهتر، ران آنها در اداکشن قرار داده شد) و سپس نوک تروکانتر بزرگ با یک خط کش به قسمت میانی خط مفصلی خارجی زانو وصل گردید. مارکر اول در یک چهارم فوقانی این خط، مارکر دوم در گردن استخوان نازکی و مارکر سوم در قسمت فوقانی قوزک خارجی مچ پا چسبانده شد. سپس فرد در لبه تخت نشسته و در وضعیتی که زانو ۹۰ درجه خم بود، مارکر چهارم در قسمت فوقانی چین پوپلیته آل در امتداد لبه بالایی کشکک چسبانده شد.^[۳۲، ۳۱، ۱] دوربین در تمام مراحل در فاصله ۱۸۵ سانتی متری از آزمودنی و ۷۰ سانتی متری از سطح زمین به صورتی که لنز آن کاملاً در امتداد زانو بود عمود بر صفحه حرکتی زانو تراز شد. گونیا متر در زوایای ۴۵ و ۶۰ درجه در محل ایستادن نمونه‌ها به گونه‌ای نگه داشته شد که فقط آزمونگر بتواند آن را ببیند. سپس فرد مورد آزمایش در وضعیت ایستاده قرار گرفت و از او خواسته شد تا در شروع تست پای غیرغالب خود را در حدی که فقط کمی از زمین فاصله داشته باشد، از زمین جدا کند و دست سمت پای غالب را نیز بر روی تنه‌ی خود برای جلوگیری از پنهان شدن مارکرها بگذارد. همچنین سر خود را صاف نگه داشته (برای جلوگیری از تحریک سیستم وستیبولار) و تنه را به سمت عقب یا جلو متمایل نکند (برای یکسان بودن گشتاورهای ایجاد شده در مفاصل اندام تحتانی در همه‌ی افراد). آزمونگر وضعیت تنه و سر را از طریق خطی که عمود بر روی دیوار کنار آزمودنی رسم شد، کنترل می کرد. از هر فرد درخواست شد تا حدی که فقط برای حفظ تعادل کافی باشد، دست سمت پای غیرغالب را به دیوار تماس دهد. سپس در حالی که چشمان آزمودنی بسته بود، از وی خواسته شد با سرعت تقریبی حدود ۱۰ درجه در ثانیه چمباتمه بزند. قبل از شروع آزمون، حفظ سرعت تقریبی حرکت با انجام تمرین و تکرار به آزمودنی آموزش داده شد. زمانی که زانو به زاویه‌ی هدف (۴۵ یا ۶۰ درجه فلکشن) رسید، دستور توقف داده شد و سپس از او خواسته شد تا آن وضعیت را به مدت پنج ثانیه نگه داشته و بعد از آن زانو را با سرعت دلخواه به وضعیت شروع برگرداند و پس از هفت ثانیه مکث، زاویه مذکور را بازسازی نماید. آزمودنی می بایست زاویه بازسازی شده را به مدت پنج ثانیه حفظ کرده و درست در همین زمان آزمونگر اقدام به گرفتن عکس با دوربین می نمود. پس از بازسازی زاویه هدف، آزمودنی هفت ثانیه استراحت کرده و سپس زاویه‌ی دیگر (۴۵ یا ۶۰ درجه) را نیز مانند مراحل قبل بازسازی می نمود.

در پایان عکس‌های گرفته شده به رایانه منتقل شد و زوایای بازسازی شده توسط نرم افزار اتو کد محاسبه شد.^[۳۲، ۳۱، ۱]

یافته ها

در این بخش، برای دسترسی بهتر به اطلاعات از جداول شماره ۲ و ۳ استفاده شده است.

جدول ۲: اطلاعات توصیفی خطای مطلق بازسازی زاویه ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن زانو (n=۳۳)

زاویه	نوبت اندازه‌گیری	مدت زمان کشش	میانگین	انحراف استاندارد
۴۵ درجه	پیش‌آزمون	۱۰	۷/۱۸	±۴/۰۵
		۲۰	۵/۰۰	±۴/۲۲
		۳۰	۵/۶۳	±۴/۴۵
	پس‌آزمون	۱۰	۵/۶۶	±۴/۴۲
		۲۰	۵/۵۴	±۴/۷۰
		۳۰	۶/۱۲	±۴/۹۲
۶۰ درجه	پیش‌آزمون	۱۰	۵/۳۳	±۴/۱۸
		۲۰	۶/۰۹	±۴/۸۳
		۳۰	۶/۱۸	±۳/۸۹
	پس‌آزمون	۱۰	۵/۶۰	±۵/۷۲
		۲۰	۶/۷۵	±۴/۷۵
		۳۰	۵/۵۱	±۴/۰۶

جدول ۳: آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری مکرر برای مقایسه میانگین اثر آنی کشش‌های استاتیک ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ثانیه عضله چهارسر بر خطای مطلق بازسازی زوایای ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن مفصل زانو (n=۳۳)

زاویه بازسازی	مدت زمان کشش	میانگین مجذورات	F	df	P
۴۵ درجه	۳۰، ۲۰، ۱۰	۱۹/۸۷	۱/۱۲	۵	۰/۳۴۷
۶۰ درجه	۳۰، ۲۰، ۱۰	۴۲/۳۶	۱/۹۱	۵	۰/۱۱۲

بحث

هدف از تحقیق حاضر مقایسه اثر آنی زمان‌های مختلف کشش استاتیک عضله چهارسر بر دقت حس وضعیت مفصل زانوی ورزشکاران زن بود. تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق نشان داد که بین اثر آنی زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ثانیه کشش استاتیک عضله چهارسر در میزان خطای مطلق بازسازی زاویه‌ای مفصل زانوی ورزشکاران زن دانشگاهی در زوایای ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن، تفاوت معناداری وجود ندارد ($P > 0.05$).

در این ارتباط، همان‌طور که در بخش مقدمه و بیان مساله اشاره شد، مستندات علمی در زمان‌های کوتاه کشش بر حس وضعیت مفاصل بسیار ناچیز است. با این وجود، تحقیقات اخیر، حاکی از عدم وجود تاثیر معنادار کشش استاتیک در زمان‌های طولانی‌تر از ۳۰ ثانیه بر حس وضعیت مفصل می‌باشد.

در خصوص توجیه کسب چنین نتیجه‌ای، می‌توان به موارد احتمالی تاثیرگذار متعددی اشاره نمود که در ادامه به مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود.

با توجه به اینکه حرکات کششی ممکن است بر روی حساسیت گیرنده‌های عضلانی تاثیرگذار باشد، اطلاعات ارسالی از دیگر منابع حس عمقی مانند گیرنده‌های پوستی و مفصلی می‌تواند باعث نگره‌داشتن اطلاعات حس عمقی در سطح طبیعی شده و از اثر کشش بر گیرنده‌های عضلانی بکاهد.^[۳۳] به علاوه دوک‌های عضلانی پس از کشش، سفتی عضلانی و دامنه‌ی حرکتی را افزایش می‌دهد. گزارش شده به منظور کاهش سفتی و تنش عضلات، ممکن است این فرض معقول باشد که یک کاهش در فعالیت دوک‌های عضلانی پس از یک جلسه تمرین کششی مشاهده می‌شود.^[۲۴]

از طرفی دیگر می‌توان به ماهیت غیرفعال بودن^۵ کشش استاتیک اشاره کرد که یکی از عوامل احتمالی تاثیرگذار بر عدم تغییر حس وضعیت پس از کشش استاتیک می‌باشد. غیرفعال بودن کشش استاتیک بدین معنی است که در این نوع کشش جهت افزایش انعطاف-پذیری عضلات از انقباض عضلات استفاده نمی‌شود و عضله مورد کشش توسط نیروی خارجی که این نیرو می‌تواند نیروی جاذبه، اندام دیگر و یا به وسیله یک فرد کمکی باشد استفاده می‌شود.^[۲۶] زمانی که یک فرد به صورت غیرفعال حرکت می‌کند، توانایی تشخیص وضعیت در مقایسه با حرکت فعال کمتر است، همچنین بیان شده که برتری حس وضعیت در حرکت فعال با جریان و ابران و حس تلاش مرتبط است. در حرکت فعال، فیدبک هم از حس عمقی و هم از فیدبک داخلی ناشی می‌شود، در حالی که حرکت غیرفعال فقط بخش

⁵ Passive

فیدبک سیستم حرکتی را تحریک می‌کند.^[۳۴]

یادگیری یک تکلیف حرکتی جدید با خطا و اصلاح آنها به دست می‌آید. تشخیص این خطاها به وسیله سیستم مقایسه‌کننده و در حرکات فعال انجام می‌شود. زمانی که اندامی حرکت می‌کند حسی از وزن آن عضو یا تلاش لازم برای حرکت در آن وجود دارد. این حس تلاش به وسیله‌ی پردازش مرکزی در سیستم مقایسه‌کننده به دست می‌آید، نه به وسیله گیرنده‌های حس عمقی. در این زمینه، این تئوری بیان شده است که با پیشرفت حرکت یاد گرفته می‌شود تا حس تلاش با حس عمقی ترکیب شود و در نهایت، حس تلاش به سیگنال حس عمقی تبدیل شود. حس تلاش به عنوان منبع فیدبک، فقط در حرکت فعال وجود دارد. بنابراین دقت گیرنده‌های حس عمقی در حرکت فعال در مقایسه با حرکت غیرفعال مشابه افزایش می‌یابد. البته به‌طور کلی تغییرات موقتی آنی در دقت حس عمقی کاربرد بالینی کمی دارد و بعید به نظر می‌رسد که با رویکرد تمرینی خاصی تحت تاثیر قرار گیرد. از این رو کشش غیرفعال ممکن است اثر معناداری بر گیرنده‌های حس عمقی عضلات که پیام‌های عصبی ارسال می‌کند، نداشته باشد.

همچنین عضلات بیش از یک نوع اعصاب آوران دارند که حساسیت آنها در برابر انواع کشش متفاوت است. اندام‌های گلزی در میانه‌ی دامنه‌ی حرکت در حال استراحت قرار دارند. دوک‌های عضلانی در انتهای حرکت دارای حساسیت بالا در کشش غیرفعال عضله دارند که این حساسیت با افزایش سرعت حرکت بیشتر می‌شود، اما هنگامی که حرکت آهسته انجام شود حساسیتی به کشش غیرفعال ندارند. لذا سرعت کم و در حدود ۱۰ درجه در ثانیه طی اجرای حرکت و بازسازی زوایای مفصل که در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفت، ممکن است از اثر کشش بر گیرنده‌های مفصلی و عضلانی کاسته باشد. دقت حس عمقی، میزان توانایی افراد برای تشخیص جنبه‌های مختلف حرکت است. این تشخیص می‌تواند آستانه‌ی سرعت و دامنه‌ی حرکت باشد. دقت بالای حس عمقی به سلامتی دستگاه حسی (گیرنده‌های مکانیکی و مسیرهای محیطی تا مرکزی آنها)، سلامتی پردازش و یکپارچگی مرکزی اطلاعات حسی بستگی دارد. تغییرات حس عمقی به طور کلی، نسبتاً کم هستند. به عنوان مثال در عضله‌ی چهارسر بعد از تمرین اکستنتریک، افت نیروی فوری ۲۸ درصد همراه با ۴/۸ درجه خطای بازسازی زاویه و به دنبال تمرین کانسنتریک، افت نیروی ۱۵ درصد و ۳/۷ درجه خطای بازسازی زاویه وجود دارد.^[۳۴]

توضیح دیگر اینکه اختلال در عملکرد معمولاً در زمان‌های کشش کمتر از ۳۰ ثانیه گزارش نشده است. با این وجود پروتکل‌های کششی مختلفی در طی تمرینات گرم کردن استفاده می‌شود که شواهد محدودی در حمایت از برتری یک پروتکل بر دیگری وجود دارد. لذا ممکن است پروتکل کشش ۳۰ ثانیه در تحقیق حاضر به منظور تغییر در دقت بازسازی زوایای مفصل کافی نباشد و اینکه کاهش احتمالی فعالیت رفلکسی عضلات که به علت کاهش حساسیت دوک‌های عضلانی پس از کشش استاتیک رخ می‌دهد ممکن است دلیل دیگری برای توجیه عدم تاثیرگذاری کشش بر حس عمقی باشد.^[۳۴] حس عمقی بیشتر به گیرنده‌های موجود در عضله و مفصل وابسته است، مخصوصاً حین انجام حرکات فعال نقش گیرنده‌های عضلانی مهم‌تر است. در فلکشن ابتدایی مفصل زانو (صفر تا ۳۰ درجه) ثبات استاتیک مفصل زانو به علت تماس بیشتر استخوان‌های ران و درشت‌نی با همدیگر و سفتی لیگامان‌های آنها بیشتر از زوایای دیگر است، اما با افزایش زاویه فلکشن ثبات استاتیک مفصل زانو کاهش می‌یابد. اطلاعات حسی از گیرنده‌های عضلانی-تاندونی با اطلاعات حاصل از گیرنده‌های پوستی، کپسولی و لیگامانی ترکیب می‌شود تا دقت حس عمقی را فراهم کند، در حالی که در دامنه‌ی میانی ثبات استاتیک مفصل زانو ضعیف‌تر است.^[۳۵] با استناد به این موارد، در تحقیق حاضر هرچه از زاویه ۳۰ درجه فلکشن مفصل زانو به زاویه ۶۰ درجه نزدیک‌تر می‌شویم، ثبات استاتیک زانو کمتر شده و ممکن است منجر به کاهش دقت در بازسازی زوایای ۴۵ و ۶۰ درجه شده باشد.

در همین راستا Larsen و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از الکتروگونیا متر نتایج مشابهی با پژوهش حاضر گزارش کردند. آنها در توجیه عدم تاثیرگذاری کشش بر دقت حس وضعیت مفصل زانو بیان کرده‌اند که در طی اندازه‌گیری، اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو بلافاصله پس از اعمال کشش استاتیک اندازه‌گیری نشده و با یک وقفه چند دقیقه‌ای بعد از اعمال کشش، اندازه‌گیری حس وضعیت صورت گرفته است که در همین مدت وقفه، ممکن است اثرپذیری حس وضعیت از بین رفته باشد و رکورد ثبت شده، یک رکورد دقیق نباشد.^[۲۵] هرچند در تحقیق دیگری Torres و همکاران (۲۰۱۲) با اندازه‌گیری حس وضعیت در دو نوبت، که بلافاصله و یک ساعت پس از اعمال کشش و با دستگاه بایودکس^۶ انجام شد، گزارش کردند در هر دو صورت تغییر معناداری در حس وضعیت مفصل زانو مشاهده نشد.^[۳۳] همچنین غفاری‌نژاد و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کشش استاتیک موجب بهبود حساسیت دوک‌های عضلانی و ارسال پیام عصبی به سیستم عصبی مرکزی می‌شود.^[۴] در تحقیق Larsen و همکاران برخلاف تحقیق غفاری‌نژاد و همکاران، علت عدم تاثیرگذاری معنادار کشش استاتیک بر حس وضعیت مفصل زانو استفاده از الکتروگونیا متر عنوان گردید و بیان شد در برنامه اندازه‌گیری آنها، وقفه ۷-۶ دقیقه‌ای بعد از اعمال کشش، ممکن است اثرپذیری کشش بر حس وضعیت کاهش یافته باشد و رکورد ثبت شده، یک رکورد دقیق نباشد؛ بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد که نمی‌توان نتایج غیرهمسو با غفاری‌نژاد و همکارانش را با اطمینان بالا به تفاوت در ابزار اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو نسبت داد.^[۲۵]

^۶ Biodex

همچنین در تحقیق مشابه دیگری، شهرجردی و همکاران (۲۰۱۴) با مدت زمان کشش ۳۰ ثانیه با سه تکرار، گزارش کردند حس وضعیت مفصل زانو پس از کشش استاتیک عضلات فلکسور کاهش یافت. مشخص شده است که مدت زمان کشش ۳۰ ثانیه برای افزایش دامنه حرکتی کافی است^[۲۸]، اما مدت زمان لازم برای تغییر در حساسیت گیرنده‌های حس عمقی هنوز مشخص نشده است.

در مطالعه شهرجردی و همکاران، پس از کشش استاتیک عضلات فلکسور، میزان خطای مطلق بازسازی زوایای مفصل زانو افزایش یافت، اما میزان خطای پس از کشش استاتیک عضلات اکستانسور تفاوت معناداری با قبل از کشش نداشت. علت این نتیجه‌گیری این طور بیان شد که از آنجایی که جهت حرکت زانو در حین ارزیابی از حالت ۹۰ درجه فلکشن مفصل زانو، به سمت اکستنشن مفصل زانو بوده است و همچنین در حین اکستنشن، عضلات فلکسور به عنوان آنتاگونیست حرکت در حالت طویل شده و عضلات اکستانسور به عنوان آگونیست حرکت در وضعیت کوتاه شده قرار می‌گیرد، بنابراین قابل توجه است که کشش عضلات اکستانسور تغییر معناداری در میزان خطای بازسازی زاویه ایجاد نکند.^[۲۸] در تحقیق حاضر با وجود اینکه جهت حرکت زانو از حالت اکستنشن به سمت ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن مفصل زانو بوده و عضله چهارسر در حرکت فلکشن به عنوان آنتاگونیست در وضعیت طویل شده قرار گرفته است تفاوتی بین اثر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ثانیه کشش استاتیک عضله چهارسر بر دقت حس وضعیت مفصل زانو مشاهده نشده است. به علاوه گزارش شده در طی یک وضعیت حرکتی فانکشنال مفصل زانو، از حالت باز شدن به خم شدن، و از حالت فلکشن به اکستنشن تفاوتی در ارزیابی حس وضعیت مفصل وجود ندارد.^[۱]

نتیجه گیری

در نهایت با توجه به مطالب گفته شده، از آنجایی که عدم کاهش دقت عملکرد حس وضعیت نقش مهمی در پیشگیری از بروز آسیب‌های ورزشی و فعالیت‌های روزمره دارد، همچنین با توجه به نقش مهم مفصل زانو در حرکت، شناسایی عوامل برهم زننده دقت حس وضعیت در مفصل از جمله تاثیر کاهش عملکرد گیرنده‌های حس عمقی پس از کشش استاتیک، ماهیت غیرفعال بودن کشش استاتیک، سرعت آهسته‌ی اجرای حرکت و کاهش فعالیت رفلکسی عضلات پس از کشش می‌تواند احتمال ابتلا به آسیب‌های مرتبط با کاهش دقت حس عمقی را کاهش دهد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه (مقطع کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی گرایش آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی) خانم فرزانه آشنا، به راهنمایی آقای دکتر فواد صیدی و مشاوره آقای دکتر محمدحسین علیزاده می‌باشد. بدین وسیله از تمام عزیزانی که در انجام تحقیق حاضر ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Malekzadeh H. Effects of different hours of the day on the knee joint position sense changes in male collegiate soccer players: Masters Degree, University of Tehran; 1393. [In Persian]
2. Fouladi R, Rajabi R, Naseri N. Comparing the functional state of motion of the knee joint proprioception assessment in healthy female athletes. Sports Medicine. 1388;1(1):123-35. [In Persian]
3. Ghaffarinejad F, Taghizadeh S, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. British journal of sports medicine. 2007;41(10):684-7.
4. Behm DG, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. Medicine and science in sports and exercise. 2004;36:1397-402.
5. Magal M, Thomas K. Static stretching in perspective. Acsm's certified. 2013;23(3):7.
6. Björklund M, Hamberg J, Crenshaw A. Sensory adaptation after a 2-week stretching regimen of the rectus femoris muscle. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2001;82(9):1245.
7. Subasi SS, Gelecek N, Aksakoglu G. Effects of different warm-up periods on knee proprioception and balance in healthy young individuals. Journal of sport rehabilitation. 2008;17(2):186.
8. Chan S, Hong Y, Robinson P. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2001;11(2):81-6.
9. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. European journal of applied physiology. 2011;111(11):2633-51.
10. Alpkaya U. The acute effects of different stretching durations on vertical jump performance in trained male athletes. International Journal of Sport Studies. 2013;3(2):212-7.
11. Bacurau RFP, Monteiro GA, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Cabral LF, Aoki MS. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(1):304-8.
12. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA, Hoge KM, Cramer JT. Acute effects of passive stretching on the electromechanical delay and evoked twitch properties. European journal of applied physiology. 2010;108(2):301-10.

13. Cramer jt, housh tj, coburn jw, beck tw, johnson go. Acute effects of static stretching on maximal eccentric torque production in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2006;20(2):354-8.
14. Fortier J, Lattier G, Babault N. Acute effects of short-duration isolated static stretching or combined with dynamic exercises on strength, jump and sprint performance. *Science & Sports*. 2013;28(5):e111-e7.
15. Hough PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(2):507-12.
16. Kay AD, Blazevich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(1):154-64.
17. Paradisis GP, Pappas PT, Theodorou AS, Zacharogiannis EG, Skordilis EK, Smirniotou AS. Effects of Static and Dynamic Stretching on Sprint and Jump Performance in Boys and Girls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(1):154-60.
18. Rossi L, Pereira R, Simão R, Brandalize M, Gomes A. Influence of static stretching duration on quadriceps force development and eletromyographic activity. *Human Movement*. 2010;11(2):137-43.
19. Siatras TA, Mittas VP, Mameletzi DN, Vamvakoudis EA. The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(1):40-6.
20. Winchester JB, Nelson AG, Landin D, Young MA, Schexnayder IC. Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(1):13-9.
21. Zakas A, Galazoulas C, Doganis G, Zakas N. Effect of two acute static stretching durations of the rectus femoris muscle on quadriceps isokinetic peak torque in professional soccer players. *Isokinetics and exercise science*. 2006;14(4):357-62.
22. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy*. 1994;74(9):845-50.
23. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1998;27(4):295-300.
24. Zakas A, Doganis G, Papakonstandinou V, Sentelidis T, Vamvakoudis E. Acute effects of static stretching duration on isokinetic peak torque production of soccer players. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2006;10(2):89-95.
25. Björklund M, Djupsjöbacka M, Crenshaw AG. Acute muscle stretching and shoulder position sense. *Journal of athletic training*. 2006;41(3):270.
26. Larsen R, Lund H, Christensen R, Røgind H, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. *British journal of sports medicine*. 2005;39(1):43-6.
27. Moradi A. The accute effect of static and dynamic stretching muscles, quadriceps, hamstrings and Gastrocnemius muscles on the knee joint position sense collegiate soccer players: Masters Degree, University of Tehran; 1392. [In Persian]
28. Naylor JM, Ko V, Adie S, Gaskin C, Walker R, Harris IA, et al. Validity and reliability of using photography for measuring knee range of motion: a methodological study. *BMC musculoskeletal disorders*. 2011;12(1):77.
29. Shahrjardi S, Zavieh MK, Rezasoltani AA, Kalantari KK, Baghban AA. The acute effect of static muscle stretching on knee joint repositioning error. *Rehabilitation Medicine*. 2014;3(3). [In Persian]
30. Ghiasi F, Akbari A. Comparison of open and closed chain and target angle on knee joint position sense in healthy men and women. *Gorgan University of Medical Sciences*. 1387;10(4):22-8. [In Persian]
31. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crossley K. Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*. 2002;20(2):208-14.
32. Pourkazemi F, Naseri N, Bagheri H, Fakhari Z. Effect of chronic instability of the ankle joint position sense of the knee. *Modern Rehabilitation*. 1388;3(1):33-42. [In Persian]
33. Torres R, Duarte JA, Cabri JM. An acute bout of quadriceps muscle stretching has no influence on knee joint proprioception. *Journal of human kinetics*. 2012;34(1):33-9.
34. Adi H. Neuromuscular rehabilitation- manual therapy and physiotherapy. 2nd ed. Tehran: Setayesh Hasti Publishers; 1390.p.17-40, 75-108. [In Persian]