

The acute effect of static muscle stretching on knee joint repositioning error

Samira Shahrjerdi¹, Mino Khalkhali Zavieh^{2*}, Asghar Rezasoltani³, Khosro Khademi Kalantari³, Alireza Akarzadeh Baghban⁴

1. Student Research Committee, Msc of physiotherapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Assistant professor in physiotherapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, physiotherapy research center (correspondent author) minoo_kh@yahoo.com
3. Professor of physiotherapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. Associate professor of biostatistics, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Article received on: 2013.5.26 Article accepted on: 2014.5.21

ABSTRACT

Background and Aim: Despite the fact that muscle stretching plays an important role in sport, therapeutic exercises and rehabilitation of musculoskeletal disorders, few studies have considered the effect of muscle stretching on joint proprioception. In addition, the studies report paradoxical results. Therefore, the aim of this study was to assess the effects of extensor and flexor muscles stretching on knee joint position sense in 15, 30 and 60 degrees of flexion angles.

Materials and Methods: This quasi-experimental study with pre-test post-test control group design was done over 37 young healthy subjects in age range between 18-25 years.

The subjects were randomly assigned to 3 conditions of extensor stretching, flexor stretching and control. Angular error was evaluated in 3 angles including 15, 30 and 60 degrees of knee flexion using digital photography, non-reflective markers and analysis with AutoCAD software.

Results: The results showed that when evaluating the proprioception during knee extension, the absolute angular error rate is significantly increased in flexor stretching condition in 15, 30 and 60 degrees of knee flexion ($p < 0.02$), but in the extensor stretching condition, there was not any significant change. The results show that the minimum error occurs in 15 degrees and maximum error occurs in 60 degrees of knee.

Conclusion: It seems that static stretching of antagonist muscles increases joint repositioning error. Also it seems that due to the stretching of soft tissues around the joints at the end of the range, there is less position sense error at the end range and more error at the middle range of motion. So in designing the stretching exercises for athletes and rehabilitation programs, the interference of stretching exercise with proprioception should be considered carefully.

Key Words: Static stretching, Proprioception, Knee, extensor muscles, flexor muscles

Cite this article as: Samira Shahrjerdi, Mino Khalkhali Zavieh, Asghar Rezasoltani, Khosro Khademi Kalantari, Alireza Akarzadeh Baghban: The acute effect of static muscle stretching on knee joint repositioning error. J Rehab Med. 2014; 3(3): 11-18.

اثر آنی کشش استاتیک عضلانی بر خطای بازسازی زاویه مفصل زانو

سمیرا شهرجردی^۱، مینو خلخالی زاویه^{۲*}، اصغر رضاسلطانی^۳، خسرو خادمی کلانتری^۳، علیرضا اکبرزاده باغبان^۴

^۱ کمیته پژوهشی دانشجویی، کارشناس ارشد فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. تهران، ایران.
^۲ دکترای فیزیوتراپی، استادیار دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی. تهران، ایران.
^۳ دکترای فیزیوتراپی، استاد دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. تهران، ایران.
^۴ دکترای آمار حیاتی، دانشیار دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. تهران، ایران.

چکیده

مقدمه و اهداف

علی رغم اینکه تمرینات کشش عضلانی بخش مهمی از برنامه های توانبخشی بیماریهای عضلانی - اسکلتی و تمرینات ورزشی را تشکیل می دهند، اما مطالعات محدودی اثر آنی کشش عضلانی بر حس عمقی مفاصل را مورد بررسی قرار داده اند و مطالعات موجود نیز نتایج متناقضی را گزارش کرده اند. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر آنی کشش عضلات بر خطای بازسازی زاویه در مفصل زانو بود.

مواد و روش ها

این مطالعه نیمه تجربی با طراحی پیش آزمون و پس آزمون به روش متقاطع بر روی ۳۷ جوان سالم در محدوده سنی ۲۵-۱۸ سال انجام شد. شرکت کنندگان بطور تصادفی در ۳ حالت کشش عضلات اکستانسور زانو، کشش عضلات فلکسور زانو و یک بار هم به عنوان گروه کنترل مورد بررسی قرار گرفتند. ارزیابی خطای بازسازی زاویه در سه زاویه ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درجه وضعیت خم زانو بوسیله سیستمی متشکل از فوتوگرافی دیجیتال، مارکهای غیر منعکس کننده و آنالیز با اتوکد صورت گرفت.

یافته ها

نتایج نشان داد وقتی حس عمقی در حین حرکت باز کردن زانو ارزیابی می گردد، کشش عضلات فلکسور بطور معنا داری سبب افزایش خطای بازسازی زاویه در زوایای ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درجه خم مفصل زانو می شود ($P = 0/02$)، ولی کشش عضلات اکستانسور اثر معنا داری بر خطای بازسازی زاویه مفصل زانو ندارد. همچنین بیشترین خطای بازسازی زاویه در زاویه ۶۰ و کمترین خطا در زاویه ۱۵ درجه خم زانو ثبت گردید.

بحث و نتیجه گیری

به نظر می رسد کشش استاتیک عضلات آنتاگونیست سبب افزایش خطای بازسازی و کاهش دقت حس عمقی می شود. همچنین به نظر می رسد با توجه به کشیده شدن بافت نرم اطراف مفصل در انتهای دامنه حرکتی، خطای حس وضعیت در دامنه های انتهایی حرکت کمتر و در دامنه های میانی بیشتر است. بنابراین در طراحی تمرینات کششی برای ورزشکاران و برنامه های توانبخشی بیماران باید تا حد امکان تداخل تمرینات کششی با دقت حس عمقی را مد نظر قرار داد.

واژگان کلیدی

کشش استاتیک، حس عمقی، خطای بازسازی زاویه، مفصل زانو، عضلات اکستانسور، عضلات فلکسور

پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۲/۳۱ *

* دریافت مقاله ۱۳۹۲/۳/۵

نویسنده مسئول: دکتر مینو خلخالی زاویه. تهران. میدان امام حسین (ع)، خیابان دماوند (تهران نو)، روبروی بیمارستان بوعلی، دانشکده علوم توانبخشی،

دفتر ریاست. تلفن: ۷۷۵۶۱۴۰۷ داخلی ۲۱۲

آدرس الکترونیکی: minoo_kh@yahoo.com

مقدمه و اهداف

تمرینات کشش عضلانی بطور شایع در فعالیت های فیزیکی و توانبخشی بیماران با اختلالات عضلانی - اسکلتی و همچنین در تمرینات و مسابقات ورزشی بعنوان جزئی از برنامه گرم کردن انجام می شود^[۲،۱]. از دیرباز ورزشکاران، مربیان و فیزیوتراپیست ها عقیده داشته اند که کشش استاتیک بر پیشگیری از آسیب های ورزشی و بهبود عملکرد موثر بوده است^[۴،۳]. مطالعات زیادی اثر کشش را بر ارتقاء عملکرد و کاهش ریسک آسیب نشان داده اند^[۲]، اگرچه مطالعات محدودی هم وجود دارند که افزایش ریسک آسیب های ورزشی^[۴،۵] و کاهش عملکرد^[۶،۸] را متعاقب کشش عضلات گزارش کرده اند. یکی از مکانیسم هایی که در این مطالعات برای تاثیر کشش مطرح می نمایند، اثر آن بر حس عمقی مفاصل می باشد^[۸]. حس عمقی از آن جهت که در مقابل صدمات حرکتی محافظ خوبی بوده و در ایجاد ثبات مفاصل و هماهنگی طبیعی حرکات نقش دارد، می تواند سبب کاهش ریسک آسیب های ورزشی و بهبود عملکرد شود^[۵].

با توجه به حساسیت دوک عضلانی به کشش و نقش آن در ایجاد اطلاعات حس عمقی، به نظر می رسد کشش عضلانی می تواند حس عمقی مفاصلی که از آن عبور می کنند را تغییر دهد^[۱۲]. مطالعات فیزیولوژیک که فعالیت دوک عضلانی را در حین کشش و پس از کشش ثبت کرده اند نشان داده اند که فعالیت دوک عضلانی در حین کشش افزایش و بلافاصله پس از کشش کاهش می یابد^[۹-۱۱]. اما مطالعات بالینی محدودی به بررسی اثر کشش عضلانی بر حس عمقی مفاصل پرداخته اند و مطالعات موجود نیز نتایج متناقضی را گزارش کرده اند. نتایج برخی از این مطالعات نشان می دهد که کشش بر حس وضعیت مفاصل اثر معناداری ندارد^[۱۳،۱۴] اما مطالعه دیگر، کاهش حس وضعیت مفصل زانو را به دنبال کشش گزارش کرده است^[۱۵] با توجه به تناقض موجود در نتایج حاصل از مطالعات بالینی، هدف از این مطالعه بررسی تاثیر کشش عضلات آگونیسست و آنتاگونیست بر خطای بازسازی زاویه مفصل زانو می باشد.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع نیمه تجربی با طراحی pre test-post test control group design به روش cross over trial بر روی یک گروه ۳۷ نفری از افراد جوان سالم در محدوده سنی ۲۵-۱۸ سال باروش نمونه گیری غیر احتمالی ساده در دسترس از بین دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل عدم وجود کوتاهی در عضلات همسترینگ و کوادریسپس بود و معیارهای خروج از مطالعه شامل سابقه ابتلا به بیماری های عصبی-عضلانی - اسکلتی در اندام های تحتانی، بیماری های سیستمیک، اختلالات وستیبولار و بیماری های نورولوژیک، سابقه ضربه و آسیب دیدگی اندام تحتانی در شش ماه گذشته، سابقه جراحی مفصل زانو، محدودیت حرکتی و دفورمیتی زانو، اعتیاد به مواد مخدر و مشروبات الکلی و شرکت منظم در فعالیتهای ورزشی در شش ماه گذشته، عدم تمایل به ادامه همکاری در هر یک از مراحل انجام آزمون، مصرف دارو های مسکن و انجام فعالیت های سنگین تا ۷۲ ساعت قبل از آزمون بود.

قبل از انجام مطالعه اصلی، تکرارپذیری اندازه گیری حس وضعیت مفصل زانو بر روی زانوی ۱۱ فرد جوان سالم و در یک روز، با فاصله ۱۰ دقیقه بررسی شد. برای ارزیابی تکرار پذیری نسبی از آزمون ICC استفاده شد. نتایج حاصل از مقادیر شاخص همبستگی درون کلاسی، تکرارپذیری اندازه گیری ها را در حد مطلوبی (۰/۸۵- ۰/۷۰) نشان داد.

جدول ۱. تکرارپذیری ارزیابی خطای بازسازی زاویه زانو با فاصله اطمینان ۹۵٪

n=۱۱	۱۵درجه	۳۰درجه	۶۰درجه
ICC	۰/۸۵	۰/۷۷	۰/۷۰

کلیه افراد مورد مطالعه رضایتنامه کتبی را امضا کرده و پس از آن، اطلاعات پرسشنامه ای (دموگرافیک) شامل قد، وزن، سن، جنس و اندام غالب مورد ارزیابی قرار گرفت و ثبت شد.

جدول ۲. اطلاعات دموگرافیک شرکت کنندگان در مطالعه n=۳۷

شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) (انحراف معیار ± میانگین)	قد (سانتیمتر) (انحراف معیار ± میانگین)	وزن (کیلوگرم) (انحراف معیار ± میانگین)	سن (سال) (انحراف معیار ± میانگین)
۲۱/۷۵ ± ۲/۸۱	۱۶۸/۲۷ ± ۷/۸۰	۶۱/۹۵ ± ۱۱/۱۶	۲۱/۹۵ ± ۲/۸۱

کلیه شرکت کنندگان بطور تصادفی در ۳ روز متوالی و با فاصله ۷۲ ساعت تحت آزمون قرار گرفتند. مداخله در ۳ روز مجزا بصورت کشش همسترینگ، کشش کوادرسیپس و کنترل انجام شد. کشش اعمال شده بصورت کشش استاتیک اکتیو درسه مرحله ۳۰ ثانیه ای با ۳۰ ثانیه استراحت بین هر بار کشش انجام شد و حد نهایی کشش تا نقطه عدم احساس راحتی (discomfort) برای هر فرد تعیین شد^[۱۶]. در شرایط مداخله شامل کشش استاتیک عضلات اکستانسور زانو و کشش استاتیک عضلات فلکسور زانوی پای غالب بود و در شرایط کنترل کششی داده نشد.

کشش از نوع self-stretching بوده و برای کشش استاتیک عضلات اکستانسور زانو در وضعیت ایستاده از فرد خواسته می شد تا به کمک دست خود مچ پا را گرفته و تا جاییکه پاشنه به ناحیه گلوئتال برخورد کند، زانو را خم نماید. برای کشش استاتیک عضلات فلکسور زانو در وضعیت ایستاده فرد پای غالب را حدود ۶۰ سانتی متر در عقب پای دیگر قرار می داد و سپس از فرد خواسته می شد تا بدون خم کردن زانو و بلند کردن پاشنه پای عقب از زمین، زانوی پای جلویی را خم کند. هر کشش ۳ بار تکرار می شد^[۱۳].

هر یک از نمونه ها پیش از انجام کشش و بلافاصله پس از انجام کشش جهت ارزیابی خطای حس وضعیت مفصل زانو مورد ارزیابی قرار می گرفتند. برای اندازه گیری زاویه از سیستمی متشکل از فوتوگرافی دیجیتال، مارکرهای غیر منعکس کننده و آنالیز با AutoCAD استفاده می شد. ارزیابی به صورت اکتیو و در وضعیت حرکت در جهت اکستانسیون صورت می گرفت و خطای فرد در بازسازی زاویه صاف شدن از پیش تعیین شده به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته می شد.

برای ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو ابتدا افراد در حالت نشسته در لبه تخت قرار گرفتند. برای ارزیابی حس عمقی از روش اندازه گیری خطای بازسازی زاویه به روش "آزمون اکتیو همراه با بازسازی اکتیو همان اندام" استفاده شد. برای این منظور از فرد خواسته شد تا زاویه مشخص باز شدن مفصل زانو را که بعنوان زاویه هدف به او نشان داده می شد با همان اندام و بدون استفاده از حس بینایی و فقط با اتکا به حس عمقی بازسازی نماید. مقدار خطای فرد در بازسازی زاویه تست بعنوان خطای حس وضعیت مفصل ثبت گردید. در این روش، هم نگر داشتن پا در زاویه ی تست برای به خاطر سپردن و هم بازسازی، بصورت ارادی صورت می گرفت. برای تسهیل انجام گونیامتری، ۴ عدد مارکر با استفاده از چسب دورو روی پوست در محل لندمارک های استخوانی محورهای بلند ران و ساق نصب گردید^[۱۷].

برای انجام تصویربرداری، دوربین دیجیتال روی سه پایه نصب شده و در فاصله ۲ متری از فرد نمونه و ۷۵ سانتیمتری زمین قرار گرفت. سپس بصورت دستی روی محدوده نمایش داده شده در تصویر متمرکز گردید.

با استفاده از تراز، گونیا و سایر وسایل کمکی تلاش شد تا تصویربرداری در صفحه سائیتال صورت گیرد و محور لنز دوربین نسبت به محور حرکت مفصل زانو عمود باشد. اندازه گیریها بر روی زانوی پای غالب افراد که به کمک تست توپ مشخص می شد صورت می گرفت. افراد از زاویه ۹۰ درجه خم شدن زانو، حرکت به سمت صاف شدن زانو را انجام می دادند و زوایای هدف که باید تمرین و بازسازی می شدند شامل ۶۰، ۳۰ و ۱۵ درجه خم زانو بودند. پس از انتقال تصاویر به رایانه و به وسیله نرم افزار اتوکد ۲۰۰۹ با اتصال نقاط مرکز مارکرها قادر به اندازه گیری زاویه زانو در هنگام بازسازی زاویه بودیم. آزمون برای هر یک از زوایای هدف سه بار تکرار می شد. مقدار خطای مطلق (اختلاف بین زاویه بازسازی شده با زاویه هدف بدون در نظر گرفتن جهت حرکت) برای هر تکرار محاسبه می شد. میانگین خطای بازسازی زاویه طی ۳ بار اندازه گیری، به عنوان خطای بازسازی در آن زاویه در نظر گرفته می شد.

سپس نمونه بطور تصادفی تحت یکی از مداخلات کشش عضلات اکستانسور یا کشش عضلات فلکسور زانو قرار می گرفت و سپس آزمون اندازه گیری خطای بازسازی زاویه مجدداً تکرار می شد. میانگین زمان بین pre test و post test ۸ دقیقه بود. در افراد در شرایط کنترل ارزیابی بدون اعمال مداخله و به فاصله ۸ دقیقه بین pre test و post test انجام گرفت. پس از اتمام مطالعه نتایج با نرم افزار آماری SPSS (نسخه ۱۹) مور تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای مقایسه میزان تغییر خطا بین شرایط سه گانه بدون مداخله، کشش فلکسور و کشش اکستانسور و همینطور مقایسه میزان خطا در زوایای مختلف از آنالیز اندازه گیری مکرر و برای مقایسه دو به دوی هر یک از شرایط از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید.

یافته ها

مقایسه توزیع متغیرهای مطالعه با آزمون نظری کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که همه متغیرها از توزیع نرمال برخوردار هستند بنابراین برای بررسی آماری از آزمونهای پارامتری استفاده گردید.

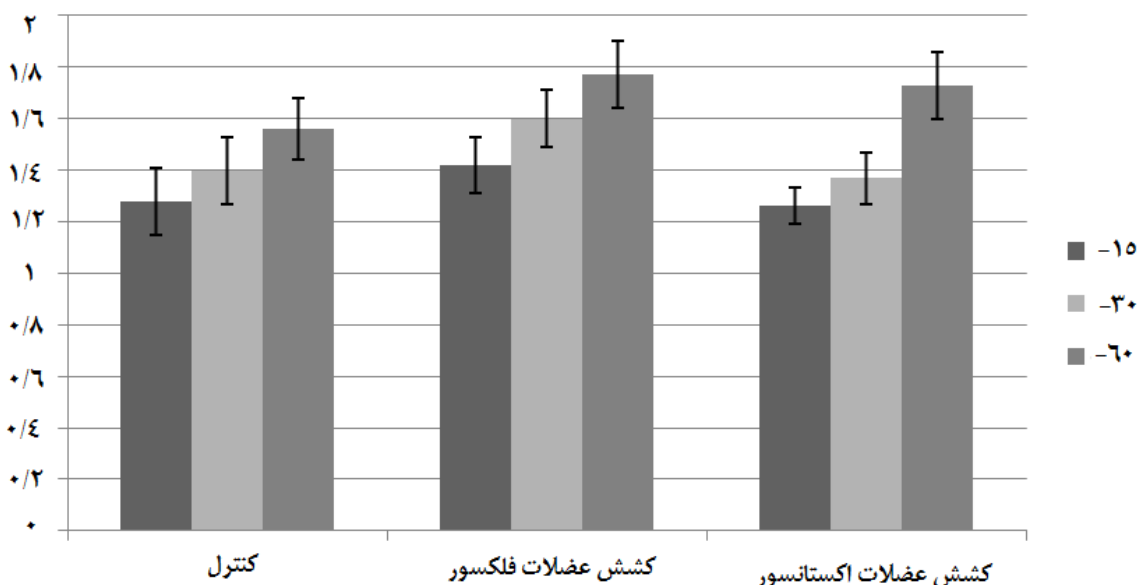
جدول ۳. میانگین تغییرات خطای مطلق بازسازی زاویه قبل و بعد از اعمال مداخله در زاویای ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درجه خم شدن زانو ($n=37$)

گروه	میانگین تغییر خطای بازسازی زاویه ۶۰- (درجه)	میانگین تغییر خطای بازسازی زاویه ۳۰- (درجه)	میانگین تغییر خطای بازسازی زاویه ۱۵- (درجه)
کنترل	$1/57 \pm 0/67$	$1/41 \pm 0/74$	$1/25 \pm 0/76$
کشش عضلات فلکسور	$1/77 \pm 0/73^*$	$1/60 \pm 0/61^*$	$1/40 \pm 0/61^*$
کشش عضلات اکستانسور	$1/72 \pm 0/76$	$1/37 \pm 0/58$	$1/25 \pm 0/42$

*مقایسه کشش عضلات فلکسور زانو در هر سه زاویه ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درجه خم زانو با سایر شرایط کشش و کنترل با ($p=0/02$) از نظر آماری معنا دار است.

نتایج آزمون ANOVA با اندازه گیری مکرر اثر condition بر خطای مطلق بازسازی زاویه را معنا دار نشان داد ($P=0/01$). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در شرایط کشش عضلات فلکسور زانو میزان خطای مطلق بازسازی هر سه زاویه نسبت به شرایط کنترل پس از کشش افزایش معنا داری داشته است ($P=0/02$). سایر مقایسه های دو به دو از نظر آماری معنا دار نبود. مقایسه مقادیر خطای بازسازی زاویه قبل از اعمال مداخله در زاویای مختلف به روش آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که کمترین خطا در زاویه ۱۵ درجه خم و بیشترین خطا در زاویه ۶۰ درجه خم زانو دیده شده است. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که اختلاف میانگین زاویه ۱۵ با $p=0/01$ و زاویه ۱۵ با $p < 0/01$ و همچنین ۳۰ و ۶۰ ($p < 0/01$) معنا دار بودند.

نمودار ۱. مقایسه میانگین خطای بازسازی زاویای ۱۵-، ۳۰- و ۶۰ درجه در شرایط کشش عضلات فلکسور، اکستانسور و کنترل



بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که کشش استاتیک عضلات فلکسور زانو باعث افزایش خطای بازسازی زاویه در مفصل زانو در افراد جوان سالم می شود. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعاتی که فعالیت دوک عضلانی و میزان تغییر در سفتی بافت را اندازه گرفته اند همخوانی دارد [۱۰، ۱۹]. نتایج ثبت فعالیت دوک نشان می دهد که در حین اعمال کشش میزان فعالیت دوک عضلانی افزایش می یابد ولی بلافاصله پس از پایان کشش و حداکثر با تاخیر ۱/۵ میلی ثانیه میزان دیس شارژهای دوک عضله به کمتر از میزان اولیه کاهش می یابد [۱۰]. همچنین مطالعاتی

که ویژگی های بیومکانیکی بافت به دنبال کشش عضلانی را بررسی کرده اند، نشان می دهند که بلافاصله پس از کشش میزان سفتی در فیبرهای اینترفیوزال و اکسترفیوزال واحد حرکتی کاهش می یابد بطوریکه می تواند سبب کاهش دیس شارژهای دوک عضلانی شود [۱۹]. با توجه به اینکه گیرنده های دوک عضلانی نسبت به کشش حساس می باشند و نقش مهمی در ایجاد اطلاعات مربوط به حس عمقی دارند [۲۰، ۲۱] و به دلیل کاهش فعالیت دوک بلافاصله پس از کشش و تداوم این حالت تا ۱ ساعت پس از پایان کشش [۱۰]، به نظر می رسد کاهش دقت و عملکرد دوک عضله پس از کشش سبب افزایش خطای بازسازی زاویه می شود.

همچنین نتایج مطالعه ما نشان داد که کشش عضلات اکستانسور زانو تغییر معنا داری در خطای بازسازی زاویه مفصل زانو ایجاد نمی کند. از آنجاییکه جهت حرکت زانو در حین ارزیابی از حالت ۹۰ درجه خم مفصل زانو به سمت صاف شدن زانو بوده است و از آنجاییکه در حین صاف شدن زانو، عضلات فلکسور به عنوان آنتاگونیست حرکت در حالت طویل شده و عضلات اکستانسور به عنوان آگونیست حرکت در وضعیت کوتاه شده قرار می گیرند. بنابراین قابل توجه است که کشش عضلات اکستانسور زانو هیچ تغییری در میزان خطای بازسازی زاویه ایجاد نکند. این نتیجه گیری با نتیجه مطالعه O'Brien و همکاران که به مقایسه تاثیر اطلاعات حاصل از هریک از عضلات آگونیست و آنتاگونیست اطراف مفصل بر حس وضعیت مفصل پرداخته اند همسو می باشد [۲۱]. نتایج این مطالعه نشان داده است که پس از اعمال ارتعاش بر عضلات آگونیست، حس وضعیت مفصل تغییر معنا داری نداشته است، در حالیکه حس وضعیت مفصل به دنبال ارتعاش عضله آنتاگونیست تغییر معنا دار نشان می دهد. در نتیجه اطلاعات دوک عضلانی عضله ای که در حین حرکت در حال طویل شدن می باشد در دقت حس وضعیت مفصل در حرکات ارادی نقش مهم تری دارد [۲۱].

نتایج مطالعه ما با سایر مطالعات مشابه که تاثیر کشش استاتیک را بر حس وضعیت مفاصل بررسی کرده اند متفاوت می باشد. نتایج مطالعه Larsen و همکارانش در سال ۲۰۰۵ نشان داد که کشش استاتیک عضلات همسترینگ و کوادریسپس هیچ اثر معنا داری بر حس وضعیت مفصل زانو در دو وضعیت پرون و نشسته ندارد. اگرچه در افراد گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل خطای کمتری دیده می شد اما این نتایج معنادار نبوده است. در نتیجه نتایج این تحقیق به ویژگی تیکسوتروپیک عضلانی اشاره شده است و اینکه تغییرات تیکسوتروپیک عضلانی تنها برای مدت کوتاهی پس از کشیدن و طویل شدن عضله ادامه پیدا می کنند. در این مطالعه اندازه گیری با بازه زمانی ۶ تا ۷ دقیقه انجام شده است [۱۳]. در حالی که مطالعات نشان می دهند که استرس ریلکسیشن به دنبال کشش سبب ۱۰ - ۳۰٪ کاهش در تنش غیر فعال می شود که تا حدود یک ساعت پس از کشش باقی می ماند [۲۳، ۲۴].

همچنین نتایج حاصل از مطالعه Bjorklund و همکارانش در سال ۲۰۰۶ نشان داد که کشش عضلات آگونیست و آنتاگونیست عضلات اطراف شانه بر حس وضعیت این مفصل تاثیر معنا داری ندارد و به دنبال اعمال کشش عضلانی، حس وضعیت شانه تغییری نداشته است. با توجه به اینکه در این مطالعه با روش contract relax و بدنبال ۵ ثانیه انقباض ایزومتریک ساب ماگزیمال، کشش عضلات به مدت ۲۰ ثانیه و ۲ بار اعمال شد، احتمال دارد که کشش اعمال شده در این مطالعه برای تاثیر بر stiffness واحد عضلانی تاندونی و فعالیت دوک عضلانی کافی نبوده است [۱۴].

در مطالعه مشابه دیگری که توسط غفارنژاد و همکارانش در سال ۲۰۰۷ صورت گرفت، نتایج نشان داد که بر خلاف نتایج دو مطالعه قبلی کشش عضله کوادریسپس، همسترینگ و اداکتور سبب کاهش معنادار میزان خطای بازسازی زاویه مفصل زانو می گردد. نکته قابل توجه در این پژوهش این است که در نتیجه نتایج این مطالعه به خاصیت تیکسوتروپیک و افزایش فعالیت دوک به دنبال اعمال کشش اشاره شده است [۱۵]. درحالیکه مطالعات نشان داده اند که فعالیت دوک عضلانی فقط در حین اعمال کشش افزوده می شود و پس از آن به دنبال کاهش stiffness در عضلات، فعالیت دوک عضلانی نیز کاهش می یابد [۲۳، ۲۴]. به نظر می رسد یافته های این مطالعه با نتایج مطالعات فیزیولوژیک در تناقض باشد. لذا با توجه به همسو بودن نتایج مطالعه حاضر و نتایج مطالعات ثبت فعالیت دوک عضلانی متعاقب کشش می توان نتیجه گیری کرد که کشش عضله آنتاگونیست سبب افزایش خطای بازسازی زاویه مفصل زانو می شود. به نظر می رسد کشش استاتیک عضلات فلکسور زانو پیش از انجام فعالیت های فیزیکی و توانبخشی سبب کاهش دقت حس وضعیت مفصل زانوی افراد جوان سالم بلافاصله پس از اتمام کشش می گردد. با اینحال مطالعات مختلف، استفاده از کشش پیش از انجام فعالیت ورزشی را بدلیل بهبود عملکرد، بهبود ثبات و افزایش هماهنگی عضلانی موجب پیشگیری از آسیب و کاهش صدمات ورزشی می دانند [۱۵]. در حالی که کاهش دقت حس عمقی ایجاد شده در اثر کشش می تواند موجب افزایش ریسک بروز آسیب های ورزشی گردد. بنابر این احتمالاً کشش از طرق دیگری بجز تاثیر بر حس عمقی مفاصل موجب ایجاد این اثرات مثبت می گردد که باید به این جنبه ها نیز توجه نمود. مشاهده اثرات مفید ناشی از کشش پیش از فعالیت ورزشی می تواند به عواملی به جز حس عمقی مرتبط باشد. بنابر این نمی توان تنها با مشاهده اثر مخرب کشش بر حس عمقی، در باره اهمیت و کارایی آن در

فعالیت های ورزشی تصمیم گیری نمود و لازم است مطالعات وسیع تری در باره اثرات متفاوت آن بر سیستم عصبی-عضلانی-اسکلتی صورت گیرد.

نتایج این مطالعه نشان می دهد که خطای بازسازی زاویه و دقت حس وضعیت بین زوایای ۱۵ ، ۳۰ و ۶۰ درجه خم زانو متفاوت می باشد . بیشترین خطا در زاویه ۶۰ و کمترین خطا در انتهای دامنه صاف شدن زانو مشاهده می شود. به نظر می رسد بیشتر بودن دقت حس عمقی در انتهای دامنه اکستنشن زانو می تواند ناشی از طولیل شدن عضلات و بافت نرم اطراف مفصل در دامنه های انتهایی حرکت صاف شدن زانو باشد. زیرا با حرکت به سمت انتهای دامنه عضلات و عناصر اطراف مفصلی که محتوی گیرنده های حس عمقی می باشند کشیده می شوند و با تامین فیدبک کافی موجب آگاهی سیستم عصبی از موقعیت مفصل می گردند [۱۸].

بنابراین به نظر می رسد می بایست به نقش کشش عضلانی در طراحی برنامه های تمرینی و درمانی توجه ویژه معطوف گردد. همچنین ضروری است که تاثیر کشش استاتیک عضلات اطراف زانو در طی حرکت خم شدن زانو نیز بررسی گردد که می تواند در تکمیل نتایج تحقیق حاضر مفید باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیوتراپی سمیرا شهرجردی بوده که به راهنمایی دکتر مینو خلخالی و مشاوره دکتر اصغر رضاسلطانی ، دکتر خسرو خادمی کلاتنری ، دکتر علیرضا اکبرزاده باغبان اعضای هیئت علمی دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است و با هزینه مرکز تحقیقات فیزیوتراپی این دانشگاه انجام شده است که بدینوسیله از همکاری آنها تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1. Handel MT, Horstmann H, Dickhuth M, Gue Ich RW. Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1997;76(5):400-8.
2. Marks. Kovac. The argument against static stretching before sport and Physical activity. *Journal of human kinetics*. 2006; 11(3): 6-8.
3. Mahieu WE, Danneels N, McNair P. Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Med*. 2004;34(7):443-9.
4. Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ. A randomized trial of pre exercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(2):271-7.
5. Thacker SB, Stroup DF, Branche CM, Gilchrist J, Goodman RA, Kelling EP. Prevention of knee injuries in sports. A systematic review of the literature. *J Sports Med Phys Fitness* 2003; 2: 165-179.
6. Young, WB, & Behm DG. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 2003;43(1):21-7.
7. Cornwell A, Nelson AG, Heise GD, Sidaway B. The acute effects of passive muscle stretching on vertical Jump performance. *Y Hum Mov Stud*. 2001; 40: 307-324.
8. Moss WR, Feland JB, Hunter L, Hopkins JT. Static stretching does not alter pre and post-landing muscle activation. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2011; 3: 9.
9. Cornwell A, Nelson AG, Sidaway B. Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur J Appl Physiol*. 2002;86(5):428-34.
10. Jahnke MT, Proske U, Struppler A. Measurements of muscle stiffness, the electromyogram and activity in single muscle spindles of human flexor muscles following conditioning by passive stretch or contraction. *Brain Res*. 1989;493(1):103-12.
11. Proske U, Morgan DL, Gregory JE. Thixotropy in skeletal muscle and in muscle spindles: a review. *Prog Neurobiol*. 1993;41(6):705-21.
12. Proske U, Gandevia SC. The kinaesthetic senses. *J Physiol*. 2009;587(Pt 17):4139-46.
13. Larsen R, Lund H, Christensen R, Rind H, Sams BD, Bliddal H. Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. *Br J Sports Med*. 2005;39(1):43-6.
14. Rklund MB, Backa MD, Crenshaw AG. Acute muscle stretching and shoulder position sense. *J Athl Train*. 2006;41(3):270-4.
15. Ghaffarnejad F, Taghizadeh SH, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *Br J Sports Med*. 2007; 41(10):684-7.
16. Stillman BC, Tully EA, McMeeken JM. Knee joint mobility and position sense in healthy young adults. *Physiotherapy*. 2002; 88(9): 531-538.

17. Stillman BC. An investigation of the clinical assessment of joint position sense, Submitted in total fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, the University of Melbourne, Australia. 2000.
18. Macdonald P B, Hedden D, Pacin O, Sutherland K. Proprioception in anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed knees. *Am J Sports Med.* 1996 ;24(6):774-8.
19. Evetovich TK, Nauman NJ, Conley DS, Todd JB. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *J Strength Cond Res.* 2003;17(3):484-8.
20. Cao DY, Pickar JG. Lengthening but not shortening history of paraspinal muscle spindles in the low back alters their dynamic sensitivity. *J Neurophysiol.* 2011;105(1):434-41.
21. O'Brien TD, Reeves ND, Baltzopoulos V, Jones DA, Maganaris CN. The effects of agonist and antagonist muscle activation on the knee extension moment-angle relationship in adults and children. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(6):849-56.
22. Gioux M, Petit J, Proske U. Intermittent stimulation of fusimotor fibres during slow stretch of muscle spindles in the cat. *Brain Res.* 1990;520(1-2):338-41.
23. Magnusson SP, Aagaard P, Nielson JJ. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(6):1160-4.
24. McNair PJ, Dombroski EW, Hewson DJ, Stanley SN. Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(3):354-8.