مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۶، شماره ۷، مهر ۱۳۹۸ http://rjms.iums.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی تغییرات حس عمقی مفصل زانو متعاقب یک دوره کشش استاتیک و دینامیک عضلات همسترینگ، چهارسررانی و دوقلو

حسین رادفر: کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

ادریس باوردی‌مقدم: کارشناس ارشد حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران (* نویسنده مسئول)
bavardi.e@gmail.com

محمد صانعی: کارشناس ارشد مدیریت پدافند هوایی، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: یکی از عوامل عملکرد مناسب نیروهای نظامی داشتن ارزیابی دقیق بازخورد می‌باشد که در این میان حس عمقی مناسب مفصل زانو یکی از عوامل تأثیرگذار در این زمینه می‌باشد. این مطالعه به‌منظور بررسی تغییرات حس عمقی مفصل زانو در نظامیان متعاقب یک دوره کشش استاتیک و دینامیک عضلات همسترینگ، چهارسررانی و دوقلو انجام گرفت.

روش کار: روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی، با طرح تحقیق پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون و با گروه کنترل بود. جامعه آماری مردان قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا بود که از بین آن‌ها به روش تصادفی ساده و از نمونه‌های در دسترس ۶۰ نفر به‌صورت تصادفی به سه گروه ۲۰ نفری استاتیک (قد: ۱۷۳/۲۷، وزن: ۷۸/۱۴)، دینامیک (قد: ۱۷۵/۰۸، وزن: ۷۶/۹۲) و کنترل (قد: ۱۷۶/۱۲، وزن: ۸۰/۰۹) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در دو گروه استاتیک و دینامیک برنامه‌های کششی مربوط به گروه خود را اجرا نمودند. برای اندازه‌گیری حس عمقی مفصل زانو از روش گونیامتری تصاویر دیجیتال با تحلیل نرم‌افزاری اتوکد استفاده گردید. از آزمون‌های تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تی‌همبسته برای بررسی نتایج استفاده شد. داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS۲۲، در سطح معنی‌داری ۹۵٪ ($\alpha \leq ۰/۰۵$) مورد تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج متغیر حس عمقی مفصل زانو، بین گروه‌های استاتیک (کاهش، $p=۰/۰۵$)؛ و دینامیک (کاهش، $p=۰/۰۰۴$)، با کنترل (افزایش اندک)، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. همچنین در گروه استاتیک (کاهش، $p=۰/۰۳۲$)؛ و دینامیک (کاهش، $p=۰/۰۰۲$)، در متغیر مذکور اختلاف معنی‌داری در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شد (کاهش مقادیر خطای مطلق بازسازی زاویه هدف و در نتیجه بهبود متغیر حس عمقی مفصل زانو).

نتیجه‌گیری: تمرینات کششی استاتیک و دینامیک اندام تحتانی احتمالاً می‌تواند از طریق اثر بر دوک‌های عضلانی، افزایش دمای عضله، بروز پدیده فعال‌سازی، تکرار حرکت در یک الگوی خاص و در نهایت پدیده تخلیه حسی پس انقباضی موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های عضلانی و در نهایت بهبود حس وضعیت مفصل زانو شود. از آنجا که هر عامل کاهنده حس عمقی، می‌تواند منجر به بروز عدم ثبات مکانیکی گشته و در نهایت مفصل را مستعد ضربات خفیف و در نهایت آسیب نماید، تمرینات کششی نیز احتمالاً می‌تواند موجب تغییر در ویژگی‌های دوک‌های عضلانی شده و سبب افزایش حس عمقی زانو شود. همچنین انجام کشش دینامیک موجب بهبود و افزایش توانایی انجام بهتر در متغیر حس عمقی مفصل زانو نسبت به کشش استاتیک شد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: حامی مالی نداشته است.

کلیدواژه‌ها

حس عمقی،
کشش استاتیک،
کشش دینامیک،
عضلات همسترینگ،
چهارسررانی و دوقلو

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۲۰

شیوه استناد به این مقاله:

Radfar H, Bavardi Moghadam E, Sanei M. Evaluation of knee joint proprioception changes forces following a period of a static and dynamic stretching of hamstrings, quadriceps and gastrocnemius muscles. Razi J Med Sci. 2019;26(7):10-23.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

Razi Journal of Medical Sciences.2019;26(7):10-23. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

Evaluation of knee joint proprioception changes forces following a period of a static and dynamic stretching of hamstrings, quadriceps and gastrocnemius muscles

Hossein Radfar, MSc of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
Edris Bavardi Moghadam, MSc in Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran (*Corresponding author) bavardi.e@gmail.com
Mohammad Sanei, MSc in Air Defense Management, AJA University of Command and Staff, Tehran, Iran

Abstract

Background: One of the most important factors in the proper functioning of the military is the accurate assessment of feedback. Among these, the proper knee joint proprioception is one of the most important factors in this regard. This study was performed to evaluate knee joint proprioception changes in military forces following a period of a static and dynamic stretching of hamstrings, quadriceps and gastrocnemius muscles.
Methods: The study was semi-experimental. The population of the study included the men AJA air defense base of Khatam al-Anbia (PBUH), among which, 60 individuals were randomly divided into three groups of 20; Static (height: 173.27, Weight: 78.14), Dynamic (Height: 175.08, Weight: 76.92), and Control (Height: 176.12, Weight: 80.09). The subjects in both groups of static and dynamic stretching performed their group-specific stretching programs. The goniometric method of digital images was used to measure the knee joint proprioception using AutoCAD software. One-way variance analysis test and paired t-test were used for results. The significance level in the present paper was considered to be 95% ($\alpha \leq 0.05$) (SPSS 22).
Results: The results of the knee joint proprioception variables showed a significant difference with the control group (slight increase), between the static groups (decrease, p=0.05) and the dynamics (decrease, p=0.004). There was also a significant difference in the measured variables in the in-group comparison in the static group (decrease, p=0323) and dynamics (decrease, p=0.002). (Reducing the absolute error values of the target angle reconstruction and, consequently, improving the knee joint propensity sensitivity).
Conclusion: Static and dynamic stretching exercises in the lower extremity can possibly affect muscle spikes, increase muscle temperature, trigger the activation phenomenon, repeat the movement in a specific pattern, and ultimately the phenomenon of post-traptional sensory drainage, increase the sensitivity of muscle receptors and ultimately improve the sense of knee joint condition. Since any proprioception sense of depression can lead to mechanical instability and ultimately cause the joint to be prone to mild blows and ultimately damage, stretching exercises may also change the muscle spindle properties and increase the knee proprioception. Also, dynamic stretching improves the ability to perform better in the knee joint proprioception variable relative to static stretchinglearning of nursing students as well as accepting responsibility professionals in medical sciences.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Keywords
Proprioception,
Static stretching,
Dynamic stretching,
Hamstrings,
Quadriceps and
Gastrocnemius muscles

Received: 09/05/2019
Accepted: 11/08/2019

Cite this article as:
Radfar H, Bavardi Moghadam E, Sanei M. Evaluation of knee joint proprioception changes forces following a period of a static and dynamic stretching of hamstrings, quadriceps and gastrocnemius muscles. Razi J Med Sci. 2019;26(7):10-23.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

مقدمه

ارزشمندترین گنجینه ارتش‌های جهان و ارکان اصلی سازمان‌های نظامی نیروی انسانی است و موفقیت یا ناکامی در مأموریت‌ها و عملیات علاوه بر تسلیحات و تکنولوژی گران قیمت، به میزان سلامتی جسمی و روانی و آمادگی جسمانی نیروها برای بازخورد بهتر بستگی دارد. یکی از عوامل عملکرد مناسب نیروهای نظامی داشتن ارزیابی دقیق بازخورد می‌باشد که در این میان حس عمقی مناسب مفصل زانو یکی از عوامل تأثیرگذار در این زمینه می‌باشد (۱). حس عمقی یک واژه جامع از حس وضعیت فضایی مفصل و حرکت انجام‌شده در اندام‌ها می‌باشد که ورودی حسی را از گیرنده‌های دوک عضلاتی، تاندون و مفاصل دریافت می‌کند و موقعیت، جهت، شدت و سرعت حرکت مفصل را تعیین و مشخص می‌کند (۲). منظور از حس عمقی در این تحقیق، حس وضعیت (Sense of Position) مفصل می‌باشد که جزئی از حس عمقی به‌حساب می‌آید (۲). همچنین برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت نظامیان به توانایی فرد به استفاده از اطلاعات غیر بصری مانند حس عمقی در مورد موقعیت مفاصل بستگی دارد (۳).

قابل ذکر است گرم کردن یکی از اجزای کلیدی تمرین و عملیات نظامی می‌باشد، زیرا یک برنامه گرم کردن مناسب، فرد را از نظر جسمی و روحی برای عملکرد بهتر در تمرین و مأموریت‌های نظامی آماده می‌سازد و از آسیب‌دیدگی نیز جلوگیری می‌کند (۴). هر چند فعالیت‌ها و روش‌های متنوعی برای گرم کردن استفاده می‌شود، اما معمولاً اکثر افراد حرکات کششی را به عنوان بخشی از برنامه گرم کردن قبل از فعالیت اصلی به کار می‌برند (۷-۵). کشش، به کار بردن تدریجی و آهستهٔ نیروی کششی، به منظور افزایش طول یک عضله یا گروهی از عضلات می‌باشد که موجب افزایش دامنهٔ حرکتی مفصل می‌شود. مزایای عمومی کشش شامل افزایش انعطاف‌پذیری و خاصیت کشسانی عضلات و دیگر ساختارهای بافت نرم می‌باشد (۸). از جمله رایج‌ترین حرکات کششی مورد استفاده، کشش‌های دینامیک و استاتیک می‌باشند (۹ و ۱۰). کشش استاتیک به حرکت غیرفعال یک عضله تا حداکثر دامنه حرکتی و نگه‌داشتن عضلات در همان وضعیت برای چند ثانیه و کشش دینامیک به حرکت آهسته و کنترل شده یک مفصل در نتیجه انقباض عضلات آگونیست در طول دامنه حرکتی که باعث کشش عضله آنتاگونیست می‌باشد، گفته می‌شود. تاکنون تحقیقات بسیار اندکی در رابطه با اثر انواع کشش بر حس عمقی مفصل زانو انجام شده است. مرادی و همکاران در تحقیقی که انجام دادند، اعمال کشش دینامیک سبب بهبود دقت حس وضعیت مفصل زانوی فوتبالیست‌های مرد شد (۱۱). در تحقیق مشابهی دیگر توسط غفارنژاد و همکاران نیز اثر فوری کشش استاتیک عضلات اطراف زانو، بر حس وضعیت مفصل زانو را مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد تمرینات کششی موجب بهبود حس وضعیت مفصل زانو شده است (۱۲)؛ اما در مطالعه‌ی لارسن و همکاران، تورس و همکاران و مرادی و همکاران عنوان کردند که کشش استاتیک عضلات همسترینگ و چهارسرران تأثیر معنی‌داری بر حس عمقی مفصل زانو نداشته است (۱۵-۱۳).

بنابراین از یک سو اطلاعات اندک و متناقضی در ارتباط با اثر کشش استاتیک و دینامیک بر حس وضعیت مفصل زانو وجود دارد (۱۶) و از سوی دیگر با توجه به این‌که کشش دینامیک و استاتیک استفاده بیشتری در برنامه گرم کردن دارند و اگر احتمالا کاهش‌دهنده حس عمقی باشند، می‌تواند منجر به بروز عدم ثبات مکانیکی گشته و در نهایت مفصل را مستعد ضربات خفیف (Micro trauma) و در نهایت آسیب نماید (۲۰-۱۷) و در مأموریت‌های نیروهای نظامی که هزینه‌های هنگفتی جهت به‌کارگیری نیروها صرف می‌شود، بروز هرگونه آسیب می‌تواند موجب عدم استفاده از این نیرو و تجهیزات به خصوص در شرایط حساس عملیاتی، متضرر شدن ارگان نظامی و دوری نیرو از ادامه عملیات شود. پس ارائه اطلاعات مفید در مورد اثر آن‌ها بر حس وضعیت مفصل زانو در نیروهای نظامی امری مهم و ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌تواند اطلاعاتی ضروری در مورد مفید بودن یا نبودن استفاده از تمرینات کششی دینامیک و استاتیک عضلات همسترینگ، چهارسرانی و دوقلو از لحاظ تغییر در حس وضعیت مفصل زانو و همچنین مقایسه اثر این دو نوع کشش با یکدیگر را در اختیار مربیان، فرماندهان نیروهای نظامی و دیگر افراد قرار دهد.

روش کار

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی، با طرح تحقیق پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون و با گروه کنترل بود. جامعه آماری این تحقیق از نظامیان مرد قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا تشکیل شد. سپس نمونه‌های تحقیق نیز از میان این جامعه آماری به صورت هدفمند با توجه به معیارهای ورود به این تحقیق به‌صورت نمونه‌های در دسترس بودند که به شیوه تصادفی به سه گروه ۲۰ نفری (دو گروه تجربی و یک گروه کنترل) تقسیم شدند لازم به ذکر است که از آزمون شاپیرو ویلک برای توزیع طبیعی داده‌های وزن (P=۰/۸۱۶)، قد (P=۰/۸۹۵)، سن (P=۰/۹۰۱)، شاخص توده بدنی (P=۰/۷۲۶)، حس عمقی مفصل زانو (P=۰/۶۷۵)، سه گروه در مرحله پیش‌آزمون استفاده شد و عدم معنی‌داری را نشان دادند و نمونه‌ها همگن بودند.

پیش از انجام هرگونه اندازه‌گیری، فرم رضایت‌نامه کتبی شرکت در مطالعه توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد و همراه با فرم اطلاعات شخصی بیماران جمع‌آوری شد. سپس به سه گروه مساوی (هر گروه ۲۰ نفر) تقسیم شدند که از این سه گروه یک گروه به‌صورت تصادفی به‌عنوان گروه کنترل انتخاب شد. پیش از اجرای پروتکل‌های کشش متغیرهای آنتروپومتری شامل قد، وزن و شاخص توده بدن اندازه‌گیری و سپس متغیر حس عمقی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نمایه توده بدنی، ابتدا قد و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد، سپس با استفاده از تقسیم وزن بر مجذور قد، نمایه توده بدن آزمودنی‌ها به دست آمد. بعد از اجرای پروتکل‌های کشش مجدداً در پایان پژوهش متغیر حس عمقی در هر سه گروه (دو گروه تجربی و یک گروه کنترل) اندازه‌گیری شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل نظامیان مرد قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) آجا، دامنه سنی بین ۲۰ تا ۳۰ سال، عدم داشتن سابقه اختلالات اسکلتی-عضلانی و نورولوژیکی در اندام تحتانی، نداشتن ناهنجاری قابل مشاهده در اندام تحتانی (۱۰ و ۱۴)، نداشتن سابقه انجام تمرینات کششی، حس عمقی و تعادلی و همچنین جلوگیری از ورود افراد دارای خستگی مزمن که در ۴۸ ساعت قبل از شروع اندازه‌گیری (آزمون) فعالیت ورزشی داشته‌اند.

اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو: به منظور سنجش حس عمقی مفصل زانوی آزمودنی از روش "گونیامتری تصاویر دیجیتال" برای ارزیابی خطای حس وضعیت مفصل زانو استفاده شد. اندازه‌گیری زاویه مفصل زانو با استفاده از این روش دارای دقت و تکرارپذیری کافی برای ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو می‌باشد (۲۱). در این روش پای فرد به صورت نشسته و غیر فعال به یک زاویه معین (زانو ۴۵ درجه) برده می‌شود و سپس فرد باید مجدداً به صورت فعال (بدون استفاده از بینایی و فقط با اتکا به حس عمقی) پای خود را به این زاویه ببرد. مقدار خطای فرد در بازسازی زاویه هدف (ارزیابی تصاویر دیجیتال) به عنوان خطای حس وضعیت مفصل ثبت می‌شد. لازم به ذکر است که هرچقدر میزان خطای حس وضعیت مفصل زانوی آزمودنی کمتر باشد فرد دارای حس عمقی مناسب تری است که در ادامه اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو به صورت دقیق شرح داده می‌شود:

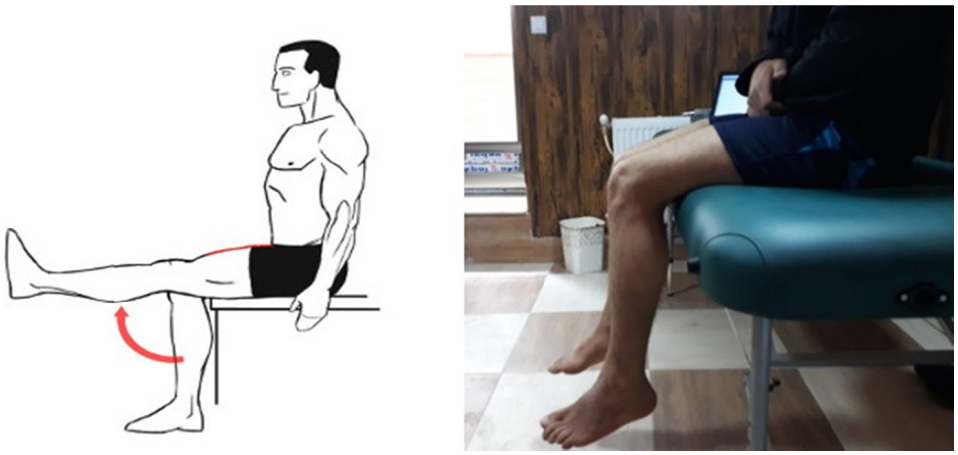
به منظور سنجش حس عمقی مفصل زانوی آزمودنی؛

جدول ۱- ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های مورد مطالعه

گروه	ویژگی‌ها	سن(سال)	قد(سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI(kg/m2)	تعداد آزمودنی‌ها
کشش استاتیک		۲۶/۵۷±۵/۳۲	۱۷۳/۲۷±۱/۸۲	۷۸/۱۴±۵/۷۳	۲۶/۰۰±۰/۹۷	۲۰
کشش دینامیک		۲۴/۹۱±۳/۹	۱۷۵/۰۸±۴/۱۹	۷۶/۹۲±۳/۰۵	۲۵/۱±۰/۸۶	۲۰
کنترل		۲۷/۴۶±۲/۹۴	۱۷۶/۱۲±۳/۸۸	۸۰/۰۹±۶/۴۴	۲۵/۸±۱/۰۴	۲۰

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]



شکل ۱- نحوه نشستن برای ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو

ابتدا پای غالب افراد به روش "پله" تعیین شد. در این روش از آزمودنی خواسته شد که حرکت بالارفتن از پله را انجام دهد، پایی که در ابتدا آزمودنی جهت اجرای این مهارت انتخاب می‌کرد، به عنوان پای غالب در نظر گرفته شد.

برای تسهیل انجام گونیامتری برای اندازه‌گیری زاویه زانو چهار عدد مارکر بر روی پوست استخوانی محورهای بلند ران و ساق نصب شد، انتخاب محل مارکرها بر اساس مطالعات لافورچن و همکاران (۲۲)، کاپوزو و همکاران (۲۳) و استیلمن (۲۴) صورت گرفت:

۱) رأس تروکانتر بزرگ استخوان فمور

۲) انتهای دیستال باند ایلیوتیبیال در زانو در قسمت پروگزیمال به سطح چین خلفی در ناحیه حفره پوپلیتال در حالت فلکشن ۹۰ درجه زانو

۳) کنار قدامی گردن استخوان فیبولا در قسمت فوقانی ساق

۴) روی برجستگی قوزک خارجی مچ پا

برای ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو؛ آزمودنی پس از نشستن روی لبه تخت به گونه‌ای قرار گرفت که زوایای مفاصل ران و زانو ۹۰ درجه خم و پاهای خود را به صورت آزاد، در وضعیت آویزان قرار می‌داد. سپس پای آزمودنی به صورت غیر فعال توسط آزمونگر به زاویه معینی تحت عنوان زاویه هدف (زانو ۴۵ درجه) برده می‌شد و آزمودنی ضمن نگه داشتن (به مدت ۵ ثانیه) در این زاویه، آن زاویه را به خاطر می‌سپارد (شکل ۱).

برای تعیین زاویه آزمون، ابتدا این زاویه به طور دقیق روی دیوار کنار فرد مورد مطالعه علامت‌گذاری می‌شد تا آزمونگر بتواند پای آزمودنی را تا محدوده‌ی مورد نظر بالا ببرد. اگرچه در این روش ممکن است زاویه آزمون مورد نظر دقیقاً توسط آزمونگر به طور غیر فعال ساخته نشود ولی به پیشنهاد استیلمن (۲۱)، از آنجا که فرد همان زاویه‌ای را که به او نشان داده می‌شود را بازسازی می‌کند، از این نظر اختلالی در نتایج آزمون ایجاد نمی‌گردد. پس از آن زانو توسط آزمونگر به وضعیت استراحت (۹۰ درجه فلکشن) برگردانده می‌شد. سپس آزمودنی زاویه مورد نظر را با همان اندام به صورت فعال، بدون استفاده از بینایی و فقط با اتکا به حس عمقی بازسازی می‌کرد. مقدار خطای فرد در بازسازی زاویه هدف به عنوان خطای حس وضعیت مفصل ثبت می‌شد. در این مطالعه زاویه ۴۵ درجه به عنوان زاویه هدف برای بازسازی انتخاب شد (۲۵). زمان استراحت بین آزمون یک دقیقه است. آزمون برای هر آزمودنی سه بار تکرار و میانگین خطای بازسازی طی سه بار اندازه‌گیری، خطای بازسازی زاویه برای آن زاویه در نظر گرفته می‌شد.

مقدار خطای فرد در بازسازی زاویه هدف که به عنوان خطای حس وضعیت مفصل زانو ثبت می‌شد، توسط ارزیابی تصاویر دیجیتال با نرم افزار اتوکد انجام میگرفت؛ جهت انجام تصویربرداری در این آزمون از دوربین دیجیتال (دوربین عکاسی Canon IXY) استفاده شد. پس از انجام آزمون، تصاویر دیجیتال به رایانه منتقل و توسط نرم‌افزار اتوکد، مقدار عددی زاویه مورد نظر محاسبه می‌شد. در انجام تصویربرداری،

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

دوربین دیجیتال روی سه‌پایه نصب و در فاصله ۲ متری از فرد و ۷۰ سانتی‌متری زمین قرار می‌گرفت. دو عدد مارکر روی دیوار کنار فرد مورد مطالعه به گونه‌ای نصب می‌شد که نمایشگر خط افق و همچنین محدوده کادر تصویر باشد. برای به حداقل رساندن چرخش جانبی دوربین، کادر تصویر با مارکرهای قرارگرفته روی دیوار کنار آزمودنی منطبق می‌شد. پس از انتقال تصاویر به رایانه و به کمک نرم‌افزار اتوکد (۲۰۱۳) کرسور روی مرکز هر یک از مارکرها قرار می‌گرفت و مرکز مارکرها با رسم خطوط مستقیم به هم متصل می‌شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزار، مقدار عددی زاویه موردنظر محاسبه می‌شد (۲۱)، با کسر مقدار زاویه تست شده (زاویه تست: Test angle) از مقدار زاویه بازسازی شده یا زاویه پاسخ (زاویه تست: Response angle) در هر تکرار تست زاویه، میزان خطای مطلق بدون دارا بودن علامت ± محاسبه شد.

گروه کنترل: این گروه از آزمودنی‌ها در طول آزمون پروتکل کششی را تجربه نکرده و فعالیت‌های روزمره خود را داشتند.

نحوه اعمال کشش استاتیک و دینامیک: پس از انجام مقدمات کار، پروتکل کشش استاتیک بر روی افراد اعمال شد. در این مطالعه از پروتکل لارسن و همکاران با مقداری تغییر (در میزان استراحت بین ست‌ها از ۳۰ ثانیه به ۱۵ ثانیه)، برای اعمال کشش استاتیک استفاده شد. این تغییر جزئی در پروتکل لارسن صرفاً جهت همسان‌سازی حجم کشش استاتیک و دینامیک انجام شد تا امکان مقایسه این دو کشش با یکدیگر وجود داشته باشد. همچنین محققان دیگری در تحقیق خود از این مقدار کشش و استراحت بین ست‌ها استفاده کرده‌اند (۲۶ و ۲۷). عضلاتی که در تحقیق حاضر مورد کشش قرار گرفتند شامل عضلات چهارسرران، همسترینگ و دوقلو بود.

در پروتکل کشش استاتیک مورد استفاده در این تحقیق، میزان کشش برای هر عضله شامل ۳ کشش ۳۰ ثانیه‌ای است که در بین هر کشش ۱۵ ثانیه استراحت اعمال می‌شد. به منظور رسیدن به حداکثر دقت و حداقل خطا برای همسان‌سازی میزان کشش در بین آزمودنی‌ها، از افراد خواسته شد تا عضلات را به آرامی و با دقت و کنترل شده تا آستانه درد تحت کشش قرار دهند (جدول ۲).

جدول ۲- نحوه انجام پروتکل کشش استاتیک و کشش دینامیک

پروتکل کشش	عضله موضع کشش	نحوه انجام
کشش استاتیک	دوقلو	کشش عضله دوقلو، در حالت ایستاده انجام می‌گیرد به گونه‌ای که آزمودنی پای غالب خود را به صورت کشیده در عقب می‌گذارد و پای دیگر را در جلو خم می‌کند و وزن خود را روی پای جلو می‌اندازد تا کشش در عضله ساق پای غالب احساس شود. در این حرکت پاشنه پای غالب نباید از زمین بلند شود.
	چهارسرران	کشش عضله چهارسرران نیز در حالت ایستاده انجام می‌گیرد. فرد زانوی پای غالب خود را خم کرده و به وسیله دست، ساق پا را پشت باسن نگه می‌دارد. فرد باید در این حرکت در عضلات چهارسر ران خود احساس کشش کند.
	همسترینگ	کشش عضلات همسترینگ در حالت نیمه نشسته انجام می‌گیرد. بدین صورت که آزمودنی زانوی پای غیر غالب خود را روی زمین گذاشته و پای غالب خود را به صورت کشیده در جلوی بدن روی زمین قرار می‌دهد سپس از فرد خواسته می‌شود بدون خم کردن زانو تنه خود را روی پای جلو خم کند تا در عضلات همسترینگ احساس کشش شود.
کشش دینامیک	دوقلو	مرحله اول: آزمونی یک پای خود را از سطح زمین بلند کرده و مفصل زانوی خود را در حالت اکستنشن کامل نگه می‌دارد. در این حالت مفصل مچ پا در حالت استراحت است. مرحله دوم: فرد با انقباض عضلات دورسی فلکسور، مچ پای خود را از حالت استراحت به دورسی فلکش می‌برد به طوری که پنجه‌های پا به سمت بالا است و سپس مچ خود را به حال اول بر می‌گرداند.
	چهارسرران	مرحله اول: فرد در حالت ایستاده قرار می‌گیرد به طوری که پاهای او جفت و در یک راستا قرار داشته باشد. مرحله دوم: آزمودنی مفصل ران خود را به حالت اکستنشن می‌برد و همزمان سعی می‌کند مفصل زانوی خود را خم کند.
	همسترینگ	مرحله اول: فرد در حالت ایستاده قرار می‌گیرد به طوری که پاهای او جفت و در یک راستا قرار دارد. مرحله دوم: آزمودنی با انقباض عضلات فلکسور ران و اکستنسور زانو پای خود را به صورت کنترل شده به سمت جلوی بدن حرکت می‌دهد، به طوری که عضلات همسترینگ تحت کشش قرار بگیرند. در این کشش مفصل مچ پا نیز باید در حالت پلنتارفلکشن باشد تا کشش عضله دوقلو مانع کشش در عضلات همسترینگ نشود.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

پروتکل کشش دینامیک استفاده شده در تحقیق حاضر برگرفته از پروتکل کششی استفاده شده در تحقیقات گذشته می‌باشد (۲۸ و ۲۹). در این تحقیق کشش دینامیک برای هر عضله شامل ۳ ست با ۱۵ تکرار کنترل شده و با سرعت تنظیم‌شده در ۳۰ ثانیه انجام می‌گرفت که بین هر ست ۱۵ ثانیه استراحت اعمال می‌شد. برای یکسان‌سازی میزان کشش در تمامی افراد از نمونه‌ها خواسته می‌شد که کشش تا نقطه‌ای اجرا شود که سفتی یا مقاومت در برابر کشش احساس شود و کشش تا آستانه درد ادامه یابد. همچنین برای تنظیم آهنگ و سرعت کشش دینامیک و همسان‌سازی آن در بین تمامی نمونه‌ها از دستگاه مترونوم استفاده می‌شد. دستگاه مترونوم طوری تنظیم می‌شد که در هر ۳۰ ثانیه ۱۵ بار به صدا در می‌آمد و آزمودنی می‌بایست با هر صدا یک کشش را انجام می‌داد (جدول ۲).

در هر دو برنامه کشش استاتیک و دینامیک، میانگین مدت زمان اجرای پروتکل کشش برای هر عضله ۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه است که شامل کشش (۹۰ ثانیه) و استراحت (۴۵ ثانیه) بود. همچنین مدت زمان کل جلسه کشش که شامل سه عضله است ۶ دقیقه و ۴۵ ثانیه بود.

روش‌های تجزیه‌وتحلیل آماری: برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های پیش‌آزمون از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق، برای بررسی اختلاف بین سه گروه از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه با تست تعقیبی LSD و از Paired t- test برای بررسی نتایج درون‌گروهی استفاده شد. همچنین از فرمول زیر (۲)، برای بررسی نتایج درصد تغییرات استفاده گردید:

(x درصد تغییرات، a و b به ترتیب نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون را نشان می‌دهند)

$$X = [(b-a) \div a] \times 100$$

از آزمون Cohen's d جهت برآورد اندازه اثر (Effect Size) استفاده شد (۲). اندازه اثر کمتر از ۰/۲ به‌عنوان اندازه اثر ناچیز، بین ۰/۲ تا ۰/۵ اندازه اثر کم، بین ۰/۵ تا ۰/۸ اندازه اثر متوسط و بیشتر از ۰/۸ اندازه اثر زیاد ارزیابی شد. کلیه محاسبات آماری با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS نگارش ۲۲ انجام گرفت. سطح معنی‌داری نیز در تحقیق حاضر برابر با ۹۵٪ و میزان آلفا کوچک‌تر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیرو ویلک توزیع طبیعی داده‌های وزن (P=۰/۸۱۶)، قد (P=۰/۸۹۵)، سن (P=۰/۹۰۱)، شاخص توده بدنی (P=۰/۷۲۶) و حس عمقی مفصل زانو (P=۰/۶۷۵)، سه گروه را در مرحله پیش‌آزمون نشان داد. به منظور مقایسه میزان حس عمقی (حس وضعیت) مفصل زانو (درجه) در گروه‌های کشش استاتیک، کشش دینامیک و کنترل در مراحل مختلف تحقیق از آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌راهه و تست تعقیبی LSD استفاده شد که در جدول ۳،

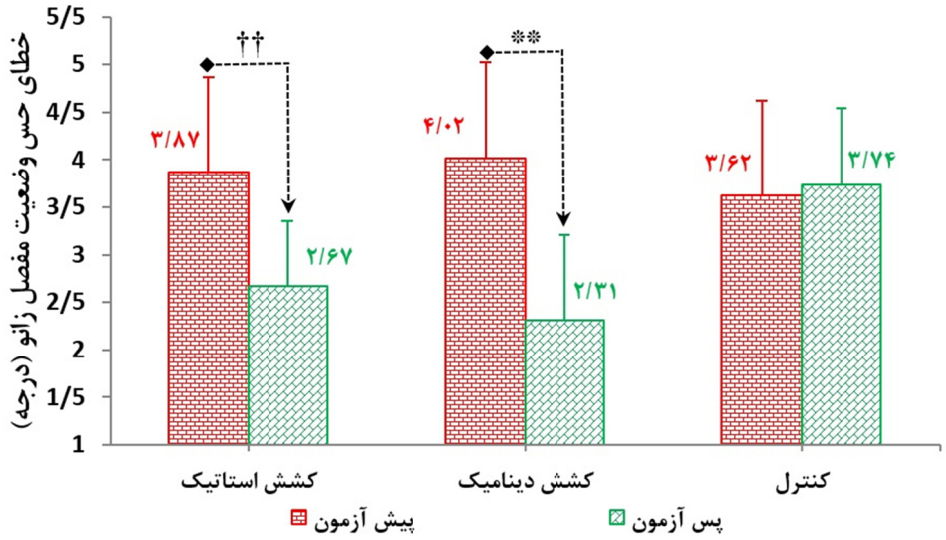
جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و تست تعقیبی LSD

متغیر	گروه	گروه‌ها	اختلاف میانگین	P بین گروهی مرحله پس‌آزمون	P بین سه گروه مرحله پس‌آزمون
خطای حس وضعیت مفصل زانو (درجه)	کشش استاتیک	کشش دینامیک	۰/۳۶	۰/۶۸۴	۰/۰۲۱
		کنترل	۱/۰۷	۰/۰۵	
	کشش دینامیک	کنترل	۱/۴۳	۰/۰۰۴	

جدول ٤- نتایج آزمون تی‌همبسته درون‌گروهی در گروه‌های مختلف پژوهش در مراحل پیش و پس‌آزمون

متغیر	گروه‌ها	M±SD	M±SD	اختلاف	درصد	Cohen's	P
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	میانگین	تغییرات	d	تی‌همبسته
خطای حس وضعیت مفصل زانو (درجه)	کشش استاتیک	۳/۸۷±۱/۰۷	۲/۶۷±۰/۶۸	۱/۲	-۳۱/۰۰	۱/۳۳	۰/۰۳۲
	کشش دینامیک	۴/۰۲±۰/۷۲	۲/۳۱±۰/۹۰	۱/۷۱	-۴۲/۵۳	۲/۰۹	۰/۰۰۲
	کنترل	۳/۶۲±۰/۶۶	۳/۷۴±۰/۸۰	۰/۱۲	۳/۳۱	۰/۱۶	۰/۷۹۸

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]



†† تفاوت معنی‌دار در سطح p<۰/۰۳۲ در مقایسه با پیش آزمون همان گروه (آزمون تی همبسته، درون گروهی).

** تفاوت معنی‌دار در سطح p<۰/۰۰۲ در مقایسه با پیش آزمون همان گروه (آزمون تی همبسته، درون گروهی).

نمودار ۱- نتایج آزمون تی‌همبسته درون‌گروهی در گروه‌های مختلف پژوهش در مراحل پیش و پس‌آزمون

به‌تفصیل ذکر شده است.

مقایسه نتایج بین گروهی در خطای مطلق بازسازی زاویه هدف در متغیر حس عمقی مفصل زانو حاکی از آن بود که بین تمام گروه‌های دریافت‌کننده مداخله تحقیق حاضر در مرحله پس‌آزمون به‌جز گروه کشش استاتیک با گروه کشش دینامیک اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۳). شایان ذکر است بین تمامی گروه‌های تحقیق حاضر، بیشترین میزان سطح معنی‌داری در مرحله پس‌آزمون بین گروه کشش دینامیک با گروه کنترل مشاهده شد (P=۰/۰۰۴)، (جدول ۳).

به منظور مقایسه میزان خطای مطلق بازسازی زاویه هدف در متغیر حس عمقی مفصل زانو در گروه‌های کشش استاتیک، کشش دینامیک و کنترل در مراحل مختلف تحقیق از آزمون آماری تی‌همبسته برای مقایسه درون‌گروهی استفاده شد که در جدول ۴، به تفصیل ذکر شده است.

با توجه به (جدول ۴ و نمودار ۱) و نتایج آزمون آماری تی‌همبسته جهت بررسی تفاوت‌های موجود درون‌گروهی در مقادیر خطای مطلق بازسازی زاویه هدف در متغیر حس عمقی مفصل زانو (درجه) در مراحل مختلف اندازه‌گیری بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در مقادیر این متغیر در تمام گروه‌های دریافت‌کننده مداخله در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون بود.

در بین گروه‌های مورد تحقیق، بالاترین اندازه اثر و درصد تغییرات در مرحله پس‌آزمون نسبت به مرحله پیش‌آزمون در گروه کشش دینامیک مشاهده شد (Cohen's d=۲/۰۹)، (۴۲/۵۳، درصد کاهش)، (جدول ۴، نمودار ۱).

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات حس عمقی (حس وضعیت) مفصل زانو در نظامیان متعاقب یک دوره کشش استاتیک و دینامیک عضلات همسترینگ، چهارسررانی و دوقلو انجام شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام یک دوره کوتاه مدت تمرین کشش استاتیک و دینامیک بر خطای حس وضعیت مفصل زانو بر حسب (درجه) در هر دو گروه کشش استاتیک و کشش دینامیک تأثیر معنی‌داری دارد، لیکن این تأثیر در گروه کشش دینامیک با درصد تغییرات، اندازه اثر (Cohen's d) و سطح معنی‌داری بزرگ‌تری همراه بود؛ و این در حالی بود که گروه کنترل تغییر معنی‌داری از مرحله پیش‌آزمون تا مرحله پس‌آزمون نشان نداد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام تمرین کشش استاتیک در این گروه موجب بهبود و تغییر معنی‌دار حس عمقی مفصل زانو از مرحله پیش‌آزمون به مرحله پس‌آزمون به میزان ۳۱/۰۰ درصد کاهش در میزان

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

خطای مطلق بازسازی زاویه هدف، شد (جدول ۴). همچنین نتایج آزمون بین گروهی میزان خطای مطلق بازسازی زاویه هدف در متغیر حس عمقی مفصل زانو در گروه کشش استاتیک نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج تحقیق در این بخش همسو با یافته‌های غفارنژاد و همکاران می‌باشد. آن‌ها اثر فوری کشش ایستای عضلات اطراف زانو، بر حس وضعیت مفصل زانو را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که کشش استاتیک عضلات منتخب اطراف زانو موجب بهبود حس وضعیت مفصل زانو شده است (۱۲). فرض آن‌ها بر این بود که کشش استاتیک موجب بهبود حساسیت دوک‌های عضلانی و ارسال پیام عصبی به سیستم عصبی مرکزی شده، در نتیجه کشش استاتیک می‌تواند موجب تغییر در حس عمقی مفصل زانو شده و موجب بهبود آن شود. هرچند روش‌های مختلف اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو، میزان استراحت بین کشش‌ها و مدت زمان کشش در تحقیق حاضر و تحقیق غفارنژاد و همکاران متفاوت بود، اما نتایج تحقیق حاضر، از یافته‌های غفارنژاد و همکاران حمایت می‌کند و می‌توان به این نتیجه رسید که احتمالاً کشش استاتیک بر روی حس وضعیت مفاصل مختلف نتایج یکسانی را در بر دارد. در تحقیق دیگری تورس و همکاران به این نتیجه رسیدند که کشش استاتیک موجب تغییر در خاصیت ویسکوالاستیک دوک‌های عضلانی می‌شود اما تغییری در عملکرد و اطلاعات حس عمقی ایجاد نمی‌کند (۱۴). به طور کلی ثابت شده است که اطلاعات حس عمقی تنها محدود به گیرنده‌های عضلانی (اندام وتری گلژی و دوک‌های عضلانی) نمی‌باشد و گیرنده‌های مفصلی و همچنین گیرنده‌های پوستی نیز در ارسال این اطلاعات نقش دارند. اعتقاد تورس و همکارانش بر این است که حرکات کششی ممکن است تأثیرات اساسی بر روی حساسیت گیرنده‌های عضلانی داشته باشد اما اطلاعات ارسالی از دیگر منابع حس عمقی مانند گیرنده‌های پوستی و گیرنده‌های مفصلی باعث نگه‌داشتن اطلاعات حس عمقی در سطح طبیعی شود (۱۴).

از سوی دیگر نتایج این بخش تحقیق حاضر در تناقض با یافته‌های مرادی و همکاران (۱۵)، بروکلند و همکاران (۲۰) و لارسن و همکاران (۱۳) است. مرادی و همکاران در تحقیقی با عنوان اثر آنی کشش استاتیک عضلات چهارسرران، همسترینگ و دوقلو بر حس عمقی مفصل زانو نشان دادند که اعمال کشش استاتیک بر دقت حس وضعیت مفصل زانوی فوتبالیست‌های مرد دانشگاهی اثری ندارد (۱۵). به نظر می‌رسد تناقض در یافته‌های تحقیق ما با یافته‌های مرادی و همکاران به خاطر تفاوت در نوع گروه‌های آزمودنی در دو تحقیق می‌باشد به گونه‌ای که در تحقیق مرادی و همکاران تنها یک گروه بوده که در دو بازه زمانی متفاوت از آن‌ها تست‌گیری به عمل آمده است در مقابل در تحقیق حاضر در این بخش دو گروه (کشش استاتیک و کنترل)، شرکت داشتند. تفاوت در نوع آزمودنی‌ها نیز می‌تواند به عنوان دلیل دیگر ذکر شود؛ به نحوی که در تحقیق مرادی و همکاران آزمودنی‌ها فوتبالیست‌های دانشگاهی بوده، در مقابل در تحقیق ما مردان نظامی بودند. تناقض دیگر نیز می‌توان به دلیل متفاوت بودن در نوع روش تست‌گیری متغیر حس عمقی باشد؛ به نحوی که در تحقیق مرادی و همکاران از روش الکتروگونیامتر استفاده شده و در تحقیق حاضر از روش گونیامتری تصاویر دیجیتال استفاده شد. بروکلند و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که کشش استاتیک عضلات آگونیست و آنتاگونیست عضلات کمربند شانه‌ای تأثیری بر حس وضعیت مفصل شانه نگذاشته است. فرض آن‌ها بر این بود که کشش می‌تواند موجب تغییر در حساسیت دوک‌های عضلانی و موجب بهبود آن شود. به نظر می‌رسد تناقض در یافته‌های تحقیق حاضر با یافته‌های بروکلند و همکاران به دلیل همسان نبودن مفاصل مورد بررسی در تحقیق حاضر و تحقیق بروکلند و همکاران می‌باشد. البته قابل ذکر است که یکی از دلایل احتمالی که بروکلند و همکاران برای توجیه نتایج تحقیق خود بیان کردند این بود که ممکن است وسیله آن‌ها (FASTRAK electromagnetic tracking system; Polhemus, Colchester, VT) برای اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل به اندازه کافی دقیق و حساس نبوده که بتواند تغییرات حاصل از کشش در حساسیت دوک‌های عضلانی را اندازه‌گیری کند. آن‌ها همچنین خستگی ناشی از انجام پروتکل کششی را نیز یکی از عوامل احتمالی توقف فعالیت دوک‌های عضلانی

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

و عدم تغییر در حساسیت حس وضعیت مفصل زانو پس از اعمال کشش گزارش کرده‌اند (۲۰). از سوی دیگر در تحقیق لارسن و همکاران که اثر فوری کشش استاتیک عضلات همسترینگ و چهارسرران را بر روی حس عمقی مفصل زانو مورد بررسی قرار گرفته بود؛ نتایج حاکی از آن بود که کشش استاتیک، تأثیری بر حس عمقی مفصل زانو نداشته است. در این تحقیق نیز فرض بر این بود که ممکن است کشش بتواند حس عمقی مفصل زانو را تحت تأثیر قرار دهد. احتمالاً عدم معنی‌داری در تحقیق لارسن و همکاران به این دلیل بوده که در برنامه آن‌ها، اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو بلافاصله پس از اعمال کشش استاتیک اندازه‌گیری نشده و با یک وقفه ۶-۷ 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 ثبت‌شده، یک رکورد دقیق نباشد (۱۳).

همچنین باید توجه داشت که در تحقیق آن‌ها خطای نسبی {مقایسه زاویه هدف و زاویه بازسازی شده با در نظر گرفتن جهت خطا (مثبت و منفی بودن خطا) را خطای نسبی گویند} بازسازی زاویه هدف مفصل زانو مورد بررسی قرار گرفته اما در تحقیق حاضر و سایر تحقیقات ذکر شده از خطای مطلق استفاده شده است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که عامل مؤثر در بهبود نسبی دقت حس عمقی می‌تواند با توجه به این واقعیت باشد که گیرنده‌های حس عمقی در تنش‌های لحظه‌ای تحریک‌شده (۳۰)؛ و به نظر می‌رسد که در این تحقیق، تحریک لحظه‌ای گیرنده‌های حس عمقی مفصل زانو حین کشش استاتیک موجب اثرات نسبتاً مثبتی بر درک وضعیت مفصل شده باشد. همچنین عامل دیگری که می‌تواند سبب بهبودی نسبی ایجادشده در حس عمقی پس از کشش استاتیک باشد، انقباضات هم‌زمان عضلانی (Cocontraction) است. در همین زمینه رجحانی و همکاران گزارش کردند که احتمالاً انقباضات هم‌زمان عضلانی موجب کارکرد بهتر و سازمان‌یافته‌تر گیرنده‌های موجود در عضله، پوست، مفصل و کپسول مفصلی شده و در نتیجه عملکرد حس عمقی را ارتقا داده است (۳۱).

بخش دیگر نتایج تحقیق حاضر نشان داد که انجام تمرین کشش دینامیک در این گروه موجب بهبود حس عمقی (حس وضعیت) مفصل زانو از مرحله پیش‌آزمون به مرحله پس‌آزمون به میزان ۴۲/۵۳ درصد کاهش در میزان خطای مطلق بازسازی زاویه هدف، شد (جدول ۴). همچنین نتایج آزمون بین گروهی میزان خطای مطلق بازسازی زاویه هدف در متغیر حس عمقی مفصل زانو در گروه کشش استاتیک نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود (جدول ۲). قابل ذکر است میزان اندازه اثر در این گروه به میزان (Cohen's d=۲/۰۹) بود که این میزان اندازه اثر زیادی محسوب می‌شود. بر اساس اطلاعات موجود تاکنون، تحقیقات بسیار کمی اثر کشش دینامیک بر حس وضعیت مفاصل را مورد بررسی قرار داده است؛ لذا، با توجه به کمبود تحقیقات مشابه به بررسی و تجزیه و تحلیل، علل و مباحث تحقیقاتی که در بعضی از متغیرها با این تحقیق مشابه بودند پرداخته می‌شود که تقریباً تمامی این تحقیقات اثر کشش دینامیک بر عملکردهای مختلف را مورد بررسی قرار داده‌اند و یافته‌های آن‌ها حاکی از آن است که کشش دینامیک موجب بهبود عملکرد می‌شود. در این راستا یافته‌های پریِر و همکاران، اسکیر و همکاران، لیتل و همکاران، آبراکی و همکاران، مرادی و همکاران و یاماگوچی و همکاران با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد؛ و آن‌ها دلیل این بهبود در عملکردهای مختلف ورزشی و بدنی پس از انجام کشش دینامیک را افزایش دمای عضله و بروز پدیده فعال‌سازی ثانویه (PAP) (Postactivation Potentiation) می‌دانند (۱۱، ۲۸، ۳۵-۳۲). بیان شده است که گرم کردن به وسیله کشش دینامیک باعث افزایش دمای عضله، افزایش دمای مرکزی بدن، افزایش سرعت جریان خون، افزایش طول عضله و تحریک سیستم عصبی می‌شود (۲۷، ۳۸-۳۶).

یاماگوچی و همکاران در تحقیقی که اثر کشش دینامیک عضلات اطراف زانو را بر قدرت اکستنشن مفصل زانو مورد بررسی قرار دادند به این نتیجه رسیدند که کشش دینامیک موجب بهبود این عملکرد شده است. آن‌ها افزایش دمای عضلانی و همچنین بروز پدیده (PAP) یا فعال‌سازی ثانویه به افزایش نیروی عضله بعد از یک دوره فعالیت انقباض عضلانی را دلیل احتمالی این بهبود عملکرد ناشی از کشش دینامیک

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

می‌دانند (۳۳). پدیده فعال‌سازی ثانویه PAP به عنوان یک عامل در بهبود عملکرد ناشی از کشش دینامیک گزارش شده است. فعال‌سازی ثانویه PAP به افزایش نیروی عضله بعد از فعالیت انقباضی و کششی گفته می‌شود، که نوعی بیدارباش عصبی است. دو نظریه پیشنهادی برای پدیده فعال‌سازی ثانویه PAP وجود دارد: نظریه اول شامل کاهش آستانه فراخوان واحدهای حرکتی (۳۹)، افزایش رهایش کلسیم در تارهای عضلانی و بهبود اتصال پل‌های عرضی میوزین با اکتین می‌باشد که باعث تولید انقباض قوی‌تر و افزایش نیروی عضلانی می‌شود (۴۰). فرضیه دوم یک مکانیسم عصبی را شامل می‌شود که بر اساس آن، افزایش بهره‌وری و سرعت تکانه‌های عصبی به عضلات موجب بهبود عملکرد عضلانی شده است (۴۱). بنابراین با استناد به فرضیه دوم، بروز پدیده فعال‌سازی ثانویه PAP، احتمالاً یکی از سازوکارهای پیشنهادی در رابطه با بهبود حس وضعیت مفصل زانو پس از اعمال تمرینات کششی دینامیک می‌باشد.

دومین سازوکار احتمالی تأثیرگذار بر بهبود حس وضعیت مفصل، تکرار حرکت در یک الگوی حرکتی خاص در کشش دینامیک می‌باشد. یافته‌های فلچر و همکاران، لیتل و همکاران و پریِر و همکاران حاکی از آن است که یکی از عوامل احتمالی تأثیرگذار بر بهبود عملکرد پس از اعمال کشش دینامیک انجام حرکات تکراری در یک الگوی حرکتی خاص می‌باشد که موجب بهبود هماهنگی عصبی–عضلانی الگوی حرکت می‌شود (۱۱، ۲۸، ۳۵-۳۲). فلچر و همکاران بیان کرده‌اند که تکرار حرکت در یک الگوی خاص در کشش دینامیک به حس عمقی کمک می‌کند تا یک سوئیچ سریع‌تر و بهینه‌تر از انقباض اکسنتریک به انقباض کانسنتریک در طی دوی سرعت داشته باشد. با توجه به این‌که حس وضعیت مفصل یکی از زیرمجموعه‌های حس عمقی می‌باشد بنابراین این مکانیسم نیز می‌تواند یکی از علل بهبود حس وضعیت مفصل زانو پس از اعمال کشش دینامیک باشد. همچنین از آنجا که ماهیت کشش دینامیک یک ماهیت فعال می‌باشد، آزمودنی در هنگام اجرای تمرینات، الگوهای حرکتی مختلفی را انجام می‌دهد که این ویژگی فعال بودن موجب افزایش دمای عضله می‌شود (۳۵). گزارش‌های مختلف علمی حاکی از آن است که افزایش دمای عضله باعث اثرات مثبتی مانند کاهش سفتی عضلات و لیگامان‌ها، افزایش حساسیت گیرنده‌های عصبی، افزایش هدایت پیام‌های عصبی، افزایش گیلکوژنولیز، افزایش گلیکولیز، افزایش مصرف فسفات پرانرژی (۲، ۳۸-۳۶)؛ و دفع مواد زائد می‌شود (۳۵). با توجه به این‌که افزایش دمای عضله باعث افزایش حساسیت گیرنده‌های عصبی و افزایش هدایت پیام‌های عصبی می‌شود و از طرفی به دلیل این‌که گیرنده‌های حس عمقی همگی جزئی از گیرنده‌های عصبی می‌باشند، شاید یکی از عواملی که بتواند بهبودی نسبی حس عمقی در یافته‌های این تحقیق را توجیه کند، همین افزایش دمای عضله منتج از کشش دینامیک باشد. البته از آنجا که ثبت این فاکتور در تحقیق ما صورت نگرفته است نمی‌توان تفاوت نتایج حاصله را با اطمینان به این عامل نسبت داد.

آخرین سازوکار، مربوط به افزایش فعالیت عصبی از طریق پدیده تخلیه حسی پس انقباضی (Post Contraction Sensory Discharge) می‌باشد. این سازوکار عبارت است از افزایش فعالیت پایانه‌های عصبی Ia و II در دوک‌های عضلانی پس از انقباض عضلانی که خود سبب افزایش درونداد‌های حسی می‌شود (۴۲). از آنجا که کشش دینامیک با انقباض عضلات آنتاگونیست همراه است، در نتیجه شاید بتوان تخلیه حسی پس انقباضی را در مورد اثر افزاینده کشش دینامیک بر حس وضعیت مفصل زانو قابل توجیه دانست؛ بنابراین در یک جمع‌بندی کلی می‌توان به این نتیجه رسید که کشش دینامیک از طریق چهار مکانیسم احتمالی قابل توجیه می‌باشد که شامل: افزایش دمای عضله، بروز پدیده فعال‌سازی PAP، تکرار حرکت در یک الگوی خاص و در نهایت پدیده تخلیه حسی پس انقباضی می‌باشد.

در مقایسه بین گروهی تحقیق حاضر مشخص شد که انجام کشش دینامیک عضلات منتخب اطراف زانو نسبت به انجام کشش استاتیک مؤثرتر عمل کرده و موجب افزایش حساسیت بیشتر گیرنده‌های عضلانی و در نتیجه باعث بهبود حس وضعیت و کاهش میزان خطای بازسازی زاویه هدف شده است؛ هرچند هر دو گروه مداخله با گروه کنترل در مرحله پس‌آزمون اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جداول ۳ و ۴). بر

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

اساس نتایج تحقیق حاضر و تحقیقات پیشین می‌توان نشان داد که کشش استاتیک و دینامیک روشی آسان و ایمن است و می‌توان طی فعالیت‌های گرم کردن از آن استفاده شود (۳۹، ۴۵-۴۳). همچنین، کشش دینامیک ضمن برخورداری از خواص تمرینات کششی استاتیک در پیشگیری از آسیب، با افزایش فعالیت عصبی- عضلانی سبب تسهیل تولید نیروی انفجاری و بهبود نتایج توان و فعالیت عصبی- عضلانی در اجرای متعاقب آن شود (۳۹، ۴۵-۴۳). بر اساس نتایج حاصل از تحقیق مروری‌ای که بهم و همکاران بر روی مطالعات انجام شده بر کشش استاتیک و دینامیک انجام دادند، اکثر مطالعات گویای این مطلب بودند که انجام تمرینات کششی استاتیک و دینامیک باعث افزایش سرعت، قدرت، پرش و عملکرد بدون عوارض جانبی شده است؛ و در این بین کشش دینامیک (همسو با تحقیق حاضر) را مؤثرتر از کشش استاتیک ذکر کرده‌اند (۱۶)؛ بنابراین با توجه به اینکه مربیان و تمرین دهنده‌های ورزشی بر این باورند که انجام پروتکل‌های کششی قبل از رقابت و فعالیت بدنی موجب کاهش احتمال آسیب و بهبود عملکرد ورزشکاران می‌شود (۱۰)، با این باور و تعمیم این شرایط برای نیروهای نظامی که همانند ورزشکاران بوده و نیازمند شرایط ویژه‌ی عملیاتی بوده و بدنشان برای جلوگیری از آسیب باید در بالاترین حد از آماده-سازی در مرحله پیش مأموریتی باشند، تحقیق حاضر بر روی نیروهای نظامی انجام گرفت. از سوی دیگر حس عمقی مناسب در مفصل زانو و بدن برای کنترل بهتر حرکت در اندام تحتانی در طی راه رفتن، دویدن و انجام کارهای معمولی روزانه نیروهای نظامی لازم است، همچنین وجود آگاهی مغز از وضعیت مفصل زانو سبب هماهنگی در زمان وارد عمل شدن عضلات اطراف زانو شده که نقش مهمی در ایجاد ثبات مفصلی دارد و می‌تواند نقش جذب ضربه را در طی انجام حرکت و فعالیت بدنی داشته باشد. دوک‌های عضلانی نیز جزء مهمی از گیرنده‌های حس عمقی هستند؛ و یکی از عواملی که ممکن است بر روی عملکرد و دقت این حس در هر دو گروه کشش دینامیک و استاتیک این تحقیق اثر گذاشته باشد، عضلات اطراف هر مفصل باشد. هنگام کشش عضلات اطراف هر مفصل دوک‌های عضلانی تحریک و باعث ارسال پیام‌های حسی به سیستم عصبی مرکزی و به دنبال آن تحریک نورون‌های عصبی حرکتی می‌شود؛ بنابراین کشش می‌تواند از طریق اثر بر دوک‌های عضلانی بر روی حس عمقی مفاصل مربوطه تأثیرگذار باشد (۲۰).

همچنین از دلایل احتمالی دیگر بهبود حس وضعیت مفصل زانو در هر دو گروه کشش دینامیک و استاتیک، همان طور که عنوان شد می‌تواند به علت افزایش دمای عضله، بروز پدیده فعال‌سازی (PAP)، تکرار حرکت در یک الگوی خاص و در نهایت پدیده تخلیه حسی پس انقباضی باشد که تمامی این موارد احتمالاً موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های عضلانی و در نهایت بهبود حس وضعیت مفصل زانو شود. از آنجا که هر عامل کاهش‌دهنده حس عمقی، می‌تواند منجر به بروز عدم ثبات مکانیکی گشته و در نهایت مفصل را مستعد ضربات خفیف و در نهایت آسیب نماید (۱۹-۱۷)، تمرینات کششی استاتیک و دینامیک اندام تحتانی نیز می‌تواند موجب تغییر در ویژگی‌های دوک‌های عضلانی شده و با افزایش حس عمقی مفاصل پا و بخصوص زانو در نیروهای نظامی تحقیق حاضر شده باشد (۲۰).

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات کششی استاتیک و دینامیک اندام تحتانی احتمالاً می‌توانند از طریق اثر بر دوک‌های عضلانی، افزایش دمای عضله، بروز پدیده فعال‌سازی، تکرار حرکت در یک الگوی خاص و در نهایت پدیده تخلیه حسی پس انقباضی موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های عضلانی و در نهایت بهبود حس وضعیت مفصل زانو شود. از آنجا که هر عامل کاهنده حس عمقی، می‌تواند منجر به بروز عدم ثبات مکانیکی گشته و در نهایت مفصل را مستعد ضربات خفیف و در نهایت آسیب نماید، تمرینات کششی نیز احتمالاً می‌تواند موجب تغییر در ویژگی‌های دوک‌های عضلانی شده و سبب افزایش حس عمقی زانو شود و زانو را در برابر آسیبدیدگی حفظ کند. همچنین انجام کشش دینامیک موجب بهبود و افزایش توانایی انجام بهتر در متغیر حس عمقی مفصل زانو نسبت به کشش استاتیک شد.

References

1. Cruz AL, Oliveira R, Silva AG. Exercise based interventions for physically active individuals with

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

functional ankle instability: a Syst literature Rev. J Sports Med and Phys Fitness; 2018.59(4):666-675.
2. Bavardi Moghadam E, Shojaedin SS, Ghanizadeh hesar N, Akbarnejad A. [Evaluation of knee proprioception changes in older men with knee osteoarthritis following a period of controlled aerobic activity]. J Sport Med; 2018.9(2): 153-167 [Persian].
3. Négyesi J , Mobark A , Zhang LY , Hortobagyi T , Nagatomi R. An above-knee compression garment does not improve passive knee joint position sense in healthy adults. PLoS One; 2018.13(9):e0203288.
4. Domínguez-Navarro F , Igual-Camacho C , Silvestre-Muñoz A , Roig-Casasús S , Blasco JM . Effects of balance and proprioceptive training on total hip and knee replacement rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. Gait Posture; 2018.62:68-74.
5. Zimmer A, Burandt A, Kent C, Mikolajczyk T, Bradbury E, Knobloch MJ, Van Laarhoven R. The effects of acute stretching on running economy. J Undergrad Kinesiol; 2007.3(1):52-61.
6. Nameni F, Kashef M, Lari A. [Impact on the relation between CK and LDH in the period of women's athletic recovery]. Quart Olympics; 2004.4(28):97-107 [Persian].
7. Allison Sarah J, Bailey DM, Folland JP. Prolonged static stretching does not influence running economy despite changes in neuromuscular function. J Sports Sci; 2008:1489-95.
8. Moss, D. Sport science: Static stretching before exercise reduces explosive power. Phys Edu Digest; 2002.19(2):24-5.
9. Ghai S, Schmitz G, Hwang TH, Effenberg AO. Auditory Proprioceptive Integration: Effects of Real-Time Kinematic Auditory Feedback on Knee Proprioception. Front Neurosci; 2018.12:142.
10. Streepey JW, Mock MJ, Riskowski JL, VanWye WR, Vitvitskiy BM, Mikesky AE. Effects of quadriceps and hamstrings proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on knee movement sensation. J Strength Cond Res; 2010.24(4):1037.
11. Moradi AA, Rajabi R, Minoonejad H, Beyranvand R. [The immediate effect of dynamic stretching of quadriceps, hamstrings and gastrocnemius muscles on the knee joint proprioception]. Scientific J Rehabil Med; 2015:86-96. [Persian].
12. Ghaffarinejad F, Taghizadeh S, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. British J Sports Med; 2007.41(10):684-7.
13. 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 J Sports Med; 2005.39(1):43-6.
14. Torres R, Duarte JA, Cabri JM. An acute bout of quadriceps muscle stretching has no influence on knee joint proprioception. J Hum Kinetic; 2012.34:33-9.
15. Moradi A, Rajabi R, Minoonejad H, Aghaei M. The acute effect of static stretching of quadriceps, hamstrings and gastrocnemius muscles on knee joint position sense in football players. PTJ; 2014.4(2):83-9.
16. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. European J Appl Physiol; 2011.111(11):2633-51.
17. Mirbagheri MM, Barbeau H, Kearney RE. Intrinsic and reflex contribution to human ankle stiffness: variation with activation level and position. Experim Brain Res; 2000.135(4):423-36.
18. Konradsen L, Ravn JB, Sorensen AI. Proprioception at the ankle: the effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. J Bone Joint Surg; 1993.75(3):433-6.
19. Boyle J, Negus V. Joint position sense in the recurrently sprained ankle. Australian J Phys Ther; 1998.44(3):159.
20. Björklund M, Djupsjöbacka M, Crenshaw AG. Acute muscle stretching and shoulder position sense. J Athletic Train; 2006.41(3):270.
21. Stillman BC. An investigation of the clinical assessment of joint position sense. PhD thesis, Physiotherapy 2000.
22. Lafortune M, Lambert C, Lake M. Skin marker displacement at the knee joint. J Biomech; 1992.26(3): 101–02.
23. Cappozzo A, Catani F, Della Croce U, Leardini A. Position and orientation in space of bones during movement: anatomical frame definition and determination. Clin Biomech; 1995.10(4):171-8.
24. Tully, E. and B. Stillman. A revised model for 2D kinematic analysis of spine, hip and knee motion in the sagittal plane. In Proceedings of the 12th International Congress of the World Confederation. Washington. 1995.
25. Pour Kazemi F, Naseri N, Bagheri H, Fakhari Z. [The effect of chronic ankle instability on knee joint position sense]. MRJ; 2009.3(1 and 2):33-42. Persian.
26. Papadopoulos G, Siatras TH, Kellis S. The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors. Isokin Exer Sci;2005.13(4):285-91.
27. 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; 2003:484-8.
28. Sekir U, Arabaci R, Akova B, Kadagan SM. Acute effects of static and dynamic stretching on leg

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]

flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. Scandinavian J Med Sci Sports; 2010.20(2):268-81.

29. Herda TJ, Cramer JT, Ryan ED, McHugh MP, Stout JR. Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. J Strength Cond Res; 2008.22(3:809-817.

30. Forouhideh F, Naeimi S , Khademi Kalantari Kh, Rahimi A, Farhadi A. [The short term effects of one-session of whole body vibration training on isokinetic strength of rotator cuff and shoulder proprioception in young healthy subjects]. SJKU; 2011.15(4):52-64. [Persian].

31. Rojhani shirazi Z, Shafaee R, Afarandide M. Survey on the effects of balance training on proprioception of knee and ankle joints and equilibrium time in single leg in healthy female students. J Rafsanjan Univ Med Sci; 2012.10(4):289-98. [Persian]

32. Nakamura M , Hirabayashi R , Ohya S , Aoki T , Suzuki D , Shimamoto M , Kikumoto T , Ito W , Nakamura E , Takabayashi T , Edama M . Effect of Static Stretching with Superficial Cooling on Muscle Stiffness. Sports Med Int Open; 2018. 2(5):E142-E147.

33. Yamaguchi T, Ishii K. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. J Strength Cond Res; 2005: 677-83.

34. Arabaci, R. acute effects of differential stretching protocols on physical performance in young soccer players. E-Journal of New World Sciences Academy (NWSA); 2009.4(2):50-65

35. Perrier, E. T. The effects of static and dynamic stretching on reaction time and performance in a countermovement jump. Thesis of Master of Science. Oregon State University. 2009.

36. Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, Costa PB, de Oliveira CG. Acute effects of three different stretching protocols on the Wingate test performance. J Sci Med Sport; 2012:1-7

37. Curry BS, Chengkalath D, Crouch GJ, Romance M, Manns PJ. Acute effects of dynamic stretching, static stretching, and light aerobic activity on muscular performance in women. J Strength Cond Res; 2009.23(6):1811-9.

38. Hall, J. E. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology: Enhanced E-book. Elsevier Health Sciences. 2010.

39. Young WB, Behm DG. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. J Sports Med Phys Fit; 2003.43(1):21-7.

40. Hamada TAKU, Sale DG, Macdougall JD. Postactivation potentiation in endurance-trained male athletes. Med Sci Sports Exer; 2000.32(2):403-11.

41. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation underlying physiology and implications for motor performance. Sports Med; 2005.25(7):385-95.

42. Manoel ME, Harris-Love MO, Danoff JV, Miller TA. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. J Strength Cond Res; 2008.22(5):1528-34.

43. Church, JB, Wiggins MS, Moode FM, Crist R. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. J Strength Cond Res; 2001:332-36.

44. Knudson D, Bennett K, Corn ROD, Leick D, Smith C. Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. J Strength Cond Res; 2001.15(1):98-101.

45. Nakao S, Ikezoe T, Nakamura M, Umegaki H, Fujita K, Umehara J, et al. Chronic effects of a static stretching program on hamstring strength. J Strength Cond Res; 2019.23 Jan.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1398.26.7.5.7]