



The Effect of Muscle Stretching Interventions on the Joint Position Sense of the Lower Limbs with an Injury Prevention Approach: A Review and Meta - Analysis

Parisa Sayyadi¹ , Hooman Minoonejad^{*1} , Foad Seidi¹ , Rahman Shikhhoseini² , Ramin Arghadeh¹ 

1. Department of Sports Injury and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Department of Corrective Exercise and Sports Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Received: 2022/12/10

Accepted: 2023/08/29

Abstract

Background and Aim: The injury significantly disrupts the performance of the individual and the team and the prevention should be the priority of training programs. To design prevention programs, the first step is to identify risk factors. The joint position sense is one of these factors. The purpose of this study is to investigate the effect of muscle stretching interventions on the sense of the position of the lower limbs with an injury prevention approach.

Methods: The keywords of this review were investigated on 24 September by two researchers in the electronic databases of Pub Med, Web of Science, Scopus, Google Scholar, elmnet, Magiran, SID. The quality of the articles was checked by the Downs and Black checklist. Statistical analysis was done with the help of CMA software and Q- test was used to check the homogeneity of data and I^2 was used to estimate the percentage of heterogeneity. Also, Funnel Plot and Egger - test were used to evaluate the risk of bias in the articles, and trim - and - fill method was used if the was a possibility of bias.

Results: Out of 7487 studies found in selected databases, 25 ones were selected after reviewing the title and abstract, and 10 articles were included in the study after reviewing the full text. The results indicated that stretching exercises do not affect the joint position sense of the knee and ankle.

Conclusion: It seems that stretching does not have a significant effect on the ankle and knee joint position sense. Considering that the duration of stretching in most studies was short, duration of stretching was one of the important reasons for the non - significance of the stretching. Therefore, more studies with longer periods of time are needed.

Keywords: Lower Extremity; Proprioception; knee; stretching

Please cite this article as:

Sayyadi P, Minoonejad H, Seidi F, Shikhhoseini R, Arghadeh R. The Effect of Muscle Stretching Interventions on the Joint Position Sense of the Lower Limbs with an Injury Prevention Approach: A Review and Meta - Analysis. Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat. 2023;11(1):58-70. **Doi:** 10.22037/iipm.v11i1.40188

*
Corresponding Author: h.minoonejad@ut.ac.ir

تأثیر مداخلات کشش عضلانی بر حس وضعیت مفاصل اندام تحتانی با رویکرد پیشگیری از آسیب:

مطالعه مروری و فراتحلیل

پریسا صیادی^۱، هومن مینوژاد^{۱*}، فواد صیدی^۱، رحمان شیخ‌حسینی^۲، رامین آرغده^۱

۱- گروه آسیب‌شناسی ورزشی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹

چکیده

سابقه و هدف: آسیب‌دیدگی به طرز چشمگیری منجر به اختلال در عملکرد افراد و تیم می‌شود؛ بنابراین پیشگیری از آسیب باید در اولویت تمرین تیم باشد. برای طراحی برنامه‌های پیشگیری اولین قدم شناسایی عوامل خطرزا است. حس وضعیت مفصل یکی از این عوامل است. هدف از این مطالعه مروری و فراتحلیل بررسی تأثیر مداخلات کشش عضلانی بر حس وضعیت مفاصل اندام تحتانی با رویکرد پیشگیری از آسیب است.

روش کار: کلمات کلیدی این مطالعه مروری در تاریخ ۲۴ سپتامبر ۲۰۲۲ توسط دو محقق در پایگاه‌های الکترونیکی پاپ مد، گوگل اسکولار، وب اف ساینس، اسکوپس، علم نت، مگ ایران، جهاد دانشگاهی توسط دو محقق جست‌وجو شد. کیفیت مقالات توسط چک‌لیست دوز و بلک بررسی شد. تحلیل آماری به کمک نرم‌افزار CMA انجام شد. به منظور بررسی همگنی داده‌ها از Q- test و به منظور تخمین میزان درصد ناهمگنی از I^2 استفاده شد. همچنین برای ارزیابی خطر سوگیری مقالات از فانل پلات و ایگر تست و در صورت مشاهده احتمال سوگیری از روش trim - and - fill استفاده شد.

یافته‌ها: از ۷۴۸۷ مطالعه یافت شده در پایگاه‌های منتخب، ۲۵ مطالعه بعد از بررسی عنوان و چکیده انتخاب و بعد از بررسی متن ۱۰ مقاله وارد این مطالعه شد. نتایج نشان داد که تمرینات کششی اثر معنی‌داری بر حس وضعیت مفصل ($P > 0/05$) مچ پا و زانو ندارد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که کشش اثر معنی‌داری بر حس وضعیت مفصل مچ پا و زانو ندارد. با توجه به اینکه مدت‌زمان کشش اکثر مطالعات کوتاه بود، یکی از دلایل مهم برای معنی‌دار نشدن مدت‌زمان کشش بود. بنابراین نیاز است مطالعات بیشتری با زمان‌های طولانی‌تر انجام شود.

واژگان کلیدی: حس عمقی؛ اندام تحتانی؛ زانو؛ کشش

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Sayyadi P, Minoonejad H, Seidi F, Shikhhoseini R, Arghadeh R. The Effect of Muscle Stretching Interventions on the Joint Position Sense of the Lower Limbs with an Injury Prevention Approach: A Review and Meta - Analysis. Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat. 2023;11(1):58-70. **Doi:** 10.22037/iipm.v11i1.40188

* نویسنده مسئول مکاتبات: h.minoonejad@ut.ac.ir

مقدمه

ورزش به عنوان بخش مهمی از سبک زندگی سالم در طول زندگی افراد توصیه می شود. با این حال، آسیب های مربوط به ورزش قابل توجه است و ورزش عامل اصلی آسیب در جوانان است (۱، ۲). آسیب دیدگی سلامت جسمانی و روانی افراد را به خطر می اندازد و پیامدهای جبران ناپذیری برای افراد به بار می آورد (۳). این میزان از آسیب، نیاز به مداخلات پیشگیری از آسیب بر اساس شواهد معتبر برای کاهش خطر آسیب در جوانان، در سراسر جهان دارد؛ بنابراین پیشگیری و کاهش خطر آسیب دیدگی نسبت به درمان اهمیت بیشتری دارد. یکی از اهداف مهم تربیت بدنی پیشگیری از آسیب است که با ارزیابی و ارائه تمرینات مناسب می توان به آن دست یافت (۴).

صدمات اندام تحتانی بیش از ۶۰ درصد آسیب های ورزشی را تشکیل می دهند و ۶۰ درصد از کل این آسیب ها مربوط به مفصل مچ پا و زانو است (۲، ۵). اندام تحتانی نه تنها وظیفه حمایت بدن را دارد بلکه پخش و انتقال نیروی عکس العمل زمین را نیز بر عهده دارد. در ورزش زمانی که تغییر جهت ناگهانی و انفجاری رخ می دهد، اندام تحتانی در معرض خطر آسیب های غیر برخوردی قرار می گیرند (۶). از آنجایی که این آسیب ها بیومکانیکال هستند، قابل پیشگیری اند. برای مثال شواهد نشان داده است که آسیب ACL با حس وضعیت ضعیف مرتبط است که ممکن است به دلیل کاهش ورودی های حس عمقی از مکانورسپتورها (Mechanoreceptor) باشد (۷).

حس عمقی نقش مهمی در کنترل حرکت انسان ایفا می کند همچنین در انجام فعالیت های روزانه و ورزش نیز نقش اساسی دارد (۸) گیرنده های حس عمقی در عضلات، پوست و مفاصل اطلاعات آوران را در مورد حس های مختلف از جمله نیرو، حرکت و وضعیت را به مغز منتقل می کنند (۹، ۱۰) این اطلاعات متعاقباً توسط سیستم عصبی مرکزی تفسیر می شوند، سپس سیگنال های وایران برای هدایت واکنش های حرکتی، رفتاری و جلوگیری از آسیب ارسال می شوند (۱۰). تغییر در حس وضعیت مفصل یک فاکتور مهم در هماهنگی مفصل، استیفسنس عضلانی، یکپارچه سازی حرکت و اختلال در حرکت است (۱۱). در فعالیت های ورزشی دقت حس وضعیت مفصل بسیار مهم است زیرا ارتباط بالایی با دقت مهارت و

خطر آسیب دارد (۱۲) و حس عمقی ضعیف ممکن است احتمال آسیب را افزایش دهد، بنابراین یک عامل مهم در پیشگیری از آسیب است و بررسی عوامل اثرگذار بر آن ضروری است (۱۳). یکی از عوامل تأثیرگذار بر حس وضعیت مفصل کشش عضلانی است.

برای گرم کردن اصولاً از تمرینات با شدت متوسط به همراه تمرینات مختلف کششی استفاده می شود. همچنین ورزشکاران از تمرینات کشش برای بهبود دامنه حرکتی و عملکرد استفاده می کنند. به هر حال این طور نشان داده شده است که کشش، ویژگی های مکانیکی و الکتریکی عضله را تغییر می دهد (۱۴)؛ زیرا تنش مکانیکی عضله اسکلتی و دوک عضلانی در اثر کشش و انقباض تغییر می کند که به آن خاصیت تیکسوتروپی (Thixotropy) گویند و به همین دلیل کشش با تغییر شکل دوک روی حساسیت دوک های عضلانی تأثیر می گذارد (۱۵)؛ زیرا فعالیت دوک عضلانی با استیفسنس عضلانی مرتبط است (۱۶) و کشش منجر به کاهش استیفسنس (Stiffness) و تنش و در نهایت منجر به تغییر عملکرد دوک و فعالیت رفلکسی آن می شود.

مقالات مختلفی اثر تمرینات کششی را بر حس وضعیت اندام تحتانی بررسی کردند. تعدادی از مطالعات نشان داده است که کشش اثر معنی داری بر حس وضعیت اندام تحتانی دارد (۱۷، ۱۸)، اما بعضی از مطالعات نیز نشان دادند که کشش بر حس وضعیت اندام تحتانی تأثیر معنی داری ندارد (۱۹، ۲۰)، بنابراین انجام مطالعه ای مروری و فراتحلیل برای جمع بندی نتایج جهت رسیدن به نتیجه ای واحد و مشخص درباره ی اثرگذاری کشش بر حس عمقی می تواند کمک کننده باشد. لذا در این تحقیق به دنبال این هستیم که داده های مطالعات مختلف درباره تأثیر مداخلات کشش عضلانی بر حس وضعیت مفاصل اندام تحتانی را جمع بندی و در نهایت نتیجه نهایی را اعلام کنیم.

روش کار

استراتژی جستجو

مطالعه حاضر از نوع مروری فراتحلیل است که بر مبنای دستورالعمل کوکراین (Chochrane) و چک لیست پریزما (PRISMA) انجام شده است و با استفاده از استراتژی جستجو تمام مقالات واجد شرایط استخراج شده است. جستجوی مقالات به انگلیسی در پایگاه های

اندنوت شد. پس از حذف رکودهای تکراری، مطالعات توسط دو محقق (پ.ر. و ر.آ) به صورت مستقل مورد بحث و بررسی قرار گرفت و موارد اختلاف توسط سرپرست گروه به‌عنوان مرورگر نهایی مورد قضاوت و تصمیم‌گیری قرار گرفت. متن کامل مقالاتی که واجد شرایط برای شرکت در این مطالعه بودند بررسی و نام نویسنده اول، سال انتشار، کیفیت، حجم نمونه و ...، آزمودنی‌ها (سن، جنس، داده‌های مربوط به شاخص، ...)، مداخله و مشخصات تمرینی (نوع، شدت، مدت و ...)، روش‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری، گردآوری داده‌ها و مهم‌ترین نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۱ خلاصه شده است. این مطالعه در PROSPERO با شماره ۴۲۰۲۱۲۷۴۷۰۱ CRD ثبت شده است.

اطلاعاتی منتخب با پنج دسته‌کلید واژه اصلی و مترادف آن‌ها با استفاده از سیستم واژگان کنترل‌شده مش (MeSH) انجام شد. از AND بین هر گروه از کلیدواژه‌ها و از OR بین کلیدواژه‌های هر گروه استفاده شد.

– کلیدواژه انگلیسی

(Hip OR knee OR ankle OR foot OR feet OR “lower extremity” OR “lower limb” OR “lower - limb” OR “lower - extremity”)

Proprioception OR “position sense” OR “reposition error” OR reposition* OR “sense of position” OR neuromuscular)

(Stretch OR Stretching OR flexibility OR “range of motion” OR “Proprioceptive Neuromuscular Facilitation”)

– کلیدواژه فارسی

"زانو" یا "ران" یا "مچ پا" یا "اندام تحتانی"

"حس عمقی" یا "حس وضعیت" یا "خطای بازسازی"

"کشش" یا "تمرینات کششی" یا "دامنه حرکتی" یا "تسهیل عصبی عضلانی"

معیارهای ورود شامل موارد زیر بود:

۱- مقالات اثر کشش را بر حس وضعیت اندام تحتانی بررسی کرده باشند.

۲- به زبان انگلیسی و فارسی باشند.

۳- در مجلات معتبر منتشر شده باشند.

۴- جستجو بدون محدودیت زمانی انجام شد.

۵- متغیر حس وضعیت مفصل را اندازه‌گیری کرده باشند.

مطالعاتی که بر روی افراد دارای مشکلات نورولوژی و لاکسیتی رباط (Ligament Laxity) و آرتروز و مشکلات حسی یا هماهنگی انجام شده بود همچنین مطالعاتی که اطلاعات کافی نداشتند و داده‌های مقالات همایش‌ها، چکیده‌ها و پایان‌نامه‌های منتشرنشده مورد استفاده قرار نگرفته است.

فرآیند جستجو

ابتدا استراتژی جستجو در پایگاه‌های داده مورد نظر انجام شد. داده‌ها با حفظ اسامی نویسندگان، عناوین و چکیده منابع وارد فایل

جدول ۱. مشخصات مقالات وارد شده

نام نویسنده و سال	توصیف نمونه	تعداد نمونه (مرد/زن) (سن) $\pm$ انحراف استاندارد	مداخله تمرینی	مداخله گروه کنترل	متغیرها	نتیجه	نمره‌ی ارزیابی کیفیت
غقارنژاد و همکاران، ۲۰۰۷ (۱۸)	دانش‌آموزان سالم که حداقل هفته‌ای سه بار ورزش می‌کنند	گروه آزمایش: ۳۹ (۲۱/۱۸)	کشش استاتیک عضله چهار سر ۳ * ۳۰ ثانیه + ۳۰ ثانیه استراحت		حس وضعیت اکتیو زانو، ۴۵ درجه، خطای زاویه‌ای مطلق، الکتروگونیامتر	خطای زاویه‌ای مطلق بعد از کشش چهار سر کاهش معنی‌داری داشته است.	۲۳/۱۷
ترس و (Torres) همکاران، ۲۰۱۲ (۱۹)	افراد سالم تمرین نکرده	کل: ۳۰ (۰/۳۰) $\pm$ ۲۲/۱ (۲۲/۱) هر گروه ۱۵ نفر	کشش استاتیک عضله چهار سر ۱۰ * ۳۰ ثانیه + ۱۰ ثانیه استراحت	بدون تمرین	حس وضعیت اکتیو زانو، ۷۰ درجه، خطای زاویه‌ای مطلق، ایزوکنیتیک	خطای زاویه‌ای مطلق بعد از کشش چهار سر تفاوت معنی‌داری نداشته است.	۲۳/۱۶
لی (Lee) و همکاران، ۲۰۱۸ (۲۰)	افراد سالم	گروه آزمایش: ۳۰ (۰/۳۰) $\pm$ ۲۰/۴ (۲۰/۴)	کشش استاتیک عضله چهار سر + همسترینگ ۳ * ۳۰ ثانیه		حس وضعیت اکتیو زانو، ۴۵ درجه، خطای زاویه‌ای مطلق، ایزوکنیتیک	خطای زاویه‌ای مطلق بعد از کشش چهار سر تفاوت معنی‌داری نداشته است.	۲۳/۱۲
لیو (Lyu) و همکاران، ۲۰۲۰ (۲۱)	افراد فعال	گروه آزمایش: ۲۰ (۰/۲۰) $\pm$ ۲۱ (۲۱)	کشش استاتیک عضلات پلانتار فلوکسور ۳ * ۳۰ ثانیه		حس وضعیت اکتیو مچ پا، ۳۰ درجه پلانتار فلوکشن، خطای زاویه‌ای مطلق، ایزوکنیتیک	تفاوت معنی‌داری بعد از کشش مشاهده نشده است.	۲۳/۱۷
لی و هان (Lee and Han)، ۲۰۱۷ (۱۷)	افراد سالم	گروه آزمایش: ۱۲ (۱۰/۸) $\pm$ ۲۳/۴۲ (۲۳/۴۲)	کشش استاتیک پلانتار فلوکسور، ۱۵ دقیقه		حس وضعیت اکتیو مچ پا، زاویه رندم، خطای زاویه‌ای مطلق، الکتروگونیامتر	خطای زاویه‌ای مطلق بعد از کشش افزایش یافت.	۲۳/۱۶
آشنا و همکاران، ۲۰۱۷ (۲۲)	دانشجوی زن ورزشکار	گروه آزمایش: ۳۳ (۳۳/۰) $\pm$ ۲۲/۱۵ (۲۲/۱۵)	کشش استاتیک چهار سر، ۳۰ ثانیه		حس وضعیت اکتیو زانو، ۴۵ درجه، خطای زاویه‌ای مطلق، فوتوگرامتری	تفاوت معنی‌داری بعد از کشش مشاهده نشده است	۲۳/۱۷
رادفر و همکاران، ۲۰۱۹ (۲۳)	نظامیان	گروه کشش استاتیک: ۲۰ (۰/۲۰) $\pm$ ۲۴/۹۱ (۲۴/۹۱) گروه دینامیک: ۲۰ (۰/۲۰) $\pm$ ۲۶/۵۷ (۲۶/۵۷) کنترل: ۲۰ (۰/۲۰) $\pm$ ۲۷/۴۶ (۲۷/۴۶)	گروه کشش استاتیک: کشش عضله چهار سر، همسترینگ و دوقلو ۳ * ۳۰ ثانیه + ۱۵ ثانیه استراحت گروه کشش دینامیک: کشش عضله چهار سر، همسترینگ و دوقلو ۳ * ۱۵ تکرار + ۱۵ ثانیه استراحت بین ست	بدون تمرین	حس وضعیت اکتیو زانو، ۴۵ درجه، خطای زاویه‌ای مطلق، گونیامتری تصاویر دیجیتال	خطای زاویه‌ای مطلق بعد از کشش در هر دو گروه کاهش معنی‌داری داشته است.	۲۳/۱۵
مرادی و همکاران، ۲۰۱۴ (۲۴)	فوتبالیست	گروه آزمایش: ۳۰ (۰/۳۰) $\pm$ ۲۳/۲۰ (۲۳/۲۰)	کشش استاتیک عضله چهار سر، همسترینگ و دوقلو ۳ * ۳۰ ثانیه + ۱۵ ثانیه استراحت		حس وضعیت اکتیو زانو، ۴۵ درجه، خطای زاویه‌ای مطلق، الکتروگونیامتر	تفاوت معنی‌داری بعد از کشش مشاهده نشده است	۲۳/۱۶
شهجدردی و همکاران، ۲۰۱۴ (۲۵)	افراد سالم	گروه آزمایش: ۳۷ (۲۱/۹۵) $\pm$ ۲/۱۸ (۲۱/۹۵)	کشش استاتیک عضله چهار سر ۳ * ۳۰ ثانیه + ۳۰ ثانیه استراحت		حس وضعیت اکتیو زانو، ۶۰ درجه، خطای زاویه‌ای مطلق، گونیامتر و فوتوگرامتری	خطای زاویه‌ای مطلق بعد از کشش چهار سر تفاوت معنی‌داری نداشته است.	۲۳/۱۵
پری دیپ (Pradeep) و همکاران، ۲۰۱۶ (۲۶)	افراد سالم	گروه آزمایش: ۱۵ (۰/۱۵) $\pm$ ۲۱-۲۶ (۲۱-۲۶)	کشش داینامیک عضله چهار سر ۳ تکرار بدون استراحت		حس وضعیت اکتیو زانو، ۷۰ درجه، خطای زاویه‌ای مطلق، گونیامتر	کشش داینامیک چهار سر تأثیر معنی‌داری بر خطای زاویه‌ای مطلق ندارد.	۲۳/۱۱

کیفیت‌سنجی مقالات

در این مطالعه کیفیت مقالات با استفاده از چکلیست دوزن و بلک (Downs and Black) بررسی شده است (۲۷). این چکلیست قبلاً پایایی و روایی بالایی را نشان داده است (۲۷). در مقاله مروری قبلی ۲۲ مورد از چکلیست مورد استفاده قرار گرفته است، سؤال ۸، ۹، ۱۳، ۱۷، ۲۲ را حذف کرده است. با توجه به یکسان بودن نوع مطالعه ما نیز از این از این مطالعه استفاده کردیم اما به دلیل نداشتن Follow up سؤال ۲۶ را حذف و همچنین سؤال ۲۲ را اضافه کرده‌ایم (۲۸). نمره کلی ارائه شده از این چکلیست به صورت زیر ارائه شد ۷۵٪، بالا، ۶۰-۷۴٪ متوسط و کمتر از ۶۰٪ ضعیف (۲۹). سؤال آخر چکلیست را بر اساس مقالات قبلی از ۵-۰ به ۱۰-۰ تغییر داده‌ایم (۳۰).

تحلیل داده‌ها

در این پژوهش نرم‌افزار آماری CMA version3 مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های مورد نیاز (شامل انحراف استاندارد، میانگین پیش و پس‌آزمون‌ها، P-Values حجم نمونه‌ها و در صورت امکان انحراف استاندارد و تفاوت میانگین) از مقالات واجد شرایط استخراج شد. به‌منظور بررسی همگنی داده‌ها از Q-test و جهت تخمین میزان درصد ناهمگنی از I^2 استفاده شد، همچنین برای ارزیابی خطر سوگیری مقالات از روش فانل پلات (Funnel plot) استفاده شد. در صورت مشاهده احتمال سوگیری از روش trim - and - fill استفاده شد.

ویژگی‌های مطالعه

تمام مطالعات اثر آنی کشش را بر حس وضعیت اندام تحتانی بررسی کرده است. در کل تعداد نفرات شرکت‌کننده در این ۱۰ مطالعه ۲۳۲ نفر بود که در جدول ۱ نشان داده شد. شاخص اندازه‌گیری حس عمقی در همه‌ی مطالعات حس وضعیت مفصل بود که با مقیاس درجه اندازه‌گیری شده بود.

متغیرها

اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل

روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری حس وضعیت استفاده شد: ۴ مطالعه از الکتروگونیاومتر (۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۴) ۴ مطالعه از ایزوکنیتیک

(۲۱-۱۹، ۳۱) و ۲ مطالعه از گونیامتر و فوتوگرامتری (۲۳، ۲۵) استفاده کردند. تمام مطالعات از خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو (۲۶-۱۷) استفاده کرده‌اند. زوایای مورد استفاده در اندازه‌گیری حس وضعیت در مفصل زانو بین ۷۰-۴۰ درجه (۲۰-۱۸، ۲۶-۲۲) و در مچ پا در یک مطالعه ۳۰ درجه پلانتار فلکشن (۲۱) و در مطالعه‌ای دیگر یک زاویه تصادفی (۱۷) بود.

پروتکل کششی

از دو نوع کشش استفاده شد. ۹ مطالعه از کشش استاتیک (۲۵-۱۷)، ۲ مطالعه از کشش دینامیک (۲۳، ۲۶) استفاده کردند. ۵ مطالعه از کشش عضلات چهارسر (۱۸، ۱۹، ۲۲، ۲۵، ۲۶)، ۱ مطالعه از کشش چهارسر و همسترینگ (۲۰)، ۲ مطالعه از کشش چهارسر و همسترینگ و گاستروکنمیوس (۲۳، ۲۴) و ۲ مطالعه از کشش عضلات پلانتار فلکسور استفاده کردند (۱۷، ۲۱).

مفاصل

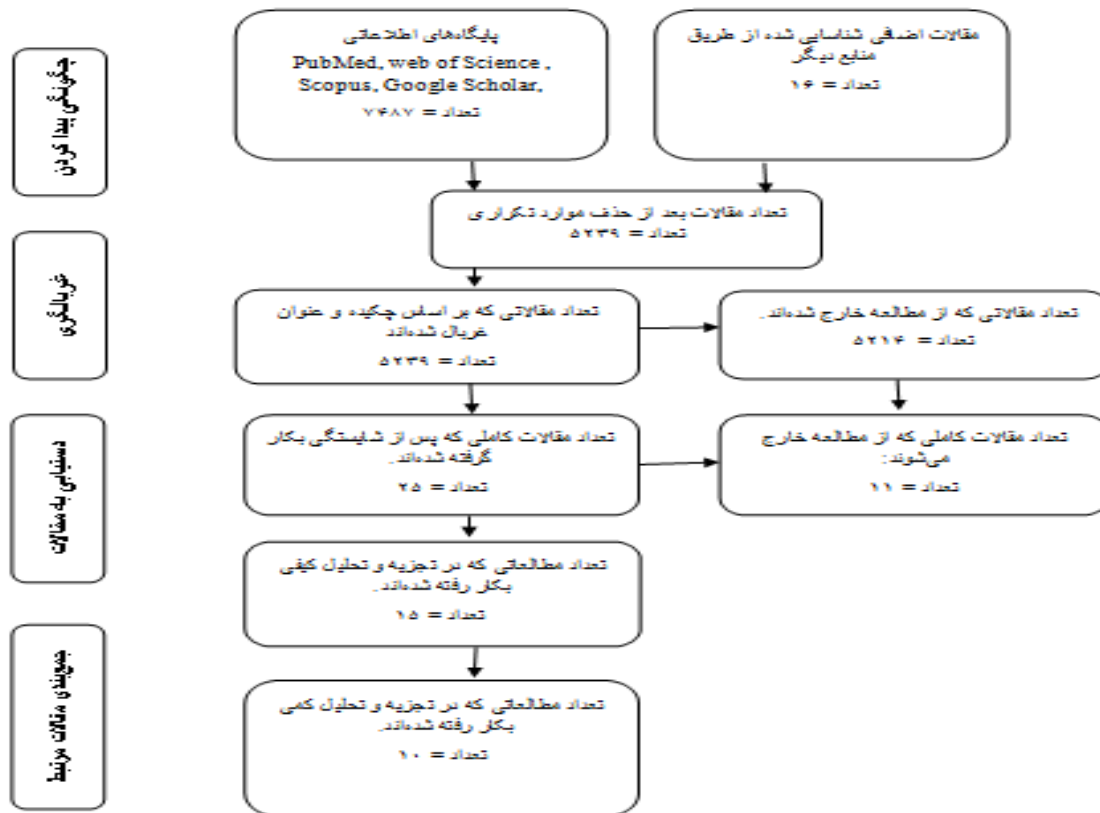
این مطالعه دو مفصل را مورد بررسی قرار داده است. ۸ مطالعه حس وضعیت زانو (۲۰-۱۸، ۲۶-۲۲) و ۲ مطالعه حس وضعیت مچ پا (۲۱، ۱۷) را بررسی کرده است.

زمان کشش

۸ مقاله از کشش ۳۰ ثانیه‌ای برای کشش استاتیک استفاده کرده‌اند (۲۴-۱۸) و ۱ مقاله از کشش ۱۵ دقیقه‌ای استفاده کرده است (۱۷).

یافته‌ها

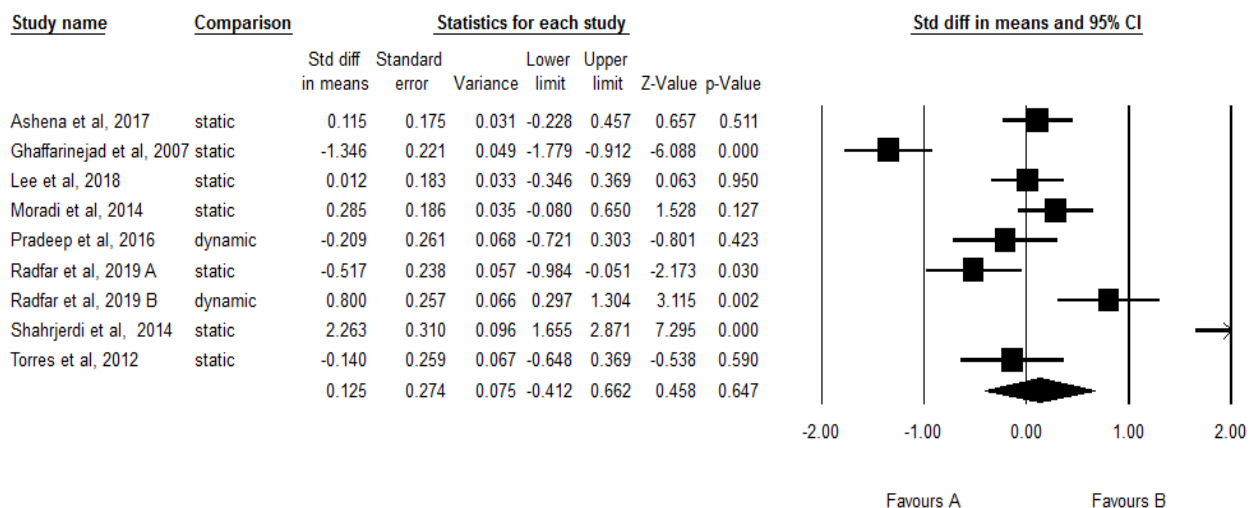
در کل در پایگاه‌های اطلاعاتی منتخب ۷۴۸۷ تعداد مقاله یافت شد که بعد از وارد شدن به نرم‌افزار اندنوت و حذف داده‌های تکراری ۵۲۳۹ تعداد مقاله باقی ماند. بعد از بررسی چکیده و عنوان تعداد ۲۵ مقاله انتخاب شد و بقیه مقالات به دلیل نداشتن معیارهای ورود حذف شدند. سپس متن کامل مقاله به‌دقت بررسی و در انتها ۱۵ مقاله واجد شرایط به مطالعه وارد شدند که ۵ مطالعه به دلیل نداشتن داده کافی برای فراتحلیل حذف و درنهایت ۱۰ مقاله مورد استفاده قرار گرفت (نمودار ۱).



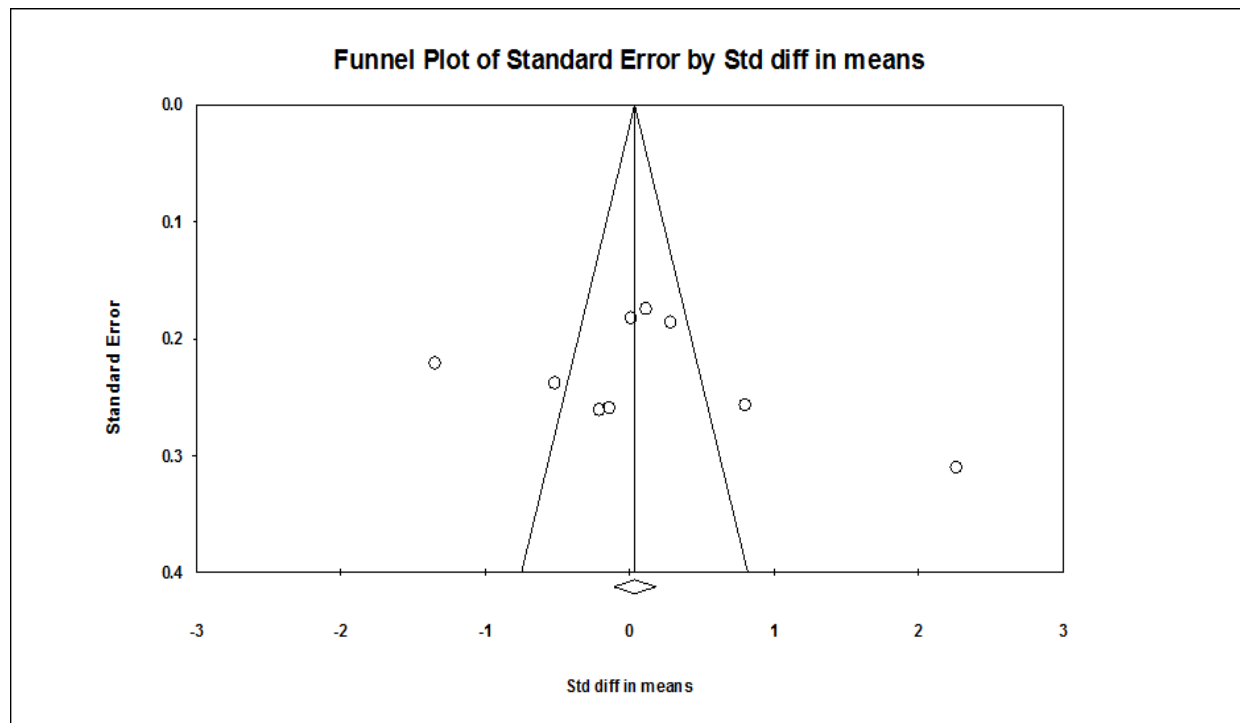
نمودار ۱. فلوچارت مراحل ورود مطالعات به‌مرور سیستماتیک و فراتحلیل

داده‌های این مطالعات نشان داد که کشش بر خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو زانو تأثیر معنی‌داری ($-0/662$ - $-0/412$, $CI = 95\%$, $P = 0/125$) ندارد. همچنین نتایج نشان داد که هتروژنیته معنی‌دار بوده است ($I^2 = 92/60$, $P = 0/001$). نمودار فانیل پلات و ایگر تست نشان دادند که مطالعات دارای سوگیری انتشار نیستند ($P = 0/42$). (نمودار ۳).

خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو زانو (Active absolute angular error): نمودار ۲ اثر کشش عضلانی بر خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو زانو را نشان می‌دهد. ۸ مطالعه تأثیر کشش بر خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو زانو را بررسی ($18-20$, $22-26$) کرده‌اند؛ که در یک مطالعه به دلیل داشتن دو گروه مستقل از هر دو گروه‌ها استفاده شد. تعداد کل افراد شرکت‌کننده در این مطالعات ۲۰۰ نفر بوده است. تحلیل



نمودار ۲. نمودار بیسه‌ای اثر تمرینات کششی بر زاویه خطای مطلق اکتیو

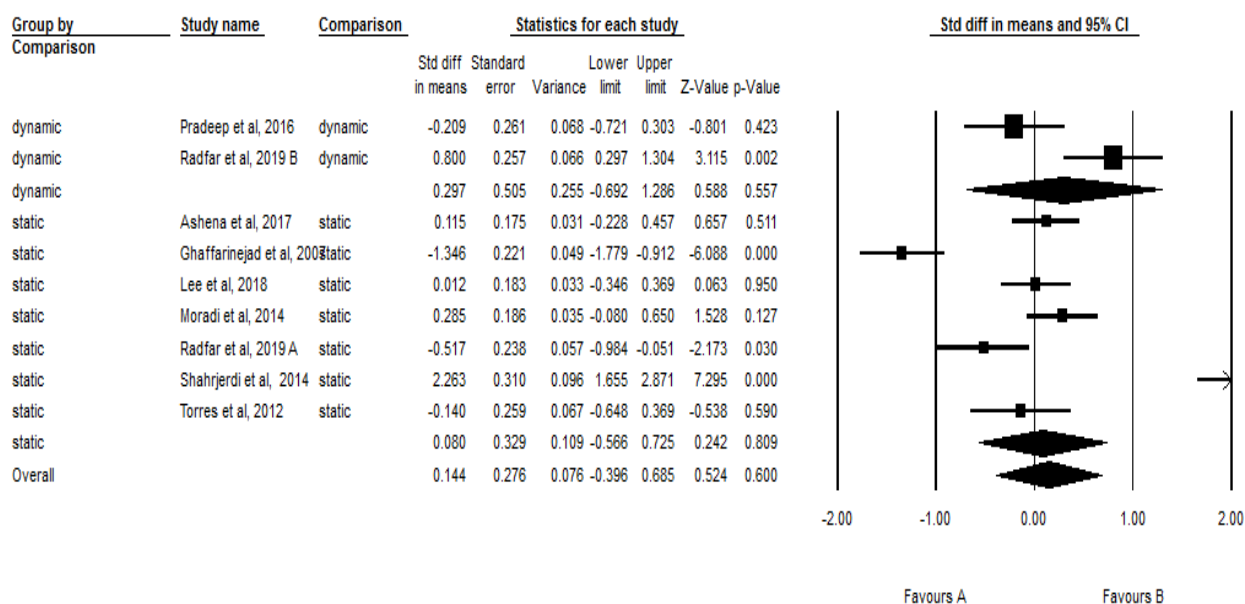


نمودار ۳. نمودار کیفی مطالعاتی مربوط به زاویه خطای مطلق اکتیو

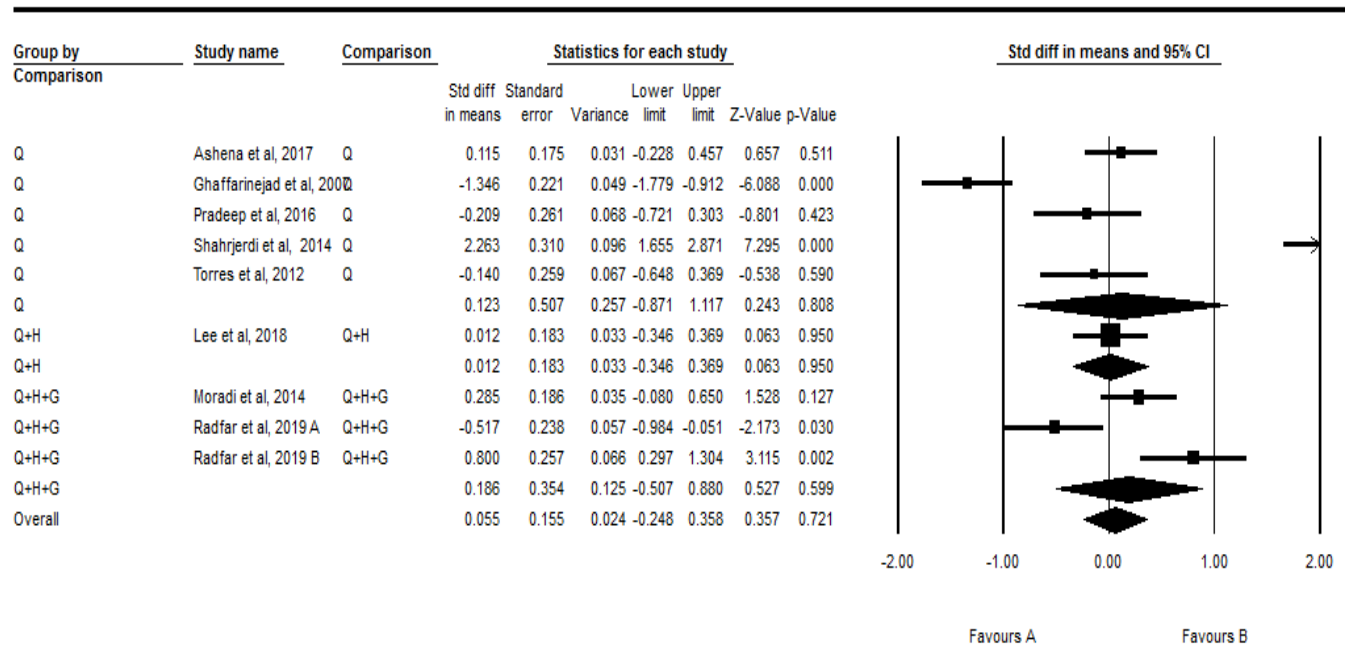
نتایج زیرگروه

بر حس وضعیت زانو ندارند (نمودار ۴). همچنین در نمودار نتایج مربوط به فراتحلیل عضلات مختلف قابل مشاهده است که نشان می‌دهد بین کشش تک عضله و چند عضله تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (نمودار ۵).

در جدول زیر نتایج مربوط به فراتحلیل دو گروه کشش استاتیک و داینامیک قابل مشاهده است نتایج نشان می‌دهد هر دو نوع (کشش استاتیک $P = ۰/۸۰۹$ و کشش داینامیک $P = ۵۵۷$) تأثیر معنی‌داری



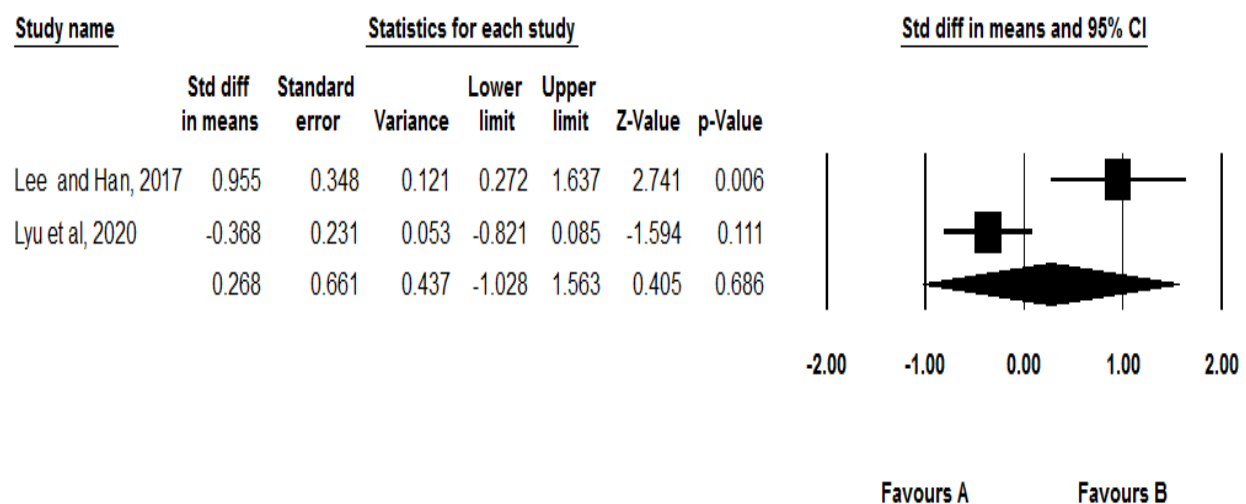
نمودار ۴. مقایسه نتایج فراتحلیل دو گروه کشش استاتیک و داینامیک



نمودار ۵. مقایسه نتایج فراتحلیل کشش عضله چهارسر، چهارسر به همراه همسترینگ و چهار سر به همراه همسترینگ و دو قلو

مطالعات نشان داد که کشش بر خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو زانو تأثیر معنی‌داری ($SDM = 0.268, CI \ 95\% = -1.028 - 1.563$) ندارد، همچنین نتایج نشان داد که هتروژنیته معنی‌دار بوده است ($P = 0.002, I^2 = 90.1\%$).

خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو مچ پا (Active absolute angular error): نمودار ۶ اثر کشش عضلانی بر خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو مچ پا را نشان می‌دهد. ۲ مطالعه تأثیر کشش بر خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو زانو را بررسی کرده‌اند (۱۷، ۲۱). تعداد افراد شرکت‌کننده در این مطالعات ۳۲ نفر بوده است. تحلیل داده‌های این



نمودار ۶. نمودار بیشه‌ای اثر تمرینات کششی بر زاویه خطای مطلق اکتیو

بحث

این مطالعه با هدف تأثیر مداخلات کشش عضلانی بر حس وضعیت مفاصل اندام تحتانی با رویکرد پیشگیری از آسیب انجام شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مداخلات کششی اثر معنی‌داری بر خطای زاویه‌ای مطلق اکتیو زانو و مچ پا ندارد.

اثرات منفی کشش استاتیک بر عملکرد ورزشی قبلاً ثابت شده است (۳۲، ۳۳). کشش استاتیک انطباق عضله - تاندون را افزایش و انتقال نیرو از عضله به استخوان را کاهش می‌دهد (۳۴، ۳۵). اغلب پیشنهاد شده است که تغییرات ایجاد شده ناشی از کشش را می‌توان تا حدی به تغییرات عصبی ناشی از کشش نسبت داد (۳۶). باین‌حال، بزرگی و طول مدت این تغییرات عصبی برای حمایت از این مفروضات کافی نیست. درواقع، اگرچه به‌طور گسترده گزارش شده است که کشش عضله باعث ایجاد چندین پاسخ عصبی عضلانی می‌شود (۳۷)، اما نشان داده شده است که تغییرات H-reflex (تحریک‌پذیری نورون حرکتی) ناشی از کشش بعد از چند ثانیه به حالت اول برمی‌گردد (۳۷، ۳۸). همچنین تحریک قشر مغزی نیز در چند ثانیه بعد از کشش به حالت اولیه برمی‌گردد (۳۸). شاید تغییرات مربوط به کشش مربوط به یک اثر تیکسوتروپی در دوک عضلانی است که حساسیتشان را به‌وسیله کاهش فعالیت آوران نوع یک کاهش می‌دهد (۳۹)؛ بنابراین، به نظر می‌رسد این بازداری طولانی‌مدت یک ماهیت مکانو - مورفولوژیکی دارد و نه عصبی. باینکه چندین مطالعه کاهش عملکرد را بعد از کشش گزارش کردند (۴۰). باین‌حال نتایج ما نشان داده است که کشش استاتیک اثر معنی‌داری بر حس وضعیت زانو نداشته است. یکی از دلایل آن می‌تواند به خاطر مدت‌زمان کوتاه کشش باشد. دوره‌های طولانی‌تر کشش استاتیک ممکن است باعث کاهش بیشتری در عملکرد عضلانی شود (۴۱). همچنین چند مطالعه نشان دادند که دوره‌های طولانی‌تر کشش استاتیک باعث اختلال در عملکرد عضلانی، مانند کاهش در حداکثر نیروی خروجی، نیروی انفجاری، قدرت، تعادل، زمان واکنش در افراد می‌شود (۴۲، ۴۳). علاوه بر موارد بالا در مطالعه دیگری با مقایسه دو کشش ۶۰ و ۳۰ ثانیه‌ای بر عملکرد پرش نشان دادند که کشش ۳۰ ثانیه‌ای تأثیر معنی‌داری بر عملکرد پرش ندارد اما ۶۰ ثانیه‌ای منجر به کاهش عملکرد پرش می‌شود (۴۴). علاوه بر این‌ها چندین مطالعه نشان دادند که کشش استاتیک ۳۰ ثانیه‌ای تأثیری بر حس عمقی

مفصل ندارد (۱۹، ۲۰). همچنین ورودی‌های حسی محدود به اندام‌های تاندون گلژی دوک عضلانی نیستند و گیرنده‌های محیطی پوستی و مفصلی نیز در ورودی‌های حس عمقی آوران هرچند کم، نقش دارند (۱۹)؛ که شاید منجر به نرمال نگه‌داشتن حس عمقی شود؛ زیرا پیام‌های نزولی از نواحی فوق نخاعی، به‌عنوان پاسخ به محرک‌های آوران مختلف، در نتیجه جمعی از پیام‌های آوران به نورون حرکتی گاما می‌رسند (۴۵).

علاوه بر کشش استاتیک در این مطالعه کشش داینامیک را نیز بررسی کرده‌ایم. باینکه کشش دینامیک با استفاده از چند مکانیسم مانند افزایش دمای عضله، نیرومند سازی پس از فعال کردن منجر به افزایش عملکرد می‌شود (۴۶). تاریخچه ادبیات نشان داده‌اند که مدت‌زمان کوتاه‌تر کشش داینامیک تأثیری بر عملکرد ندارد و مدت‌زمان طولانی‌تر ممکن است عملکرد را تسهیل کند (۴۰)؛ اما از آنجایی‌که مطالعات کمی به بررسی اثر کشش داینامیک پرداختند برای نتیجه‌گیری بیشتر و دقیق‌تر به انجام مطالعات بیشتری نیاز است.

در بسیاری از ورزش‌ها انعطاف‌پذیری نقش حیاتی در عملکرد دارد برای مثال دروازه‌بانی در هاکی روی یخ، ژیمناستیک، کشتی، هنرهای رزمی، شنا و اسکیت و غیره. همچنین افزایش انعطاف‌پذیری در پیشگیری از آسیب نیز حیاتی است. مطالعه‌ای مروری توسط اسمبل (Small) و همکاران (۲۰۰۸) شواهدی ارائه کرد که از کشش استاتیک در کاهش و پیشگیری از بروز آسیب‌های مربوط به اسپرین و استرین اما نه میزان کلی آسیب‌ها حمایت می‌کند (۴۷)، اگرچه برخی از مطالعات نشان داده است که کشش داینامیک منجر به افزایش یکسانی در برابر کشش استاتیک در انعطاف‌پذیری ایجاد می‌کند، مطالعات دیگر نشان داده‌اند که کشش داینامیک به‌اندازه‌ی کشش استاتیک در یک جلسه گرم کردن یا در طولانی‌مدت در افزایش انعطاف‌پذیری مؤثر نیست. از این‌رو، گنجاندن کشش استاتیک در برنامه گرم کردن می‌تواند برای برنامه‌های خاص انعطاف‌پذیری ورزشی مهم باشد. اما شدت و زمان آن از عوامل مهم اثرگذاری آن است. در این فراتحلیل تنها دو مطالعه کشش استاتیک در زمان بیشتر از ۹۰ ثانیه را بررسی کردند. یک مقاله اثر منفی بر حس وضعیت و دیگری اثر معنی‌داری را گزارش نکرده بود. بنابراین برای نتیجه‌گیری بهتر احتیاج به پژوهش‌های بیشتری است اما با توجه به

دیگر فاکتورهای حس عمقی مانند حس حرکت و حس نیرو نیز بررسی شود. علاوه بر موارد بالا مطالعات آینده می‌توانند اثر مداخلات کششی بر حس وضعیت مفصل در افراد دارای آسیب‌دیدگی و یا بیماری را نیز بررسی کنند.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که کشش اثر معنی‌داری بر حس وضعیت مفصل مچ پا و زانو ندارد. با توجه به اینکه به‌جز یک مطالعه، مدت زمان کشش همه‌ی مطالعات استفاده‌شده کوتاه بوده است، یکی از دلایل مهم برای معنی‌دار نشدن نتایج مدت زمان کشش بوده است؛ بنابراین نیاز است مطالعات بیشتری با زمان‌های طولانی‌تر انجام شود. همچنین با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان این‌گونه برداشت کرد که کشش استاتیک در زمان کوتاه و کشش داینامیک با تکرار و ست بالاتر می‌توان از مزایای کشش بدون اختلال در حس عمقی بهره برد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری خانم پریسا صیادی با راهنمایی دکتر هومن مینونژاد و دکتر فواد صیدی و مشاوره دکتر رحمان شیخ حسینی است.

تضاد منافع

نویسندگان هیچ تضادی بر سر منافع خود نداشته‌اند.

منابع مالی

هیچ بودجه‌ای از هیچ سازمانی دریافت نشده است.

نقش نویسندگان

نویسندگان به طور مساوی در این مقاله مشارکت داشته‌اند.

اینکه اکثر مقالات در این مطالعه کمتر از ۹۰ ثانیه بودند می‌توان نتیجه گرفت کشش کمتر از ۹۰ ثانیه اثر معنی‌داری بر اختلال در حس وضعیت مفصل ندارد و استفاده از زمان ۹۰ ثانیه و کمتر می‌توان علاوه بر بهره‌مندی از فواید کشش از جمله انعطاف‌پذیری و پیشگیری و کاهش آسیب، از ایجاد اختلال در حس عمقی که فاکتور بسیار مهمی است، هم جلوگیری کرد. همچنین مطالعاتی که کشش داینامیک را بررسی کردند نیز نشان داده‌اند که با افزایش ست و تکرار بهبود بیشتری در حس وضعیت مفصل حاصل شده است. بنابراین با استفاده از کشش استاتیک در زمان کوتاه و کشش داینامیک با تکرار و ست بالاتر می‌توان از مزایای کشش بهره کافی برد.

بررسی‌های مربوط به فائل پلات نشان داد که مطالعات دارای سوگیری انتشار نبودند در مطالعات هتروژنیته بالایی دیده شده است. این هتروژنیته بالا می‌تواند ناشی از پروتکل‌های کشش مختلف باشد (۲۰-۱۸). علاوه بر نوع تمرین تفاوت در ویژگی‌های تمرین برای مثال شدت و مدت نیز می‌تواند یکی دیگر از دلایل هتروژنیته بالا باشد (۱۷، ۲۱). همچنین یکی دیگر از دلایل می‌تواند ناشی از روش‌های ارزیابی متفاوتی که برای حس وضعیت مفصل استفاده شده از جمله: دستگاه ایزوکنتریک، روش فوتوگرامتری، گونیامتر، الکتروگونیامتر باشد (۱۸، ۱۹، ۴۸).

این مطالعه دارای محدودیت‌هایی بوده است از جمله اینکه تنها اثر آبی تمرینات کششی را بررسی کرده است و اثر طولانی‌مدت را بررسی نکرده است، همچنین هیچ‌یک از مطالعات Follow up نداشته‌اند و در بین سه جز حس عمقی فقط حس وضعیت مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر موارد بالا این مطالعه فقط در ورزشکاران و افراد سالم انجام شده و ممکن است در افراد دارای آسیب‌دیدگی و یا بیماری‌ها نتایج قابل‌تعمیم نباشد، همچنین مدت‌زمان کشش در اکثر مطالعات کوتاه‌مدت بوده است. علاوه بر این‌ها هتروژنیته بالا، پروتکل‌های کششی مختلف، ابزارهای اندازه‌گیری مختلف، همچنین مطالعات با سوگیری بالا نشان‌دهنده مشکلات و محدودیت‌های این مطالعه است.

با توجه به این مطالعه، بررسی‌های بیشتر که علاوه بر اثر آبی، اثر طولانی‌مدت مداخلات کششی بر حس وضعیت را بررسی کنند، مورد نیاز است. همچنین پیشنهاد می‌شود اثر مداخلات کششی بر

References

1. Emery C, Tyreman H. Sport participation, sport injury, risk factors and sport safety practices in Calgary and area junior high schools. *Paediatrics & child health*. 2009;14(7):439-44.
2. Emery CA, Meeuwisse WH. Survey Of Sport Participation, Sport Injury And Sport Safety Practices In Calgary Area High Schools: 109: Board# 16: 11: 00 AM–12: 30 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005;37(5):S15.
3. Guilan I. Prevalence of Sport Injuries and Associated Factors in one of the Educational Centers of Rasht. *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention*. 2017;5(3).
4. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Brynt M. *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment. Corrective Strategies* (1st ed) Aptos, CA: On Target Publications. 2010:73-106.
5. Conn J, Annett JL, Gilchrist J. Sports and recreation related injury episodes in the US population, 1997–99. *Injury prevention*. 2003;9(2):117-23.
6. Cassell E, Kerr E, Clapperton A. Adult sports injury hospitalisations in 16 sports: the football codes, other team ball sports, team bat and stick sports and racquet sports. *Hazard, Victorian Injury Surveillance Unit*. 2012.
7. Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S. Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian journal of orthopaedics*. 2011;45(4):294-300.
8. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: a critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*. 2016;5(1):80-90.
9. Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological reviews*. 2012.
10. Røijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Manual therapy*. 2015;20(3):368-77.
11. Madhavan S, Shields RK. Influence of age on dynamic position sense: evidence using a sequential movement task. *Experimental brain research*. 2005;164(1):18-28.
12. Ribeiro F, Oliveira J. Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *European review of aging and physical activity*. 2007;4(2):71-6.
13. Blasier R, Carpenter J, Huston L. Shoulder proprioception. Effect of joint laxity, joint position, and direction of motion. *Orthopaedic review*. 1994;23(1):45-50.
14. Mewis J, Wagner NJ. Thixotropy. *Advances in colloid and interface science*. 2009;147:214-27.
15. Proske U, Tsay A, Allen T. Muscle thixotropy as a tool in the study of proprioception. *Experimental Brain Research*. 2014;232(11):3397-412.
16. Houk JC, Rymer WZ. Neural control of muscle length and tension. *Comprehensive Physiology*. 2011:257-323.
17. Lee D, Han S. Effects of Static Stretching of the Calf Muscle after Microwave Diathermy on Joint Position Sensation and Dynamic Balance Ability. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*. 2017;34(11):829-33.
18. 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.
19. 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;34:33.
20. Lee C-L, Chu I-H, Lyu B-J, Chang W-D, Chang N-J. Comparison of vibration rolling, nonvibration rolling, and static stretching as a warm-up exercise on flexibility, joint proprioception, muscle strength, and balance in young adults. *Journal of sports sciences*. 2018;36(22):2575-82.
21. Lyu B-J, Lee C-L, Chang W-D, Chang N-J. Effects of vibration rolling with and without dynamic muscle contraction on ankle range of motion, proprioception, muscle strength and agility in young adults: a crossover study. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(1):354.
22. Ashena F, Seidi F, Alizadeh MH. Comparison of the Immediate Effect of Static Stretching of Quadriceps with Different Times on the Knee Joint Position Sense in Collegiate Female Athletes. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017;6(4):151-9.
23. Radfar Hosein, Bavardi Moghadam Edris, Mohammad S. Evaluation of knee joint proprioception changes forces following a period of a static and dynamic stretching of hamstrings, quadriceps and gastrocnemius muscles. *Razi journal of Medical sciences*. 2019;26(7):10-23.
24. Moradi A, Rajabi R, Minoonejad H, Beyranvand R. The acute effect of static stretching of quadriceps, hamstrings and gastrocnemius muscles on knee joint position sense in football players. *journal of physical treatment*. 2014;4(2):83-9.
25. Shahrjerdi S, Khalkhali Zavieh M, Rezasoltani A, Khademi Kalantari K, Akarzadeh Baghban A. The acute effect of static muscle stretching on knee joint

- repositioning error. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2014;3(3):11-8.
26. Pradeep T, Solomen S, Aaron P. The influence of dynamic stretch of quadriceps, hamstrings and its combined stretch effect on knee joint position sense (JPS) in healthy adults. *Int J Multidiscip Res Dev*. 2016;3(7):50-4.
27. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 1998;52(6):377-84.
28. Neilson V, Ward S, Hume P, Lewis G, McDaid A. Effects of augmented feedback on training jump landing tasks for ACL injury prevention: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*. 2019;39:126-35.
29. Hoch MC, McKeon PO. Peroneal reaction time after ankle sprain: a systematic review and meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2014;46(3).
30. Fyhr C, Gustavsson L, Wassinger C, Sole G. The effects of shoulder injury on kinaesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Manual Therapy*. 2015;20(1):28-37.
31. Pamboris GM, Noorkoiv M, Baltzopoulos V, Mohagheghi AA. Dynamic stretching is not detrimental to neuromechanical and sensorimotor performance of ankle plantarflexors. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2019;29(2):200-12.
32. Haddad M, Dridi A, Chtara M, Chaouachi A, Wong DP, Behm D, et al. Static stretching can impair explosive performance for at least 24 hours. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(1):140-6.
33. Trajano G, Pinho C, Costa P, Oliveira C. Static stretching increases muscle fatigue during submaximal sustained isometric contractions. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015;55(1-2):43-50.
34. Ye X, Beck TW, Wages NP. Influence of prolonged static stretching on motor unit firing properties. *Muscle & nerve*. 2016;53(5):808-17.
35. Peng Y, He J, Yao B, Li S, Zhou P, Zhang Y. Motor unit number estimation based on high-density surface electromyography decomposition. *Clinical Neurophysiology*. 2016;127(9):3059-65.
36. Kay AD, Blazevich AJ. Moderate-duration static stretch reduces active and passive plantar flexor moment but not Achilles tendon stiffness or active muscle length. *Journal of applied physiology*. 2009;106(4):1249-56.
37. Budini F, Tilp M. Changes in H-reflex amplitude to muscle stretch and lengthening in humans. *Reviews in the Neurosciences*. 2016;27(5):511-22.
38. Behm DG, Kay AD, Trajano GS, Blazevich AJ. Mechanisms underlying performance impairments following prolonged static stretching without a comprehensive warm-up. *European journal of applied physiology*. 2021;121(1):67-94.
39. Proske U, Morgan DL, Gregory JE. Thixotropy in skeletal muscle and in muscle spindles: a review. *Progress in neurobiology*. 1993;41(6):705-21.
40. Young WB, Behm D. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *Journal of sports medicine and physical fitness*. 2003;43(1):21-7.
41. Hoogkamer W, Kipp S, Frank JH, Farina EM, Luo G, Kram R. A comparison of the energetic cost of running in marathon racing shoes. *Sports Medicine*. 2018;48(4):1009-19.
42. Kay AD, Blazevich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise®*. 2012;44(1):154-64.
43. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2016;41(1):1-11.
44. Pigott T. *Advances in meta-analysis*: Springer Science & Business Media; 2012.
45. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of athletic training*. 2002;37(1):80.
46. Clark N, Gumbrell C, Rana S, Traole C. The correlation of short-term clinical measures after anterior cruciate ligament reconstruction to long-term outcome. *Bachelor of Science Physiotherapy Dissertation Department of Health Sciences University of East London London, UK*. 1999.
47. Small K, Mc Naughton L, Matthews M. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Research in sports medicine*. 2008;16(3):213-31.
48. Romero-Franco N, Párraga-Montilla JA, Molina-Flores EM, Jiménez-Reyes P. Effects of Combining Running and Practical Duration Stretching on Proprioceptive Skills of National Sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(4):1158-65.