Archive of SID

نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۶، شماره ۱۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷
۲۱-۳۲

WWW.RSR.BASU.AC.IR

تأثیر شش هفته تمرین کششی مجموعه عضلانی سه سر ساقی بر دامنه حرکتی دورسی فلکشن، حس عمقی مچ پا، والگوس زانو و عملکرد در ورزشکاران دارای محدودیت حرکتی دورسی فلکشن

علیرضا مهدوی[۱]، ملیحه حدادنژاد[۲*]، فرشته افتخاری[۳]

۱. کارشناس ارشد بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. استادیار بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳. استادیار علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

دریافت ۱۱ مرداد ۱۳۹۶؛ پذیرش ۱۰ اردیبهشت ۱۳۹۷

واژگان کلیدی

دامنه حرکتی دورسی فلکشن

حس عمقی

والگوس زانو

عملکرد

چکیده

زمینه و هدف: محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا باعث تغییر بیومکانیک اندام تحتانی، ثبات ناحیه مچ پا و ثبات پاسچرال می‌شود. لذا هدف از این تحقیق بررسی شش هفته تمرین کششی مجموعه عضلانی سه سر ساقی بر دامنه حرکتی دورسی فلکشن، حس عمقی مچ پا، والگوس زانو و عملکرد در افراد دارای محدودیت حرکتی دورسی فلکشن بود.

روش بررسی: در تحقیق نیمه تجربی حاضر، ۲۴ مرد ورزشکار مبتلا به محدودیت دورسی فلکشن مچ پا شرکت داشتند که به دو گروه کنترل و مداخله تقسیم شدند؛ (۱۲ نفر گروه کنترل (سن ۲/۱۴±۲۳/۵۰ سال، قد ۷/۱۷±۱۷۲/۵۰سانتی‌متر و وزن ۵/۸۴±۷۰/۰۰کیلوگرم) و ۱۲ نفر گروه تجربی (سن ۱/۷۲±۲۳/۰۰ سال، قد ۵/۲۵±۱۷۸/۸۰سانتی‌متر و وزن۹/۱۶±۶۷/۷۵ کیلوگرم)). قبل و پس از شش هفته تمرین کششی عضلات سه‌سر ساقی، میزان دامنه دورسی فلکشن و حس عمقی به وسیله گونیامتر یونیورسال، میزان والگوس زانو به‌وسیله دوربین و عملکرد حرکتی به‌وسیله آزمون عملکردی لی سه‌گام تک‌پا، عملکردی پرش‌لی ضربدری تک‌پا هشت لاتین اندازه‌گیری شد. از آزمون کوواریانس در SPSS نسخه ۲۱ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها برای تحلیل داده‌ها استفاده شد. سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: پس از اجرای تمرینات کششی تغییرات معناداری در دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (P=۰/۰۰۱) و عملکرد حرکتی (P=۰/۰۰۱) مشاهده شد اما تفاوت در والگوس زانو (P=۰/۴۵۰) و حس عمقی مچ پا (P=۰/۴۷۰) معنادار نبود.

نتیجه‌گیری: استفاده از برنامه تمرینات کششی مجموعه سه سر ساقی در برنامه‌های توانبخشی ورزشکاران دارای محدودیت حرکتی مچ پا جهت کاهش محدودیت‌های ناشی از این عارضه مانند دامنه حرکتی مچ پا و عملکرد حرکتی، توصیه می‌شود.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۲۳۴۶۹۴۶۴
✉ پست الکترونیکی: m.hadadnezhad@yahoo.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2018.14281.1337
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

از آنجایی که بدن یک زنجیره حرکتی به هم پیوسته می‌باشد، حرکت جبرانی یا نقص در عملکرد ناحیه پا و مچ می‌تواند منجر به نقص عملکرد در سایر قسمت‌های بدن گردد (پاورز، ۲۰۰۳). محدودیت دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا، باعث تغییر بیومکانیک اندام تحتانی شده، که نه تنها ثبات ناحیه مچ پا بلکه ثبات پاسچرال را به مخاطره می‌اندازد (کریکندال و گارت، ۲۰۰۲). عضلات پلانتار فلکسور مچ پا نقش اساسی در جذب نیروهای وارده در هنگام فرود را دارند و محدودیت دورسی فلکشن مچ پا در صفحه ساجیتال منجر به افزایش نیروهای وارد شده بر فرد در تکلیف فرود می‌شود (سلف و پین، ۲۰۰۱). یافته‌ها نشان می‌دهد که فقدان دورسی فلکشن در مچ پا، به آسیب زانو منجر می‌شود (سلف و پین، ۲۰۰۱). با تغییر در طول عضلات سه سر ساقی، نیروی کافی جهت افزایش شتاب در طول مفاصل زنجیره حرکتی، جذب و توسعه انرژی به هنگام انقباض اکسنتریکی وجود نخواهد داشت، که نهایتاً منجر به فعالیت‌های جبرانی در زنجیره حرکتی می‌گردد.

عضلات دو قلو و نعلی، نقش زیادی در کنترل الگوهای فرود، در مچ پا ایفا می‌کنند. کالفیلد[1] (۲۰۰۴) بیان می‌دارند که فعالیت و قدرت عضله دوقلو خارجی، در هر دو مرحله پیش از تماس پا با زمین و پس از تماس پا با زمین، نقش مهمی در محافظت از مچ پا به هنگام فرود ایفا می‌کند. اجرای یک پرش و فرود ایمن، نیازمند فعال سازی مناسب عضله دوقلو خارجی پیش از تماس پا با زمین است، چرا که عملکرد این عضله به منظور مقاومت در برابر سقوط اندام تحتانی، به وسیله بکارگیری گشتاور اکستنسوری مناسب در جهت کاهش شتاب بدن به سمت پایین، مهم و ضروری می‌باشد (سودا و همکاران، ۲۰۰۹؛ کالفیلد و همکاران، ۲۰۰۴). نیروی عکس‌العمل بیشتر و جابجایی کمتر دورسی فلکشن مچ پا، فلکشن زانو و ران در هنگام فرود در الگوی پاشنه به پنجه (کاهش دامنه دورسی فلکشن) نسبت به فرود با قسمت جلوی مچ پا مشاهده می‌شود (کواکس و همکاران، ۱۹۹۸). هیجنس[2] و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که در طول پرش، آزمودنی‌هایی که بر روی سطح شیب‌دار فرود می‌آیند و محدودیت در دامنه دورسی فلکشن دارند، والگوس بیشتری در زانو و همچنین نیروی عکس‌العمل خلفی بیشتری نسبت به آنهایی که بر روی سطح صاف فرود می‌آیند، دارا می‌باشند (هیجنس و همکاران، ۲۰۰۷). بل[3] و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که جابجایی داخلی زانو (والگوس) طی انجام اسکات کنترل شده، با افزایش دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (با قرار دادن یک تخته در زیر پاشنه) کاهش می‌یابد، همچنین دامنه حرکتی دورسی فلکشن بر حرکت زانو در صفحه فرونتال تأثیر می‌گذارد (بل، پادوا و کلارک، ۲۰۰۸). در مجموع می‌توان اظهار داشت که کاهش دامنه دورسی فلکشن مچ پا باعث افزایش آسیب رباط صلیبی قدامی از طریق کاهش دامنه فلکشن زانو، افزایش والگوس زانو و افزایش نیروی عکس‌العمل زمین می‌شود.

حفظ عملکرد مناسب مفصل مچ پا دقت عملکردی گیرنده‌های حس عمقی را می‌طلبد. هر عاملی که باعث کاهش حس عمقی گردد می‌تواند منجر به بروز بی‌ثباتی مکانیکی گشته و در نهایت مفصل را مستعد ضربات خفیف و آسیب نماید (ریچی، ۲۰۰۸). بنابراین هرگونه ضعف و اختلال در حس عمقی خطر بروز آسیب‌های ورزشکاران را به‌صورت قابل توجهی افزایش می‌دهد (ده‌چشمه و همکاران، ۱۳۹۴). ثبات دینامیک در مفصل مچ پا به‌واسطه رباط‌ها و نگهدارنده‌های عضلانی تاندونی حفظ می‌شود. کاهش دامنه حرکتی دورسی فلکشن مفصل مچ پا، از جمله مواردی است که می‌تواند موجب اختلال در اطلاعات ارسالی از حس عمقی مفصل مچ پا به سیستم عصبی مرکزی شود (هوبارد و هرتل، ۲۰۰۸).

نقص در دامنه حرکتی مفصل مچ پا از جمله مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند مچ پا را در معرض آسیب اسپرین قرار دهد (جوسیپا و همکاران، ۲۰۱۲). عمده تحقیقاتی که در خصوص دامنه حرکتی مفصل مچ پا و انجام فعالیت‌های مختلف ورزشی انجام شده‌اند، دامنه حرکتی دورسی فلکشن در محدوده ۲۰ تا ۳۰ درجه را برای ورزشکاران ضروری می‌دانند. انجام فعالیت‌های مهم ورزشی نظیر اسکات، دویدن و پرش و فرود، بهره‌مندی از دامنه دورسی فلکشن ۲۰ تا ۳۰ درجه را می‌طلبد (تبریزی و همکاران، ۲۰۰۰؛ یوداس، مک لین و کراس، ۲۰۰۹). خطر آسیب اسپرین مچ پا در افرادی که انعطاف‌پذیری و دامنه حرکتی مناسبی در

1. Caulfield
2. Hagins
3. Bell

www.SID.ir

Archive of SID

عضلات و مفاصل مچ پای خود ندارند، تا پنج برابر بیشتر از سایرین است (جوسیپا و همکاران، ۲۰۱۲). توجه به برخورداری از دامنه طبیعی حرکات مفصل مچ پا و انعطاف پذیری مناسب بافت‌های نرم اطراف مفصل، به‌خصوص انعطاف‌پذیری ساختارهای خلفی ساق پا برای انجام فعالیت‌های مختلف، در افراد ورزشکار حیاتی می‌باشد.

به منظور کاهش اثرات پاتولوژیکی سفتی مجموعه عضلانی سه سر ساقی بر روی سیستم حرکتی، تمرینات کششی در اولویت بوده و به‌صورت رایجی توسط درمانگران تجویز می‌گردند (گریو و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی تأثیر شش هفته تمرین کششی مجموعه عضلانی سه سر ساقی بر دامنه حرکتی دورسی فلکشن، حس عمقی مچ پا، والگوس زانو و عملکرد در ورزشکاران دارای محدودیت حرکتی دورسی فلکشن بود.

روش شناسی

با توجه به اعمال مداخله، وجود گروه کنترل و انتخاب هدفمند آزمودنی‌ها به علت ماهیت تحقیق، این تحقیق نیمه‌تجربی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل ورزشکاران مرد دارای محدودیت دورسی فلکشن مچ پا در شهرستان بناب بود.

انتخاب آزمودنی‌های هر گروه با استفاده از معادله زیر (با توجه به مقادیر انحراف استاندارد و میانگین متغیرهای تحقیق) انجام شد. در این معادله تعداد آزمودنی‌های مورد نظر برای هر گروه، ۱۱ نفر به‌دست آمد که به‌صورت تصادفی در هر گروه ۱۵ نفر در نظر گرفته شد، پس از ریزش آزمودنی‌ها در طول تحقیق ۱۲ نفر در گروه تجربی و ۱۲ نفر در گروه کنترل باقی ماندند (لطافت‌کار و همکاران، ۲۰۱۵).

$$N= [(z1- alpha/2+ z1-beta)\ 2(s12+s2)2]/ (m1-m2)2$$

از میان جامعه آماری، بر اساس معیارهای ورود به تحقیق ۲۴ نفر از جامعه آماری فوق به‌صورت هدفمند و با توجه به شرایط ورود و خروج انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفره تمرینات کششی (سن ۱/۷۲±۲۳/۰۰سال، قد ۵/۲۵±۱۵۸/۸۰ سانتی‌متر و وزن ۹/۱۶±۶۷/۷۵ کیلوگرم) و کنترل (بدون تمرین) (سن ۲/۱۴±۲۳/۵۰ سال، قد ۷/۱۷±۱۶۲/۵۰ سانتی‌متر و وزن ۵/۸۴±۷۰/۰۰ کیلوگرم) تقسیم شدند.

از جمله معیارهای ورود به تحقیق، ورزشکاران مرد دارای دامنه حرکتی دورسی فلکشن کمتر از ۱۰ درجه داشتن سابقه ورزشی بالای دو سال در ورزش‌های دارای الگوهای حرکتی پلیومتریک (مانند بسکتبال، والیبال)، دامنه سنی ۲۰ الی ۲۵ سال، عدم وجود درد در اندام تحتانی در طول راه رفتن و دویدن، عدم وجود اختلالات اسکلتی عضلانی در اندام تحتانی و تنه، عدم وجود ناهنجاری‌های اندام تحتانی و تنه (قابل مشاهده با ارزیابی بصری و استفاده از آزمون افت ناوی)، عدم آسیب‌دیدگی در مفاصل و عضلات و استخوان‌های تنه و اندام تحتانی در یک‌سال گذشته، عدم سابقه بیماری‌های خاص مؤثر در متغیرهای تحقیق، عدم وجود بی‌ثباتی عملکردی مفصل مچ پا، عدم سابقه جراحی مفاصل اندام تحتانی و ستون فقرات و عدم شرکت در برنامه توانبخشی و تمرینی خاص برای اندام تحتانی و تنه در شش ماه اخیر بود. معیارهای خروج از تحقیق شامل عدم رضایت فرد برای ادامه همکاری، ایجاد درد در هر قسمت از بدن در حین روند آزمون و انجام تمرینات به‌صورتی‌که فرد قادر به همکاری نباشد، تشخیص محقق به اینکه فرد همکاری مناسب در طول زمان مطالعه را ندارد و غیبت بیشتر از دو جلسه متوالی و سه جلسه غیر متوالی در تمرینات بود.

قبل از اندازه‌گیری متغیرها، با مراجعه به باشگاه‌های ورزشی شهرستان بناب افرادی که دارای محدودیت دورسی فلکشن مچ پا (دورسی فلکشن کمتر از ۱۰ درجه) بودند، بر اساس معیارهای ورود و خروج تحقیق انتخاب شدند و افرادی که مایل به همکاری بودند فرم رضایت‌نامه دریافت کردند. در یک روند کلی، در روز آزمون، پس از اندازه‌گیری قد و وزن، در هر دو گروه (کنترل و تجربی) در پیش‌آزمون به ترتیب، میزان دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا، حس عمقی مچ پا، والگوس زانو و عملکرد حرکتی مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان دامنه دورسی فلکشن و حس عمقی به وسیله گونیامتر یونیورسال، میزان والگوس زانو به‌وسیله دوربین پس از فرود و عملکرد حرکتی به‌وسیله تست آزمون عملکردی لی سه‌گام تک‌پا، آزمون عملکردی پرش لی ضربدری تک‌پا و آزمون هشت لاتین اندازه‌گیری شدند. پس از ارزیابی‌های پیش‌آزمون متغیرهای فوق، گروه تجربی به مدت شش هفته تمرینات کششی را انجام دادند. پروتکل تمرینات کششی مجموعه سه سر ساقی، شش هفته و هر

www.SID.ir

Archive of SID

هفته سه جلسه انجام گرفت. پس از انجام پروتکل تمرینات کششی مجموعه عضلات سه سر ساقی توسط گروه تجربی، متغیرهای تحقیق دوباره مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا: با استفاده از گونیامتر در حالی‌که آزمودنی به‌صورت لانج در مقابل دیوار در حالت تحمل وزن قرار گرفت، بدین صورت که انگشت بزرگ پای جلویی در فاصله ۱۰ سانتیمتری از دیوار و زانو در یک خط با انگشت دوم و پاشنه در تماس با زمین قرار داشت و اجازه داده شد آزمودنی با گذاشتن دو انگشت از هر دست روی دیوار تعادل خود را حفظ کند. سپس از آزمودنی خواسته شد که بدون بلند کردن پاشنه‌ها از زمین زانوها را در یک خط مستقیم به دیوار نزدیک کند تا زمانی‌که زانوی پای جلویی دیوار را لمس کند. پا در بازه‌های کوچک (یک سانتیمتر) نسبت به دیوار پیشرفت می‌کرد. هنگامی‌که زانو دیوار را بدون بلندشدن پاشنه‌ها از زمین لمس می‌کرد، اندازه‌گیری انجام می‌شد، بدین صورت که مرکز گونیامتر دقیقاً بر روی مرکز قوزک خارجی، یکی از بازوان به موازات استخوان نازک نئی و بازوی دیگر به موازات استخوان متاتارس پنجم قرار داده شد. فرآیند اندازه‌گیری برای هر آزمودنی سه بار بر روی پای غالب (پای غالب براساس ترجیح فرد برای زدن توپ فوتبال تعیین شد) صورت گرفت و نهایتاً میانگین اندازه‌گیری‌ها به‌عنوان معیار سنجش در نظر گرفته شد (شکل ۱) (هاچ و همکاران، ۲۰۰۹).

شکل ۱: اندازه‌گیری دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا

اندازه‌گیری حس عمقی مچ پا: برای اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل مچ پا، ابتدا مچ در زاویه ۲۰ درجه پلانتار فلکشن مورد ارزیابی قرار گرفت، به این ترتیب که برای آزمون بازسازی فعال زاویه ۲۰ درجه مفصل، مچ تا زاویه صفر درجه برده و سپس از شخص خواسته شد تا مجدداً با چشم بسته مچ را به همان وضعیت قبل ببرد. اختلاف زاویه احتمالی ثبت و این آزمون سه بار تکرار شد. میانگین سه زاویه به‌دست آمده به‌عنوان شاخص ارزیابی حس وضعیت مفصل در نظر گرفته شد. عدد به‌دست آمده هر چقدر کوچک‌تر باشد نشان دهنده وضعیت بهتر حس عمقی مفصل است (شکل ۲) (کارپنتر و همکاران، ۱۹۹۸).

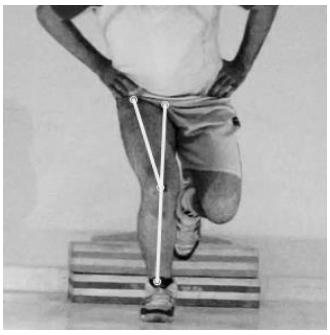
شکل ۲: اندازه‌گیری حس عمقی مچ پا

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری والگوس داینامیک زانو: برای اندازه‌گیری والگوس در حین تکلیف فرود ابتدا با استفاده از دوربین فیلم‌برداری از تکلیف فرود تک پای آزمودنی‌ها در صفحه فرونتال فیلم‌برداری به‌عمل آمد و با استفاده از نرم‌افزار با مارکرگذاری در خار خاصره قدامی فوقانی، مرکز کشکک، مرکز بین قوزک داخلی و خارجی زاویه والگوس داینامیک زانو مورد ارزیابی قرار گرفت (هرینگتون و مونورو، ۲۰۱۰). برای این کار، آزمودنی‌ها روی یک سکوی ۲۸ سانتی‌متری که در فاصله ۳۰ سانتیمتری از محل فرود قرار داده شد، قرار گرفتند. سپس آزمودنی، با فاصله پاها به اندازه‌ی عرض شانه‌ها و قرارگیری دست‌ها روی لگن می‌ایستاد و با پای برتر از سکو فرود می‌آمد.

آزمودنی صرفاً عمل فرود (و نه عمل پرش به بالا و یا جلو) را انجام می‌داد و برای حداقل یک ثانیه تعادل خود را در حالی‌که دست‌ها روی لگن قرار داشت، حفظ می‌کرد. فرود از روی سکو به‌وسیله دوربین فیلم‌برداری ثبت شد و توسط نرم‌افزار زاویه سنج کینوا زاویه والگوس زانو استخراج شد. دوربین دیجیتال مارک Canon7DII ساخت ژاپن در ارتفاع زانو، با دو متر فاصله از محل فرود آزمودنی در جلو و در راستای عمود به صفحه فرونتال قرار داده شد. زاویه والگوس از فریمی که مربوط به پایین‌ترین نقطه فاز فرود بود، گرفته شد (شکل۳) (هرینگتون و مونورو، ۲۰۱۰).



شکل ۳: اندازه‌گیری والگوس داینامیک زانو

آزمون عملکردی لی سه‌گام تک‌پا: برای اجرای این آزمون، ابتدا آزمودنی بر روی پای غالب می‌ایستاد و دست‌ها برای جلوگیری از هرگونه مشارکت در تعادل، پشت بدن قرار می‌گرفت. برای آزمون لی سه‌گام تک‌پا، آزمودنی‌ها سه پرش حداکثری را پشت سر هم اجرا کردند. به آزمودنی‌ها آموزش داده شده بود که تعادل خود را در آخرین فرود به مدت دو ثانیه قبل از گذاشتن پای مقابل بر روی زمین حفظ کنند. به‌منظور ارزیابی مسافت پرش در لی سه‌گام تک‌پا یک نوار اندازه‌گیری استاندارد روی زمین ثابت شد. قبل از ثبت رکورد، آزمودنی‌ها سه بار جهت آشنایی این آزمون را اجرا کردند (بالدون، ۲۰۱۱).

آزمون عملکردی پرش لی ضربدری تک‌پا: افراد ابتدا سه بار این آزمون را برای آشنایی انجام دادند و پس از استراحت آزمون عملکردی لی ضربدری تک پا را روی نواری به عرض پانزده سانتی‌متر و طول شش متر انجام داده شد. پس از انجام سه پرش متوالی حداکثر مقدار پرش با متر نواری اندازه‌گیری و به‌عنوان نمره آزمودنی ثبت شد (میرز و همکاران، ۲۰۱۴).

آزمون ۸ لاتین: آزمودنی‌ها بر روی پای غالب دوبار به صورت لی‌لی جهش می‌کردند. از آنها خواسته می‌شد که بر روی پای غالب مسیر را با بیشترین سرعت خود با پای برهنه به‌صورت لی‌لی جهش کنند. رکورد آزمودنی‌ها به‌وسیله یک کرونومتر با دقت یک صدم ثانیه ثبت شد. هر آزمودنی دو بار در آزمون شرکت کرده و بهترین زمان برای وی ثبت می‌شد. اگر آزمودنی در حین اجرای آزمون تعادل خود را از دست می‌داد یا قادر به انجام آزمون نبود آزمون دوباره تکرار می‌شد. بین هر تکرار ۳۰ ثانیه و بین هر آزمون یک دقیقه زمان استراحت منظور شد (خالقی‌پناه و همکاران، ۱۳۹۴).

پروتکل تمرینات کششی مجموعه عضلات سه سر ساقی: تمرینات به مدت شش هفته و هر هفته سه جلسه انجام شدند. در هر جلسه تمرین به مدت ۱۰ دقیقه حرکات کششی غیرفعال ایستا انجام گردید. پروتکل مورد نظر شامل

www.SID.ir

Archive of SID

چهار حرکت بود و هر حرکت در پنج ست ۳۰ ثانیه‌ای انجام گردید. زمان استراحت بین هر وضعیت ۳۰ ثانیه در نظر گرفته شد. کشش در حداکثر دامنه حرکتی دورسی فلکشن انجام پذیرفت (گیوسارد، ۲۰۰۳).

تمرینات شامل: ۱. کشش سه سر ساقی در حالت ایستاده: فرد روبروی دیوار ایستاده و دست‌های خود را در حالت ایستاده روی دیوار گذاشته و یکی از پاها یک قدم جلوتر از پای عقبی قرار گرفته و فرد با خم‌کردن پای جلویی به دیوار نزدیک می‌شد. ۲. کشش عضلات سه سر ساقی در حالت ایستاده با قرار دادن پا روی دیوار: آزمودنی رو به دیوار قرار گرفته و پای تمرینی خود را در حالی‌که زانو صاف بود در جلوی پای دیگر قرار می‌داد. پنجه پا را روی دیوار قرار داده و به آرامی ران را به سمت دیوار حرکت می‌داد. ۳. کشش عضلات سه سر ساقی در حالت نشسته: آزمودنی روی زمین نشسته و پای تمرینی را به‌صورت صاف روی زمین قرار می‌داد و یک دست خود را روی کف پای خود قرار داده و به طرف بدن می‌کشید. ۴. کشش ایستاده سه سر ساقی بر روی پله: آزمودنی در حالت ایستاده قرار می‌گرفت و پاشنه پای تمرینی را در حالی‌که زانوی آن صاف است روی حاشیه پله قرار می‌داد و پاشنه خود را پایین می‌آورد (شکل ۴). تمرینات کششی برای هر دو پا انجام شد.

(الف) (ب) (ج) (د)

شکل ۴: الف: کشش سه سر ساقی ایستاده، ب: کشش سه سر ساقی در حالت ایستاده با قرار دادن پا روی دیوار، ج: کشش سه سر ساقی در حالت نشسته، د: کشش ایستاده سه سر ساقی بر روی پله

پس از جمع‌آوری اطلاعات، اطلاعات به‌دست آمده از تحقیق، در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آزمون شاپیروویلک به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. به منظور بررسی اثر تمرینات از تحلیل کوواریانس جهت مقایسه نتایج به‌دست آمده بین گروه‌های تحقیق استفاده شد. همچنین، در این تحقیق سطح معنی‌داری $\alpha \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از آزمون شاپیروویلک بیانگر طبیعی بودن توزیع داده‌ها بود.

نتایج مربوط به مشخصات عمومی آزمودنی‌ها در جدول یک ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌های دو گروه کنترل و تجربی

متغیر	گروه تجربی (میانگین ± انحراف استاندارد)	گروه کنترل (میانگین±انحراف معیار)	P
سن (سال)	۲۳/۰۰±۱/۷۲	۲۳/۵۰±۲/۱۴	۰/۷۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۸۰±۵/۲۵	۱۷۲/۵۰±۷/۱۷	۰/۵۴
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۷۵±۹/۱۶	۷۰/۰۰±۵/۸۴	۰/۶۶
شاخص توده بدنی	۲۳/۶۰±۲/۵۰	۲۲/۶۷۸۰±۳/۲۱	۰/۷۸

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از آزمون تی مستقل بیانگر آن بود که تفاوت آماری معناداری بین مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌های دو گروه وجود ندارد.

به نتایج حاصل از اندازه‌گیری دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا، عملکرد حرکتی، حس عمقی مچ پا و والگوس زانو در جدول دو اشاره شده است.

جدول۲: میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مورد اندازه‌گیری در گروه‌های تجربی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	کنترل		تجربی	
گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
هشت لاتین (ثانیه)	۱۸/۲۹±۰/۷۳	۱۷/۱۹±۰/۵۳	۱۹/۸۹±۰/۶۰	۱۶/۶۹±۰/۶۵
لی سه گام (متر)	۴/۰۵±۰/۲۵	۴/۳۰±۰/۱۵	۴/۸۳±۰/۲۶	۵/۹۸±۰/۱۶
آزمون پرش لی ضربدری (متر)	۴/۱۹±۰/۲۸	۴/۴۹±۰/۱۲	۴/۲۰±۰/۳۶	۵/۳۰±۰/۲۳
دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (درجه)	۷/۷۶±۲/۲۰	۸/۷۰±۲/۴۴	۷/۵۳±۲/۵۶	۱۵/۴۷±۳/۱۶
حس عمقی مچ پا (خطای بازسازی- درجه)	۲/۲۸±۰/۶۰	۲/۴۰±۰/۷۴	۲/۴۱±۰/۴۲	۲/۱۱±۰/۸۲
والگوس زانو (درجه)	۵/۶۴±۲/۴۹	۵/۵۱±۱/۴۹	۶/۱۰±۲/۲۰	۵/۲۰±۲/۶۰

در ابتدا شرط همگنی شیب رگرسیون و برابری واریانس‌های خطای نمره برای تمام متغیرهای مورد اندازه‌گیری در تحقیق برقرار بود ($\alpha\leq$۰/۰۵). نتایج اختلاف معنی‌داری را در دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا و عملکرد حرکتی بین دو گروه در پیش و پس‌آزمون پس از اعمال تمرینات کششی نشان داد ولی در متغیرهای والگوس زانو و حس عمقی مچ پا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول۳: نتایج مقایسه بین‌گروهی دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا، حس عمقی مچ پا، والگوس زانو و عملکرد حرکتی

متغیر		درجه آزادی	مربع میانگین‌ها	آماره F	معناداری
دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا	مدل اصلاح شده	۲	۵۲/۱۲۹	۲۱/۲۵	۰/۰۰۱
	پیش‌آزمون (متغیر کوواریت)	۱	۱۳۷/۱۰۷	۱۲/۷۰	۰/۰۰۱
	گروه‌ها	۱	۱۷۷/۱۸	۵۶/۴	۰/۰۰۱*
	خطا	۲۸	۱۴/۲۹۷	-	-
حس عمقی مچ پا	مدل اصلاح شده	۲	۸۴/۵۲	۱۲/۲۵	۰/۳۷
	پیش‌آزمون (متغیر کوواریت)	۱	۱۱۲/۱۰	۹/۴۵	۰/۴۱
	گروه‌ها	۱	۳۷/۶	۱۴	۰/۴۷
	خطا	۲۸	۳۱/۱۳	-	-
والگوس زانو	مدل اصلاح شده	۲	۱۰۲/۵۲	۵/۲۵	۰/۳۴
	پیش‌آزمون (متغیر کوواریت)	۱	۱۲۲/۱۰	۹	۰/۵۲
	گروه‌ها	۱	۱۱۷	۳۰/۱۰	۰/۴۵
	خطا	۲۸	۴۲/۱۰	-	-
عملکرد حرکتی	مدل اصلاح شده	۲	۱۳۲/۵۲	۱۵/۲۰	۰/۰۰۱
	پیش‌آزمون (متغیر کوواریت)	۱	۴۱۷/۱۰	۱۶	۰/۰۰۱
	گروه‌ها	۱	۲۴۴	۲۱/۱۰	۰/۰۰۱*
	خطا	۲۸	۸۲/۱۰	-	-

*وجود تغییرات معنادار در سطح ($P\leq$۰/۰۵)

بحث

نتایج آزمون آماری تحلیل کوواریانس اختلاف معنی‌داری را در دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا و عملکرد حرکتی بین دو گروه در پیش و پس‌آزمون پس از اعمال تمرینات کششی نشان داد ولی در متغیرهای والگوس زانو و حس عمقی مچ پا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج این

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیق با نتایج مطالعات مکلین و سو[1] (۲۰۱۲)، ناکامورا[2] (۲۰۱۲)، جوهانسون[3] و همکاران (۲۰۰۸) همسو می‌باشد.

ناکامورا (۲۰۱۲) تأثیر چهار هفته برنامه تمرینی کشش استاتیک را بر سفتی واحد تاندونی عضلانی سه سر ساقی مورد بررسی قرار دادند. نتایج افزایش معنی‌داری را در جابجایی اتصال تاندونی- عضلانی و دامنه حرکتی پس از برنامه کششی نشان داد و گشتاور غیرفعال در ۳۰ درجه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. جوهانسون و همکاران (۲۰۰۸) وضعیت مفصل ساب تالار و دامنه حرکتی دروسی فلکشن مچ پا را پس از برنامه کششی سه سر ساقی بررسی کردند. نتایج نشان داد که دامنه حرکتی پس از برنامه کششی در دو حالت تحمل وزن و بدون تحمل وزن افزایش یافت اما افزایش دامنه حرکتی بین این دو حالت تفاوت معنی‌داری نداشت. از طرفی نتایج به‌دست آمده با نتایج مطالعات یوداس (۲۰۰۳) ناهمسو می‌باشد.

یوداس (۲۰۰۳) تأثیر کشش ایستا واحدهای عضلانی تاندونی سه سر ساقی بر روی دامنه حرکتی فعال دورسی فلکشن مچ پا را مورد بررسی قرار داد. بعد از شش هفته تمرینات کششی نتایج، تفاوت معنی‌داری را در دامنه حرکتی دورسی فلکشن نشان نداد. از جمله دلایل مغایرت نتایج می‌توان به تفاوت در جامعه آماری و تعداد آزمودنی‌ها، پروتکل تمرینی مورد استفاده و شیوه ارزیابی متغیرها اشاره کرد که در تحقیق یوداس از افراد سالمی که مشکلی در محدودیت حرکتی مچ پا نداشتند استفاده شد، در صورتی که تحقیق حاضر بر روی افراد دارای محدودیت دورسی فلکشن مچ پا اجرا گردید (یوداس، ۲۰۰۳).

اگر چه مکانیزم دقیق کارایی کشش ایستا، به‌طور کامل درک نشده است، اما اعتقاد بر این است که احتمالاً کشش ایستا باعث ایجاد هر دو نوع از سازگاری‌های مکانیکی و عصبی می‌شود که منجر به افزایش دامنه حرکتی می‌گردند (گیوسارد، ۲۰۰۴). به نظر می‌رسد که کشش ایستا به شکل مکانیکی، اجزای ویسکوالاستیک بافت نوروفاشیال را تحت تأثیر قرار می‌دهد (گیوسارد، ۲۰۰۴). به شکل اختصاصی‌تر، کاهش احتمالی در مقاومت غیرفعال عضله در برابر نیروی کششی که در سرتاسر دامنه حرکتی وجود دارد مشاهده می‌شود (کرنول و همکاران، ۲۰۰۴). از نظر عصب شناختی به نظر می‌رسد که اعمال کشش ایستای بافت نوروفاشیال تا انتهای دامنه حرکتی، احتمالاً از طریق آثار مهاری ناشی از اندام‌های وتری گلژی (مهار خودکار) و نیز همکاری مدار بازگشتی رنشا (مهار بازگشتی)، باعث کاهش تحریک‌پذیری نورون حرکتی می‌شود (گیوسارد، ۲۰۰۴). در مجموع این موارد می‌توانند باعث کاهش حساسیت بازتاب کششی و افزایش تحمل فرد نسبت به کشش شده و در نتیجه امکان افزایش دامنه حرکتی را می‌دهند. بنابراین افزایش دامنه حرکتی بیشینه مفصل، در درازمدت احتمالاً به‌وسیله افزایش تحمل در برابر کشش و همچنین تغییر در محتویات ویسکوالاستیک بافت مایوفاشیال به‌وجود می‌آید (گیوسارد، ۲۰۰۴).

تکنیک‌های کششی می‌تواند در رهاسازی اسپاسم که در بافت‌های کوتاه شده ایجاد می‌شوند و همچنین در شکسته شدن چسبندگی‌هایی که در طی فرآیند کوتاهی بافت نرم به‌وجود می‌آیند، کمک کند و از این رو به‌طور بالقوه باعث بهبود توانایی بافت در افزایش طول و دامنه حرکتی مفصل شود (کلارک و لاست، ۲۰۱۱)، در نتیجه احتمالاً افزایش دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا با این موارد مرتبط می‌باشد.

در ارتباط با حس عمقی، با بررسی مطالعات، محقق نتوانست به مطالعه‌هایی که تا به امروز اثر طولانی مدت کشش را بر حس عمقی بررسی کرده باشند، دست پیدا کند. اکثر مطالعات در این زمینه اثر حاد کشش را بر حس عمقی بررسی کرده‌اند. بنابراین محقق قادر نبود که به‌طور مستقیم این نتایج را با تحقیقات قبلی مقایسه کند.

لارسون و لاند۴ (۲۰۰۵) نشان دادند کشش استاتیک عضلات همسترینگ و کوادریسپس هیچ اثر معنی‌داری بر حس وضعیت مفصل زانو در دو وضعیت دمر و نشسته ندارد. همچنین نتایج حاصل از مطالعه رکلوند[5] و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد کشش عضلات آگونیست و آنتاگونیست عضلات اطراف شانه بر حس وضعیت این مفصل تأثیر معنی‌داری ندارد و به دنبال کشش عضلانی، حس وضعیت شانه تغییری نداشته است.

لیکن غفارنژاد و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که کشش عضله چهار سر رانی، همسترینگ و نزدیک کننده‌ها

1. McLean & Su
2. Nakamura
3. Johanson
4. Larsen & Lund
5. Rklund

www.SID.ir

Archive of SID

سبب کاهش معنی‌دار میزان خطای بازسازی زاویه مفصل زانو می‌گردد (غفارنژاد و همکاران، ۲۰۰۷). از جمله مغایرت‌های مطالعات موجود با مطالعه حاضر در این است که این مطالعات تأثیر حاد کشش را بر روی حس وضعیت مورد بررسی قرار داده‌اند ولی مطالعه حاضر تأثیر تمرینات کششی در طی شش هفته را مورد بررسی قرار داده است. همچنین از جمله دلایل احتمالی می‌توان به نوع تمرینات، عضلات تحت کشش و مفصل مورد نظر اشاره کرد. همچنین می‌توان به این مورد اشاره نمود که اگر چه دامنه حرکتی مفصل افزایش پیدا کرده است لیکن این افزایش به اندازه‌ای نبوده است که دامنه حرکتی مفصل را به محدوده طبیعی برساند و بر حس عمقی تأثیرگذار باشد.

در ارتباط با زاویه والگوس سیگوارد[1] و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افراد دارای محدودیت دورسی فلکشن مچ پا، والگوس بیشتری در طی فرود به نمایش می‌گذارند (سیگوارد و همکاران، ۲۰۰۸). از طرفی بل[2] و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که جابجایی داخلی زانو (والگوس) طی انجام اسکات کنترل شده، با افزایش دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا (با قرار دادن یک تخته در زیر پاشنه) کاهش می‌یابد و نشان دادند که دامنه حرکتی دورسی فلکشن بر حرکت زانو در صفحه فرونتال تأثیر می‌گذارد (بل و همکاران، ۲۰۰۸). در مجموع این مطالعات نشان دادند که کاهش دامنه دورسی فلکشن مچ پا باعث افزایش آسیب رباط صلیبی قدامی از طریق کاهش دامنه فلکشن زانو، افزایش والگوس زانو و افزایش نیروی عکس‌العمل زمین می‌شود.

عضله دوقلو به سبب جهت هندسی‌اش، در سراسر دامنه حرکتی فلکشن و اکستنشن زانو، نیروی برشی قدامی روی درشت نی اعمال می‌کند؛ در نقطه مقابل، انقباض همزمان عضلات سه سر ساقی و چهار سر رانی نیروی برشی قابل توجهی بر زانو اعمال می‌کند که به اصطلاح آنتاگونیست رباط صلیبی قدامی شناخته می‌شود (اکنر و همکاران، ۱۹۹۸). بنابراین یکی از دلایل احتمالی که کشش مجموعه عضلات سه سر ساقی نتوانسته است در افراد دارای محدودیت دورسی فلکشن مچ پا بر والگوس زانو اثر بگذارد احتمالاً به دلیل نقش عملکردی این عضلات بر روی مفصل زانو است که بیشتر در صفحه ساجیتال بر روی زانو اثر می‌گذارد و در صفحه فرونتال کارایی اندکی دارد (اکنر و همکاران، ۱۹۹۸)

از جمله دلایل احتمالی دیگر این است که احتمالاً مدت زمان تمرینات کافی نبوده و دامنه حرکتی به حدی افزایش نیافته که بتواند تغییر معنادار در والگوس ایجاد کند. هرچند ممکن است تغییرات ایجاد شده با ابزارهای دقیق‌تر قابل تشخیص بوده و با ابزار استفاده شده در تحقیق حاضر تفاوت حاصله قابل تشخیص نباشد. همچنین احتمال می‌رود تکلیف مورد بررسی شدت بالایی نداشته است تا بتواند تغییر را نشان بدهد، بنابراین فرض محقق بر آن است که در صورتی‌که بجای تکلیف فرود از تکلیف پرش فرود استفاده می‌شد، یا ارتفاع سکو بلندتر در نظر گرفته می‌شد، احتمالاً تفاوت‌های موجود مشهودتر می‌گردید.

در ارتباط با عملکرد، نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات بهم[3] و همکاران (۲۰۱۶)، جاربز[4] و همکاران (۲۰۱۵)، لیما[5] و همکاران (۲۰۱۴) همسو می‌باشد. بهم و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تأثیر کشش اندام فوقانی بر دامنه حرکتی و قدرت اندام تحتانی، جاربز و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر کشش بر عملکرد جهش و پرش- فرود، و لیما و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تأثیر کشش بر تعادل، همگی اثر مثبت و معنی‌دار کشش را گزارش کردند. اگر چه پروتکل‌های مورد استفاده و همچنین آزمون‌های ارزیابی عملکرد حرکتی و همچنین جنبه‌های عملکردی حرکتی مطالعات فوق با مطالعه حاضر تفاوت دارد، به این صورت که در تحقیق حاضر کشش بر روی عضلات سه سر ساقی در افراد دارای محدودیت حرکتی دورسی فلکشن صورت گرفته است و همچنین در ارزیابی عملکرد حرکتی از تست لی سه‌گام، آزمون عملکردی پرش لی ضربدری و آزمون هشت لاتین استفاده شده است، ولی همه مطالعات فوق به نوعی باعث بهبود جنبه‌های خاصی از عملکرد حرکتی شده‌اند و از این منظر با تحقیق حاضر همخوانی دارند. همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج یانگ[6] و همکاران (۲۰۰۱) که به بررسی تأثیر کشش بر عملکرد پرش و حداکثر نیروی انقباضی پرداخته بود و بکت[7] و همکاران (۲۰۰۹) که به

1. Sigward
2. Bell

3. Behm
4. Jarbas
5. Lima
6. Young
7. Beckett

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تأثیر کشش استاتیک بر دوی سرعت و تغییر عملکرد حرکتی پرداخته بودند، ناهمسو می‌باشد. محققین فوق همگی تأثیر منفی کشش را بر عملکرد گزارش کرده‌اند. این تناقض در عملکرد را می‌توان تا حدودی به‌وسیله نوع پروتکل کششی مورد استفاده توجیه نمود که مطالعات هر کدام با روش مختلفی (ایستا، بالستیک، عصبی عضلانی) افراد را تحت کشش قرار داده‌اند. نکته دوم اینکه تحقیق حاضر بر روی ورزشکاران دارای محدودیت دامنه حرکتی در مفصل شکل گرفته است. در صورتی‌که مطالعات فوق همگی به بررسی چگونگی اثرگذاری کشش بر عضلات دارای کوتاهی و نقص در مفصل نبودند، پرداختند.

از دلایل بهبود عملکرد می‌توان به بهبود دامنه حرکتی و مکانیک مچ پا اشاره کرد. اثر زیان بار حرکات جبرانی در مفصل مچ پا بر دستگاه عصبی عضلانی و مکانیک اندام تحتانی، بیشتر از اختلال اصلی می‌باشد. در پای غیر طبیعی، مقدار سرعت یا زمانبندی حرکت مفاصل پا هنگام اجرای فعالیت‌های پویا غیرعادی می‌شود (محمودی، ۱۳۸۸). حرکت در صورتی غیرعادی است که دامنه حرکات مفصل بیشتر یا کمتر از دامنه حرکات مفصل طبیعی باشد. توجه به برخورداری از دامنه طبیعی حرکات مفصل مچ پا و انعطاف‌پذیری مناسب بافت‌های نرم اطراف مفصل، به خصوص انعطاف‌پذیری ساختارهای خلفی ساق پا برای انجام فعالیت‌های مختلف، به خصوص در افراد ورزشکار حیاتی می‌باشد. محدودیت حرکتی دورسی فلکشن باعث می‌شود تا مچ پا طی انجام فعالیت‌های مختلف نظیر پرش- فرود به دامنه انتهایی طبیعی دورسی فلکشن خود نرسد و در پلانتار فلکشن نسبی باقی بماند. این حالت باعث می‌شود تا مچ پا به حالت حداکثر ثبات مکانیکی خود دست پیدا نکند و عدم دستیابی این مفصل به حداکثر ثبات مکانیکی خود، احتمال خطر ایجاد حرکت غیرطبیعی را افزایش می‌دهد (یوداس، مک لین و هولمان، ۲۰۰۹). بنابراین افزایش عملکرد حرکتی را می‌توان به افزایش دامنه حرکتی دورسی فلکشن و تغییر مکانیک مفصل مچ در افراد دارای محدودیت دامنه دورسی فلکشن مچ پا دانست.

از دیگر دلایل احتمالی بهبود عملکرد حرکتی می‌توان به افزایش سازگاری‌های عصبی ناشی از تمرینات کششی مانند بکارگیری واحدهای عصبی کارآمدتر، سازماندهی مجدد در قشر حسی- پیکری، افزایش کارایی و قدرت ارتباط سیناپسی، افزایش فعال‌سازی دستگاه عصبی، کاهش واکنش‌های بازدارنده عصبی، کاهش مقاومت مسیرهای عصبی به انتقال تکانه و بهبود و تسهیل در انتقال تکانه و بهبود و تسهیل در انتقال دروندادهای هر یک از حواس اشاره کرد (لیم، ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از تحقیق نشان داد که انجام تمرینات کششی تأثیر معناداری بر دامنه حرکتی مچ پا و عملکرد حرکتی آزمودنی‌ها داشته است در صورتی‌که تغییرات معنادار آماری در حس عمقی مچ پا و والگوس زانو مشاهده نشد. بر اساس یافته‌های به‌دست آمده از تحقیق حاضر، پیشنهاد می‌گردد که جهت بهبود دامنه حرکتی مچ پا و عملکرد حرکتی در افراد دارای محدودیت حرکتی دورسی فلکشن از این گونه تمرینات استفاده شود.

References

Baldon, G. (2012). "Effect of Functional Stabilization Training on Lower Limb Biomechanics in Women". SportMedicine.44(1):135-45.

Beckett, R.J., Schneiker, K. (2009). "Effects of Static Stretching on Repeated Sprint and Change of Direction Performance". Medicine and science in sports and exercise 41(2): 444-50.

Behm, D.G., Blazevich, A.J., Kay, A.D. and McHugh, M. (2016). "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 40(1), 1-16.

Bell, D.R., Padua, D.A., Clark M.A. (2008). "Muscle strength and flexibility characteristics of people displaying excessive medial knee displacement". Archives of physical medicine and rehabilitation. 89(7): 1323-1328.

Carpenter, J.E., Blasier R.B., Pellizzon, G, G. (1998). "The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense". American Journal of Sports Medicine. 26(2):262-265.

Caulfield, B.M., Crammond, T., O'Sullivan, A., Reynolds, S., Ward, T. (2004). "Altered ankle-muscle activation during jump landing in participants with functional instability of the ankle

www.SID.ir

Archive of SID

joint". Journal of Sport Rehabilitation. 13(3): 189-200.

Chaouachi, A., Padulo, J., Kasmi, S., Othmen, A.B., Chatra, M. and Behm, D.G. (2017)."Unilateral static and dynamic hamstrings stretching increases contralateral hip flexion range of motion". Clinical Physiology and Functiona. 37(1):23-29.

Clark, M. & Lucett, S. (2010). "NASM essentials of corrective exercise training". Lippincott Williams &Wilkins.

dehcheshmeh, S.M., rahnama, N., dehcheshmeh S.M.(2016). "Effect of 8 weeks' neuromuscular exercise on ankle joint proprioception on male soccer players". J Sport Rehabil 3(6):49-58.

Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, SH., Mohammadi, F. (2007). "Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense". British Journal of Sports Medicine. 41(10):684-7.

Grieve, R., Cranston, A., Henderson, A., John, R., Malone, G., Mayall, C. (2013). "The immediate effect of triceps surae myofascial trigger point therapy on restricted active ankle joint dorsiflexion in recreational runners: A crossover randomized controlled trial". Journal of bodywork and movement therapies. 17(4):453-6.

Guissard, l. (2003). "Effect of static stretch training on neural and mechanial propertes of the human plantar flexor muscles neuromechanical adaptations to stretch training" Muscle and Nerve. 29(2): 248-259.

Hagins, M., Pappas, E., Kremenic, I., Orishimo, K.F., Rundle, A. (2007). "The effect of an inclined landing surface on biomechanical variables during a jumping task". Clinical Biomechanic. 22(9):1030–1036.

Herrington, L., Munro, A. (2010). "Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population". Physical Therapy in Sport. 11(2):156-159.

Hoch, M.C., Murphy,D.F., Alosa,D.M. (2012)."Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability". Journal of Science and Medicine in Sport. 15(6): 574-579.

Hubbard, T.J., Hertel, J. (2006). "Mechanical contributions to chronic lateral ankle instability". Sports Medicine. 36(3): 263-277.

Jarbas- Silva, J., Behm, D.G., Gomes, W.A., de Oliveira Silva,F.H.D., Soares, E.G., Serpa, E.P., Vilela Junior, G.B., Lopes,C.R. and Marchetti, P.H. (2015) "Unilateral plantar flexors static-stretching effects on ipsilateral and contralateral jump measures". Journal of Sports Science & Medicine. 14, 315-321.

Johanson, M., Wooden, M. (2006). "Effects of gastrocnemius stretching on ankle dorsiflexion and time-to heel-off during the stance phase of gait". 2006

Khaleghi-Panah, M., Sarafzadeh, J., Rezaeian, Z.S. (2015). "The Effect of Six-weeks Home-based Toe-in Walking Exercise on Single Leg Hope Test and Figure of Eight Test Records in Subjects with Anterior Cruciate Ligament Injury: Pilot Study".J Res Rehabil Sci. 11(2): 98-108.

Kirkendall, D.T., Garrett, W.E.(2000). "The anterior cruciate ligament enigma: injury mechanisms and prevention. Clinical orthopaedics and related research, 372:164-168.

Kovac, M. (2006). "The argument against static stretching before sport and Physical activity". Human Kinetics. 11(3): 6-8.

Kovacs, I., Tihanyi, J., Devita, P., Racz, L., Barrier, J., Hortobagyi, T. (1999). Foot placement modifies kinematics and kinetics during drop jumping. Med Sci Sports Exerc. 31(5):708-716.

Larsen, R., Lund, H., Christensen, R., Rogind, H., Sams, B.D. (2005). "Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense". Br J Sports Med. 39(1):43-6.

Letafatkar, A., Rajabi, R., Ebrahimi, E., Minoonejad, H. (2015). "Effects of perturbation training on knee flexion angle and quadriceps to hamstring cocontraction of female athletes with quadriceps dominance deficit: pre-post intervention study". The knee. 22: 230-236.

Lima, B.N., Lucareli P.R.G., Gomes, W.A., Silva, J.J., Bley, A.S., Hartigan, E.H. and Marchetti, P.H. (2014)."The acute effects ofunilateral ankle plantar flexors static-stretching on postural sway and gastrocnemius muscle activity during single-leg balance tasks". Journal of Sports Science and Medicine. 13: 564-570.

Magnusson, S.P., Aagaard, P., Nielson, J.J. (2000). "Passive energy returns after repeated stretches of the hamstring muscle tendon unit". Medicine and Science in Sports and Exercises. 32(6):1160-4.

Mahmoudi, Z. (2009)."Comparison of ground force response forces, ankle inverting angles and knee flexion in healthy female athletes with functional ankle instability". Master's Thesis. University of Tehran, 23-28.

Masatoshi, N. (2012). "Effects of a four-week static stretch training program on passive stiffness of human Gastrocnemius muscle-tendon unit in vivo". European Journal of Applied Physiology. 112(7):2749-55.

McLean, S.G., Su, A., Bogert Van, A.J. (2003). "Development and validation of a 3-D model to predict knee joint loading during dynamic movement". Journal of biomechanical engineering. 125(6):864-74.

Myers, B.A., Jenkins, W.L., Killian C. Rundquist, P.(2014) "Normative data for hop tests in high school and collegiate basketball and soccer players". Int J Sports Phys Ther. 9(5): 596–603.

Nakamura Masatoshi (2012). "Effects of a four-week static stretch training program on passive stiffness of human gastrocnemius muscle-tendon unit in vivo". Eur J Appl Physiol. 2012 112(7):2749-55.

O'Brien, T.D., Reeves, N.D., Baltzopoulos, V., Jones, D.A., Maganaris, C.N. (2009). "The effects of agonist and antagonistmuscle activation on the knee extension moment-angle relationship in adults and children". Eur J Appl Physiol. 106(6):849-56.

www.SID.ir

Archive of SID

Phys Ther Sport. 7(2):93-100.

Powers, C.M. (2003). "The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective". Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 33(11):639-646.

Proske, U., Gandevia, S.C. (2009). "The kinaesthetic senses". Journal of Physiology. 587(17):4139-46.

Richie, D.H. (2001). "Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review". The journal of foot and ankle surgery. 40(4):240-251.

Rklund, M.B., Backa, M.D., Crenshaw, A.G. (2006). "Acute muscle stretching and shoulder position sense". Journal of Athletic Training. 41(3):270-4.

Self, B.P., Paine, D. (2001). "Ankle biomechanics during four landing techniques". Medicine and science in sports and exercise. 33(8):138-144.

Sigward, S.M., Ota, S., Powers, C.M. (2008). "Predictors of frontal plane knee excursion during a drop land in young female soccer players". Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy. 38(11): 661–667.

Suda, E.Y., Amorim,C.F., I. Camargo,D. (2009)."Influence of ankle functional instability on the ankle electromyography during landing after volleyball blocking". Journal of Electromyography and Kinesiology. 19(2): 84-93.

Tabrizi, P., McIntyre, W., Quesnel, M., Howard, A. (2000). "Limited dorsiflexion predisposes to injuries of the ankle in children". Journal of Bone & Joint Surgery, British. 82(8):103-106.

Youdas, J.W., McLean, T.J., Krause, D.A., Hollman, JH. (2009). "Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain". Journal of sport rehabilitation. 18(3):358.

Youdas,W. (2003). "The Effect of Static Stretching of the Calf Muscle-Tendon Unit on Active Ankle Dorsiflexion Range of Motion". Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 33(7):408–417.

Young, W.B., Behm, D.G. (2003). "Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance". The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 43, 21-27.

www.SID.ir