● مقاله تحقیقی

بررسی اثر تمرینات نظامی برحس عمقی مفصل مچ پا و رابطه آن با آسیب‌های عضلانی اسکلتی در سربازان

کامران آزما[1]، *فرشید محمدی[2]، دکتر ایمان ناصح[2]، رضا عمادی‌فرد[2]

چکیده

مقدمه: خستگی یکی از موارد شایع بعد از انجام تمرینات نظامی است که به نظر می‌رسد از دلایل مهم آسیب به ویژه در مفاصل اندام تحتانی باشد. در بسیاری از موارد پس از آسیب، کاهش حس عمقی در این افراد دیده می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی اثر خستگی عضلانی ناشی از انجام تمرینات نظامی در دوره آموزشی بر حس عمقی مچ پای سربازان و رابطه آن با آسیب‌های عضلانی اسکلتی بود.

روش بررسی: ۵۰ سرباز در طول دوره آموزشی، به طور تصادفی سیستماتیک انتخاب شدند. حس عمقی مچ پای غالب در حرکت پلانتارفلکشن (در زاویه ۲۱ درجه) به صورت فعال و غیرفعال پیش از آغاز و پس از پایان دوره آموزشی توسط دستگاه Continuous Passive Motion (cpm) اندازه‌گیری شد و میانگین خطای مطلق سه آزمایش ثبت گردید. همچنین تعداد و نوع آسیب افراد در طی دوره ثبت گردید. به کمک آزمون آماری t جفتی تغییرات حاصله در حس عمقی مفاصل، پیش و پس از دوره سنجیده شد. همچنین ارتباط بین میزان دقت حس عمقی و شیوع آسیب دیدگی سنجیده شد.

یافته‌ها: تمرینات نظامی در دوره آموزشی باعث کاهش دقت تشخیص وضعیت مچ پا در حرکت پلانتار فلکشن در دو حالت فعال و غیرفعال می‌شود ($p<0/001$) همچنین ارتباط قوی بین کاهش دقت حس عمقی مفاصل و وقوع آسیب مشاهده شد. ($r=0/86$، $p<0/001$)

بحث و نتیجه‌گیری: حس عمقی مفصل مچ پا در اثر اعمال خستگی کاهش می‌یابد و افراد دارای دقت حس پایین‌تر بیشتر از دیگران در معرض آسیب‌دیدگی قرار دارند.

کلمات کلیدی: حس عمقی، خستگی، مفصل مچ پا

ابن سینا / اداره بهداشت و درمان نهاجا (سال پانزدهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۲، مسلسل ۴۲ (سری جدید))

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۵

۱. استادیار، تهران، ایران، دانشگاه علوم پزشکی آجا، گروه طب فیزیکی و توان‌بخشی

۲. پژوهشگر، تهران، ایران، دانشگاه علوم پزشکی آجا

(*مؤلف مسئول)

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

دوره آموزشی برای افراد در ایران یک دوره ضروری پیش از آغاز خدمت سربازی است که معمولاً دو ماه به طول می‌انجامد. معمولاً در این دوره طیفی از تمرینات نظامی فشرده شامل آموزش رژه، رزم انفرادی و آمادگی جسمانی برای افزایش کارایی و توانمندی افراد در مرکز آموزش سربازان انجام می‌شود. با توجه به فشردگی تمرینات و دوره‌های استراحت نسبتاً کم بین آنها، خستگی، یکی از موارد شایع قابل مشاهده در سربازان، در طول دوره آموزشی است که به نظر می‌رسد از دلایل مهم بروز آسیب، به ویژه در مفاصل اندام تحتانی باشد. [۲،۱]. در بسیاری از موارد، پس از آسیب، علایم کاهش حس عمقی مانند کاهش تعادل و بی‌ثباتی در مفاصل اندام تحتانی دیده می‌شود. طبق گزارشات، ۵ آسیب که بیشترین موارد را در طی دوره آموزشی به خود اختصاص می‌دهند شامل سندرم استرس (۲۳/۸٪) یا درد درنتیجه استفاده بیش از اندازه، گرفتگی عضلانی (۸/۶٪)، پیچ خوردن مچ پا (۶/۳٪). آسیب زانو در نتیجه استفاده زیاد (۵/۹٪) و شکستگی‌های ناشی از استرس (۳٪) می‌باشند. نتایج مطالعات، حاکی از این مسئله است که صدمات ناشی از تمرینات تحمل وزن مانند پریدن یا رژه رفتن بسیار زیاد است و با افزایش زمان تمرینات صدمات هم افزایش می‌یابند [۱]. بسیاری از آسیب‌های عضلانی اسکلتی ناشی از تجمع آسیب‌های بسیار کوچکی هستند که در هنگام تمرینات بیش از حد و فعالیت‌های مداوم و تکراری ایجاد می‌شوند [۳].

در سال‌های اخیر دانشمندان متوجه شده‌اند که حس موقعیت مفصل (Joint position sense:JPS) نقش مهمی را در پایداری مفصل هنگام حرکت به خصوصی در اندام تحتانی ایفا می‌کند [۴] گزارش شده است که اختلال در JPS به علت خستگی، ریسک فاکتوری برای آسیب‌های عضلانی اسکلتی در اندام تحتانی می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که میزان وقوع صدمات در ورزشکاران در بعد از ظهر یا در انتهای ورزش بیشتر بوده است [۵ و ۶]. که این امر نشان دهنده این مسئله است که خستگی ممکن است در حس عمقی (proprioception) اختلال ایجاد کند [۶،۵،۴]. با توجه به درصد بالای آسیب‌های گزارش شده در دوره آموزشی سربازان و اینکه تاکنون تحقیقی در زمینه اثر خستگی تمرینات نظامی و پیامد احتمالی آن در مستعد کردن فرد برای آسیب اندام تحتانی انجام نشده است، انجام پژوهش در این مورد ضروری به نظر می‌رسد.

روش بررسی

مطالعه حاضر تلفیقی از ۲ مطالعه آینده نگر است. مطالعه اول اثرات کوتاه مدت تمرینات نظامی را بر روی حس عمقی مچ پا و زانو بررسی کرد و مطالعه دوم ارتباط میان آسیب اندام تحتانی و حس عمقی مفصل را طی ۸ هفته بررسی کرد.

جامعه هدف ۵۰ نفر از سربازان وظیفه بودند که به صورت تصادفی از میان ۳۲۰ سرباز انتخاب شده بودند. افراد شرکت کننده از نظر سلامت دستگاه عصبی- عضلانی معاینه شده و کسانی که سابقه بیماری‌های نورولوژیک و ارتوپدیک، سابقه جراحی اندام تحتانی کاهش دامنه حرکت و پیچ خوردگی در یکسال اخیر داشتند، از مطالعه کنار گذاشته شدند. پروتکل این طرح در دانشگاه علوم پزشکی آجا تصویب شد. کلیه افراد قبل از ورود به مطالعه فرم رضایت‌نامه آگاهانه را امضاء نمودند.

همه شرکت کنندگان در طول مدت آموزشی تحت نظر گرفته شدند و در صورت مشاهده هرگونه آثاری از آسیب عضلانی اسکلتی، به کلینیک اعزام می‌شدند. در کلینیک پزشک پرسشنامه‌ای را پر می‌کرد که در آن نوع آسیب، موقعیت آناتومیکی شدت و علت آسیب ذکر شده بود. همه شرکت کنندگان در مطالعه به صورت تصادفی بطور میانگین ۱/۴±۲/۶ دقیقه قبل و ۱/۱±۱/۸دقیقه بعد از تمرینات نظامی تحت ارزیابی حس عمقی مفاصل مچ پا و زانو قرار گرفتند. دینامومتر Biodex(Biodex 2 isokinetic dynamometer (Biodex medical systems inc, shirly, NY)،

www.SID.ir
Archive of SID

برای اندازه‌گیری حس عمقی استفاده شد فقط از پای غالب تست به عمل آمد. سربازان با چشمان بسته (برای حذف محرک‌های بینایی) و گوش‌های گرفته (برای حذف محرک-های شنوایی) در حالت نشسته پای غالبشان به صورت غیرفعال از زاویه صفر درجه به آرامی تا دامنه میانی مفصل آورده شده و در آنجا ۵ ثانیه نگه داشته و سپس به حالت اول برگردانده شد آنگاه پا به صورت غیرفعال از زاویه صفر درجه با همان سرعت به سمت دامنه میانی حرکت داده شد و از فرد خواسته شد هرگاه احساس کرد به وضعیت بخش اول آزمایش رسید، فرمان ایست دهد. در مرحله بعد از فرد خواسته شد به صورت فعال زاویه مورد نظر را بازسازی کرده و اعلام نماید. میانگین سه بار ثبت اختلاف دامنه میانی و زاویه بازسازی شده به عنوان زاویه خطا در فرم جمع‌آوری اطلاعات ثبت گردید. دو متغیر مستقل به نام‌های خطای مطلق (absolute error) که اختلاف بین موقعیت انتخاب شده توسط پژوهشگر و موقیت انتخاب شده توسط سرباز می‌باشد و خطای متغیر (Variable error) که واریانس انتخاب موقعیت مفصل توسط سرباز در اطراف نقطه انتخاب شده توسط پژوهشگر می‌باشد مورد استفاده قرار گرفتند. AE و VE کاهش یافته نشان دهنده افزایش حدت حس موقعیت سنجی مفصل می‌باشد.

نرم افزار spss برای آنالیز داده‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت. پس از ثبت اطلاعات به کمک آزمون آماری t جفتی معنی‌دار بودن یا نبودن تغییرات حاصله در حس عمقی مفصل، پیش و پس از دوره آموزشی سنجیده شد. همچنین به کمک آزمون پیرسون ارتباط میان میزان دقت حس عمقی و آسیب دیدگی افراد سنجیده شد. در کلیه آزمون‌ها $p<۰/۰۵$ به عنوان معنی‌دار در نظر گرفته شد. برای پاسخ به این پرسش که آیا اختلال در JPS با ایجاد آسیب در آینده مرتبط است یا خیر، متغیرها با استفاده از آزمون لجستیک رگرسیون وارد مدل پیش‌بینی کننده شدند.

جدول ۱- مقادیر خطای مطلق و خطای متغیر برای حس موقعیت مفصل زانو قبل و بعد از تمرینات

	خطا		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدارp
۱۵ درجه اینورژن	خطای‌مطلق	حرکت‌اکتیو	۱/۱±۱/۷	۱/۸±۳/٤	۰/۰۰۱
		حرکت پاسیو	۱/۷±۲/۹	۲/۶±/۳	۰/۰۰۱
	خطای متغیر	حرکت‌اکتیو	۰/۶±۰/۹	۱/۱±۲/۱	۰/۰۰۱
		حرکت پاسیو	۱/۲±۱/٦	۱/۵±۲/۸	۰/۰۰۱
۴۵درجه فلکسیون	خطای مطلق	حرکت‌اکتیو	۱/۱±۲/۷	۱/۸±٤/۳	۰/۰۰۱
		حرکت پاسیو	۱/۳±۳/٤	۲/۹±٤/۷	۰/۰۰۱
	خطای متغیر	حرکت‌اکتیو	۰/۵±۱/۷	۱/۶±۲/۹	۰/۰۰۱
		حرکت پاسیو	۰/۹±۲/۱	۱/۸±۳/۱	۰/۰۰۱

یافته‌ها

جدول شماره ۱ نشان دهنده مقادیر خطای مطلق (AE) و خطای متغیر (VE) برای JPS و زانو قبل و بعد از تمرینات می‌باشد. یک کاهش قابل توجه در توانایی تشخیص تغییر موقعیت فعال و غیرفعال مفاصل مچ پا و زانو بعد از یک دوره تمرینات نظامی در سربازان مشاهده شد ($p<۰/۰۰۱$). پس از ۸ هفته پیگیری ۹ مورد آسیب (۱۸٪) گزارش شد که ۸ تای آنها در اندام تحتانی بود. سه مورد گرفتگی عضلات همسترینگ (۶٪). سه مورد پیچ‌خوردگی مچ پا (۶٪)، یک مورد پارگی لیگامان صلیبی (ACL)؛ یک مورد کمردرد و یک مورد شکستگی استخوان متاتارس گزارش شد شرکت کنندگان به ۲ گروه آسیب دیده و سالم تقسیم شدند. اعضای گروه از نظر سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی در یک رنج بودند. افراد آسیب دیده میزان خطای بیشتری را در حس JPS قبل و بعد از تمرینات نشان دادند ($p<۰/۰۵$). همچنین میانگین افزایش خطا در تشخیص حس JPS در اثر خستگی در حرکت پلانتار فلکشن فعال بیشتر از غیرفعال بود (جدول ۲) نتایج مطالعات نشان داد که به وسیله سنجیدن JPS می‌توان افرادی را که گرایش بیشتری برای آسیب اندام تحتانی دارند از سایر افراد افتراق داد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- مشخصات اولیه سربازان شرکت کننده در تمرینات

	افراد آسیب دیده	افراد سالم
سن	۲۱/۹±۰/۵	۲۱/۵±۱/۹
قد (m)	۱۷۵/۱±۳/۹	۱۷۴/۹±۵/۸
وزن (Kgr)	۷۲/۹±۴/۶	۷۴/۱±۵/۶
BMI (kg/m^2)	۲۳/۷±۲/۴	۲۳/۹±۴/۷

جدول ۳ - رگرسیون لوجستیک برای پیش‌بینی آسیب اندام تحتانی

خطا	بتا	OR	فاصله اطمینان	مقدارp
خطای مطلق‌اکتیو	۰/۶۱	۱/۷۱	۱/۵۵-۱/۸۳	۰/۰۰۱
خطای مطلق‌پاسیو	۰/۵۹	۱/۶۵	۱/۴۹-۱/۸۴	۰/۰۰۱
خطای متغیراکتیو	۰/۵۱	۱/۳۵	۱/۴۴-۱/۶۲	۰/۰۰۷
خطای متغیرپاسیو	۰/۴۹	۱/۴۵	۱/۳۹-۱/۵۱	۰/۰۰۷
مقدار ثابت	۱/۱۵	۰/۳۵	-	۰/۸۷۱

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد، خستگی در اثر تمرینات نظامی در طی دوره آموزشی، باعث کاهش دقت تشخیص وضعیت مفصل مچ پا در حرکت پلانتار فلکشن در دو حالت فعال و غیرفعال می‌گردد و از این دیدگاه حمایت می‌کند که خستگی در اثر فعالیت‌های بدنی، با اثر مستقیم بر عضلات مختلف مفصل، باعث کاهش حس عمقی می‌شود ما از تحقیقات قبلی در این زمینه در جمعیت نظامی اطلاعی در دست نداریم.

حس JPS، از منابع مختلفی نشأت می‌گیرد از جمله گیرنده‌های مکانیکی مفصل، آوران‌های پوستی و گیرنده‌های عضله (ارگان‌های تاندونی گلژی و دوک آوران عضله) [۷]. نقش نسبی هر یک از این منابع اطلاعات مورد بحث است اما به طور کلی ثابت شده که نقش اصلی را گیرنده‌های عضله بازی می‌کنند [۱۰-۸].

ورودی‌های عصبی تشکیل شده از گیرنده‌های مکانیکی و بینایی و وستیبولار در سیستم عصبی مرکزی یکی می‌شوند تا پاسخ حرکتی مناسب داده شود. آگاهی از وضعیت مفصل و تغییرات آن در قشر سوماتوسنسوری پردازش می‌شود [۱۱]. اینکه خستگی بدنی با چه مکانیسمی روی حس وضعیت مفصل اثر می‌گذارد روشن نیست، اما مکانیسم‌های محتمل زیادی گزارش شده است. افزایش شلی مفصل ممکن است عامل آن باشد زیرا ثابت شده است که خستگی باعث افزایش شلی لیگامان‌های مفصل می‌شود [۱۲]. همچنین مواردی که شلی مفصلی دارند حس وضعیت مفصل نیز ضعیف تر است [۱۳].

دومین مکانیسم محتمل، تأثیر خستگی بر روی گیرنده‌های محیطی است. گزارشات متعدد حاکی از آن است که خستگی روی گیرنده‌های عضله بیشتر از گیرنده‌های مفصل تأثیر می‌گذارد [۱۵،۱۴،۹] درنتیجه کاهش حس وضعیت مفصل ممکن است ناشی از نقصان گیرنده‌های عضله باشد [۹]. مطالعات مختلف نشان داده که خستگی بدنی فعالیت گیرنده‌های عضله را کاهش می‌دهد [۱۶-۱۴]. این تغییرات درگیرنده‌های عضله می‌تواند باعث تغییراتی در کنترل عصب – عضله اندام تحتانی شود و نهایتاً منجر به کاهش توانایی فرد در کنترل اندام تحتانی‌اش شود.

از آنجا که در مطالعات انجام شده، میزان آسیب‌ها در سربازان پیاده نظام و ورزشکاران استقامتی تقریباً مشابه بود و این آسیب نسبت به ورزش‌های پر برخورد کمتر بوده [۱۸،۱۷]، و با توجه به عدم وجود مطالعه‌ای در زمینه‌ی اثر تمرینات نظامی روی حس وضعیت مفصل زانو و مچ پا، لذا نتایج ما را می‌توان با نتایج مشابه در مورد ورزشکاران مقایسه کرد. یافته‌های مشابهی در مطالعات دیگر از جمله Forestier [۱۹]، Shields [۲۰]، و محمدی [۲۱] در مورد مفصل مچ پا و Miura [۴]، Hiemstra [۹]، Ribeiro [۲۲] و Lattanzio [۲۳] در مورد مفصل زانو بدست آمده است. در بیشترین این مطالعات خستگی موضعی در آزمایشگاه ایجاد شده در حالی که در مطالعه ما خستگی عمومی بدن مورد توجه قرار گرفت که می‌تواند روی تمام مکانیسم‌های مؤثر بر مسیر حس عمقی تأثیرگذار باشد. Miura هم با روش مشابه ما روی

www.SID.ir
Archive of SID

مفصل زانو مطالعه کرد و نتیجه گرفت که خستگی عمومی باعث بدتر شدن حس وضعیت مفصل می‌شود [۴]. Gurney [۷] نتیجه گرفت که خستگی عضله نقشی در کاهش حس وضعیتی مفصل بازی نمی‌کند. این اختلافات ممکن است به علت استفاده از مقدار کم نیروی عضلانی و بکارگیری خستگی موضعی در آن باشد.

تمامی ۵ تشخیص شایع در جمعیت نظامی [سندرم استفاده بیش از حد (Overuse Syndrom)، کشش عضله، پیچ خوردگی مچ پا، آسیب زانو و شکستگی ناشی از ضربات مکرر (Stress Fracture)] در مطالعه‌ی ما مورد توجه قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در شرکت کنندگان آسیب دیده، خطای حس وضعیت مفصل به مراتب بیشتر از شرکت کنندگان سالم بود. این یافته با نتایج Glen Cross و Thornton و Munn [۲۴] در مورد مچ پای ناپایدار، نتایج Katayama [۲۵] و Fischer- Rasmussen و Jensen [۲۶] در مورد نقص لیگامان صلیبی زانو، نتایج Cleays [۲۷] در مورد درد غیر اختصاصی کمر قابل مقایسه است. ما متوجه شدیم که سربازانی با حس وضعیت ضعیف در برابر آسیب‌ها مستعدتر هستند. این یافته با نتایج Miura [۴]، Tuggy [۵] و Zempher [۶] سازگاری داشت.

Robert [۲۷] چنین گزارش کرد که ضعف حس عمقی با آسیب غضروف خارجی و افزایش شلی در لیگامان صلیبی قدامی زانو مرتبط است. Parkhust و Bullock [۲۸] گزارش کردند که آسیب‌های کمری با نقص حس عمقی در مقاطع ساژیتال و کرونال مرتبط است. گذشته از این Wilson و Madigan [۲۹] پیشنهاد کردند که نقص حس عمقی ناشی از آسیب می‌تواند باعث آسیب مجدد مفاصل شود. نقصان حس وضعیت مفصل می‌تواند اثر عمیقی روی کنترل عصب – عضله و فعالیت‌های روزانه فرد داشته باشد [۹]. همچنین توانایی درک حس وضعیت اندام تحتانی و تنظیم وضعیت آن متناسب با پیام حسی دریافت شده، برای جلوگیری از آسیب‌های اندام تحتانی الزامی است [۳۰]. نقص در حس وضعیت مفصل‌های زانو و مچ پا در بیمارانی که سابقه‌ی آسیب‌های اسکلتی و عضلانی اندام تحتانی داشتند شیوع دارد [۲۵،۷]. نتایج مطالعه ما نشان داد که ممکن است این پدیده در مورد آزمودنی‌های ما نیز صدق کند. بدین معنا که نقص حس وضعیت مفصل ناشی از آسیب‌های قدیمی باعث عملکرد کند عضلات اطراف زانو و مچ پا شده و منجر به آسیب‌های جدید می‌شود.

اقدامات پیشگیرانه در ارتش باید روی کاهش آسیب‌های اندام تحتانی متمرکز شود تا بتواند از بار سنگین بیماری‌های عضلانی- اسکلتی در میان سربازان بکاهد. Bullock [۳۱] می‌گوید جلوگیری از تمرینات تکراری بیش از حد یکی از اقدامات پیشگیرانه‌ای است که در تمام ارگان‌های نظامی باید مورد توجه قرار گیرد.

پیشنهاد می‌شود، که در ابتدای دوره‌ی خدمت سربازی حس وضعیت مفصل زانو و مچ پا سنجیده شود تا سربازانی که مستعد آسیب هستند شناسایی شوند و برایشان تمرینات مناسب عصبی عضلانی و درک عمقی تجویز شود. Panic [۳۲] نتیجه گرفته که تمرینات حس عمقی باعث کاهش آسیب بازیکنان هندبال می‌شود. همچنین Ihara و Nakayama [۳۳] نتایج مشابهی در مورد تمرینات عصبی عضلانی بدست آوردند. Hubscher [۳۴] نیز گزارش کرده که تمرینات عصبی- عضلانی خطر آسیب‌های حاد زانو و پیچ‌خوردگی مچ پا را کاهش می‌دهد.

یک محدودیت مطالعه‌ی حاضر جمعیت کم نمونه‌ها بود. همچنین نمونه‌ها همه از جنس مذکر بودند. لذا لازم است مطالعاتی روی تعیین اثر عامل جنس بر روی حس وضعیت مفصل مچ پا و زانو به دنبال تمرینات نظامی انجام گیرد.

مطالعه ما نشان داد که پس از تمرینات نظامی دقت حس وضعیت مفصل‌های زانو و مچ پا مختل می‌شود. نقص حس وضعیت مفصل نیز خود می‌تواند عامل پیشرفت آسیب‌های اسکلتی عضلانی اندام تحتانی باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

References

1. Kaufman KR, Brodine S, Shaffer R. Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. Am J Prev Med. 2000;18(3 Suppl):54-63.
2. Jones BH, Canham-Chervak M, Canada S, Mitchener TA, Moore S. Medical surveillance of injuries in the u.s. Military descriptive epidemiology and recommendations for improvement. Am J Prev Med. 2010;38(1 Suppl):S42-60.
3. Hauret KG, Jones BH, Bullock SH, Canham-Chervak M, Canada S. Musculoskeletal injuries description of an under-recognized injury problem among military personnel. Am J Prev Med. 2010;38(1 Suppl):S61-70.
4. Miura K, Ishibashi Y, Tsuda E, Okamura Y, Otsuka H, Toh S. The effect of local and general fatigue on knee proprioception. Arthroscopy. 2004;20(4):414-8.
5. Tuggy ML, Ong R. Injury risk factors among telemark skiers. Am J Sports Med. 2000;28(1):83-9.
6. Zempher E. Injury rates in a national sample of college football teams: a 2 year retrospective study. Physician Sports Med.1989;17(11):100-13.
7. Gurney B, Milani J, Pederson M. Role of fatigue on proprioception of the ankle. JEP online.2000;3(1):8-13.
8. Gandevia SC. Neural control in human muscle fatigue: changes in muscle afferents, motoneurones and motor cortical drive [corrected]. Acta Physiol Scand. 1998;162(3):275-83.
9. Hiemstra LA, Lo IK, Fowler PJ. Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. J Orthop Sports Phys Ther. 2001;31(10):598-605.
10. Lattanzio PJ, Petrella RJ. Knee proprioception: a review of mechanisms, measurements, and implications of muscular fatigue. Orthopedics. 1998;21(4):463-70; discussion 70-1; passim.
11. Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes P, De Clercq D. Proprioception and Muscle Strength in Subjects With a History of Ankle Sprains and Chronic Instability. J Athl Train. 2002;37(4):487-93.
12. Nawata K, Teshima R, Morio Y, Hagino H, Enokida M, Yamamoto K. Anterior-posterior knee laxity increased by exercise. Quantitative evaluation of physiologic changes. Acta Orthop Scand. 1999;70(3):261-4.
13. Rozzi SL, Lephart SM, Gear WS, Fu FH. Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. Am J Sports Med. 1999;27(3):312-9.
14. Bigland-Ritchie BR, Furbush FH, Gandevia SC, Thomas CK. Voluntary discharge frequencies of human motoneurons at different muscle lengths. Muscle Nerve. 1992;15(2):130-7.
15. Nyland JA, Shapiro R, Stine RL, Horn TS, Ireland ML. Relationship of fatigued run and rapid stop to ground reaction forces, lower extremity kinematics, and muscle activation. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;20(3):132-7.
16. Proske U, Wise AK, Gregory JE. The role of muscle receptors in the detection of movements. Prog Neurobiol. 2000;60(1):85-96.
17. Kraus JF, Conroy C. Mortality and morbidity from injuries in sports and recreation. Annu Rev Public Health. 1984;5:163-92.
18. Watson AW. Incidence and nature of sports injuries in Ireland. Analysis of four types of sport. Am J Sports Med. 1993;21(1):137-43.
19. Forestier N, Teasdale N, Nougier V. Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(1):117-22.
20. Shields RK, Madhavan S, Cole K. Sustained muscle activity minimally influences dynamic position sense of the ankle. J Orthop Sports Phys Ther. 2005;35(7):443-51.
21. Mohammadi F, Roozdar A. Effects of fatigue due to contraction of evertor muscles on the ankle joint position sense in male soccer players. Am J Sports Med. 2010;38(4):824-8.
22. Ribeiro F, Mota J, Oliveira J. Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. Eur J Appl Physiol. 2007;99(4):379-85.
23. Lattanzio PJ, Petrella RJ, Sproule JR, Fowler PJ. Effects of fatigue on knee proprioception. Clin J Sport Med. 1997;7(1):22-7.
24. Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. J Sci Med Sport. 2010;13(1):2-12.
25. Katayama M, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi A, Hatayama K, Terauchi M, et al. Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture. Int Orthop. 2004;28(5):278-81.
26. Fischer-Rasmussen T, Jensen PE. Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints. Scand J Med Sci Sports. 2000;10(2):85-9.
27. Claeys K, Brumagne S, Dankaerts W, Kiers H, Janssens L. Decreased variability in postural control strategies in young people with non-specific low back pain is associated with altered proprioceptive reweighting. Eur J Appl Physiol. 2011;111(1):115-23.
28. Parkhurst TM, Burnett CN. Injury and proprioception in the lower back. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;19(5):282-95.
29. Wilson EL, Madigan ML. Effects of fatigue and gender on peroneal reflexes elicited by sudden ankle inversion. J Electromyogr Kinesiol. 2007;17(2):160-6.
30. Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. J Bone Joint Surg Br. 1991;73(1):53-6.

Archive of SID

www.SID.ir

31. Bullock SH, Jones BH, Gilchrist J, Marshall SW. Prevention of physical training-related injuries recommendations for the military and other active populations based on expedited systematic reviews. Am J Prev Med. 2010;38(1 Suppl):S156-81.
32. Panics G, Tallay A, Pavlik A, Berkes I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. Br J Sports Med. 2008;42(6):472-6.
33. Ihara H, Nakayama A. Dynamic joint control training for knee ligament injuries. Am J Sports Med. 1986;14(4):309-15.
34. Hubscher M, Zech A, Pfeifer K, Hansel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(3):413-21.

Archive of SID

www.SID.ir