تاثیر کشش ایستا، پویا و ترکیبی بر لاکتات خون و کوفتگی عضلانی تاخیری ناشی از اجرای یک جلسه تمرین حاد پلایومتریک

محمداسماعیل افضل‌پور [۱]✉، طوبی عنایتی زاده [۲]، سعید ایل‌بیگی [۳]

۱. دانشیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بیرجند
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بیرجند
۳. استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت مقاله:۹۳/۶/۱۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۹/۲۳

چکیده

مقدمه: هر چند تمرینات پلایومتریک ماهیتا آسیب‌رسان هستند، اما به دلیل اهمیتی که دارند می‌توان از روش‌هایی مانند حرکات کششی برای کاهش خطر آسیب‌های بالقوه آن استفاده کرد. **هدف:** هدف از این تحقیق، بررسی و مقایسه تاثیر کشش‌های ایستا، پویا و ترکیبی بر لاکتات خون و کوفتگی عضلانی تاخیری به ترتیب، بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اجرای یک جلسه تمرین حاد پلایومتریک است. **روش شناسی:** ۴۶ پسر تمرین‌نکرده با میانگین سنی ۱.۰۵±۱۶.۶۲ سال، قد ۵.۶۴±۱۶۹.۸۹ سانتی‌متر، وزن ۵.۰۴±۵۶.۷۳ کیلوگرم، و نمایه‌ی توده‌ی بدنی ۱.۶۴±۱۹.۷۲ کیلوگرم بر مترمربع؛ به‌طور تصادفی در یکی از گروه‌های کشش ایستا، پویا ، ترکیبی و بدون‌کشش قرار گرفتند. پس از اجرای ۱±۷ دقیقه حرکات کششی توسط گروه‌های کشش، پروتکل تمرین پلایومتریک توسط همه‌ی گروهها به‌طور مشابه اجرا شد. لاکتات خون قبل و بلافاصله پس از تمرین؛ و کوفتگی عضلانی قبل از تمرین، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین با استفاده از پرسشنامه ۱۰ امتیازی رابینسون سنجیده شدند. آزمون‌های t وابسته، تحلیل واریانس (ANOVA) و توکی در سطح معناداری $p<۰.۰۵$ ، جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها مورد بهره‌برداری قرار گرفتند. هرچند غلظت لاکتات خون در هر چهار گروه پس از تمرین، افزایش معنی‌داری را نشان داد، اما این افزایش در گروه کشش پویا به‌طور معنی‌داری در مقایسه با گروه بدون کشش، پایین‌تر بود (P=./.۲). کوفتگی عضلانی تاخیری ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین نسبت به قبل از آن، افزایش معنی‌داری یافت. تفاوتی در کوفتگی عضلانی آزمودنی‌های چهار گروه، ۲۴ ساعت پس از تمرین مشاهده نشد، اما ۴۸ ساعت پس از تمرین این شاخص در گروه کشش پویا بطور معنی‌داری پایین‌تر بود (P=./.۱).**نتیجه گیری:** به‌طور کلی، در مقایسه با کشش ایستا و ترکیبی، استفاده از کشش پویا قبل از تمرین پلایومتریک با تولید لاکتات خون و کوفتگی عضلانی کمتری همراه خواهد بود.

کلید واژه‌ها: کشش، تمرین پلایومتریک، لاکتات، کوفتگی عضلانی تاخیری.

The effect of static, dynamic and combination stretching on blood lactate and delayed onset muscle soreness induce of an acute plyometric exercise

Abstract

Despite of injurious effects of plyometric training, it is possible to use the stretch training for attenuating of degenerative consequences of plyometric exercises. The purpose of this study was to investigate the effect of static, dynamic and combined stretching on blood lactate and delayed muscle soreness immediately, 24 and 48 hours after of one acute plyometric exercise session. 46 untrained males with a mean age of 16.62±1.05 years, height 169.89±5.64 cm, weight 56.73±5.04 kg, and body mass index of 19.72±1.64 kg/m^2, were randomly assigned into static, dynamic, and combined stretching groups and a non-stretching one. After completing the 7±1 minutes of stretching by traning groups, it is periscribed a plyometric exercise protocol. Blood lactate evaluated before and immediately after exercise protocol. Also, delayed muscle soreness in pre-, and 24 and 48 h after plyometric session were measured using Robinson's 10-point questionnaire. It is applied the paired t, analysis of variance and Tukey tests at a significance level of (P<0.05) for extraction of results. Although blood lactate showed a significant increases after exercise in four groups, but its elevation was significantly (P=0.02) lower in the dynamic than non-stretching group. Delayed muscle soreness significantly increased 24 and 48 hours after plyometric protocol as well. In addition, It is observed no significantly differences in muscle soreness 24 h after exercise, while it was only significantly lower (P=0.01) in dynamic group 48 h after plyometric exercise. Generally, comparing to static and combined stretch training, performing of dynamic stretching before plyometric exercise will be along with lower blood lactate accumulation and muscle soreness.

Keywords: Stretching, Plyometric exercises, Lactate, Delayed onset muscle soreness.

✉ **نویسنده مسئول:** محمداسماعیل افضل‌پور شماره تماس: ۰۹۱۵۵۶۱۴۵۱۷
آدرس: پردیس شوکت آباد، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند
پست الکترونیکی: mafzalpour@birjand.ac.ir

مقدمه

اخیرا تمرینات پلایومتریک به عنوان شیوه‌ای موثر، مورد توجه مربیانی قرار گرفته است که در پی تقویت عملکردهای سرعتی و انفجاری ورزشکاران هستند (۱). این نوع تمرینات شامل کشش سریع عضله (انقباض برونگرا یا مرحله اکسنتریک) و بلافاصله یک انقباض درون‌گرای قوی(عمل کانسنتریک یا کوتاه شونده) همان عضله و بافت پیوندی است (۱، ۲، ۳، ۴). هر چند تاثیر مثبت تمرینات پلایومتریک بر افزایش توان بی‌هوازی (۱، ۴)، چابکی (۲)، سرعت (۴)، توان انفجاری پا (۵، ۶)، و ... تائید شده است؛ اما به دلیل آسیب و اثر کوفتگی عضلانی همراه با آن، بسیاری از مربیان و ورزشکاران از پرداختن به آن صرف نظر می‌کنند. به عقیده‌ی برخی از متخصصان طب‌ورزشی، فیزیوتراپیست‌ها و مربیان ورزش؛ تمرینات پلایومتریک، اصولا تمریناتی آسیب‌رسان هستند که در آنها شدت کار بسیار بالا است، و عضلات و مفاصل در معرض حداکثر بار مکانیکی قرار می‌گیرند (۶). درینک‌واتر[1] و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده‌اند که تمرین پلایومتریک با حجم بالا، باعث خستگی محیطی شده و می‌تواند تولید نیروی عضله و سرعت انقباض را کاهش دهد (۷). علاوه بر این، نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهند که متعاقب انجام تمرینات پلایومتریک، میزان لاکتات خون (۳)، درک فشار، و کوفتگی عضلانی از ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از تمرین (۸)، به طور معنادار افزایش می‌یابد.

فعالیت عضلانی شدید یک عدم تعادل در تولید و برداشت اسیدلاکتیک در عضله ایجاد می کند که منجر به انتشار لاکتات به خون و افزایش غلظت آن در این بافت می شود (۹). کوفتگی و درد عضلانی نیز یک تجربه معمول و شایع ناشی از فعالیت بدنی است که به دو صورت حاد و تاخیری پس از فعالیت بدنی به ویژه انقباض‌های برونگرا رخ می‌دهد (۱۰) و با علائمی نظیر درد، اسپاسم، کاهش دامنه‌ی حرکتی، افت قدرت عضلانی و همچنین علائم بیوشیمیایی نظیر افزایش کراتین کیناز، لاکتات دی هیدروژناز و ...؛ همراه است (۵). این عوارض می‌توانند در ورزشکاران حرفه‌ای نیز اتفاق افتند و بروز آنها می‌تواند به ادامه فعالیت ورزشکاران لطمه وارد کرده و سبب محرومیت آنها یا لطمه به اجرای ورزشی شود. به نظر می‌رسد پیشگیری از بروز این عوارض یکی از مهم‌ترین ملاحظات ورزشی است (۱۰) که آگاهی از آنها ارزش بسیار زیادی برای مربیان و ورزشکاران دارد.

حرکات کششی که بخشی از برنامه‌ی گرم کردن محسوب می‌شوند، به منظور توسعه انعطاف‌پذیری بخش مهمی از هر نوع فعالیت جسمانی به شمار می‌روند و یکی از راه‌هایی هستند که به منظور بهبود اجرای ورزشی و کاهش خطر آسیب ورزشی، مورد استفاده قرار گرفته اند (۱۱، ۱۲، ۱۳). کشش هم خواص مکانیکی (ویسکو- الاستیک[2]) و هم خواص عصبی (فعالیت دوک عضلانی و تحریک پذیری اندام وتری گلژی) عضله را تحت تاثیر قرار می دهد و بدین طریق، منجر به افزایش انعطاف‌پذیری عضله می‌شود (۱۴، ۱۵). حفظ انعطاف‌پذیری مطلوب در پیشگیری از آسیب به سیستم عضلانی کمک می‌کند (۱۶). در واقع، کشش باعث افزایش طول واحد وتری- عضلانی شده و اساسا فاصله بین سر ثابت و متحرک عضله را بیشتر می کند. کشش همچنین موجب وارد کردن تنش بر سایر بخش های ساختاری (فاسیا و کپسول مفصلی) شده و موجب تغییر خواص بیومکانیکی بافت عضلاتی می شوند (۱۷)؛ تغییراتی که احتمال آسیب دیدگی عضله را موقع افزایش طول آن، پایین می آورند (۱۸). به دلیل این که کشش سبب افزایش انعطاف‌پذیری می‌شود و در استفاده از آن، لزومی به داشتن تجهیزات و امکانات خاصی نیست؛ شناخت اثرات آن بر اجرا، آسیب و کوفتگی عضلانی برای ورزشکاران مفید خواهد بود (۱۹).

تمرینات کششی به شکل های مختلفی قابل اجرا هستند. کشش ایستا با قرار دادن عضلات در معرض بیشترین طول ممکن (۲۰) و حرکت اندام تا انتهای دامنه‌ی حرکتی‌اش، و نگه‌داشتن موقعیت برای مدت زمانی معین (معمولا ۱۵ تا ۶۰ ثانیه)؛ انجام می‌شود (۲۱). این تکنیک به طور گسترده، به عنوان یک روش موثر در افزایش دامنه‌ی حرکتی (ROM)[3] و انعطاف‌پذیری استفاده می‌شود. باور عمومی بر آن است که افزایش ROM در طی ورزش، خطر آسیب دیدگی را کاهش می‌دهد (۱۳). با این حال، مطالعات اخیر به این موضوع نیز اشاره داشته اند که کشش ایستا ممکن است حتی اجرا را دچار اختلال کند (۲۲)؛ لذا اجرای آن را در برنامه‌ی گرم کردن ورزش‌های قدرتی – توانی، توصیه نمی کنند (۲۲).

کشش پویا شامل حرکت‌دادن عضو از موقعیت طبیعی تا انتهای دامنه حرکتی و سپس برگرداندن عضو به موقعیت اصلی اش است. این کشش نوعی انقباض کنترل شده است که مدت زمان معینی طول می کشد یا به تعداد معینی

تکرار می گردد (۲۰). کشش پویا ضمن برخورداری از خواص تمرینات کششی ایستا در پیشگیری از آسیب، با افزایش فعالیت عصبی- عضلانی، سبب تسهیل در تولید نیروی انفجاری و بهبودی توان می‌شود (۱۱). مطالعات انجام شده بهبود عملکرد را پس از کشش پویا در مقایسه با کشش ایستا نشان داده‌اند (۱۲، ۲۲). باندی و همکاران (۱۹۸۸) نشان داده اند که کشش پویا به اندازه کشش ایستا، در افزایش انعطاف‌پذیری موثر نیست (۲۳) و این موضوع می‌تواند در استفاده از کشش ایستا به منظور گرم‌کردن موثر باشد. با توجه به این که هر کدام از کشش‌های ایستا و پویا دارای اثرات متفاوت بر عملکرد و انعطاف‌پذیری هستند، محققین اثر ترکیبی این دو نوع کشش بر اجرا را نیز بررسی کرده اند. در همین راستا، اظهار گردیده است که انجام کشش پویا پس از کشش ایستا، اثرات مخل عملکرد ناشی از تمرینات یک نوع کشش را کاهش داده یا برطرف می سازد (۱۲).

علاوه بر اجرا، موضوع مقایسه تاثیر انواع کشش بر کاهش آسیب و کوفتگی عضلانی تاخیری (DOMS) [۴] نیز مورد توجه محققین بوده است. تاکر[۵] و همکاران (۲۰۰۴)، در بررسی سیستماتیک مطالعات مختلف کشش، گزارش کرده‌اند که کشش در ورزشکاران مختلف، هم بدون تاثیر بوده ، و هم تاثیر پیشگیرانه در بروز انواع آسیب ها داشته است (۱۶). نتایج تحقیق لوند[۶] و همکاران (۱۹۹۸) نشان می‌دهد که کشش ایستا تاثیری در افزایش یا کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی ندارد (۲۴). مطالعه پاپ[۷] و همکاران (۲۰۰۰)، کاهش غیرمعنادار آسیب را پس از کشش نشان داده است (۲۵). هربرت و گبریل[۸] (۲۰۰۲) گزارش کرده‌اند که کشش، درد عضلانی را حدود کمتر از ۲ میلی‌متر در مقیاس 100 میلی‌متر، ۷۲ ساعت پس از تمرین ورزشی کاهش می‌دهد. از نظر ورزشکاران این مقدار کاهش، کمتر از آن است که بتوان کشش را در کاهش کوفتگی، موثر دانست (۲۶). علاوه براین، کاشف و نامنی (۱۳۸۱) در این زمینه گزارش کرده‌اند که کشش ایستا نه تنها باعث کاهش شاخص‌های آسیب عضلانی و علائم کوفتگی عضلانی به دنبال تمرینات برون‌گرا نمی شود، بلکه برخی از این شاخص ها و علائم را افزایش هم می دهد (۲۷). علارغم این نتایج، شواهدی مبنی بر تاثیر مثبت کشش در کاهش آسیب‌های ورزشی نیز وجود دارد. تحقیق هارتی و هندرسون[۹] (۱۹۹۹) نشان داده است که اجرای حرکات کششی قبل از تمرینات ورزشی آسیب‌زا، سبب افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش آسیب می‌شود (۲۸). چن[۱۰] و همکاران (۲۰۱۱)، افزایش ROM و کاهش آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات برون گرا را با کشش ایستا گزارش کرده‌اند (۲۹). در مطالعه مک‌کای[۱۱] و همکاران (۲۰۰۱)، بسکتبالیست‌هایی که یک برنامه کلی کششی را در طی گرم‌کردن اجرا کردند، نسبت کمتری از آسیب‌های مچ پا را نشان دادند (۳۰). آماکو[۱۲] و همکاران (۲۰۰۳) پس از بررسی تاثیر کشش بر انواع آسیب‌های تمرینات نظامی، بیان کرده اند که کشش ایستا بروز آسیب های مربوط به عضله و تاندون را کاهش می‌دهد، اما تاثیری بر آسیب‌های استخوان و مفاصل ندارد (۳۱). کروس و ورل[۱۳] (۱۹۹۹) نیز ارتباط بین برنامه‌های کشش ایستا و کاهش استرین‌های عضلانی در اندام تحتانی را نشان داده اند (۳۲). در بررسی که رمزی و همکاران (۲۰۰۶) در مورد نگرش، آگاهی و عملکرد مربیان مدارس میشیگان شرقی در باره کشش انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که تقریبا ۹۵ درصد این مربیان در مورد مفید بودن کشش، بخصوص در کاهش خطر آسیب ورزشی، اتفاق نظر دارند و ورزشکاران خود را به‌طور متوسط به انجام ۱۳ دقیقه کشش، ترغیب می کنند (۳۳).

با مرور مطالعات گذشته، از یک طرف نتایج ناهمسویی در مورد تاثیر تمرینات کششی بر آسیب و کوفتگی عضلانی بدست آمد؛ و از طرف دیگر، پی بردیم که مطالعات با هدف تاثیر انواع کشش ایستا، پویا و ترکیبی بر پاسخ لاکتات خون و کوفتگی عضلانی ناشی از یک نوع تمرین آسیب زا (مانند تمرینات پلایومتریک)، بسیار اندک هستند. این واقعیت ها ما را متقاعد ساخت که در پژوهش حاضر به مقایسه تاثیر سه نوع کشش ایستا، پویا و ترکیبی، بر پاسخ لاکتات خون و کوفتگی عضلانی تاخیری پس از اجرای یک جلسه تمرین پلایومتریک پرداخته شود و به این سوال پاسخ داده شود که کدام نوع کشش بهبودی لاکتات خون و کوفتگی عضلانی را پس از یک تمرین شدید آسیب زا، به همراه خواهند داشت.

روش پژوهش

۴۸ آزمودنی پسر به‌طور تصادفی از میان دانش‌آموزان تمرین نکرده‌ی دبیرستان علامه طباطبایی شهرستان قاینات که در پاسخ به فراخوان همکاری، داوطلبانه اعلام آمادگی کرده بودند، انتخاب شدند. این آزمودنی‌ها پس از

تکمیل برگه‌ی رضایت‌نامه توسط والدین‌شان، پرسشنامه سلامت و ۵ بار جابجا کردن وزنه ای به میزان ۶۰ درصد وزن بدن در حرکت اسکات[۱۴]، جهت برآورد توانایی انجام تمرینات پلایومتریک (۳۴)، تائید شدند. آزمودنی‌ها در یک جلسه با روند کار آشنا شدند. وزن و قد آن‌ها با استفاده از ترازو و قدسنج پورسا[۱۵] ساخت کشور چین و میزان پرش عمودی در آزمون پرش عمودی[۱۶] سنجیده شد. سپس آزمونی‌ها به‌طور تصادفی در چهار گروه همگن (بر اساس BMI و رکورد پرش عمودی) ۱۲ نفره قرار گرفتند. دو نفر از گروه‌های کشش پویا و ترکیبی در حین اجرای تمرینات، از ادامه کار انصراف دادند. آزمودنی‌ها از لحاظ ویژگی های جسمانی تفاوتی نداشتند (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های آزمودنی‌ها در هر گروه

گروه ها	تعداد (n)	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)
کشش ایستا	۱۲	۱۶/۷۵±۱/۰۵	۱۶۹/۸۳±۳/۹۷	۵۶/۷۵±۴/۵۵	۱۹/۷۲±۱/۴۵
کشش پویا	۱۱	۱۶/۵۴±۱/۰۳	۱۶۶/۸۱±۷/۷۵	۵۴/۹±۴/۸۴	۱۹/۸۶±۱/۶۱
کشش ترکیبی	۱۱	۱۶/۶۳±۱/۰۲	۱۶۹/۳۶±۲/۷۶	۵۶/۳۶±۴/۶۱	۱۹/۷۲±۲/۱۸
بدون کشش	۱۲	۱۶/۵۸±۱/۰۸	۱۷۳/۲۵±۵/۵۴	۵۸/۷۵±۵/۹۱	۱۹/۵۷±۱/۴۸

لاکتات خون آزمودنی‌های هر گروه در جلسات جداگانه با استفاده از لاکتومتر مدل اسکات[۱۷] آلمان از نمونه خون انگشت دست، اندازه گیری شد. سپس گروه‌های تجربی (کشش ایستا، کشش پویا، کشش ترکیبی)، کشش‌های مربوطه را طبق دستورالعمل هوق[۱۸] و همکاران (۲۰۰۹) و یاماگوچی[۱۹] و همکاران(۲۰۰۶)، در مدت زمان یکسان ۱±۷ دقیقه اجرا کردند. پس از اجرای حرکات کششی، پروتکل تمرین پلایومتریک به‌طور مشابه توسط گروه‌های تجربی و گروه کنترل براساس پروتکل توفاس[۲۰] و همکاران (۲۰۰۸)، انجام شد.

بلافاصله بعد از تمرین پلایومتریک، مجددا لاکتات خون آزمودنی‌ها اندازه گیری شد. احساس کوفتکی عضلانی تاخیری ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از جلسه تمرین با استفاده از پرسشنامه استاندار ۱۰ امتیازی رابینسون[۲۱] و همکاران (۲۰۰۴) سنجیده شد. در این پرسشنامه آزمودنی میزان کوفتگی عضلانی را از ۱ تا ۱۰ در دامنه بدون درد تا درد غیر قابل تحمل، امتیاز می‌دهد.

انواع تمرینات حرکات کششی به اجرا درآمده

گروه کشش ایستا (SS) : در گروه کشش ایستا، هر آزمودنی پس از گرم‌کردن (۵ دقیقه دویدن با ۴۰ درصد حداکثر ضربان قلب)، به صورت طاق باز، روی تشک می‌خوابید و آزمونگر، حرکات کششی را طبق دستورالعمل ذکر شده، دنبال می کرد. پنج گروه عضلانی (تاکننده‌ی مچ پا، بازکننده‌ی ران، خم‌کننده‌ی ران، چهارسر و همسترینگ)، تحت کشش قرار گرفتند. آزمونگر، عضلات را تا آستانه‌ی درد آزمودنی می‌کشید و سپس، در همان نقطه نگه می داشت. هر کشش در هر اندام (به ترتیب راست و چپ) یک بار انجام می‌شد و ۳۰ ثانیه به طول می‌انجامید. بین کشش‌ها از یک اندام به اندام دیگر ۱۰ تا ۱۵ ثانیه فاصله، جهت تغییر وضعیت بدن وجود داشت (۱۱).

گروه کشش پویا (DS) :آزمودنی‌های گروه کشش پویا، پس از گرم‌کردن(۵ دقیقه دویدن با ۴۰ درصد حداکثر ضربان قلب)، به صورت ایستاده قرار گرفتند و حرکات کششی پویا را طبق دستورالعمل مذکور تحت فرمان آزمونگر انجام دادند. پنج گروه عضلانی (تاکننده‌ی مچ پا، بازکننده‌ی ران، خم کننده‌ی ران، چهارسر و همسترینگ)، تحت کشش قرار گرفتند. حرکات کششی در طی ۱۵ تکرار انجام شد و هر تکرار ۲ ثانیه به طول انجامید. هر تمرین کششی، ابتدا در پای راست و سپس به فاصله‌ی ۱۰ تا ۱۵ ثانیه در پای چپ، اجرا شد (۱۱).

گروه کشش ترکیبی (CS) :آزمودنی‌های گروه کشش ترکیبی، پس از گرم‌کردن (۵ دقیقه دویدن با ۴۰ درصد حداکثر ضربان قلب)، ابتدا برنامه‌ی کشش ایستا را معادل نصف زمان اجرای آن، انجام دادند، و سپس نصف زمان برنامه‌ی کشش پویا را اجرا کردند. زمان‌های کار و استراحت با زمان سنج دستی دیجیتال، کنترل شد.

گروه کنترل: گروه کنترل پس از گرم‌کردن (۵ دقیقه دویدن با ۴۰ درصد حداکثر ضربان قلب)، بدون انجام تمرینات کششی، به اجرای پروتکل تمرین پلایومتر پلایومتریک پرداختند.

پروتکل تمرین پلایومتریک: به منظور حفظ آثار کشش، ۲ دقیقه پس از اجرای برنامه‌ی تمرین کشش توسط سه گروه، پروتکل تمرین پلایومتریک، به طور مشابه، برای هر چهار گروه، ارائه شد. این پروتکل شامل ۹۶ پرش، از روی مانع ۵۰ سانتی‌متری (هشت ست با ۱۲ تکرار)، و ۹۶ جهش از روی جعبه ۵۰ سانتی‌متری (هشت ست با ۱۲ تکرار)، بود. فاصله استراحت بین ست‌ها، ۹۰ ثانیه، و یک فاصله زمانی استراحت ۳ دقیقه‌ای، بین مجموع پرش‌ها و جهش‌ها، وجود داشت (۸). پس از اتمام پروتکل تمرین پلایومتریک، هر چهار گروه به مدت ۵ دقیقه با راه رفتن آرام، بدن خود را سرد کردند.

روش‌های آماری

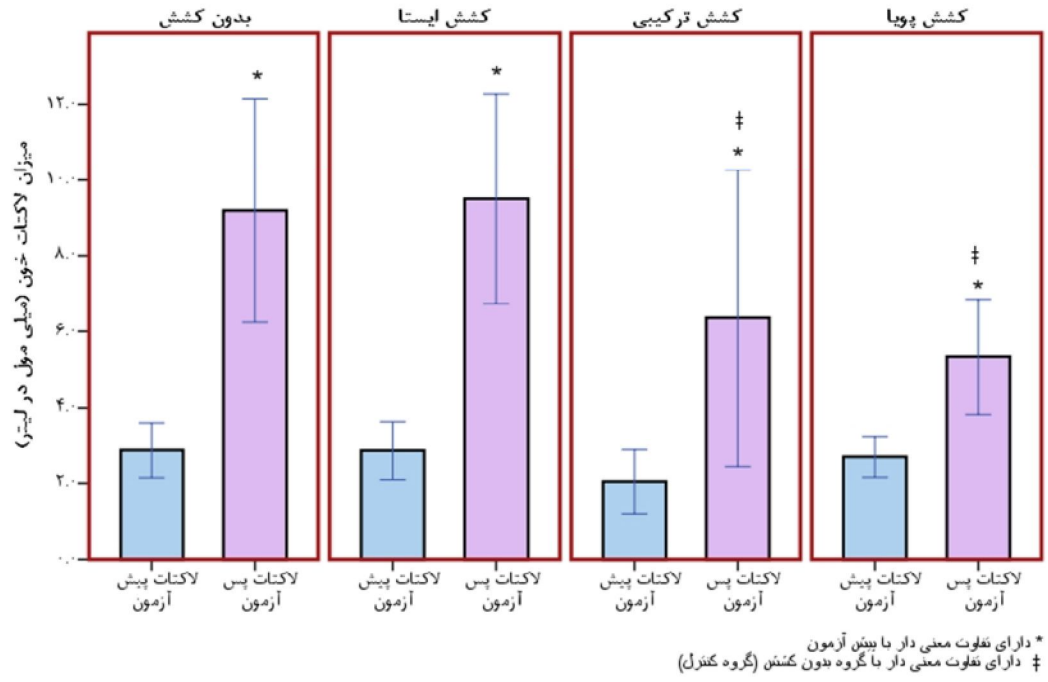
جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از نرم افزار SPSS نسخه‌ی ۲۰ استفاده شد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون کلموگروف – اسمیرنوف بررسی شد. شاخص‌های آمار توصیفی از جمله میانگین، انحراف استاندارد و درصد به کار گرفته شدند. همچنین از آمار استنباطی t وابسته، آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی برای استخراج نتایج استفاده شد و سطح معنی‌داری P<۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میزان لاکتات خون در هر چهار گروه بلافاصله پس از اجرای تمرین پلایومتریک به طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۲ و نمودار ۱).

جدول ۲- تاثیر انواع کشش بر غلظت لاکتات خون (میلی مول در لیتر) و کوفتگی عضلانی تاخیری (امتیاز)

گروها	لاکتات پیش آزمون	لاکتات پس آزمون	کوفتگی قبل از تمرین	کوفتگی بعد از ۲۴ ساعت	کوفتگی بعد از ۴۸ ساعت
کشش ایستا	۲.۸۶±۰.۷۷	۹.۵±۲.۷۷	۱±۰	۳.۰۸±۱.۵	۴.۶۶±۲.۱
کشش پویا	۲.۷±۰.۵۴	۵.۳۳±۱.۵۱	۱±۰	۱.۸۱±۰.۸۷	۱.۷۲±۱
کشش ترکیبی	۲.۰۴±۰.۸۴	۶.۳۵±۳.۹۱	۱±۰	۳.۴۵±۲.۲	۳±۱.۸۴
بدون کشش	۲.۸۷±۰.۷۳	۹.۱۹±۲.۹۵	۱±۰	۲.۹۱±۱.۳۷	۳.۹۱±۱.۵



نمودار۱: تاثیر انواع تمرینات کششی بر لاکتات خون

هرچند لاکتات خون در هر چهار گروه پس از اجرای تمرین پلایومتریک دارای افزایش معنی‌داری بود؛ اما نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس، تفاوت معنی‌داری در میزان این افزایش نشان داد (جدول ۳).

نتایج حاصل از آزمون توکی جهت مقایسه زوجی تاثیر انواع کشش‌ها بر لاکتات خون نشان داد که بین تاثیر کشش ایستا و کشش پویا؛ و بین تاثیر کشش پویا و گروه کنترل (بدون کشش)، بر میزان لاکتات خون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴)؛ بدین شکل که کشش پویا نسبت به کشش ایستا و تمرین بدون کشش، موجب افزایش معنی‌دار کمتری در لاکتات خون شده است؛ اما بین تاثیر کشش پویا و کشش ترکیبی بر لاکتات خون تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه تاثیر انواع کشش بر غلظت لاکتات خون

انواع کشش	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی بین گروهها	درجه آزادی درون گروهها	F	سطح معناداری
کشش ایستا	۶.۶۳	۳.۲۶	۳	۴۲	۴.۵۳	.۰۰۸
کشش ترکیبی	۴.۳۰	۳.۶۰				
کشش پویا	۲.۶۳	۱.۳۹				
بدون کشش	۶.۳۱	۱.۰۴				

جدول ۴- مقایسه زوجی تاثیر انواع کشش بر غلظت لاکتات خون

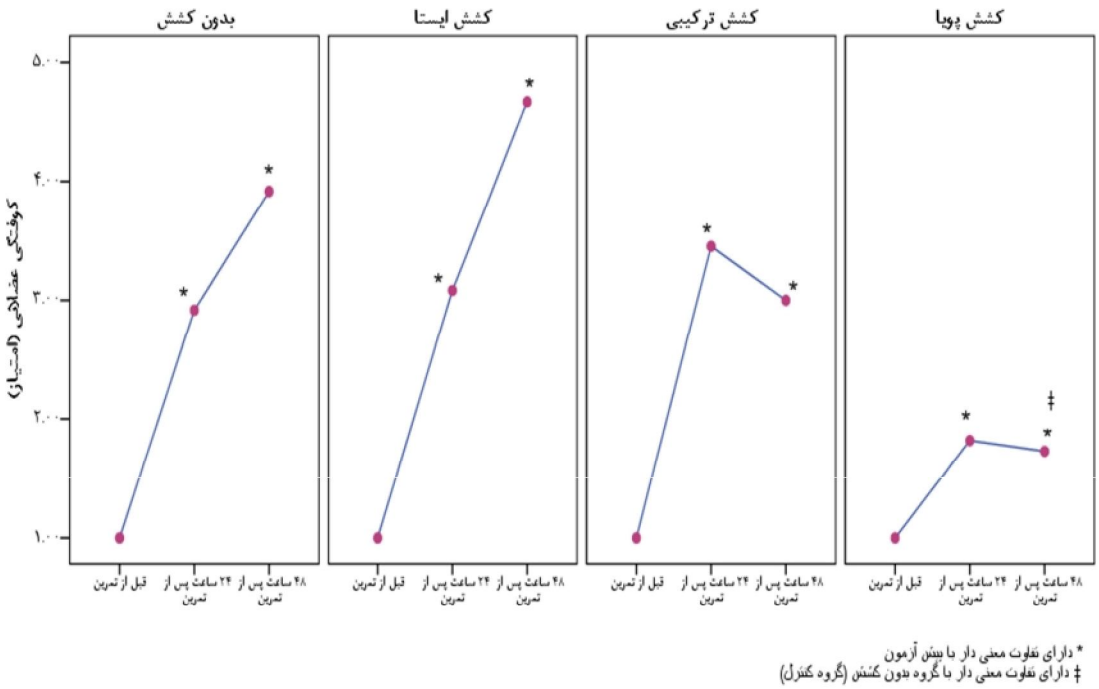
نوع کشش		تفاوت میانگین ها	خطای معیار	سطح معنا داری
	کشش ترکیبی	۲.۳۲	۱.۲۳	۰.۲۵
	کشش پویا	۳.۹۹	۱.۲۳	۰.۰۱
	بدون کشش	۰.۳۱	۱.۲۱	۰.۹۹
کشش ترکیبی	کشش پویا	۱.۶	۱.۲۶	۰.۵۵
	بدون کشش	۲.۰-	۱.۲۳	۰.۳۷
کشش پویا	بدون کشش	۳.۶۸-	۱.۲۳	۰.۰۲

میانگین کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت پس از اجرای این تمرینات به طور معنی‌داری در هر چهار گروه افزایش یافت (جدول ۲ و نمودار ۲). کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از جلسه‌ی تمرین پلایومتریک، در گروه کشش ایستا و بدون کشش مجددا افزایش یافت، ولی در گروه کشش پویا و ترکیبی با کاهش معنی‌دار همراه بود (جدول ۲، ۵ و نمودار ۲).

نتایج آزمون آنالیز واریانس تفاوت معنی داری بین کوفتگی عضلانی را ۲۴ ساعت پس از تمرین بین چهار گروه نشان نداد، در صورتی که تفاوت بین کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از تمرین معنی دار بود (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه زوجی تاثیر انواع کشش بر کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از تمرین

نوع کشش		تفاوت میانگین ها	خطای معیار	سطح معناداری
	کشش ترکیبی	۱.۶۶	۰.۶۹	۰.۰۹
	کشش پویا	۲.۹۳	۰.۶۹	۰.۰۰
	بدون کشش	۰.۷۵	۰.۶۸	۰.۶۹
کشش ترکیبی	کشش پویا	۱.۲۷	۰.۷۱	۰.۲۹
	بدون کشش	۰.۹۱-	۰.۶۹	۰.۵۶
کشش پویا	بدون کشش	۲.۱۸-	۰.۶۹	۰.۰۱



نمودار ۲- مقایسه کوفتگی عضلانی قبل، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از انواع تمرینات کششی و گروه بدون کشش.

طبق اطلاعات جدول ۵ بین تاثیر انواع کشش بر میزان کوفتگی عضلانی تاخیری ۴۸ ساعت پس از تمرین پلایومتریک تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری که میزان کوفتگی عضلانی در گروه کشش پویا در مقایسه با گروه بدون کشش و کشش ایستا، افزایش معنی‌دار کمتری داشته است.

بحث

یکی از مهمترین نتایج تحقیق حاضر، افزایش معنی‌دار لاکتات خون بلافاصله بعد از تمرین پلایومتریک در هر چهار گروه تجربی بود؛ اما میزان این تغییر در گروه تمرین کشش پویا و ترکیبی نسبت به گروه تمرین کشش ایستا و گروه بدون کشش، به‌طور معنی‌داری کمتر بود.

این نتایج همسو با نتایج مطالعه‌ی برونر- زیگلر[۲۲] و همکاران (۲۰۱۱) است که تجمع لاکتات کمتری را در گروه گرم‌کردن فعال در مقایسه با گرم‌کردن غیرفعال، نشان داده اند (۳۵). روبرگز[۲۳] و همکاران (۱۹۹۱) نیز چنین نتیجه‌ای را در گروه گرم‌کردن پس از تمرین شدید روی دوچرخه کارسنج، گزارش کرده‌اند (۳۶). بر خلاف این نتایج، کائور[۲۴] و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تاثیر پروتکل‌های گرم‌کردن (گرم‌کردن با حرکات کششی ایستا، گرم‌کردن با تمرینات پویا با شدت متوسط تا شدید، و گرم‌کردن با حرکات کششی پویا) بر لاکتات خون، تفاوت معنی‌داری بین تاثیر کشش ایستا و پویا مشاهده نکرده اند. مطالعه‌ی آن‌ها نشان داد که کشش ایستا ۴۰/۷ درصد و کشش پویا ۴۲/۴ درصد، تجمع لاکتات خون کمتر را هنگام عدم استفاده از گرم‌کردن روی نوارگردان، به همراه دارد (۹). گائینی و میرزایی (۱۳۸۱) دو برنامه‌ی گرم کردن ۱۰ و ۱۵ دقیقه‌ای (که شامل ۳ و ۴ دقیقه حرکات کششی بودند) را با هم مقایسه کرده و افزایش معنی‌دار لاکتات خون هر دو گروه پس از اجرای تمرین شدید درمانده‌ساز را گزارش کرده اند (۳۷). همان طور که در این مطالعه نشان داده شد، کشش پویا و ترکیبی که روش‌های گرم‌کردن فعال‌تری نسبت به کشش ایستا هستند، می‌توانند باعث افزایش کمتر لاکتات خون (به ترتیب ۴۲ و ۳۹/۹ درصد کمتر) شوند. با توجه به استدلال برونر- زیگلر[۲۵] و همکاران (۲۰۱۱)، بالا رفتن درجه حرارت عضلات پس از گرم‌کردن فعال، به‌طور بالقوه نشان دهنده‌ی افزایش جریان خون عضله‌ی در حال کار و در نتیجه، افزایش سهم متابولیسم انرژی در شروع فعالیت ورزشی است. پاسخ‌های لاکتات

خون کمتر مشاهده شده در طی گرم‌کردن فعال نیز ممکن است با میزان افزایش برداشت لاکتات رابطه داشته باشد (۳۵). یک توضیح قابل قبول دیگر، ممکن است اثر گشادکنندگی عروق از طریق گرم‌کردن فعال و غلبه بر مقاومت عروق مویرگی باشد؛ که باعث می شود جریان خون به عضله‌ی در حال کار، با کاهش مقاومت عروقی سرعت یابد. علاوه بر این، افزایش دمای درون عضلات در طی گرم‌کردن به روش‌های فعال، باعث افزایش فعال‌سازی آنزیم ها و تغییر مکان منحنی تجزیه اکسی هموگلوبین به سمت راست می شود. این تغییرات به نوبه ی خود می‌تواند آزادسازی انرژی هوازی را در طی ورزش شدید بعدی افزایش دهد. در نتیجه، مصرف اکسیژن کل افزایش خواهد یافت و زمان رسیدن به حالت پایدار اکسیژن کوتاه خواهد شد.

یکی دیگر از نتایج مهم تحقیق حاضر، افزایش کوفتگی عضلانی تاخیری، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از اجرای تمرین پلایومتریک در هر چهار گروه شرکت کننده بود. هر چند بین میزان افزایش این شاخص ۲۴ ساعت پس از تمرین پلایومتریک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما این افزایش در گروه کشش پویا ۳۷/۸۱ درصد نسبت به گروه بدون کشش، کمتر بود. ۴۸ ساعت پس از تمرین، کوفتگی عضلانی در آزمودنی‌های گروه های کشش ایستا و بدون کشش افزایش یافت، در حالی که این روند در دو گروه کشش پویا و ترکیبی سیر نزولی داشت. همسو با این نتایج، ژان و آرون[۲۶] (۱۹۹۴)، یک پای آزمودنی‌ها را به عنوان کنترل در نظر گرفتند و ۱۰ کشش ایستای ۱ دقیقه ای عضله همسترینگ قبل از تمرینات ایجاد کننده ی کوفتگی عضلانی، برای پای دیگر را اجرا کرده و در کل، کوفتگی عضلانی مشابهی را هر ۱۲ ساعت، تا ۷۲ ساعت پس از تمرین نشان دادند (۳۸). به طور مشابه، جوهانسون[۲۷] و همکاران (۱۹۹۹) یک پا را در معرض کشش ایستا (۴ کشش ۲۰ ثانیه‌ای) قرار داده و سپس تمرینات ایزوکنتیک غیر معمول توسط هر دو پا اجرا شد. هر چند اوج کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از تمرین بود، اما تفاوت معنی‌داری در میزان کوفتگی در هر دو پا در ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعت پس از تمرین، مشاهد نشد (۳۹). در بررسی تاثیر کشش ایستا بر آسیب های اندام تحتانی، پاپ (۲۰۰۰) کاهش بالینی معنی‌داری را در میزان کل آسیب‌ها، آسیب‌های بافت نرم، یا خطر آسیب‌های استخوانی؛ در سربازان مشاهده نکرد (۲۵). لوند و همکاران(۱۹۹۸) گزارش کرده‌اند که کوفتگی عضلانی، ۴۸ ساعت پس از تمرین برون گرا هم در گروه با کشش و هم گروه بدون کشش، به‌طور مشابه افزایش می‌یابد و کشش غیرفعال نمی‌تواند تاثیری در افزایش یا کاهش کوفتگی عضلانی داشته باشد (۲۴). کاشف و نامنی (۱۳۸۱) در احساس درد، ضعف و اسپاسم ناشی از تمرینات برونگرا در دو گروه کشش ایستا و گروه کنترل، تفاوت معناداری گزارش نکرده اند. در مطالعه آن‌ها نیز این شاخص‌ها ۴۸ ساعت پس از تمرین بیشتر بود (۲۷). از سوی دیگر، تاثیر مثبت کشش در کاهش آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات شدید ورزشی نشان داده شده است. چن و همکاران (۲۰۱۱) با اجرای کشش ایستا، افزایش ROM مفصل و کاهش آسیب های عضلانی ناشی از تمرینات برون گرا را مشاهده کرده اند (۲۹). هارتی و هندرسون (۱۹۹۹) افزایش انعطاف‌پذیری عضله همسترینگ و کاهش تعداد آسیب های اندام تحتانی را پس از اجرای ۱۳ هفته کشش ایستا، گزارش کرده‌اند (۲۸). مک‌کای و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی عوامل آسیب مچ پای بسکتبالیست‌ها، از کشش به عنوان یک عامل کاهش‌دهنده ی خطر آسیب نام برده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که بسکتبالیست‌های اجراکننده برنامه کلی کشش طی مرحله گرم‌کردن، ۲/۶ برابر کمتر نسبت به بسکتبالیست‌های فاقد برنامه گرم‌کردن، در معرض آسیب‌های مچ پا قرار دارند (۳۰). کروس و ورل (۱۹۹۹) تعداد استرین‌های عضلانی و تاندونی بازیکنان فوتبال دانشگاهی را در دو فصل در سال های ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ آنالیز کرده و کاهش معنی‌دار تعداد استرین‌های عضلانی تاندونی اندام تحتانی را نشان دادند (۳۲). هر چند در مطالعه آماکو و همکاران (۲۰۰۳) استفاده از کشش ایستا قبل از تمرین توسط نظامیان، شیوع آسیب کلی تقریبا مشابهی را در مقایسه با گروه کنترل نشان داد؛ اما آسیب‌های عضلانی تاندونی، به‌طور معنی‌داری در گروه کشش ایستا پایین‌تر بود (۳۱). در اکثر تحقیقاتی که تاثیر مثبت کشش در کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری و آسیب عضلانی گزارش شده است، کشش به‌طور منظم و برای چندین هفته توسط آزمودنی‌ها انجام شده است (۴۰)، در حالی که در تحقیق حاضر اثر یک جلسه تمرین پلایومتریک مورد بررسی قرار گرفته است. تاثیر کشش در جلوگیری از آسیب به نوع فعالیت ورزشی بستگی دارد (۱۹)؛ به طوری که در ورزش‌هایی با فعالیت‌های پرشی -

جهشی و با چرخه کشش – کوتاه شدن که نیاز به سازگاری بالا برای ذخیره و آزادکردن انرژی الاستیک عضله وجود دارد؛ موثرتر واقع خواهد شد. در چنین فعالیت هایی، تقاضای جذب و آزاد سازی انرژی خیلی سریع، بیشتر از ظرفیت واحد تاندونی – عضلانی است، ویژگی که ممکن است افزایش خطر آسیب این ساختارها را به همراه داشته باشد.

نتیجه‌گیری

در مقایسه با کشش ایستا و تمرین بدون کشش، اجرای تمرینات کشش پویا تاثیر مطلوب تری بر کاهش لاکتات و کوفتگی عضلانی تاخیری ناشی از تمرینات پلایومتریک دارد. با این حال، تحقیقات مقایسه‌ای بیشتری برای بررسی عوامل مکانیکی و عصبی درگیر در حرکت وجود دارد تا اثر دقیق انواع کشش روشن تر شود.

تشکر و قدردانی

از کلیه دانش آموزان، مدیر و سرپرست خوابگاه دبیرستان علامه طباطبایی شهرستان قاینات که در اجرای طرح مشارکت داشته اند، صمیمانه تشکر می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Drinkwater
2. Viscoelastic
3. Range of motion
4. Delayed onset muscle soreness
5. Thacker
6. Lund
7. Peter Pope
8. Herbert and Gabriel
9. Hartig and Henderson
10. Chen
11. McKay
12. Amako
13. Cross and Worrell
14. Squat
15. Porsa
16. Sargent
17. Scott
18. Hough
19. Yamaguchi
20. Tofas
21. Robinson
22. Brunner-Ziegler
23. Robergs
24. Kaur
25. Brunner-Ziegler
26. Jean and Aaron
27. Johansson

منابع

1. Klondy F., Tofighi A., Mohammadzadeh- Salamat K. (2011). The effect of elastic, plyometric and resistance exercises on anaerobic performance of elite volleyball players of Kurdistan province . Journal of Sports Physiology. 12: pp. 13-26.
2. Kavehei A., Gharakhanlou R., Rajabi H., Abdali H. (2012). Effects of plyometric training on some neural and performance adaptation of youth soccer players. Olympic. 59: pp. 31-44.
3. Arazi H., Asadi A., Nasehi M., Delpasand A. (2012). Cardiovascular and blood lactate responses to acute plyometric exercise in female volleyball and handball players. Sport Science for Health. 8, 1: pp. 23–29.
4. Robinson L. E., Devor S. T., Merrick M. A., Buckworth J. (2004). The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, muscle soreness in women. Journal of Strength and Conditioning Research. 18, 1:pp. 84–91.
5. Hasanlouyi F., Shakerian S., Kashef M. (2010). Effect of 6-weeks plyometric training in the water on vertical jump and delayed onset muscle soreness of male amateur taekwondo 10-14 years old. Journal of Sports Sciences. 6: pp. 31-50.
6. Kargar M., Marefati H., Amir-Saifoddini M.R., Salimi-Avansar A.R. (2011). Effects of six-weeks land-based and aquatic-based plyometric training programe on power, agility, dynamic balance and muscle soreness of basketball players. Journal of Exercise Physiology and Physical Activity. 6: pp. 459-466.
7. Drinkwater E. J., Lane T., Cannon J. (2009). Effect of an acute bout of plyometric exercise on neuromuscular fatigue and recovery in recreational athletes. Journal of Strength And Conditioning Research. 23, 4: pp. 1181–1186.
8. Tofas T., Jamurtas A.Z., Fatouros I., Nikolaidis M.G., Koutedakis Y., Sinouris E.A., et al. (2008). Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. Journal of Strength & Conditioning Research. 22, 2: pp. 490-496.
9. Kaur R., Kumar R., Sandhu J.S. (2008). Effects of various warm up protocols on endurance and blood lactate concentration. Serbian Journal of Sports Sciences. 2, 1-4: pp. 101-109.
10. Rahmani-Nia F., Babaei P., Nokhostin-Rouhi B. (2007). Prevention and treatment of muscle soreness. Paydar Shomal Publishing (Shomal Culture Organisation). First edition.
11. Zare –Karizak S., Norouzian M., Rajabi H.,

Journal of Strength and Conditioning Research. 23, 2: pp. 507-512.

23. Bandy W.D., Irion J.M., Briggler M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. Journal of Orthopaedic &Sports Physical Therapy. 27, 4: pp. 295–300.
24. Lund H., Vestergaard-Poulsen P., Kanstrup I-L, Sejrsen P. (1998). Effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. Journal of Medicine & Science in Sports. 8, 4: pp. 216–221.
25. Pope R.P., Herbert R.D., Kirwan J.D., Graham B.J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. Medicine &Science in Sports & Exercise. 32: pp. 271-277.
26. Herbert D.R., Gabriel M. (2002). Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. British Medical Journal. 325: pp. 468-472.
27. Kashef M., Nameny F. (2002). Effect of static stretching prior eccentric contractions on the rate delayed onset muscle soreness of female students. Olympic. 22:pp. 95-104.
28. Hartig D.E., Henderson J.M. (1999). Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. The American Journal of Sports Medicine. 27, 2: pp. 173-176.
29. Chen C.H., Nosaka K., Chen H.L, Lin M.J. (2011). Effects of flexibility training on eccentric exercise—induced muscle damage. Medicine and Science in Sports and Exercise. 43, 3: pp. 491-500.
30. McKay G.D., Goldie P.A., Payne W.R., Oakes B.W. (2001). Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. British Journal of Sports Medicine. 35, 2: pp. 103–108.
31. Amako M., Oda T., Masuoka K., Yokoi H., Campisi P. (2003). Effect of static stretching on prevention of injuries for military recruits. Military Medicine. 168, 6: pp. 442-446.
32. Cross K.M., Worrell T. W. (1999). Effects of a static stretching program on the incidence of lower extremity musculotendinous strains. Journal of Athletic Training. 34, 1: pp. 11–14.
33. Ramsey S.H., Mark M., Daniel G., Michael F. (2006). Pre-exercise stretching and sports related injuries: knowledge, attitudes and practices. Clinical Journal of Sport Medicine. 16, 3: pp. 228-231.

Ataie J., Tehrani T. (2012). Comparison of the effects of static, dynamic and combined stretching with 2 or 5 minute intervals on performance and electromyographic activity in vertical jump. Olympic. 58: PP. 25-35.

12. Amiri-Khorasani M., Sahebozamani M., Tabrizi-Kourosh G. Ashril B.Y. (2010). Acute effect of different stretching methods on Illinois agility test in soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research. 24, 10: pp. 2698–2704.
13. Smalla K., Mc Naughton L., Matthews M. (2008). 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: An International Journal. 16, 3: pp. 213-231.
14. Weerapong P. (2005). Preexercise Strategies: effect of warm-up, stretching, and massage on symptoms of eccentric exercise-induced muscle damage and performance. A thesis for Ph.D degree, Auckland Universdity of Technology.
15. Arajol L.P., Tirado J.G. (2010). On the application of stretching to healthy and injured sportsmen and women. Apunts Medicinadel Esport. 45, 166: pp.109-125.
16. Thacker S.B., Gilchrist J., Stroup D.F., Kimsey C.D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. Medicine & Science in Sports & Exercise. 36: pp. 371–378.
17. Page P. (2012). Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. The International Journal of Sports Physical Therapy. 7, 1:pp. 109-118.
18. Young W.B., Behm D.G. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? National Strength & Conditioning Association. 24, 6: pp. 33–37.
19. Witvrouw E., Mahieu N., Danneels L., Mcnair P. (2004). Stretching and injury prevention. Sports Medicine. 34, 7: pp. 443-449.
20. O'Sullivan K., Murray E., Sainsbury D. (2009). The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. BMC Musculoskeletal Disorders. 10, 37.
21. Behm D.G., Chaouachi A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. Journal of Applied Physiology. 11: pp. 2633-2651.
22. Hough P.A, Ross E., Howatson G. (2009). Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity.

34. Hosseini Z. (2002). Plyometric training. First Edition. Ghasedak Graphic and Design. pp. 10.
35. Brunner-Ziegler S., Strasser B., Haber P. (2011). Comparison of metabolic and biomechanic responses to active vs. passive warm-up procedures before physical exercise. Journal of Strength and Conditioning Research. 25, 4: pp. 909–914.
36. Robergs R.A., Pascoe D.D., Costill D.L., Fink W.J., Chwalbinska-Moneta J., Davis J.A., et al. (1991). Effects of warm-up on muscle glycogenolysis during intense exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 23, 1: pp. 37-43.
37. Gaeini A.A., Mirzaei B. (2002). Comparing the two types of selected warm up program on blood lactic acid changes due to an exhaustive intensive activity. Harkat. 14: pp. 109-123.
38. Jean W., Aaron W. (1994). Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. Clinical Jornal of Sport Medicine. 4, 2: pp. 83-87.
39. Johansson P.H., Lindstrom L., Sundelin G., Lindstrom B. (1999). The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. Scandinavian Journal of Medicine &Science in Sports. 9, 4: pp. 219–225.
40. Shrier I. (2005). Stretching Perspectives. Current Sports Medicine Reports. 4, 5: pp. 237–238.