

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

محمداسماعیل افضل پور^۱، طوبی عنایتی زاده^۲، سعید ایل بیگی^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 پلايومتریکی ماهیتاً 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 تأثیر 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 پلايومتریکی است. **روش شناسی:** ۴۶ پسر تمرین‌نکرده با میانگین سنی 16.62 ± 1.05 سال، قد 169.89 ± 5.64 سانتی‌متر، وزن 56.73 ± 5.04 کیلوگرم، و نمایه‌ی توده‌ی بدنی 19.72 ± 1.64 کیلوگرم بر مترمربع؛ به‌طور تصادفی در یکی از گروه‌های کشش ایستا، پویا، ترکیبی و بدون کشش قرار گرفتند. پس از اجرای 7 ± 1 دقیقه حرکات کششی توسط گروه‌های کشش، پروتکل تمرین پلايومتریکی 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 رایبِنسون سنجیده شدند. آزمون‌های t وابسته، تحلیل واریانس (ANOVA) و توکی در سطح معناداری $p < 0.05$ ، 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 ($P = 0.02$). 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 ($P = 0.01$). **نتیجه گیری:** به‌طور کلی، در مقایسه با کشش ایستا و ترکیبی، استفاده از کشش پویا قبل از تمرین پلايومتریکی با تولید لاکتات خون و کوفتگی عضلانی کمتری همراه خواهد بود.

کلید واژه‌ها: کشش، تمرین پلايومتریکی، 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 training groups, it is prescribed 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.

شماره تماس: ۰۹۱۵۵۶۱۴۵۱۷

✉ نویسنده مسئول: محمداسماعیل افضل پور

آدرس: پردیس شوکت آباد، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه بیرجند

پست الکترونیکی: mafzalpour@birjand.ac.ir

مقدمه

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 گرفته‌اند (۱۱، ۱۲، ۱۳). کشش هم خواص مکانیکی (ویسکو-الاستیک^۲) و هم خواص عصبی (فعالیت دوک عضلانی و تحریک پذیری اندام و تری گلژی) عضله را تحت تاثیر قرار می‌دهد 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 و تری-عضلانی شده و اساساً فاصله بین سر ثابت و متحرک عضله را بیشتر می‌کند. کشش همچنین موجب وارد کردن تنش بر سایر بخش‌های ساختاری (فاسیا و کپسول مفصلی) شده و موجب تغییر خواص بیومکانیکی بافت عضلانی می‌شوند (۱۷)؛ تغییراتی که احتمال آسیب دیدگی عضله را موقع افزایش طول آن، پایین می‌آورند (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 اجزاء آسیب و کوفتگی عضلانی برای ورزشکاران مفید خواهد بود (۱۹).

تمرینات کششی به شکل‌های مختلفی قابل اجرا هستند. کشش ایستا با قرار دادن عضلات در معرض بیشترین طول ممکن (۲۰) و حرکت اندام تا انتهای دامنه‌ی حرکتی‌اش، و نگاه‌داشتن موقعیت برای مدت زمانی معین (معمولاً ۱۵ تا ۶۰ ثانیه)؛ انجام می‌شود (۲۱). این تکنیک به طور گسترده، به عنوان یک روش موثر در افزایش دامنه‌ی حرکتی (ROM)^۳ 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 داشته‌اند که کشش ایستا ممکن است حتی اجرا را دچار اختلال کند (۲۲)؛ لذا اجرای آن را در برنامه‌ی گرم کردن ورزش‌های قدرتی - توانی، توصیه نمی‌کنند (۲۲).

کشش پویا شامل حرکت دادن عضو از موقعیت طبیعی تا انتهای دامنه حرکتی و سپس برگرداندن عضو به موقعیت اصلی‌اش است. این کشش نوعی انقباض کنترل شده است که مدت زمان معینی طول می‌کشد یا به تعداد معینی

اخیراً تمرینات پلائیومتریک 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 پلائیومتریک بر افزایش توان بی‌هوازی (۱، ۴)، چابکی (۲)، سرعت (۴)، توان انفجاری پا (۵، ۶)، و ... تأیید 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 طب ورزشی، فیزیوتراپیست‌ها و مربیان ورزش؛ تمرینات پلائیومتریک، اصولاً تمریناتی آسیب‌رسان هستند که در آنها شدت کار بسیار بالا است، و عضلات و مفاصل در معرض حداکثر بار مکانیکی قرار می‌گیرند (۶). درینک‌واتر^۱ و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده‌اند که تمرین پلائیومتریک 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 پلائیومتریک، 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 می‌کند که منجر به انتشار لاکتات به خون و افزایش غلظت آن در این بافت می‌شود (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 دی‌هیدروژناز 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 قبل از تمرینات ورزشی آسیب‌زا، سبب افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش آسیب می‌شود (۲۸). چن^۱ و همکاران (۲۰۱۱)، افزایش ROM و کاهش آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات برون‌گرا را با کشش ایستا گزارش کرده‌اند (۲۹). در مطالعه مک‌کای^{۱۱} و همکاران (۲۰۰۱)، بسکتبالیست‌هایی که یک برنامه کلی کششی را در طی گرم کردن 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 کرده‌اند که کشش ایستا بروز آسیب‌های 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 داده‌اند (۳۲). در بررسی که رمزی و همکاران (۲۰۰۶) در مورد نگرش، آگاهی و عملکرد مربیان مدارس میثیگان شرقی در باره کشش انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که تقریباً 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، ترجیح می‌کنند (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 آسیب‌زا (مانند تمرینات پلایومتریک)، بسیار اندک هستند. این واقعیت‌ها 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 آسیب‌زا، 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

تکرار می‌گردد (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). باندى و همکاران (۱۹۸۸) نشان داده‌اند که کشش پویا به اندازه کشش ایستا، در افزایش انعطاف‌پذیری موثر نیست (۲۳) و این موضوع می‌تواند در استفاده از کشش ایستا به منظور گرم کردن 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 کرده‌اند. در همین راستا، اظهار گردیده است که انجام کشش پویا پس از کشش ایستا، اثرات مخمل عملکرد ناشی از تمرینات یک نوع کشش را کاهش داده یا برطرف می‌سازد (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 آسیب‌ها 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 ۱۰۰ 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 نمی‌شود، بلکه برخی از این شاخص‌ها و علائم را افزایش هم می‌دهد (۲۷). علاوه بر 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

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 کشتش پویا و ترکیبی در حین اجرای تمرینات، از ادامه کار انصراف دادند. آزمودنی‌ها از لحاظ ویژگی‌های جسمانی تفاوتی نداشتند (جدول ۱).

تکمیل برگه‌ی رضایت‌نامه توسط والدین‌شان، پرسشنامه سلامت و ۵ بار جابجا کردن وزنه‌ی ای به میزان ۶۰ درصد وزن بدن در حرکت اسکات^{۱۴}، جهت برآورد توانایی انجام تمرینات پلايومتریک (۳۴)، تأیید 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

جدول ۱- ویژگی‌های آزمودنی‌ها در هر گروه

گروه‌ها	تعداد (n)	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)
کشتش ایستا	۱۲	۱۶/۷۵±۱/۰۵	۱۶۹/۸۳±۳/۹۷	۵۶/۷۵±۴/۵۵	۱۹/۷۲±۱/۴۵
کشتش پویا	۱۱	۱۶/۵۴±۱/۰۳	۱۶۶/۸۱±۷/۷۵	۵۴/۹±۴/۸۴	۱۹/۸۶±۱/۶۱
کشتش ترکیبی	۱۱	۱۶/۶۳±۱/۰۲	۱۶۹/۳۶±۲/۷۶	۵۶/۳۶±۴/۶۱	۱۹/۷۲±۲/۱۸
بدون کشتش	۱۲	۱۶/۵۸±۱/۰۸	۱۷۲/۲۵±۵/۵۴	۵۸/۷۵±۵/۹۱	۱۹/۵۷±۱/۴۸

درد آزمودنی می‌کشید و سپس، در همان نقطه نگه می‌داشت. هر کشتش در هر اندام (به ترتیب راست و چپ) یک بار انجام می‌شد و ۳۰ ثانیه به طول می‌انجامید. بین کشتش‌ها از یک اندام به اندام دیگر ۱۰ تا ۱۵ ثانیه فاصله، جهت تغییر وضعیت بدن وجود داشت (۱۱).

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

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

لاکتات خون آزمودنی‌های هر گروه در جلسات جداگانه با استفاده از لاکتومتر مدل اسکات^{۱۷} آلمان از نمونه خون انگشت دست، اندازه‌گیری شد. سپس گروه‌های تجربی (کشتش ایستا، کشتش پویا، کشتش ترکیبی)، کشتش‌های 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 پلايومتریک به‌طور مشابه توسط گروه‌های تجربی و گروه کنترل براساس پروتکل توفاس^{۲۰} و همکاران (۲۰۰۸)، انجام شد.

بلافاصله بعد از تمرین پلايومتریک، مجدداً لاکتات خون آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. احساس کوفتگی عضلانی تاخیری ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از جلسه تمرین با استفاده از پرسشنامه استاندارد ۱۰ امتیازی رایبسنسون^{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 کشتش ایستا (SS): در گروه کشتش ایستا، هر آزمودنی پس از گرم کردن (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 می‌کرد. پنج گروه عضلانی (تاکننده‌ی مچ پا، بازکننده‌ی ران، خم کننده‌ی ران، چهارسر و همسترینگ)، تحت کشتش قرار گرفتند. آزمونگر، عضلات را تا آستانه‌ی

نسخه ی 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 $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

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

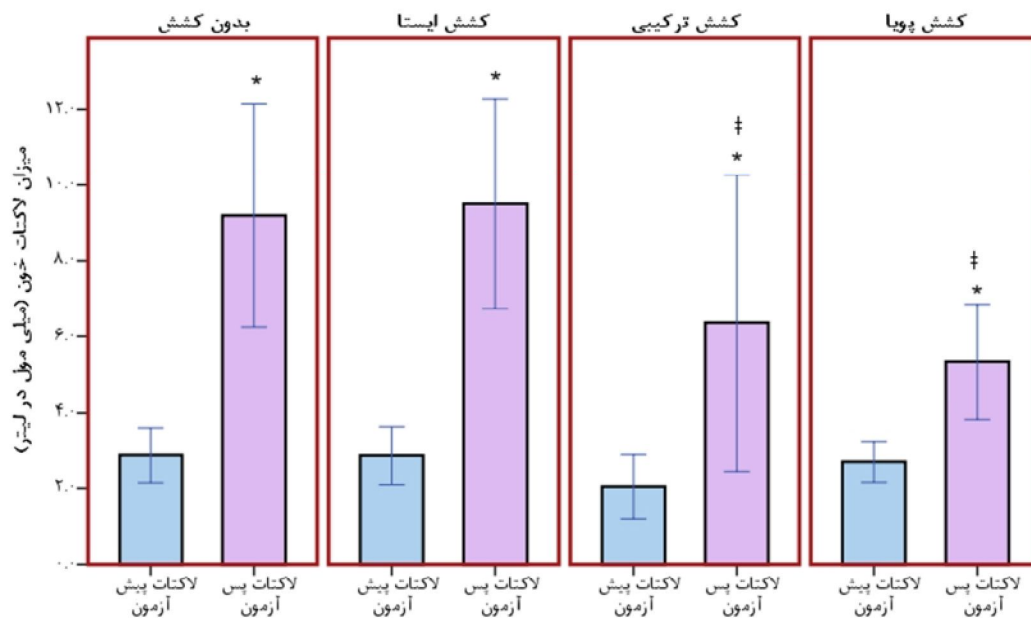
پروتکل تمرین پلايومتریک: به منظور حفظ آثار کشش، ۲ دقیقه پس از اجرای برنامه‌ی تمرین کشش توسط سه گروه، پروتکل تمرین پلايومتریک، به طور مشابه، برای هر چهار گروه، ارائه شد. این پروتکل شامل ۹۶ پرش، از روی مانع ۵۰ سانتی‌متری (هشت ست با ۱۲ تکرار)، و ۹۶ جهش از روی جعبه ۵۰ سانتی‌متری (هشت ست با ۱۲ تکرار)، بود. 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 پلايومتریک، 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

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

گروه‌ها	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



* دارای تفاوت معنی‌دار با پیش آزمون
دارای تفاوت معنی‌دار با گروه بدون کشش (گروه کنترل)

نمودار ۱: تاثیر انواع تمرینات کششی بر لاکتات خون

کنترل (بدون کشش)، بر میزان لاکتات خون تفاوت معنی داری وجود دارد (جدول ۴)؛ بدین شکل که کشش پویا نسبت به کشش ایستا و تمرین بدون کشش، موجب افزایش معنی دار کمتری در لاکتات خون شده است؛ اما بین تاثیر کشش پویا و کشش ترکیبی بر لاکتات خون تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴).

هرچند لاکتات خون در هر چهار گروه پس از اجرای تمرین پلایومتریک دارای افزایش معنی داری بود؛ اما نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس، تفاوت معنی داری 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

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	۴.۵۲	.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

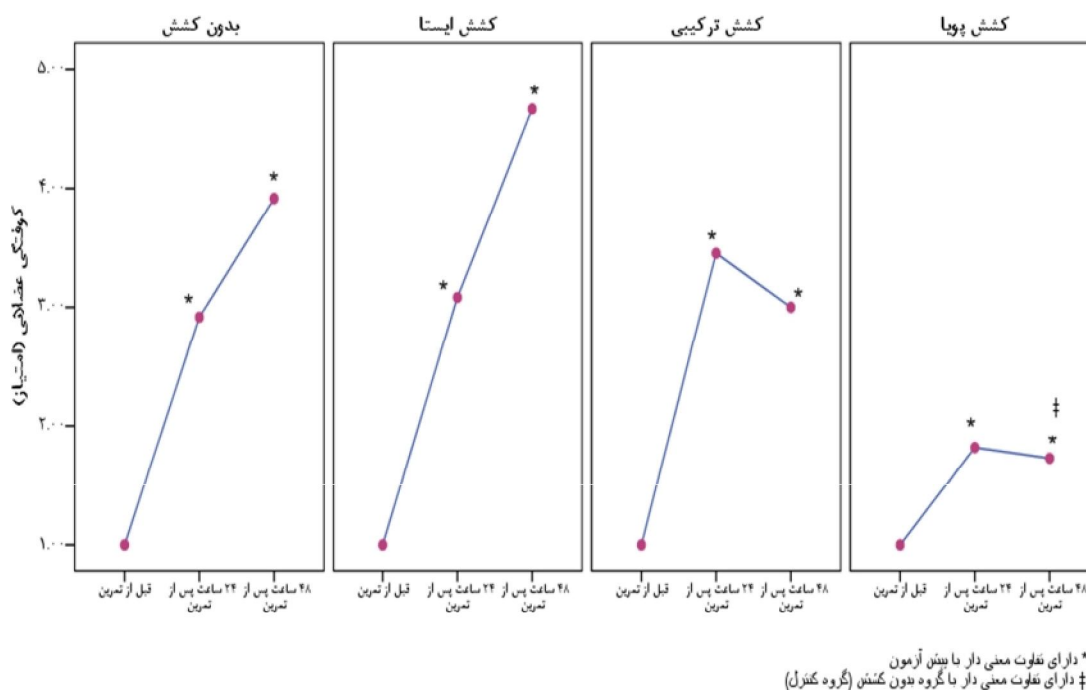
نوع کشش	تفاوت میانگین ها	خطای معیار	سطح معناداری
کشش ترکیبی	۲.۳۲	۱.۲۳	۰.۲۵
کشش پویا	۳.۹۹	۱.۲۳	۰.۰۱
بدون کشش	۰.۳۱	۱.۲۱	۰.۹۹
کشش ترکیبی	۱.۶	۱.۲۶	۰.۵۵
بدون کشش	۲.۰-	۱.۲۳	۰.۳۷
کشش پویا	۳.۶۸-	۱.۲۳	۰.۰۲

ترکیبی با کاهش معنی دار 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).

میانگین کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت پس از اجرای این تمرینات به طور معنی داری 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 مجدداً افزایش یافت، ولی در گروه کشش پویا و

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	۱.۲۷	۰.۷۱	۰.۲۹
بدون کشش	۰.۹۱-	۰.۶۹	۰.۵۶
کشش پویا	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.

پروتکل‌های گرم کردن (گرم کردن با حرکات کششی ایستا، گرم کردن با تمرینات پویا با شدت متوسط تا شدید، و گرم کردن با حرکات کششی پویا) بر لاکتات خون، تفاوت معنی داری بین تأثیر 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 گرم کردن 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 معنی دار 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 گرم کردن فعال تری 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 گرم کردن 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

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

بحث

یکی از مهمترین نتایج تحقیق حاضر، افزایش معنی دار لاکتات خون بلافاصله بعد از تمرین پلايومتریک 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 معنی داری کمتر بود.

این نتایج همسو با نتایج مطالعه‌ی برونر- زیگلر^{۲۲} و همکاران (۲۰۱۱) است که تجمع لاکتات کمتری را در گروه گرم کردن فعال در مقایسه با گرم کردن غیرفعال، نشان داده اند (۳۵). روبرگز^{۲۳} و همکاران (۱۹۹۱) نیز چنین نتیجه‌ای را در گروه گرم کردن پس از تمرین شدید روی دوچرخه کارسنج، گزارش کرده‌اند (۳۶). بر خلاف این نتایج، کائور^{۲۴} و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر

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 نکرده‌اند. 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 آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات برون‌گرا را مشاهده کرده‌اند (۲۹). هارتی و هندرسون (۱۹۹۹) افزایش انعطاف‌پذیری عضله همسترینگ و کاهش تعداد آسیب‌های 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 وول (۱۹۹۹) تعداد استرین‌های عضلانی و تاندونی بازیکنان فوتبال دانشگاهی را در دو فصل در سال‌های 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 تقریباً 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 پلايومتریک 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 -

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 می‌شود 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 آنزیم‌ها و تغییر مکان منحنی تجزیه اکسی هموگلوبین به سمت راست می‌شود. 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 پلايومتریک در هر چهار گروه شرکت کننده بود. هر چند بین میزان افزایش این شاخص ۲۴ ساعت پس از تمرین پلايومتریک 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 گروه‌های 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 دقیقه‌ای 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). به‌طور 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، مشاهده نشد (۳۹). در بررسی تاثیر کشش ایستا بر آسیب‌های 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)

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.,

جهشی و با چرخه کشش - کوتاه شدن که نیاز به سازگاری بالا برای ذخیره و آزاد کردن 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.

نتیجه گیری

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 پلايومتریك 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

- 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 University 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 Journal 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.