نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۹، شماره ۱۸، پاییز و زمستان ۱۴۰۰
۱۳۷ - ۱۲۷

WWW.RSR.BASU.AC.IR

تأثیر حاد توانمندسازی پس فعالی پس از یک محرک پلایومتریکی و ترکیبی مقاومتی سنگین با کش بر ویژگی‌های کینماتیکی کانترموومنت جامپ در دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان

فرزاد رضائی لری[۱]، محمدتقی امیری خراسانی[۲]*، فریبرز محمدی‌پور[۳]

۱. کارشناسی ارشد گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲و۳. دانشیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت ۱۶ آذر ۱۴۰۰؛ پذیرش ۲۷ بهمن ۱۴۰۰

واژگان کلیدی

چرخه کشش- انقباض

پرش ضد حرکت

انرژی ذخیره شده کشسانی

توان عضلانی

چکیده

زمینه و هدف: یکی از راهکارهایی که ورزشکاران برای افزایش موقت نیرو و توان عضلانی می‌توانند استفاده کنند، توانمندسازی پس فعالی است که به‌عنوان بهبود حاد عملکرد و تولید نیروی عضلانی کارآمدتر در انقباض‌های بعدی ناشی از فعالیت و انقباض‌های قبلی عضلات تعریف می‌شود. هدف از این مطالعه تأثیر حاد توانمندسازی پس فعالی پس از یک محرک پلایومتریکی و ترکیبی مقاومتی سنگین با کش بر ویژگی‌های کینماتیکی کانترموومنت جامپ در دانشجویان پسر رشته تربیت‌بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد.

روش بررسی: نمونه آماری این تحقیق شامل ۲۰ دانشجوی تربیت‌بدنی (سن ۳/۰۰±۲۴ سال، قد ۲۵±۱۸۰/۷ سانتی‌متر، جرم ۱۰/۰۷±۶۹/۹۷ کیلوگرم)، به‌صورت در دسترس بوده است. تست‌گیری در سه شرایط مختلف گرم کردن شامل گرم کردن عمومی، ترکیبی (وزنه و کش الاستیک) و پلایومتریک با فاصله استراحت ۵ دقیقه و اجرای پرش کانترموومنت در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام گرفت. ۴ مارکر بر روی نقاط آناتومیکی مهره L5 کمری، برجستگی بزرگ ران، کندیل خارجی ران و قوزک خارجی پای راست تمام آزمودنی‌ها نصب شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد بین میانگین حداکثر جابه‌جایی مفصل زانو حین مرحله اکسنتریک قبل پرش تفاوت معنی‌داری بین گروه عمومی و پلایومتریک، گروه عمومی و ترکیبی وجود دارد (p=۰/۰۰۱ و p=۰/۰۰۱). بین مدت زمان تبدیل فاز انقباض اکسنتریک به انقباض کانسنتریک حرکت پرش در بین گروه عمومی و پلایومتریک، گروه عمومی و ترکیبی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p=۰/۰۰۱ و p=۰/۰۰۲).

نتیجه‌گیری: گرم کردن اختصاصی قدرتی حداکثری حاد به دو روش ترکیبی و پلایومتریک باعث بهبود عملکرد توانی پرش کانترموومنت جامپ می‌گردد، بر این اساس این نوع گرم کردن با افزایش توان پایین تنه در افزایش ارتفاع پرش می‌تواند مؤثر باشد.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۳۴۳۳۲۵۷۶۲۳
پست الکترونیکی: amirikhorasani@uk.ac.ir
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2022.25318.1596

مقدمه

امروزه در سایه‌ی تحقیقات و پیشرفت علم، کیفیت مهارت‌های ورزشی نیز رو به افزایش بوده و سطح رقابت‌های ورزشی به هم نزدیک شده است، در این میان تیم‌هایی می‌توانند نتیجه‌ی بهتری کسب نمایند که به عوامل ظریف‌تر و مهم‌تر بیشتر توجه نمایند. از عوامل مؤثر در پیشرفت کمی و کیفی هر ورزشکار بکارگیری شیوه‌های تمرینی مرتبط با رشته ورزشی مربوطه بر پایه اصول علمی است (بومپا[1]، ۲۰۱۰). یکی از راهکارهایی که ورزشکاران برای افزایش موقت نیرو و توان عضلانی می‌توانند استفاده کنند، توانمندسازی پس فعالی[2] است که به‌عنوان بهبود حاد عملکرد و تولید نیروی عضلانی کارآمدتر در انقباض‌های بعدی ناشی از فعالیت و انقباض‌های قبلی عضلات تعریف می‌شود (رمضانی و همکاران، ۲۰۱۷). شرایط انقباض ارادی عضله که حاصل انقباضات حداکثری ایزومتریک، تمرینات مقاومتی حداکثری و نزدیک به حداکثر، تمرینات بالستیک و تمرینات پلایومتریک است، می‌تواند یک اثر مثبت بر روی عملکردهای عضلانی (قدرتی، توانی و سرعتی) افراد بگذارد (چاتزوپلوس[3] و همکاران، ۲۰۰۷). این تأثیرات بازگو کننده پدیده‌ای تحت عنوان پتانسیل برانگیختگی قبلی PAP[4] است. PAP به‌عنوان یک پدیده فیزیولوژیکی به این موضوع اشاره دارد که عملکرد عضله (توان، قدرت) متعاقب انقباضات ارادی بیشینه و نزدیک به بیشینه بهبود می‌یابد (بومفیم[5] و همکاران، ۲۰۱۱). مکانیسم‌های متفاوت عصبی، عضلانی و مکانیکی (تغییر زاویه‌ی آپونئوروز) در توضیح PAP دخیل می‌باشند؛ اما دو مکانیسم که بیشتر مورد توجه قرارگرفته‌اند، یکی افزایش فسفوریلاسیون زنجیره‌ی سبک میوزین[6](MLC) که سبب افزایش حساسیت میوفیلامان‌ها به کلسیم رها شده از شبکه‌ی سارکوپلاسمی می‌شود، است و دیگری افزایش رفلکس هافمن می‌باشد که منجر به افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، هم‌زمانی بیشتر واحدهای حرکتی، ایمپالس‌های بیشتر به واحدهای حرکتی و کاهش مهار پیش‌سیناپسی می‌شود (لسینسکی[7] و همکاران، ۲۰۱۳، اندی[8] و همکاران ۲۰۰۹). در هر حال، میزان بهره‌وری از این پدیده به‌عوامل متعددی از جمله روش‌های بکارگیری PAP، ویژگی‌های انقباضی و تمرینی بستگی دارد (الیویرا[9] و همکاران، ۲۰۱۳). در اکثر فعالیت‌های ورزشی، توانایی پریدن (پرش) از فاکتورهای مهم و پایه‌ای است که در موفقیت نسبی عملکرد انفرادی و تیمی ورزشکاران نقش بسزایی دارد. توان انفجاری (پرش عمودی) کار انجام شده در واحد زمانی معین یا به عبارت دیگر سرعت انجام کار است. برای فهم بهتر می‌توان گفت که توان، توانایی عضله یا گروهی از عضلات برای تولید نیروی زیاد و با سرعت زیاد بر علیه یک مقاومت مشخص است (دشتی، ۲۰۰۸). ماهیت حرکات سرعتی و توانی به چرخه گرم کردن-کوتاه شدن وابسته است این چرخه ترکیب عمل برون گردان (طویل شدن عضله همراه با افزایش تنش) و درون گردان (کوتاه شدن عضله همراه با افزایش تنش) است. وقتی یک عمل برون‌گردان، پیش از عمل درون‌گردان افزایش یابد، در واقع عملکرد چرخه گرم کردن -کوتاه شدن، همانند گرم کردن است که ابتدا کشیده و سپس رها می‌شود (محمدی، ۲۰۰۹). در این راستا، برخی از پژوهشگران همچون فرنچ[10] و همکاران (۲۰۰۳) انقباضات ایزومتریکی بیشینه را در جهت افزایش عملکرد انفجاری پیشنهاد داده‌اند (فرنچ و همکاران، ۲۰۰۳)؛ اما در مقابل، گورگولیس[11] و همکاران (۲۰۰۳) عنوان کرده‌اند که انقباضات ایزومتریکی زیربیشینه باعث افزایش عملکرد می‌شود (گورگولیس و همکاران، ۲۰۰۳). ریکسون[12] و همکاران (۲۰۰۶) انقباضات ایزومتریکی در مقابل انقباضات پویا را به‌منظور بهره‌وری بیشتر از PAP پیشنهاد می‌کنند (دیوید[13]، ۲۰۰۴)؛ در حالی‌که هافمن و همکاران (۲۰۰۷) انقباضات پویا را درجهت افزایش عملکردهای توانی به‌کار می‌گیرند (عبدالکریمی و همکاران، ۲۰۱۳).

امروزه متخصصان علوم ورزشی و ورزشکاران در جستجوی راههای مختلف برای افزایش عملکرد ورزشکار و درنتیجه ارتقاء رکورد و پیشگیری از آسیب هستند. گرم کردن یکی از مهم‌ترین عوامل تمرینی برای دستیابی به

1. Bompa
2. Postactivation Potentiation
3. Chatzopoulos
4. Postactivation Potentiation
5. Bomfim Lima
6. Myosin Light Chain
7. Lesinski
8. Andy
9. Oliveira
10. French
11. Gourgoulis
12. Rixon
13. David

بالاترین عملکرد به‌شمار می‌رود. هدف اصلی گرم کردن افزایش ظرفیت فیزیولوژیکی ورزشکار و توسعه قابلیت‌های زیست حرکتی به بالاترین استانداردها است (بومپا، ۲۰۱۲). گرم کردن عمومی باید قبل از هر برنامه تمرینی انجام شود (صادقی، ۲۰۰۲). گرم کردن اختصاصی به دنبال گرم کردن عمومی انجام می‌شود و شامل تمرکز روی ورزش یا حرکات خاص است. تمرینات تخصصی ورزشکار را برای فعالیت اصلی آماده‌تر می‌کنند. این نوع گرم کردن باید نهایتاً ۸ الی ۱۰ دقیقه و از برنامه تمرینی جلوتر انجام شود (صادقی، ۲۰۰۲). یکی از روش‌های جدید گرم کردن، گرم کردن با استفاده از پدیده‌ی (PAP) نیرومندسازی پس فعالی است. پدیده نیرومندسازی پس فعالی شامل انجام تمرینات بیشینه و زیربیشینه در مرحله‌ی گرم کردن اختصاصی است که می‌تواند در بهبود توان عضلانی (مانند حرکات پرشی افقی و عمودی) و عملکرد عصبی- عضلانی مؤثر باشد (تیلین، بیشاپ[1]، ۲۰۰۹). بنابراین کاربردهای فراوانی برای گرم کردن پیش از انجام ورزش‌های سرعتی- توانی دارد. توان عضلانی از عوامل کلیدی برای دست یافتن به عملکرد و اجرای بهینه‌ی ورزشی است که در رشته‌های ورزشی انفرادی و گروهی مختلف نقش مهمی دارد (چارچ و همکاران[2]، ۲۰۰۱). با توجه به اصل اختصاصی بودن تمرین، گرم کردن اختصاصی می‌تواند با شبیه‌سازی حرکات یک‌رشته‌ی ورزشی خاص به بالا بردن هماهنگی و بهبود عملکرد کمک نماید (لیتلز و ویلیامز[3]، ۲۰۰۶). الگوی باردهی متغیر یکی از روش‌های جدید انجام تمرینات قدرتی است، در این روش به‌جای استفاده از وزنه‌های آزاد که در کل دامنه حرکتی مفصل و یا مفاصل ثابت است از تکنیک‌هایی استفاده می‌شود که بار اعمالی بر عضله در دامنه حرکتی آن متغیر است.

با توجه به این‌که استفاده از تجهیزات مدرن و گران‌قیمت ایزوکنتیک برای تمام ورزشکاران مقدور نمی‌باشد. تلاش‌های زیادی به‌منظور استفاده از تمرینات ترکیبی برای بهره‌گیری از مزایای تمرینات با الگوی باردهی متغیر صورت گرفته است. اندرسون و همکاران[4] به‌منظور تعیین اثربخشی تمرینات ترکیبی (ترکیب وزنه آزاد با باند الاستیک) روی قدرت و توان ورزشکاران به این نتیجه رسیدند که هفت تمرینات ترکیبی می تواند نسبت به تمرینات قدرتی سنتی اثر بیشتری در بهبود قدرت داشته باشد (استیونسون و همکاران[5]، ۲۰۱۰). بلر و همکاران در بررسی اثر تمرینات ترکیبی باندهای الاستیک با وزنه آزاد به این نتیجه رسیدند که اضافه کردن باند الاستیک به وزنه آزاد می‌تواند روش مؤثری برای افزایش قدرت حداکثری باشد (باکر، نیوتون[6]، ۲۰۰۹). اکثر حرکات ورزشی، انفجاری بوده و برای اینکه مؤثر واقع شوند باید از هر دو جزء قدرت و سرعت برخوردار باشند. تمرینات پلیومتریک و قدرتی دو راهبرد مختلف برای بهبود قدرت عضلانی و توان انقباضی بیشینه هستند (لی[7] و همکاران، ۲۰۰۷). بسیاری از مربیان و پژوهشگران، این اعتقاد را دارند که تمرین پلیومتریک یک روش منتخب و کارآمد برای بهبود توانایی پرش عمودی، توان عضله پا (کرونین[8] و همکاران، ۲۰۰۱)، بهبود قدرت بیشینه و قدرت بالیستیک است (مارکوویچ[9]، ۲۰۰۷). تمرین پلیومتریک به‌منظور افزایش اجرای عصبی - عضلانی طراحی شده است (مارکوویچ، ۲۰۰۷). دی ولیریال و همکاران[10] (۲۰۰۷)، گزارش داده‌اند که یک گرم کردن اختصاصی والیبال که متشکل از ۴ نوع تمرینات مختلف پلایومتریک است ارتفاع کانترموومنت جامپ را ۳/۰۸ سانتی‌متر در یک بازه زمانی ۵ دقیقه پس از محرک بهبود بخشیده است (سائز[11] و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به تمایل چشمگیر ورزشکاران و مربیان برای به‌کارگیری پدیده‌ی PAP در مرحله‌ی گرم کردن، آگاهی از نتایج این تحقیق برای مربیان و ورزشکاران جهت انتخاب شیوه آماده شدن قبل از اجرا ورزشی بسیار حائز اهمیت است. در بسیاری از ورزش‌ها توان عضلانی و عملکرد انفجاری نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند (کوواسویک[12]و همکاران، ۲۰۱۰). از آنجا که پدیده نیرومندسازی پس فعالی پایه و اساس شکل‌گیری روش تمرینی با نام تمرین مقاومتی ترکیبی[13]، به‌منظور حفظ قدرت و افزایش توان به‌کار می‌رود (ایبن[14]و همکاران،

1. Tillin, Bishop
2. Church et al
3. Little, Williams
4. Anderson et al.
5. Stevenson et al
6. Baker, Newton
7. Lee
8. Cronin
9. Markovic
10. Di Valerial et al
11. Saez
12. Kovačević
13 Complex Resistance Training Methods
14. Ebben

۲۰۰۰)، اهمیت و ارزش پرداختن به این موضوع را بیش از پیش افزایش می‌دهد. با توجه به تحقیقات صورت گرفته استفاده از تمرینات ترکیبی در مقایسه با تمرینات با وزنه سرعتی موجب ایجاد فرصت بهتر برای توسعه قدرت عضلانی می‌شود. در مقابل، تعدادی از مطالعات دیگر تأثیرات بالقوه‌ای بر عملکرد پرش بعد از محرک پلیمتری ندارند. در نتیجه، مطالعات اندکی به بررسی اثر PAP یک محرک پلیمتری پرداخته‌اند یا نتایج این مطالعات دوگانه است. به این ترتیب، مشخص است که تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. لذا در این پژوهش، محقق تلاش می‌کند تا به مقایسه روش PAP با سایر روش‌های متداول در گرم کردن بپردازد و با توجه به گزارش‌هایی از بهبود عملکرد با استفاده از این روش گرم کردن، بهبود توان انفجاری و افزایش پرش کانتر مومنت جامپ را به آزمون بگذارد. بنابراین هدف از این مطالعه آنالیز بیومکانیکی پرش کانترموومنت متعاقب انجام گرم کردن ترکیبی وزنه آزاد با باندکشی، گرم کردن پلایومتریک و گرم کردن عمومی در دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد.

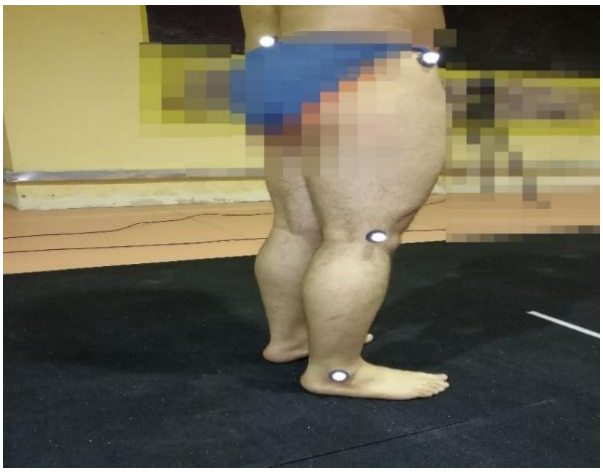
مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و از لحاظ هدف، کاربردی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق را دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه باهنر کرمان تشکیل می دادند، نمونه آماری این تحقیق شامل ۲۰ نفر (قد: ۱۸۰/۲۵±۷/۰۵ سانتیمتر، جرم: ۶۹/۹۷±۱۰/۰۷ کیلوگرم و سن ۲۴±۲/۴ سال) از دانشجویان تربیت بدنی پسر دانشگاه شهید باهنر کرمان بر اساس فرمول کوکران، منابع گذشته و روش کانتربالانس بود که جهت اطمینان هر چه بیشتر، از میان جامعه آماری انتخاب شدند و فاقد سابقه تمرینی مقاومتی در اندام پایین تنه در شش ماه گذشته بودند. آزمودنی‌ها به‌صورت نمونه‌ی در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در ابتدا به پرسشنامه ویژگی‌های فردی و سابقه ورزشی پاسخ دادند. افرادی که معیارهای ورود به تحقیق (دانشجوی رشته تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان، پسر و نداشتن سابقه تمرین مقاومتی در شش ماه گذشته) را دارا بودند به فرآیند تست گیری وارد می‌شدند. در غیر این صورت از تحقیق حذف و فرد دیگری جایگزین می‌شد. قبل از شروع تست‌گیری برای تمام آزمودنی‌ها روند تحقیق، شرایط، سختی کار، خطرات و... به‌طور کامل شرح داده شد و از آنها خواسته شد تا به‌طور کاملاً آگاهانه و با تمایل خود، با تکمیل رضایت‌نامه در تحقیق شرکت نمایند. تمام تست‌گیری‌ها در بازه زمانی ۹ صبح تا ۱۴ عصر انجام شد و جهت پیشگیری از عوامل مخلی همچون یادگیری و غیره، از طریق روش کانتربالانس، آزمودنی‌ها به ۳ زیر گروه (دو زیرگروه ۷ نفری و یک زیرگروه ۶ نفری) تقسیم و مراحل آزمون، در ۳ روز غیرمتوالی با فاصله زمانی ۴۸ ساعت اجرا شد و در نهایت، تمام آزمودنی‌ها، تمام انواع گرم‌کردن‌ها (عمومی، ترکیبی و پلایومتریک) را انجام داده بودند. یک هفته قبل از تست‌گیری از آزمودنی‌ها حداکثر قدرت بیشینه حرکت اسکات اندام تحتانی (عضلات اصلی: سرینی بزرگ، چهارسر ران و همسترینگ) با روش آزمون و خطا و با اجرای ۴ تا ۶ کوشش حرکت پرس پا و اسکات گرفته شد.

سیستم سه‌بعدی Motion Analysis مدل Raptor-H، Digital Real Time System با شش دوربین ساخت کشور آمریکا و ۶ عدد سه‌پایه برای قرارگیری دوربین‌ها روی آن که در آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان نصب و راه‌اندازی شده است. برای ضبط سه‌بعدی پرش عمودی آزمودنی‌ها از سیستم اپتوالکترونیک سه‌بعدی Motion Analysis با شش دوربین استفاده شد. سرعت نمونه‌برداری برای این تحقیق دوربین‌ها با سرعت ۲۰۰ هرتز بوده است. نحوه چیدمان دوربین‌ها به صورتی بود که هر مارکر در هر لحظه حداقل توسط دو دوربین (وینتر[1]، ۲۰۰۹) رؤیت می‌شد. فضای مورد نظر برای انجام مهارت پرش کالیبره گردید که این فضا حجمی به ابعاد ۲ متر طول، ۱/۵ متر عرض و ۲/۵ متر ارتفاع بود که سطوح مذکور و آزمودنی را به‌طور کامل پوشش می‌داد. بعد از کالیبره کردن فضای مورد نیاز از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد که با حداقل لباس و ۴ مارکر در نقاط آناتومیکی: مهره L5 کمری، برجستگی بزرگ استخوان ران[2]، کندیل خارجی استخوان ران[3] و قوزک خارجی[4] پا که به‌صورت یک‌طرفه و برای همه‌ی آزمودنی‌ها بر روی پای راست نصب شده بود در نقطه مورد نظر ایستاده و

1. Winter
2. Greater trochanter
3. Lateral epicondyle
4. Lateral malleolus

کانترموومنت جامپ را انجام دهد (شکل۱). هر آزمودنی ۳ پرش (بدون خطا) را انجام می‌داد و پرش بیشینه جهت تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار می‌گرفت. مارکرها با استفاده از چسب دوطرفه بر بدن آزمودنی‌ها متصل شده بود. برای انجام مهارت پرش (کانترموومنت جامپ) آزمودنی در محل مناسب قرارگرفته دست‌های خود را بالاتر از تاج خاصره[1] قرار می‌داد، به‌گونه‌ای که دست‌ها مانع دید دوربین‌ها در شناخت مارکرها نشود و اثر اندام فوقانی روی عملکرد پرش از بین برود (کواکویچ و همکاران، ۲۰۱۰). سپس با خم کردن مفاصل زانو به سمت پایین حرکت کرده و بلافاصله با باز کردن زانوها پرش بیشینه را اجرا می‌نمود.



شکل۱: محل نصب مارکرها روی بدن آزمودنی

گرم کردن عمومی: آزمودنی‌ها ابتدا با سرعت ۸ تا ۹ کیلومتر بر ساعت به مدت ۵ دقیقه بر روی تردمیل می‌دویدند، پس از آن ۳ دقیقه به انجام حرکات کششی پویا (گروه‌های عضلانی چهارسر، همسترینگ، جلو و پشت ساق پا و ناحیه کمر) می‌پرداختند (هر حرکت ۴ تا ۶ ثانیه) و در پایان ۵ حرکت نشست و برخاست را اجرا می‌کردند (عوض زاده و همکاران، ۲۰۱۸).

گرم کردن پلایومتریک: این تمرین مجموعاً شامل ۴۰ پرش است که از سه مرحله زیر تشکیل شده است (۹۵): پرش روی مچ پا به‌صورت دوطرفه ۲ ست ۱۰ تکراری، پرش از مانع به ارتفاع ۷۰ سانتی‌متر ۳ ست ۵ تکراری و پرش بر روی جعبه‌ای به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر ۵ پرش بدون وقفه (توبین و دلهارت، ۲۰۱۴).

گرم کردن ترکیبی: همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است، این روش از ترکیب وزنه و کش الاستیک تشکیل شده است. منظور از وزنه میله هالتر است. بیشترین مقاومت در این روش را کش الاستیکی (Sanctband Active Super Loop Band – Black) ساخت کشور مالزی با مقاومت بالا را دارد. در این شیوه کش‌ها از پایین به یک دمبل سنگین و از بالا به میله هالتر متصل بودند. هر آزمودنی ۳ ست ۳ تکرار، (تقریباً ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) را اجرا کرد (مارک[2] و همکاران، ۲۰۱۰). در این روش از ۲ باند الاستیک استفاده شد که مقاومت کلی برابر با جمع وزن میله هالتر و نیروی ۲ باند الاستیک بوده است، می‌باشد.

1. Iliac crest
2. Mark

شکل ۲: گرم کردن ترکیبی با کش و وزنه

برای تجریه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین، انحراف معیار، رسم نمودارها و جداول استفاده شد. در مورد آمار استنباطی، ابتدا نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون شاپیرو - ویلک مورد بررسی قرار گرفت، سپس برای مقایسه داده‌های ۳ شرایط مختلف، در صورت نرمال بودن داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. جهت مقایسه تفاوت‌های بین گروهی برای هر دو شرایط به‌صورت جداگانه، آزمون تعقیبی بونفرونی به‌کار گرفته شد. سطح معنی‌داری همه‌ی این آزمون‌ها $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶ و برای محاسبات از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: ویژگی‌های دموگرافیگی آزمودنی‌ها

متغیر	تعداد	میانگین ± انحراف استاندارد
قد (سانتی‌متر)	۲۰	۱۸۰/۲۵±۷/۰۵
جرم (کیلوگرم)	۲۰	۶۹/۹۷±۱۰/۰۷
سن (سال)	۲۰	۲۴/۰۰±۲/۴
یک تکرار بیشینه	۲۰	۹۰±۱۱/۵۸

با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده در جدول ۲ مشاهده می‌شود که تمام متغیرها در هر سه گروه ورزشی، دارای توزیع نرمال می‌باشند. لذا از آزمون آماری پارامتریک تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و از آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی تفاوت‌های بین گروهی متغیرهای این تحقیق استفاده شد.

جدول ۲: آماره‌های آزمون شاپیرو-ویلک

متغیر / گروه تمرینی	کنترل	پلایومتریک	ترکیبی
ارتفاع پرش	۰/۴۳۷ *	۰/۱۴۰ *	۰/۷۸۴ *
حداکثر سرعت زاویه‌ای مرحله اکسنتریک	۰/۴۱۵ *	۰/۶۴۱ *	۰/۹۰۵ *
حداکثر سرعت زاویه‌ای مرحله کانسنتریک	۰/۰۶۶ *	۰/۰۵۱ *	۰/۰۶۵ *
جابجایی زاویه‌ای مرحله اکسنتریک	۰/۲۹۵ *	۰/۲۸۴ *	۰/۱۰۲ *
مدت زمان جفت شدن (تبدیل فاز انقباض اکسنتریک به کانسنتریک)	۰/۴۳۸ *	۰/۲۹۰ *	۰/۳۰۵ *

* نشان دهنده توزیع نرمال نمونه

جدول ۳: آماره‌های اندازه‌گیری مکرر برای متغیرها

فاکتور	مجموع مجذور واریانس‌ها	درجه آزادی	میانگین واریانس‌ها	مقدار F	سطح معنی‌داری
ارتفاع پرش	۸۱۵۹۷/۶۷۰	۱/۲۸۲	۶۳۶۵۴/۷۱۱	۳۰/۳۵۴	۰/۰۰۱ *
حداکثر سرعت زاویه‌ای مرحله اکسنتریک قبل از پرش	۱۸۴۲۲/۱۵۷	۲	۹۲۱۱/۰۷۸	۲۹/۲۸۴	۰/۰۰۱ *
جابجایی زاویه‌ای مرحله اکسنتریک حرکت قبل از پرش	۲۹۰۲/۳۶۴	۲	۱۴۵۱/۱۸۲	۳۶/۴۰۹	۰/۰۰۱ *
حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل زانو حین مرحله کانسنتریک پرش	۹۰۲۳۴/۱۳۸	۲	۴۵۱۱۷/۰۶۹	۱۸/۶۰۹	۰/۰۰۱ *
مدت زمان تبدیل انقباض اکسنتریک به کانسنتریک	۰/۰۱۲	۱/۳۳۲	۰/۰۰۹	۱۳/۸۰۹	۰/۰۰۱ *

*نشان دهنده تفاوت معنی‌دار

جدول ۳: مقایسه دو به دو متغیرها درگروه‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی

	مقایسه گروه‌ها		میانگین تفاوت واریانس‌ها	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
ارتفاع پرش	عمومی	پلایومتریک	-۸۳/۸۷*	۲۴/۶۴	۰/۰۰۴ *
	عمومی	ترکیبی	-۷۰/۹۷*	۲۴/۶۴	۰/۰۱۷ *
	پلایومتریک	ترکیبی	۱۲/۹۰	۲۴/۶۴	۱/۰۰۰
حداکثر سرعت مرحله اکسنتریک قبل از پرش	عمومی	پلایومتریک	-۴۰/۰۹۸*	۱۰/۳۷۹	۰/۰۰۱*
	عمومی	ترکیبی	-۳۳/۳۰۷*	۱۰/۳۷۹	۰/۰۰۷*
	پلایومتریک	ترکیبی	۶/۹۱	۱۰/۳۷۹	۱/۰۰۰
جابجایی زاویه‌ای مفصل زانو حین مرحله اکسنتریک قبل از پرش	عمومی	پلایومتریک	-۱۶/۷۳۷*	۲/۸۰	۰/۰۰۱ *
	عمومی	ترکیبی	-۱۱/۱۲*	۲/۸۰	۰/۰۰۱ *
	پلایومتریک	ترکیبی	۵/۶۱	۲/۸۰	۰/۱۵۰
حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل زانو حین مرحله کانسنتریک پرش	کنترل	پلایومتریک	-۸۲/ ۶۰۹ *	۲۴/۶۰۵	۰/۰۰۴ *
	کنترل	ترکیبی	-۸۱/۹۱۷ *	۲۴/۶۰۵	۰/۰۰۵ *
	پلایومتریک	ترکیبی	۰/۶۹۲	۲۴/۶۰۵	۱/۰۰۰
مدت زمان تبدیل فاز انقباض اکسنتریک به کانسنتریک قبل از پرش	کنترل	پلایومتریک	۰/۰۳۲۷۰۰ *	۰/۰۰۷۳۴۸	۰/۰۰۱ *
	کنترل	ترکیبی	۰/۰۲۶۲۵۰ *	۰/۰۰۷۳۴۸	۰/۰۰۲ *
	پلایومتریک	ترکیبی	-۰/۰۰۶۴۵۰	۰/۰۰۷۳۴۸	۱/۰۰۰

* نشان دهنده وجود تفاوت معنادار بین دو گروه

بحث

در ابتدا با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، متغیر ارتفاع پرش مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به عدم رعایت شرط کرویت موخلی از آزمون گرین هوس گیسر استفاده شد. با توجه به سطح معنی‌داری آزمون چند متغیره فرض برابر بودن میانگین‌ها با یکدیگر رد می‌شود. با توجه به جدول (۳) به دلیل معنادار بودن تفاوت واریانس‌ها ارتفاع پرش در بین گروه‌های تمرینی از آزمون تعقیبی بونفرونی به منظور مقایسه دو به دو گروه استفاده شد. بر اساس جدول (۴) و با توجه به مقادیر آماره آزمون‌ها، بین میانگین‌های ارتفاع پرش در بین گروه عمومی و پلایومتریک، گروه عمومی و ترکیبی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (به ترتیب p=۰/۰۰۴ و p=۰/۰۱۷)، اما این تفاوت در مورد میانگین ارتفاع پرش بین گروه ترکیبی و پلایومتریک وجود ندارد. با توجه به جدول شماره (۳) که به بررسی آزمون اندازه گیری مکرر برای حداکثر سرعت زاویه

ای می پردازد و از آنجا که مفروضه کرویت موخلی برای این فرضیه برقرار است (p≥۰/۰۵)، از آزمون‌های تعدیل شده استفاده نمی‌شود، بنابراین فرضیه صفر رد می‌گردد و فرضیه پژوهشگر مبنی بر وجود تفاوت بین اندازه گیری‌های تکراری مورد تأیید قرار می‌گیرد. بر اساس نتایج آزمون بونفرونی و جدول شماره ۴، بین میانگین‌های مرحله کانسنتریک حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل زانو قبل از پرش در بین (گروه عمومی و پلایومتریک)، (گروه عمومی و گروه ترکیبی) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (به ترتیب p=۰/۰۰۱، p=۰/۰۰۷). همچنین در بین گروه پلایومتریک و گروه ترکیبی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p=۱/۰۰۰). بر اساس جدول شماره (۳) که آنالیز واریانس مکرر در جابجایی زاویه ای مفصل زانو می باشد و از آنجا که مفروضه کرویت موخلی برای این فرضیه برقرار است (p≥۰/۰۵)، از آزمون‌های تعدیل شده استفاده نمی‌شود، بنابراین فرضیه صفر رد می‌گردد و فرضیه پژوهشگر مبنی بر وجود تفاوت بین اندازه‌گیری‌های تکراری مورد تأیید قرار می‌گیرد. بر اساس آزمون بونفرونی و نتایج جدول شماره ۴، بین میانگین‌های جابجایی زاویه‌ای مفصل زانو در مرحله اکسنتریک قبل از پرش در بین (گروه عمومی و پلایومتریک)، (گروه عمومی و ترکیبی) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (به ترتیب p=۰/۰۰۱، p=۰/۰۰۱). همچنین در بین گروه پلایومتریک و گروه ترکیبی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p=۰/۱۵۰). بر اساس جدول شماره (۳) که آزمون آنالیز واریانس مکرر مرحله کانسنتریک سرعت زاویه ای زانو است و از آنجا که مفروضه کرویت موخلی برای این فرضیه برقرار است (p≥۰/۰۵)، از آزمون‌های تعدیل شده استفاده نمی‌شود، بنابراین فرضیه صفر رد می‌گردد و فرضیه پژوهشگر مبنی بر وجود تفاوت بین اندازه‌گیری‌های تکراری مورد تأیید قرار می‌گیرد. بر اساس آزمون بونفرونی و نتایج جدول شماره (۴)، بین میانگین‌های حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل زانو در مرحله کانسنتریک قبل از پرش در بین (گروه عمومی و پلایومتریک)، (گروه عمومی و ترکیبی) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (به ترتیب p=۰/۰۰۴، p=۰/۰۰۵). همچنین در بین گروه پلایومتریک و گروه ترکیبی تفاوت معنی داری وجود نداشت (p=۱/۰۰۰). بر اساس جدول (۳) که آزمون آنالیز واریانس مکرر برای مدت زمان تبدیل فاز اکستنتریک به کانسنتریک قبل از پرش می باشد و از آنجا که مفروضه کرویت موخلی برای این فرضیه برقرار نیست (p≥۰/۰۵)، از آزمون‌های تعدیل شده گرین هوس گیسر استفاده شد، بنابراین فرضیه صفر رد می‌گردد و فرضیه پژوهشگر مبنی بر وجود تفاوت بین اندازه‌گیری‌های تکراری مورد تأیید قرار می‌گیرد. بر اساس آزمون بونفرونی و نتایج جدول شماره (۴)، بین میانگین‌های مدت زمان تبدیل فاز انقباض اکسنتریک به انقباض کانسنتریک قبل از پرش در بین (گروه عمومی و گروه پلایومتریک)، (گروه عمومی و گروه ترکیبی) تفاوت (به ترتیب p=۰/۰۰۱، p=۰/۰۰۲) معنی‌داری وجود دارد. همچنین در بین گروه پلایومتریک و گروه ترکیبی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p=۱/۰۰۰). نتایج بدست آمده با نتایج تحقیق مایارکا و همکاران (۲۰۱۲) همسو و تأیید کننده نتایج تحقیق ایشان می‌باشد که تمرینات ترکیبی پلیومتریک و قدرت حداکثری و تمرینات قدرت حداکثری تنها قبل از تست آمادگی مخصوص جودوکاران می‌تواند موجب بهبود در شاخص تست آمادگی و توان غیر هوازی آنها گردد. نتایج ناصری کوشکی و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد هر دو روش تمرینی پلایومتریک و مقاومتی–توانی باعث افزایش همزمان پرش عمودی، پرش اسپک، سرعت، چابکی و آزمون عملکردی والیبال (زمان ایده آل، زمان واقعی، پرش ایده آل و پرش واقعی) در بازیکنان والیبال شد. اما بین دو گروه در هیچ یک از شاخص‌های فوق تفاوت معنی‌داری یافت نشد. با توجه به درصد تغییرات مشاهده شده بهتر است از تمرینات پلایومتریک جهت بهبود سرعت (۹ و ۱۸ متر)، چابکی، زمان واقعی و زمان ایده آل و از تمرینات مقاومتی - توانی جهت بهبود پرش عمودی، پرش اسپک، پرش واقعی و پرش ایده‌آل استفاده گردد. سوربه کومار و همکاران (۲۰۱۷)، در تحقیقی که تأثیر حاد توانمند سازی پس فعالی را پس از یک محرک پلایومتریک و مقاومتی سنگین در بازیکنان فوتبال مرد دانشگاهی بررسی کرد، نشان داد ارتفاع پرش و سرعت حداکثر دویدن گروه پلایومتریک نسبت به گروه مقاومتی سنگین بعد ۱ و ۱۰ دقیقه بهتر بود و تفاوت معنی داری وجود داشت. سرعت زاویه‌ای مفصل زانو حین مرحله کانسنتریک پرش تا حدی به میزان سرعت زاویه‌ای و میزان فلکشن آن در مرحله اکسنتریک قبل از پرش وابسته است. لذا انتظار می‌رود سرعت زاویه‌ای مفصل زانو حین مرحله کانسنتریک در شرایط برانگیختگی به‌وسیله تمرینات

ترکیبی و پلایومتریک بیشتر از شرایط عمومی باشد. این نتایج با نتایج تحقیق اسفومز و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی داشت، نتایج تحقیقات آنها نشان داد تمرینات وزنه و پلیومتریک بطور معنی‌داری سرعت انقباض در مرحله کانسنتریک پرش را در مقایسه با شرایط کنترل افزایش می دهند. کارملو بوسکو و همکاران (۱۹۸۱) بیان داشتند که عملکرد، پرش کانترموومنت جامپ و ذخیره انرژی کشسانی به سرعت پیش کشش (سرعت انقباض اکسنتریک قبل از پرش) بالا، نیروی انقباض اکسنتریک زیاد و کوتاه بودن مدت زمان تبدیل انقباض اکسنتریک به کانسنتریک بستگی دارد که نتایج تحقیق حاضر با تحقیق بوسکو همسو بوده است.

در نهایت، محدودیت‌هایی خارج از کنترل محققین بوده است که احتمال تاثیر بر روی نتایج نیز داشته است. نصب مارکرها روی بدن آزمودنی‌ها ممکن است بر عملکرد پرش آن‌ها تأثیرگذار باشد چون از نظر روانشناختی و همچنین با توجه به تغییر بدن از حالت عادی به حالت نصب مارکرها، این امکان وجود دارد که آزمودنی عملکرد طبیعی خود را نتواند نمایش دهد. همچنین، عدم کنترل میزان اضطراب و انگیزه آزمودنی‌ها در زمان حضور در محیط آزمایشگاه می توانست باعث کاهش یا بهبود عملکرد فرد شود. بعلاوه، عدم توانایی بر کنترل استراحت آزمودنی‌ها از دیگر عوامل محدود شده بوده است. از دیگر محدودیت‌ها نیز عوامل وراثتی بود که می توانست عامل ناهنجاری‌های ساختاری یا رشدی باشد که در کنترل محققین نبوده است.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد که بکارگیری تمرینات ترکیبی و پلایومتریک با شدت بالا می‌تواند موجب افزایش عملکرد شود. تمرینات ترکیبی با الگوی باردهی متغیر و افزایش طول کشش فشار حداکثری را در طول دامنه حرکتی بر عضله اعمال می‌سازد. احتمالاً اینکه بین تمرینات ترکیبی و پلایومتریک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، بدلیل مقاومت بالایی است که توسط کش الاستیک اعمال شده بود و با توجه به نمودارها تمرینات پلایومتریک اندکی عملکرد بهتری را نسبت به تمرینات ترکیبی از خودشان نشان دادند. تمرینات پلایومتریک از چرخه کشش-انقباض تشکیل شده است. می‌توان نتیجه گرفت که این تمرین به مراتب از انرژی ذخیره شده کشسانی عضلات و اجزای سری و موازی عضلانی بهره ببرد و همچنین باعث افزایش توان عضلانی پایین تنه شده، که موجب افزایش عملکرد می‌شود. در آخر اینکه نتایج این تحقیق نشان داد که حداکثر سرعت انقباض اکسنتریک و کانسنتریک قبل از پرش بیشتر، جابجایی زاویه‌ای مرحله انقباض اکسنتریک مطلوب (بدلیل اینکه در این تحقیق زاویه ۸۴ درجه مناسب بود) و کوتاه بودن مدت زمان تبدیل انقباض اکسنتریک به انقباض کانسنتریک می‌تواند باعث بهبود عملکرد ارتفاع پرش کانترموومنت جامپ شود. با توجه به نتایج تحقیق، ورزشکارانی که در فعالیت‌های خود نیاز به انقباضات حداکثری و بیشینه دارند، نظیر رشته‌هایی مثل دوی سرعت و پرش ارتفاع، با استفاده از این تمرینات می توانند در عملکرد خود نتایج بهتری را شاهد باشند.

تشکر و قدردانی

با توجه به این‌که کار این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ای به این نام در دانشگاه شهید باهنر کرمان با کد اخلاق IR.UK.REC.1400.010 می‌باشد از همه اساتید و دوستانی که نویسندگان را در اجرای این تحقیق یاری رسانده‌اند، تقدیر و تشکر می‌شود.

References

Abdolmaleki, A., Motamedi, P., Anbarian, M., Rajabi, H. (2012). "The effects of type and intensity of voluntary contractions on some of vertical jump's electrophysiological variables in track and field athletes", Olampic J. 2(4): 7-17. (In Persian)

Anderson Ce, Sforzo Ga, Sigg Ja, (2008). "The Effects Of Combining Elastic And Free Weight Resistance On Strength And Power In Athletes". The Journal Of Strength & Conditioning Research. 22(2): 567-574. 10.1519/Jsc.0b013e3181634d1e.

Andy, V., Khamoui, M, S., Edward, J, O., Lee, E., Brown, E. (2009). "Post activation potentiation and athletic performance". J Strength Cond Res. 13(2): 7-22.

Awadzadeh, S. (2015). "Effects of two methods of traditional heating and post-reactive strengthening on the reaction forces of the earth during squat jump". Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 12(23): 92 -84.

Baker, D., Newton, Ru. (2009). "Effect Of Kinetically Altering A RepetitionVia The Use Of Chain Resistance On Velocity During The Bench Press". Journal of Strength and Conditioning Research, 23(7): 6-19.

Bomfim Lima, J., Marin, D., Barquilha, G., Da Silva, L., Puggina, E., Pithon-Curi, T. (2011). "Acute Effects of Drop Jump Potentiation Protocol on Sprint and Countermovement Vertical Jump Performance". Human Movement.

Bompa, T. (2010). *Power training for sport: Plyometrics for maximum power development*. Coaching Association of Canada and Mosaic press publishers.

Bompa, Theodore. (2012). *Theory and methodology of practice. Translation: Mohammad Reza Kurdi, Mohammad Faramarzi. Side Publications*. 176 -1. (In Persian).

Bosco, C., P.V. Komi, and A. Ito, (1981). "Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement". Acta Physiologica Scandinavica, 111: 135- 140.

Chatzopoulos, De. Michailidis, Cj., Giannakos, Ak., Alexiou, Kc., Patikas, Da., Antonopoulos, Cb. (2007). "Postactivation Potentiation Effects after Heavy Resistance Exercise on Running Speed". Journal of Strength and Conditioning Research. 21(4): 81-128.

Church, JB., Wiggins, MS., Moode, FM., Crist, R. (2001). "Effect of warm-up and flexibility treatmentson vertical jump performance". J Strength Cond Res, 15: 332–6.

Cronin, J., Peter, J. McNair, M., Robert, N. Marshall. (2001). "Velocity specificity, combination training and sport specific tasks", Journal of Science and Medicine in Sport, 4(2): 168-178.

Tobin, D. P; and Delahunt, E. (2014). "The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players". The Journal of Strength and Conditioning Research, vol. 28, no.2: 367–372.

Dashti, Darbandi Hajar. (2008). *Strength training in sports. Shahid Beheshti University of Tehran Press*. Pp: 23-38. (In Persian)

David, M., Bazett, J. (2004). "Neither stretching nor post activation potentiation affect maximal force and rate of force production during seven one-minute trials". UW-LJUR. 1(1): 1-5.

Ebben, W, P., Jensen, R.A., Blackard, D.O. (2000). "Electro myographic and kinetic analysis of complex training variables". Journal of Strength and Conditioning Research, 14(4): 451-456.

French, D, N., Kraemer, W, J., Cooke, C, B. (2003). "Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions". J Strength Cond Res. 17(4): 67-85.

Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G., Garas, A. (2003). "Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability". J Strength Cond Res. 17(2): 342-4.

Kovačević, E., Armen, K., Fuad, B., &Asim, B. (2010). "Effects of maximum isometric contraction on explosive power of lower limbs jump performance". Sport SPA, 7(1): 69-75.

Lee, M., Timothy, J. (2007). "Cross education: possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training". Sports Medicine. 37(1): 1-14.

Little, T., Williams, AG. (2006). "Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players". J Strength Cond Res, 20: 2003.

Markovic, Goran. (2007). "Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review". British journal of sports medicine, 41(6): 349-355.

McGinnis, Peter Merton (2013). *Biomechanics of sport and exercise*. Human Kinetics.

Mohammadi, Farnood. (2009). *The effect of different methods of warm-up movements (static, dynamic and static-dynamic) on the degree of flexibility, explosive power and reaction time of athletic boys*. Master Thesis. Tabriz Faculty of Physical Education and Sports Sciences. (In Persian).

Muehlbauer, T., Büsch, D., Granacher, U. (2013). "Acute effects of postactivation potentiation on strength and speed performance in athletes". PLOSONE. 8(10): 1-10.

Oliveira, F, B., Oliveira, A, S., Rizatto, G, F., Denadai, B, S. (2013). "Resistance training for explosive and maximal strength: Effects on early and late rate of force development". JSSM, 12(3): 8-40.

Ramezani et al. (2017). "Acute effect of type and intensity of dynamic contraction on performance indices and some electromyographic variables of vertical jump in athletics athletes". Biosciences Science, Volume9, Number2: 285-300. (In Persian)

Ramezani, M. (2017). "Acute effect of type and intensity of dynamic contraction on performance indices and some electromyographic variables of vertical jump in athletics athletes". Biosciences, Volume 9, Number 2: 285-300. (In Persian)

Sadeghi, Saeed. (2002). *Comparison of the effect of two methods of static warm-up exercises and deep neuromuscular facilitation (PNF) on range of motion and static and dynamic hip strength of 14-year-old male students in Tehran*. Master Thesis. Tarbiat Modares University of Tehran. (In Persian)

Saez, E., Saez, D., Villarreal, J. J. (2007). Gonz´alez-Badillo, and M. Izquierdo, "Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance". European Journal of Applied Physiology, 100(4): 393-401.

Sourabh Kumar Sharma, et al (2018). "Postactivation Potentiation Following Acute Bouts of Plyometric versus Heavy-Resistance Exercise in Collegiate Soccer Players". Hindawi, BioMed Research

International, Volume, Article ID 3719039, 8 pages.

Stevenson, M., Warpeha, Jm., Dietz, Cc., Giveans, Rm., Erdman, Ag. (2010). "Acute Effects of Elastic Bands during the Free-Weight Barbell Back Squat Exercise on Velocity, Power, and Force Production".The Journal of Strength & Conditioning Research. 24(11): 2944-54 10.1519/Jsc.0b013e3181db25de.

Tillin, NA., Bishop, D. (2009). "Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities". Sport Med, 39: 147–66.

Winter, D.A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement.* Fourth Edition ed. John Wiley & Sons, Inc.