Journal of Sport and Exercise Physiology
Autumn 2023/Vol.16/No.3

The effect of plyometric exercises in water with and without blood flow restriction on the physical fitness of active young girls

Negar Jamili[1], Seyed Alireza Hosseini Kakhk[2*], Roya Askari[1], Bahram Sadeghi[1]

1Faculty of Sports Sciences, Hakim Sabzevari University, Iran

1Faculty of Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Background and Purpose: The effect of plyometric training on physical function is well known. The effect training with blood flow restriction has also been studied. But the effect of aquatic plyometric with blood flow restriction has not been studied. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of aquatic plyometric training with and without blood flow restriction on physical function of young active women.

Materials and Methods: The study was a quasi-experimental study with a pre- post test. The participants are 30 young women aged 18 to 30 years were randomly allocated to three groups: aquatic plyometric training with blood flow restriction (n = 10), aquatic plyometric training without blood flow restriction (n = 10) and control (n = 10). The protocol included six weeks (three days a week) of plyometric training. The intensity of training (number of sets and repetitions) was considered less in the group with blood flow restriction than the other group. Restriction of blood flow was applied by tightening the elastic band of the upper thigh. Physical function tests were taken before and after the training program. Data were analyzed RM- ANOVA statistical method with repeated measures and SPSS software. A significance level of $P \leq 0.05$ was considered.

Results: there was a Significant increase in fat percentage, anaerobic power, lower body power, speed and maximum strength in aquatic plyometric training with blood flow restriction showed improvements ($P \leq 0.05$). There was no significant difference between the group in other variables of physical function including weight, BMI, agility and upper body power ($P > 0.05$).

Conclusion: According to the results of this study, aquatic plyometric training with blood flow restriction can be effective in improving fat percentage, anaerobic power, lower body power, speed and maximum strength of young active women.

Keywords: Aquatic plyometric training, Blood flow restriction, Physical function

How to cite this article: Jamili N, Hosseini Kakhk S A, Askari R, Sadeghi B. The effect of plyometric exercises in water with and without blood flow restriction on the physical fitness of active young girls. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2023;16(3):?-?.

*Corresponding Author; E-mail: hosseinik@um.ac.ir
DOI: 10.48308/joeppa.16.3.?
Received: 12/05/2023 Revised: 19/07/2023 Accepted: 29/07/2023

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
پاییز ۱۴۰۲/ دوره ۱۶/ شماره ۳

تأثیر تمرینات پلایومتریک در آب با و بدون محدودیت جریان خون بر آمادگی جسمانی دختران جوان فعال

نگار جمیلی[۱]، سید علی‌رضا حسینی کاخک[۲*]، رویا عسکری[۱]، بهرام صادقی[۱]

[۱]دانشکدۀ علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران

[۲] دانشکدۀ علوم ورزشی ،دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تأثیر تمرینات پلایومتریک بر آمادگی جسمانی به‌خوبی مشخص شده است. همچنین اثر تمرینات ورزشی همراه با محدودیت جریان خون نیز بررسی شده است. ولی در مورد اثر تمرینات پلایومتریک در آب همراه با محدودیت جریان خون پژوهشی انجام نگرفته است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرینات پلایومتریک در آب با و بدون محدودیت جریان خون بر آمادگی جسمانی دختران جوان فعال انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. آزمودنی‌ها ۳۰ دختر جوان ۱۸ تا ۳۰ سال فعال بودند که به‌طور تصادفی به سه گروه تمرین پلایومتریک در آب با محدودیت جریان خون (ده نفر)، تمرین پلایومتریک در آب بدون محدودیت جریان خون (ده نفر) و کنترل (ده نفر) تقسیم و جایگزین شدند.

تمرین شامل شش هفته (سه جلسه در هفته) تمرینات پلایومتریک بود. شدت تمرینات (نوبت و تکرار) در گروه با محدودیت جریان خون کمتر از گروه دیگر (۲۰ درصد یک تکرار بیشینه) در نظر گرفته شد. محدودیت جریان خون از طریق بستن باند الاستیکی به بخش فوقانی ران اعمال شد. آزمون‌های آمادگی جسمانی پیش و پس از برنامۀ تمرینی گرفته شد. داده‌ها با استفاده از روش آماری آنوا با اندازه‌گیری مکرر و به کمک نرم‌افزار SPSS تجزیه‌وتحلیل شد. سطح معناداری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج: بهبود معناداری در درصد چربی، توان بی‌هوازی، توان انفجاری پا، سرعت و قدرت بیشینه در گروه تمرین پلایومتریک در آب با محدودیت جریان خون دیده شد ($P\leq ۰/۰۵$). در سایر متغیرهای آمادگی جسمانی شامل وزن، شاخص تودۀ بدن، چابکی و توان بالاتنه تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این پژوهش تمرینات پلایومتریک در آب با محدودیت جریان خون می‌تواند در بهبود درصد چربی، توان بی‌هوازی، توان انفجاری پا، سرعت و قدرت بیشینۀ دختران جوان فعال مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین پلایومتریک در آب، محدودیت جریان خون، آمادگی جسمانی

* نویسندۀ مسئول: رایانامه: hosseinik@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۲ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۸ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۵/۰۷

نسخه پیش انتشار

مقدمه

تمرینات پلایومتریک یک روش تمرینی محبوب برای بهبود عملکرد جسمانی در ورزشکاران است (۱). این تمرینات شامل انواعی از جهش‌ها و پرش‌ها برای تولید توان انفجاری به‌خصوص در اندام تحتانی است (۲). تمرینات پلایومتریک شامل چرخهٔ کشش-کوتاه شدن سریع عضله و تاندون است (۳). پیش از شروع این تمرینات افراد باید از نظر الگوی حرکتی و فنی صلاحیت داشته باشند و از قدرت عضلانی کافی برای انجام این حرکات برخوردار باشند (۱). اثربخشی تمرینات پلایومتریک به عوامل مختلفی مانند سن، مدت تمرین، جنسیت یا سطح آمادگی جسمانی بستگی دارد. در میان این متغیرها بلوغ عامل تعیین‌کننده‌ای در اثربخشی این تمرینات دارد (۴). مزایای حاصل از تمرینات پلایومتریک ممکن است شامل بهبود عملکرد قلبی - عروقی (۵)، هماهنگی عصبی-عضلانی (۶) و همچنین ترکیب بدنی (۷) و عملکرد ورزشی باشد. همچنین مشخص شده است که تمرینات پلایومتریک نقش بسزایی در افزایش آگاهی مفاصل دارد و این مزایا می‌تواند در زنان و مردان، جمعیت کودکان (۸) و همچنین ورزشکاران رقابتی (۹) در هر دو روش پیشگیری و توانبخشی حاصل شود (۱۰،۱۱). به‌ویژه در ورزش‌هایی مانند بسکتبال و والیبال که در آنها توانایی پرش عمودی و عملکرد ورزشی افزایش می‌یابد (۲). افزون براین، تمرینات پلایومتریک به بهینه‌سازی سازوکار فرود، بهبود در افزایش خم شدن زانو و فعالیت همسترینگ کمک می‌کند، به همین دلیل انتظار می‌رود که بهبود معناداری در عملکرد جهش بعد از اجرای تمرینات پلایومتریک مشاهده شود (۱۲). یکی از عوامل مؤثر روی اثربخشی تمرینات پلایومتریک، سطحی است که تمرینات انجام می‌گیرد. گفته می‌شود که تمرینات پلایومتریک کوتاه‌مدت روی سطوح غیرسخت (آب، چمن یا در شن و ماسه) نتایج مشابه تمرینات پلایومتریک بلندمدت روی سطوح سخت (زمین) را در بهبود پرش، چابکی و عملکرد سرعت به‌همراه دارد (۱۳). در پژوهش اراضی و اسدی (۲۰۱۱) تمرینات پلایومتریک در آب دستاوردهای چشمگیر بیشتری در پرش و چابکی بسکتبالیست‌های جوان نسبت به برنامهٔ تمرینات پلایومتریک روی زمین ارائه می‌دهد (۱۴). فرض بر این است که تمرینات پلایومتریک در محیط آبی ممکن است خطر آسیب عضلات و مفاصل را کاهش دهد. همچنین روش مناسبی برای ورزشکاران است که پیش از انجام تمرینات پیشرفته به این نوع تمرینات بپردازند (۲). آب، محیطی ایمن و کم‌فشار برای ورزشکاران فراهم می‌کند و اجازهٔ حرکت با کاهش فشار وزن روی مفاصل را می‌دهد (۱۵،۱۶). برای نمونه وضعیت تحمل وزن فرد در آب‌های عمیق (در حد قفسهٔ سینه) تقریباً ۳۰ تا ۴۰ درصد از کل وزن بدن و در آب‌های کم‌عمق (تا حد کمر) ۴۰ تا ۶۰ درصد از کل وزن بدن است. در محیط آبی، مقاومت در طی دامنهٔ کامل حرکت ایجاد می‌شود (۱۷) و میزان مقاومت به اندازه و شکل بدن فرد و سرعت حرکت تمرین در آب بستگی دارد. بنابراین آب سبب می‌شود ورزشکاران با ایجاد مقاومت، عضلات را تقویت کنند (۲).

اخیراً در زمینهٔ بهبود عوامل آمادگی جسمانی به‌سبب استفاده از تمرینات مقاومتی با بار کمتر، با محدودیت جریان خون (Blood flow restriction)، تمرینات کاتسو معرفی شده‌اند (۱۸). محدودیت جریان خون به‌طور معمول با استفاده از یک کاف در انتهای پروگزیمال اندام فوقانی یا تحتانی حاصل می‌شود. هنگامی‌که کاف باد می‌شود، فشرده‌سازی مکانیکی عروقی در زیر کاف وجود دارد. این فشار به محدود شدن جزیی جریان خون شریانی در ساختارهای دور از کاف و محدودیت کامل جریان خون وریدی در زیر کاف منجر می‌شود. عدم بازگشت خون وریدی، به تأمین اکسیژن ناکافی (هیپوکسی) در بافت عضله، افزایش محرک سوخت‌وسازی، سنتز پروتئین، تغییرات در بیان ژن، تغییرات در اندازهٔ تار عضله، آسیب و ترمیم منجر می‌شود (۱۹). از مزایای خاص تمرین با BFR استرس کمتر بر مفاصل در مقایسه با تمرین مقاومتی سنگین سنتی با دستاوردهای مشابه در قدرت و اندازهٔ عضلات است (۲۲). در سال‌های اخیر تمرینات با شدت کم همراه با BFR مورد توجه زیادی قرار گرفته است و جایگزینی برای ورزش با شدت بالا در زمینه‌های توانبخشی و افزایش قدرت در افراد سالم است (۲۰، ۲۱). به‌طور معمول تمرینات مقاومتی همراه با BFR با شدت کمتر (۲۰ درصد RM-1) در مقایسه با تمرینات بدون محدودیت جریان خون انجام می‌گیرند (۱۸). امروزه ورزش با شدت کم و ورزش در آب در ترکیب با BFR دو روش هستند که به‌طور مستقل برای تقویت قدرت عضلات استفاده می‌شوند (۲۲). با توجه به اینکه پژوهش‌های مختلفی در زمینهٔ تمرینات پلایومتریک انجام گرفته و اغلبدر محیط خشکی بوده، می‌توان گفت که پژوهش‌های اندکی در محیط آب به‌ویژه در مورد دختران جوان صورت گرفته است. همچنین تمرینات زیادی همراه با محدودیت جریان خون انجام گرفته، ولی تمرینات

پلایومتریک در آب همراه با BFR انجام نگرفته است. پس در راستای بهینه‌یابی روش تمرینی، پرسش پژوهش حاضر این است که تمرینات پلایومتریک در آب همراه با BFR در مقایسه با تمرینات پلایومتریک در آب بدون BFR چه اثری بر عوامل آمادگی جسمانی (توان انفجاری، توان بی‌هوازی، چابکی، قدرت، سرعت و ترکیب بدن) دختران جوان دارد؟

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: نمونه‌های آماری دختران جوان فعال شهر مشهد بودند که از بین آن‌ها ۳۰ نفر با ردهٔ سنی ۱۸ تا ۳۰ سال برای نمونهٔ آماری انتخاب شدند. برای تعیین حجم نمونه نیز از نرم‌افزار Gpower نسخهٔ 3.1.9.2 استفاده شد، بدین‌صورت که برای آزمون آنوا با اندازه‌گیری تکراری، اندازهٔ اثر ۰/۳۸ و توان آزمون ۰/۸۵ در سطح خطای ۰/۰۵، ۳۰ نفر تعیین شد. معیارهای ورود عبارت بودند از: دامنهٔ سنی ۱۸ تا ۳۰ سال، شاخص تودهٔ بدنی۲۲ تا ۲۴ کیلوگرم بر متر مربع، سلامت قلبی-عروقی، توانایی حضور در جلسات تمرینی، پذیرش انجام آزمون‌های موردنظر پژوهش، عدم ابتلا به بیماری‌های خاص (مزمن کلیوی، هموفیلی و تالاسمی) و بیماری ارتوپدیک، عدم مصرف دارو و معیارهای خروج نیز شامل غیبت بیش از دو جلسه در تمرینات، ابتلا به بیماری‌های حاد، آسیب‌دیدگی و عدم همکاری آزمودنی‌ها بود. تمام داوطلبان توسط پزشک معاینه شدند (سلامت عمومی و قلبی عروقی و فشار خون) و سپس رضایت‌نامهٔ کتبی مبتنی بر شرکت در جلسهٔ تمرینات و آزمون‌ها از آزمودنی‌ها گرفته شد. برای سنجش میزان فعالیت بدنی نمونه‌ها از پرسشنامهٔ فعالیت بدنی بک که دارای ۱۶ پرسش پنج‌گزینه‌ای است، استفاده شد. یک هفته پیش از شروع آزمون جلسهٔ آشنایی با برنامهٔ تمرینی برگزار و سپس توضیحات لازم برای روش کار داده شد، سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به سه گروه تقسیم و جایگزین شدند: ۱. تمرینات پلایومتریک در آب همراه با BFR؛ ۲. تمرینات پلایومتریک در آب بدون BFR و ۳. گروه کنترل. ۲۴ ساعت پیش از شروع برنامهٔ تمرینی، آزمون‌های شاخص‌های آمادگی جسمانی (درصد چربی، توان عضلات پایین‌تنه، توان بی‌هوازی، توان عضلات بالاتنه، چابکی، سرعت، قدرت عضلات پایین‌تنه) در گروه‌ها انجام گرفت.

روش اعمال BFR: برای اعمال محدودیت جریان خون، از کش‌های الاستیکی به عرض پنج سانتی‌متر استفاده شد. در طول تمرین گروه با BFR، کش‌ها به قسمت بالایی هر دو ران بسته شد و بلافاصله پس از اجرای هر ست از حرکات، کش‌ها باز شد. برای ارزیابی میزان درک فشار و درد در ابتدا و انتهای برنامهٔ تمرینی از مقیاس بورگ با نمره‌گذاری یک تا ده استفاده شد (۲۳)؛ به این صورت که آزمودنی به بیشترین فشار باند نمرهٔ ده و به کمترین فشار باند دور عضله‌اش نمرهٔ یک داد که معیار برای تمرین با BFR فشار متوسط شش تا هفت بود (۲۴).

روش اجرای پژوهش: یک هفته پیش از شروع برنامهٔ تمرینی، دو جلسه آشنایی با مداخله‌های پژوهش (شامل تمرینات پلایومتریک با BFR و بدون BFR و آزمون‌ها) برای آزمودنی‌ها برگزار شد. سپس از آزمودنی‌ها، پیش‌آزمون‌هایی شامل وزن، درصد چربی، شاخص تودهٔ بدن، توان انفجاری، توان بی‌هوازی، قدرت عضلانی، سرعت و چابکی گرفته شد. طول دورهٔ تمرینی شش هفته و در هر هفته سه جلسه به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه بود. شروع هر جلسهٔ تمرین با ۱۵ دقیقه گرم کردن (شامل پنج دقیقه دویدن نرم و ده دقیقه حرکات کششی) آغاز و سپس در گروه‌های تجربی منتخب تمرینات پلایومتریک با و بدون BRF به مدت ۴۵ دقیقه اجرا شد. تمرینات دارای دو تا پنج ست و استراحت یک تا دودقیقه‌ای بود و در پایان هر جلسه، پنج دقیقه سرد کردن انجام گرفت (جدول ۱). تمرینات بر اساس جدول ۱ طراحی و به‌صورت کاملاً نظارت‌شده و زیر نظر مربی انجام گرفت. شدت و اضافه بار تمرینات پلایومتریک با استفاده از تعداد تماس‌ها با زمین (۵۰ تماس پا در طول یک تمرین، حجم کم و بیش از ۲۰۰ تماس پا به‌عنوان حجم بالا در نظر گرفته شد) کنترل شد (۲۵). گروه کنترل نیز پس از انجام پیش‌آزمون، هیچ‌گونه تمرینی انجام نداد. سرانجام پس از اتمام برنامهٔ تمرینی، ۲۴ ساعت بعد تمام آزمون‌ها تکرار شد.

جدول ۱. برنامهٔ تمرینات پلایومتریک با و بدون BFR (۵)

تمرین هفتگی	تمرینات پلایومتریک	تعداد نوبت بدون BFR	تعداد نوبت با BFR

هفتهٔ اول	جهش کوتاه با مچ پا قفل	۳ X ۲۰	۳ X ۱۰
	پرش	۳ X ۱۵	۳ X ۷
	پرش اسکوات	۵ X ۴	۵ X ۲
هفتهٔ دوم	جهش کوتاه با مچ پا قفل	۲ X ۱۰	۲ X ۵
	پرش اسکوات ساید بای ساید	۵ X ۶	۵ X ۳
	لی در مسیر ۱۰ متری	۵ X ۴	۵ X ۲
	پرش پروانه	۳ X ۳۰	۳ X ۱۵
هفتهٔ سوم	پرش	۲ X ۱۰	۲ X ۵
	لی در مسیر ۱۰ متری	۴ X ۶	۴ X ۳
	پرش اسکوات	۲ X ۱۰	۲ X ۵
	پرش با خم شدن پاها در شکم (تاک)	۲ X ۸	۲ X ۴
	پرش لانژ قیچی‌وار	۲ X ۸	۲ X ۴
هفتهٔ چهارم	پرش	۴ X ۸	۴ X ۴
	پرش اسکوات جانبی	۴ X ۶	۴ X ۳
	جهش تک‌پا از روی خط چهار طرف	۲ X ۹	۲ x ۵
	پرش تک‌پا رو به جلو بدون مکث	۴ X ۷	۴ X ۴
	پرش لانژ قیچی‌وار	۴ X ۴	۴ X ۲
هفتهٔ پنجم	جهش کوتاه با مچ پا قفل	۴ X ۱۶	۴ X ۸
	جهش تک پا از روی خط ۴ طرف	۴ X ۵	۴ X ۳
	پرش جانبی با زانو قفل	۲ X ۳۰	۲ X ۱۵
	پرش لانژ قیچی‌وار	۴ X ۱۰	۴ X ۶
	پرش هاپ جانبی	۴ X ۷	۴ X ۴
	پرش تک‌پا رو به جلو بدون مکث	۲ x ۷	۴ x ۳
هفتهٔ ششم	جهش کوتاه با مچ پا قفل	۲ X ۵۰	۲ X ۳۰
	جهش تک‌پا از روی خط ۴ طرف	۳ X ۱۰	۳ X ۵
	دویدن جهشی	۴ X ۲۰	۴ X ۱۵
	پرش عمودی جانبی تک پا	۳ X ۸	۳ X ۴
	پرش تک‌پا رو به جلو بدون مکث	۴ x ۱۰	۴ x ۵
	پرش اسکوات	۲ X ۳۰	۲ X ۱۵

روش‌های اندازه‌گیری: ابتدا قد و وزن توسط قدسنج و ترازو اندازه‌گیری و سپس با قرار دادن در فرمول BMI محاسبه شد.

چین پوستی: اندازه‌گیری ترکیب بدن با استفاده از کالیپر (ضخامت‌سنج پوستی) در حالت ایستاده و در یک طرف بدن (طرف راست) در سه نقطه شامل ۱. سه‌سر بازویی (لایهٔ چربی عمودی وسط فاصلهٔ شانه و بازو از پشت بازو)؛ ۲. بالای استخوان لگن خاصره (لایهٔ چربی در پهلو و ۲/۵ سانتی‌متر بالاتر از برآمدگی استخوان خاصره)؛ ۳. ران (لایهٔ چربی عمودی وسط فاصلهٔ بین زانو و پروگزیمال ران) انجام و نتایج در فرمول زیر قرار گرفت (۲۶، ۲۷):

نسخه پیش انتشار

(سن × ۰/۰۰۰۱۳۹۲) – (۰/۰۰۰۰۰۰۲ × SUM۳) + (۰/۰۰۰۹۹۲۹ × SUM۳) – ۱/۰۹۹۴۹۲۱=چگالی بدن

۱۰۰ × [۴.۵ _ (تراکم بدن ÷۴.۹۵)]=درصد چربی بدن

توان عضلات پایین‌تنه: توان انفجاری با پرش عمودی سارجنت ارزیابی شد. آزمون سه مرتبه توسط آزمودنی انجام گرفت و بالاترین رکورد امتیاز وی محسوب شد (۲۸). توان انفجاری پاها بر اساس ارتفاع پرش (سانتی‌متر) محاسبه شد.

Peak power (w) = ۶۰/۷ × VJ (cm) + ۴۵/۳ × mass (kg) – ۲۰۵۵

توان بی‌هوازی: برای توان بی‌هوازی از آزمون رست استفاده شد. آزمودنی شش بار مسافت ۳۵ متری را با حداکثر سرعت طی کرد (۲۹).
بهترین رکورد به‌عنوان توان بی‌هوازی حداکثر بود و برای به‌دست آوردن توان نسبی، توان حداکثر بر وزن آزمودنی تقسیم شد.
Power= weight (kg) × ۱۲۲۵ ÷time^3 (s)

توان عضلات بالاتنه: آزمودنی روی صندلی نشست و توپ پزشکی سه‌کیلوگرمی را سه مرتبه پرتاب کرد و بیشترین مسافت ثبت شد (۳۰).
چابکی: چابکی با آزمون T ارزیابی شد. در این آزمون آزمودنی مسافت ده متر را با حداکثر سرعت به جلو دوید، سپس با پای پهلو پنج متر به سمت راست حرکت کرد و پس از آن ده متر با پای پهلو به سمت چپ رفت، سپس پنج متر به راست و در انتها با دویدن به عقب به نقطهٔ شروع بازگشت (۳۰).

سرعت: سرعت با آزمون دو سرعت ۲۰ متر ارزیابی شد. عامل سرعت با مسافت ۲۰ متر با اندازه‌گیری زمان آن سنجیده شد (۳۱). زمان به‌وسیلهٔ زمان‌سنج دو بار اندازه‌گیری و بهترین رکورد ثبت شد. آزمون روی سطح تارتان و با کفش ورزشی انجام گرفت.

قدرت عضلات پایین‌تنه: قدرت عضلات پایین‌تنه با آزمون 1RM ارزیابی شد. ابتدا در حرکت پرس پا وزنه‌هایی به‌طور برآوردی حدود ۴۰ تا۶۰ درصد یک تکرار بیشینه با توجه به تمرین‌های جلسهٔ آشنایی برای هر فرد در نظر گرفته شد. درصورتی‌که آزمودنی قادر به انجام چند تکرار بود، تمرین متوقف و پس از استراحت به مدت سه دقیقه حدود ده تا پنج درصد به وزنه‌ها افزوده شد تا اینکه آزمودنی قادر به انجام فقط یک تکرار برای حرکت شد. در این زمان، از تقسیم میزان وزنهٔ جابه‌جاشده به وزن فرد قدرت نسبی اندازه‌گیری شد (۳۲).
تحلیل آماری: از آزمون‌های آماری شاپیروویلک به‌منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لوین برای همگنی واریانس گروه‌ها استفاده شد. از آمار توصیفی برای محاسبهٔ شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده شد. برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و اختلاف میانگین تغییرات بین گروه‌ها از آزمون واریانس با اندازه‌گیری مکرر و برای تعیین محل اختلاف بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. داده‌ها با استفاده از SPSS 22 تجزیه‌وتحلیل شدند و سطح معناداری P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج آزمون شاپیروویلک و لوین، برای همهٔ شاخص‌ها نشان داد که داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردار بوده و تجانس واریانس‌ها برای آنها برقرار بود (P>۰/۰۵). بنابراین تحلیل داده‌ها بر اساس آزمون تحلیل آنوا با اندازه‌گیری‌های تکراری صورت گرفت. نتایج RM- ANOVA بیان کرد با توجه به اثر تعاملی (زمان در گروه) در بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری در وزن (F=۱/۷۰، P=۰/۲۰)، شاخص تودهٔ بدنی (F=۵۱/۱، P=۰/۲۳)، چابکی (F=۰/۵۷، P=۰/۵۶)، توان بالاتنه (F=۰/۵۲، P=۰/۵۹)،

در هیچ‌کدام از زمان‌ها وجود ندارد. درحالی‌که درصد چربی (F=۴/۰۴، P=۰/۰۲)، توان بی‌هوازی (F=۳/۰۲، P=۰/۰۵)، توان عضلات پایین‌تنه (F=۳/۶۰، P=۰/۰۴)، سرعت (F=۶/۶۰، P=۰/۰۵) و قدرت بیشینه (F=۱۱/۹۵، P=۰/۰۰۱) معناداری را نشان داد.

آزمون تعقیبی نشان داد که توان بی‌هوازی در پس‌آزمون در گروه BFR نسبت به بدون BFR بهبود معناداری داشت (P=۰/۰۰۷)، همچنین در پس‌آزمون گروه تمرینی BFR نسبت به گروه تمرینی بدون BFR توان عضلات پایین‌تنهٔ بیشتری را نشان داد (P=۰/۰۳). نتایج آزمون تعقیبی در شاخص‌های درصد چربی، سرعت و قدرت بیشینه نشان داد از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بین هر سه گروه تفاوت معناداری وجود نداشت.

تغییرات درون‌گروهی بدین‌صورت بود: درصد چربی (F=۲/۳۳، P=۰/۰۱)، توان بی‌هوازی (F=۲/۱۷، P=۰/۰۱) و قدرت بیشینه (F=۱۷/۴۶، P=۰/۰۰۱). تنها در گروه با BFR کاهش معناداری نسبت به حالت پایه مشاهده شد، ولی شاخص سرعت در هر دو گروه تمرینی افزایش معناداری را نسبت به حالت پایه نشان داد.

نسخه پیش انتشار

جدول ۲. داده‌های توصیفی میانگین ± انحراف استاندارد و درصد تغییرات

متغیرها	گروه‌ها	گروه تمرینات با BFR (میانگین ± انحراف معیار)	گروه تمرینات بدون BFR (میانگین ± انحراف معیار)	گروه کنترل (میانگین ± انحراف معیار)
	پیش‌آزمون	۶۶/۷+۷/۴	۶۱/۹+۲/۸	۶۹/۱۳+۸/۰۲

وزن (کیلوگرم)	پس‌آزمون	۶۵/۶+۵/۰۷	۶۰/۸+۴/۷	۷۰/۱۴+۱/۰۶
	درصد تغییرات	-۱/۷۹	-۱/۳۰	-۰/۴۲
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش‌آزمون	۲۴/۲+۶/۷	۲۳/۳+۴/۴	۲۵/۳+۸/۵
	پس‌آزمون	۲۴/۲+۱/۲	۲۳/۳+۱	۲۵/۳+۹/۸
	درصد تغییرات	-۲/۰۳	-۱/۲۸	-۰/۳۸
درصد چربی بدن	پیش‌آزمون	۲۰/۲+۶/۳	۲۰/۲+۷/۴	۱۹/۲+۵/۱
	پس‌آزمون	۲+۲۰	۲۰/۲+۴/۴	۱۹/۲+۸/۱
	درصد تغییرات	-۲/۹۱	-۱/۴۴	۱/۵۳
توان بی‌هوازی (وات)	پیش‌آزمون	۲۸۴/۸۷+۶/۱	۲۲۸/۸۰+۱/۷	۲۲۶/۷۲+۶/۲
	پس‌آزمون	۳۵۵/۵۶+۷/۴	۲۰۹/۸۹+۲/۶	۲۳۵/۱۳۱+۶/۴
	درصد تغییرات	۲۴/۹۸	-۸/۲۸	۳/۹۷
چابکی (ثانیه)	پیش‌آزمون	۱۳/۹+۲/۲	۱۴/۰+۴/۸	۱۵/۱+۲/۷
	پس‌آزمون	۱۲/۱+۹/۱	۱۴/۰+۰۱/۵	۱۵/۱+۲/۹
	درصد تغییرات	-۲/۲۷	-۲/۷۰	۰
توان بالاتنه (متر)	پیش‌آزمون	۴/۰+۱/۵	۳/۰+۵/۴	۴/۰+۱/۵
	پس‌آزمون	۰+۴/۵	۳/۰+۳/۱	۳/۰+۹/۶
	درصد تغییرات	-۲/۴۳	-۵/۷۱	-۴/۸۷
توان پایین‌تنه (کیلوگرم بر متر)	پیش‌آزمون	۲۸۴۳/۴۳۰+۹/۵	۵۶۱+۲۲۵۰/۲	۲۷۹۳/۴۹۷+۱/۵
	پس‌آزمون	۲۹۰۱/۴۴۰+۶/۷	۲۲۷۱/۵۰۹+۴/۶	۲۶۵۹/۶۰۳+۲/۷
	درصد تغییرات	۲/۰۲	۰/۹۵	-۴/۷۹
سرعت ۲۰ متر (ثانیه)	پیش‌آزمون	۴/۰+۹/۷	۵/۰+۳/۷	۱+۵
	پس‌آزمون	۴/۰+۵/۴	۴/۰+۷/۵	۵/۱+۲
	درصد تغییرات	-۸/۱۶	-۱۱/۳۲	۴
قدرت بیشینه در اندام تحتانی و فوقانی (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۱۶+۶۸/۸	۵۶/۲۱+۵/۲	۲۸+۸۳/۳
	پس‌آزمون	۸۰/۲۵+۴/۵	۵۹/۲۲+۵/۱	۲۸+۸۲/۸
	درصد تغییرات	۱۸/۲۳	۵/۳۰	-۱/۲۰

نسخه پیش انتشار

بحث و نتیجه‌گیری

هرچند به‌نظر می‌رسد پژوهش‌هایی در زمینهٔ تمرینات پلایومتریک همراه با BFR انجام گرفته است، ولی این پژوهش جزء اولین پژوهش‌هایی است که تمرینات پلایومتریک در آب همراه با BFR به‌ویژه در مورد دختران جوان انجام می‌گیرد. این

پژوهش با هدف تأثیر تمرینات پلایومتریک در آب با و بدون محدودیت جریان خون بر آمادگی جسمانی دختران جوان فعال انجام گرفت. نتایج پژوهش بهبود معناداری را در درصد چربی، توان بی‌هوازی، توان انفجاری پا، سرعت و قدرت بیشینه در گروه تمرین پلایومتریک در آب با محدودیت جریان خون نشان داد. کاهش درصد چربی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه تمرینات با BFR ۲/۹۱- درصد، بهبود توان بی‌هوازی ۲۴/۹۸ درصد، افزایش توان انفجاری پا ۲/۰۲ درصد، بهبود سرعت و قدرت بیشینه به‌ترتیب ۸/۱۶- و ۱۸/۲۳ درصد بود. سالیرز (۲۰۱۷) در پژوهشی در مورد تمرینات قدرتی با BFR روی نه آزمودنی (هشت مرد و یک زن) همسو با نتایج حاضر نشان داد ترکیب بدن آزمودنی‌ها بدون تغییر و درصد چربی آن‌ها بهبود یافت (۳۳). در پژوهش رازکی و همکاران (۲۰۲۰) که تمرینات پلایومتریک در دو گروه با و بدون BFR به مدت پنج هفته روی والیبالیست‌های مرد انجام گرفت، هیچ تغییری در درصد چربی آزمودنی‌ها دیده نشد و با نتایج پژوهش حاضر همراستا نبود. علت تفاوت نتیجه را می‌توان مغایرت در نوع تمرینات، جنسیت و ورزشکار بودن نمونه‌ها در پژوهش مذکور دانست. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، نشان داده شد که تمرینات پلایومتریک در آب با BFR سبب افزایش توان بی‌هوازی شد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش رازکی و همکاران (۲۰۲۰) که به مدت پنج هفته تمرینات پلایومتریک با و بدون BFR را روی مردان والیبالیست بررسی کردند، همسو بود. آنها در گروه تمرینات پلایومتریک با BFR افزایش چشمگیری در توان بی‌هوازی مشاهده کردند (۳۴). همچنین نتایج تحقیق بوندهیران و همکاران (۲۰۲۱) روی دانشجویان تربیت بدنی دختر، به مدت ۱۲ هفته (سه روز) نشان داد که فقط در گروه تمرینات پلایومتریک، توان بی‌هوازی بهبود پیدا کرد (۳۵). بنابراین با نتایج پژوهش ما همسو بود. به‌نظر می‌رسد توان بی‌هوازی از سازگاری‌های تمرینات پلایومتریک محسوب می‌شود. تغییراتی در فراخوانی تارهای عضلانی ایجاد می‌شود که منحصراً منعکس‌کنندهٔ فراخوانی تار عضلانی ویژهٔ فعالیت تمرینات پلایومتریک است. در تمرین با شدت زیاد تارهای عضلانی نوع II به میزان بیشتری فرا خوانده می‌شود، ولی منحصربه‌فرد نیستند، زیرا فراخوانی تارهای نوع I نیز ادامه می‌یابد. در نتیجهٔ فراخوانی تارهای نوع II سطح مقطع تارهای عضلانی نوع IIa و IIx افزایش می‌یابد (۳۶). همچنین با بهبود و گسترش سازوکارهای دستگاه‌های تولید و انتقال نیرو از عضلات شامل اجزای الاستیک و سری عضلانی، دستگاه‌های اکتومیوزین و تغییر ماهیت ایزوفرم‌های آن‌ها، رهایش و برگشت‌پذیری کلسیم، بهبود روند دپلاریزاسیون و نقل و انتقالات یونی در سطح غشا و تغییرات فیزیولوژیکی در سطح سلول شاهد بهبود توان بی‌هوازی هستیم (۳۷). همچنین به‌نظر می‌رسد تمرینات پلایومتریک آنزیم‌های ATP-PCr و گلیکولیتیک را افزایش می‌دهد (۳۶). در توان عضلات پایین‌تنه مشخص شد این متغیر و ارتفاع پرش در گروه تمرینات پلایومتریک با BFR نسبت به گروه بدون BFR بهبود یافت که با نتایج پژوهش‌های هوریجی و همکاران (۲۰۱۸)، رازکی و همکاران (۲۰۲۰) و محمدی جنیدآبادی (۲۰۱۷) همسو بود (۳۴، ۳۸، ۳۹). یکی از سازوکارها در تمرین با BFR افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی به‌خصوص تارهای عضلانی تندانقباض است (۴۰). همچنین ماهیت تمرینات پلایومتریک افزایش سرعت در مراحل انقباض عضلانی و مشارکت واحدهای حرکتی بیشتر به‌ویژه تارهای تندانقباض نوع IIa است. در نتیجه مقدار نیروی بیشتری در کمترین زمان ممکن تولید می‌شود (۲۶). در مقابل، ورزشکار نوجوان تکواندو، به مدت شش هفته تمرینات پلایومتریک با و بدون BFR داشتند، ولی تغییر معناداری در پرش و قدرت انفجاری به‌وجود نیامد. احتمالاً حجم کم تمرینات در هفته (دو روز) دلیل این مسئله بوده است و شاید از دلایل پیشرفت توان عضلات پایین‌تنه در پژوهش حاضر مدت زمان مناسب تمرین باشد (۴۱). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد تمرینات پلایومتریک با و بدون BFR در آب سبب افزایش سرعت شد. بهبود سرعت با پژوهش‌های محمدی جنیدآبادی (۲۰۱۷)، رازکی و همکاران (۲۰۲۰)، شمشودین و همکاران (۲۰۲۰) و اسلیمانی و همکاران (۲۰۱۶) همسو بود (۱۳، ۳۹، ۴۲). به‌نظر می‌رسد دلیل افزایش سرعت در تمرینات پلایومتریک افزایش سوبستراهای در دسترس عضله و سازگاری‌های هورمونی است (۴۳). در دویدن با سرعت، واحدهای حرکتی تندانقباض درگیر می‌شوند و نیازی به درگیری واحدهای کندانقباض نیست. از آنجا که تمرینات پلایومتریک در چرخهٔ کشش انقباض سبب تغییر سرعت در مرحلهٔ انقباض برون‌گرا و درون‌گرا می‌شود، تقویت این دو مرحله، سبب هماهنگی عصبی-عضلانی، افزایش سرعت انقباض و به‌کارگیری واحدهای حرکتی بیشتر می‌شود، بنابراین کاهش فاصلهٔ زمانی بین مرحلهٔ انقباض درون‌گرا و برون‌گرا را به‌همراه دارد، در نتیجه تمرینات پلایومتریک سبب افزایش و بهبود سرعت می‌شوند (۴۴). در پژوهش حاضر قدرت بیشینه در گروه تمرینات پلایومتریک در آب با BFR افزایش نشان داد. نتایج این پژوهش با نتایج آراجو و همکاران (۲۰۱۵) و اراضی و اسدی (۲۰۱۱) همسوست (۱۴،۲۲). می‌توان

احتمال داد که تمرینات پلایومتریک به مدت شش هفته برای افزایش قدرت پاها کافی است (۴۵). به‌نظر می‌رسد دلیل افزایش قدرت در گروه تمرینی با BFR افزایش تعداد تکانه‌های عصبی و تعداد واحدهای حرکتی، افزایش ترشح هورمون‌های آنابولیکی و تراکم دسته‌های میوفیبریلی است (۱۹،۴۰). بنابراین شواهد پژوهش نشان می‌دهد که تمرینات پلایومتریک در آب همراه با BFR افزون‌بر سازگاری‌های عصبی عضلانی می‌تواند به‌عنوان یک روش تمرینی مناسب برای افزایش قدرت دختران جوان فعال معرفی شود. پژوهش حاضر نیز مانند سایر پژوهش‌ها محدودیت‌هایی داشت که از جملهٔ آن می‌توان به عدم کنترل دقیق تغذیهٔ آزمودنی‌ها و مصرف مکمل‌ها اشاره کرد و این می‌تواند در تحقیقات آینده مورد توجه باشد.

حامی/ حامیان مالی

مقالهٔ حاضر حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه حکیم سبزواری است و حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در آماده‌سازی مقاله مشارکت یکسان داشته‌اند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی برای نویسندگان وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

1. Jeffreys MA, Croix MB, Lloyd RS, Oliver JL, Hughes JD. The effect of varying plyometric volume on stretch-shortening cycle capability in collegiate male rugby players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2019 Jan 1; 33(1):139-45.

2. Miller MG, Berry DC, Bullard S, Gilders R. Comparisons of land-based and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period. Journal of Sport Rehabilitation. 2002 Nov 1; 11(4):268-83.

3. Oxfeldt M, Overgaard K, Hvid LG, Dalgas U. Effects of plyometric training on jumping, sprint performance, and lower body muscle strength in healthy adults: A systematic review and meta-analyses. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2019 Oct; 29(10):1453-65.

4. Markovic G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. British journal of sports medicine. 2007 Jun 1; 41(6):349-55.

5. Uzor TN, Emeahara GO. Effects of lower and upper body plyometric training on cardiovascular variables of athletes. Journal Of The Nigerian Academy Of Education. 2020 Aug 1; 15(2).

6. Rostami A, Letafatkar A, Gokeler A, Tazji MK. The effects of instruction exercises on performance and kinetic factors associated with lower-extremity injury in landing after volleyball blocks. Journal of Sport Rehabilitation. 2020 Jan 1; 29(1):51-64. [In Persian]

7. Daneshjoo A, Raeisi S. Effect of Eight Weeks Plyometric Training on Some Kinematic Parameters, Horizontal Jumping Power, Agility, and Body Composition in Elite Parkour Athletes. Journal of Sport Biomechanics. 2020 Jun 10; 6(1):54-65. [In Persian]

8. Bijeh N. The effect of strength and plyometric training in physical power of prepubertal children. Journal of Pediatric Nursing. 2015 Jun 10; 1(4):62-9. [In Persian]

9. Margaritopoulos S, Theodorou A, Methenitis S, Zaras N, Donti O, Tsolakis C. The effect of plyometric exercises on repeated strength and power performance in elite karate athletes. Journal of Physical Education and Sport. 2015 Jun 1;15(2):310.

10. Bal BS, Kaur PJ, Singh D. Effects of a short term plyometric training program of agility in young basketball players. Brazilian Journal of Biomotricity. 2011; 5(4):271-8.

11. Ramirez-Campillo R, Álvarez C, García-Hermoso A, Ramírez-Vélez R, Gentil P, Asadi A, Chaabene H, Moran J, Meylan C, García-de-Alcaraz A, Sanchez-Sanchez J. Methodological characteristics and future directions for plyometric jump training research: a scoping review. Sports Medicine. 2018 May; 48:1059-81.

12. Silva AF, Clemente FM, Lima R, Nikolaidis PT, Rosemann T, Knechtle B. The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. International journal of environmental research and public health. 2019 Aug; 16(16):2960.

13. Slimani M, Chamari K, Miarka B, Del Vecchio FB, Chéour F. Effects of plyometric training on physical fitness in team sport athletes: a systematic review. Journal of human kinetics. 2016 Oct 14; 53(1):231-47.

14. Arazi H, Asadi A. The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. Journal of Human Sport and Exercise. 2011; 6(1):101-11. [In Persian]

15. Simmons V, Hansen PD. Effectiveness of water exercise on postural mobility in the well elderly: An experimental study on balance enhancement. The Journals of Gerontology: Series A. 1996; 51A (5): 233-238.

16. Kantyka J, Herman D, Roczniok R, Kuba L. Effects of aqua aerobics on body composition, body mass, lipid profile, and blood count in middle-aged sedentary women. Human Movement. 2015 Jan 1; 16(1):9-14.

17. Kieffer HS, Lehman MA, Veacock D, Korkuch L. The effects of a short-term novel aquatic exercise program on functional strength and performance of older adults. International journal of exercise science. 2012; 5(4):321.

18. Fahs CA, Loenneke JP, Rossow LM, Tiebaud RS, Bemben MG. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. Journal of Trainology. 2012 Apr 26; 1(1):14-22.

19. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, Abe T, Nielsen JL, Libardi CA, Laurentino G, Neto GR. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. Frontiers in physiology. 2019:533.

20. Da Cunha Nascimento, D., Schoenfeld, B. J., & Prestes, J. (2020). Potential implications of blood flow restriction exercise on vascular health: a brief review. Sports Medicine, 50(1), 73-81.

21. Sousa JB, Neto GR, Santos HH, Araújo JP, Silva HG, Cirilo-Sousa MS. Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance in healthy subjects. Biology of sport. 2017 Mar; 34(1):83-90.

22. Araújo JP, Neto GR, Loenneke JP, Bemben MG, Laurentino GC, Batista G, Silva JC, Freitas ED, Sousa MS. The effects of water-based exercise in combination with blood flow restriction on strength and functional capacity in post-menopausal women. Age. 2015 Dec; 37:1-9.

23. Dhahbi, W., Chaouachi, A., Dhahbi, A.B., Cochrane, J., Chèze, L., Burnett, A. and Chamari, K., 2017. The effect of variation of plyometric push-ups on force-application kinetics and perception of intensity. International journal of sports physiology and performance, 12(2), pp.190-197.

24. Jessee MB, Mattocks KT, Buckner SL, Dankel SJ, Mouser JG, Abe T, Loenneke JP. Mechanisms of blood flow restriction: the new testament. Techniques in Orthopaedics. 2018 Jun 1; 33(2):72-9.

25. Davies G, Riemann BL, Manske R. Current concepts of plyometric exercise. International journal of sports physical therapy. 2015 Nov; 10(6):760.

26. Eston RG, Reilly T, editors. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: exercise physiology. Taylor & Francis; 2009.

27. Haghgoo H, Choobineh S, Pournemati P. The effect of six weeks of combined training on the resting plasma level of Pentraxin-3 and Serum amyloid A in men with type-2 diabetes. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2022 Aug 23; 15(4):1-0. [In Persian]

28. Gil AL, Neto GR, Sousa MS, Dias I, Vianna J, Nunes RA, Novaes JS. Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. Clinical physiology and functional imaging. 2017 Mar; 37(2):221-8.

29. Maud PJ, Foster C. Physiological assessment of human fitness. Human Kinetics; 2006; 2:1-8.

30. Delextrat A, Martinez A. Small-sided game training improves aerobic capacity and technical skills in basketball players. International journal of sports medicine. 2013 Oct 15:385-91.

31. Iacono AD, Eliakim A, Meckel Y. Improving fitness of elite handball players: small-sided games vs. high-intensity intermittent training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2015 Mar 1; 29(3):835-43.

32. Sheikholeslami VD, Ahmadi K. The effect of acute consumption of HMB and creatine supplement on oxidative and antioxidant indices after resistance exercise in trained men. (2017); 71-78. [In Persian]

33. Salyers ZR. The Effect Of Practical Blood Flow Restriction Training On Body Composition And Muscular Strength In College-Aged Individuals (Doctoral dissertation, Eastern Kentucky University). 2017.

34. Razeke MK, Iri AR, Amani AR. Effect of five weeks of plyometric training in lower limb with and without blood flow restriction on anaerobic power, muscle strength, agility, speed, limb circumference, body composition in young male volleyball players. InInternational Conference of Sports Science-AESA 2020 Jul 21 (No. 3, pp. 20-20). [In Persian]

35. Bhuvanendhiran K, Devaki D, Rathinakamalan S, Krishnaswamy K. Effect of Plyometric and Maximal Power Training on Anaerobic Power. Annals of the Romanian Society for Cell Biology. 2021 May 25; 25(6):4456-9.

36. Wilmore Jack H. Physiology of Sport and Exercise/Jack H. Wilmore, David L. Costill, W. Larry. Kenney Human Kinetics. 2008; (448): 51.

37. Cronin J, McNair PJ, Marshall RN. Velocity specificity, combination training and sport specific tasks. Journal of Science and Medicine in Sport. 2001 Jun 1; 4(2):168-78.

38. Horiuchi M, Endo J, Sato T, Okita K. Jump training with blood flow restriction has no effect on jump performance. Biology of sport. 2018 Dec; 35(4):343-8.

39. Mohammadi Joneid Abad M, Hosseini-Kakhk SA, Askari R. The Effect of Three Types of Resistance Training Program (Plyometric with/without Vascular Occlusion and Power-Resistance Training) on Selected Physical Fitness Factors in Female Athletes. Journal of Sport Biosciences. 2017 Jan 20; 8(4):495-515. [In Persian]

40. Laurentino GC, Ugrinowitsch CA, Roschel HA, Aoki MS, Soares AG, MANOEL NEVES JR, Aihara AY, Fernandes AD, Tricoli V. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2012 Mar 1; 44(3):406-12.

41. Boobani, B., & Līcis, R. Effectiveness of Plyometric training with Blood flow restriction on Explosive Power in Teakwondo Atheletes. Lase Journal Of Sport Science is a Scientific Journal published two times per year in Sport Science LASE Journal for sport scientists and sport experts/specialists. 2019; 2(10): 69-80.

42. Bin Shamshuddin MH, Hasan H, Azli MS, Mohamed MN, Razak FA. Effects of plyometric training on speed and agility among recreational football players. International Journal of Human Movemalet and Sports Sciences. 2020; 8(5).

43. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2006 May 1; 20(2):345-53.

44. Lephart SM, Abt JP, Ferris CM, Sell TC, Nagai T, Myers JB, Irrgang JJ. Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: a plyometric versus basic resistance program. British journal of sports medicine. 2005 Dec 1;39(12):932-8.

45. Khodaei K, Hamedinia MR, Hosseini Kakhk SA, Damavandi M. The Effect of Six Weeks Plyometric Training with Nonlinear Periodization on Hormonal Changes, Muscle Hypertrophy and Leg Muscles Elastic Property in Male Athletes (Nonlinear Periodization of Plyometric Training and Hormonal Changes). Sport Physiology. 2016 Oct 22; 8(31):45-62. [In Persian]

نسخه پیش انتشار