اثر ۶ هفته برنامه تمرینی پلایومتریک در آب و خشکی بر توان، چابکی، تعادل پویا و کوفتگی عضلانی بازیکنان بسکتبال

مهران کارگر[۱]، حمید معرفتی*[۲]، محمدرضا امیر سیف‌الدینی[۲]، علیرضا سلیمی[۳]

۱- کارشناس ارشد تربیت‌بدنی

۲- استادیار دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- استادیار دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۲/۳ **تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۹/۱**

چکیده

هدف تحقیق: تمرینات پلایومتریک موجب افزایش قدرت و قابلیت انفجاری در ورزشکاران رشته‌های مختلف می‌شود. فعالیت انفجاری در آب نیز به طور برجسته اثرات سودمندی دارد. به هر حال تحقیقات کمی تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی را از نظر عملکردی و کوفتگی عضلانی با هم مقایسه کرده است. هدف از این مطالعه، مقایسه اثرات برنامه تمرینی پلایومتریک در خشکی و آب برتوان، چابکی، تعادل و کوفتگی عضلانی است. **روش تحقیق**: ۳۳ بسکتبالیست (سن: ۰/۹۹ ±۱۹/۳۹سال، وزن: ۹/۴ ±۸۲/۳۶ کیلوگرم و شاخص توده بدنی: $\frac{kg}{m^2}$ ۲/۱۷ ±۲۲/۱۶) به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند، که بر اساس پرش عمودی و سابقه تمرینی همسان سازی و به صورت تصادفی به سه گروه تمرین در آب، خشکی و کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تجربی یک برنامه تمرینی ویژه را به مدت ۶ هفته و هر هفته ۲ جلسه اجرا کردند. قسمت اصلی این برنامه تمرینی را جهش‌ها و پرش ها به جلو، عقب و طرفین تشکیل می‌داد. از طرح عاملی با مدل ۳×۳ برای آزمون های توان و چابکی در گروه‌های تجربی و کنترل، و از طرح عاملی بامدل ۴×۲ برای کوفتگی عضلانی در گروه‌های تجربی استفاده شد. **نتایج**: نتایج نشان داد که، افزایش معنی‌داری در میزان توان عضلانی در گروه‌های تمرین در آب و خشکی نسبت به گروه کنترل وجود داشت ($p\leq ۰/۰۵$). اما، اختلاف معنی‌داری در میزان چابکی و تعادل پویا در بین سه گروه وجود نداشت ($p\geq ۰/۰۵$). برای شاخص کوفتگی عضلانی تاخیری اختلاف معنی‌داری بین گروه آب و خشکی در جلسات اول($p\leq ۰/۰۵$) و آخر ($p\leq ۰/۰۵$) وجود داشت. نتیجه اینکه، تمرینات پلایومتریک درآب و خشکی اثرات مشابهی بر اجرا دارند. همچنین ویژگی‌های آب باعث کاهش کوفتگی عضلانی به دنبال فعالیت می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تمرینات پلایومتریک در آب، چابکی، توان انفجاری، کوفتگی عضلانی

Effects of six-week land-based and aquatic-based plyometric training programe on power, agility, dynamic balance and muscle soreness of basketball players

Abstract

Introduction: Plyometric exercises have been shown to increase strength and explosiveness in athletes participating. Aquatic exercises have been noted to have beneficial effects; however there has been little research conducted comparing plyometrics in a land-based and an aquatic-based setting. **Method**: Thirty three basketball players, (age, 19.39±0.99; weight, 82.36±9.4; BMI, 22.16±2.17) based on their vertical jump and training history were randomly divided into aquatic plyometric, land based plyometric, and control group. The six-week protocol for the experimental groups was conducted following aspecific program twice a week. three 3x3 factorial designs for vertical jump, dynamic balance and the illinois tests with two experimental groups and a control group, and two 2x4 factorial design for the DOMS test with two experimental groups. Results suggested that the aquatic- and land-based groups significantly ($P<0.05$) outperformed the control group in the vertical jump. There were no significant diffrences among dynamic balance and agility performance for three group ($P>0.5$). For delay onset muscle soreness, there was a significant diffrence for the land by aquatic groups in the first and end week ($P<0.05$). **Conclusion**: in conclusion, aquatic-based and land-based plyometric training has been shown similar effects on performance. Also aquatic therapy may help to decrease muscular soreness while performing exercises. However, more research needs to be conducted to determine the affects of plyometric training in the aquatic setting.

Key words: Aquatic plyometric training, agility, power, muscle soreness

* **نویسنده مسئول:** حمید معرفتی

کرمان، بلوار جمهوری اسلامی، دانشکده تربیت بدنی، تلفن: ۲۸۱۱۰۰۱- ۰۳۴۱

E-Mail: marefati.h@uk.ac.ir

مقدمه

تمرینات جهشی و پرشی را می‌توان به عنوان فن‌های پلایومتریک به منظور افزایش توان واکنشی ورزشکاران مورد استفاده قرار داد. در حقیقت تمرینات پلایومتریک به توسعه کل سیستم عصبی-عضلانی کمک می‌کند، نه صرفاً بافت انقباضی عضله (۳). این تمرینات دارای دو مرحله انقباض عضلانی می‌باشد، مرحله اول شامل انقباض برونگرا و مرحله دوم شامل انقباض درونگرا که بلافاصله بعد از انقباض برونگرا صورت می‌گیرد (۲،۱). برخی از متخصصان طب ورزشی، فیزیوتراپیست‌ها و مربیان، بر این باورند که تمرینات پلایومتریک اصولاً تمریناتی آسیب‌رسان هستند، زیرا در این نوع تمرینات شدت کار بسیار بالاست و عضلات و مفاصل در معرض حداکثر بار مکانیکی قرار می‌گیرند. ضرب دیدگی پاشنه پا، صدمات مینیسک زانو، تاندون کشکک، فشردگی ستون مهره‌ها و انواع ترک‌های استخوانی از جمله آسیب‌هایی هستند که اگر آمادگی ورزشکار در سطح مطلوبی نباشد، آنها را تهدید می‌کند. بیشتر این آسیب ها از شمار زیاد جلسات تمرین در هفته، تعداد زیاد پرش در هرجلسه تمرین، پرش‌های روی سطوح سخت، یا کمبود قدرت لازم در پاها سرچشمه می‌گیرد (۳،۵).

این تمرینات می‌توانند آسیب‌های عضلانی را در بر داشته باشند و عامل اصلی در آسیب عضلانی جزء برونگرای این تمرینات است. هنگام انجام تمرینات غیر معمول به ویژه تمرینات برونگرا، میزان تولید نیرو در دستگاه عضلانی-اسکلتی افزایش می‌یابد و می‌تواند منجر به کوفتگی عضلانی شود (۶). تحقیقات نشان داده‌اند که برای کاهش پتانسیل آسیب وکاهش یا حذف میزان ضربات هنگام فرود، انجام تمرینات پلایومتریک در یک محیط آبی، خطر آسیب را کاهش می دهند(۳،۵،۶). بدن در آب تحت تاثیر نیروی شناوری قرار می‌گیرد که باعث کاهش وزن بدن می‌شود. شناوری در آب بار برونگرای تمرینات را کاهش می‌دهد و در مقابل با توجه اینکه چسبندگی (ویسکوزیته)[1] آب بیشتر از هواست، بیشتر حرکات در آب با مقاومت بیشتری صورت می‌گیرد (۳). اثرات فشار هیدرواستاتیک بر بدن باعث افزایش جابه جایی جریان مایعات بدن از محیط به مرکز می‌شود که، باعث افزایش در جابه جایی سوبسترا، برونده قلبی و افزایش مایع بیرون سلولی می‌شود. این تغییرات باعث افزایش بازگشت مواد حاصل از متابولیسم و افزایش پتانسیل بازگشت به حالت اولیه پس از فعالیت می‌شود. بنا بر این احتمالاً قرار گرفتن در آب می‌تواند به کاهش کوفتگی عضلانی کمک کند (۳،۷).

بر همین اساس تعدادی از محققین برای کاهش کوفتگی عضلانی، تمرین در آب را پیشنهاد کردند. رابینسون[2] (۲۰۰۴) اثر ۸ هفته تمرین پلایومتریک در آب را برتوان، گشتاور، شتاب و کوفتگی عضلانی در دختران دانشجو مورد بررسی قرار داد. نتایج این مطالعه نشان داد که گروه تمرین در آب پیشرفت‌شان همانند گروه خشکی بود، و نیز هر زمانی که شدت تمرینات افزایش پیدا کرد، کوفتگی عضلانی در گروه تمرین در آب نسبت به گروه خشکی کاهش معنی‌داری داشت (۳).

مطالعه دیگری به بررسی تاثیر تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی بر توان انفجاری، چابکی و کوفتگی عضلانی در پسران دانشجو پرداخت. نتایج نشان داد که، گروه خشکی نسبت به گروه‌های کنترل و تمرین در آب در کوفتگی عضلانی اختلاف معنی‌داری داشت، اما اختلاف معنی‌داری در توان و چابکی بین ۳ گروه مشاهده نشد (۵). همچنین جاکوبسن (۲۰۰۷) به مدت ۶ هفته تمرین پلایومتریک در آب و خشکی را روی مردان غیر ورزشکار مورد بررسی قرار داد، نتایج مطالعات او به این اشاره دارد که هر دو نوع تمرین پلایومتریک در آب و خشکی، به طور معنی‌دار توان انفجاری را در مردان غیر ورزشکار افزایش می‌دهند و تفاوتی در اجرای دو گروه تمرین کرده در آب و خشکی وجود ندارد (۸).

در مجموع اندک مطالعات انجام شده در این زمینه به اثرات اینگونه تمرینات در افراد غیر ورزشکار را اشاره داشته‌اند. اما با توجه به سطح آمادگی ورزشکاران، اثرات تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی در این افراد چگونه خواهد بود.

شافر (۲۰۰۷) و رابینسون (۲۰۰۴) پیشرفت معنی‌داری را در اجرا پس از انجام تمرینات پلایومتریک در خشکی و آب مشاهد نکردند، اما جاکوبسن (۲۰۰۷) پیشرفت معنی‌داری را در دو گروه تجربی در میزان پرش عمودی نسبت به گروه کنترل گزارش کرد.

رشته بسکتبال یکی از ورزش‌هایی است که در آن چابکی و توان عضلانی نقش زیادی دارند (۹)، از این نظر معمولاً برای افزایش این قابلیت‌ها از تمرینات پلایومتریک استفاده

[1] Viscosity
[2] Robinson

می‌شود. اما بدلیل اثر کوفتگی و آسیب عضلانی، برخی از مربیان از پرداختن به آن احتیاط می‌کنند (۸). با توجه به اینکه آسیب‌دیدگی‌های عضلات و مفاصل می‌تواند باعث دور شدن ورزشکاران از میادین ورزشی شود، شناخت ویژگی‌ها و عوامل درگیر در ایجاد آسیب‌دیدگی می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب به منظور طراحی برنامه‌های تمرینات پلایومتریک و پیشگیری از آسیب مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به فیزیک بدنی و بلندی قامت بسکتبالیست‌ها افزایش تعادل می‌تواند یکی از روش های پیشگیری از آسیب به شمار رود. از طرفی نشان داده شده است که تمرینات پلایومتریک می‌توانند موجب فعال‌سازی گیرنده‌های حسی موجود در عضلات و در نهایت بهبود تعادل شوند. بنابراین در پی بهینه سازی تمرینات ورزشی یافتن روشی که با داشتن همان آثار بر اجرا از کوفتگی عضلانی نیز بکاهد، ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، در صورتی که انجام این تمرینات در آب بتواند تاثیری مشابه با تمرینات در خشکی بر اجرای ورزشکاران داشته باشد، می‌تواند موجب کاهش فشار تمرین و افزایش تنوع تمرینی و در نهایت از بیش تمرینی جلوگیری کند (۳). عدم بررسی تاثیر این تمرینات بر ورزشکاران مرد، به ویژه بسکتبالیست‌ها و نیز نتایج متفاوت مطالعات پیشین، محقق را بر آن داشت تا تاثیر تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی را بر توان انفجاری، چابکی و کوفتگی عضلانی مورد بررسی قرار دهد.

روش تحقیق

جامعه و نمونه آماری

تعداد ۳۳ نفر از بسکتبالیست‌های پسر شهر کرمان با بیش از ۴ سال سابقه بازی بسکتبال در تیم استان (میانگین سنی ۰/۹۹±۱۹/۴سال، قد: ۰/۰۶± ۱۸۷سانتی‌متر، وزن: ۹/۴ ±۸۲/۳۰ کیلوگرم و شاخص توده بدنی: $\frac{kg}{m^2}$ ۲/۲±۲۲/۲) به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. این افراد سابقه انجام تمرین پلایومتریک به صورت منظم و هیچگونه علایمی از آسیب اندام تحتانی و آسیب هایی که منجر به عدم توانایی آنها در انجام آزمون‌های پرش عمودی و چابکی شود را نداشتند. آزمودنی‌ها بر اساس ویژگی های آنتروپومتریک و آزمون‌های عملکردی همسان سازی شدند و بصورت تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: الف) گروه تمرین در خشکی (n=۱۰) ب) گروه تمرین در آب (n =۱۲) ج) گروه کنترل (n =۱۱).

روش اجرای تحقیق

گروه‌های تجربی به مدت ۶ هفته و هر هفته دو جلسه برنامه تمرینی پلایومتریک را انجام دادند (۲۹). (جدول شماره ۱).

گروه تمرین در خشکی، داخل سالن، در حالی که گروه تمرین در آب در عمقی که تا سطح کمر آزمودنی ها بود، حرکات را اجرا کردند (۵). گروه‌های تجربی، علاوه بر برنامه تمرینی پلایومتریک، به مدت ۶ ساعت در هفته همزمان با گروه کنترل، تمرین بسکتبال داشتند. از آزمون پرش عمودی برای اندازه‌گیری توان انفجاری، از آزمون ایلینویز برای سنجش چابکی و از آزمونSEBT[1]، جهت ارزیابی تعادل پویا، قبل و بعد از چهار و شش هفته استفاده شد.

کوفتگی عضلانی توسط پرسشنامه استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفت. این پرسشنامه بر اساس میزان احساس درد به ۱ تا ۱۰ درجه تقسیم می‌شد، که میزان کوفتگی عضلانی را در چهار مرحله (قبل، بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت) در پاهای راست و چپ و در عضلات چهار سر رانی، همسترینگ و دوقلو گزارش می‌داد. مجموع درجات به‌عنوان امتیاز محاسبه می‌شد که بعد از جلسه اول و بعد از جلسه آخر اندازه‌گیری شد (۳).

روش آماری

روش آماری استفاده شده در این تحقیق شامل آمار توصیفی برای محاسبه شاخص مرکزی و پراکندگی و آزمون کولموگراف – اسمیرنوف برای تعیین طبیعی بودن توضیع متغیرهای موجود در تحقیق بود. برای تجزیه و تحلیل یافته ها، از روش آماری تجزیه و تحلیل واریانس در اندازه‌های تکراری با مدل ۳×۳ برای توان انفجاری، چابکی و تعادل پویا و نیز مدل ۲×۴ برای کوفتگی عضلانی استفاده شد.

یافته‌های تحقیق

نتایج نشان داد که میزان پرش عمودی پس از ۶ هفته تمرین پلایومتریک در خشکی و آب افزایش معنی‌داری پیدا کرده (p<۰/۰۵). همچنین تفاوت معنی‌داری در میزان پرش عمودی در بین گروه‌ها مشاهده شد (p<۰/۰۵)، بطوریکه این تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تجربی با گروه

[1] Star Excursion Balance Test (SEBT)

جدول ۱. برنامه تمرینی پلایومتریک

هفته	حجم تمرین	مهارت پلایومتریک	ست‌ها و تکرارها	هفته	حجم تمرین	مهارت پلایومتریک	ست‌ها و تکرارها
۱	۱۸۰	A B C	۲ ×۳۰ ۲×۳۰ ۵×۱۲	۴	۲۰۰	A E I G F	۲×۱۶ ۵×۸ ۶×۸ ۲×۱۶ ۴×۱۲
۲	۲۰۴	A B D E	۲×۱۲ ۵×۱۲ ۲×۳۰ ۵×۱۲	۵	۲۴۰	B E G F D F	۲×۲۰ ۴×۱۰ ۲×۲۰ ۴×۱۲ ۳×۱۶ ۲×۲۰
۳	۱۹۶	A B C D G	۲×۱۶ ۴×۱۰ ۳×۱۲ ۲×۲۰ ۲×۲۴	۶	۱۶۸	B F G F A	۲×۲۰ ۵×۱۰ ۲×۲۰ ۳×۱۴ ۳×۱۲

A - لی لی کردن به طرفین با دو
B - پرش ایستاده و دستیابی
C - پرش از روی مخروط
D - پرش جانبی از روی مانع
E - لی لی کردن با دو پا
F - پرش جانبی با یک پا
G- پرش جانبی از روی مخروط
H - لی لی کردن با دو پا
I- پرش طول از روی مخروط

جدول۲. میانگین و انحراف استاندارد آزمون‌های ایلینویز و پرش عمودی در سه گروه در نوبت‌های مختلف اندازه‌گیری

آزمون‌ها	مراحل اندازه گیری	پیش آزمون	پس آزمون
پرش عمودی	گروه آب	۵۵/۵ ± ۵/۴	۶۲/۴ ±۴/۵ *
	گروه خشکی	۵۶/۵ ± ۶/۲۴	۶۳/۲ ±۵/۸ *
	گروه کنترل	۵۷/۳۶ ±۵/۹۳	۵۶/۶۳ ±۶/۳۱
ایلینویز	گروه آب	۱۶/۷ ± ۰/۹۵	۱۶/۳ ± ۱
	گروه خشکی	۱۶/۷ ± ۰/۹۲	۱۶/۶۶ ±۰/۵۳
	گروه کنترل	۱۶/۶۹ ± ۱	۱۶/۷۵ ±۰/۸۹

* نشان دهنده معنی‌داری در سطح (p<۰/۰۵)

کنترل بود (نمودار شماره ۱ و جدول شماره ۲). اما افزایش معنی‌داری پس از ۶ هفته تمرین در میزان چابکی و تعادل در گروه تمرین در خشکی و آب به طور مستقل(p>۰/۰۵) و در مقایسه با گروه کنترل وجود نداشت (p>۰/۰۵) (نمودار و جدول شماره ۲).

تفاوت معنی‌داری در میزان کوفتگی عضلانی در بلافاصله، ۲۴و ۴۸ ساعت پس از جلسه اول تمرین بین دوگروه مشاهده شد (p<۰/۰۵)، البته میزان کوفتگی عضلانی در هر دو گروه افزایش یافت، اما این افزایش در گروه خشکی بیشتر بود. همچنین بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از جلسه آخر تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود داشت (p<۰/۰۵). اما ۴۸ ساعت پس از جلسه آخر تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد (p>۰/۰۵) (جدول شماره ۳ و نمودار شماره ۳)

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پس از ۶ هفته تمرین نسبت به قبل از آن افزایش معنی‌داری در میزان توان انفجاری در گروه‌های تجربی وجود داشت. میزان افزایش عددی توان انفجاری در گروه تمرین در خشکی نسبت به گروه تمرین در آب بیشتر بود. تقریباً در اکثر مطالعاتی که تاثیرات تمرینات پلایومتریک در خشکی را بر عملکرد ورزشی مورد بررسی قرار داده‌اند، توان عضلانی پیشرفت معنی‌داری داشته است (۵،۱۰). به طور مثال میلر[1] (۲۰۰۶) نشان داد که ۶ هفته تمرینات پلایومتریک تاثیر بسیار مطلوبی برتوان انفجاری در زنان دارد(۱۰). استیف[2] و ورشانسکی[3] بر پایه پژوهش‌های خود نشان دادند که تمرینات پلایومتریک در خشکی باعث کشیده شدن سریع و با قدرت عضله می‌شود و انجام این تمرینات می‌تواند موجب افزایش تحریک پذیری دوک عضلانی و کاهش نقش مهاری اندام وتری گلژی و در نهایت افزایش توان عضلانی شود (۲). همچنین در تحقیقاتی که توسط مارتل (۲۰۰۵) و جاکوبسن (۲۰۰۴) در مورد تاثیر تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی، روی زنان انجام دادند، از پرش عمودی به عنوان یکی از ابزارهای اندازه‌گیری توان استفاده شد. نتایج همه این مطالعات، به افزایش معنی‌داری در توان عضلانی پس از ۸ هفته برنامه تمرینی پلایومتریک اشاره دارند. دلیلی را که می‌توان برای افزایش میزان توان عضلانی نسبت به قبل از اجرای تمرینات در گروه تمرین در آب آورد این است که، نیروی مقاومت آب بیشتر از هواست و عمده حرکات در آب با مقاومت بیشتری صورت می‌گیرد (۷).

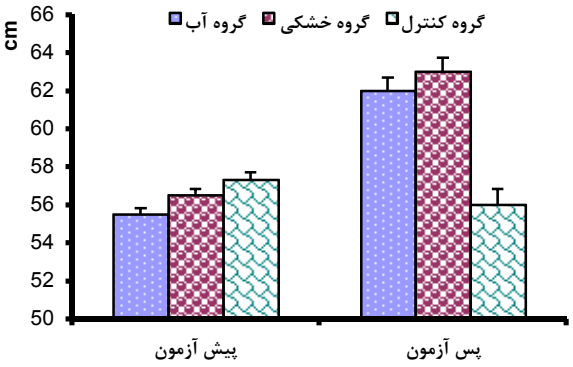
شاید دلیل غیر همسو بودن نتایج مطالعه حاضر با مطالعه رابینسون(۲۰۰۴) که بهبود معنی‌داری را در توان عضلانی نشان نداد، کافی نبودن حجم و یا شدت تمرینات استفاده شده در پروتکل تمرینی آن‌ها باشد. لذا مطالعه حاضر نشان داد که، تمرینات پلایومتریک در آب می‌تواند به اندازه تمرینات در خشکی بر میزان بهبود توان عضلانی در ورزشکاران موثر باشد. بنابراین احتمالاً انجام تمرینات پلایومتریک در آب می‌تواند باعث بهبود توان عضلانی در ورزشکاران مرد شود.

[1] Miller
[2] Sjiff
[3] Yerkhoshansaki

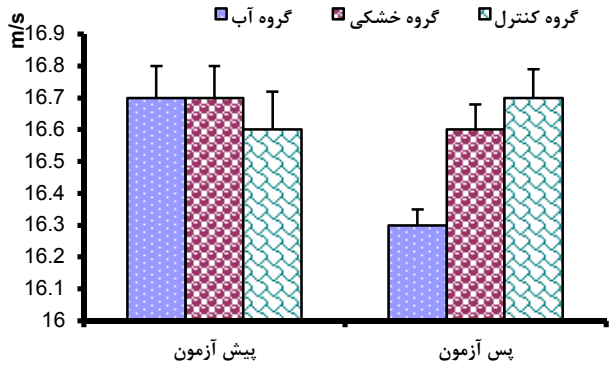
جدول۳. میانگین و انحراف استاندارد کوفتگی عضلانی در قبل و بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از جلسه اول و آخر تمرین

کوفتگی عضلانی					
گروه‌ها	جلسات	پیش آزمون	بلافاصله	۲۴ ساعت بعد	۴۸ ساعت بعد
گروه آب	اول	۷/۱۳ ± ۱/۰۲	۱۱/۶۶ ± ۱/۵۲	۱۶/۸۳ ± ۱/۷۵	*۱۹/۶۶ ± ۱/۵۲
	آخر	۷/۶۰ ± ۱/۰۳	۹/۹ ± ۱/۶۸	۱۳/۴۶ ± ۰/۵	۱۴/۴ ± ۱/۴
گروه خشکی	اول	۸/۱ ± ۰/۶۲	۱۷/۲۳ ± ۱/۳۹	۲۱/۵۳ ± ۱/۳۳	*۲۵/۷۶ ± ۰/۸
	آخر	۶/۷۶ ± ۱/۰۶	۱۳ ± ۰/۲	۱۸/۱۳ ± ۱/۲۰	*۱۶/۲۶ ± ۱/۴۱

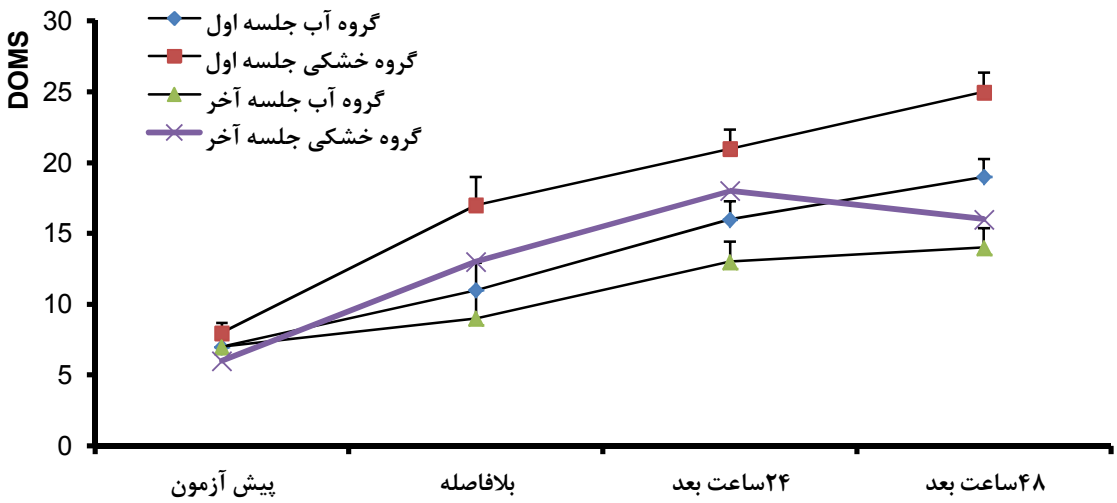
* نشان دهنده معنی‌داری در سطح (p<۰/۰۵)



نمودار۱. میانگین پرش عمودی در دو نوبت تست‌گیری



نمودار۲. میانگین زمان آزمون ایلینویز در دو نوبت تست‌گیری



نمودار۳. میانگین افزایش و کاهش میزان کوفتگی عضلانی ناشی از تمرین گروه‌های تجربی در ابتدا و انتهای دوره تمرین

پس از ۶ هفته تمرین اختلاف معنی‌داری در میزان چابکی در گروه تمرین در آب و خشکی وجود نداشت. هر چند آمار توصیفی بهبود قابل ملاحظه ای در میزان چابکی هر دو گروه نشان می‌دهد، اما این پیشرفت معنی‌دار نبود. گروه تمرین در آب نشان داد که، بهبود عددی بیشتری در میزان چابکی نسبت به دو گروه تمرین در خشکی و کنترل داشت. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه شافر(۲۰۰۷) همسو می‌باشد. که برای ارزیابی چابکی از تست LEFT[1] استفاده کرد. این تست شامل یک سری دوهای سرعت، حرکت به عقب و حرکت پای بوکس بود و نتایج مشابهی با مطالعه حاضر به دنبال داشت. شافر(۲۰۰۷) نیز اختلاف معنی‌داری بین سه گروه مشاهده نکرد، اما گروه تمرین در خشکی بهبود عددی بیشتری در میزان چابکی نسبت به دو گروه تمرین در آب و کنترل داشت (۵). در بهبود چابکی غیر از توان عضلانی متغیرهای مهم دیگری نیز وجود دارند، مثل هماهنگی عصبی عضلانی در برنامه حرکتی که می‌تواند در میزان تغییرات در چابکی تاثیرگذار باشد. احتمالاً ۶ هفته تمرین پلایومتریک برای بهبود رکورد چابکی اندام تحتانی کافی نمی‌باشد، لذا با توجه به نتایج فوق تاثیر تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی بر چابکی تقریبا یکسان است اما، مطالعات بیشتری باید در این خصوص صورت گیرد.

میزان تعادل پویا در گروه تمرین در خشکی افزایش یافت اما این افزایش معنی‌دار نبود. در منابع مختلف از تمرینات پلایومتریک به‌عنوان یکی از تمرینات افزایش دهنده قدرت عضلات اندام تحتانی نام برده شده است (۱۲،۱۱). بنابراین یکی از دلایل احتمالی بهبود تعادل، پس از شرکت در تمرین پلایومتریک را می‌توان ناشی از بهبود قدرت عضلات شرکت‌کننده در عمل دستیابی SEBT دانست.

در این تحقیق، چون از آزمودنی های ورزشکار با سطح تعادلی اولیه مناسب استفاده شده، این آزمودنی‌ها قادر بودند با مشکل‌تر شدن تدریجی تمرین، فشار آن را تحمل نمایند. با توجه به فعال‌سازی گیرنده های حسی توسط تمرینات پلایومتریک، روشن است که این نوع تمرینات، می‌توانند مستقیماً بر فعالیت مغز اثر بگذارند. این موضوع، بیانگر آماده‌سازی نرون‌های حرکتی در یک گروه از عضلات و مفاصل برای انجام یک حرکت و سازگاری آن با زمینه محیطی و همچنین افزایش هماهنگی و یکپارچگی واحدهای حرکتی، افزایش بازدارندگی عضلات مخالف می‌باشد که در نهایت باعث بهبود پاسخ‌های عصبی- عضلانی می‌شود و از این طریق می‌تواند میزان تعادل را را بهبود بخشد و در این راستا ورزشکاران، به تعادل لازم نیز برسند.

میزان تعادل پویا در گروه تمرین در آب نسبت به گروه خشکی افزایش بیشتری داشت و اما این افزایش معنی‌دار نبود. انجام تمرینات پلایومتریک در آب به صورت یک حرکت متلاطم صورت می‌گیرد و اینگونه حرکات باعث برهم خوردن تعادل فرد می‌شود (۱۳). در چنین شرایطی فرد سعی می‌کند تعادل خود را حفظ نماید بنابراین در اجرای موفق تمرین در آب بر سیستم عصبی- عضلانی، جهت حفظ تعادل اجبار واقع می‌شود و این می‌تواند عاملی برای افزایش تعادل پویای فرد باشد.

[1] Lower Extremity Functional Test

بین میزان کوفتگی عضلانی در گروه‌های تجربی پس از یک جلسه تمرین تفاوت معنی‌داری وجود داشت. هر چند پس از ۶ هفته تمرین، میزان اختلاف کوفتگی عضلانی در بین دو گروه کاهش یافت، اما باز هم این اختلاف معنی‌دار بود. در این مطالعه با استفاده از پرسشنامه مقدار کوفتگی عضلانی در قبل، بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از جلسه تمرین ثبت شد. مطالعات قبلی نیز نتایجی مشابه در مورد کوفتگی عضلانی مشاهده کردند (۵،۳،۱۴). رابینسون (۲۰۰۴) برای مقایسه کوفتگی عضلانی از پرسشنامه استفاده کرد و نتایج معنی‌داری بین دوگروه تمرین در آب و خشکی مشاهده کرد، به دنبال ۴۸ و ۹۶ ساعت پس از فعالیت، در گروه خشکی نشان داده شدکه، به طور معنی‌داری کوفتگی عضلانی بیشتری داشتند. این اختلاف هر زمانی که شدت تمرین افزایش می‌یافت مشاهده شد(۳). اما در مطالعه حاضر بیشترین میزان کوفتگی عضلانی در ۲۴ ساعت پس از فعالیت وجود داشت و گروه خشکی افزایش معنی‌داری نسبت به گروه تمرین در آب داشت. نتایج هر دو تحقیق نشان دهنده کوفتگی عضلانی تاخیری می‌باشد. از جمله عواملی که در کاهش کوفتگی عضلانی هنگام تمرین در آب نقش دارند، می‌توان به دما، نیروی شناوری و فشار هیدرواستاتیک آب اشاره کرد (۷). دمای آب در مطالعه حاضر ۹۳ درجه فارنهایت یا به عبارتی ۳۴ درجه سانتیگراد بود. این دما باعث افزایش جریان خون عضلات و باعث اکسیژن‌رسانی بهتر خون، به عضلات می‌شود. گرچه این گشاد شدن عروق در گروه تمرین در خشکی نیز اتفاق می‌افتد، اما افزایش در اکسیژن رسانی توسط خون، همانند گروه تمرین در آب اتفاق نمی‌افتد (۱۵). شافر(۲۰۰۷) نیز در مطالعه خود میزان دمای آب را ۳۴ درجه سانتی‌گراد تعیین کرد و به نتایج مشابهی با مطالعه حاضر در مورد کوفتگی عضلانی دست یافت. نیروی شناوری آب باعث کاهش بار برونگرای تمرینات و فشار هیدرواستاتیک موجب افزایش بازگشت خون وریدی می‌شود (۱۳). بنابراین در عضلات گروه تمرین در خشکی نسبت به گروه تمرین در آب اسیدلاکتیک بیشتری ساخته می‌شود. این می‌تواند دلیلی برای کاهش احساس درد در گروه تمرین در آب باشد.

در مجموع به نظر می‌رسد، انجام تمرینات پلایومتریک در آب احتمالاً اثراتی مشابه با تمرینات در خشکی بر اجرای ورزشکاران دارد. از مزایای مهم تمرینات پلایومتریک در آب نسبت به تمرینات پلایومتریک در خشکی، کاهش میزان کوفتگی عضلانی است که، به ورزشکاران این امکان را می‌دهد در جلسه تمرینی بعدی اجرایی نزدیک به سطح مطلوب داشته باشند. لذا به مربیان و ورزشکاران توصیه می‌شود که جهت بهبود آمادگی جسمانی ورزشکاران و جلوگیری از کوفتگی عضلانی، تمرین‌زدگی و افزایش تنوع تمرینی، تمرینات پلایومتریک در آب را در برنامه خود قرار دهند.

منابع

1- Robinson, LE. (2004). The effects of land and vs. aquatic plyometric traning on power, torque velocity and muscle soreness in women. J, Strength Cond, 18: 84-91.

2- Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. (1996). Plyometric training in female athletes.Am Sports Med, 24:765-773.

3- Blatner, S. E. and Noble, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric traning on vertical jump performance. Res Q, 50: 538- 588.

4- Thomas, K., French, D., Hayes, P., R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. Strength and Conditioning Research, 10(3): 15-19.

5- Joseph D. Shaffer. (2007).The effect of a six-week land-based and aquatic-based plyometric training program on power, peak torque, agility, and muscle soreness. School of Physical Education Morgantown, West Virginia.

6- Miller MG, Berry DC, Bullard S, Gilders R.(2002). 'Comparison of land-based and aquatic based plyometric programs during an 8-week training period'. Sport Rehabil, 39(1) 24-31.

7- Wilcock IM. (2006). Physiological response to water immersion: a method for sport recovery. Sports Med, 36(9):747–76.

8- Bert H Jacobson, John D Stemm. (2007). Comparison of land- and aquetic-based plyometric training on vertical jump. Strength and Conditioning Research, 11:268-283.

9- MC Innes SE, Carlson. JS and et al. (1995). The Physiological Load Imposed on Basketball Players during Competition. Sport. CSI, 13: 387-396.

10- Miller M., G. (2006).The effects of a 6-week plyometric training program on agility. Sports Sci. 5: 459-465.

11- Adams K, Oshea K, Oshea J, Climstein M. (1992). The effect of six week of squat, plyometric and squatplyometric training on power production. Appl Sport Sci Res, 6: 36-41.

12- Stane ML, Powers ME. (2005). The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and power when compared to weight training and combination weight and plyometric training. Athl Train, 42(3): 186-92.

13- Jill M. Then, MPT, ATC; Lori Thein Brody, PT, SCS, MS. ATC. (2000). Aquatic-Based Rehabilitayion and Training for the Sholder. Athletic Training, 35: 375-382.

14- Martel GF, Harmer ML, Logan JM, Parker CB. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. Med Sci Sports Exerc, 37(10):1814-19.

15- Konlian C. (1999). Aquatic therapy: making a wave in the treatment of low back injuries. OrthopNurs, 18(1):11-20.