
اثر ۸ هفته تمرینات پلايومتریك در آب و خشکی بر کوفتگی عضلانی و عملکرد شنای ۱۰۰ متر کرال سینه دختران شناگر نخبه

میترا عزیزى، سحر رزمجو^۱، دکتر پژمان احمدی^۲

ص ص: ۱۳۳-۱۱۷

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۵

تاریخ تصویب: ۹۰/۳/۲

چکیده

هدف از انجام دادن این پژوهش بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین های پلايومتریك در آب و خشکی بر کوفتگی عضلانی و عملکرد شنای ۱۰۰ متر کرال سینه دختران شناگر نخبه بود. آزمودنی های پژوهش حاضر را ۲۶ شناگر دختر نخبه ۱۷-۱۵ ساله که عضو تیم های باشگاهی کرج و تهران بودند، (سن $16/5 \pm 2/2$ سال، وزن $49 \pm 6/11$ کیلوگرم، قد $154 \pm 5/4$ سانتیمتر) تشکیل می دادند که به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی ها به طور تصادفی به دو گروه تجربی (تمرین های پلايومتریك در آب ۱۰ نفر، تمرینات پلايومتریك در خشکی ۱۰ نفر) و یک گروه کنترل (۶ نفر) تقسیم شدند. گروه های تجربی به مدت ۸ هفته و هفته ای دو جلسه به تمرین های پلايومتریك پرداختند و در عین حال تمرین های شنا خود را نیز داشتند. گروه کنترل نیز تنها به تمرین های شنا می پرداختند. پیش آزمون و پس آزمون (رکوردهای شنای ۱۰۰ متر) نیز در هفته صفر و پایان هفته هشتم انجام پذیرفت. کوفتگی عضلانی نیز با مقیاس ۷ ارزشی لیکرت در پایان هر هفته مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور مقایسه داده ها در هر گروه از روش آماری تی همبسته، و تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه های تکراری و برای مقایسه داده بین گروه ها از روش آماری تی مستقل و ANOVA استفاده شد. نتایج نشان دادند که استفاده از تمرین های پلايومتریك در دو گروه (در آب و خشکی) موجب بهبود معنی دار رکورد شنای ۱۰۰ متر در شناگران می شود و بین این دو گروه تفاوت معنی داری وجود ندارد؛ بنابراین آثار تمرین های پلايومتریك در آب با تمرین های پلايومتریك در خشکی مشابهت دارد؛ گروهی که تمرین های پلايومتریك را در آب انجام دادند، کمتر بود؛ بنابراین شناگران می توانند سرعت و توان انفجاری خود را با انجام تمرین ها توانی داخل آب و خارج آب افزایش دهند. اما به دلیل کاهش کوفتگی عضلانی نمی توان تمرین های پلايومتریك در آب را توصیه کرد.

کلید واژه ها: تمرینات پلايومتریك، کوفتگی عضلانی، عملکرد شنا، دختران شناگر نخبه

۱- عضویات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۲- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۳- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهری

مقدمه

مطالعه در باره شناسایی عوامل موثر بر افزایش آمادگی جسمانی و در پی آن کارایی مطلوب تر اجرای مهارت و عملکردهای مختلف ورزشی، موضوعی است که همواره مورد توجه متخصصان علوم ورزشی قرار گرفته است. نگاهی به روند بهبود رکوردها و اجرای کارآمد و بهینه مهارت و عملکردهای مختلف ورزشی، تلاش متخصصان ورزشی را تأیید می کند. در این مسیر، روش های تمرینی مختلفی نیز ابداع شده که هر یک ویژگی های منحصر به فرد خود را دارد. مربیان و کارشناسان رشته های مختلف ورزشی همواره به دنبال این مهم بوده اند که رکوردها و عملکرد ورزشی ورزشکاران خود را توسعه دهند و همواره نیروی فکری و ذهنی خود را در جهت دستیابی به روش هایی که باعث افزایش و گسترش سطح کیفی و کمی آمادگی جسمانی و عملکرد ورزشکاران خود می شوند متمرکز سازند. یکی از این روش های تمرینی که در دهه ۱۹۶۰ در برنامه تمرینی ورزشکاران راه یافت، تمرین های شوک بود که بعدها تمرین های پلايومتریک نامیده شد (۶). تمرین های پلايومتریک عبارت است از کشیدن سریع عضله (عمل اکسنتریک) و بلافاصله کوتاه شدن یا انقباض کانسنتریک همان عضله (۶). در این گونه تمرین ها، انرژی الاستیکی ذخیره شده در عضله نسبت به زمانی که تنها انقباض کانسنتریک رخ می دهد نیروی بیشتری تولید می کند (۲۱). پژوهش های بسیاری نشان داده اند که تمرین های پلايومتریک بهبود توان اندام تحتانی

(۲۹، ۲۴، ۷، ۸) و اندام فوقانی (۹، ۱۲) در پی دارند. و بدین سبب ورزشکاران رشته های مختلف جهت آنها را به منظور افزایش قدرت و توان انفجاری استفاده می کنند (۱۱).

در واقع این تمرین ها با تولید نیرو و شتاب زیاد در دامنه حرکتی، برای بسیاری از حرکت های ورزشی مفید هستند (۲۱)، هرچند این تمرین ها ابتدا مورد استفاده دوندگان و پرش کنندگان قرار گرفت؛ اما به تدریج سایر ورزشکاران (از جمله شناگران) نیز از آنها استفاده کردند. این تمرین ها در استارت شناگران کاربرد دارد و با توجه به اینکه در مقایسه با روش های سنتی

تمرین با وزنه، در سرعت های بسیار بالا انجام می شود، در اجرای سرعتی شناگران نیز مفید خواهد بود (۳۰). در واقع این تمرین ها به کسب هدف اصلی در شنای حرفه ای، یعنی پیمودن یک مسافت مشخص در حداقل زمان، کمک می کنند (۳).

هر چند این تمرین ها با بهبود عملکرد ورزشی و کاهش احتمال آسیب به هنگام اجرای فعالیت های انفجاری همراه هستند (۲,۱۴,۱۵) اما برخی معتقدند در اجرای این گونه تمرین ها باید احتیاط را رعایت کرد؛ زیرا احتمال دارد که این نوع از تمرین ها به دلیل وارد کردن فشار ناگهانی به عضله بویژه در مرحله اکستریک، موجب آسیب های اسکلتی عضلانی و در نتیجه کوفتگی عضلانی شوند (۷,۱۳,۱۴) بنابراین یک روش ساده به منظور کاهش نیروی ضربه وارده و بارگیری اکستریک که در عین حال بتواند باعث تحریک کافی برای ایجاد پیشرفت های فیزیولوژیک ورزشی شود، اجرای این تمرین ها در استخر است (۲۷). یک اشکال عمده به هنگام اجرای این تمرین ها در آب وجود داروآن این است که شناوری در آب میزان بازتاب کشش و بارگیری اکستریک را کاهش می دهد؛ اما از طرف دیگر، ورزشکار به دلیل ویسکوزیته آب با مقاومت بیشتری مواجه می شود (۱۹). بنابراین ممکن است در کنار کاهش احتمال آسیب یعنی؛ کاهش فشار عضلانی به هنگام عمل اکستریک، همان مزایا را داشته باشد.

در بررسی این موضوع، رابینسون و همکاران به مقایسه تاثیر ۸ هفته تمرینات پلائیومتریک در آب و خشکی بر پرش عمودی، توان عضلانی، گشتاور، سرعت و کوفتگی عضلانی در زنان سالم پرداختند و پیشرفت قابل توجهی را در پرش عمودی، قدرت عضلانی و سرعت در دو گروه بدون هیچ نوع تفاوت معنی دار بین آن دو مشاهده کردند، اما کوفتگی عضلانی در گروه تمرین های پلائیومتریک در آب به طور معنی داری کمتر از گروه تمرین های پلائیومتریک در خشکی بود (۲۶). میاما و نوساکا (۲۰۰۴) نیز تاثیر تمرین های پلائیومتریک را در سطوح مختلف بر آسیب و کوفتگی عضلانی بررسی کردند؛ ضمن اینکه نشان دادند که نیروی ایزومتریک حداکثر پس از ۱۰۰ پرش پی درپی در گروهی که این تمرین ها را روی سطح سفت انجام دادند

در مقایسه با گروهی که این تمرین ها را روی سطح شنی انجام دادند، کاهش یافت. همچنین کوفتگی عضلانی و غلظت کراتین کیناز در گروهی که این تمرین ها را روی سطح شنی انجام دادند کمتر بود (۲۳). به هر حال، میلر و همکاران که تاثیر ۸ هفته تمرین های پلایومتریک در آب و خشکی را بر پرش عمودی، گشتاور و توان عضلانی، کوفتگی عضلانی و دامنه حرکتی ۲۹ زن و مرد سالم، مقایسه کردند؛ نشان دادند که توان عضلانی تنها در گروه تمرین های پلایومتریک در آب افزایش یافت (۲۰). در یکی از جدیدترین پژوهش ها در این زمینه، ایمپلزی (۲۰۰۸) تاثیر تمرین های پلایومتریک در شن و چمن را بر کوفتگی عضلانی، توان پریدن و سرعت ورزشکاران مقایسه کرد و نشان داد که رکورد دوی سرعت تحت تاثیر این تمرین ها قرار نگرفت؛ اما پرش اسکوات در هر دو گروه بهبود یافت و کوفتگی عضلانی در گروهی که روی چمن تمرین های پلایومتریک انجام داده بودند، کمتر بود (۱۶).

با وجود اینکه در بیشتر پژوهش ها نشان داده شده است که تمرین های پلایومتریک باعث بهبود عملکرد مردان می شود (۲۹، ۲۵، ۲۴، ۱۲، ۱۱، ۹، ۸، ۵) اما اطلاعات کمی (۲۶) درباره اینکه آیا این تمرین ها می تواند بر سرعت و رکورد شناگران حرفه ای؛ بویژه دختران شناگر اثر بگذارد، وجود دارد و در مورد زنان این پژوهش ها بسیار اندک است (۲۶). علاوه بر این با توجه به محیط ورزش شنا و مفهوم و ویژگی تمرین، اطلاعات در مورد انجام دادن این تمرین ها در آب و خشکی بر عملکرد شناگران و وقوع کوفتگی عضلانی دارند، چندان روشن نیست. بر این اساس هدف از پژوهش حاضر تعیین تاثیر ۸ هفته تمرین های پلایومتریک در آب و خشکی بر کوفتگی عضلانی و عملکرد شنای ۱۰۰ متر کراال سینه دختران شناگر نخبه بود.

روش شناسی پژوهش

این پژوهش با توجه به اهداف و استفاده از نمونه های انسانی و نداشتن نظارت و کنترل بر تمام متغیرهای مخل به روش نیمه تجربی، با طرح پیش آزمون و پس آزمون در دو گروه

تجربی (تمرین های پلايومتریک در آب و تمرین های پلايومتریک در خشکی) و یک گروه کنترل انجام شد.

آزمودنی ها: تعداد ۲۶ نفر از شناگران دختر نخبه ۱۷-۱۵ ساله که عضو تیم های باشگاهی تهران و کرج بودند، به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و به طور تصادفی به دو گروه تجربی و یک گروه کنترل تقسیم شدند. آزمودنی های این پژوهش طبق نظر پزشک از سلامت جسمانی کامل برخوردار بودند. سابقه تمرین شنای آزمودنی ها بین ۴ تا ۵ سال بود. اطلاعات مربوط به آزمودنی های پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: اطلاعات مربوط به آزمودنی های پژوهش

گروه	سن (سال)	وزن بدن (کیلوگرم)	قد (متر)
	SD±Mean	SD±Mean	SD±Mean
پلايومتریک در آب (۱۰ نفر)	16.5±2.27	50.55±5.46	158±6.04
پلايومتریک در خشکی (۱۰ نفر)	16.6±2.22	48.20±9.11	156±6.48
کنترل (۶ نفر)	16.57±2.43	49.35±4.05	16.1±3.18

روش جمع آوری داده ها

ابتدا پس از تشریح اهداف، جزئیات پژوهش و خطرهای احتمالی برای آزمودنی ها، از آنها رضایتنامه کتبی گرفته شد و با استفاده از ترازوی پزشکی مجهز به قد سنج (Seca mod: ۲۲۰)، ساخت کشور آلمان، قد و وزن آزمودنی ها به ثبت رسید. همچنین جهت رعایت ملاحظات اخلاقی به آنها اجازه داده شد، هر زمان دچار مشکل شدند بتوانند از پژوهش خارج شوند. پیش از آغاز دوره تمرین (اثر متغیر مستقل) از آزمودنی ها پیش آزمون (رکورد شنای ۱۰۰ متر کرال سینه) گرفته شد و پس از آن آزمودنی های گروه تجربی ۱ و ۲ در کنار تمرین های معمول شنا، تمرین های پلايومتریک در آب و خشکی را آغاز کردند (این شناگران در هر روز حدود ۳۰۰۰

تا ۳۵۰۰ کیلومتر شنا می کردند و در مرحله آمادگی تمرین های خود قرار داشتند). گروه کنترل نیز تنها به تمرین های شنا پرداختند. پس از ۸ هفته از آزمودنی ها پس آزمون (رکوردهای ۱۰۰ متر کرال سینه) گرفته شد. شناگران در حین رکوردگیری بسیار تشویق شدند تا تمام تلاش خود را برای کسب رکورد واقعی به کار برند. با استفاده از برنامه رژیم غذایی که به آزمودنی ها داده شد، سعی بر این بود که تغذیه آنها تا حدی تحت کنترل گیرند.

روش تمرین: تمرین های پلایومتریک در آب ۲ بار در هفته برای ۸ هفته در استخر شنا و با دمای ۲۸ درجه سانتیگراد انجام شد. تمرین های پلایومتریک در خشکی نیز در سالن بالای استخر به همین ترتیب صورت گرفت. جلسه های تمرین های پلایومتریک حدود ۴۵ دقیقه بود و برای اینکه اختلالی در تمرین شنا ایجاد نشود و بتوان رضایت مربی شنا را نیز جلب کرد؛ پس از پایان تمرین های شنا شناگران انجام می شد و هر جلسه حدود ۴۵ دقیقه به طول می انجامید که شامل حرکت های مقدماتی، تمرین های پلایومتریک و سرد کردن بود (برای گروه تجربی ۱ تمامی این مراحل در آب و برای گروه تجربی ۲ تمامی این مراحل در خشکی). حرکت های مقدماتی شامل ۵ دقیقه پیاده روی سریع و تمرین های پلایومتریک نیز شامل؛ پرش اسکوات، پرش لی، پرش ستاره بود؛ حرکت ها با توپ مدیسینال انجام می شد (۲۶). افراد تشویق می شدند که همه این تمرین ها را به شیوه انفجاری انجام دهند و تمامی تلاش خود را در اجرای این حرکت ها به کار برند. در گروه تجربی ۱ این حرکات در عرض استخر (۱۲ متر) انجام گرفت. دوره های متوالی هر پرش سه بار در هر جلسه در هفته نخست و دوم انجام گرفت (۱۰ ثانیه پرش متوالی در هر دوره و ۳۰ ثانیه استراحت بین دوره ها)، چهار بار در هر جلسه در هفته سوم و چهارم انجام شد (همانند هفته نخست)، چهار بار در هر جلسه در هفته پنجم و ششم انجام گرفت (هر دوره از ۱۰ ثانیه به ۲۰ ثانیه افزایش یافت، ۳۰ ثانیه استراحت بین دوره ها)، و چهار بار در هر جلسه در هفته هفتم و هشتم انجام شد (هر دوره از ۲۰ ثانیه به ۳۰ ثانیه افزایش یافت، ۳۰ ثانیه استراحت بین دوره ها؛ جدول ۲(۱۹)). دوره سرد کردن نیز

شامل ۵ دقیقه راه رفتن و پس از آن حرکت های کششی ایستا در گروه های عضلانی بزرگ بود. مریبان تمامی جلسه های تمرین را مر نظارت می کردند. ارزیابی کوفتگی عضلانی نیز در هر هفته و پیش از آخرین جلسه تمرینی با استفاده از مقیاس ۷ ارزشی لیکرت انجام پذیرفت (جدول ۲) و برای هر گروه در کل دوره تمرینی میانگین گرفته شد (۲۳).

جدول ۲. مقیاس کوفتگی عضلانی لیکرت

ارزش	شرح
۰	عدم وقوع کوفتگی.
۱	درد جزئی که هنگام لمس کردن حس می شود / درد اندک.
۲	درد ملایمی که هنگام لمس کردن حس می شود / درد اندک و مزمن.
۳	درد جزئی که هنگام بالا و پایین رفتن از پله حس می شود.
۴	درد جزئی که هنگام راه رفتن روی سطح صاف حس می شود / دردناک.
۵	درد ملایم، سفتی و ضعف هنگام راه رفتن / بسیار دردناک.
۶	درد شدیدی که توانایی فرد را در حرکت محدود می کند.

روش های آماری: با استفاده از روش تجانس واریانس، همگنی متغیرها در گروه های تحقیق و با استفاده از کولموگروف اسمیرنوف، نرمال بودن داده ها تعیین شد. سپس برای تعیین وجود تفاوت معنی دار بین میانگین نمره های افراد در هر گروه از روش آماری تی همبسته (در مورد رکورد شنای ۱۰۰ متر) و تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی (در مورد مقیاس لیکرت)، همچنین برای تعیین وجود تفاوت معنی دار بین میانگین نمره های افراد در دو گروه تجربی و کنترل از ANOVA (در خصوص رکورد شنای ۱۰۰ متر) و در دو گروه تجربی از تی مستقل (در مورد مقیاس لیکرت) استفاده شد. سطح معنی داری $P=0/05$ بود.

نتایج

تجزیه و تحلیل یافته های پژوهش نشان داد که تمرین های پلايومتریک در آب و خشکی تاثیر معنی داری بر رکورد ۱۰۰ متر کرال سینه شناگران دارد (جدول ۳)

جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد رکورد شنای ۱۰۰ متر (ثانیه) و میزان p در پیش آزمون و پس آزمون

میزان p	پس آزمون (پس از اجرای نخستین جلسه تمرین)	پیش آزمون (پیش از اجرای نخستین جلسه تمرین)	گروه ها	متغیر
۰/۰۰۸	۹۶/۰۲±۱/۹۷	۱/۹۹±۹۷/۱۵	تجربی ۱	رکورد شنای ۱۰۰ متر
۰/۰۰۳	۹۵/۸۹±۲/۲۴	۹۷/۰۸±۲/۰۵	تجربی ۲	کرال سینه
۰/۶۱	۹۶/۳۰±۲/۱۵	۹۶/۶۲±۱/۷۴	کنترل	

استفاده از آزمون تی همبسته (جدول ۳) نشان داد که تغییرات رکورد شنای ۱۰۰ متر کرال سینه شناگران در دو گروه تجربی معنی دار (تجربی یک $p = 0/008$ و تجربی دو $p = 0/003$) بود، اما در گروه کنترل، تغییر معناداری مشاهده نشد ($p = 0/61$).

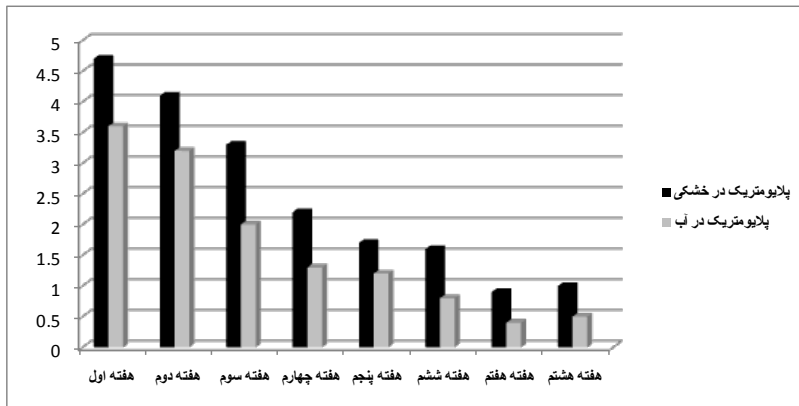
استفاده از آزمون ANOVA (جدول ۴) نشان داد که تغییرات رکورد شنای ۱۰۰ متر کرال سینه بین دو گروه تجربی و کنترل با اختلاف معنی داری همراه است ($p = 0/023$). استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که تفاوت بین گروه های تجربی و گروه کنترل (بین گروه تجربی نخست و کنترل $p = 0/048$ و بین گروه تجربی دوم و کنترل $p = 0/042$) معنی دار است، اما بین دو گروه تجربی یک و دو تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p = 1/00$).

جدول ۴. رکورد شنای ۱۰۰ متر (بين گروهی)

متغير	گروه ها	گروه	pمیزان
رکورد شنای	تجربی ۱	تجربی ۲	۱/۰۰
		کنترل	۰/۰۴۸
۱۰۰ متر کراول	تجربی ۲	تجربی ۱	۱/۰۰
		کنترل	۰/۰۴۲
سینه	کنترل	تجربی ۱	۰/۰۴۸
		تجربی ۲	۰/۰۴۲

استفاده از آزمون تی مستقل نیز نشان داد تغییرات کوفتگی عضلانی بین دو گروه پلايومتريك در آب و خشكى در هر هشت هفته تفاوت دارد. گروه تمرین های پلايومتريك در آب کوفتگی عضلانی کمتری را نشان دادند، این تفاوت به جز در هفته ۸، ۷، ۵ معنا دار است (هفته نخست $p=0/009$ ، هفته دوم $p=0/027$ ، هفته سوم $p=0/002$ ، هفته $p=0/002$ ، هفته پنجم $p=0/062$ ، هفته ششم $p=0/001$ ، هفته هفتم $p=0/054$ ، هفته هشتم $p=0/051$) (نمودار ۱). همچنین استفاده از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه های تکراری نشان داد که تغییرات کوفتگی عضلانی در هر یک از گروه های پلايومتريك در آب و خشكى از هفته نخست تا هفته هشتم کاهش معنی داری داشته است ($p=0/00$) برای هر دو گروه تمرین های پلايومتريك در آب و خشكى).

نمودار ۱. میانگین کوفتگی عضلانی در دو گروه پلائیومتریک در آب و خشکی از هفته نخست تا هشتم.



بحث و نتیجه گیری

تمرین های پلائیومتریک، تمرین های فیزیکی توانی هستند که به منظور افزایش توان، تولید نیرو، و سرعت مورد استفاده می گیرند (۲۶). هدف از پژوهش حاضر مقایسه ۸ هفته تمرین های پلائیومتریک در آب و خشکی بر عملکرد شنای ۱۰۰ متر کرال سینه دختران شناگر نخبه بود. نتایج نشان دادند که تمرین های پلائیومتریک در آب و خشکی به همراه تمرین های شنا موجب کاهش رکورد شنای ۱۰۰ متر کرال سینه شناگران نخبه شد؛ بدون اینکه تفاوت معنی داری بین دو گروه به چشم بخورد. این تمرین ها سبب افزایش سرعت انقباض از مرحله برونگرا به درونگرا می شود (۲۶) و اگر با تلاش بیشینه اجرا شود، توان عضلات افزایش می یابد (۱۶). این تمرین ها موجب سازگاری های عصبی عضلانی (افزایش بازتاب کشش و الاستیسیته عضلانی، کاهش حساسیت اندام و تری گلژی) می شود. بازتاب کشش در مرحله انقباض اکستنتریک رخ می دهد و به تسهیل فراخوانی واحد های حرکتی بیشتر در مرحله انقباض کانسنتریک می انجامد. علاوه بر عضله، اجزای بافت پیوندی نیز انرژی الاستیک را ذخیره می کنند و اگر عضله سریع منقبض شود، اجزای بافت پیوندی می توانند نیروی بیشتری

را تولید کنند. سرانجام حساسیت اندام وتری و گلژی که نقش محافظتی عضله را در برابر فشار بیش از حد برعهده دارند، پس از انجام دادن تمرین های پلائیومتریک کمتر می شود (۱۰). در واقع این تمرین ها به ایجاد تغییر سرعت در مرحله انقباض برونگرا و درونگرا، در چرخه کشش انقباض می انجامد. افزایش و تقویت این دو مرحله، کاهش فاصله زمانی بین مرحله انقباض برونگرا و درونگرا را به همراه دارد. در نتیجه، تمرین های پلائیومتریک سبب افزایش و بهبود سرعت می شود (۱۶). اسپی هولز نیز معتقد است که انقباض عضله در برابر حداکثر مقاومت سبب افزایش قدرت و نیروی تولیدی عضله می شود و علت آن را افزایش تعداد واحدهای حرکتی بسیج شده و در نتیجه افزایش حجم فیبرهای عضلانی می داند (۱۶).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین های پلائیومتریک در آب و خشکی موجب بهبود عملکرد شنای ۱۰۰ متر شناگران نخبه می شود که با نتایج زیدن و همکاران (۲۰۰۴) و لوکا و همکاران (۲۰۰۲) همخوانی دارد. زیدن نشان داد که انجام دادن تمرین های پلائیومتریک به مدت ۸ هفته و هر هفته ۲ جلسه به افزایش توان انفجاری ورزشکاران می انجامد. لوکا و همکاران نیز ۸ هفته تمرین های پلائیومتریک را در افزایش پرش عمودی ورزشکاران موثر نشان دادند (۱۸). رایبسنون و همکاران (۲۰۰۴) و گرانتهم و همکاران (۲۰۰۶) نیز در رکورد سرعت ورزشکاران بهبود مختصری را گزارش کردند، بدون اینکه تفاوت معنی داری را بین دو گروه تمرین های پلائیومتریک در آب و خشکی، مشاهده کنند (۲۶، ۲۸). رایبسنون، تاثیر تمرین های پلائیومتریک در آب و خشکی را بر توان عضلانی، گشتاور، سرعت و کوفتگی عضلانی مقایسه کرد و نشان داد که تمرین های پلائیومتریک در آب همانند تمرین های پلائیومتریک در خشکی موجب بهبود عملکرد می شوند، اما با کوفتگی عضلانی کمتری همراه هستند (۲۶). گرانتهم نیز در پژوهش خود اشاره کرده که تمرین های پلائیومتریک با احتمال بروز آسیب همراه هستند مگر اینکه در یک محیط کنترل شده اجرا شوند. او پیشنهاد کرده است که انجام دادن این گونه تمرین ها در استخر ضمن کاهش ضربه های وارده با تقویت قدرت عضلانی همراه است (۲۸).

نتایج پژوهش ما با میلر و همکاران همخوانی ندارد (۲۰۰۲). میلر و همکاران که تاثیر ۸ هفته تمرین های پلايومتریک در آب و خشکی را بر پرش عمودی، گشتاور و توان عضلانی، کوفتگی عضلانی و دامنه حرکتی زنان و مردان مقایسه کردند، نشان دادند که توان عضلانی تنها در گروه تمرین های پلايومتریک در آب افزایش یافت. علاوه بر این هیچ یک از گروه ها افزایش معنی داری را در پرش عمودی نشان ندادند (۲۲). از دلایل همخوانی نداشتن می توان به تفاوت گروه سنی آزمودنی ها، و شدت تمرین (شدت کم تا متوسط در ۴ هفته نخست) اشاره کرد.

پژوهش ها نشان داده اند که تمرین های پلايومتریک در خشکی سبب افزایش احتمال کوفتگی عضلانی می شود که این به دلیل ضربه وارده از زمین و انقباض شدید رخ می دهد (۱۷). در این پژوهش تاثیر تمرین های پلايومتریک در آب و خشکی بر کوفتگی عضلانی مقایسه شد و نشان داده شد که کوفتگی عضلانی در هر دو گروه تمرین های پلايومتریک در آب و خشکی از هفته نخست تا هفته هشتم کاهش می یابد. همچنین به نظر می رسد گروهی که تمرین های پلايومتریک را در خشکی انجام دادند، کوفتگی عضلانی بیشتری داشتند. شناوری در آب میزان بازتاب کشش و بارگیری اکستریک را کاهش می دهد، اما ویسکوزیته آب منجر به ایجاد مقاومت بیشتری منجر می شود (۱۹). بنابراین انجام دادن این تمرین ها در آب احتمالاً با کاهش احتمال آسیب و کوفتگی عضلانی همراه است.

راینسون و همکاران نیز به نتیجه مشابهی رسیدند. آنها به مقایسه تاثیر ۸ هفته تمرین های پلايومتریک در آب و خشکی بر پرش عمودی، قدرت عضلانی، سرعت و کوفتگی عضلانی در زنان سالم پرداختند و در پرش عمودی، قدرت عضلانی و سرعت هر دو گروه (بدون تفاوت معنی دار) پیشرفت چشمگیری را مشاهده کردند؛ اما کوفتگی عضلانی در گروه تمرین های پلايومتریک در آب به طور معنی داری کمتر از گروه تمرین های پلايومتریک در خشکی بود (۲۶). پژوهش های بسیاری نشان داده اند که تمرین های پلايومتریک در آب در مقایسه با تمرین های پلايومتریک در خشکی با آسیب کمتری همراه است که امکان دارد به دلیل

کاهش نیروی ضربه وارده و بارگیری اکستریک باشد (۲۷) برای مثال مارتل (۲۰۰۵)، رایبسون (۲۰۰۴)، نیز نشان دادند که تمرین های پلائیومتریک در آب مطمئن تر و با آسیب کمتری همراه است (۱۹ و ۲۶). میاما و نوساکا (۲۰۰۴) نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند. آنها تاثیر تمرین های پلائیومتریک را در سطوح مختلف بر آسیب و کوفتگی عضلانی بررسی کردند و نشان دادند که نیروی ایزومتریک حداکثر پس از ۱۰۰ پرش پی درپی در گروهی که این تمرین ها را روی سطح سفت انجام دادند، در مقایسه با گروهی که این تمرین ها را بر روی سطح شنی انجام دادند، کاهش یافت. کوفتگی عضلانی و غلظت کراتین کیناز نیز در گروهی که این تمرین ها را روی سطح شنی انجام دادند، کمتر بود (۲۳).

بدین ترتیب پژوهش حاضر نشان داد که تمرین های پلائیومتریک در آب و خشکی بر رکورد ۱۰۰ متر کرال سینه شناگران اثر داشت و کوفتگی عضلانی در گروهی که تمرین ها را در آب انجام دادند کمتر بود. بنابراین شناگران می توانند سرعت و توان انفجاری خود را با انجام دادن تمرین های توانی داخل و خارج آب افزایش دهند، اما به دلیل کاهش کوفتگی عضلانی، تمرین های پلائیومتریک در آب توصیه می شود.

منابع

۱. اکبری، اصغر؛ افشاری پور، رقیه؛ حسینی فر، محمد؛ غیائی، فاطمه. تاثیر تمرینات پلايومتریک و تقويتی بر قدرت عضله چهارسرانی دانشجویان دختر دانشگاه علوم پزشکی زاهدان. طبیب شرق ۱۳۸۵ (۳):۲۱۹-۲۲۵.
2. **Abass, A.O.** Correlational effects of plyometric training on leg muscle strength, endurance and power characteristics on Nigerian university undergraduates. *Int J of Afric Americ Stud.* 2005(IV42-52:).
3. **Adrian, M.J., Cooper, J.M.** Biomechanics of human movement. 2nd edition. Wm.C.Brown Communications Inc. USA 1995.
4. **Almedia, S.A; Williams, K.M; Shaffer, R.A; Brodine, S.K.** Epidemiological patterns of musuloskeletal injuries physical training. *Med & Sci Sports Exerc.* 1999(31): 1176-1182.
5. **Andrest, W.J., Eksten, F., Koceja, D.M.** Effects of plyometric and explosive resistance training on lower body power. *Med & Sci Sports Exerc.* 1994: 26_S31.
6. **Baechle, T.R., Earle, R.W.** Essentials of strength training and conditioning. 2nd edition. Champaign, IL: National Strength and Conditioning Association. 2000
7. **Bebi, J., Cresswell, A., Engel, T., Nicoi, S.** Increase in jumping height associated with maximal effort vertical depth jumps. *Res Q Exerc Sport.* 1987(58):11-15.
8. **Bobbert, M.** Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Med.* 1990 (9):7-22.
9. **Brown, M.E., Mayhew, J.L., Boleach, L.W.** Effects of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 1986(26):1-4.
10. **Chimera, N.J., Swanik, K.A., Swanik, C.B., Straub, S.J.** Effects of

plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *J Athle train.* 2004;39(1):24-31.

11. **Chu, D.A.** Jumping into plyometrics. Champaign, IL: Human Kinetics. 1998

12. **Crowder, V., Jolly, S.W., Collins, B., Johnson, J.** The effects of plyometric push-up on upper body power. *Track Techn.* 1990 (39):59-67.

13. **Hakkinen, K., Komi, P.V.** The effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscle during concentric and various stretch-shortening cycle exercise. *Scand J Sports Sci.* 1985(7): 65-76.

14. **Hewett, T.E., Lindinfeld, T.N., Riccobene, J.V., Noyes, F.R.** The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med.* 1999(27): 699-706.

15. **Hewett, T.E., Stroupe, A.L., Nance, T.A., Noyes, F.R.** Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med.* 1996(24):756-773.

16. **Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S., Wisloff, U.** Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping ability in soccer players. *Br J Sports Med* 2008(42):42-46.

17. **Jamurtas, A.Z., Fatouros, L.G., Buckenmeyer, P.** Effects of plyometric exercise on muscle soreness and plasma creatine kinase levels and its comparison with eccentric and concentric exercise. *J Strength Cond Res.* 2000(14):68-74.

18. **Luka, Band Serbia.** The effect of plyometric training model development on vertical jump of volleyball players. *Physci Educ Sports.* 2002; 1(9):11-25.

19. **Martel, G.F., Harmer, M.L., Logan, J.M., Parker, C.B.** Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Med & Sci Sports Exerc.* 2005:

20. **Miller, M.G., Cheatham, C.C., Porter, A.R., Ricard, M.D., Henniger, D., Berry, D.C.** Chest- and Waist-Deep aquatic plyometric training and average force, power, and vertical jump performance. *Int J Aqua Res Educ.* 2007(1):145-155

21. **Miller, G.M., Herniman, J.J., Ricard, M.D., Cheatham, C.C., Michael, T.J.** The effect of a 6-week plyometric training program on agility. *J Sports Sci & Med.* 2006 (5):459-465.

22. **Miller, M.G., Berry, D.C., Bullard, S., Gilders, R.** Comparisons of land based and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period. *J Sport Rehabil.* 2002(11):268-283.

23. **Miyama, M., Nosaka, K.** Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. *J Strength Cond Res.* 2004(18): 206-211.

24. **Potteiger, J.A., Lockwood, R.H., Haub, M.D., Dolezal, B.A., Alumzaini, K.S., Scheroeder, J.M., Zebas, C.J.** Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *J Strength Cond Res.* 1999 (13):275-279.

25. **Rimmer, E., Sleivert, G.** Effects of a plyometric intervention program on sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2000(14): 295-301

26. **Robinson, L.E., Devor, S.T., Merrick, M.A., Buckworth, J.** The effects of land vs. Aquatic plyometrics on power, torque, velocity and muscle soreness in women. *J Strength Cond Res.* 2004 (18): 84-91.

27. **Ruoti, R.G., Troup, J.T., Berger, R.A.** The effects of non-swimming water exercise on older adults. *J Orthop Spors Phys Ther.* 1994(19):140-145.

28. **Shiran, M.Y., Kordi, M.R., Ziaee, V., Ravasi, A.A., Mansournia, M.A.** The effect of aquatic and land plyometric training on physical performance and muscular enzymes in male wrestlers. *Res J Biol Sci.* 2008 (5):457-461

29. **Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J., Humphries, B.J.** The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med & Sci Sports Exerc.* 1993(25):1279-1286.

30. **Young, W.** The planning of resistance training for power sports. *National Strength and Cond Assoc J* 1991(13): 26 — 29.