

تأثیر تمرینات قدرت انفجاری بر روی توان بی‌هوازی، میزان لاکتات و رکورد شناهای سرعت ۵۰ و ۱۰۰ متر آزاد شناگران نوجوان

ابراهیم عزیزی، علیرضا علمیه

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، تعیین اثر ۸ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی توان بی‌هوازی، غلظت لاکتات خون و رکورد شنای ۵۰ و ۱۰۰ متر شناگران نوجوان بود. به این منظور، ۲۰ شناگر ۱۶-۱۸ سال بر اساس حد نصاب رکورد شنا وارد پژوهش شده و به صورت تصادفی در گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه تجربی علاوه بر تمرینات معمول شنا، ۳ جلسه در هفته به انجام تمرینات قدرت انفجاری پرداختند. تمرینات شامل ۶ حرکت بود که در ۲ ست ۱۰-۱۲ ثانیه‌ای انجام شد. شدت تمرین در ۴ هفته نخست، ۵۰٪ و در ۴ هفته دوم، ۶۰٪ از 1RM بود. غلظت لاکتات خون ۵ دقیقه پس از اولین (پیش از دوره) و آخرین (پس از پژوهش) رکوردگیری، اندازه‌گیری شد. همچنین، توان بی‌هوازی شناگران با استفاده از آزمون پرش سارجنت تعیین شد. توان بی‌هوازی گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل، پس از دوره پژوهش به شکل معنی‌داری بالاتر بود ($P=0/024$). رکورد شنای ۵۰ متر نسبت به گروه کنترل بهبود یافت ($P=0/006$)، اما از نظر رکورد شنای ۱۰۰ متر اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت ($P=0/308$). در ارتباط با غلظت لاکتات خون پس از رکوردهای شنا، اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد ($P=0/085$ و $P=0/578$ ، به ترتیب برای شنای ۵۰ و ۱۰۰ متر). نتایج این پژوهش نشان داد که انجام تمرینات قدرت انفجاری در کنار تمرینات معمول شنا، در صورتی که با شدت و حجم مناسب انجام شود می‌تواند اثرات مطلوبی بر توان بی‌هوازی و رکورد شنای ۵۰ متر شناگران نوجوان داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: قدرت انفجاری، توان بی‌هوازی، شناگر، لاکتات

مقدمه

دامنه و گستره علم ورزش در جهان امروز با تحقیقات و بررسی‌های متعددی که انجام پذیرفته و یا در حال انجام است، به‌طور غیر قابل وصفی رو به گسترش است. هر چه این دایره وسعت می‌یابد مسائلی مطرح می‌شود که لازمه آن پژوهش‌های بیشتر است. در همین راستا، کارشناسان و مربیان همواره به دنبال این بوده‌اند که امتیازها و عملکرد ورزشی در ورزشکاران خود را با به کارگیری روش‌های تمرینی مختلف توسعه دهند. از این‌رو، محققان و مربیان علوم ورزشی همواره فکر و نیروی خود را صرف کشف و به کارگیری روش‌های متنوع تمرینی جهت ارتقاء سطح کیفی آمادگی جسمانی و عملکرد تیم‌های ورزشی و همچنین، ورزشکاران خود کرده‌اند. نمونه‌ای از این روش‌های تمرینی، تمرینات قدرت انفجاری بوده که در جریان آماده‌سازی ورزشکاران سطح بالا و نخبه مورد استفاده قرار گرفته است (طباطبایی، ۱۳۷۱).

توانایی تولید برون ده توان بالا، اغلب یکی از عوامل تعیین‌کننده موفقیت ورزشکار در رشته‌های ورزشی مختلف است (هاف^۱ و همکاران، ۲۰۰۱). در حقیقت، اعتقاد بر این است که توانایی ورزشکار در تولید توان، جزء مهم‌ترین مؤلفه‌های عملکرد ورزشی، به‌ویژه در رشته‌های سرعتی می‌باشد (مک‌برید^۲ و همکاران، ۱۹۹۹). رکوردهای بالایی از گسترش نیرو در توان ورزشکاران مرد پیشنهاد شده است که از تمرینات قدرت انفجاری با بارهای مختلف در برنامه تمرینی خود استفاده کرده بودند. نشان داده شده که این تمرینات تمایل دارند تا توانایی ورزشکار در تولید مقادیر بالای نیرو را گسترش دهند (هاکینن^۳ و همکاران، ۱۹۹۰؛ هاف و همکاران، ۱۹۹۷)؛ درحالی‌که تمرینات با سرعت کم تمایل دارند تا به این توانایی آسیب برسانند. تحقیقات انجام شده در زمینه تمرینات قدرت انفجاری حاکی از آن است که این نوع از تمرینات مقاومتی می‌تواند به بهبود اجرا در ورزشکاران منجر شود. در یک مطالعه گزارش شد که انجام ۹ هفته تمرین مقاومتی انفجاری برای بالاتنه، زمان رسیدن به واماندگی را در اسکی استقامت شبیه سازی شده افزایش می‌دهد (هوف^۴ و همکاران، ۱۹۹۹) که این افزایش در دامنه ۵-۲٪ بود. همچنین، یک بهبود ۵ درصدی در زمان دویدن ۵ کیلومتر دوندگان استقامت به دنبال یک دوره تمرینات اختصاصی قدرت انفجاری گزارش شده است (پاوولینن^۵ و همکاران، ۱۹۹۱).

در رشته شنای سرعت، عوامل متعددی چون انعطاف‌پذیری، قدرت و سرعت مورد توجه می‌باشند. همچنین، بیان شده که تقویت توان بی‌هوازی یا انفجاری باعث افزایش ظرفیت و کارایی سیستم فسفاژن می‌شود (دیوید ال و همکاران، ۱۳۷۵) و چون شناگر سرعت باید رکورد خود را بهبود دهد، لذا ضروری به نظر می‌رسد که بدانیم آیا انجام تمرینات قدرت انفجاری باعث افزایش کارایی سیستم فسفاژن و تقویت توان بی‌هوازی و بالاخره، بهبود رکورد شنا می‌شود. با توجه به رکوردهای ثبت شده برای شنای آزاد ۵۰ و ۱۰۰ متر مردان، سیستم بی‌هوازی و به‌ویژه گلیکولیز در تولید انرژی مورد نیاز فعالیت از اهمیت بالایی برخوردار است. غلظت‌های بالایی از لاکتات در خون و عضله شناگران نخبه سرعت، به دنبال شنای سرعتی مانند شنای ۱۰۰ متر آزاد مشاهده شده است (سایوکا^۶ و همکاران، ۱۹۷۹).

در عصر حاضر شاهد انجام تحقیقات متنوعی در حوزه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی در سراسر جهان هستیم. برخی از این تحقیقات به بررسی تأثیر برنامه‌های تمرینی مختلف بر قابلیت‌های انسان اختصاص یافته است. هدف از انجام چنین مطالعاتی آن است که روشن شود یک برنامه تمرینی ویژه، کدام یک از قابلیت‌های ورزشکار را افزایش یا کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر،

¹ Haff

² McBride

³ Häkkinen

⁴ Hoff

⁵ Paavolainen

⁶ Sawka

اگر بر یک قابلیت تأثیر معینی دارد؛ آیا بر دیگری نیز همان تأثیر را خواهد داشت یا اینکه اثرش متفاوت است. نتایج حاصل از این پژوهش‌ها موجب بهبود عملکرد ورزشکاران می‌شود و روز به روز رکوردهای رشته‌های مختلف ورزشی را ترقی می‌دهد و بر دانش بشر در این زمینه می‌افزاید. دستیابی و بهره‌گیری از تمرینات نوین، به‌ویژه در حیطه آمادگی جسمانی ورزشکاران شاید یکی از مهم‌ترین دستاوردهایی باشد که در چند دهه اخیر، پیشرفت چشمگیر ورزشکاران را در عرصه ورزش قهرمانی به همراه داشته است (بومپا، ۱۳۸۲). تمرینات ورزشی اصولاً موجب بهبود توانایی حرکتی انسان می‌شوند، اما اگر بخواهیم این توانایی به بالاترین حد خود برسد و نیز مستمر باشد چه باید کرد؟

در این مورد اهمیت علم تمرین و تمرین‌های اصولی که متناسب با نیازهای حرکتی و فیزیولوژیک ورزش مورد نظر است، اصل مهمی بشمار می‌آید. در بین روش‌های تمرینی نوین، تمرین‌ها در حیطه آمادگی عضلانی همیشه بیش از بقیه مورد توجه قرار گرفته و این یقیناً به دلیل اهمیت نقشی است که دستگاه عضلانی در مقایسه با دیگر دستگاه‌های بدن، در عملکرد ورزشی بر عهده دارد (۶). انجام تمرینات با سرعت بالا، یکی از مشخصه‌های بارز تمرینات قدرت انفجاری است و این در حالی است که مطالعات نشان می‌دهد انجام تمرینات مقاومتی در سرعت‌های بالا نسبت به انجام تمرینات مشابه در سرعت‌های پایین، می‌تواند موجب بهبود ظرفیت عملکردی و عملکرد عضلانی، حتی در افراد مسن شود (پیازا^۷ و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین، در پژوهشی که در سال ۲۰۱۵ به انجام رسید، فرناندز^۸ و همکاران نشان دادند که انجام هشت هفته تمرینات قدرت انفجاری در ترکیب با تمرینات سرعتی می‌تواند موجب بهبود عملکردهای جسمانی تنیس‌بازان نوجوان شود (فرناندز و همکاران، ۲۰۱۵). اما در خصوص تأثیر تمرینات قدرت انفجاری بر عملکرد شنای سرعت در شناگران، اطلاعات کافی در دسترس نیست.

سریع‌ترین شناگر کسی است که بتواند بالاترین برون‌ده توانی را برای غلبه بر یک مقاومت یا کشش آب، به روشی کارآمد و ماهرانه در زمان یا مسافت مسابقه حفظ کند. رکوردهای ثبت شده شناگران سرعت در دهه اخیر، نسبت به شناگران سال‌های پیشین بهتر است. بررسی رکوردهای کسب شده در مسابقات رسمی نشان می‌دهد که شناگران امروزی نسبت به هم‌تایان خود در دهه‌های گذشته، از سرعت بالاتری برخوردارند (اندرسون^۹، ۲۰۰۶). البته رسیدن به چنین حدی از آمادگی، گذشته از ویژگی‌های وراثتی نیازمند اجرای تمرینات اصولی است که از طریق آن بتوانند به حداکثر آمادگی و توانایی دست یابند. تغییرات فیزیولوژیکی حاصل از چنین برنامه‌های تمرینی، مجموعاً به یک سازگاری مطلوب فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متناسب با وضعیت جدید ورزشکار منجر می‌شوند. این سازگاری‌ها می‌توانند کیفیت اجرا و رکورد شناگران را ارتقاء دهند (هاف و همکاران، ۲۰۰۱). در پژوهش رمضان‌پور و سایرین (۱۳۹۴)، تأثیر ۶ هفته تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی، به‌عنوان نوعی از تمرینات مقاومتی عملکردی، بر توان بی‌هوازی ناچیان غریق بررسی شد. نتایج نشان داد که تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی موجب بهبود معنی‌دار رکورد شنای کرال سینه سربالا، طول شیرجه و توان حداقل، متوسط و حداکثر در آزمون RAST می‌شود. بنابراین، بررسی اثرات تمرینات قدرتی عملکردی روی عملکرد شناگران می‌تواند فواید احتمالی ناشی از این قبیل تمرینات را آشکار نماید. نمونه‌ای از این برنامه‌های تمرینی، تمرینات قدرت انفجاری است که در ورزش‌هایی که به قدرت و سرعت نیاز دارند، به‌عنوان یکی از روش‌های تمرینی علمی در اکثر کشورهای جهان به منظور توسعه توان انفجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از آنجائی که تجمع لاکتات در سلول‌های عضلانی به‌عنوان یکی از فرآورده‌های گلیکولیز می‌تواند اثرات بازدارنده‌ای بر آنزیم‌های گلیکولیتیک داشته باشد، این سؤال مطرح می‌شود که تمرینات قدرت انفجاری به‌عنوان نوعی از تمرین که می‌تواند بر

⁷ Piazza⁸ Fernandez⁹ Anderson

توان بی‌هوازی ورزشکاران اثرات مثبتی داشته باشد، چه تأثیری بر لاکتات خون شناگران سرعتی خواهد داشت؟ بنابراین، محقق بر آن شد تا تأثیر یک دوره تمرینات منتخب قدرت انفجاری را در کنار تمرینات معمول شنا بر تغییرات توان بی‌هوازی، میزان لاکتات و رکوردهای شنای آزاد سرعت ۵۰ و ۱۰۰ متر شناگران جوان مورد بررسی قرار دهد. با توجه به اینکه در ایران، اطلاعات علمی و عملی موجود در رشته شنا ناکافی به نظر می‌رسد، لذا این تحقیق با هدف طراحی برنامه تمرینی قدرت انفجاری جهت افزایش توان انفجاری و بهبود رکورد شنای سرعت در شناگران جوان انجام گرفت. به‌علاوه، نتایج مطالعات پیشین و اطلاعات حاصل از این پژوهش می‌تواند از یک سو برای مربیان مفید باشد و از سوی دیگر باعث شود تا شناگران با آگاهی از توانایی‌ها و ظرفیت‌های عملکردی خویش بازخوردهای لازم را برای بهبود کار آیی خود دریافت نموده و انگیزه لازم را برای تداوم تمرینات تا کسب موفقیت نهایی به دست آورند.

روش‌شناسی پژوهش

طرح پژوهش:

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی بود. اندازه‌گیری‌های مربوط به پژوهش و همچنین، تمرینات قدرت انفجاری و شنای آزمودنی‌ها، در مجموعه فرهنگی ورزشی ملوان جوان نیروی دریایی شهرستان رشت به انجام رسید.

جامعه و نمونه آماری پژوهش:

جامعه آماری پژوهش حاضر، ۷۰ شناگر نوجوان شرکت‌کننده در مسابقات شنای رده‌های سنی قهرمانی کشور در سال ۱۳۹۴ بودند. نمونه آماری پژوهش حاضر، ۲۰ شناگر نوجوان و سالم بودند که به‌صورت نمونه در دسترس، بر اساس معیارهای پژوهش از قبیل دامنه سنی ۱۶ تا ۱۸ سال، حداقل ۸ سال سابقه شرکت در رقابت‌های شنا، کسب حد نصاب شنای سرعت (کمتر از ۳۲ ثانیه برای شنای ۵۰ متر و کمتر از ۶۵ ثانیه برای شنای ۱۰۰ متر)، سوابق پزشکی و ورزشی و نداشتن مصدومیت یا بیماری، از بین شناگرانی که برای شرکت در پژوهش اعلام آمادگی کرده بودند (۷۰ نفر)، انتخاب شدند. هیچ‌کدام از آزمودنی‌های مورد مطالعه، سابقه هیچ نوع بیماری و عارضه قلبی عروقی را در خود و خانواده خود نداشتند. همه شناگران و خانواده آن‌ها از خطرات و فواید شرکت در پژوهش آگاه شدند و اطلاعات لازم در خصوص نحوه اجرا و نکاتی که می‌بایست برای شرکت در این پژوهش رعایت شود، به صورت کتبی و شفاهی در اختیار آنان قرار گرفت. در نهایت، فرم رضایت‌نامه مربوط به استفاده از آزمودنی انسانی، توسط خانواده و خود شناگران تکمیل شد. پس از طی این مراحل، آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: گروه کنترل که تمرینات معمول شنای خود را دنبال کردند و گروه تجربی که علاوه بر تمرینات معمول شنا، تمرینات قدرت انفجاری را نیز انجام دادند.

نحوه گردآوری اطلاعات

اندازه‌گیری 1RM شناگران:

یک تکرار بیشینه حداکثر وزنه‌ای است که می‌تواند در یک تکرار کامل از اجرای هر گونه تمرین با وزنه جابه‌جا شود. به منظور اندازه‌گیری حداکثر قدرت عضلانی، آزمودنی‌ها هر حرکت را با مقدار وزنه تخمینی اجرا می‌کردند و چنانچه تعداد تکرارها در آن حرکت از ۸ تکرار بیشتر می‌شد، مقدار وزنه برای ست بعدی (با فاصله استراحتی ۵ دقیقه) افزایش می‌یافت. این روند تا

جائی که تعداد تکرارها کمتر و یا مساوی با ۸ شود، ادامه پیدا کرد. سپس با استفاده از معادله زیر، حداکثر قدرت عضلانی آزمودنی‌ها در هر حرکت محاسبه گردید (بریزسکی^{۱۰}، ۱۹۹۵).

$$((0.278 \times \text{تعداد تکرار تا خستگی}) - 1.0278) / \text{وزنه جابه‌جا شده (کیلوگرم)} = (1RM) \text{ یک تکرار بیشینه}$$

اندازه‌گیری لاکتات خون:

پس از ضدعفونی کردن محل خون‌گیری روی نوک انگشت اشاره دست راست شناگران به‌وسیله پنبه آغشته به الکل، نمونه‌های خون مویرگی با استفاده از سوزن مخصوص به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری غلظت لاکتات خون از دستگاه لاکتومتر Scout-Sens ساخت کشور آلمان استفاده شد. دستگاه کیت مخصوصی دارد که پس از قرار گرفتن خون روی آن، مقدار لاکتات تجمع یافته را تجزیه و تحلیل کرده و عدد آنرا روی صفحه نمایشگر نشان می‌دهد.

اندازه‌گیری توان بی‌هوازی:

به منظور اندازه‌گیری توان بی‌هوازی شناگران، از آزمون پرش سارجنت استفاده شد. آزمودنی‌ها به پهلو در کنار دیواری که یک متر نواری روی آن تعبیه شده بود قرار می‌گرفتند و دست برتر خود را تا جای ممکن بالا می‌آوردند که این میزان ثبت می‌شد. سپس، آزمودنی پرشی را با حداکثر توان خود انجام می‌داد و نوک انگشتان خود را به بالاترین نقطه ممکن روی متر می‌رساند که تفاضل این دو مقدار به سانتی‌متر، به عنوان رکورد هر فرد در نظر گرفته می‌شد.

اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها:

آزمودنی‌ها بدون کفش به طوری که پاشنه‌ها، باسن، کتف و پشت سرشان در یک راستا قرار بگیرد، می‌ایستادند. وزن بدن به طور مساوی روی دو پا تقسیم شده، دید چشم‌ها موازی سطح افق بود، سپس در این حالت قد آزمودنی‌ها برحسب سانتیمتر اندازه‌گیری و ثبت شد. قد آزمودنی‌ها با استفاده از متر نواری با دقت ۰/۱ سانتیمتر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها: آزمودنی‌ها با بر تن داشتن حداقل لباس برای چند ثانیه و بدون حرکت روی ترازوی Beurer مدل PS05 ساخت کشور آلمان ایستاده و وزن آن‌ها با دقت ۰/۱ کیلوگرم ثبت شد.

درصد چربی آزمودنی‌ها:

درصد چربی زیر پوستی با استفاده از کالپر Lafayette مدل 01127A ساخت کشور آمریکا و روش ۳ نقطه‌ای جکسون و پولاک^{۱۱} (۴۴) در نواحی سینه، شکم و ران در سمت راست بدن اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۵۹):

$$(0.2574 \times \text{سن}) - (0.00016 \times \text{مجدور مجموع ضخامت‌ها}) - (0.0008267 \times \text{مجموع ضخامت ۳ نقطه})$$

$$\text{چگالی بدن} = 1.093800$$

$$450 - (\text{چگالی بدن} / 495) = \text{درصد چربی بدن}$$

¹⁰ Brzycki

¹¹ Jackson & Pollock

روش انجام پژوهش:

پس از انتخاب آزمودنی‌های دارای شرایط موردنظر، برای کاهش استرس، آزمودنی‌ها با ابزارهای اندازه‌گیری و مراحل اجرای آزمون آشنا شدند. ساعت اجرای آزمون برای همه آزمودنی‌ها در هر نوبت یکسان بود و در فاصله زمانی ساعت ۱۷-۱۸ انجام شد، تا از تأثیر زمان اجرای آزمون بر متغیرهای پژوهش جلوگیری به عمل آید. قد، وزن و درصد چربی بدن شناگران قبل از شروع دوره تمرینی و طی یک جلسه مجزا اندازه‌گیری و ثبت شد. در ادامه همان جلسه، توان بی‌هوازی (با استفاده از پرس سارجنت) و مقدار یک تکرار بیشینه (1RM) شناگران در حرکات تمرین قدرت انفجاری (۶ حرکت) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نخستین و آخرین رکوردگیری شنای سرعت، به ترتیب، ۲۴ ساعت قبل و بعد از دوره تمرینی و به صورت انفرادی از هر کدام از شناگران انجام شد. بین رکوردگیری شنای ۵۰ و ۱۰۰ متر، حداقل ۳۰ دقیقه استراحت برای هر شناگر در نظر گرفته شد (عرب، ۱۳۷۳). نمونه‌گیری خون مویرگی، ۵ دقیقه (عرب، ۱۳۷۳) پس از نخستین (پیش از شروع دوره تمرینی) و آخرین رکوردگیری (پس از شروع دوره تمرینی) به منظور بررسی تغییرات لاکتات خون شناگران انجام گرفت.

تمرین قدرت انفجاری:

دوره تمرینی شامل ۶ هفته تمرین مقاومتی با دستگاه‌های مقاومتی و وزنه آزاد بود که ۳ جلسه در هفته انجام شد. حرکات مقاومتی به صورت ۴ حرکت برای عضلات بالاتنه و ۲ حرکت برای عضلات پایین‌تنه در نظر گرفته شد که عبارت بودند از: زیر بغل با سیم‌کش، پرس سینه، نشر از جانب نشسته با دمبل، سیم‌کش دست جمع ایستاده، اسکات با هالتر و جلو ران که در دو ست با تکرار ۱۰-۱۲ ثانیه‌ای انجام شد. شدت انجام تمرینات در ۴ هفته اول با ۵۰ درصد از 1RM و در ۴ هفته دوم با ۶۰ درصد از 1RM انجام شد (فلک و کرائمر^{۱۲}، ۲۰۱۴).

جدول ۱- برنامه تمرین مقاومتی

هفته	شدت	تواتر
اول	۵۰ درصد از یک تکرار بیشینه	۲ ست ۱۰ ثانیه‌ای
دوم	۵۰ درصد از یک تکرار بیشینه	۲ ست ۱۰ ثانیه‌ای
سوم	۵۰ درصد از یک تکرار بیشینه	۲ ست ۱۰ ثانیه‌ای
چهارم	۵۰ درصد از یک تکرار بیشینه	۲ ست ۱۰ ثانیه‌ای
پنجم	۶۰ درصد از یک تکرار بیشینه	۲ ست ۱۲ ثانیه‌ای
ششم	۶۰ درصد از یک تکرار بیشینه	۲ ست ۱۲ ثانیه‌ای
هفتم	۶۰ درصد از یک تکرار بیشینه	۲ ست ۱۲ ثانیه‌ای
هشتم	۶۰ درصد از یک تکرار بیشینه	۲ ست ۱۲ ثانیه‌ای

روش اجرای حرکات تمرین قدرت انفجاری به این صورت بود که آزمودنی‌ها، بخشی از حرکت را که در خلاف جهت نیروی جاذبه بود با حداکثر سرعت انجام می‌دادند، اما سرعت انجام بخش دوم حرکات پایین‌تر بود. لازم به ذکر است که جلسه تمرینات معمول شنا و تمرینات قدرت انفجاری شناگران در روزهای مجزا انجام شد.

¹² Fleck and Kraemer

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات:

توزیع طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف-اسمیرنف (K-S) تعیین شد. به منظور مقایسه نتایج در قبل و بعد از دوره تمرینی در هر کدام از گروه‌ها، از آزمون t وابسته استفاده شد. همچنین، برای مقایسه نتایج گروه‌ها با یکدیگر، از آزمون t مستقل استفاده گردید. نتایج پژوهش در سطح $P < 0.05$ بررسی و از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) جهت تجزیه تحلیل داده‌ها و از نرم‌افزار Excel برای رسم نمودارها و جداول استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول (۲) ویژگی‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها، همچنین میانگین و انحراف استاندارد میزان لاکتات خون، رکورد شنا در دو ماده ۵۰ و ۱۰۰ متر و همچنین پرش عمودی ارائه شده است.

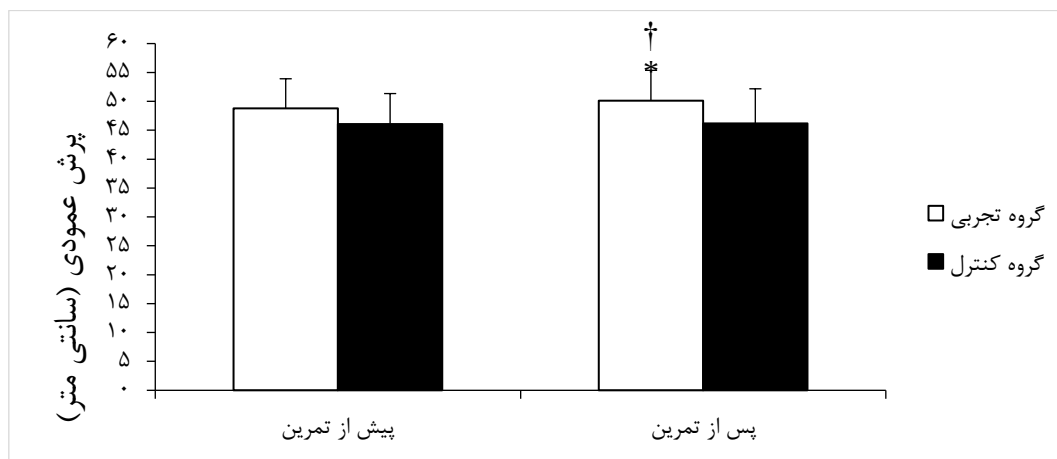
جدول ۲- ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

متغیر		میانگین ± انحراف معیار	
		گروه تجربی (n=۱۰)	گروه کنترل (n=۱۰)
سن (سال)		۱۷ ± ۰/۸۱	۱۶/۸ ± ۰/۷۸
وزن (کیلوگرم)		۶۷/۲ ± ۵/۸	۶۹/۹ ± ۶/۰۸
قد (سانتی‌متر)		۱۷۴/۸ ± ۵/۲۲	۱۷۷/۳ ± ۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)		۲۱/۹۸ ± ۱/۵۳	۲۲/۲ ± ۱/۳
چربی بدن (درصد)		۱۲/۱۳ ± ۱/۹۸	۱۲/۹ ± ۱/۳۸
پرش عمودی (سانتی‌متر)	پیش از فعالیت	۴۸/۸ ± ۵/۱۱	۵۰/۷ ± ۵/۲۵
	پس از فعالیت	۴۹/۹ ± ۵/۲۷	۵۰/۸ ± ۵/۹۷
میزان لاکتات خون آزمودنی‌ها			
شنای ۵۰ متر (میلی مول بر لیتر)	پیش از تمرین	۵/۵۷ ± ۱/۲۷	پس از تمرین
	پس از تمرین	۵/۳۷ ± ۱/۱	پیش از تمرین
شنای ۱۰۰ متر (میلی مول بر لیتر)	پیش از تمرین	۷/۱۱ ± ۲/۳۱	پس از تمرین
	پس از تمرین	۶/۹۲ ± ۲/۲	پیش از تمرین
رکورد شنای آزمودنی‌ها			
شنای ۵۰ متر (ثانیه)	پیش از تمرین	۳۰/۶۸ ± ۰/۷۴	پس از تمرین
	پس از تمرین	۳۰/۵۱ ± ۰/۶۷	پیش از تمرین
شنای ۱۰۰ متر (ثانیه)	پیش از تمرین	۶۲/۲۴ ± ۱/۱۶	پس از تمرین
	پس از تمرین	۶۲/۰۸ ± ۰/۹۳	پیش از تمرین
		۶۲/۰۲ ± ۱/۰۵	پس از تمرین
		۶۲ ± ۰/۹۹	پیش از تمرین

از آزمون کلموگراف-اسمیرنف به منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. براساس این آزمون، نشان داده شد که داده‌های به دست آمده دارای توزیع طبیعی می‌باشند و امکان استفاده از آزمون‌های پارامتریک به منظور آزمودن فرضیه‌ها وجود دارد.

فرضیه اول (H0):

۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی توان بی‌هوازی شناگران جوان تأثیر معنی‌داری ندارد. برای فرضیه اول در مقایسه درون گروهی از آزمون t همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آزمون t مستقل استفاده گردید؛ که نتایج آن در نمودار (۱) قابل مشاهده است.



نمودار ۱- مقایسه بین گروهی و درون گروهی شاخص پرش عمودی پیش و پس از تمرین

() تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل.

(†) تفاوت معنی‌دار با پیش از تمرین.

با توجه به نتایج ارائه‌شده در نمودار (۱) مقدار t برای شاخص پرش عمودی در گروه تجربی در سطح $P \leq 0.05$ معنی‌دار می‌باشد، اما در گروه کنترل معنی‌دار نیست و اختلاف بین گروه تجربی و کنترل معنی‌دار نیست؛ بنابراین فرض صفر پژوهش مبنی بر عدم تأثیر ۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی توان بی‌هوازی شناگران جوان تأیید می‌شود.

فرضیه دوم (H0):

۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی رکورد شنای سرعت ۵۰ متر آزاد شناگران جوان تأثیر معنی‌داری ندارد. برای فرضیه دوم نتایج آن در نمودار (۲) قابل مشاهده است.



نمودار ۲- مقایسه بین گروهی و درون گروهی شاخص شنای ۵۰ متر آزاد پیش و پس از تمرین.

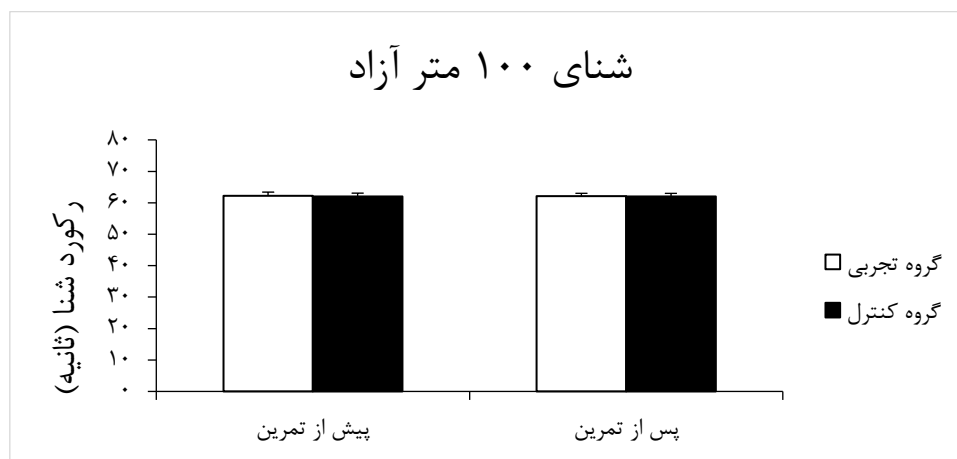
() تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل.

(†) تفاوت معنی‌دار با پیش از تمرین.

با توجه به نتایج ارائه شده در نمودار (۲) مقدار t برای شاخص رکورد شنای ۵۰ متر آزاد در گروه تجربی در سطح $P \leq 0.05$ معنی‌دار می‌باشد، اما در گروه کنترل معنی‌دار نیست. همچنین مشاهده می‌شود که اختلاف بین گروه تجربی و کنترل از نظر آماری معنی‌دار است، بنابراین فرض صفر پژوهش مبنی بر عدم تأثیر ۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی رکورد شنای سرعت ۵۰ متر آزاد رد می‌شود.

فرضیه سوم (H_0):

۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی رکورد شنای سرعت ۱۰۰ متر آزاد شناگران جوان تأثیر معنی‌داری ندارد. برای فرضیه سوم نتایج آن در نمودار (۳) قابل مشاهده است.



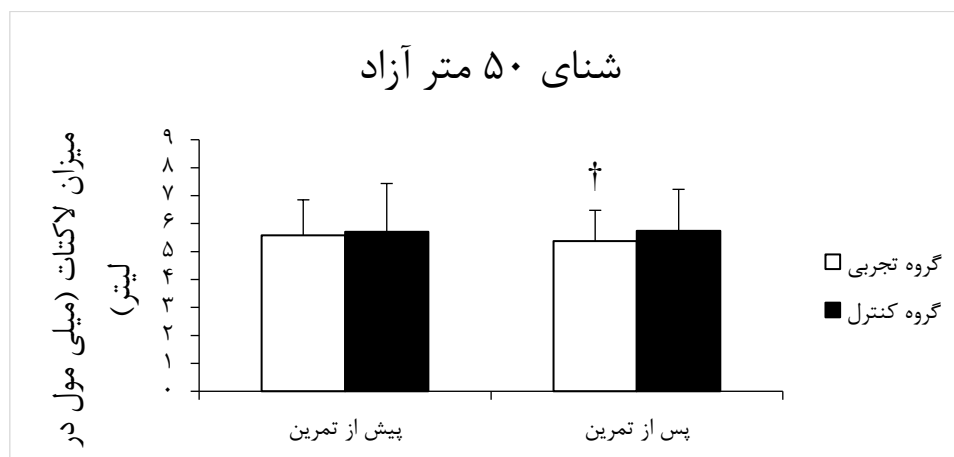
نمودار ۳- مقایسه بین گروهی و درون گروهی شاخص شنای ۱۰۰ متر آزاد پیش و پس از تمرین.

با توجه به نتایج ارائه شده در نمودار (۳) مقدار t برای شاخص پرش عمودی در هر دو گروه تجربی و کنترل در سطح $P \leq 0.05$ معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین، اختلاف بین گروه تجربی و کنترل از نظر آماری معنی‌دار نیست، بنابراین فرض صفر پژوهش مبنی بر عدم تأثیر ۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی رکورد شنای سرعت ۱۰۰ متر آزاد شناگران جوان تأیید می‌شود.

فرضیه چهارم (H_0):

۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی میزان لاکتات شناگران جوان تأثیر معنی‌داری ندارد.

زیر فرض اول: ۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی میزان لاکتات شناگران جوان شنای ۵۰ متر آزاد تأثیر معنی‌داری ندارد. برای زیر فرض اول فرضیه چهارم نتایج آن در نمودار (۴) قابل مشاهده است.



نمودار ۴- مقایسه بین گروهی و درون گروهی شاخص میزان لاکتات خون شناگران شنای ۵۰ متر پیش و پس از تمرین.

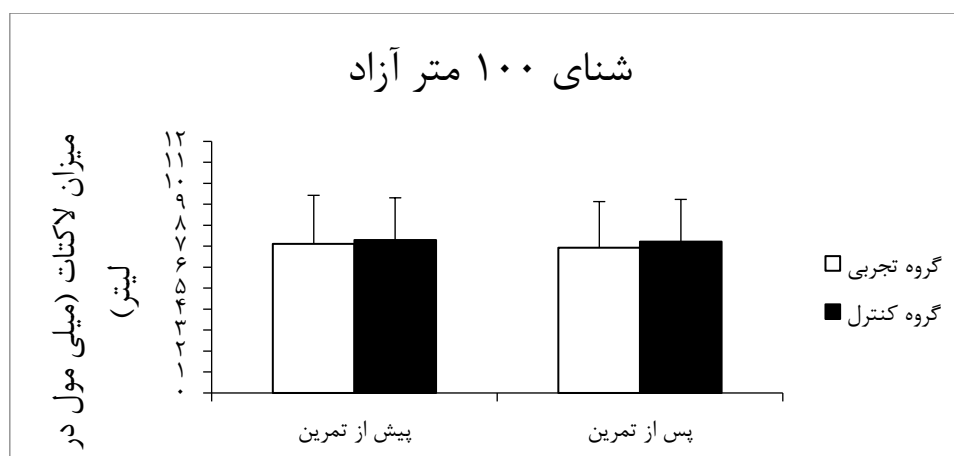
() تفاوت معنی دار با گروه کنترل.

(*) تفاوت معنی دار با پیش از تمرین.

با توجه به نتایج ارائه شده در نمودار (۴) مقدار t برای شاخص میزان لاکتات در گروه تجربی در سطح $P \leq 0.05$ معنی دار می باشد اما در گروه کنترل معنی دار نیست. همچنین اختلاف بین گروه تجربی و کنترل از نظر آماری معنی دار نیست.

زیر فرض دوم:

۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری روی میزان لاکتات شناگران جوان شنای ۱۰۰ متر آزاد تأثیر معنی داری ندارد. برای زیر فرض دوم فرضیه چهارم در نتایج آن در نمودار (۵) قابل مشاهده است.



نمودار ۵- مقایسه بین گروهی و درون گروهی شاخص میزان لاکتات خون شناگران شنای ۱۰۰ متر پیش و پس از تمرین.

با توجه به نتایج ارائه شده در نمودار (۵) مقدار t برای شاخص میزان لاکتات در هر دو گروه تجربی و کنترل در سطح $P \leq 0.05$ معنی دار نمی باشد. همچنین اختلاف بین گروه تجربی و کنترل از نظر آماری معنی دار نیست، بنابراین با توجه به نتایج ارائه شده فرض صفر پژوهش مبنی بر عدم تأثیر ۶ هفته تمرین قدرت انفجاری روی میزان لاکتات شناگران جوان تأیید می شود.

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه شاهد انجام تحقیقات متنوعی در رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی در سراسر جهان هستیم. برخی از این تحقیقات به بررسی تأثیر برنامه‌های تمرینی مختلف بر قابلیت‌های آدمی اختصاص یافته است. هدف از انجام چنین تحقیقاتی آن است که روشن شود یک برنامه تمرینی ویژه کدام یک از قابلیت‌های ورزشکار را افزایش یا کاهش می‌دهد، به عبارت دیگر، اگر بر یک قابلیت تأثیر معینی دارد، آیا بر دیگری نیز همان تأثیر را دارد یا اثرش متفاوت است. نتایج حاصل از این پژوهش‌ها موجب بهبود عملکرد ورزشکاران می‌شود و روزبه‌روز رکوردهای رشته‌های مختلف ورزشی را ترقی می‌دهد و بر دانش بشر در این زمینه می‌افزاید. امروز ورزش شنا رشته‌ای تخصصی است که اصول علمی بر تمامی ابعاد آن حاکم شده است. دیگر بر همگان روشن است که رسیدن به قهرمانی نتیجه یک تلاش گسترده علمی و فنی است که به صورت توانایی‌های فوق‌العاده بروز می‌کند. دیدگاه علمی به ورزش شنا موجب شده است که یکی از ارکان آن یعنی علم تمرین مورد توجه و بررسی‌های علمی فراوان قرار گیرد و هم‌اکنون متخصصان علم تمرین در رهبری تیم‌ها و قهرمانان جهان از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند.

بارها مشاهده شده است که اکثر مربیان شنا برای افزایش قدرت و نیروی انفجاری نوآموزان خود متوسل به روش‌های آمادگی جسمانی مختلفی می‌شوند که در بیشتر آن‌ها نیروی شناگر را هدر می‌دهند و بخش کمی از آن را در جهت نیروی انفجاری و قدرت سوق می‌دهند. استدلال‌های اولیه در مورد تمرین‌های پلايومتریک و قدرت انفجاری توسط یوری وروشانسکی^{۱۳}، مربی روسی که این‌گونه تمرین‌ها را با ورزشکاران رشته پرش انجام می‌داد توضیح داده شد. وی در سال ۱۹۶۷ به منظور افزایش توانایی عکس‌العمل ورزشکارانش، تمرین‌های پرش عمقی و روش ضربه‌ای را به عنوان فن‌های پلايومتریک آزمایش کرد. یک جنبه مهم از تصورات وروشانسکی نسبت به تمرین‌های پلايومتریک این است که این تمرینات صرفاً به بافت عضلانی کمک نمی‌کند بلکه به توسعه کل سیستم عصبی-عضلانی می‌انجامد (رادکلیف^{۱۴} و همکاران، ۱۹۹۵).

اساس فرآیندهای حرکتی ارادی و غیرارادی درگیر در تمرین‌های قدرت انفجاری اصطلاحاً «بازتاب کششی» نامیده می‌شود و گاهی تحت عنوان بازتاب دوک عضلانی یا بازتاب کششی نیز خوانده می‌شود. این دستگاه دوکی و بازتاب کششی هر دو از عناصر مهم سیستم عصبی‌اند که کنترل همه‌جانبه حرکت‌های بدن را به عهده دارند. تمرین‌های قدرت انفجاری به منظور ایجاد تغییرات در سیستم عصبی-عضلانی و بالابردن توانایی گروه‌های عضلانی در پاسخ سریع‌تر و نیرومندتر به تغییرات سریع ولی خفیف طول عضلات اندیشیده و طراحی شده‌اند. به ظاهر یکی از وجوه مهم تمرینات قدرت انفجاری آمادگی سیستم عصبی-عضلانی برای اجازه دادن به تغییر جهت‌های سریع و پر قدرت عضلات است (رادکلیف و همکاران، ۱۹۹۵).

همان‌طور که در فصل دوم ملاحظه گردید، تحقیقات زیادی در زمینه تأثیر تمرینات پلايومتریک به تنهایی و یا در مقایسه با تمرینات دیگر روی عملکرد ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی صورت گرفته است که اکثر قریب به اتفاق آن‌ها نتایج مثبتی را از تأثیر این تمرینات روی عملکرد ورزشکاران گزارش کرده‌اند اما در زمینه تمرینات قدرت انفجاری پژوهش‌های کمتری انجام شده است. با توجه به اینکه ماهیت تمرینات قدرت انفجاری افزایش توان انفجاری است؛ می‌توان انتظار داشت که اگر این تمرینات با توجه به اصول و شرایط پیشنهادی از سوی محققین اجرا شود به‌طور حتم تأثیر مثبتی روی عملکرد ورزشکاران رشته‌های توانی خواهد داشت. شنا نیز از جمله ورزش‌هایی است که توان در برخی از حرکات آن از جمله استارت، سالتو، ضربات پرتوان دست و پا در شنای سرعت و پای قورباغه نقش بسزایی دارد. لذا می‌توان پیش‌بینی کرد که اجرای این تمرینات روی عملکرد شناگران نیز تأثیر مثبت خواهد داشت که در این زمینه تحقیقاتی صورت گرفته و نتایج مثبت گزارش شده است

¹³ Verochansky

¹⁴ Radcliffe

(اسماعیلی، ۱۳۸۲؛ عرب، ۱۳۷۳؛ کرباسی، ۱۳۷۸). از این رو ممکن است این سؤال مطرح شود که انجام چنین تحقیقی مشابه تحقیقات قبلی بی‌مورد است. در صورتی که نکته قابل توجه در این تحقیق اجرای تمرینات روی هر دو بخش بالا و پایین تنه است و همچنین، استفاده از مواد شنای ۵۰ و ۱۰۰ متر آزاد که سیستم انرژی غالب آن هوازی می‌باشد و به نظر می‌رسد که تمرینات قدرت انفجاری که ماهیتی بی‌هوازی دارند برای این دو ماده شنا کارآیی لازم را ندارند.

بر اساس تحقیقات انجام شده توسط کار بوویچ^{۱۵}، ۷۰ درصد نیروهای پیش برنده در کرال سینه توسط دست‌ها و ۳۰ درصد آن توسط پاها تأمین می‌شود. اما آلن و گزلی بر این باورند که این سهم به وسیله دست‌ها ۸۵ درصد و به وسیله پاها ۱۵ درصد است. کانلمن^{۱۶} پا را فراتر از یان گذاشته و عقیده دارد که در کرال سینه، دست‌ها تنها منبع پیش برنده شناگر هستند. ثابت شده است که قدرت نیم‌تنه بالایی بدن یکی از عوامل اصلی موفقیت در شنای سرعت است. لذا از آنجایی که ماهیت تمرینات قدرت انفجاری افزایش توان است، تمرکز این تمرینات روی بالاتنه به احتمال زیاد موجب افزایش توان و در نتیجه، بهبود رکورد خواهد شد که تحقیقات اخیر این مسئله را تأیید می‌نمایند (اسماعیلی، ۱۳۸۳؛ کرباسی، ۱۳۷۸).

مهم‌ترین نتیجه‌ای که از این پژوهش در راستای اهداف کلی و ویژه حاصل می‌شود این است که تمرینات قدرت انفجاری که توسط گروه تجربی انجام شد، منجر به بهبود رکورد شنای ۵۰ متر و افزایش توان پای شناگران گردید. اما در گروه کنترل چنین تغییراتی مشاهده نشد. در گروه کنترل در رکورد شنای ۵۰ متر آزاد افزایش رکورد مشاهده شد و رکورد شنای ۱۰۰ متر بهبود پیدا کرد اما از نظر آماری معنادار نبود که شاید به دلیل سیستم انرژی درگیر در آن باشد. در اینجا شاید بتوان علت موفقیت گروه تجربی را به عوامل زیر نسبت داد: اول، ماهیت این تمرینات است که اگر با تلاش حداکثر به اجرا درآید منجر به توسعه و افزایش توان عضلات می‌شود. دوم، تمرکز این تمرینات روی کل بدن بود. سوم، متنوع بودن، جدید بودن و نشاط‌آور بودن تمرینات بود که برای شناگران ایجاد انگیزه کرده بود و شناگران تمام تلاششان را در جهت اجرای تمرینات اعمال می‌کردند. چهارم، آزمون‌های صحیح به منظور بررسی تأثیر این تمرینات روی شناگران. بنابراین، می‌توان انتظار داشت که انجام تمرینات قدرت انفجاری به مدت ۶ هفته و با توالی ۳ جلسه در هفته سبب پیشرفت قابل توجهی در عملکرد ورزشکاران می‌شود.

با توجه به نوع، شیوه و مدت زمان اجرای برنامه تمرینی قدرت انفجاری می‌توان به این نتیجه رسید چنانچه از برنامه‌های قدرت انفجاری روی انواع دیگر شناها و مطابق با الگوهای حرکتی آن شنا استفاده شود می‌توان توان عضلات را به نحو چشمگیری بهبود بخشید. تحقیقات زیادی حاکی از آن است که ویژگی این تمرینات کوتاه کردن زمان بین انتهای انقباض طولیل شونده و ابتدای مرحله کوتاه شونده می‌باشد. بنابراین، در هر نوع ورزشی که به توان انفجاری نیاز داشته باشد می‌توان از تمرینات قدرت انفجاری استفاده کرد. همچنین بهبود رکورد شنا می‌تواند منشأ عصبی داشته باشد که مربوط به سازگاری های عصبی است. همانطور که کاوه ای و همکاران در تحقیق خود نتیجه گرفتند که سازگاری‌های عملکردی مشاهده شده در اثر تمرینات پلايومتریک، منشأ عصبی داشته و ممکن است به فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر و شلیک عصبی سریع‌تر مربوط باشد، اما به نظر نمی‌رسد رفلکس حرکتی در این سازگاری‌ها نقش داشته باشد. نتایج تحقیق حاضر بیانگر این موضوع بود که انجام تمرینات قدرت انفجاری توسط شناگران موجب بهبود رکورد شنای ۵۰ متر آزاد شد به عبارتی انجام این تمرینات باعث افزایش سرعت آزمودنی‌ها شد. در زمینه تأثیر تمرینات قدرت انفجاری بر تغییر سرعت تحقیقات اندکی انجام شده است. برخی از تحقیقات اثر این تمرینات را بر تغییر سرعت مؤثر گزارش کرده‌اند (عرب، ۱۳۷۳). از آنجایی که تغییر سرعت دو

¹⁵ Bovich et al

¹⁶ Kanelman

مرحله اکسنتریک و کانسنتریک را توأم با هم به همراه دارد، افزایش و تقویت این دو مرحله و کاهش فاصله زمانی بین مرحله اکسنتریک و کانسنتریک موجب افزایش و بهبود سرعت خواهد شد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد، اجراهایی که با نیروی کشش قبل از انقباض همراه باشد، نظیر تمرین پلايومتریک موجب افزایش سرعت می‌شود. تمرین پلايومتریک سرعت را افزایش می‌دهد و موجب افزایش قدرت انفجاری استارت و استارت انفجاری می‌شود. نتیجه این تحقیق با یافته‌های ورخوشانسکی^{۱۷} (۱۹۷۳)، کاوه‌ای و همکاران و رادکلیف^{۱۸} (۱۹۹۵) همخوانی دارد (کاوه‌ای و همکاران، ۱۳۹۱).

تغییرات میزان لاکتات در شنای ۵۰ متر آزاد در گروه تجربی کاهش معنی‌دار داشت اما در مقایسه با گروه کنترل این تغییرات معنی‌دار نبود. بهبود میزان لاکتات به تغییر سیستم انرژی و استفاده از سوبسترا بستگی دارد. از آنجایی که ماهیت شنای ۵۰ متر آزاد بی‌هوازی است، یک دوره تمرین قدرت انفجاری باعث بهبود ظرفیت بی‌هوازی و افزایش آستانه لاکتات می‌شود که کاهش معنی‌دار لاکتات را در شنای ۵۰ متر توجیه می‌کند، هر چند که آستانه لاکتات در این تحقیق اندازه‌گیری نشد. و در شنای ۱۰۰ متر آزاد در هیچ کدام از گروه‌های تجربی و کنترل تغییرات میزان لاکتات معنی‌دار نبود. عدم بهبود میزان لاکتات را می‌توان به ماهیت دو ماده شنا از نظر سیستم انرژی و اصل ویژگی نسبت داد.

در آخر می‌توان اظهار داشت نتایج این پژوهش نشان داد که ۶ هفته تمرینات قدرت انفجاری باعث بهبود توان بی‌هوازی پا و رکورد شنای ۵۰ متر در شناگران جوان شد. اما بهبودی در رکورد شنای ۱۰۰ متر دیده نشد. همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان لاکتات خون شناگران جوان در شنای ۵۰ متر آزاد در گروه تجربی کاهش معنی‌دار یافت اما این کاهش نسبت به گروه کنترل معنی‌دار نبود. همچنین، تغییرات میزان لاکتات خون شناگران شنای ۱۰۰ متر آزاد با وجود کاهش اندک اما از نظر آماری معنی‌دار نبود. از آنجایی که در رشته ورزشی شنا ضربات متوالی دست و پا و هماهنگی بین آن‌ها جهت پیشروی در آب از اهمیت زیادی برخوردار است و از طرفی در رقابت‌های شنا استارت، سالتو و ضربات پرتوان دست و پا نقش بسزایی در افزایش سرعت و در نتیجه کاهش رکورد دارد، به لحاظ اهمیت این حرکات در شنا، تمرینات پلايومتریک به طور خاص سرعت و قدرت انفجاری عضلات درگیر این حرکات را افزایش می‌دهد. بنابراین می‌توان از این نوع تمرینات جهت افزایش توان، سرعت و اجرای بهتر مهارت استفاده کرد.

بر اساس نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌شود تمرین‌های قدرت انفجاری می‌تواند به عنوان شیوه‌های تمرینی مؤثر در آماده‌سازی ورزشکاران که نیاز به توان انفجاری و سرعت دارند نقش مهمی ایفا نمایند و با توجه به بهبود رکورد شنا در تحقیق حاضر به مربیان و ورزشکاران می‌توان توصیه کرد که از این شیوه تمرینی استفاده کرد و پیشنهاد می‌شود مشابه این تحقیق روی شناگران استقامتی انجام شود. پیشنهاد می‌شود تحقیقی به منظور مقایسه تمرینات قدرت انفجاری و کار با وزنه روی فاکتورهای تحقیق حاضر انجام شود.

¹⁷ Verkhoshanski¹⁸ Radcliffe

منابع

۱. اسماعیلی، محمدرضا. (۱۳۸۲). اصول عمومی فعالیت های جسمانی. تهران: انتشارات دانش افروز.
۲. بومپا، تفودور. (۱۳۸۲). زمانبندی و طراحی تمرین قدرتی در ورزش (حمید رجبی، حمید آقا علی نژاد و معرفت سیاهکوهیان، ترجمه). تهران: انتشارات پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.
۳. دیوید ال، کاستیل، ارنست دلبیو، مگلسبو، آلن بی، ریچاردسون. (۱۳۷۵). شنا (گائینی، نمازی زاده، مسیبی، مجتهدی، ترجمه). تهران: انتشارات کمیته ملی المپیک.
۴. رمضانپور، محمدرضا، عطارزاده، سید رضا، حسن نژاد، احسان. (۱۳۹۴). تأثیر تمرینات پلايومتریک در آب و خشکی بر توان بی‌هوازی ناچیان غریق. پژوهش‌نامه فیزیولوژی ورزشی کاربردی، ۱۱(۲۱)، ۷۱-۸۰.
۵. طباطبایی، حمید. (۱۳۷۱). تأثیر تمرین پلايومتریک روی پرش عمودی بازیکنان بسکتبال (پایان نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه آزاد اسلامی.
۶. عرب، نادر. (۱۳۷۳). تأثیر تمرینات پلايومتریک روی پرش عمودی بازیکنان بسکتبال (پایان نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه آزاد اسلامی.
۷. کاوه ای، ابودر، قراخلو، رضا، رجبی، حمید، ابدالی، همیتار. (۱۳۹۱). تأثیر تمرین پلايومتریک بر برخی سازگاری‌های عصبی و عملکردی بازیکنان نوجوان فوتبال. فصلنامه المپیک، ۳.
۸. کرباسی صادق. (۱۳۷۸). اثر تمرینات پلايومتریک بر افزایش توان پا، چابکی و انعطاف پذیری بازیکنان بدمینتون پسر ۱۶-۱۷ ساله (پایان نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه گیلان.
9. Anderson, M.E. (2006). Performance and physiological monitoring of highly trained swimmers. University of Canberra.
10. Brzycki, M. (1995). A practical approach to strength training. Contemporary Books.
11. Fernández-Fernández, J., et al. (2015). In-season effect of a combined repeated sprint and explosive strength training program on elite junior tennis players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 29(2), 351-357. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000695
12. Fleck, S.J., & Kraemer, W. (2014). Designing resistance training programs (4th ed.). Human Kinetics.
13. Haff, G.G., et al. (1997). Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. The Journal of Strength & Conditioning Research, 11(4), 269-272. DOI: 10.1519/1533-4287(1997)011<0269:FTDCOA>2.0.CO;2
14. Haff, G.G., Whitley, A., & Potteiger, J.A. (2001). A brief review: Explosive exercises and sports performance. Strength & Conditioning Journal, 23(3), 13.
15. Häkkinen, K., & Myllylä, E. (1990). Acute effects of muscle fatigue and recovery on force production and relaxation in endurance, power and strength athletes. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 30(1), 5-12.
16. Hoff, J., Helgerud, J., & Wisloff, U. (1999). Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. Medicine and Science in Sports and Exercise, 31, 870-877. DOI: 10.1097/00005768-199906000-00004
17. McBride, J.M., et al. (1999). A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters. The Journal of Strength & Conditioning Research, 13(1), 58-66. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b3f7b4

18. Paavolainen, L., Häkkinen, K., & Rusko, H. (1991). Effects of explosive type strength training on physical performance characteristics in cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62(4), 251-255. DOI: 10.1007/BF00376831
19. Piazza, M., et al. (2014). Effects of resistance training on jumping performance in pre-adolescent rhythmic gymnasts: A randomized controlled study. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*, 119(1), 10.
20. Radcliffe, J.C., & Osternig, L.R. (1995). Effects on performance of variable eccentric loads during depth jumps. *Journal of Sport Rehabilitation*, 4, 31-41.
21. Sawka, M., et al. (1979). Post-competition blood lactate concentrations in collegiate swimmers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 41(2), 93-99. DOI: 10.1007/BF00428660