



Kharazmi University

**Research in Sport Medicine and Technology**

Print ISSN: 2252 - 0708    Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: <https://jsmt.knu.ac.ir>**The Effect of Six Weeks Upper Body Plyometric Training on Anaerobic Power and Record of 25 Meter Front Crawl Performance in 10 Years Old Swimmer Boys**Mojtaba Sadeghi<sup>1</sup> | Hamid Rajabi<sup>2</sup> | Farzad Nazem<sup>3</sup>

1. M.A, Kharazmi University, Tehran, Iran.
2. Ph.D, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3. Ph.D, BuAli Sina University, Hamedan, Iran.



CrossMark

corresponding author: Mojtaba Sadeghi, [mojtaba.brando@yahoo.com](mailto:mojtaba.brando@yahoo.com)**ARTICLE INFO****Article type:**

Research Article

**Article history:**

Received: June 4, 2018

Revised: October 20, 2019

Accepted: November 1, 2019

**Keywords:**

Plyometric Traning ‐Aerobic Peak Power ‐Anaerobic Mean Power ‐Swimming Record ‐Teenager

**How to Cite:**

Sadeghi., Rajabi., Nazem. The Effect of Six Weeks Upper Body Plyometric Training on Anaerobic Power and Record of 25 Meter Front Crawl Performance in 10 Years Old Swimmer Boys.

*Research In Sport Medicine and Technology*, 2023; 13(25): 15-29

**ABSTRACT**

The purpose of this study was determine the effect of upper body plyometric training on anaerobic power and record of 25 meters front crawl performance in 10 years old swimmer boys. 16 swimmer boys chosen voluntarily (The mean age was  $9.9 \pm 0.7$  years ·weight  $45.9 \pm 9$  kg , Height  $149.8 \pm 5$  cm ·BMI is  $19.20 \pm 3$  Kg / m<sup>2</sup> ) And Subjects divided into two groups of training (n=8) and control(n=8).Before and after the implementation of the protocol investigate test 25 meters front crawl performance at the distance 10, 20 and 25 metres and the number of hand strokce to check the performance of the swimming also anaerobic hand wingiting test function was evaluated. To analyze data, used the covariance test.The results showed six weeks upper body plyometric training Performance Indicators an hands Front crawl Including Peak power increased Significantly (18%) but the average power increase (7%) was not significant ( $p>0.05$ ). Also, Swimming performance at of 10 meters) 8% (.10 to 20)6% and 25 meters distance( 3/80%) growth in compare to control group that was significant( $p <0.05$ ) As well as in the number of hand strokce, Plyometric training group although had growth in swim 10 meters (11%), 10-20 meters (7.5%) and in 25 meters distance (5.33%) but the isn't significance ( $p>0.05$ ). results indicate that six week upper body plyometric traning to an increase and improvement in the measured parameters, and can be used as a complementary training method in young swimmers.



Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e:  
CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



# پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۰۲۵۲ | شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: <https://jsmt.knu.ac.ir>

## تأثیر شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه بر توان بی هوایی بالاتنه و مراحل مختلف عملکرد

### شنا ۲۵ متر کرال سینه شناگران پسر ۱۰ ساله

مجتبی صادقی<sup>۱\*</sup> | حمید رجبی<sup>۲</sup> | فرزاد ناظم<sup>۳</sup>

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۳ استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیوعلی سینا، همدان، ایران.

نویسنده مسئول: مجتبی صادقی: [mojtaba.brando@yahoo.com](mailto:mojtaba.brando@yahoo.com)

#### چکیده

هدف از پژوهش حاضر تعیین تأثیر تمرین پلایومتریک بالاتنه بر توان بی هوایی بالاتنه و مراحل مختلف عملکرد شنا ۲۵ متر کرال سینه شناگران پسر ۱۰ ساله بود. بدین منظور ۱۶ نفر از شناگران (میانگین سن  $۹/۹ \pm ۰/۷$  سال، وزن  $۴۵/۹ \pm ۹$  کیلوگرم، قد  $۱۴۹/۸ \pm ۵$  اسانتی متر، شاخص توده بدن  $۲۰/۱۹ \pm ۳$  کیلوگرم بر مترمربع) به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به یک گروه تمرین پلایومتریک (۸ نفر) و کنترل (۸ نفر) تقسیم شدند. پیش و پس از اجرای پروتکل، آزمون رکورد ۲۵ متر شنا کرال سینه در مسافت‌های ۱۰، ۲۰ و ۲۵ متر و تعداد ضربات دست جهت بررسی عملکرد شنا و تست وینگیت دست جهت بررسی عملکرد توان بی هوایی انجام شد. بررسی داده‌ها، از طریق تحلیل کوواریانس صورت پذیرفت. نشان داد، شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه روی دست شناگران کرال سینه شاخص‌های عملکردی از جمله اوج توان به میزان ۱۸ درصد نسبت به گروه کنترل پیشرفت معنی‌داری داشت اما میانگین توان با اینکه ۷ درصد پیشرفت داشت اما معنای دار نبود ( $p < 0/05$ ). همچنین عملکرد شنا در مسافت‌های ۱۰ و ۲۰ متر ( $p < 0/05$ ) در مسافت ۲۵ متر ( $p < 0/05$ ) پیشرفت نسبت به گروه کنترل وجود داشت که معنی داری در همه مسافت‌ها مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). همچنین در تعداد ضربات دست شنا گروه تمرین پلایومتریک با اینکه در مسافت‌های ۱۰ متر (۱۱ درصد)، در مسافت ۱۰ الی ۲۰ متر (۷/۵ درصد) و در مسافت ۲۵ متر (۵/۳۳ درصد) پیشرفت داشته اند ولی این تغییرات معنی دار نبود. نتایج نشان داد شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه در افزایش و بهبود پارامترهای اندازه گیری شده موثر است و می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی مکمل در شناگران جوان مورد استفاده قرار گیرد.

#### اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۷

تاریخ ویرایش: مهر ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۸

#### واژه‌های کلیدی:

تمرین پلایومتریک، اوج توان بی هوایی، میانگین توان بی هوایی، رکورد شنا، نوجوان

ارجاع: صادقی، رجبی و ناظم. تأثیر شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه بر توان بی هوایی بالاتنه و مراحل مختلف عملکرد شنا ۲۵ متر کرال سینه شناگران پسر ۱۰ ساله. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۴۰۲، ۱۳(۲۵-۲۹): ۱۵-۲۹.

## مقدمه

رشته های سرعتی ورزش شنا بیشتر انرژی خود را از طریق سیستم بیهوای تأمین میکنند و عواملی مانند توان و سرعت نقش کلیدی را در اجرای عملکرد موفق ورزشکاران این رشته ورزشی فراهم میکند (۱). برنامه های تمرینی خاصی برای افزایش این قابلیت ها، یعنی توان و سرعت میتواند مورد توجه قرار گیرد، در چنین شرایطی تمرین پلایومتریک یکی از روش های تمرینی میباشد که در تقویت قدرت انفجاری با تلفیق مناسب سرعت و قدرت عضلانی پلایومتریک یکی از روش های تمرینی میباشد که در تقویت قدرت انفجاری با تلفیق مناسب سرعت و قدرت عضلانی میتواند مورد استفاده قرار گیرد (۲). پژوهش ها نشان داده اند که این تمرینات با درگیر کردن تعداد بیشتر تارهای عضلانی در اثر فعل شدن دوک های عضلاتی سازگاری های عملکردی مختلفی را به وجود می آورد (۳)، از جمله عصب دهی بیشتر و بهتر، به کارگیری بیشترین واحد های حرکتی تارهای عضلانی مرتبط، افزایش میزان برانگیختگی نرون های IIb، تغییر و تبدیل قدرت عضله به توان انفجاری (۴، ۵)، افزایش قدرت و هایپرتروفی در تارهای عضلانی نوع (۶). مشخص است که حرکت دست در شنای کرال سینه به عنوان جلو برنده واقعی و اصلی مطرح می شوند و نسبت به عضلات پا نیروی پیش برنده بیشتری را اعمال می کند (۶ درصد) و بهترین شناگران آن هایی هستند که حرکات دستشان از آغاز تا پایان شنا سریع است (۷) و همان طور که می دانیم در شنای کرال سینه یک رابطه بین طول یک ضربه دست و زمان صرف شده از یک نقطه به نقطه دیگر، عامل مهمی برای کسب موفقیت در یک مسابقه محسوب می شود (۸) به همین دلیل ضروری است که شناگران برای اجرای اجرای عملکرد مناسب خود در مهارت هایشان از توان خوبی در عضلات دست های خود، برخوردار باشند (۹) برای مثال در پژوهشی، شی میزو و همکاران در سال ۲۰۰۸ روی ۳۴ شناگر مرد که در مسابقات قهرمانی برای ورودی المپیک ۲۰۰۴ رقابت می کردند، مطرح کرد که حفظ توان دست ها در طول یک مسابقه ۲۰۰ متر شنا نیازمند توجه ویژه است (۱۰). همچنین لی بلانس و همکاران در سال ۲۰۰۹، در پی تمرین مقاومتی برای هماهنگی دست و پا در شناگران قورباغه دریافتند که حرکات تمرینی روی دست شناگران موجب بهبود در سرعت آن ها می شود (۱۱). با این حال هیچ یک از آنان با توجه به برتری های ذکر شده در مورد تمرین پلایومتریک، از تمرین برای بالاتنه بخصوص دست های ورزشکاران و شناگران استفاده نکرده بودند. در پژوهشی دیگر کاتلین ای و همکاران در سال ۲۰۰۲، نیز اثر ۶ هفته تمرین پلایومتریک با حجم متوسط را بر عملکرد عضلانی و حسن عمقدی عضلات شانه ۲۴ شناگر نوجوان مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که این پروتکل تمرینی، موثر ترین فعالیت به منظور ارتقاء و به کارگیری نیروی عضلانی بیشتر و افزایش هماهنگی عصبی عضلانی در شناگران است (۱۲). اما بیرد در سال ۲۰۱۴، در یک تحقیق نشان داد که تمرین پلایومتریک بالاتنه هیچ اثری در بهبود عملکرد حرکتی و زمانی شناگران نخواهد گذاشت (۱۳). در مجموع مطالعات انجام شده نشان داده اند افرادی که تمرین پلایومتریک روی اندام تحتانی و فوقانی می پردازند نسبت به افرادی که تمرینات عادی خود را انجام می دهند از فواید عملکردی بیشتری بهره برده اند (۱۴). با این حال برخی محققان معتقد هستند که انجام این تمرینات توسط کودکان و نوجوانان ممکن است آسیب هایی را به صفحات رشد در انتهای اندام های بلند وارد کند (۱۳) و یا اینکه اثر بخشی آن به دلیل کامل نشدن رشد کم است، اما این ادعا در مورد کودکانی که به لی لی کردن، پریدن، جست و خیز و طناب بازی می پردازند، صحیح به

نظر نمی‌رسد زیرا این بازی‌ها در اصل چیزی جزء تمرینات پلایومتریک نیستند(۱۴) و در این رابطه شناگران می‌بایست آموزش‌ها و تمرینات خود را از کودکی شروع کنند و توانایی‌هایشان را هنگام افزایش سریع ظرفیت‌های جسمانی در دوران بلوغ به حداقل برسانند و این دوره قبل از فوران رشد نوجوانی تقریباً در سنین ۱۰-۱۲ برای هر دو جنس آغاز می‌شود و تا پس از بلوغ تا تقریباً ۱۶-۱۴ سالگی ادامه پیدا می‌کند. تا بتواند به تدریج بدن و ذهن خود را برای رسیدن به موفقیت و قهرمانی در دراز مدت اماده کند(۱۵) و اکثر تحقیقات اظهار می‌دارند تمرین پلایومتریک تمریناتی ایمن، مؤثر و مناسب برای کودکان و نوجوانان هست(۱۵، ۱۶). برای مثال در پژوهشی بیش از ۸ هفته تمرین پلایومتریک را بر کودکان ۱۲ ساله شناگر مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند شرکت منظم در یک برنامه آموزشی تمرینات پلایومتریک به تقویت استخوان و تسهیل و هماهنگی عصبی و عضلانی می‌انجامد (۱۷). در ادامه محمدی و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تأثیر یک دوره تمرین پلایومتریک اندام تحتانی در خشکی بر توان عضلانی شناگران ۱۰ تا ۱۴ سال نشان دادند که تمرین پلایومتریک روی پاهای منجر به افزایش توان بی‌هوایی آن‌ها می‌شود، و عملکرد حرکتی آن‌ها را بهبود می‌بخشد (۱۸). بنابراین در مجموع به نظر می‌رسد تمرین پلایومتریک روی بالاتنه موجب بهبود بیشتری در توان بی‌هوایی و عملکرد ورزشی نسبت به انجام همین تمرین بر روی عضلات پا شده و در نتیجه کارایی این پروتکل تمرینی افزایش خواهد یافت(۱۹). لذا از آنجایی که تمام پژوهش‌ها، پلایومتریک را روی اندام پایین‌تنه به تنها انجام داده‌اند و هیچ یک از آن‌ها از اندام فوقانی به خصوص دست‌های شناگران در پژوهش خود برای مطالعه سازگاری‌های بیشتر مورد بررسی قرار نداده بودند، پژوهشگران بر آن شدند تا هدف خود را بررسی اثر تمرین پلایومتریک بر دست‌های شناگران کودک (نابالغ)، به عنوان یک مکمل، در نشان دادن اثر بخشی این نوع از تمرین بر عملکرد بی‌هوایی و رکورد آن‌ها قرار دهد.

## روش‌شناسی

مطالعه حاضر به روش نیمه تجربی و به صورت طرح پژوهشی پیش‌آزمون، پس‌آزمون دریک گروه تجربی و یک گروه کنترل اجرا گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر را شناگران پسر رشته کمال سینه استان همدان که سابقه حضور در مسابقات قهرمانی کشور و استان را داشتند تشکیل می‌دادند که در قالب کلاس‌های تمرینی در طول هفت‌های حداقل ۶ ساعت به فعالیت ورزشی شنا می‌پرداختند. در ابتدا ۲۵ نفر از آن‌ها به صورت داوطلبانه با استفاده از رکورددگیری ۲۵ متر شنای کمال سینه در استخر مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از مشخص شدن نتایج آزمون، و کسب رضایت نامه از خود و والدین آن‌ها و تکمیل فرم تاریخچه سلامتی ۱۶ نفر از آن‌ها انتخاب شدند، که این تعداد با توجه به ادبیات موجود کافی به نظر می‌رسید(۱۹). همچنین افراد از لحاظ سن، قد، وزن، درصد چربی و رکورد شنا به طور مناسب در ۲ گروه به طور مساوی و همتا تقسیم شدند (جدول ۱). جهت تعیین درصد چربی، اندازه‌گیری چربی زیر جلدی با کالیپر (فت او متر فنلاند) اندازه‌گیری و با فرمول سه نقطه‌ای (سه سر بازو، سینه‌ای و تحت کتفی) اسلاتر محاسبه گردید(۲۰). با توجه به تأثیرگذاری نوع و میزان تغذیه بر عملکرد هوایی و بی‌هوایی و برای کنترل این موضوع یک پرسشنامه یاد آمد غذایی

سه روز در هفته بعلاوه جمعه آخر هفته استفاده شد. و از آزمودنی‌ها خواسته شد هیچ گونه مکمل غذایی یا دارویی و فعالیتی غیر از فعالیت‌های معمول خود در حین دوره‌ی پژوهش انجام ندهند. دو روز قبل از آغاز تمرینات و همچنین دو روز پس از شش هفته تمرین، آزمودنی‌ها یک آزمون ورزشی وینگیت دست جهت اندازه‌گیری عملکرد بی‌هوایی دست و همچنین آزمون عملکردی رکورد شنا ۲۵ متر کral سینه (در مسافت‌های ۱۰ متر، ۲۰ متر و ۲۵ متر) را با فاصله ۸ ساعت از هم جهت حذف مداخله خستگی اجرا کردند. لازم به ذکر است که تمامی اندازه‌گیری‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در ساعت مشخص و مشابهی به انجام رسید. **نحوه‌ی تعیین شاخص عملکرد بی‌هوایی شناگران پسر ۱۰ ساله:** برای اندازه‌گیری عملکرد بی‌هوایی در محیط طبیعی آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش از آزمون وینگیت دست استفاده شد. این آزمون شامل ۳۰ ثانیه رکاب زدن مداوم دست‌ها با حداکثر توانایی کل فرد روی چرخ کارسنج (مونارک مدل E939 ساخت سوئد) انجام گرفت که معادل ۴ درصد وزن بدن آزمودنی است (۲۱، ۲۲). در این مطالعه متغیرهای توان بی‌هوایی شامل توان‌های حداکثر و متوسط به دست آمد. روش اجرای آزمون به این صورت بود که ابتدا آزمودنی با سرعت پایین و سرعت پدال زنی (RPM ۲۰) به مدت ۳ تا ۵ دقیقه در مرحله گرم کردن روی چرخ کارسنج با دست‌ها رکاب می‌زد، سپس به مدت ۲ تا ۳ دقیقه استراحت کرده و در ادامه با دستور پژوهشگر، آزمودنی دوباره، سرعت رکاب زدن خود را افزایش می‌داد تا به ۸۰ تا ۱۰۰ RPM برسد و در این سطح، آزمودنی تعداد پدال زنی را تداوم می‌داد. با افزایش یافتن اندازه سرعت رکاب زدن از ۱۰۰ RPM به بالا، در همان لحظه با آگاه کردن آزمودنی، اندازه مقاومت یا وزنه‌های وارد بر چرخ لنگر ارگومتر که قبلاً توسط پژوهشگر به وسیله اپراتور نرم افزار آزمون وینگیت تعیین شده بود پدال زنی را برای ۳۰ ثانیه مداوم با حداکثر توانایی دست‌ها ادامه می‌داد (از این زمان به بعد، مدت ۳۰ ثانیه اصلی آزمون ارگومتری به جز مراحل گرم و سرد کردن شروع می‌شد). (۲۳) پدال زنی متناسب با مقاومت تعیین شده بر حسب وزن هر آزمودنی، با حداکثر توانایی دست‌ها انجام می‌گرفت. دستیار دوم حین اجرای آزمون، به صورت کلامی به هر آزمودنی برای به کار بردن حداکثر توان ایجاد انگیزه می‌داد. بعد از پایان آزمون که توسط نرم افزار متصل به ارگومتر آشکار می‌شد، فرد به مدت ۵ دقیقه روی چرخ کارسنج با سرعت رکاب زنی ۲۰ به عنوان مرحله سرد کردن رکاب زدن را ادامه می‌داد تا ضربان قلب فرد به زیر ۹۰ ضربه در دقیقه برسد. آنگاه آزمودنی با هدایت دستیار روی صندلی راحتی برای مدت ۵ تا ۷ دقیقه به حالت آرامش قرار می‌گرفت. **نحوه‌ی تعیین رکورد شنا ۲۵ متر، ۱۰ تا ۲۰ و ۱۰ متر کral سینه شناگران پسر ۱۰ ساله:** جهت تعیین رکورد شنا کral سینه، شناگران با اجرای فن استارت از داخل آب یک طول ۲۵ متری استخر را با حداکثر سرعت شنا کردن و درمسیر و انتهای طول استخر، رکورددشناگران توسط دو آزمونگر ثبت و اندازه گیری شد در مسافت‌های تعیین شده ۱۰ متر، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۵ متر که در خارج آب علامت‌گذاری شده بود. (جهت برآورد دقیق رکوردهای گرفته شده توسط آزمونگرها یک ضریب همبستگی پیرسون به اندازه  $r=+94$  به دست آمد) جهت اطمینان از حداکثر عملکرد، بار دیگر به همین نحو آزمودنی با فاصله استراحت ۲۰ دقیقه مورد آزمون قرار گرفت‌اند و بهترین زمان ثبت شده از دو آزمون برای آن‌ها به عنوان عملکرد رکورد شنا ثبت شد (ضریب

همبستگی پیرسون بین دو مرتبه عملکرد شنا  $r=+96$  همچنین همزمان تعداد ضربه دست (استروک) هر شناگر توسط یک دوربین ورزشی که بر روی خطهای تعیین شده قرار داشت بررسی و ثبت شد. دوره تمرین: بعد از اندازه گیری پارامترهای منتخب، شناگران در یک دوره تمرینی ۱۸ جلسه‌ای به مدت ۶ هفته که هر هفته شامل ۳ جلسه با فاصله استراحت ۴۸ ساعت بر اساس پژوهش مایکل (۲۰۰۶) بود (۲۴) شرکت کردند و بعد از اتمام این دوره تمرینی دوباره پارامترهای مورد نظر اندازه گیری شد. تمرین پلیومتریک هفت‌مای ۳ جلسه در محیط بیرون از آب و در روز جدا گانه ای از تمرینات شنا صورت پذیرفت. قبل از شروع هر جلسه تمرین، شناگران به مدت ۱۰-۱۵ دقیقه عضلات خود را توسط آزمون گرم میکردند که شامل حرکات کششی تخصصی شنا و نرم‌شدهای چرخشی کتف بود. مدت زمان هر جلسه تمرین پلیومتریک ۱۶ تا ۳۵ دقیقه (بدون احتساب گرم کردن و سرد کردن) به طول انجامید. تمرینات عادی شنای هر دو گروه کral سینه شامل ۳ ست ۳۰۰ متر پای کral سینه، ۳ ست ۳۰۰ متر شنای کامل کral سینه، جمعاً ۱۸۰۰ متر و ۱ ست ۸۰۰ متر شنای بدون وقفه کral سینه در ۱۶ دقیقه و ۲ ست ۱۵۰ متر شنای سرعتی کral سینه بود. تمرین پلیومتریک با شدت و حجم مشخصی شروع و جهت رعایت اصل اضافه بار، رفته رفته حرکات دشوارتر و حجم افزایش پیدا می‌کرد. جهت رعایت ملاحظات شدت تمرین برای پیشگیری از آسیب، استراحت بین ست‌ها به صورت کیفی و کامل و همچنین حرکات انتخاب شده در ابتدای دوره تمرینی آسان و در انتهای آن حرکات پیچیده و دشوارتر لحاظ گردید.

جدول ۱- مشخصات فردی آزمودنی‌ها ( $M \pm SD$ )

متغیر	گروه تجربی	گروه کنترل
تعداد	۸	۸
وزن (کیلوگرم)	$۴۵/۸۰ \pm ۸/۸۶$	$۴۶/۰۵ \pm ۴/۵۲$
سن (سال)	$۹/۰ \pm ۸/۸۸$	$۹/۰ \pm ۵/۷۵$
قد (سانتیمتر)	$۱۵۰/۶ \pm ۷۵/۱۶$	$۱۴۸/۳ \pm ۸۷/۷۲$
درصد چربی (درصد)	$۱۷/۳۲ \pm ۵/۰۳$	$۱۶/۸۴ \pm ۵/۶۶$
سابقه تمرین (سال)	$۳/۱۲ \pm ۰/۵۸$	$۳/۵۰ \pm ۰/۴۶$

## جدول ۲- برنامه ۶ هفته‌ای تمرین پلیومتریک

تکرار×ست	نوع تمرین پلیومتریک	تمرین	مدت دقیقه	هفته تمرین
۲×۱۲	شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست (زانوها روی زمین)	۱۶	اول	
۲×۱۲	شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست روی سکو با شیب مشتمل (زانوها روی زمین)			
۵×۴	شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست ایستاده رو دیوار			
۵×۶	شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست (زانوها روی زمین)	۲۱	دوم	
۲×۱۲	شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست مورب (زانوها روی زمین)			
۵×۴	پاس تو سینه جفت دست خوابیده با توب هندبال			
۵×۴	پاس تو سینه جفت دست ایستاده با توب هندبال	۲۴	سوم	
۲×۱۰	شنا سوئدی جهشی (یک پا روی زمین)			
۴×۶	پرتاب توب تک دست از بالا با توب هندبال			
۲×۱۰	پاس تو سینه جفت دست خوابیده با توب بسکتبال			
۳×۸	پرتاب توب جفت دست از بالای سر با توب مدیسن بال ۱ کیلوگرمی			
۲×۸	پاس تو سینه جفت دست ایستاده با توب بسکتبال	۲۹	چهارم	
۴×۸	شنا سوئدی پرش به پهلو و جلو تناوبی (زانوها روی زمین)			
۴×۶	شنا سوئدی پرش به بالا درجا (زانوها روی زمین)			
۲×۹	شنا سوئدی جهشی (زانوها روی زمین)			
۴×۷	پرتاب توب تک دست مورب با توب مدیسن بال ۱ کیلوگرمی			
۴×۴	پرتاب توب تو سینه با توب مدیسن بال ۱ کیلوگرمی	۳۲	پنجم	
۴×۸	شنا سوئدی پرش به بالا درجا (زانوها روی زمین)			
۲×۵	شنا سوئدی جهشی (یک پا روی زمین)			
۴×۴	پرتاب توب تک دست از پهلو ایستاده با توب مدیسن بال ۱ کیلوگرمی			
۴×۵	پرتاب توب تو سینه جفت دست ایستاده با توب مدیسن بال ۲ کیلوگرمی			
۴×۷	پرتاب توب به بالا ایستاده با توب مدیسن بال ۱ کیلوگرمی			
۴×۵	پرتاب توب بالای سر او تی ایستاده با توب بسکتبال			

۳۵	ششم	
۲×۷	شنا سوئدی پرش به سکو با ارتفاع ۵ سانتیمتر (زانوها روی زمین)	
۲×۱۰	شنا سوئدی جهشی با حداکثر توان دست ترکیب شده با دست به صورت مورب (زانوها روی زمین)	
۲×۱۰	شنا سوئدی پرش به پهلو با حداکثر توان دست (زانوها روی زمین)	
۴×۶	شنا سوئدی جهشی درجا به سمت بالا	
۴×۴	پرتاب توپ تک دست از بالای سر به صورت مورب ایستاده با توپ ۲ کیلوگرمی	
۴×۶	ترکیب پرتاب توپ اوتی، تو سینه نشسته با توپ مدیسن بال ۱ کیلوگرمی	

## روش آماری

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده گردید. از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها و از آمار استنباطی برای مقایسه گروه‌ها با هم استفاده شده است. توزیع طبیعی داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و آزمون لوین تائید شد. برای بررسی تغییرات بین گروهی از آزمون کوواریانس (aconova) در سطح معناداری ( $p < 0.05$ ) و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها از نرم‌افزار SPSS ۲۴ استفاده شد.

## یافته‌ها

آزمون کوواریانس در سازگاری شناگران به تمرين پلایومتریک بالاتنه روی دست‌ها نشان داد بین مقادیر میانگین پیشرفت اوج توان اختلاف معناداری بین گروه تمرين و کنترل در پس آزمون وجود دارد ( $P = 0.000$ ). که درصد تغییرات درون گروهی اوج توان در گروه تمرين (۱۸/۱۰ درصد) و در گروه کنترل (۱/۶۲ درصد) بود (شکل ۱). همچنین درصد تغییرات میانگین توان با وجود اینکه در گروه تمرين ۱۵ درصد و در گروه کنترل ۷/۷۵ درصد بود اما اختلاف این تغییرات بین گروه تمرين و کنترل در پس آزمون معنادار نبود ( $p = 0.443$ ). در رکورد شنا گروه تمرين پلایومتریک پیشرفت معناداری در همه مسافت‌های ۱۰ متر شنا (۸ درصد)، در مسافت ۱۰ الی ۲۰ متر (۶ درصد) و در مسافت ۲۵ متر (۳/۸۰ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). همچنین در تعداد ضربه دست شنا گروه تمرين پلایومتریک با اینکه در مسافت‌های ۱۰ متر شنا (۱۱ درصد)، در مسافت ۱۰ الی ۲۰ متر (۷/۵ درصد) و در مسافت ۲۵ متر (۵/۳۳ درصد) پیشرفت داشته اند ولی معنی داری در هر دو گروه تمرين و پلایومتریک مشاهده نشد ( $p > 0.05$ )

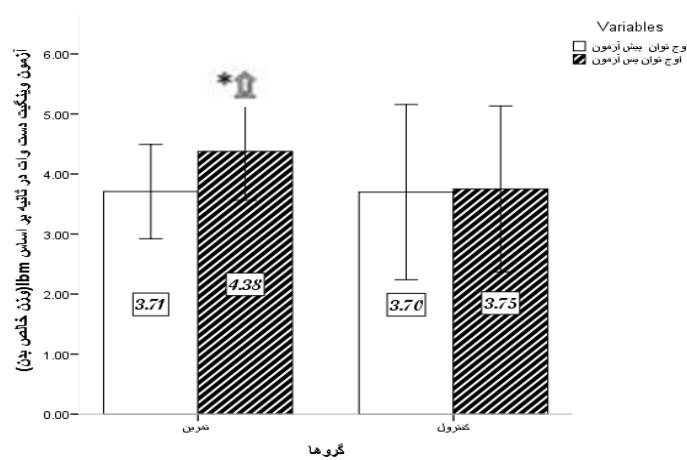
جدول ۳. شاخص‌های مربوط به توان بی‌هوایی و ات بر ثانیه (اوج و میانگین توان بر حسب وزن خالص بدن) و عملکرد ۲۵ متر شنا ( $M \pm SD$ )

$\Delta \%$	P	پس آزمون	پیش آزمون	گروه	متغیر
۱۸/۱۰	*/***	/۹۷ ۴/۰±۳۷	/۹۳ ۳/۰±۷۰	تمرین $\Psi^*$	اوج توان
۱/۶۲	NS	/۶۹ ۳/۱±۷۵	/۷۴ ۳/۱±۶۹	کنترل	
۱۵/۰۰	NS	/۹۳ ۳/۰±۹۱	/۹۱ ۳/۰±۴۰	تمرین *	میانگین توان
۷/۷۵	NS	/۶۹ ۳/۱±۷۵	/۷۳ ۳/۱±۴۸	کنترل	
۳/۸۰	*/***	$\pm ۳/۸۰$ ۱۸/۲۰	$\pm ۴/۱۲$ ۱۸/۹۲	تمرین $\Psi^*$	رکورد ۲۵ متر شنا
۰/۳۱	NS	$\pm ۴/۳۸$ ۱۸/۸۰	/۴۰ /۴±۸۶ ۱۸	کنترل	
۷/۰۰	*/***	$\pm ۱/۴۱$ ۷/۱۷	/۵۶ ۷/۱±۷۴	تمرین $\Psi^*$	رکورد ۱۰ ۲۰ تا مترا شنا
۰/۹۰	NS	/۴۳ ۷/۱±۵۴	/۴۵ ۷/۱±۶۰	کنترل	
۸/۰۰	*/***	/۰۲ ۸/۳±۴۵ ۱۳	/۴۳ /۳±۴۹ ۱۴	تمرین $\Psi^*$	رکورد ۱۰ متر شنا
۱/۸۰	NS	/۹۴ /۲±۷۴ ۱۳	/۴۳ /۲±۹۲ ۱۳	کنترل *	
۵/۳۳	NS	/۰۹ /۱±۳۷ ۱۴	/۲۲ /۱±۱۸ ۱۵	تمرین *	تعداد ضربه دست ۲۵ در مترا
۰/۰۰	NS	/۹۰ ۱±۱۴	/۹۰ ۱±۱۴	کنترل	

					شنا
۷ / ۵۰	NS	/۶۵ ۷۰±۱۸	/۸۴ ۷۰±۶۸	تمرین *	تعداد ضربه
۱ / ۱۰	NS	/۹۲ ۷۰±۱۸	/۷۵ ۷۰±۲۵	کنترل	دست در تا مترا شنا
۱۱ / ۰۰	NS	/۴۱ ۵۰±۰۶	/۵۳ ۵۰±۶۸	تمرین *	تعداد ضربه
۳ / ۸۰	NS	/۹۹ ۴۰±۸۱	۱±/۱۳ ۵ / ۰۰	کنترل	دست در مترا شنا

\* شاخص تفاوت معناداری بین پیش آزمون و پس آزمون داخل گروهی ( $P < 0.05$ ).

NS: شاخص تفاوت معناداری بین گروهی ( $P > 0.05$ ).



\*شاخص تفاوت میانگین سرعت سویم سوپر ایری بین سرعت سوپر ایری در پیش آزمون و پس آزمون ( $P < 0.05$ ).

## بحث

مهم‌ترین یافته پژوهش حاضر این بود که انجام تمرین پلایومتریک بالاتنه روی دست‌های شناگران موجب افزایش معناداری در عملکردهای مختلف ۲۵ متر کرال سینه و اوچ توان نسبت به گروه کنترل شد. که این اثرات هنگام تمرین دهی در دوران کودکی برجسته‌تر می‌شود. تحقیقات متعددی در زمینه تمرینات پلایومتریک روی ورزشکاران رشته‌های مختلف انجام شده است؛ اما در رشته ورزشی شنا بخصوص کرال سینه ماده سرعت آن هم روی کودکان تحقیقات اندکی صورت گرفته است در پژوهش حاضر افزایش عملکرد توان بی‌هوایی ۱۸ درصد مشاهده شد که با پیشینه موجود همسو بود (۲۶) (۲۴) (۵). برای مثال کوجیما و همکاران (۲۰۰۰) با هدف بررسی تمرین مقاومتی باکش، بر میزان قدرت و پیشروی شناگران ۱۰ تا ۱۴ ساله را به مدت ۱۰ هفته انجام دادند. نتایج نشان داد که حداکثر توان بهبود معناداری در گروه تمرین پلایومتریک داشته است (۲۷). که همسو با یافته ما در مورد اوچ توان بود. اما نتیجه تحقیق ما با تحقیق ریبرید و همکاران (۲۰۰۳) که عملکرد استارت و توان بی‌هوایی را به وسیله تمرین پلایومتریک به مدت ۹ هفته بر روی زنان شناگر ۱۹ ساله مورد بررسی قراردادند. و به منظور ارزیابی عملکرد توان بی‌هوایی از پرش سار جنت استفاده کردند. و اعلام کردند، تفاوتی بین گروه‌ها در پیش ازمن و پس آزمون در اوچ توان وجود ندارد (۲۸) همسو نبود. این تفاوت به نظر می‌رسد در ارتباط با نوع اندازه‌گیری توان این پژوهشگر در پس‌آزمون باشد که با ابزار غیر آزمایشگاهی توان را اندازه‌گیری کرده بود. علت دیگر تفاوت می‌تواند در نحوه تعیین توان بیشینه بین دو پژوهش باشد. افزایش حداکثر توان بی‌هوایی مدت زمانی است که آزمودنی با شدت حداکثر تلاش می‌کند که در مدت ۳۰ ثانیه آزمون وینگیت بر مقدار نیرو و مقاومت انجام شده غلبه کند بنا بر این هر چه این شدت و مدت در مراحل آزمون کمتر باشد آزمودنی کمتر به اوچ توان می‌رسد، که این موضوع در این پژوهش مشاهده نمی‌شود.

از آنجایی که نتایج توان بی‌هوایی افزایش بیشتری نسبت به ریبرید و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد بنابراین این مغایرت منطقی به نظر می‌رسد. در واقع می‌توان گفت این افزایش اوچ توان بر می‌گردد به همانگی عصبی عضلانی، پاسخ بیومکانیکی طبیعی به بار تحمیل شده، میزان مشارکت گروه‌های عضلانی بزرگ‌تر و مقدار مشارکت آن‌ها در انقباض‌های عضلات و توانایی فرد و متعاقب آن حالت تمرین دهی عضله، نسبت داد در نتیجه این سازگاری به افراد اجازه می‌دهد تا توان خروجی خود را بالاتر نگه داشته و با کاهش شدت نسبی عملکرد بهتری از خود نشان دهند (۲۹) که این عوامل می‌تواند دلیلی برای برتری بهبود و افزایش توان بی‌هوایی ناشی از تمرین پلایومتریک بر روی دست‌ها در تحقیق حاضر باشد. از طرف دیگر در خصوص تأثیر تمرین پلایومتریک بر میانگین توان که در پژوهش ما علارغم افزایش ۱۵ درصدی گروه تمرین نسبت به گروه کنترل (۷/۷۵ درصد) تفاوت آشکاری بین قبل و بعد از پروتکل تمرینی پلایومتریک بالاتنه وجود نداشت. نتایج این پژوهش در زمینه مذکور با نتایج مارک وی و همکاران (۲۰۰۵)، که تأثیر تمرین پلایومتریک را بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی مردان جوان با استفاده از آزمون وینگیت به مدت ۴ هفته مورد بررسی قرار دادند، و به این نتیجه رسیدند که تمرین از نوع انفجاری، توانایی محدودی برای ایجاد تغییرات در میانگین توان اعمال می‌کند، هر چند که می‌تواند باعث پیشرفت درون گروهی شود. (۳۰) همسو بود. که این مسئله را در مورد میانگین توان کوین و همکاران (۲۰۰۹) نیز تایید کردند (۳۱) اما با نتایج پژوهش تحقیق ویملچ و همکاران

(۲۰۰۸) همسو نبود (۳۲) ویملچ و همکاران (۲۰۰۸) در خصوص تأثیر تمرين پلایومتریک بر توان انفجاری عضلات پا و پرس به صورت تک پا و جفت پا بر روی ۴۶ فرد ۱۶ ساله والیبالیست تحقیقی را انجام دادند و با استفاده از آزمودن وینگیت، افراد را مورد آزمون قرار دادند. نتیجه گرفته که تفاوت معناداری در میانگین توان در بین گروها وجود دارد اما تفاوت آشکاری بین پرس با یک پا و دو پا وجود ندارد (۳۲) که همین موضوع را فرانکو (۲۰۱۶) نیز تصدیق کرد (۳۳). علت اختلاف ما با این تحقیقات به نظر می‌رسد در درگیری نوع عضلات و حجم عضلات دست و پا در به دست آوردن میانگین توان باشد هر چند طبق پژوهش‌های گذشته گفته شده که اختلاف زیادی بین توان دست و پا وجود ندارد (۳۴) اما قدرت و حجم عضلانی اندام پایینی بدن نسبت به بالاتنه بیشتر است که این موضوع می‌تواند خود مبنای اختلاف باشد. دلیل دیگری که می‌تواند در به وجود آمدن اختلاف تأثیر گذاشته باشد سن آزمودنی‌های این پژوهش است که افرادی بالغ و به بلوغ رسیده بودند اما در پژوهش ما آزمودنی‌ها نابالغ و در مرحله  $3^{\circ}$  از مرحله بندی تانر قرار داشتند. از دلایل دیگری که می‌توان در مورد این اختلاف اظهار داشت، این است که آزمون وینگیت در طی ۳۰ ثانیه اجرا می‌شود و در واقع افزایش مدت زمان آزمون تأثیرات قابل توجهی همچون: چالش بین خون در دسترس عضلات و اندام فعال (۳۴)، اختلال در عملکرد و ظرفیت بی‌هوایی، رسیدن زودهنگام به آستانه بی‌هوایی، تحریک و تجمع هورمون‌های استرسی و به دنبال آن افزایش گلیکولیز بی‌هوایی، و تجمع لاكتات (۳۵) را بر بدن اعمال کرده که عواملی مخرب بر عملکرد بی‌هوایی ورزشکار محسوب می‌شود. هرچند برخی از این عوامل در پژوهش ما بررسی نشد اما می‌توان گفت که عوامل مداخله دیگری چون انتقال تارهای عضلانی به سمت تارهای تند انقباض و سیستم انرژی گلیکولیز که از عوامل تعیین کننده توان بی‌هوایی هستند، نتوانسته‌اند به طور مؤثری تقویت شوند (۳۵).

همان طور که می‌دانیم سریع ترین سرعت در شنا برای هر مسافت معین مسابقه توسط استفاده از ترکیب مطلوبی از تواتر ضربه و مسافت ضربه به دست می‌اید. (۳۶) و در خصوص تأثیر تمرين پلایومتریک به عنوان یک اضافه بار در جهت کسب سرعت و بهبود زمانی در رشته شنا در پژوهش ما، ۸ درصد بهبود زمانی در ۱۰ متر، ۶ درصد در رکورد ۱۰ الی ۲۰، همچنین  $\frac{3}{8} / ۸۰$  درصد در ۲۵ متر شنا مشاهده شد که با پیشینه ذکر شده در این مورد همخوانی داشت (۳۷) (۱۳)، (۱۸) برای مثال در پژوهشی بیش اپ و همکاران در سال ۲۰۰۹، عملکرد استارت ۲۲ شناگر ۱۲ ساله پسر را با ۸ هفته تمرين پلایومتریک مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند زمان استارت ۵,۵ متر شنا، ۵۹ صدم ثانیه بهبود یافت که در نهایت تمرين پلایومتریک باعث کاهش ۱۵ درصدی از زمان کل شنا شد (۱۷). این تفاوت در کاهش رکورد شنا بین تحقیق ما و پژوهش بیش اپ (۲۰۰۹) مربوط می‌شود به میزان مسافت مورد اندازه‌گیری در این پژوهش و علت دیگر نحوه اندازه‌گیری و ابزار اندازه‌گیری، سطح مهارت آزمودنی‌ها و جنس یا بار تمرينی باشد. از سوی دیگر درست است که در زمینه کاهش تعداد ضربه دست در شنا بهبود معنا داری در گروه تمرين در هیچ یک از مسافت‌های تست شده مشاهده نشد و با تحقیقات در همین زمینه همسو بود (۱۷) و تحقیقی مخالف با نتایج ما یافت نشد برای

شناگر را در مسافت‌های ۱۰۰، ۵۰ و

مثال بیرد (۲۰۱۴) ۳۰ نوجوان پسر

۲۰۰ متر، به منظور مطالعه تأثیر پلایومتریک به همراه وزن بدن و توپ را قبل و بعد از تمرین بر زمان و عملکرد تعداد دست در ۵۰ متر اولیه را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت تمرین پلایومتریک قبل از تمرین، حین و بعد از تمرین اثری بر عملکرد تعداد ضربه دست شناگران ندارد (۱۳) که همین مسئله را محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز تایید کردند(۱۸). امروز می‌دانیم بیشتر شدن قدرت حاصل عملکرد سه عامل است: هماهنگی بین عضلانی، هماهنگی درون عضلانی و نیروی واکنشی عضله در برابر تحريك‌های عصبی و تمرین‌های پلایومتریک با فعال کردن دوک عضلانی موجب افزایش در قدرت عضلات و با فعال کردن اندام و تری گلزاری موجب تعديل نیروهای ناخواسته و موجب هماهنگ کردن عضلات و نیروهای داخلی عضلانی می‌شود (۳۴) و پروتکل تمرینی ما (پلایومتریک) به نظر می‌رسد که توانسته باشد عصب دهی عضله را بیشتر و بهتر کند، افزایش برانگیختگی نرون‌های حرکتی و افزایش توانایی عضله برای انقباض‌های سریع را موجب شده باشد، و موجب هماهنگ کردن عضلات و نیروهای داخلی عضلانی شود (۳۸) این مکانیزم به ورزشکار اجازه می‌دهد توان خروجی خود را بالا نگه داشته و با کاهش شدت نسیی عملکرد زمانی بهتری از خود نشان دهد. که این عوامل می‌توانند دلیل برای برتری بهبود مدت زمان شنا در مسافت‌های ۱۰ متر، ۲۰ متر و تا حدودی نیز ۲۵ متر ناشی از تمرین پلایومتریک بر روی دستهای شناگران در تحقیق حاضر باشد. همان‌طور که بر اساس جدول ۳ مشاهده می‌شود نحوه اثر گذاری تمرین در مسافت‌های کوتا بیشتر است و هر اندازه مسافت مورد نظر افزوده می‌شود از شدت تأثیر گذاری کم می‌شود. این تغییرات در عملکرد این مسله را بازگو می‌کند که تمرین پلایومتریک یک تمرین توانی است و بیشتر از دستگاه فسفاتن (ATP PCR) و تا حدودی هم سیستم کوتاه مدت (گلیکولیز) بهره می‌گیرد (۳۹) پس نمی‌تواند در مسافت‌های طولانی که نیاز به افزایش استقامت در توان است مطرح شود اما میتواند در مرحله استارت و مرحله شتاب گیری در شناهای سرعتی مورد استفاده قرار گیرد.

### نتیجه گیری

تحقیق حاضر نشان داد شش هفته تمرین پلایومتریک بالاتنه، توان بی‌هوایی بالاتنه و مراحل مختلف عملکرد شنا ۲۵ متر کral سینه را به دلیل بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی و افزایش میزان و مقدار مشارکت گروهای عضلانی مختلف در فرایند انقباض‌های عضلانی تسهیل می‌کند که این اثرات هنگام تمرین در دوران کودکی برجسته‌تر می‌شود؛ بنابراین اضافه کردن این‌گونه برنامه تمرینی می‌تواند فشار فیزیولوژیکی تمرین را افزایش دهد و سازگاری‌های سریع تری را موجب می‌شود. به هر حال از آنجایی که طبق مطالعات ما در زمینه تأثیر تمرین پلایومتریک بالاتنه بر عملکرد بی‌هوایی و رکورد شنا در کودکان مطالعات کمی یافت شد، قضاوت در خصوص تأثیر تمرین پلایومتریک بر روی توان بی‌هوایی بالاتنه و رکورد شنا نیاز به مطالعه بیشتری دارد.

### References

1. Loturco, I., Barbosa, A. C., Nocentini, R. K., Pereira, L. A., Kobal, R., Kitamura, K., Nakamura, F. Y. (2016). A correlational analysis of tethered swimming, swim sprint performance and dry-land power assessments. *International journal of sports medicine*, 37(03): 211-218.
2. Maglischo, E. W. (2003). Swimming fastest. Human Kinetics.
3. Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Henríquez-Olgún, C., Baez, E. B., Martínez, C., Andrade, D. C., Izquierdo, M. (2014). Effects of plyometric training on endurance and explosive strength performance in competitive middle-and long-distance runners. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 28(1): 97-104.
4. Patel, N. N. (2014). Plyometric training: A review article. *International Journal of Current Research and Review*, 6(15): 33.
5. Arazi, H., Asadi, A., Nasehi, M., Delpasand, A. (2012). Cardiovascular and blood lactate responses to acute plyometric exercise in female volleyball and handball players. *Sport Sciences for Health*, 8(1): 23-29. (Persian)
6. Aghajani, R., Hojjati, Z., Elmiyeh, A. (2014). The effects of plyometric and resistance training on explosive power and strength of young male volleyball players. *Annals of Applied Sport Science*, 2(1): 45-52. (Persian)
7. Khbazian, M., Rajabi, H. (2014). Strength training schedules, book at Hatmi Publishing. (Persian)
8. Lucero, B. (2015). The 100 best swimming drills. Meyer & Meyer Verlag.
10. Shimadzu, H., Shibata, R., Ohgi, Y. (2008). Modelling swimmers' speeds over the course of a race. *Journal of Biomechanics*, 41(3): 549-555.
11. Leblanc, H., Seifert, L., Chollet, D. (2009). Arm-leg coordination in recreational and competitive breaststroke swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3): 352-356.
12. Swanik, K. A., Lephart, S. M., Swanik, C. B., Lephart, S. P., Stone, D. A., & Fu, F. H. (2002). The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 11(6): 579-586.
13. Beard, J. R. (2014). The effects of land-based plyometric training and timing of plyometrics fusion on selected acute swim performance measures.
14. Potdevin, F. J., Alberty, M. E., Chevutschi, A., Pelayo, P., Sidney, M. C. (2011). Effects of a 6-week plyometric training program on performances in pubescent swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1): 80-86.
15. McKay, D., Henschke, N. (2012). Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. *Br J Sports Med*, 46(10): 727-728.
16. Bompa, T. O., Di Pasquale, M., Cornacchia, L. (2018). Serious strength training. Human Kinetics.
17. Bishop, D. C., Smith, R. J., Smith, M. F., Rigby, H. E. (2009). Effect of plyometric training on swimming block start performance in adolescents. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7): 2137-2143.
18. Mohammadi, R., Sadeghi, H., Barati, A. H. The effect of plyometric exercises on the selected biomechanical parameters of breaststroke among male swimmers aged 10-14.
19. Patel, N. N. (2014). Plyometric training: A review article. *International Journal of Current Research and Review*, 6(15): 33.
20. Cameron, N., Griffiths, P. L., Wright, M. M., Blencowe, C., Davis, N. C., Pettifor, J. M., Norris, S. A. (2004). Regression equations to estimate percentage body fat in African prepubertal children aged 9 y. *The American journal of clinical nutrition*, 80(1): 70-75.
21. Bradley, A. L., Ball, T. E. (1992). The Wingate test: Effect of load on the power outputs of female athletes and nonathletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6(4): 193-199.
22. MacIntosh, B. R., & MacEachern, P. (1998). Paced effort and all-out 30-second power test. *Occupational Health and Industrial Medicine*, 3(38): 143.
23. Haff, G. G., Dumke, C. (2018). Laboratory Manual for Exercise Physiology, 2E. Human Kinetics.
24. Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of sports science & medicine*, 5(3): 459.
25. Breed, R. V., & Young, W. B. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of sports sciences*, 21(3): 213-220.
26. ghochali, A. (2000). Investigating the effect of a period of pliaometric exercises on anaerobic power variables, response rate and record of elite girl's female swimmers (15-17 years old). *Journal of harekat at tehran*, (Persian)

- (2018). In-Water Resisted Swim Training for Age-Group Swimmers: An Evaluation of Training Effects. *Pediatric exercise science*, 30(1): 124-131.
28. Breed, R. V., Young, W. B. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of sports sciences*, 21(3): 213-220.
29. Behrens, M., Mau-Moeller, A., Mueller, K., Heise, S., Gube, M., Beuster, N., Bruhn, S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of science and medicine in sport*, 19(2): 170-176.
30. Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British journal of sports medicine*, 41(6): 349-355.
31. Thomas, K., French, D., Hayes, P. R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1): 332-335.
32. Milić, V., Nejić, D., Kostić, R. (2008). The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot takeoff jumps. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 6(2): 169-179.
33. Franco-Márquez, F., Rodríguez-Rosell, D., Gonzalez-Suarez, J. M., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., Yanez-Garcia, J. M., González-Badillo, J. J. (2015). Effects of combined resistance training and plyometrics on physical performance in young soccer players. *International journal of sports medicine*, 94(11): 906-914.
34. Behrens, M., Mau-Moeller, A., Mueller, K., Heise, S., Gube, M., Beuster, N., Bruhn, S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of science and medicine in sport*, 19(2): 170-176.
35. Maughan, R. J., Gleeson, M., Greenhaff, P. L. (1997). *Biochemistry of exercise and training*. Oxford University Press, USA. 152/250
36. Garrido, N., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Costa, A. M., Silva, A. J., Pérez Turpin, J. A., Marques, M. C. (2010). Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers.
37. Cossor, J. M., Blanksby, B. A., & Elliott, B. C. (1999). The influence of plyometric training on the freestyle tumble turn. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(2): 106-116.
38. Yessis, M. (2009). *Explosive Plyometrics. Ultimate Athlete Concepts*.
39. Bompa, T. O., Buzzichelli, C. (2018). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human Kinetics.