Journal of Sport and Exercise Physiology
Spring 2022/Vol.15/No.1/21-32

The effect of four weeks of total-body resistance training (TRX) on muscular function and performance of young female swimmers

Ruba al-Fassih, Mohammad Fashi *, Sajjad Ahmadizad, Nazanin Abuzari

Faculty of Sports and Health Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Original Article

Abstract

Purpose: today, the record is one of the major concerns of coaches in competitive swimming. Therefore, finding the proportional type of resistance training as an essential factor affecting physical fitness and performance, is highly important. The purpose of this study was to investigate the effect of four weeks total body resistance training on muscular function and performance of young female swimmers.

Methods: Twelve college-level female swimmers were divided into Control and TRX group. The control group performed swimming protocol while the experimental group carried out eight swim like TRX addition to swimming program. Muscular function was measured using isokinetic device and swimming performances was measured by the record they reached and the number of hands and feet strokes during 25 and 50 m breaststroke swimming. Independent T-test was used to analyze the research data after subtracting the pretest from the post-test.

Results: Both groups have shown significance improvement in 25 m swimming record but there wasn't significant difference between groups (P = 0.289). Moreover, Number of strokes decreased significantly in TRX group (P = 0.31). Muscular function factors in 25 m and total work in 50 m has shown improvement in TRX group ($P \leq 0.05$). Conclusion: In general, combination of TRX with swimming training is most effective than swimming alone to improve swimmers performances.

Conclusion: In general, the results of this study indicate that the combination of TRX with swimming training is more suitable for improving swimmers' performance. It is also recommended that swimmers take advantage of this training method due to the principle of Specificity training and easy use.

Keywords: TRX, suspension training, muscle strength, breaststroke swimming.

How to cite this article: al-Fassih R, Fashi M, Ahmadizad S, Abuzari N. The effect of four weeks of total-body resistance training (TRX) on muscular function and performance of young female swimmers. Journal of Sport and Exercise Physiology 2022;15(1):21-32

*Corresponding Author; E-mail: m_fashi@sbu.ac.ir
DOI: 10.52547/joeppa.15.1.21

Received: 30/07/2017 Revised: 07/01/2018 Accepted: 17/01/2018

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
بهار ۱۴۰۱/ دوره ۱۵/ شماره ۱/ صفحه‌های ۲۱-۳۲

تأثیر چهار هفته تمرین مقاومتی کل بدن (TRX) بر عملکرد عضلانی و اجرای شناگران زن جوان

ربا الفصیح، محمد فشی*، سجاد احمدی زاد، نازنین ابوذری

دانشکدهٔ علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

مقاله پژوهشی

چکیده

هدف: رکورد در شنای رقابتی از مهم‌ترین دغدغه‌های مربیان امروزه است و پیدا کردن بهترین نوع تمرینات مقاومتی که از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر آمادگی جسمانی و رکورد شناگر است، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر چهار هفته تمرین مقاومتی کل بدن (TRX)، بر عملکرد عضلانی و اجرای شناگران زن جوان بود.

روش‌ها: به‌منظور انجام این پژوهش ۱۲ زن شناگر سطح دانشگاهی به دو گروه کنترل و TRX تقسیم شدند. گروه کنترل تنها تمرینات شنا و گروه تجربی علاوه‌بر تمرینات شنا، هشت حرکت TRX مشابه با شنا نیز انجام دادند. برنامهٔ پژوهش شامل چهار هفته، سه جلسه در هفته تمرینات عمومی شنا کردن و یا تمرینات شنا و TRXبود. عملکرد عضلانی توسط دستگاه ایزوکنتیک و اجرای شنا از طریق رکورد و تعداد ضربه‌های دست و پا در مسافت‌های ۲۵ و ۵۰ متر شنا قورباغه سنجیده شد. دامنهٔ اختلاف قبل و بعد داده‌های حاصله با استفاده از آزمون آماری تی مستقل بررسی شد.

نتایج: نتایج نشان داد که رکورد شنای ۲۵ متر در هر دو گروه بهبود معنادار بدون تفاوت بین‌گروهی داشته است (P=۰/۲۸۹)، با وجود این، تعداد ضربات در گروه تجربی به‌طور معناداری کمتر بود (P=۰/۰۳۱). عملکرد عضلانی در گروه TRX در شنای ۲۵ متر و کل کار مصرفی برحسب ژول در شنای ۵۰ متر در گروه تجربی افزایش معنادار نشان داد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش بیان می‌کند که ترکیب TRX با تمرین شنا برای بهبود عملکرد شناگران مناسب‌تر است. همچنین به‌علت رعایت اصل ویژگی تمرین و استفادهٔ آسان و ارزان پیشنهاد می‌شود شناگران از این شیوهٔ تمرینی بهره ببرند.

واژه‌های کلیدی: TRX، تمرینات تعلیقی، شنای قورباغه، قدرت عضلانی.

* نویسنده مسئول: رایانامه: m_fashi@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۰۸ تاریخ ویرایش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷

مقدمه

همان‌طورکه در رشته‌های رقابتی مانند دویدن و دوچرخه‌سواری، قدرت پویا از عوامل مهم در عملکرد ورزشکار محسوب می‌شود، در رشتهٔ شنا نیز قدرت از عوامل اصلی تعیین‌کنندهٔ عملکرد ورزشکار است (۱). در شنای قهرمانی تمرینات مقاومتی به اشکال متفاوت به‌صورت گسترده‌ای استفاده می‌شوند (۲)، به‌طوری‌که شناگران بین‌المللی بیشتر از پنج ساعت در هفته را به تمرینات در خشکی اختصاص می‌دهند (۳). اوج عملکرد در شنا با قدرت بیشینه رابطه دارد (۴). تمرین مقاومتی سبب افزایش اندازه و قدرت عضلات و همچنین افزایش توده و تراکم استخوانی می‌شود. این سازگاری متعاقب تمرین‌های مقاومتی با افزایش قدرت عضلانی و نیز تغییر در اندازهٔ عضله و تغییرات عصبی همراه است (۵).

به‌نظر می‌رسد تمرین مقاومتی شنا سبب بهبود عملکرد می‌شود و شاخص‌های مربوط به عملکرد مانند افزایش طول ضربه، کاهش تعداد ضربه‌ها و افزایش ظرفیت جلوبرنده را بهبود می‌بخشد (۶، ۷). سطح بهینه‌ای از قدرت و توان برای عملکرد مطلوب شناگران نیاز است. این امر به رساندن توانایی بیشینهٔ تولید نیروهای دفع‌کننده و به حداقل رساندن مقاومت اعمال‌شده توسط نیروی مایع اطراف وابسته است (۸). نشان داده شده است که ترکیب کردن تمرینات شنا با تمرینات مقاومتی در خشکی نسبت به تمرینات در استخر شنا به‌تنهایی برای افزایش عملکرد ۵۰ متر و ۴۰۰ متر کرال سینه کارامدتر بوده است (۹، ۱۰). همچنین انجام تمرینات قدرتی در خشکی احتمالاً سبب افزایش نیروی دفع آب به‌ویژه در شنای فواصل کوتاه می‌شود (۸). گروهی از پژوهشگران اثر ترکیب شنا با تمرینات مقاومتی سنتی را بر عملکرد شنای ورزشکاران رقابتی دانشگاهی بررسی کردند. نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی سنتی به افزایش سرعت یا کاهش لاکتات خون زیر بیشینه منجر نمی‌شود (۶). نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی سنتی با وجود افزایش قدرت، به بهبود عملکرد منجر نمی‌شود. به‌نظر می‌رسد ضربه‌های دست در شنا از تکنیک بالایی برخوردارند و تمرینات مقاومتی سنتی اصل ویژگی را برای شنا رعایت نمی‌کنند، بنابراین نمی‌توانند به عملکرد شنا کمک چندانی کنند (۱، ۷). همچنین تمرینات مقاومتی مشابه با شنا به شکل‌های متفاوتی انجام می‌گیرند که ممکن است خارج یا داخل آب باشند (۷). برنامه‌های تمرین مقاومتی در خشکی تأثیر بسزایی بر تولید نیروی دفع آب دارند، با این حال برای بهبود عملکرد نیاز است که این تمرینات مطابق با حرکات شنا باشند (۱۱). یکی از شیوه‌های تمرین مقاومتی، تمرین در شرایط بی‌ثبات است که امروزه برای انجام تمرین‌های ورزشی و تناسب اندام به‌کار می‌رود. اخیراً دستگاه‌های تمرینی معلق نیز به فهرست تمرین در شرایط ناپایدار اضافه شده است. در این نوع تمرین‌ها، با استفاده از کش یا باند، بدن به‌صورت معلق در هوا نگه‌داشته می‌شود (۱۲). تحقیقات نشان می‌دهد دستگاه‌های تمرینی معلق، می‌توانند سبب افزایش مهارت‌های ورزشکاران، بهبود تعادل و پایداری، افزایش هماهنگی عصبی- عضلانی، بهبود هماهنگی بین عضلات، افزایش قدرت عضلات تنه، افزایش استقامت، بهبود توان انفجاری و افزایش ثبات مفاصل در رشته‌های مختلف ورزشی شوند (۱۳، ۱۴).

فعالیت مقاومتی کل بدن (Total body Resistance Training) (TRX)، نمونه‌ای از تمرین‌های مقاومتی معلق به‌وسیلهٔ باند است که امکان تمرین کردن در فضاهای محدود و کوچک حتی در صورت نبود باشگاه ورزشی را فراهم می‌کند (۱۵). از ویژگی‌های مهم TRX این است که بیشتر حرکات تمرینی آن را می‌توان در همهٔ سطوح حرکتی (مانند دور کردن، نزدیک کردن، خم کردن و باز کردن) اجرا کرد. علاوه‌بر این به‌علت معلق بودن، تمامی حرکات تعادلی بوده و به‌علت نیروی کشش و رانش حرکات کاملاً کششی و قدرتی‌اند. با توجه به اینکه در سیستم تعلیقی از وزن بدن فرد به‌عنوان مقاومت استفاده می‌شود، همچنین به‌علت جنبش و زاویه‌های حرکتی بیشتر در مقایسه با تمرینات با دمبل و هالتر، از طریق تمرینات TRX می‌توان تمرینات بیشتری طراحی کرد (۱۶). بر این اساس به‌نظر می‌رسد حرکاتی را که به حرکت‌های شناگران در آب شباهت دارند نیز بتوان به‌وسیلهٔ آن طراحی کرد. رشتهٔ شنا از چند جنبه با سایر رشته‌ها تفاوت دارد. شناگران همواره به حالت خوابیده روی شکم هستند (۲)؛ دیگر اینکه در طول تمرین عملکرد ورزشکار تحت تأثیر نیروی مایعات اطراف قرار می‌گیرد. از این حیث به‌نظر می‌رسد که تمرینات TRX به‌علت معلق بودن می‌توانند در بخشی با رعایت اصل ویژگی و برای بهبود عملکرد با استفاده از افزایش قدرت ویژهٔ شنا مؤثر واقع شود. اما پژوهش‌ها در این

زمینه اندک بوده و تأثیر تمرینات TRX بر بهبود قدرت شناگران و در نتیجهٔ آن بهبود عملکرد مشخص نشده است. علاوه‌بر این، به‌دلیل نبود اطلاعات کاربردی در زمینهٔ تأثیر بیشتر تمرینات TRX یا شنا کردن برای بهبود عملکرد شناگران، محقق بر آن شد که پاسخ این پرسش را روشن کند که آیا چهار هفته تمرین با استفاده از TRX بر ویژگی‌های عضلانی و عملکرد شناگران زن دانشگاهی تأثیر دارد؟

روش پژوهش

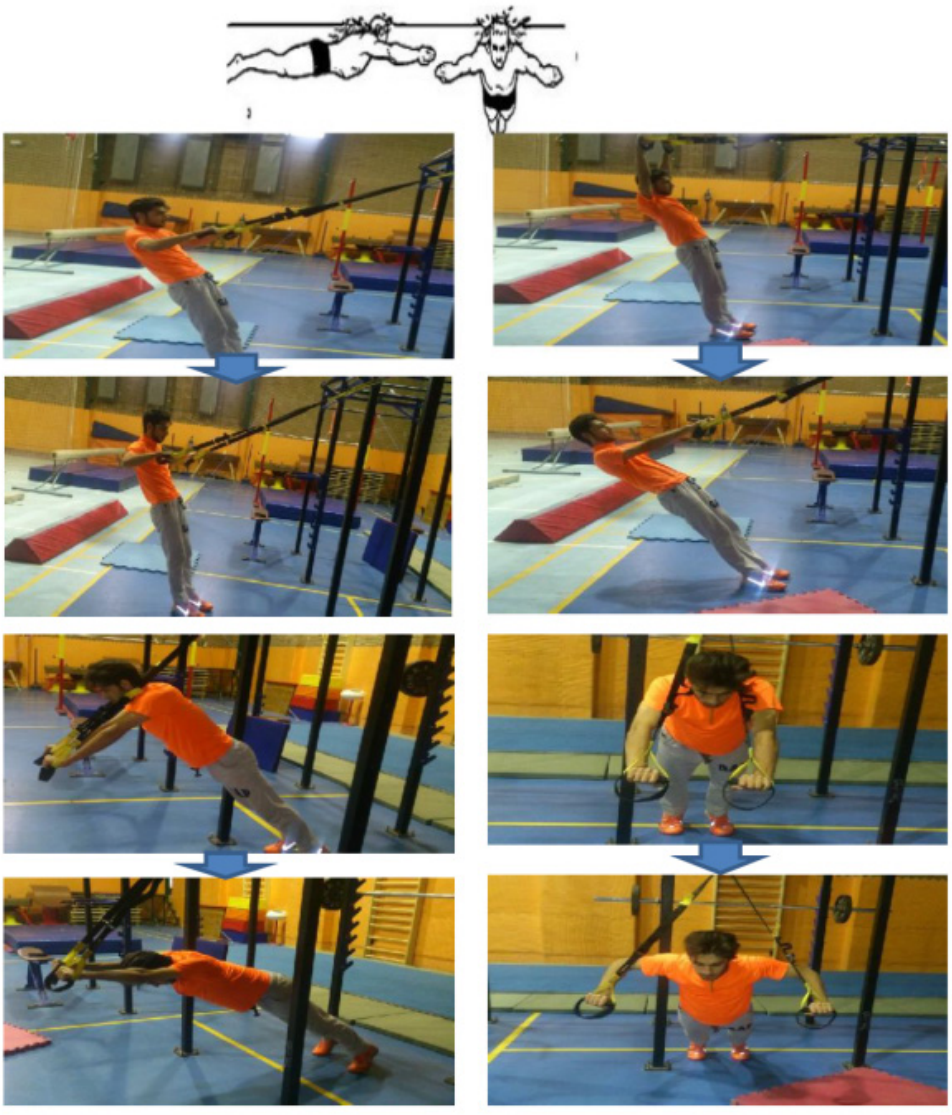
نمونه‌های پژوهش: این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی است و به‌صورت طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون اجرا شد. آزمودنی‌ها شامل ۱۲ شناگر زن غیرحرفه‌ای با سن ۴± ۲۴ سال بودند که داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. معیارهای ورود آزمودنی شامل داشتن دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال، تسلط کافی به شنای قورباغه، داشتن رکورد کمتر از ۴۰ ثانیه در شنای ۲۵ متر و کمتر از ۷۵ ثانیه در شنای ۵۰ متر، نداشتن فعالیت‌های ورزشی جانبی در طول دورهٔ مطالعه، نداشتن آسیب‌دیدگی در مفصل‌های آرنج و زانو و نداشتن بیماری‌های زمینه‌ای مانند پرفشار خونی و قلبی و تنفسی بود. آزمودنی‌ها از طریق اطلاعیهٔ عمومی برای شرکت در پژوهش فراخوان شدند. ۲۰ نفر از شرکت‌کنندگان به‌منظور انجام آزمون ورودی در محل آزمون حاضر شدند. در آزمون ورودی از آزمودنی‌ها خواسته شد پس از گرم کردن بهترین تکنیک خود را در شنای قورباغه با سرعت خیلی کم و طی یک عرض استخر اجرا کنند. پس از آن رکورد شرکت‌کنندگان در شنای قورباغهٔ ۲۵ و ۵۰ متر ثبت شد. پس از غربالگری تکنیکی شنای قورباغه و حذف آزمودنی‌هایی که در تمرینات جانبی شرکت داشتند یا نتوانستند مسافت‌های ذکرشده را به پایان برسانند، ۱۲ نفر به‌منظور ورود به برنامهٔ اصلی پژوهش انتخاب شدند. برگهٔ رضایت‌نامه و سلامتی به‌منظور اطمینان از توانایی آزمودنی‌ها برای انجام برنامه توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد و پس از آن براساس رکورد به دو گروه کنترل (شش نفر) و TRX (شش نفر) تقسیم شدند، به‌طوری‌که میانگین رکورد در هر دو گروه به هم نزدیک باشد. آزمودنی‌ها در روز مشخصی برای انجام آزمون قدرت با دستگاه ایزوکنتیک به آزمایشگاه مراجعه کردند. گرم کردن ویژه برای عضلات مورد آزمایش انجام گرفت تا عضلات قادر به انجام برنامهٔ آزمون باشند و از آسیب‌دیدگی آن پیشگیری شود. مراحل آزمایش برای هر آزمودنی توضیح داده شد تا آزمودنی با برنامهٔ منتخب ایزوکنتیک آشنا شود. سپس آزمون ایزومتریک به این شیوه انجام گرفت که شش انقباض ایزومتریک با نیروی انقباض بیشینه در زاویهٔ ۹۰° به مدت سه ثانیه انجام گیرد (سه انقباض اکستنش و سه انقباض فلکشن زانو با یک دقیقه استراحت پس از هر انقباض). پس از تنظیم (کالیبراسیون) دستگاه برای آزمون ایزوتونیک، از آزمودنی‌ها خواسته شد که انقباضی با بیشترین سرعت در دو نوبت پنج تکراری با ۲۴ نیوتن بر متر برای مفصل زانو از ۹۰° فلکشن تا ۱۸۰° اکستنشن با یک دقیقه استراحت بین نوبت‌ها انجام دهند. برای مفصل آرنج از آزمودنی خواسته شد که بیشترین نیروی ممکن را حین انجام آزمون اعمال کند. آزمون ایزومتریک به شیوه‌ای مشابهی با آزمون ایزومتریک مفصل ران انجام گرفت. پس از تنظیم (کالیبراسیون) دستگاه برای آزمون ایزوتونیک، از آزمودنی‌ها خواسته شد با بیشترین سرعت، آزمون ایزوتونیک را با سرعت ۸ نیوتن بر متر، دو نوبت چهار تکراری از ۹۰° درجهٔ فلکشن تا ۱۵۰° اکستنشن با یک دقیقه استراحت بین نوبت‌ها انجام دهند. اوج گشتاور، کل کار، میانگین توان در مفصل آرنج و زانو در آزمون ایزوتونیک ارزیابی شد. جلسهٔ دوم آزمون ارزیابی عملکردی ورودی بود که در استخر انجام گرفت و آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، آزمون سرعت ۲۵ و ۵۰ متر شنای قورباغه را انجام دادند. علاوه‌بر رکورد، تعداد ضربه‌های دست و پا نیز ثبت شد. ۷۲ ساعت بعد برنامه‌های تمرینی به شرح زیر انجام گرفت.

روش اجرای پژوهش: برنامهٔ TRX: آزمودنی‌ها از قبل به مدت یک هفته دورهٔ آشناسازی و آموزش کار با باندهای TRX را فرا گرفته بودند. ۷۲ ساعت پس از پیش‌آزمون، اولین جلسهٔ تمرین برگزار و آزمودنی‌ها مطابق جدول ۱ و به مدت چهار هفته بر پایهٔ زمان‌بندی غیرخطی و هر هفته سه جلسه برنامهٔ اصلی را انجام دادند. حرکات TRX هشت حرکت شامل چهار حرکت برای بالاتنه (شکل ۱) و چهار حرکت برای پایین‌تنه (شکل ۲) بود و تا حد امکان مشابه حرکات در شنا قورباغه طراحی شد. به‌منظور انجام تمرینات TRX تعداد تکرار بیشینه هر حرکت TRX به مدت ۴۵ ثانیه ارزیابی شد. در دو هفتهٔ اول براساس ۷۰ درصد بیشینه تعداد تکرار ۴۵ ثانیه و هفته‌های سوم و چهارم با ۸۵ درصد

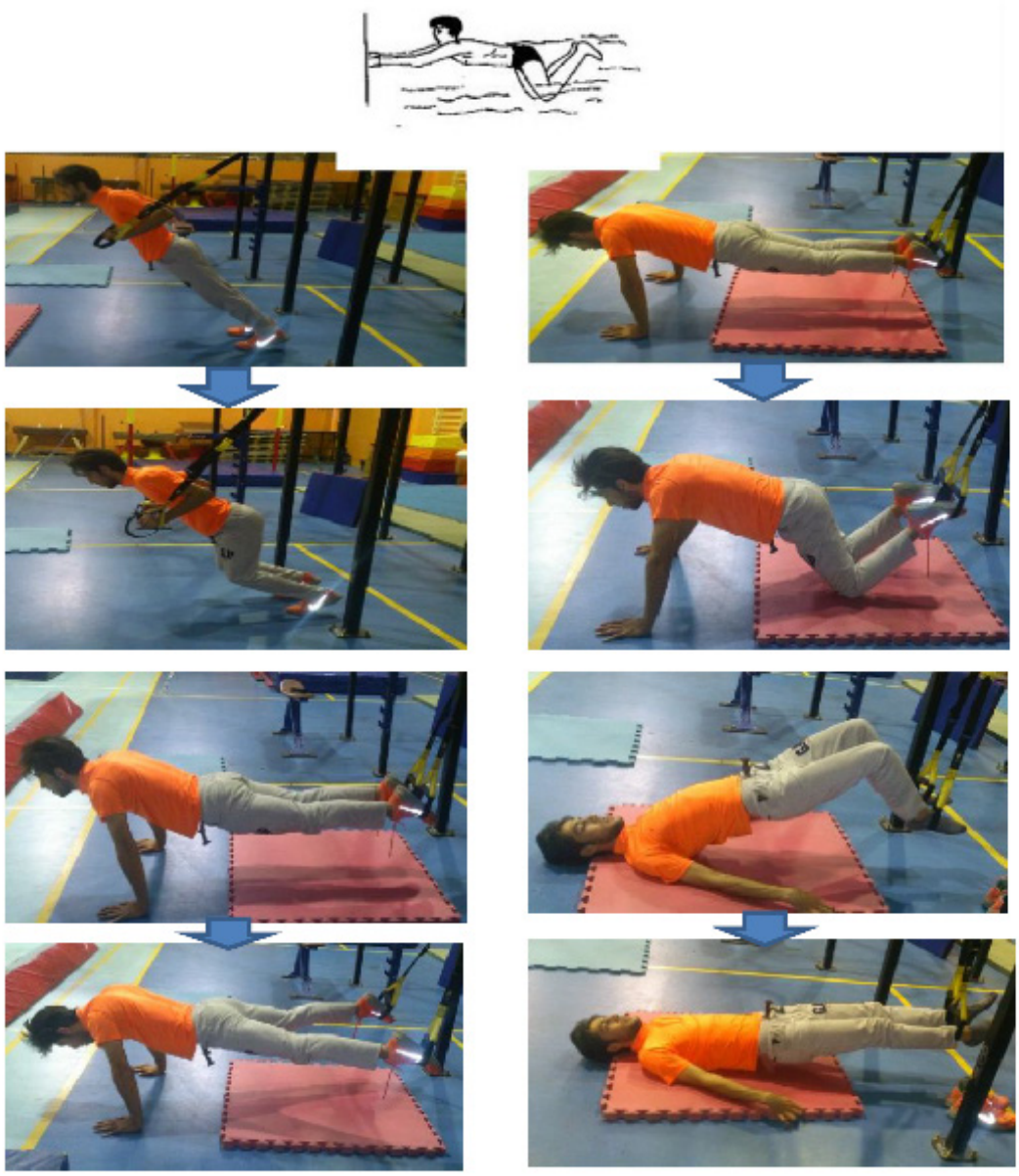
بیشینه تعداد تکرار ۳۰ ثانیه برنامه‌ریزی شد. گروه TRX با شدت‌های مشابه با گروه کنترل و تعداد جلسات متفاوت که در جدول ۱ به‌تفصیل آمده است، تمرین تخصصی شنا را انجام دادند. قرارداد ورزشی پژوهش با در نظر گرفتن اصول طراحی تمرین از جمله برابری حجم جلسات تمرینی، برابری شدت تمرینات تا حد ممکن بر پایهٔ زمان‌بندی غیرخطی طراحی شد. تمامی مراحل قرارداد ورزشی پس از طراحی توسط دو نفر از آزمودنی‌ها انجام گرفت و قابلیت استفاده از آن بررسی و تأیید شد.

برنامهٔ شنا: برنامهٔ تمرین شنا نیز به شرح جدول ۱ انجام گرفت. آزمودنی‌ها در دو هفتهٔ اول با شدت ۷۰٪ بهترین رکورد در ۲۵ متر یا ۵۰ متر و در دو هفتهٔ دوم با شدت ۸۵٪ بهترین رکورد شنا کردند. پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسهٔ تمرین، پس‌آزمون مشابه با پیش‌آزمون و در زمان‌های مشابه با پیش‌آزمون برای هر آزمودنی انجام گرفت.

تحلیل آماری: به‌منظور تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها از آمار توصیفی (میانگین ± انحراف استاندارد)، برای تعیین طبیعی بودن داده‌ها از آزمون آماری شاپیرو-ویلک، همچنین از آزمون تی مستقل برای تعیین تفاوت بین دو گروه پس از مشخص کردن تفاضل پیش و پس‌آزمون و از آزمون تی وابسته برای تعیین تفاوت در نتایج پیش و پس‌آزمون در هر گروه استفاده شد. سطح معناداری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شده و از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ استفاده شد.



شکل ۱. حرکات TRX بالاتنه ویژهٔ شنای قورباغه



شکل ۲. حرکات TRX پایین‌تنه ویژهٔ شنای قورباغه

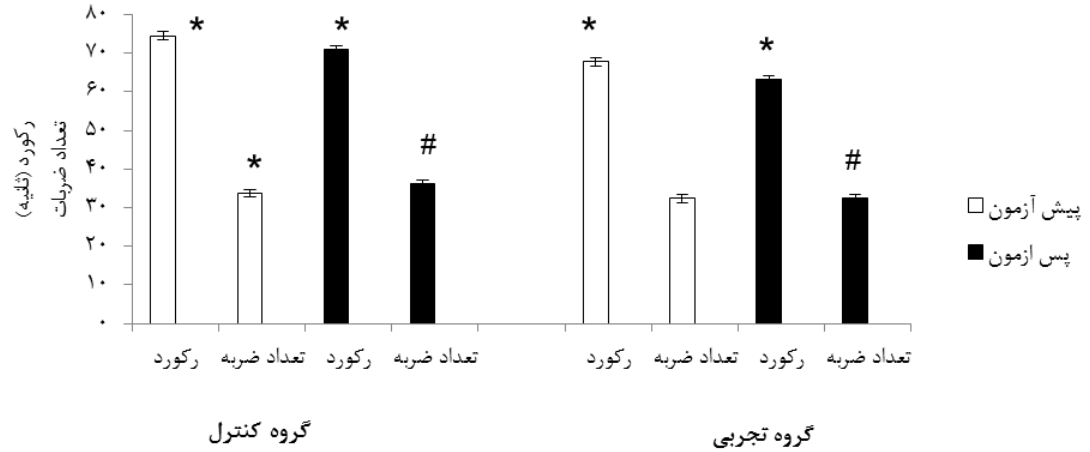
نتایج

نتایج حاصل از آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که تفاوت معنادار بین توزیع طبیعی و توزیع داده‌های حاصله وجود ندارد (P>۰/۰۵) و داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردارند. نتایج نشان داد که رکورد شنای ۲۵ متر در هر دو گروه بهبود معنادار بدون تفاوت بین‌گروهی داشته است (P=۰/۲۸۹)، با وجود این، تعداد ضربات در گروه تجربی به‌طور معناداری کمتر بود (P=۰/۰۳۱).

عملکرد عضلانی در گروه TRX در شنای ۲۵ متر و کل کار مصرفی برحسب ژول در شنای ۵۰ متر در گروه تجربی افزایش معنادار نشان داد (P<۰/۰۵). نتایج بررسی‌های بین‌گروهی حاصل از آزمون t مستقل برای رکورد و تعداد ضربه‌ها در نمودارهای ۱ و ۲، همچنین نتایج درون‌گروهی و بین‌گروهی برای متغیرهای اندازه‌گیری‌شده توسط آزمون ایزوکنتیک به‌تفصیل در جدول ۲ آمده است.

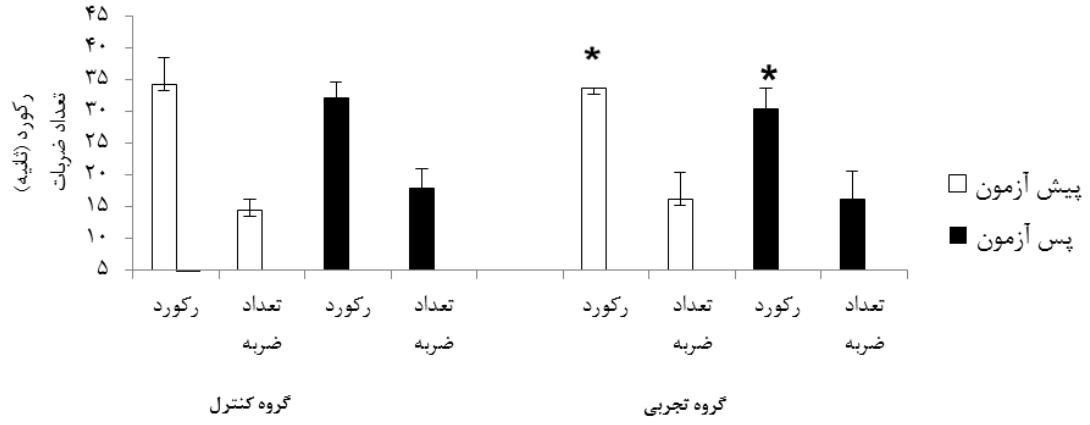
جدول ۱. برنامهٔ شنا و TRX

گروه‌ها	هفتهٔ سوم و چهارم		هفته اول و دوم		
	جلسهٔ اول و سوم	جلسهٔ دوم	جلسهٔ اول	جلسهٔ دوم	جلسهٔ سوم
کنترل	شنا کردن با ۷۰ درصد بهترین رکورد ۲۵ و ۵۰ متر قورباغه: ۶۰ دقیقه	شنا کردن با ۷۰ درصد بهترین رکورد ۲۵ و ۵۰ متر قورباغه: ۶۰ دقیقه	شنا کردن با ۸۵ درصد بهترین رکورد ۲۵ و ۵۰ متر قورباغه: ۴۰ دقیقه	شنا کردن با ۸۵ درصد بهترین رکورد ۲۵ و ۵۰ متر قورباغه: ۴۰ دقیقه	شنا کردن با ۸۵ درصد بهترین رکورد ۲۵ و ۵۰ متر قورباغه: ۴۰ دقیقه
TRX	تمرین TRX ویژهٔ شنای قورباغه در خشکی. ۸ حرکت، ۴ نوبت و هر نوبت ۴۵ ثانیه، ۶۰ ثانیه استراحت بین ست، ۲:۳۰ دقیقه بین حرکت	شنا کردن با ۷۰ درصد بهترین رکورد ۲۵ و ۵۰ متر قورباغه: ۶۰ دقیقه	شنا کردن با ۸۵ درصد بهترین رکورد ۲۵ و۵۰ متر قورباغه: ۴۰ دقیقه	تمرین TRX ویژهٔ شنای قورباغه در خشکی. ۸ حرکت، ۳ نوبت و هر نوبت۳۰ ثانیه، ۶۰ ثانیه استراحت بین تکرار، ۲ دقیقه بین ست	شنا کردن با ۸۵ درصد بهترین رکورد ۲۵ و۵۰ متر قورباغه: ۴۰ دقیقه



نمودار ۱. تعداد ضربات و رکورد شنای ۲۵ متر زنان جوان

*** تفاوت با پیش‌آزمون #تفاوت با گروه کنترل**



نمودار ۲. تعداد ضربات و رکورد شنای ۵۰ متر زنان جوان

*** تفاوت با پیش‌آزمون #تفاوت با گروه کنترل**

جدول ۲. نتایج آزمون t وابسته و مستقل برای تعیین تفاوت‌های درون و بین‌گروهی در متغیرهای حاصل از آزمون ایزوکنتیک

گروه	متغیر	تفاوت معنادار پیش و پس از مداخله	تفاوت معنادار بین دو گروه
گروه کنترل	اوج گشتاور در اکستنشن مفصل زانو	۰/۹۰۰	۰/۴۰۸
گروه تمرین		۰/۳۰۳	
گروه کنترل	اوج گشتاور در فلکشن مفصل زانو	۰/۱۲۹	۰/۴۸۶
گروه تمرین		۰/۹۷۵	
گروه کنترل	اوج گشتاور در اکستنشن مفصل آرنج	۰/۹۲۱	۰/۱۷۸
گروه تمرین		۰/۱۶۳	
گروه کنترل	اوج گشتاور در فلکشن مفصل آرنج	۰/۲۱۹	۰/۱۵۰
گروه تمرین		۰/۰۵۵	
گروه کنترل	کل کار در اکستنشن مفصل زانو	۰/۰۹۶	۰/۲۵۳
گروه تمرین		۰/۰۲۵	
گروه کنترل	کل کار فلکشن مفصل زانو	۰/۰۸۹	۰/۱۵۱
گروه تمرین		۰/۰۰۵	
گروه کنترل	کل کار در اکستنشن مفصل آرنج	۰/۱۳۶	۰/۰۲۰
گروه تمرین		۰/۴۰	
گروه کنترل	کل کار در فلکشن مفصل آرنج	۰/۳۶۷	۰/۰۱۵
گروه تمرین		۰/۰۰۳	
گروه کنترل	میانگین توان در اکستنشن مفصل زانو	۰/۱۳۰	۰/۲۱۵
گروه تمرین		۰/۰۲۰	
گروه کنترل	میانگین توان فلکشن مفصل زانو	۰/۰۷۲	۰/۶۰۰
گروه تمرین		۰/۰۱۹	
گروه کنترل	میانگین توان در اکستنشن مفصل آرنج	۰/۵۹۶	۰/۰۰۶
گروه تمرین		۰/۰۰۱	
گروه کنترل	میانگین توان در فلکشن مفصل آرنج	۰/۱۷۳	۰/۰۲۱
گروه تمرین		۰/۰۰۵	

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد پس از چهار هفته تمرین تفاوت معناداری بین گروه‌ها در رکورد شنا ۲۵متر وجود ندارد (P>۰/۰۵)، ولی در مقایسهٔ درون‌گروهی مشخص شد که هر دو گروه به‌طور معناداری (P<۰/۰۵) بهبود یافته‌اند. از طرفی، در مقایسه با گروه کنترل، گروه TRX در شنای ۲۵ متر از تعداد ضربه‌های کمتری استفاده کردند (P<۰/۰۵). همچنین در گروه TRX نتایج میانگین توان در فلکشن و اکستنشن زانو و آرنج (P<۰/۰۵) نسبت به پیش‌آزمون افزایش نشان داد. بنابراین، علت کاهش تعداد ضربه‌های دست و پا احتمالاً توسط این حقیقت توضیح داده می‌شود که شناگران گروه تمرین توانستند توان بیشتری را همراه با تعداد ضربه‌های دست و پای کمتر و با وجود رکورد مشابه تولید کنند. این نتایج با یافته‌های توزیانت و همکاران (۱۹۹۰) که نشان دادند توان در گروه تجربی که با دستگاه بدنسازی تمرین کردند، در مسافت‌های ۲۵ و ۵۰ متر همزمان با سرعت آن‌ها افزایش پیدا کرده است، همسوست. همان‌طورکه توان برابر کاری انجام‌گرفته در هر ضربه در واحد زمان است (۱۷، ۱۸)، درصورتی‌که ظرفیت هر ضربه برای انجام

کار بیشتر بهبود یابد، مسافت بیشتری در هر ضربه می‌تواند طی شود. از تجزیه‌وتحلیل تعداد ضربه و طول ضربهٔ دست و پا در مسابقات، شناگر برتر با طی مسافت بیشتر در هر ضربه به‌جای تعداد ضربه‌های بیشتر از شناگر ضعیف‌تر متمایز می‌شود (۱۷، ۱۹-۲۱). ظاهراً از آثار مفید روش تمرین TRX این است که مسافت طی‌شده در هر ضربه را بهبود می‌بخشد. علاوه‌بر این در پژوهش حاضر اوج سرعت به‌وسیلهٔ دستگاه ایزوکینتیک اندازه‌گیری شد و افزایش معناداری در فلکشن پا و اکستنشن و فلکشن دست ($P<0/05$) در گروه تجربی دیده شد. با توجه به بیومکانیک شنای قورباغه، اعمال نیرو در بخش فلکشن دست و پا بیشترین کشش آب و پیشروی را موجب می‌شود (۲۲). نتایج نشان می‌دهد که افزایش قدرت ویژه در گروه تجربی به‌دلیل انجام حرکات مقاومتی با TRX در حرکت تخصصی بیشتر اتفاق افتاده است.

پژوهش حاضر هیچ تفاوتی در اوج گشتاور فلکشن و اکستنشن دست و پا در آزمون ایزومتریک ($P<0/05$) پیش و پس از تمرین در دو گروه مورد مطالعه نشان نداد. این در حالی است که برخی پژوهش‌ها عنوان کردند که برای بررسی قدرت در عملکرد پویا، توان تولیدشده در چند ثانیه از یک فعالیت شدید شاخص بهتری است (۲۳). از طرفی، تمرین TRX و شنا تمریناتی پویا به‌شمار می‌روند و آزمون‌های ایزومتریک معیاری دقیق برای اندازه‌گیری عملکرد پویا به‌حساب نمی‌آیند (۲۴). آزمون ایزومتریک به‌طور معمول شامل انقباض داوطلبانهٔ بیشینه در یک زاویهٔ مشخص در برابر مقاومت ثابت است که به‌صورت سری با یک حسگر کششی یا استفاده از ماشین‌های ویژه اندازه‌گیری می‌شود (۲۴). درحالی‌که مداخلهٔ تمرینی ما در این پژوهش تمرین پویا با مقاومت خارجی ثابت محسوب می‌شود. بنابراین، می‌توان این نتایج را به اصل ویژگی آزمون نسبت داد که بیان می‌کند زمانی‌که از آزمونی استفاده می‌کنید که مشابه با عملکرد عضلانی و گروه عضلانی است که آن را تمرین داده‌اید، افزایش قدرت بیشتری نسبت به زمانی‌که آزمون شما عملکرد عضلانی متفاوتی را ارزیابی می‌کند، مشاهده می‌کنید (۲۵). این نتایج همسو با برخی پژوهش‌هایی است که در زمینهٔ مقایسهٔ تمرین ایزومتریک با تمرین پویا با مقاومت خارجی ثابت در پی الگوی خاصی انجام شده و نتیجه گرفته‌اند که در آزمون‌های ایزومتریک، تمرین ایزومتریک از تمرین پویای ثابت خارجی برتری داشته است. در همین زمینه در پژوهشی نشان داده شد که پس از ده هفته تمرین پویا با مقاومت خارجی و تمرین‌های مقاومتی متنوع، تفاوت معناداری در هیچ‌یک از زاویه‌های آزمون ایزومتریک در اکستنشن مفصل زانو پیدا نمی‌شود (۲۵).

در پژوهش حاضر کل کار مصرفی در شنای ۵۰ متر در گروه کنترل بین پیش و پس‌آزمون تغییر نکرد، اما در گروه TRX افزایش یافت (فلکشن و اکستنشن دست و پا ($P<0/05$). کل کار مصرفی به معنای مقدار کار انجام‌گرفته در تمام نوبت‌های تمرینی است و همچنین نشان‌دهندهٔ توانایی عضله برای حفظ گشتاور طی آزمون است. علاوه‌بر این کل کار حساس‌ترین شاخص برای اندازه‌گیری خستگی عضله به‌شمار می‌رود (۲۳، ۲۶-۲۸). بنابراین می‌توان گفت از علل احتمالی بهبود رکورد ۵۰ متر در گروه TRX افزایش کل کار مصرفی بوده که در گروه کنترل رخ نداده است و چون زمان در ۵۰ متر بیشتر از ۲۵ متر است، در اینجا نقش کل کار مصرفی قاطعانه‌تر است. همچنین شاید اوج سرعت و زمان رسیدن به اوج سرعت به این نتایج کمک کرده باشند (۲۹). اصلی‌ترین یافتهٔ این پژوهش بیان می‌کند که ترکیب TRX با تمرین شنا از تمرین شنا به‌تنهایی برای بهبود عملکرد شناگران بهتر است. این نتایج با نتایج تاناتکا و همکاران (۱۹۹۸) همسوست. آن‌ها نشان دادند ترکیب تمرین شنا با تمرین مقاومتی در خشکی یا تمرین مقاومتی ویژهٔ شنا در آب بهتر از انجام تمرینات شنا به‌تنهایی است (۶). تمرین مقاومتی با وزنه در خشکی تنها راه بارگیری عضلات عملکردی نیست، حتی درصورتی‌که نتایج خوبی از آن حاصل شود، بنابراین، تمرینات مقاومتی ویژه شنا از اهمیت بیشتری برخوردارند (۳۰). با توجه به نتایج این پژوهش شایان ذکر است که مدت مداخله در این پژوهش تنها چهار هفته بوده است. در نتیجه میزان تأثیر تمرین می‌تواند از لحاظ کمی کوچک باشد. با این حال، هدف پژوهش حاضر شناسایی مزایای این شیوهٔ جدید تمرینی در رشته‌ای مانند شنا بود که از نظر ویژگی تمرین به TRX قابل تعمیم است.

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین مقاومتی کل بدن به بهبود عملکرد شناگران منجر می‌شود. در پژوهش حاضر پس از چهار هفته ترکیب

تمرین مقاومتی کل بدن با شنا و انتخاب حرکت مشابه به حرکت شنای قورباغه گروه تجربی به پارامترهای تکنیکی بهتری رسیدند. در ورزش شنا افزایش طول و کارایی ضربهٔ دست و پا به بهبود عملکرد عضلانی منجر می‌شود. این نشان‌دهندهٔ توانایی این نوع تمرین برای بهبود نیروی جلوبرندهٔ شناگر و مقابله با مقاومت آب است که از مهم‌ترین عوامل برای هر شناگر به‌شمار می‌روند. تمرینات TRX از لحاظ قدرت، برخی متغیرهای قدرت را بهبود بخشیدند. این نتایج در حالی به‌دست آمد که طول دورهٔ تمرین کوتاه و تعداد آزمودنی‌ها کم بود. از دیگر مزیت‌های این نوع تمرینات قابلیت اجرای حرکات در زاویه‌های مختلف با وضعیت‌های متفاوتی مطابق با نیازهای ورزشکاران است. بنابراین، مربیان می‌توانند با توجه به نوع شنای تخصصی ورزشکار حرکات متفاوتی را طراحی کنند که این مزیت در دستگاه‌های وزنه وجود ندارد. علاوه‌بر این طناب‌های TRX قابل حمل و اتصال در مکان‌های مختلف‌اند و نسبت به سایر تجهیزات مقاومتی مقرون به صرفه‌اند، بنابراین در مکان‌های مختلف با امکانات کم نیز می‌توان از آن به‌عنوان شیوهٔ تمرین مقاومتی مؤثر استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد نویسندهٔ اول است و با هزینهٔ شخصی انجام گرفته است.

منابع

1. Tanaka H, Swensen T. Impact of resistance training on endurance performance. Sports medicine. 1998;25(3):191-200.
2. Aspenes ST, Karlsen T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming. Sports medicine. 2012;42(6):527-43.
3. Anderson M, Hopkins W, Roberts A, Pyne D. Ability of test measures to predict competitive performance in elite swimmers. Journal of Sports Sciences. 2008;26(2):123-30.
4. Gullstrand L, Holmer I. Physiological characteristics of champion swimmers during a five-year follow-up period. Biomechanics and Medicine in Swimming IV. 1983:203-8.
5. Aagaard P, Andersen JL, Dyhre Poulsen P, Leffers AM, Wagner A, Magnusson SP, et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. The journal of physiology. 2001;534(2):613-23.
6. Tanaka H, Costill DL, Thomas R, Fink WJ, Widrick JJ. Dry-land resistance training for competitive swimming. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1993;25(8):952-9.
7. Toussaint HM, Vervoorn K. Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. International Journal of Sports Medicine. 1990;11(03):228-33.
8. Morouço PG, Marinho DA, Amaro NM, Pérez Turpin JA, Marques MC. Effects of dry-land strength training on swimming performance: a brief review. 2012.
9. Girold S, Maurin D, Dugué B, Chatard J-C, Millet G. Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2007;21(2):599-605.
10. Aspenes S, Kjendlie P-L, Hoff J, Helgerud J. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. 2009.
11. Geladas N, Nassis G, Pavlicevic S. Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. International Journal of Sports Medicine. 2005;26(02):139-44.
12. Byrne JM, Bishop NS, Caines AM, Crane KA, Feaver AM, Pearcey GE. Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014;28(11):3049-55.
13. LI J-c, ZHOU K-l, SHI Y-t. Suspension training in core strength training of skill dominated performing event——In view of diving events [J]. Journal of Wuhan Institute of Physical Education. 2010;2:010.
14. Stray-Pedersen JI, Magnussen R, Kuffel E, Seiler S, Katch F. Sling exercise training improves balance, kicking velocity and torso stabilization strength in elite soccer players. Med Sci Sports Exerc. 2006;38(5):S243.
15. Carbonnier A, Martinsson N. Examining muscle activation for Hang Clean and three different TRX Power Exercises: A validation study. 2012.
16. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2005;13(5):316-25.
17. Hollander AP, Huijing PA, De Groot G. Biomechanics and Medicine in Swimming: 4th International Symposium of Biomechanics in Swimming: 5th International Congress on Swimming Medicine: Selected Papers: Human Kinetics Publishers; 1983.
18. Toussaint HM, Beelen A, Rodenburg A, Sargeant AJ, de Groot G, Hollander AP, et al. Pro-

pelling efficiency of front-crawl swimming. Journal of Applied Physiology. 1988;65(6):2506-12.
19. Craig A, Pendergast DR. Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. Med Sci Sports Exerc. 1979;11(3):278-83.
20. Craig AB, Skehan PL, Pawelczyk JA, Boomer WL. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. Med Sci Sports Exerc. 1985;17(6):625-34.
21. Pai YC, Hay JG, Wilson BD. Stroking techniques of elite swimmers. Journal of Sports Sciences. 1984;2(3):225-39.
22. Barbosa TM, de Jesus K, Abraldes JA, Ribeiro J, Figueiredo P, Vilas-Boas JP, et al. Effects of protocol step length on biomechanical measures in swimming. International journal of sports physiology and performance. 2015;10(2):211-8.
23. Power GA, Rice CL, Vandervoort AA. Increased residual force enhancement in older adults is associated with a maintenance of eccentric strength. PLoS one. 2012;7(10):e48044.
24. Wilson GJ, Murphy AJ. The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. Sports Medicine. 1996;22(1):19-37.
25. Fleck SJ, Kraemer W. Designing Resistance Training Programs, 4E: Human Kinetics; 2014.
26. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance. International journal of sports medicine. 1994;15(S 1):S11-S8.
27. Basyches M, Wolosker N, Ritti-Dias RM, Câmara LC, Puech-Leão P, Battistella LR. Eccentric strength and endurance in patients with unilateral intermittent claudication. Clinics. 2009;64(4):319-22.
28. Gerdle B, Hedberg B, Angquist K, Fugl-Meyer A. Isokinetic strength and endurance in peripheral arterial insufficiency with intermittent claudication. Scandinavian journal of rehabilitation medicine. 1986;18(1):9-15.
29. Dalamitros AA, Manou V, Christoulas K, Kellis S. Knee Muscles Isokinetic Evaluation after a Six-Month Regular Combined Swim and Dry-Land Strength Training Period in Adolescent Competitive Swimmers. Journal of human kinetics. 2015;49(1):195-200.
30. Girold S, Maurin D, Dugué B, Chatard J-C, Millet G. Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. Journal of Strength and Conditioning Research. 2007;21(2):599.