

## The effect of differential and traditional training methods on electromyographic changes of lower body muscles in performing and learning crawl swimming

Raha Nikravesh<sup>1</sup>, Seyed Kazem Mousavi Sadati<sup>\*2</sup>, Jaleh Bagherli<sup>3</sup>, Mohammad Ali Aslankhani<sup>4</sup>

1 Department of Motor Behavior, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2 Department of Motor Behavior, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3 Department of Motor Behavior, Karaj branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

4 Department of Motor Behavior, Shahidbeheshti university, Tehran, Iran

### Original Article

#### Abstract

**Purpose:** Making changes and fluctuations in the training components compared to repetitive training can lead to more motor learning based on the principles of system self-organization. The aim of the present study was to investigate the effect of differential and traditional training methods on electromyographic changes of lower body muscles in performing and learning crawl swimming.

**Methods:** In this study, 36 swimmers aged 20 to 25 years who had no experience in swimming training were selected as a sample and randomly divided into three groups of control, traditional exercises and differential exercises. Experiments of experimental groups in 12 sessions, during which, they learned to do breaststroke in a traditional and differential way. Before and after 12 training sessions, the mean Muscle activity based on root mean square index (RMS) and the mean time of activity of the muscles of the right thigh, anterior buttock and internal twins of the swimmers were measured.

**Results:** Based on the results of Bon Ferroni test, the mean RMS of Rectus femoris, Biceps femoris ( $P = 0.001$ ), tibialis Anterior ( $P = 0.04$ ) and Gastrocnemius ( $P = 0.005$ ) of swimmers of the differential group is significantly larger than the control group in the post-test. This difference between differential and traditional group is also significant ( $P \leq 0.05$ ). But there is no significant difference between the control and traditional group ( $P > 0.05$ ). In the post-test, only the activity time average of Rectus femoris in the differential group is larger than the traditional group ( $P = 0.046$ ). The activity time average of tibialis Anterior muscle in both training groups are larger than the control group in post-test ( $P < 0.05$ ), but there is no significant difference between differential and traditional training groups ( $P > 0.05$ ). The activity time average of Gastrocnemius in the differential ( $P = 0.001$ ) and traditional ( $P = 0.041$ ) groups are significantly larger than the control group, but this difference between the differential training group and traditional training group is not significant ( $P > 0.05$ ). Also, the activity time average of biceps femoris muscle in the differential training group is higher than the control group ( $P = 0.001$ ), but there is no difference between the differential and traditional groups and also the traditional and control groups ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** The results of the present study indicate that differential exercises are more effective than traditional exercises in learning crawl swimming.

**Keywords:** Differential exercises, Traditional exercises, activity of the muscle, Swim.

How to cite this article: Nikravesh R, Mousavi Sadati K, Bagherli J, Aslankhani M. The effect of differential and traditional training methods on electromyographic changes of lower body muscles in performing and learning crawl swimming. *Sport and Exercise Physiology* 2022;15(2): 76-83

\* Corresponding Author; E-mail: SK.Mousavi@iau.ac.ir

DOI: 10.52547/joeppa.15.2.76

## تأثیر روش‌های تمرین افتراقی و سنتی بر تغییرات الکترومایوگرافی عضلات پایین تنه در اجرا و یادگیری شنای کرال سینه

رها نیک روش<sup>۱</sup>، سید کاظم موسوی ساداتی<sup>۲\*</sup>، ژاله باقرلی<sup>۳</sup>، محمد علی اصلانخانی<sup>۴</sup>

۱ گروه رفتار حرکتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲ گروه رفتار حرکتی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳ گروه رفتار حرکتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

۴ گروه رفتار حرکتی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**هدف:** ایجاد تغییر و نوسان در اجزای تمرینی نسبت به تمرین تکراری می‌تواند بر اساس اصول خودسازماندهی دستگاه، به یادگیری حرکتی بیشتر بیانجامد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر روش‌های تمرین افتراقی و سنتی بر تغییرات الکترومایوگرافی عضلات پایین تنه در اجرا و یادگیری شنای کرال سینه بود.

**روش‌ها:** در این پژوهش ۳۶ شناگر ۲۰ تا ۲۵ سال که هیچ‌گونه سابقه آموزش شنا نداشتند؛ به عنوان نمونه انتخاب و به صورت تصادفی ساده به سه گروه کنترل، تمرینات سنتی و تمرینات افتراقی تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه‌های تجربی طی ۱۲ جلسه به یادگیری شنای کرال سینه به دو شیوه سنتی و افتراقی پرداختند. قبل و بعد از ۱۲ جلسه تمرین، میزان فعالیت عضلات بر اساس شاخص مجذور میانگین ریشه و میانگین زمان فعالیت عضلات راست رانی، ساقی قدامی و دوقلوی داخلی شناگران با استفاده از سیگنال الکترومایوگرافی اندازه‌گیری شد.

**نتایج:** بر اساس نتایج حاصل از آزمون بن فرونی، در پس آزمون، میانگین RMS فعالیت عضله راست رانی، دو سر رانی ( $P=0/001$ )، ساقی قدامی ( $P=0/04$ ) و دوقلوی ( $P=0/005$ ) شناگران گروه افتراقی به طور معناداری از گروه کنترل بیشتر بود. این تفاوت میان گروه تمرین افتراقی و سنتی نیز معنادار بود ( $P\leq 0/05$ ). اما تفاوت معناداری میان گروه کنترل و تمرین سنتی وجود نداشت ( $P>0/05$ ). در پس آزمون فقط میانگین زمان فعالیت عضله راست رانی گروه تمرین افتراقی بیشتر از گروه سنتی بود ( $P=0/046$ ). میانگین زمان فعالیت عضله ساقی قدامی در شرایط پس آزمون در هر دو گروه تمرینی بیشتر از گروه کنترل بود ( $P<0/05$ ) اما میان گروه تمرین افتراقی و سنتی تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P>0/05$ ). میانگین زمان فعالیت عضله دوقلوی گروه تمرینات افتراقی ( $P=0/001$ ) و تمرین سنتی ( $P=0/041$ ) به طور معنادار بیشتر از گروه کنترل بود، اما این تفاوت میان گروه تمرین افتراقی و تمرین سنتی معنادار نبود ( $P>0/05$ ). همچنین میانگین زمان فعالیت عضله دو سر رانی در شرایط پس آزمون در گروه تمرین افتراقی بیشتر از گروه کنترل بود ( $P=0/001$ )، ولی تفاوتی میان گروه افتراقی و سنتی و همچنین گروه سنتی و کنترل وجود نداشت ( $P>0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج پژوهش حاضر حاکی از اثر گذاری بیشتر تمرینات افتراقی در یادگیری شنای کرال سینه نسبت به تمرینات سنتی است.

**واژه‌های کلیدی:** تمرینات افتراقی، تمرینات سنتی، میانگین زمان فعالیت عضله، شنا.

\* نویسنده مسئول: رایانامه: SK.Mousavi@iau.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۵

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۰

## مقدمه

اجرای تکلیف باشد و هر قید محدود کننده اجرای حرکت می‌تواند از جمله این تغییرات و نوسانات باشد (۱۱). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ایجاد تغییر و نوسان در اجزای تمرینی نسبت به تمرین تکراری می‌تواند بر اساس اصول خودسازماندهی سیستم، به یادگیری حرکتی بیشتر بیانجامد. یافته بسیار جالب این است که برخلاف اصول تمرین متغیر و تمرین تصادفی، تمرین افتراقی هم باعث بهبود اکتساب و هم باعث بهبود یادگیری می‌شود (۱۲). نتایج پژوهش‌ها در هندبال (۱۳)، والیبال (۱۴)، دومیدانی (۱۵) و اجرای مهارت فوتبال (۱۶) بر یادگیری افتراقی به وسیله تمرین افتراقی تأکید دارد. با وجود این یافته‌ها هنوز شواهدی برای حمایت از تمرین غیرخطی و یادگیری افتراقی در مهارت‌های چهارگانه شنا وجود ندارد. همچنین پژوهش‌ها هنوز در مورد تأثیر این تمرین‌ها روی عملکرد فیزیولوژیک و الکترومیوگرافی عضلات به عنوان پیام‌های حرکتی - عصبی، بسیار اندک است و شواهد حامی برای تأثیرهای فیزیولوژیکی این تمرین‌ها گزارش نشده است. الکترومیوگرافی، تکنیکی برای ارزیابی و ضبط ویژگی‌های فیزیولوژیکی عضلات در هنگام استراحت و همچنین در حال انقباض است. با بررسی تأثیر تمرین‌های افتراقی بر الگوی EMG عضلات و مقایسه آن با یک الگوی تکراری و با توجه به اینکه تکلیف از نوع میدانی بوده و در شرایط واقعی امکانپذیر است، می‌توان به تأثیرهای فیزیولوژیک این شیوه‌های غیرخطی تمرین پی برد. در تمرینات افتراقی، تمرینات با دستکاری محیط تمرین، وسایل کمکی و اندام مجری، اجرا می‌شوند و در هر جلسه ترکیبی تصادفی از این تمرین‌ها برنامه ریزی می‌شوند و ترتیب خاصی برای اجرای آنها وجود ندارد و یادگیرنده نمی‌تواند از یک تکرار تا تکرار بعدی آن را پیش بینی و نیز خطاها را اصلاح کند (۱۷) در حالی که تمرینات سنتی نوعی از تمرینات تکراری هستند که بدون دستکاری پارامترهای تمرینی انجام می‌شوند (۱۸).

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر بخشی تمرین افتراقی بر الگوی EMG عضلات پایین تنه در اجرا و یادگیری مهارت شنای کراال سینه می‌باشد. علاوه بر این بررسی جامع اصول تمرین افتراقی در مقایسه با روش‌های سنتی در شنای کراال سینه می‌تواند هم آزمایشی برای شیوه‌های جدید تمرینی در آب باشد و هم می‌تواند اصول تمرینی جدیدی را در شنا ایجاد کند.

یادگیری مهارت‌های حرکتی یکی از چالش‌های همیشگی پیش روی پژوهشگران بوده و در طول چند دهه‌ی اخیر پژوهش‌های زیادی برای بررسی شیوه‌های تمرینی انجام شده است (۱). به خوبی مشخص شده است که تمرین‌های تکراری نسبت به تمرین‌های تصادفی و متغیر در یک تکلیف نسبت به سایر روش‌های تمرینی اثربخشی کمتری در یادگیری حرکتی دارد (۲). برتولو و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی تأثیر روش‌های تمرین تصادفی و مسدود بر اجرای الگوی گام پا در رقص پرداختند. نتایج، اختلاف معناداری را بین گروه تمرین تصادفی و مسدود در اجرای الگوی گام پا نشان نداد (۳). در شاخه‌ای دیگر از راهبردهای تمرینی، بر اساس نظریه‌ی طرحواره اعتقاد بر این است که افزایش تغییرپذیری تمرین یا همان تمرینات متغیر باعث افزایش یادگیری می‌شود. تمرین متغیر، تمرینی است که در آن انواع متفاوت از یک طبقه حرکتی مدنظر می‌باشد که با استفاده از دستکاری پارامترهای تمرین و ایجاد تنوع تمرین به ایجاد حافظه پایدارتر در یادگیری تکلیف کمک می‌کند (۴). اثرگذاری بیشتر تمرین متغیر در پرتاب آزاد بسکتبال (۵)، در اعمال نیروی دانشجویان تمرین درمانی (۶)، در یادگیری سرعت با ویلچر (۷) و در یادگیری تولید نیروی ایزومتریک (۸) مورد حمایت قرار گرفته است. البته شواهد مخالفی هم در این زمینه وجود دارد که برتری تمرین متغیر را حمایت نکرده است (۳). اما نکته‌ای که اهمیت دارد این است که تمرین متغیر با توجه به فرضیه‌های نظریه طرحواره (۹) ارائه می‌شود و محدود به دستکاری پارامترهای تکالیفی است که دارای وجوه ذاتی مشابهی است. آزمایش‌های تجربی همه با استفاده از تغییر فاصله، زاویه، وزن توپ و ... انجام شده‌اند و در واقع تنها پارامترهای تمرینی و تکلیف هدف ایجاد تغییر در تمرین بوده‌اند (۵).

بحث جدیدی در سال‌های اخیر در یادگیری حرکتی ایجاد شده است که یادگیری افتراقی نام دارد. این رویکرد بر اساس دیدگاه روش‌ها و نظام‌های پویا و بر مبنای خودسازماندهی دستگاه به کمک قیود یادگیری انسان بنا شده است (۱۰). بر اساس این دیدگاه، باور بر این است که هر چه نوسان در اجرای حرکت بیشتر باشد یادگیری نیز بیشتر خواهد بود. این نوسان‌ها می‌تواند شامل نوسان در تکلیف، کار عضلات و محیط

## روش پژوهش

سانتی متر مرکز تا مرکز قرار گرفتند. کابل های الکتروود به چسب الکتروودها وصل شد و یک الکتروود هم به نواحی استخوانی یا خنثی بدن جهت الکتروود ارت در نظر گرفته شد. ثبت داده ها با تواتر ۱۰۰۰ هرتز انجام شد.

**تحلیل آماری:** ابتدا داده ها وارد نرم افزار متلب شد، سپس یک فیلتر باترورث میان گذر با تواتر قطع ۵۰-۱۰ هرتز با مرتبه ۴ انجام شد (۱۹). پس از طبیعی سازی بر حداکثر مقدار خود RMS (Root mean square) تکانه EMG (Electromyography) بر اساس معادله زیر محاسبه شد. در نهایت مقدار میانگین و RMS در عضلات مختلف از جمله راست رانی، ساقی قدامی، دوقلوی داخلی و دو سر رانی استخراج گردید (۲۰).

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T X^2(t) dt}$$

به منظور توصیف داده ها از میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. قبل از بررسی فرضیه های پژوهش، وضعیت طبیعی توزیع داده ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک بررسی گردید و در نهایت از آزمون تحلیل کوواریانس چند متغییره جهت مقایسه الگوی فعالیت عضلانی و بررسی اثر دوره های تمرینی در سطح معناداری  $p \leq 0.05$  استفاده شد.

## نتایج

ویژگی های جمعیت شناسی آزمودنی ها در جدول یک آورده شده است

از آزمون باکس برای بررسی همگنی ماتریس کوواریانس استفاده شد که نتایج نشان می دهد کوواریانس در سه گروه برابر هستند (نمره آزمون  $F=49/5$  و  $P < 0.05$ ). از آزمون لون جهت بررسی مفروضه یکسانی واریانس ها استفاده شد که نتایج نشان داد شرط همگنی واریانس نمرات در مؤلفه های آزمون برقرار است (نمره آزمون  $P=11/49$  و  $P > 0.05$ ). نتیجه بررسی یکسانی شیب رگرسیون نشان داد که  $F$  محاسبه شده در سطح  $0.05$  معنا دار نیست و بنابراین شیب رگرسیون نمرات نیز برقرار است (نمره آزمون  $F=5/08$  و  $P > 0.05$ ). برای بررسی همبستگی معنا داری بین متغیرهای وابسته از آزمون کرویت بارتلت استفاده شد که نتایج نشان می دهد که همبستگی معنا داری بین متغیرهای وابسته وجود دارد (نمره آزمون  $F=1/39$  و  $P < 0.001$ ). با توجه به تأیید پیش

**نمونه های پژوهش:** پژوهش حاضر یک پژوهش نیمه تجربی و از نوع پژوهش های کاربردی است. جامعه آماری شامل شناگران دختر مبتدی مراجعه کننده به استخر الوند همدان که در دامنه سنی ۲۰ تا ۲۵ سال قرار داشتند و همگی آنها در مرحله شروع یادگیری شنا بودند. از میان ۴۰ نفر جامعه آماری بر اساس جدول مورگان ۳۶ شناگر که ملاک های ورود به پژوهش از جمله دامنه سنی، عدم سابقه آموزش شنا و مهارت های آبی را دارا بودند. با روش نمونه گیری غیر احتمالی در دسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی به سه گروه تمرین افتراقی ۱۲ آزمودنی، تمرین سنتی ۱۲ آزمودنی و کنترل ۱۲ آزمودنی تقسیم شدند. پس از کسب رضایت نامه و تکمیل فرم سلامت عمومی (PRQ Physical Activity Readiness Questionnaire) روند پژوهش برای آزمودنی ها تشریح شد.

**روش اجرای پژوهش:** قبل و بعد از ۱۲ جلسه تمرین به شیوه سنتی و افتراقی، ابتدا تکانه های عضلات به منظور اطمینان روی نرم افزار متلب بررسی شد. سپس از آزمودنی ها خواسته شد تا مهارت شنای کرال سینه را بروی تخته شبیه سازی شده در ۵ کوشش انجام دهند و الگوی فعالیت عضلانی آنها حین حرکت ثبت گردید. این نوع اندازه گیری دوبار انجام شد؛ یک بار قبل از شروع جلسات تمرینی و بار دوم بعد از اتمام ۱۲ جلسه تمرین. الگوی فعالیت عضلانی آنها حین حرکت ثبت گردید. پس از ثبت الگوی فعالیت عضلانی، آزمون MVIC (Maximal isometric voluntary contractions) به منظور نرمال سازی الگوی فعالیت عضلانی صورت گرفت. به منظور اندازه گیری با استفاده از دستورالعمل سنیم محل الکتروودگذاری مشخص شد. الکتروودگذاری به این صورت بود که برای عضله دو سر بازو در یک سومی حدفاصل بین حفره کوبیت و آکرومیون و عضله سه سر بازو در نقطه ۵۰٪ فاصله بین آکرومیون و زائده آرنجی تعریف شد. الکتروود رکتوس فموریس در نقطه ۵۰ درصدی ASIS تا بالای پاتلا و الکتروود لترال همسترینگ (دوسر رانی) ۵۰ درصد بین برجستگی ایسکیوم تا کندیل جانبی زانو تعریف شد. بعد از تعیین محل قراگیری الکتروودها، نواحی مورد نظر شیو و سپس با الکل تمیز گردید تا میزان مقاومت پوست کاهش یابد. سپس الکتروودهای skintact که از نوع مرطوب بودند در نواحی مورد نظر با فاصله دو

## جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها

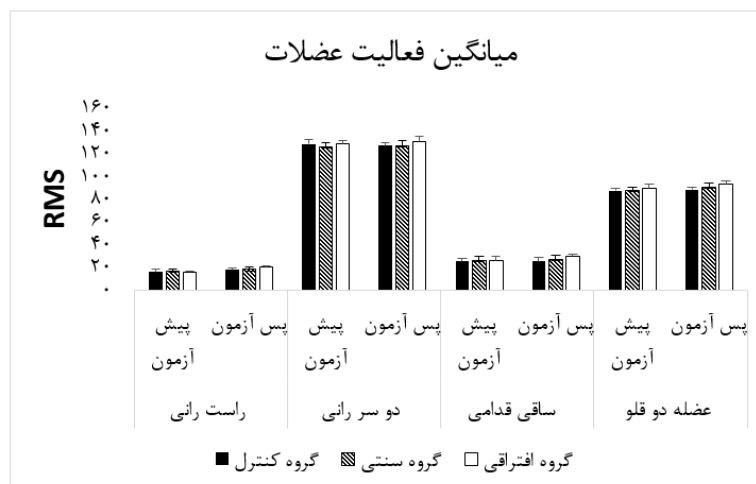
متغیر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	کنترل	۱۲	۱۹/۳۷	۲/۳۸
	سنتی	۱۲	۲۰/۲۵	۱/۹۸
	افتراقی	۱۲	۱۹/۳۹	۲/۵۰
قد (Cm)	کنترل	۱۲	۱۵۹/۳۷	۲/۹۷
	سنتی	۱۲	۱۵۹/۲۵	۳/۷۷
	افتراقی	۱۲	۱۵۹/۰۰	۴/۲۰
وزن (Kg)	کنترل	۱۲	۵۵/۰۰	۳/۶۲
	سنتی	۱۲	۵۶/۲۵	۵/۰۶
	افتراقی	۱۲	۵۴/۸۷	۳/۷۵

میانگین زمان فعالیت عضله در عضلات راست رانی، دوسر رانی، ساقی قدامی، دوقلو معنادار است و بر اساس نتایج ۵۶ درصد از تغییرات RMS میانگین فعالیت عضله و ۴۷ درصد از میانگین زمان فعالیت عضله راست رانی، ۶۳ درصد از تغییرات RMS میانگین فعالیت عضله و ۶۴ درصد از میانگین زمان فعالیت عضله راست رانی، ۶۶ درصد از تغییرات RMS میانگین فعالیت عضله و ۴۶ درصد از میانگین زمان فعالیت عضله دوقلوی داخلی، ۳۳ درصد از تغییرات RMS میانگین فعالیت عضله و ۴۵ درصد از میانگین زمان فعالیت عضله ساقی قدامی توسط عضویت در گروه تبیین می‌شود و دو گروه از نظر RMS میانگین فعالیت عضله و میانگین زمان فعالیت عضله با هم متفاوت هستند که جهت بررسی محل تفاوت از آزمون تعقیبی بن فرونی استفاده شد.

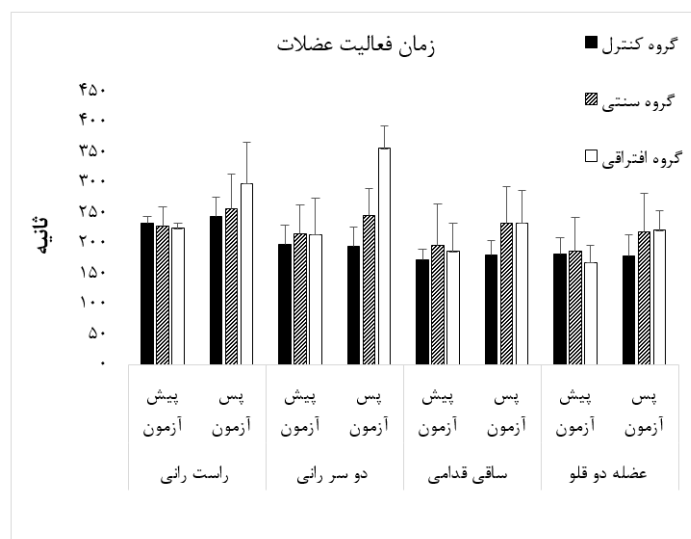
فرض‌های مذکور از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد.

نتایج تحلیل کواریانس چند متغیری بر روی میانگین نمره‌های پس آزمون متغیرهای پژوهش در عضله راست رانی، دوسر رانی، دوقلوی داخلی، ساقی قدامی با کنترل پیش آزمون‌ها گزارش شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود سطوح معنا داری همه آزمون‌ها قابلیت استفاده از تحلیل واریانس چند متغیری را مجاز می‌شمارند. این نتایج نشان می‌دهد که بین سه گروه حداقل از نظریکی از متغیرهای RMS میانگین فعالیت عضلات و میانگین زمان فعالیت عضلات تفاوت معناداری وجود دارد.

بر اساس نتایج حاصل از تحلیل کواریانس پس از حذف اثر پیش آزمون، اثر گروه بر پس آزمون در RMS



نمودار ۱. میزان فعالیت عضلات در سه گروه کنترل، سنتی و افتراقی قبل و بعد از آزمون



نمودار ۲. زمان فعالیت عضلات در سه گروه کنترل، سنتی و افتراقی قبل و بعد از آزمون

میانگین RMS فعالیت عضلات در هر چهار عضله مورد بررسی در این پژوهش نسبت به گروه کنترل شده است. اما این تغییر در گروه تمرینات سنتی نسبت به گروه کنترل در هیچ یک از عضلات معنادار نبود و این تغییرات در گروه افتراقی نسبت به گروه سنتی در هر چهار عضله راست رانی، دو قلو، داخلی، ساقی قدامی و راست رانی معنادار بود. همچنین، براساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر پس از ۱۲ جلسه تمرین تفاوت معناداری میان میانگین فعالیت عضلات گروه کنترل و تمرینات افتراقی در تمامی عضلات مشاهده شد، اما این تفاوت میان گروه کنترل و سنتی فقط در عضلات ساقی قدامی و دو قلو داخلی معنادار بود و این تفاوت میان گروه سنتی و افتراقی در راست رانی و دوسر رانی معنادار بود. با توجه به نتایج این پژوهش می توان بیان کرد تمرینات افتراقی نسبت به تمرینات سنتی تأثیر بیشتری بر میانگین RMS عضلات و همچنین میانگین زمان فعالیت عضلات پایین تنه شناگران دارد. از آنجا که یکی از تغییرات قابل مشاهده بر یادگیری تغییراتی است که در فعالیت عضلات و میزان هم انقباضی آنها اتفاق می افتد و در نهایت به بالابردن کارایی حرکت می انجامد. از طریق الکترومیوگرافی، می توان یادگیری الگوی مربوط به یک تکلیف و تغییر در هم انقباضی عضلات را ارزیابی کرد. الگوهای الکترومیوگرافی، بازتابی از همگرایی در نورون های بینابینی و مجتمع نورون های حرکتی نخاع است که به فرمان های مرکزی مربوط می شود (۲۱). بر این اساس، می توان بیان داشت تمرینات سنتی و افتراقی

بر اساس نتایج حاصل از آزمون بن فرونی، در پس آزمون، میانگین RMS فعالیت عضله راست رانی، دو سر رانی ( $P=0/001$ )، ساقی قدامی ( $P=0/04$ ) و دو قلو ( $P=0/005$ ) شناگران گروه افتراقی به طور معناداری از گروه کنترل بیشتر بود. این تفاوت میان گروه تمرین افتراقی و تمرین سنتی نیز معنادار بود ( $P\leq 0/05$ ). اما تفاوت معناداری میان گروه کنترل و تمرین سنتی مشاهده نشد ( $P>0/05$ ). در پس آزمون فقط میانگین زمان فعالیت عضله راست رانی گروه تمرین افتراقی بیشتر از گروه سنتی بود ( $P=0/046$ ). میانگین زمان فعالیت عضله ساقی قدامی در شرایط پس آزمون در هر دو گروه تمرینی بیشتر از گروه کنترل بود ( $P<0/05$ )، اما میان گروه تمرین افتراقی و سنتی تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P>0/05$ ). میانگین زمان فعالیت عضله دو قلو گروه تمرینات افتراقی ( $P=0/001$ ) و تمرین سنتی به طور معنادار بیشتر از گروه کنترل بود ( $P=0/041$ )، اما این تفاوت میان گروه تمرین افتراقی و تمرین سنتی معنادار نبود ( $P>0/05$ ). همچنین، میانگین زمان فعالیت عضله دو سر رانی در شرایط پس آزمون در گروه تمرین افتراقی بیشتر از گروه کنترل بود ( $P=0/001$ )، ولی تفاوتی میان گروه افتراقی و سنتی و همچنین گروه سنتی و کنترل مشاهده نشد ( $P>0/05$ ).

### بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش ۱۲ جلسه آموزش به شیوه افتراقی باعث ایجاد تغییرات معناداری در

یکی از دیدگاه‌های در حال رشد مربوط به سازماندهی برنامه‌ی حرکتی تعمیم یافته، فرضیه‌ی زمانبندی تکانه است. ایده‌ی اصلی این فرضیه آن است که برنامه‌ی حرکتی، نورون‌های حرکتی را برای تحریک عضلات خاصی به حرکت درمی‌آورد. این تکانه باعث ایجاد الگوی انقباضی می‌گردد که در ثبت الکترومیوگرافی یا ثبت نیروی تولیدشده قابل مشاهده می‌باشد. شایان ذکر است که مقدار نیروی تولیدشده ارتباط پیچیده‌ای با مقدار فعالیت نورونی دارد و مدت اعمال نیرو و زمان شروع آن به وسیله‌ی مدت فعالیت نورونی و زمان وقوع این فعالیت تعیین می‌گردد. در اینجا، نقش اصلی برنامه‌ی حرکتی تعیین این موضوع است که عضلات چه زمانی فعال شوند، چه مقدار نیرو اعمال کنند و چه زمانی از فعالیت بایستند؛ بنابراین، برنامه‌ی حرکتی در نهایت، نیرو و زمان را کنترل می‌کند با فعالیت همزمان عضلات موافق و مخالف اطراف یک مفصل، دستگاه اعصاب مرکزی می‌تواند ویژگی‌های مکانیکی اندام را در پاسخ به نیازهای تکلیف در حین حفظ وضعیت قامت و یا در طول حرکت اندام سازگار کند (۲۳). برای این اساس می‌توان بیان داشت یک برنامه آموزشی موفق که منجر به یادگیری بهتر شود می‌تواند باعث تغییرات معنادار در میانگین RMS عضلات و زمان فعالیت عضلات شناگران شود. در این پژوهش نیز مشاهده شد که تمرینات سنتی و افتراقی باعث افزایش معنادار در میانگین RMS نیروی عضلات مورد بررسی نسبت به گروه کنترل گردید که این امر حاکی از تأثیر این شیوه‌های تمرینی در یادگیری شنا است. از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم توانایی بررسی تغییرات الکترومیوگرافی شناگران در داخل آب و حین شنا به دلیل نبود تجهیزات کافی، کمبود تعداد آزمودنی‌های در دسترس از محدودیت‌های این تحقیق می‌باشد. در این پژوهش تنها تأثیر تمرینات افتراقی و سنتی در اجرای شناگران بررسی شد، پیشنهاد می‌شود اثرات این تمرینات بر یادداری در سایر رشته‌های ورزشی نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر تمرینات افتراقی نسبت به تمرینات سنتی تأثیر بیشتری بر تغییرات الکترومیوگرافی عضلات شناگران دارد که می‌تواند به دلیل به کارگیری بهتر و مؤثرتر عضلات در حین استفاده از تمرینات افتراقی باشد و این امر حاکی از اثرگذاری بیشتر این تمرینات بر یادگیری شناگران می‌باشد.

هر دو بر یادگیری تأثیر دارند اما میزان تأثیر آموزش به شیوه تمرینات افتراقی بر یادگیری با توجه به کارگیری عضلات بیشتر نسبت به تمرینات سنتی بوده است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج حاصل از پژوهش بوزگورت و همکاران در سال ۲۰۱۸ که به بررسی تفاوت تمرینات افتراقی و سنتی در یادگیری فوتبال پرداختند همسو بود. در این پژوهش ۱۲ بازیکن فوتبال زیر ۱۵ سال به مدت ۴ هفته به دو شیوه تمرینات سنتی و افتراقی به تمرین پرداختند. نتایج پژوهش تفاوت معنا در دو گروه سنتی و افتراقی نشان نداد، اما کسانی که تمرینات افتراقی انجام داده بودند در بهبود مهارت‌های خود عملکرد بهتری داشتند (۱۸). اما پژوهش سالزبورگ و همکاران در سال ۲۰۱۰ که به بررسی تفاوت شیوه‌های تمرینی سنتی و افتراقی بر یادگیری اسکیت با حضور ۳۴ اسکیت باز تفریحی ۲۴ ساله پرداختند و در آن پس از ۸ هفته تمرین نتایج نشان داد تمرینات افتراقی نسبت به تمرینات سنتی تأثیر معناداری در بهبود یادگیری داشته است (۱۲). همسو با پژوهش حاضر بود. همچنین واگنرو همکاران در سال ۲۰۰۸ در پژوهشی با عنوان تأثیر آموزش افتراقی و متغیر در پارامترهای کیفیت پرتاب هندبال به بررسی تأثیر تمرینات افتراقی و متغیر بر کیفیت پرتاب بازیکنان لیگ و المپیک اتریش پرداخت. پس از شش هفته تمرین نتایج از تفاوت معنا دار در کیفیت پرتاب بازیکنانی که تمرینات افتراقی را انجام داده بودند نسبت به بازیکنانی که از تمرینات متغیر استفاده کرده بودند حکایت نداشت (۱۳) و همسو با پژوهش حاضر نبود. این ناهمسوئی می‌تواند به دلیل ماهیت متفاوت تکلیف در رشته‌های ورزشی مختلف باشد. یادگیری تغییر در رفتار فرد در اجرای یک مهارت نسبتاً پایدار است و در نتیجه تمرین به دست می‌آید (۲۲) تعریف می‌شود، همچنین بر اساس نظرات اشمیت (۲۰۰۳) یادگیری مستقیماً قابل مشاهده نیست ولی نتایج آن قابل مشاهده است (۹). در حین یادگیری تغییرات زیادی در دستگاه عصبی مرکزی رخ می‌دهد که برخی از آنها به ایجاد تغییرات نسبتاً پایدار در قابلیت حرکت کمک می‌کند. عموماً این فرایندها به طور مستقیم قابل مشاهده نیستند؛ از این رو، وجود آنها باید از تغییراتی که در اجرا به وجود می‌آورند، ثابت می‌شود. بهتر است این طور فرض کنیم که این تغییرات در فرایندهای اساسی مدل مفهومی اجرای انسانی استنباط شده‌اند.

12. Savelsbergh, G.J., et al., A new method to learn to start in speed skating: A differential learning approach. *International journal of sport psychology*, 2010. 41(4): p. 415.
13. Wagner, H. and E. Müller, The effects of differential and variable training on the quality parameters of a handball throw. *Sports Biomechanics*, 2008. 7(1): p. 54-71.
14. Römer, J., et al., Differentiated learning in Volleyball: an instructional sequence for improving the first contact. *Sportunterricht*, 2009. 58(2): p. 41-45.
15. Beckmann, H. and W.I. Schöllhorn, Differential learning in shot put. *Group*, 2006. 6: p. 52m.
16. Gaspar, A., et al., Acute effects of differential learning on football kicking performance and in countermovement jump. *Plos one*, 2019. 14(10): p. e0224280.
17. Serrien, B., et al., A critical review on the theoretical framework of differential motor learning and meta-analytic review on the empirical evidence of differential motor learning. 2018.
18. Tassignon, B., et al., An Exploratory Meta-Analytic Review on the Empirical Evidence of Differential Learning as an Enhanced Motor Learning Method. *Frontiers in psychology*, 2021. 12: p. 1186.
19. Konrad, P., The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography, 2005. 1(2005): p. 30-5.
20. Robertson, D.G.E., et al., Research methods in biomechanics. 2013: Human kinetics.
21. Pfann, K., et al., Common principles underlying the control of rapid, single degree-of-freedom movements at different joints. *Experimental Brain Research*, 1998. 118(1): p. 35-51.
22. Ghahramani, M.H., et al., The effect of different levels of impulsivity on learning of sport skills in open and closed environments. *Journal of Motor Learning and Movement*, 2018. 9(4): p. 531-546.
23. Gribble, P.L. and D.J. Ostry, Independent coactivation of shoulder and elbow muscles. *Experimental Brain Research*, 1998. 123(3): p. 355-360.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری بوده و با هزینه های شخصی انجام شده است.

### منابع

1. Magill, R.A. and K.G. Hall, A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human movement science*, 1990. 9(3-5): p. 241-289.
2. Fazeli, D., H. Taheri, and A. Saberi Kakhki, Random versus blocked practice to enhance mental representation in golf putting. *Perceptual and motor skills*, 2017. 124(3): p. 674-688.
3. Bertollo, M., et al., Blocked and random practice organization in the learning of rhythmic dance step sequences. *Perceptual and Motor Skills*, 2010. 110(1): p. 77-84.
4. Breslin, G., et al., Constant or variable practice: Recreating the especial skill effect. *Acta psychologica*, 2012. 140(2): p. 154-157.
5. Breslin, G., et al., An especial skill: Support for a learned parameters hypothesis. *Acta psychologica*, 2010. 134(1): p. 55-60.
6. Horbacewicz, J., Effect of Blocked Versus Random Practice on Physical Therapy Students' Manual Force Modulation. *Perceptual and motor skills*, 2018. 125(6): p. 1173-1185.
7. Yao, W.X., W. DeSola, and Z.C. Bi, Variable practice versus constant practice in the acquisition of wheelchair propulsive speeds. *Perceptual and motor skills*, 2009. 109(1): p. 133-139.
8. King, A.C. and K.M. Newell, The learning of isometric force time scales is differentially influenced by constant and variable practice. *Experimental brain research*, 2013. 227(2): p. 149-159.
9. Schmidt, R.A., Motor schema theory after 27 years: Reflections and implications for a new theory. *Research quarterly for exercise and sport*, 2003. 74(4): p. 366-375.
10. Haken, H., Light and matter *Ic/Licht und materie Ic*. Vol. 5. 2013: Springer Science & Business Media.
11. Henz, D. and W.I. Schöllhorn, Differential training facilitates early consolidation in motor learning. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 2016. 10: p. 199.