تاثیر تحریک جریان مستقیم جمجمه ای(tDCS) با دو جریان مختلف وغوطه وری در آب سرد در دوره ریکاوری بر کیفیت بازیافت، درک فشار و عملکرد بعدی شناگران مرد

علی ملایی[1]، صدیقه حسین‌پور دلاور[2*]، مهران قهرمانی[3]، رضا جباری[4]، محمد جلیلوند[5]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۵/۱۰
تاریخ تصویب: ۹۹/۰۹/۱۱
ص ص: ۳۰-۱۳

چکیده

هدف ازاین پژوهش بررسی تأثیر تحریک جریان مستقیم جمجمه‌ای با شدت ۱میلی آمپرو۲ میلی آمپردر دوره ریکاوری و غوطه‌وری در آب سرد بر کیفیت بازیافت، درک فشار و عملکرد بعدی شناگران مرد بود.این پژوهش از نوع نیمه تجربی بود. جامعه آماری این پژوهش شناگران مرد۱۸ سال به بالا، شهر تهران با قبولی در آزمون ورودی نجات غریق (۲۰۰مترشنا کرال سینه در زمان کمتر از ۴ دقیقه) بودند. ۲۰ نفر این افراد به صورت تصادفی به عنوان نمونه انتخاب شدند و طی سه روز با فاصله ۴۸ ساعت در محل آزمون حضور یافته اند وهر روز، شنای ۲۰۰ متر کرال سینه با شدت بیشینه را اجرا کردند. سپس آزمودنی‌ها در یکی ازسه پروتکل، شناوری در آب سرد (با درجه ۱۲^{oC}) و تحریک آندی (با شدت ۲ میلی‌آمپر) و تحریک آندی (با شدت ۱ میلی‌آمپر) به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفته اند.

1.دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران
alimolaiee81@gmail.com
*2.استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران
Delavar2009@yahoo.com
3.استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد گیلان غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان غرب، ایران
mehran.phsiology@gmail.com
4. استادیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی جراح و متخصص مغز و اعصاب دیسک و ستون فقرات alimolaie18@gmail.com
5.استادیار رفتار حرکتی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران
jalilvand.mohammad@yahoo.com

بعد از آن احساس شناگران و میزان درک فشار پس از اجرای دوم از طریق پرسشنامه (TQR)[1] و (RPE)[2] ثبت شد. برای سنجش تأثیر روش‌های تحت بررسی روی عملکرد بعدی، اجرای شنای ۲۰۰ کرال سینه با شدت بیشینه تکرار گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از تحلیل کواریانس، تعقیبی LSD ،تی‌وابسته استفاده شد.نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد شنا در گروه TDCS (با شدت ۲ میلی‌آمپر) بهبود معناداری داشت، (P=۰/۰۰۱) . جهت توجیهاین بهبودی می‌توان به شدت مناسب TDCS جهت تأثیر بر کاهش خستگی مرکزی اشاره کرد .همچنین کیفیت بازیافت در گروه شناوری در آب سرد بهتر انجام شد که برای توجیه آن نیزمی‌توان به افزایش بازگشت وریدی اشاره کرد.

واژه های کلیدی: تحریک الکتریکی ، شناوری در آب سرد، بازیافت، عملکرد شنا

The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation with two Different Currents of Immersion in water

Ali Molaei[3], Sedigheh Hosseinpour Delavar*[4], Mehran Ghahramani[5], Reza Jabbari[6], Mohammad Jalilvand[7]

Abstract

This study aimed to investigate the effects of cold-water immersion and transcranial direct current stimulation (TDCS) with the current intensities of 1 and 2 mA on recovery during the recovery period quality of subsequent performance of male swimmers.

The research method was quasi-experimental, and the population was male swimmers over 18 years in Tehran city (n=20). They were randomly selected as a sample after successfully passing the lifeguard entrance test of 200m breaststroke less than 4 minutes in a time interval of 48hr in three days attended to participate in the games of 200m of frontal crawl with maximum intensity every day. Then, they performed one of the three protocols of Cold-Water Immersion (with 12°c), anodal stimulation (with the current intensity of 2mA), and anodal stimulation (with the current intensity of 1mA) for 15 minutes. The ratings of perceived exertion and feelings of swimmers were recorded using each recovery method by TQR and RPE questionnaires. To measure the effectiveness of the studied methods, the participants repeated 200m breaststroke with maximum intensity. To analyze the data, a dependent t-test, analysis of covariance was used.

1. Total Quality Recovery

2 . Relative perceived exertion

3. Ph.D student in exercise physiology, physical education department, Kermanshah branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran alimolaiee81@gmail.com

4.* Assistant professor Department of Physical Education and Sport Science, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran Corresponding Author: Delavar2009@yahoo.com

5. Assistant professor, Department of Exercise physiology, Gilan -E-Gharb Branch, Islamic Azad University, Gilan-E- Gharb, Iran mehran.phsiology@gmail.com

6. Assistant professor in Shahid Beheshti University of Medical Science, neurosurgeon and lumbar spine surgeon alimolaie18@gmail.com

7. Assistant professor in motor behavior, Kermanshah branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran alilvand.mohammad@yahoo.com

The results indicated that swimming performance significantly improved the TDCS group (with the current intensity of 2mA) (P = 0.001). The suitable current intensity of TDCS to affect reducing central fatigue and also recovery quality was better in the cold-water immersion group, and it could refer to the increase of venous return and excretion. In addition, the recovery quality was better in the cold-water immersion, and it could refer to the increase of venous return and excretion.

Keywords: current stimulation, Cold Water Immersion, recovery, Swimming Performance.

مقدمه

در فصل مسابقات، یک ورزشکار ممکن است در طی دو یا سه روز مجبور به انجام چندین رقابت سنگین و متوالی باشد، در این شرایط زمان کافی برای بازیافت کامل فیزیولوژیکی و روانی وجود ندارد (ویلکاک[1]، ۲۰۰۵). در استراحت‌های کوتاه بین فعالیت‌های پی‌درپی باید به دنبال راهی بود که سبب بازگشت سریع‌تر ورزشکار به شرایط قبل از تمرین شود (داوسون و همکاران[2]، ۲۰۰۵). خستگی، یکی از مشکلاتی است که همیشه گریبان‌گیر ورزشکاران گرفته است. مربیان نیز همیشه در صدد به تعویق انداختن خستگی می‌باشند (فالکو و همکاران[3]، ۱۹۹۹). خستگی به دو نوع موضعی (محیطی) و عمومی (مرکزی) تقسیم می‌شود (فیتز[4]، ۱۹۹۶). خستگی موضعی در سطح عضلات رخ می‌دهد و گروه خاصی از عضلات درگیر در حرکت را شامل می‌شود که می‌تواند باعث بروز اختلال در محل اتصال عصبی- عضلانی، مکانیزم‌های تحریک- انقباض، انتشار تحریک توسط توبول‌های عرضی، آزاد شدن کلسیم و تحریک اجزاء انقباضی شود که مسئول تولید نیرو می‌باشند (ابرنتی و همکاران[5]، ۲۰۱۳). این در حالی است که خستگی عمومی مربوط به بخش‌های فوقانی مغز و فراخوانی نرون‌های حرکتی آلفا بوده و کل بدن را درگیر می‌کند به دلیل اهمیت خستگی و نقش بازیافت در آن، هر ساله تحقیقات زیادی در ارتباط با بررسی انواع روش‌های بازیافت، روی ورزشکاران مختلف صورت می‌گیرد. با این وجود، گستردگی فاکتورهای مؤثر در این زمینه و ورود روش‌های جدید بازیافت، به دنیای ورزش تحقیقات بیشتری را برای رفع ابهامات موجود می‌طلبد (اینگرام و همکاران[6]، ۲۰۰۹). از جمله روش‌های بازیافت[7] که مورد استفاده ورزشکاران قرار گرفته است می‌توان به استفاده از سرما پس از فعالیت اشاره کرد. شناوری در آب سرد[8] CWI روشی که به جهت تسهیل در زمان بازیافت در محیط‌های حرفه‌ای، ورزشی استفاده می‌شود. هر چند این شیوه بازیافت در صورتی استفاده می‌شود که فواید و سازوکار عملکرد آن هنوز از نظر علمی به‌طورکامل روشن نشده است (بوچحیت و همکاران[9]، ۲۰۰۷؛ دافید و همکاران، ۲۰۱۰). به نظر می‌رسد تأثیر شناوری در آب سرد بر عملکرد ورزشی نتایج متضادی داشته است. با این وجود در

[1] Wilcock
[2] Dawson, et al.
[3] Fulco, et al.
[4] Fitts
[5] Abernethy, et al.
[6] Ingram, et al.
[7] Recovery
[8] Cold Water Immersion
[9] Buchheit, et al.@ Duffield, et al.

این رابطه برخی محققان آثار مثبتی را گزارش کرده‌اند (بورکه و همکاران[۱]، ۲۰۰۸؛ بیلی و همکاران، ۲۰۰۹). در حالی‌که دیگران تغییر ات چشمگیری در عملکرد گزارش نکرده‌اند (یامانه و همکاران، ۲۰۱۴؛ گودال، ۲۰۱۷). پیفر[۲] و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده‌اند که اگر چه آب سرد به دلیل کاهش قطر عروق محیطی، سبب افزایش جریان خون مرکزی و در نتیجه افزایش برداشت مواد زاید و تسریع روند بازیافت می‌شود، اما ممکن است با تأثیر منفی بر انعطاف و دامنه حرکتی مفاصل سبب تضعیف عملکرد بعدی گردد. ازطرفی بوچحیت[۳] و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که شناوری در آب می‌تواند روش مناسبی برای بهبود عملکرد شناگران سرعتی متناوب باشد. ورسی[۴] و همکاران در پژوهشی مروری (۲۰۱۵) گزارش کردند که اگر چه تکنیک‌های غوطه‌وری به منظور ریکاوری مورد استفاده قرار می‌گیرد، تحقیقات بیشتری برای دستیابی درک کامل اثرگذاری بر اجرای ورزشی مورد نیاز است. از سوی دیگر با توجه به جنبه خستگی مرکزی در بحث ریکاوری و شواهد مثبت اولیه از کاربرد تحریک جداره جمجمه با استفاده از جریان مستقیم TDCS[۵] در مطالعات خستگی، تحمل فعالیت و ریکاوری بین دوره‌های تمرینی (پیفر و همکاران[۶]، ۲۰۰۹) و با معرفی و گسترش ابزار غیر تهاجمی جدید، دانش مرتبط با رفتار سیستم عصبی مرکزی هنگام ورزش به طور خاص، اخیراً TDCS[۷] قبل از فـــعالیت ورزشی به منظور بهبود عملکرد ورزشی در دامنه وسیعی از انواع فعالیت‌های ورزشی مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش جریان ضعیف الکتریکی به مغز اعمال می‌شود (مونته نگرو و همکاران[۸]، ۲۰۱۵) که قادر به القای تغییراتی در فعالیت الکـــتریکی درون و بـــیرون نرون‌ها است و منجر به تغییر پتانسیل استراحتی (RMP)[۹] و در نتیجه منجر به اصلاح کارآیی سیناپس عصبی می‌شود. این تعدیل‌ها جهت ایجاد پتانسیل عمل ناکافی می‌باشند اما برای ایجاد تغییر در آستانه پاسخ نورون تحریک شده کافی است (فرتونانی و مینیوسی[۱۰]، ۲۰۱۷). اثر TDCS بسته به قطبیتی که اعمال می‌گردد، تحریک آنودال تحریک‌پذیری قشری را افزایش می‌دهد، در حالی‌که تحریک کاتودال مهاری است (برونونی و همکاران[۱۱]،

1 Burke, et al@ Bailey, et al.
2 Peiffer
3 Buchheit
4 Versey
5 Transcranial Direct-Current Stimulation
6 Peiffer, et al.
7 Transcranial Direct-Current Stimulation
8 Montenegro, et al.
9 Resting Membrane Potential
10 Fertonani & Miniussi
11 Brunoni

۲۰۱۲). کوجیمانی[1] (۲۰۰۷) و همکاران گزارش کردند که اعمال TDCS آنودال بر قشر حرکتی اولیه برای ۱۰ دقیقه پس از یک دوره فعالیت تحریک‌پذیری قشری و زمان رسیدن به واماندگی در دومین دوره فعالیت ایزومتریک فلکشن آرنج را افزایش می‌دهد. اوکانو[2] و همکاران (۲۰۱۵) کاهش معنادار ضربان قلب و میزان درک فشار را در شدت‌های زیر بیشینه؛ اما نه در شدت بیشینه‌ای دوچرخه‌سواران تمرین کرده و هم‌چنین بهبود متوســـطی را در برون‌ده اوج توان (تقریباً ۴ درصد) هنگام آزمون ورزشی پیش‌رونده بیشینه، پس از ۲۰ دقیقه TDCS آندی با ۲ میلی‌آمپر بالای قشر گیجگاهی چپ گزارش کردند. ریکاردو بروکا[3] و همکاران (۲۰۱۱) ارتباط بین TDCS کاتدی و شاخص خستگی در اندام تحتانی هنگام پروتکل ایزومتریک را ارزیابی کردند. آن‌ها نشان دادند که جریان کاتدی ابزار کمکی برای افزایش ظرفیت کار حداقل در تا کردن زانو، در آزمودنی‌های انسانی می‌باشد. از طرفی ماکی[4] وهمکاران (۲۰۱۳) نشان دادند فعال‌سازی عصبی قشر پیش‌قدامی جهت حفظ نیروی عضلانی توسط TDCS آندی تعدیل نمی‌شود. نوکی[5] و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که اعمال TDCS تأثیری بر فعالیت خم کردن ایزوتریک آرنج ندارد. با توجه به اهمیت بازیافت برای ورزشکاران و نقش تعیین کننده آن بر عملکرد (بوچحیت و همکاران، ۲۰۰۷) و مغایرت‌هایی که در نتایج پژوهش‌ها در مورد اثرات شناوری در آب سرد از یک سو، و احساس مثبت شناگران بعد از شناوری در آب سرد و نتایج مثبت پژوهش‌ها از تأثیر TDCS بر بهبود عملکرد ورزشی از سوی دیگر، محقق را بر آن داشت مقایسه اثر روش شناوری در آب سرد و تحریک الکتریکی فرا جمجمه‌ای tdcs قشر حرکتی بر با دو شدت (۱ و۲ میلی‌آمپر) در دوره ریکاوری بر درک فشار و کیفیت بازیافت و عملکرد بعدی شناگران مرد بپردازد.

روش شناسی تحقیق

این تحقیق که از نوع نیمه تجربی است و جامعه آماری این پژوهش تمام شناگران مرد۱۸ سال به بالا، شهر تهران که در سال ۱۳۹۸ حد نصاب آزمون ورودی دوره نجات غریق (۲۰۰ متر شنا کرال سینه زیر ۴ دقیقه) را کسب کرده بودند و هفته‌ای ۴ جلسه تمرین داشتند بود. با مراجعه به هیئت نجات غریق استان تهران و اطلاع از زمان و مکان برگزاری آزمون ورودی دوره نجات غریق از میان ۴۵ نفر داوطلب

1 Cogiamanian
2 Okano
3 Ricardo B
4 Makii
5 Nowicky

شرکت کننده که حد نصاب قبولی در آزمون ورودی دوره نجات غریق را کسب کرده بودند،۲۰ نفر شناگر مرد با میانگین و انحراف استاندارد، سنی ۳/۲ ±۱۹/۸ سال ، وزن ۷/۱±۸۲/۲ کیلوگرم و قد ۱/۰۵±۱/۸۵ متر به صورت تصادفی انتخاب و داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. قبل از ورود به مطالعه، تمام مراحل پروتکل تجربی برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و پس از گرفتن رضایت‌نامه کتبی و پر کردن پرسش‌نامه سلامت در پژوهش شرکت کردند. جهت جلوگیری از اثرگذاری پروتکل‌ها بر یکدیگر، هر پروتکل حداقل با فاصلهٔ ۴۸ ساعت در سه روز اجرا گردید، برای از بین بردن تأثیرات ساعت روز بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی تمام اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۱۷الی ۱۹ انجام گرفت. برای اعمال تحریک الکتریکی و جلوگیری از خیس شدن سر آزمودنی از کلاه مخصوص شنا[1] ساخت کشور ژاپن استفاده شد. برای اعمال تحریک الکتریکی از دستگاه نایرو استیم ۱[2] با برون‌ده ۲ میلی‌آمپر استفاده شد. از آزمودن‌ها خواسته شد که قبل از حضور در آزمون رژیم غذایی عادی خود را حفظ کنند اما از مصرف هر گونه نوشیدنی نیروزا (به عنوان مثال قهوه، کافئین و...) خودداری کنند. برای ارزیابی میزان خستگی و میزان در فشار، به ترتیب از پرسشنامه (TQR)و (RPE) های استفاده شد هردو پرسشنامه، شامل هفت گزینه با امتیازبندی متفاوت از (۶ تا۲۰)می باشد. ، که براساس برخی تحقیقات (۱۳،۱۴،۲۵) پرسشنامه (TQR) برای ثبت خستگی و احساس بازیکنان پس از روشهای بازیافت و پرسشنامه (RPE) برای ثبت میزان فشار وارد بر آزمودنی‌ها پس از انجام فعالیت، کاربرد دارد. به این ترتیب که در پرسشنامه RPE امتیازهای ۶ و ۷ مربوط به فشار "خیلی خیلی سبک" و امتیازهای ۱۸، ۱۹ و ۲۰ مربوط به فشار "خیلی خیلی سنگین" می‌باشد. همچنین، در پرسشنامه TQR امتیازهای ۶ و ۷ مربوط به کیفیت "خیلی خیلی ضعیف بازیافت" و امتیازهای ۱۸، ۱۹ و ۲۰ با کیفیت "خیلی خیلی خوب بازیافت" مرتبط است.

جدول ۱. پرسشنامه درک کیفیت بازیافت و میزان درک فشار بر اساس مقیاس بورگ

میزان درک فشار	کیفیت بازیافت
۶	۶
۷ خیلی خیلی سبک	۷ بازیافت خیلی خیلی ضعیف
۸	۸

1 . Waterproof swimming cap

2 . Neyrostim 1

۹ خیلی سبک	۹ بازیافت خیلی ضعیف
۱۰	۱۰
۱۱ نسبتاً سبک	۱۱ بازیافت ضعیف
۱۲	۱۲
۱۳ تا حدی سنگین	۱۳ بازیافت مناسب
۱۴	۱۴
۱۵سنگین	۱۵ بازیافت خوب
۱۶	۱۶
۱۷ خیلی سنگین	۱۷ بازیافت خیلی خوب
۱۸	۱۸
۱۹ خیلی خیلی سنگین	۱۹ بازیافت خیلی خیلی خوب
۲۰	۲۰

در روز اول آزمودنی‌ها با مراجعه به محل آزمون استخر کشواد تهران با طول ۲۵ متر در ابتدا به مدت ۱۵ دقیقه شروع به گرم کردن کردند که شامل ۱۰ دقیقه حرکات کششی و جنبشی بیرون از آب و ۵ دقیقه شنا کردن داخل آب بود. بعد از گرم کردن آزمودنی‌ها آزمون ۲۰۰ متر شنا کرال سینه را انجام دادند، بعد از ثبت رکوردها آزمو دنی ها به روش یک سوکور[1] به صورت تصادفی به دو گروه تجربی۱۰نفر و کنترل۱۰ نفر تقسیم شدند. گروه تجربی تحریک الکتریکی آندی (با شدت ۲ میلی‌آمپر)را به مدت ۱۵ دقیقه تا پایان بازیافت دریافت کردند و گروه ساختگی ، به این صورت که مکان الکترودها همانند الکترودهای تحریک آندی می باشد، با این تفاوت که برای احساس خارش اولیه، جریان ۲ میلی آمپر آندی فقط در ۳۰ ثانیه اول وارد و سپس در طول بازیافت قطع شد.جریان الکتریکی با استفاده از یک جفت اسفنج مرطوب شده با محلول سالـــین[2] که هر دو الکترود (۳۵ سانتی‌متر مربع) را در بر می‌گرفت اعمال شد (۲۶). الکترودها (آند و مرجع) به یک دستگاه تحریک جریان ثابت با بـرون‌ده بیشینه

1. single blind

2 . water 140 dissolved in Milli-Q mMols of NaCl

۲میلی‌آمپر متصل شد. جهت اعمال TDCS آندی قشر حرکتی چپ، چون تمام آزمودنی‌های این پژوهش راست دست بودند، آند بر اساس سیستم ای ای جی۱۰-۲۰[1] بین‌المللی بالای ناحیه M1 قرار داده شد (۲۷). الکترود مرجع بالای ناحیه فوق بصری سمت مخالف[2] قرار داده شد و توسط باندکشی ثابت شدند. هم‌چنین برای حالت ساختگی الکترودها در موقعیت مشابه قرار گرفت اند اما محرک پس از ۳۰ ثانیه خاموش شد (۲۷،۲۸). بلافاصله بعد از دریافت تحریک، آزمون تکرار و رکورد آزمودنی‌ها مجدداً ثبت شد. بعد از ۴۸ ساعت و در جلسه دوم آزمودنی‌ها با مراجعه به محل آزمون، بعد از گرم کردن به مدت ۱۵ دقیقه (شامل ۱۰ دقیقه حرکات کششی و جنبشی بیرون آب و ۵ دقیقه شنا کردن داخل آب)، اجرای آزمون و ثبت رکورد به روش یک سوکور در به صورت تصادفی به دو گروه تجربی۱۰نفر و کنترل۱۰ نفر تقسیم شدند.و این بار گروه تجربی تحریک آندی (با شدت ۱ میلی‌آمپر را به مدت ۱۵ دقیقه) و گروه کنترل (تحریک آندی با شدت ۱میلی‌آمپر که بعد از ۳۰ ثانیه جریان قطع شد) به مدت ۱۵ دقیقه، دریافت و بلافاصله آزمون تکرار و رکورد آزمودنی‌ها مجدداً ثبت شد. بعد از ۴۸ ساعت و در جلسه سوم، آزمودنی‌ها با مراجعه به محل آزمون، بعد از گرم کردن به مدت ۱۵ دقیقه (شامل ۱۰ دقیقه حرکات کششی و جنبشی بیرون آب و ۵ دقیقه شنا کردن داخل آب)و اجرای آزمون۲۰۰ متر کرال سینه و ثبت رکورد به صورت تصادفی به دو گروه تجربی۱۰نفر و کنترل۱۰ نفر تقسیم شدند.گروه تجربی شناوری در آب سرد (به مدت ۱۵ دقیقه غوطه در آب سرد ۱۲ درجه سلسیوس تا ناحیه گردن) و گروه کنترل (به صورت غیر فعال به مدت ۱۵ دقیقه) تقسیم شدند، (۷). بلافاصله بعد از اتمام بازیافت، آزمون تکرار و رکورد آزمودنی‌ها ثبت شد. پس از بازیافت، شناگران پرسشنامه مربوط به کیفیت بازیافت (TQR) را تکمیل کردند (۱۳،۲۵) سپس برای ارزیابی در فشار توسط شناگران، پرسشنامه(RPE) پس از اجرای دوم، تکمیل گردید (۱۳،۲۵).

از آزمون شاپیرو- ویلک جهت طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون تی همبسته تغییرات درون گروهی پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از تحلیل کواریانس برای مقایسه تفاوت بین گروهی متغیر رکورد و در ادامه آزمون از آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه دو به دو گروه‌ها و از آزمون تحلیل واریانس یک راهه برای بررسی کیفیت بازیافت و شاخص درک فشار استفاده شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم آفزار spss نسخه ۲۰ انجام شد.

یافته های پژوهش

آزمون شاپیرو- ویلک نشان داد که آزمودنی‌ها در متغیر زمان رکورد شنا ۲۰۰متر کرال سینه‌نرمال بودند.

1 . EEG 10-20

2 . FP2

جدول ۱. میانگین وانحراف استاندارد متغیرهای آزمودنی ها

متغیرها	شاخص‌های آماری آزمودنی‌ها	
	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۱۹/۸	۳/۲
قد (سانتی‌متر)	۱۸۵/۲	۱/۰۵
وزن (کیلو گرم)	۸۲/۲	۷/۱

اطلاعات توصیفی آزمودنی ها در جدول (۱)آمده است.

جدول۲. میانگین و انحراف استاندار متغیر رکورد شنا۲۰۰ متر کرال سینه در پیش آزمون و پس آزمون

گروه‌ها	متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون
تحریک الکتریکی شدت ۲ ملی آمپر	رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال	تجربی	۰/۰۲۱±۳/۲۹۵	۰/۰۱۷±۳/۲۷۲
		کنترل	۰/۰۴ ± ۳/۳۳۵	۰/۰۳۸± ۳/۳۷۶
شناوری در آب سرد	رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال	تجربی	۰/۰۲۳± ۳/۳۰۳	۰/۰۲۷± ۳/۳۲۵۰
		کنترل	۰/۰۱۷±۳/۳۳۲	۰/۰۲۷± ۳/۳۵۷
تحریک الکتریکی شدت ۱ ملی آمپر	رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال	تجربی	۰/۰۱۱± ± ۳/۳۳۷	۰۲۹/۰±۳۳۸/۳
		کنترل	۰۲۵/۰±۳/۳۴۳	۰۲۹/۰±۳/۳۶۲

میانگین و انحراف استاندارد متغیر رکورد اجرای آزمون شنا ۲۰۰ متر کرال سینه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول (۲) آمده است.

جدول ۳. آزمون T همبسته جهت مقایسه تفاوت متغیر رکورد شنا۲۰۰ متر کرال سینه پیش و پس از مداخله در گروه آزمایش و کنترل

متغیرها	گروه	میزان تی	Dfمیزان	میزان p
تحریک الکتریکی با شدت ۲ میلی آمپر	تجربی	۷/۶۶۷	۹	٭۰/۰۰۱
	کنترل	-۸/۱۳۵	۹	۰/۰۰۱
شناوری در آب سرد	تجربی	-۶/۷۳۶	۹	۰/۰۰۱

	کنترل	-۶/۷۰۸	۹	۰/۰۰۱
تحریک الکتریکی با شدت ۱ میلی آمپر	تجربی	-۵/۶۰۳	۹	۰/۰۰۱
	کنترل	-۶/۶۲۵	۹	۰/۰۰۱

همان طور که درجدول (۳) مشاهده می شود تفاوت معناداری بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود دارد ($P \leq ۰/۰۵$). ولی فقط در گروه تحریک الکتریکی معنی‌داری در جهت بهبود عملکرد (کاهش زمان رکورد شنا۲۰۰ متر کرال سینه) بود ($P = ۰/۰۰۱$). سایر گروه‌ها معنی‌داری در جهت افت عملکرد (افزایش زمان رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال سینه) بود.

نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس نشان داد که در پس آزمون تمام گروه ها تفاوت معنی دار بود($P=۰/۰۰۱$) . ولی فقط درگروه تحریک الکتریکی با شدت ۲میلی آمپر تأثیر تحریک الکتریکی باعث کاهش زمان رکورد شنا۲۰۰متر کرال سینه شد .و همچنین نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از آزمون تعقیبی LSD نشان داد که مداخله تحریک الکتریکی با شدت۲میلی آمپرباعث اختلاف معنی دار شد. که این اختلاف منجر به بهبود عملکرد ، یعنی کاهش زمان اجرای شنای ۲۰۰ متر کرال سینه شد.

جدول۴. کیفیت بازیافت و میزان درفشار در آزمودنی‌ها

متغیرها	زمان‌های‌اندازه‌گیری	تحریک الکتریکی با شدت ۲ میلی‌آمپر	شناوری در آب سرد	تحریک الکتریکی با شدت ۱میلی‌آمپر
کیفیت بازیافت	پس از بازیافت	۱۵ (خوب)	۱۷/۱۸* (خیلی خوب)	۱۳/۱ (مناسب)
میزان در فشار	پس از اجرای دوم	خیلی سبک* (۹)	نسبتا سبک (۱۱/۱)	تا حدی سنگین (۱۳/۸)

همان طور که در جدول (۴) مشاهده می شود نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک راهه نشان داد که کیفیت بازیافت در گروه شناوری در آب سرد نسبت به سایر گروه‌ها بهتر انجام گرفته بود (خیلی خوب). و میزان درک فشار در گروه تحریک الکتریکی با شدت ۲ میلی‌آمپر نسبت به سایر گروه‌ها کمتر گزارش شد (خیلی سبک) .

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر مقایسه تأثیر سه نوع روش بازیافت، غوطه‌وری در آب سرد و تحریک TDCS قشر حرکتی با دو شدت ۱ملی آمپر و ۲ میلی آمپر در دوره ریکاوری بر درک فشار ،کیفیت بازیافت و عملکرد بعدی شناگران مرد بود.همان طور که نتایج این پژوهش نشان داد غوطه‌وری در آب سرد به مدت ۱۵ دقیقه تأثیرمعنی دار بر بهبود زمان اجرای بعدی شنای ۲۰۰ متر کرال سینه شناگران نداشت.

این یافته ها با یافته های پفر و همکاران (۲۰۰۹)، کراو [1] و همکاران (۲۰۰۷) اسکین [2] و همکاران (۲۰۱۲) ، همسو می باشد .پفر و همکاران افزایش زمان اجرای تست چابکی ۹×۴ دوندگان، پس از ۲۰ دقیقه شناوری در آب سرد ۱۴ °C نسبت به خشکی را گزارش کرد. کراو و همکاران افت اجرای دوم آزمون وینگیت را پس از ۱۰ دقیقه شناوری در آب سرد ۱۳ °C را نشان دادند و اسکین و همکاران نشان دادند که پیش سرمایی به نسبت استفاده از حرارت قبل از تمرین، حداکثر سرعت دویدن را کاهش می‌دهد (۱۴،۲۹،۳۰). به نظر می‌رسداز دلایل محتمل این هم سویی می توان به زمان زیاد شناوری در آب سرد که سبب افت عملکرد عصبی- عضلانی می‌شود (۱۴)، و دمای آب در هنگام شناوری، که یکی از متغیرهای اصلی مؤثر روی عملکرد است (۳۱) ، و نیز شناوری در دمای خیلی پایین که با احساس سرما و لرزش عضلانی موجب محدودیت پیام‌های عصبی، اعمال فیزیولوژیکی و روانی می‌شود، و در نتیجه روی عملکرد بعدی نیز تأثیر منفی می‌گذارد (۳۲) ، که این عوامل می‌تواند بر عملکرد بعدی ورزشکاران تاثیر منفی داشته باشد اشاره کرد. یافته‌های این پژوهش با نتایج ویل [3] و همکاران (۲۰۰۸)، بوچحیت و همکاران (۲۰۱۰)، اینگرام [4] و همکاران (۲۰۰۹) نا همسویی داشت. ویل و همکاران بهبود عملکرد دوچرخه سواران پس از ۱۵ دقیقه شناوری متناوب در آب متضاد و شناوری در آب‌های سرد، در مقایسه با شناوری در آب گرم و بازیافت در خشکی را گزارش کردند، بوچحیت و همکاران گزارش کردند که شناوری در آب، روشی مناسب برای بهبود عملکرد شنای سرعتی متناوب می‌باشد. اینگرام و همکاران گزارش کردتد شناوری در آب سرد باعث بهبود قدرت و کاهش آسیب و تورم عضله نسبت به گروه کنترل می‌شود (۷،۸،۳۲). از دلایل محتمل این نا همسویی با نتایج ویل و همکاران را می‌توان به نوع پروتکل استفاده شده شناوری متناوب در آب سرد و گرم در مقایسه با شناوری در آب سرد باشد و همچنین دلایل محتمل این نا همسویی با نتایج بوچحیت و همکاران می‌توان فاصله بین شناوری با اجرای بعدی باشد. از دیگر نتایج این تحقیق نشان داد که تحریک TDCS آندی با شدت ۲ میلی‌آمپر باعث بهبود عملکرد بعدی شناگران می‌شود. یافته ها این تحقیق با یافته های آنژیوس [5] و همکاران (۲۰۱۷)، تئو [6] و همکاران (۲۰۱۱)، زمانی و دوستان (۲۰۱۷)، تاناکا [7] همکاران (۲۰۰۹)، کوگیامانیان همکاران (۲۰۰۷) و اوکانو و همکـــاران (۲۰۱۵) و وارگاس [8] و همکاران همسویی دارد. آنژیوس و همکاران نشان دادند، تحریک ناحیه خاص مغزی می‌تواند بر عملکرد ورزشی در افراد سالم تأثیر بگذارد. اوکانو و همکـــاران پیشنهاد کردند که تحریک TDCS آندی می‌تواند فعالیت قشر اینسولار

1 Crowe
2 Skein
3 Vaile
4 Ingram
5 Angius
6 Teo
7 Tanaka
8 Vargas

(Insular Cortex) را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین میزان درک تلاش را کاهش داده و باعث افزایش عملکرد ورزشی می‌شود. تئو و همکاران نشان دادند ۲۰ دقیقه تحریک آندی، با شدت جریان ۱ و ۲ میلی‌آمپر در انجام تکلیف استرنبرگ هر چند تأثیر معنی‌داری بر انجام تکلیف نداشت، اما زمان واکنش افراد در انجام این تکلیف بهبود یافت. زمانی و همکاران گزارش کردند تحریک مستقیم مغز در ناحیه قشر پیش پیشانی می‌تواند موجب بهبود حافظه کاری و نیز کاهش زمان واکنش در دختران ورزشکار شود (۱،۱۷،۲۷،۳۳،۳۴،۳۷). یافته‌های این پژوهش با نتایج نوکی و همکاران (۲۰۱۳)، هندی و همکاران (۲۰۱۳) و ماکی و همکاران (۲۰۱۳) همسویی دارد.

آن‌ها اثر مثبت تحریک TDCS را در افزایش MVC هنگام تکایف خاص مانند تا کردن آرنج یا باز کردن مچ و حفظ نیروی عضلانی را نشان ندادند (۱۶،۱۷،۲۴). از دلایل محتمل نا همسو بودن با یافته‌های نوکی و همکاران احتمالاً شدت جریان TDCS باشد که آن‌ها از شدت ۱,۵ میلی‌آمپر استفاده کرده بودند ولی در این پژوهش از TDCS با شدت ۲ میلی‌آمپر استفاده شد و همچنین احتمالاَ علت نا همسوی نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش هندی و همکاران مگی و همکاران مدت زمان اعمال تحریک TDCS که به ترتیب به مدت ۲۰ دقیقه و ۱۰ دقیقه اعمال شده بود، ولی در این پژوهش ۱۵ دقیقه اعمال شد می‌توان اشاره کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که تحریک TDCS آندی با شدت ۱میلی‌آمپر باعث بهبود عملکرد بعدی شناگران نمی‌شود. یافته‌های این پژوهش با نتایج نوکی و همکاران (۲۰۱۳)، هندی و همکاران (۲۰۱۳) و ماکی و همکاران (۲۰۱۳) همسو بود.

آن‌ها اثر مثبت تحریک TDCS را در افزایش MVC هنگام تکایف خاص مانند تا کردن آرنج یا باز کردن مچ و حفظ نیروی عضلانی را نشان ندادند (۱۶،۱۷،۲۴). یافته‌های این پژوهش با نتایج تاناکا و کوگیامانیان که اثرات مثبت مرتبط با اجرا را گزارش کردند بودند نا همسو بود (۱۶،۳۵). به نظر می‌رسد تحریک TDCS آندی می‌تواند فعالیت قشر اینسولار[1] را تحت تأثیر قرار دهد، بنابراین میزان درک تلاش را کاهش داده و می‌تواند باعث بهبود عملکرد ورزشی شود (۲۷).

یافته‌های این پژوهش نشان داد که کیفیت بازیافت در گروه شناوری در آب سرد باعث کیفیت مطلوب‌تری بازیافت نسبت به سایر پروتکل‌ها شد. و درک فشار در گروه تحریک TDCS آندی با شدت ۲ میلی‌آمپر نسبت سایر گروه‌ها کمتر بود.

1 . Insular Cortex

به نظر می‌رسد، به دلیل افزایش فشار خون محیطی، مایعات خون از مویرگ‌ها خارج شده و وارد عضلات فعال می شوند. فشار ناشی از آب در هنگام شناوری، باعث حرکت مایعات از فضای خارج سلولی به داخل عروق شده، بنابراین، حجم خونی که به عضلات می‌رسد افزایش یافته، در نتیجه، بازگشت وریدی، برونده قلبی، حجم ضربه‌ها و جریان خون در سراسر بدن افزایش می‌یابد (۶،۱۹) همچنین، ماساژ طبیعی عضلات براثر شناوری، اثر تسکینی روی عضلات داشته و همین برخوردهای متوالی آب با عضلات نیز در افزایش جریان خون عضلانی مؤثر است. تسریع برگشت مایعات به جریان خون، علاوه بر افزایش حرکت و دفع مواد زایعد حاصل از متابولیسم، باعث کاهش التهاب و درد عضله می‌شود (۱۲،۳۶) از این نظر می‌تواند باعث بازیافت مؤثرتر از نظر ورزشکار شود به این ترتیب، از نتایج حاصل چنین استنباط می‌شود که روش‌های شناوری، درآب سرد با تسریع کاهش لاکتات، ضربان قلب و دما، احساس خوشایند و آرامش‌بخشی را برای ورزشکاران ایجاد کرده و باعث کاهش خستگی عصبی و روانی که از عوامل اصلی محدود کننده فعالیت‌های سرعتی و پی‌درپی است می شود (۶،۱۴). یافته‌های این پژوهش نشان داد درک فشار بعد از آزمون مجدد در گروه تحریک TDCS قشر حرکتی با شدت ۲ میلی‌آمپر سبک تر از سایر گروه‌ها بود، به نظر می‌رسد تحریک TDCS میزان درک تلاش را کاهش می‌دهد (۲۷) ،با توجه به یافته‌های این پژوهش اگر چه روش شناوری در آب سرد باعث کیفیت بهتر بازیافت شد. ولی می‌تواند تأثیر منفی بر عملکرد بعدی یعنی زمان اجرای شنا ۲۰۰ متر کرال سینه داشته باشد و همچنین شدت جریان از مؤلفه های اصلی برای اعمال TDCSاست، به این صورت که TDCSباشدت ۲میلی آمپر فقط باعث تاثیر مثبتی بر عملکرد بعدی شناگران، کاهش زمان شنا ۲۰۰ متر کرال سینه داشت.در مجموع، شواهد علمی از یافته‌های این پژوهش مبنی بر به‌کارگیری تحریک مستقیم جمجمه‌ای TDCS ناحیه حرکتی با شدت ۲ میلی آمپر بر بهبود عملکرد بعدی شناگران، کاهش زمان اجرای شنا ۲۰۰ متر کرال سینه حمایت می‌کند.

تقدیر و تشکر:

نتایج این پژوهش حاصل پایان‌نامه دوره دکتری می‌باشد و محقق بر خود لازم می‌داند از دانشگاه آزاد واحد کرمانشاه که امکان انجام این پژوهش را فراهم آوردند و تمامی آزمودنی کمال تقدیر و تشکر را به عمل آورد.

منابع:

زمانی، گل اندام، و محمدرضا، دوستان(۱۳۹۶). "تاثیر تحریک حریان مستقیم درون جمجمه ای بر روی حافظه کوتاه مدت و زمان واکنش در دختران ورزشکار. " فصلنامه علمی ـ پژوهشی عصب روانشناسی ، ش ۳،ص۵۱-۶۲.

Abernethy, B. Kippers, V. Pandy, MG. Hanrahan, SJ.(2013). 'Biophysical foundations of human movement.' Human Kinetics; 2013.

Angius, L. Hopker, J. Mauger, AR. (2017). 'The ergogenic effects of

transcranial direct current stimulation on exercise performance.', front physiol journal. 8:90.

Angius, L. Mauger, AR. Hopker, J. Pascual-Leone A. Santarnecchi, E. Marcora, SM. (2018). 'Bilateral extracephalic transcranial direct current stimulation improves endurance performance in healthy individuals.', Brain Stimul Journal of Sport and Health Science. 11(1):108–17.

Bailey, DM. Erith, SJ. Griffin, PJ. Dowson, A. Brewer, DS. Gant, N. (2007).' Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running.', sports science journal. 25(11):1163–70.

Bangsbo, J. (1994).'The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise.', Acta Physiol Scand Suppl.;619:1–155.

Brunoni, AR. Nitsche; MA. Bolognini' N. Bikson, M. Wagner, T. Merabet, L. et al. (2012). ' Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions.', Brain Stimul.5(3):175–95.

Buchheit, M. Al Haddad, H. Chivot, A. Leprêtre PM. Ahmaidi, S. Laursen PB. (2010). 'Effect of in-versus out-of-water recovery on repeated swimming sprint performance.', Eur J Appl Physiol.108(2):321.

Burke, DG. Holt, LE. Rasmussen, R. MacKinnon NC, Vossen JF, Pelham TW. (2001). 'Effects of hot or cold water immersion and modified proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility exercise on hamstring length.', Journal Athl Train;36(1):16.

Calder, A. (2003). 'Recovery training.Sports Medicine Australia.', USOC Olympic Coach E-Magazine.15(3):8–11.

Cogiamanian, F. Marceglia, S. Ardolino, G. Barbieri ,S. Priori, A. (2007). 'Improved isometric force endurance after transcranial direct current stimulation over the human motor cortical areas.', European Journal of Neuroscience. 26(1):242–9.

Crowe, MJ. O. Connor, D. Rudd. D. (2007). 'Cold water recovery reduces anaerobic performance.', Journal of Sports Medicine.28(12):994–8.

Dawson ,B. Gow ,S. Modra ,S. Bishop D. Stewart, G . (2005). 'Effects of immediate post-game recovery procedures on muscle soreness, power and flexiblity levels over the next 48 hours.', Journal of Science and Medicine in Sport. 8(2):210–21.

Duffield, R. Cannon, J. King, M. (2010). 'The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise.' Journal of Science and Medicine in Sport
Elizabeth H. EC. Theraputic massage. 199 p.
Fitts , RH. 'Muscle fatigue. (1996). the cellular aspects.' American Journal of Sports Medicine .24(6_suppl):S9--S13.
Fulco, CS. Rock, PB. Muza, SR. Lammi, E.Cymerman, A. Butterfield ,G. et al. (1999). 'Slower fatigue and faster recovery of the adductor pollicis muscle in women matched for strength with men.', acta physiol scand journal.167(3):233–40.
Fertonani, A. Miniussi, C. (2017). 'Transcranial electrical stimulation: what we know and do not know about mechanisms.', Neurosci journal.23(2):109–23.
Goodall, S. Howatson, G. (2008).' The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage.', J Journal of Science and Medicine in Sport
Ingram, J. Dawson, B. Goodman, C. Wallman, K, Beilby, J. (2009). 'Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. ' ,team sport exercise. Journal of Science and Medicine in Sport.12(3):417–21.
Lampropoulou, SI. Nowicky, A V. (2013). 'The effect of transcranial direct current stimulation on perception of effort in an isolated isometric elbow flexion task. Motor Control.' ,Neurosci journal.24(2):107–29.
Montenegro, R. Okano, AH. Cunha, FA. Fontes , EB. Farinatti, P . (2015). 'Does prefrontal cortex transcranial direct current stimulation influence the oxygen uptake at rest and post-exercise.' Mot Rev Educ F{\'\i}sica.21(2):185–93.
Montenegro, R. Okano, A. Gurgel, J. Porto, F. Cunha, F. Massaferri, R. et al. (2015).'Motor cortex tDCS does not improve strength performance in healthy subjects.', Mot Rev Educ F{\'\i}sica.21(2):185–93.
Muthalib, M. Kan, B. Nosaka, K. Perrey, S. (2013). 'Effects of transcranial direct current stimulation of the motor cortex on prefrontal cortex activation during a neuromuscular fatigue task an fNIRS study. In: n: Oxygen Transport to Tissue XXXV.', Springer; p. 73–9.
Okano , AH. Fontes, EB. Montenegro, RA. Farinatti, P. de TV, Cyrino, ES. Li. LM, et al. (2015) 'Brain stimulation modulates the autonomic nervous system, rating of perceived exertion and performance during maximal exercise.' British Journal of Sports

Medicine.49(18):1213–8.
Peiffer, JJ. Abbiss, CR. Nosaka, K. Peake, JM. Laursen PB.(2009). 'Effect of cold water immersion after exercise in the heat on muscle function, body temperatures, and vessel diameter'. Journal of Science and Medicine in Sport.
Ricardo, B. Jonas, G. Raphaela, A. Flavia, P. Rafael, M. GE. (2011).'Effect of cathodal tDCS on lower limbs muscular fatigu during isokinetic protocol.;, Journal of Sport and Health Science.
Roberts, LA. Raastad, T. Markworth, JF. Figueiredo, VC. Egner, IM. Shield, A. et al. (2015). ' Post-exercise cold water immersion attenuates acute anabolic signalling and long-term adaptations in muscle to strength training. 'journal Physiol. 593(18):4285–301.
Skein , M. Duffield, R.Cannon, J. Marino, FE. (2012). ' Self-paced intermittent-sprint performance and pacing strategies following respective pre-cooling and heating.', European Journal of Applied Physiology. 112(1):253–66.
Tanaka, S. Hanakawa, T. Honda, M. Watanabe, K. (2009). 'Enhancement of pinch force in the lower leg by anodal transcranial direct current stimulation.', Experimental Brain Researc.196(3):459–65.
Teo, F. Hoy, KE. Daskalakis, ZJ. Fitzgerald, PB. (2011). 'Investigating the role of current strength in tDCS modulation of working memory performance in healthy controls. ' Front Physio Journal.
Vaile, J. Halson, S. Gill, N. Dawson, B. (2008). 'Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat.', Journal of Sports Medicine.29(07):539–44..
Vargas, V. Z. Baptista, A. F. Pereira, G.O.C. Pochini , AC. Ejnisman , B. Santos, MB . et al (2018). ‘ Modulation of isometric quadriceps strength in soccer players with transcranial direct current stimulation. muscle to strength training. 'Journal;32(5):1336–1341
Versey, NG. Halson, SL. Dawson, BT. (2013). 'Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and practical recommendations.', sports science journal. 43(11):1101–30.
Wilcock, I. (2005). ' The effect of water immersion, active recovery and passive recovery on repeated bouts of explosive exercise and blood plasma fraction.', Auckland University of Technology.
Yamane, M. Teruya, H. Nakano, M. Ogai, R. Ohnishi, N. Kosaka, M.(2006). ' Post-exercise leg and forearm flexor muscle cooling in humans attenuates endurance and resistance training effects on muscle performance and on circulatory adaptation.', E European Journal of Applied Physiology.96(5):572–80.