اثر شناوری در آب سرد و تحریک الکتریکی (TDCS) در دوره ریکاوری بر تغییرات لاکتات خون و عملکرد بعدی شناگران

علی ملایی[۱]، صدیقه حسین‌پور دلاور*[۲]، مهران قهرمانی[۳]، رضا جباری[۴]، محمد جلیلوند[۵]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی،کرمانشاه، ایران

۲. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

۳. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد گیلان غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان غرب، ایران

۴. استادیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی جراح و متخصص مغز و اعصاب دیسک و ستون فقرات، تهران، ایران

۵. استادیار رفتار حرکتی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۲/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۵/۲۱ شماره صفحات: ۴۹ تا ۵۸

چکیده

هدف از پژوهش حاضر تعیین اثر شناوری در آب سرد و تحریک جریان مستقیم جمجمه‌ای TDCS در دوره ریکاوری بر تغییرات لاکتات خون و عملکردی بعدی شناگران حرفه‌ای مرد بود. بدین منظور ۲۰ شناگر مرد در دو روز با فاصله ۴۸ ساعت در محل آزمون حضور یافتند. هر روز شنای ۲۰۰ متر کرال سینه اجرا و پس‌ازآن آزمودنی‌ها در یکی از پروتکل‌های، روز اول تحریک آندی (با شدت ۲ میلی‌آمپر) و گروه ساختگی، روز دوم شناوری در آب سرد (با درجه ^{oC}۱۲) و بازیافت در خشکی قرار گرفتند. لاکتات خون قبل از اجرای آزمون (۲۰۰ متر شنا کرال) بلافاصله بعد از اجرای آزمون در طول پروتکل هر سه دقیقه تا انتهای زمان ۱۵ دقیقه اندازه‌گیری شد. در پایان برای سنجش تأثیر روش‌های تحت بررسی روی عملکرد، اجرای شنای دویست متر تکرار گردید. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، از آزمون‌ها، تی وابسته، تحلیل کواریانس، تعقیبی LSD و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. نتیجه این پژوهش نشان داد عملکرد شنا فقط در گروهTDCS بهبود معناداری داشت، کاهش زمان رکورد (P=۰/۰۰۱). لاکتات خون در گروه شناوری در آب سرد کاهش بیشتری (P=۰/۰۰۱) نسبت به سایر گروه‌ها داشت.

کلیدواژه‌ها: تحریک الکتریکی، شناوری در آب سرد، لاکتات. عملکرد شنا

The Effect of Water Immersion and Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) during Recovery Period on Changes in Blood Lactate and Subsequent Performance of Swimmers

Ali Molaei[1]., Sedigheh Hosseinpour Delavar[2*]., Mehran Ghahramani[3]., Reza Jabbari[4]., Mohammad Jalilvand[5].

1. Ph.D student in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
2. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Science, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
3. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Gilan -E-Gharb Branch, Islamic Azad University, Gilan-E-Gharb, Iran
4. Assistant Professor in Shahid Beheshti University of Medical Science, Neurosurgeon and Lumbar Spine surgeon, Tehran, Iran.
5. Assistant Professor in Motor behavior, Kermanshah branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

Abstract

The present study was aimed to determine the effect of cold-water immersion and (TDCS) during the recovery period on blood lactate changes in and subsequent performance of professional male swimmers. For this purpose, 20 male participated in this study in two days with an interval of 48 hours. The two-hundred meter breaststroke was performed every day and then the subjects participated in one of the protocols, an anodic stimulation (with intensity of 2 mA)or the artificially exposed to anodic stimulation on the first day, and on the second day they were experienced the cold water immersion (12° C).The subjects' blood lactate was measured. Finally, in order to measure the effect of the investigated methods on their performance, the 200-meter swim was repeated. To analyze the data dependent t-test and analysis of covariance, LSD follow-up, analysis of variance with repeated measures, were used. The results of this study indicated that swimming performance significantly improved only in the TDCS group, with a reduction in the record time (P = 0.001). Blood lactate showed a greater decrease in the cold water immersion group (P = 0.001)

Keywords: Transcranial Direct Current Stimulation, Cold Water Immersion, Lactate, Swimming Performance.

*. Delavar2009@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]

[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]

[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

مقدمه

شناگران حرفه‌ای، مخصوصاً در فصل مسابقات، مجبور به شرکت در رقابت‌های متوالی با فواصل استراحت کوتاه می‌باشند. از مهم‌ترین رقابت‌های شناگران شنا سرعتی ۱۰۰ متر و ۲۰۰ متر است (۱). 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 (۲). در استراحت‌های کوتاه بین فعالیت‌های پی‌درپی باید به دنبال راهی بود که سبب بازگشت سریع‌تر ورزشکار به شرایط قبل از تمرین شود (۳). خستگی، همیشه گریبان‌گیر ورزشکاران بوده، مربیان نیز همیشه درصدد به تعویق انداختن خستگی می‌باشند (۴). خستگی به دو نوع موضعی (محیطی) و عمومی (مرکزی) تقسیم می‌شود (۵). خستگی موضعی در سطح عضلات رخ می‌دهد و گروه خاصی از عضلات درگیر درحرکت 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(۶). در حالی که خستگی عمومی مربوط به بخش‌های فوقانی مغز و فراخوانی نرون‌های حرکتی آلفا بوده و کل بدن را درگیر می‌کند (۵). تجمع لاکتات از نشانه‌های اصلی بروز خستگی در بین ورزش‌های سرعتی و تناوبی است (۷،۸) اسیدلاکتیک محصول متابولیسم بی‌هوازی است که درنتیجه درهم‌شکسته شدن گلوکز و تبدیل آن به این اسید، در عدم حضور اکسیژن و مؤثر واقع نشدن چرخه کربس و زنجیره تنفسی به وجود می‌آید (۹). تجمع اسیدلاکتیک سبب جلوگیری از انقباض عضلانی شده و منجر به بروز خستگی می‌گردد، از بین بردن سریع خستگی ناشی از فعالیت بدنی، رمز موفقیت ورزشکاران برای مسابقه یا تمرین بعدی محسوب می‌شود (۹،۱۰).

به دلیل اهمیت خستگی و نقش بازیافت در آن، هرساله تحقیقات زیادی در ارتباط با بررسی انواع روش‌های بازیافت، روی ورزشکاران مختلف صورت می‌گیرد. بااین‌وجود، گستردگی فاکتورهای مؤثر در این زمینه و ورود روش‌های جدید بازیافت، به دنیای ورزش تحقیقات بیشتری را برای رفع ابهامات موجود می‌طلبد (۱۱). ازجمله روش‌های بازیافت[1] که مورداستفاده ورزشکاران قرارگرفته است می‌توان به استفاده از سرما پس از فعالیت اشاره کرد. شناوری در آب سرد CWI[2] تکنیکی است که به جهت تسهیل در زمان بازیافت در محیط‌های حرفه‌ای، ورزشی استفاده می‌شود. هرچند این شیوه بازیافت در صورتی استفاده می‌شود که فواید و سازوکار عملکرد آن هنوز ازنظر علمی به‌طور کامل روشن نشده است (۱۲،۱۳). به نظر می‌رسد تأثیر شناوری در آب سرد بر عملکرد ورزشی نتایج متضادی داشته است. بااین‌وجود در این رابطه برخی محققان آثار مثبتی را گزارش کرده‌اند (۱۴،۱۵). درحالی‌که دیگران تغییرات چشمگیری در عملکرد گزارش نکرده‌اند (۱۶،۱۷). پیفرو همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرده‌اند که اگرچه آب سرد به دلیل کاهش قطر عروق محیطی، سبب افزایش جریان خون مرکزی و درنتیجه افزایش برداشت مواد زائد و تسریع روند بازیافت می‌شود، اما ممکن است با تأثیر منفی بر انعطاف و دامنه حرکتی مفاصل سبب تضعیف عملکرد بعدی گردد (۱۸). از طرفی

1. Recovery

2. Cold Water Immersion

بوچحیت و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که شناوری در آب می‌تواند روش مناسبی برای بهبود عملکرد شناگران سرعتی متناوب باشد (۱۲). ورسی و همکاران در پژوهشی مروری (۲۰۱۵) گزارش کردند که اگرچه تکنیک‌های غوطه‌وری به‌منظور ریکاوری مورداستفاده قرار می‌گیرد، تحقیقات بیشتری برای دستیابی درک کامل اثرگذاری بر اجرای ورزشی موردنیاز است(۱۹).

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[1] در مطالعات خستگی، تحمل فعالیت و ریکاوری بین دوره‌های تمرینی (۲۰)، و با معرفی و گسترش ابزار غیرتهاجمی جدید، دانش مرتبط با رفتار سیستم عصبی مرکزی هنگام ورزش به‌طور خاص، اخیراً TDCS قبل از فـــعالیت ورزشی به‌منظور بهبود عملکرد ورزشی در دامنه وسیعی از انواع فعالیت‌های ورزشی مورداستفاده قرارگرفته است (۲۱). در این روش جریان ضعیف الکتریکی به مغز اعمال می‌شود (۲۲) که قادر به القای تغییراتی در فعالیت الکـــتریکی درون و بـــیرون نرون‌ها است و منجر به تغییر پتانسیل استراحتی (RMP)[2] و درنتیجه منجر به اصلاح کارایی سیناپس عصبی می‌شود. این تعدیل‌ها برای ایجاد پتانسیل عمل ناکافی می‌باشند اما برای ایجاد تغییر در آستانه پاسخ نورون تحریک‌شده کافی است (۲۳). اثر TDCS بسته به قطبیتی که اعمال می‌گردد، تحریک آنودال تحریک‌پذیری قشری را افزایش می‌دهد، درحالی‌که تحریک کاتودال مهاری است (۲۴). کوجیمانی و همکاران (۲۰۰۷) مدعی شدهند 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 (۲۰). اوکانو و همکاران (۲۰۱۵) کاهش معنادار ضربان قلب و میزان درک فشار را در شدت‌های زیر بیشینه؛ اما نه درشدت 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 (۲۵). ریکاردو بروکا و همکاران (۲۰۱۱) ارتباط بین TDCS کاتدی و شاخص خستگی در اندام تحتانی هنگام پروتکل ایزومتریک را ارزیابی کرده و نشان دادند که پلاریاسیون جریان کاتدی ابزار کمکی برای افزایش ظرفیت کار حداقل در تا کردن زانو، در آزمودنی‌های انسانی است (۲۶). از طرفی ماکی و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند فعال‌سازی عصبی قشر پیش قدامی جهت حفظ نیروی عضلانی توسط TDCS آندی تعدیل نمی‌شود (۲۷). نوکی و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که اعمال TDCS تأثیری بر فعالیت خم کردن ایزوتونیک آرنج ندارد (۳۹). توجه به اهمیت بازیافت برای ورزشکاران و نقش تعیین‌کننده آن بر عملکرد (۱۲)، و مغایرت‌هایی که در نتایج پژوهش‌ها در مورد اثرات شناوری در آب سرد از یک‌سو، 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 تغییرات لاکتات خون در دوره ریکاوری بر عملکرد بعدی شناگران مرد بپردازد. ازاین‌رو پژوهش حاضر با هدف تعیین اثر شناوری در آب سرد و

1. Transcranial Direct-Current Stimulation
2. Resting Membrane Potential

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای TDCS قشر حرکتی در دوره ریکاوری بر تغییرات لاکتات خون و عملکرد بعدی شناگران مرد حرفه‌ای بود.

روش‌شناسی

جامعه آماری این پژوهش را شناگران مرد ۱۸ سال به بالا، شهر تهران که حدنصاب آزمون نجات‌غریق (۲۰۰ متر شنا کرال سینه زیر ۴ دقیقه) را کسب کرده بودند و هفته‌ای ۴ جلسه تمرین داشتند، تشکیل دادند. با مراجعه به هیئت نجات‌غریق استان تهران و اطلاع از زمان و مکان برگزاری آزمون تعیین سطح، ۲۰ 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 که حدنصاب آزمون نجات‌غریق (۲۰۰ متر شنا کرال زیر ۴ دقیقه) را کسب کرده بودند و هفته‌ای ۴ جلسه تمرین داشتند به‌صورت 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 از پروتکل قبلی اجرا گردید، برای از بین بردن تأثیرات ساعت روز بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی تمام اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۵ تا ۷ عصر در دو روز انجام گرفت.

برای اعمال تحریک الکتریکی و جلوگیری از خیس شدن سر آزمودنی از کلاه مخصوص شنا[1] ساخت کشور ژاپن استفاده شد. برای اندازه‌گیری لاکتات خون، خون‌گیری‌ها از سرانگشت وسط آزمودنی‌ها و با استفاده از دستگاه لاکتومتر (لاکتات اسکات[2]) ساخت کشور آلمان صورت گرفت. برای اعمال تحریک الکتریکی از دستگاه نایرو استیم ۱[3] 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 هرگونه نوشیدنی نیروزا (به‌عنوان‌مثال قهوه، کافئین و...) خودداری کنند. ازآنجاکه نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که به دنبال فعالیت شدید ۲ تا ۳ دقیقه زمان لازم است تا سطح لاکتات خون، به اوج خود برسد(۱۳،۴۱،۳۰) لاکتات خون، شناگران، قبل و پس از اجرای آزمون (شنای ۲۰۰ متر کرال سینه) و هر ۳ دقیقه یک‌بار تا اتمام بازیافت، اندازه‌گیری شد. در روز اول آزمودنی‌ها با مراجعه به محل آزمون استخر کشواد تهران 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 و اندازه‌گیری لاکتات خون آزمودنی‌ها به روش یک سوکور[4]در دو گروه تجربی و کنترل تقسیم‌شده‌اند. گروه تجربی تحریک الکتریکی آندی (با شدت ۲ میلی‌آمپر)را تا مدت ۱۵ دقیقه تا پایان بازیافت دریافت کردند و گروه کنترل یا ساختگی ، به این صورت که مکان الکترودها همانند الکترودهای تحریک آندی است، با این تفاوت که برای احساس خارش اولیه، جریان ۲ میلی‌آمپر 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[5] که هر دو الکترود (۳۵ سانتی‌متر مربع) را در برمی‌گرفت

1. Waterproof swimming cap
2. Lactate Scout Lactometer
3. Neyrostim 1
4. single blind
5. water 140 dissolved in Milli-Q mMols of NaCl

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

اعمال شد (۲۹،۳۶). الکترودها (آند و مرجع) به یک دستگاه تحریک جریان ثابت با بـــرون‌ده بیـــشینـــه ۲ میلی‌آمپر نیروستیم متصل شد. برای اعمال TDCS آندی قشر حرکتی چپ، چون تمام آزمودنی‌های این پژوهش راست‌دست بودند، آند بر اساس سیستم ای‌ای جی۱۰-۲۰[1] بین‌المللی بالای ناحیه M1 قرار داده شد (۲۵). 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 گرفتند اما محرک پس از ۳۰ ثانیه خاموش شد (۲۵،۳۱). 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 و اندازه‌گیری لاکتات خون به‌صورت تصادفی به دو گروه شناوری در آب سرد (به مدت ۱۵ دقیقه در آب سرد با درجه ۱۲ درجه سلسیوس شناور شدند) و گروه کنترل (به‌صورت غیرفعال کنار استخر در دمای ۲۹ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه نشستند) تقسیم شدند، شناوری در آب سرد به‌گونه‌ای بود که سر آزمودنی‌ها بیرون از آب قرار می‌گرفت و بدنشان در داخل آب شناور بود(۱۱). بلافاصله بعد از اتمام بازیافت، آزمون تکرار و رکورد آزمودنی‌ها ثبت شد. از آزمون شاپیرو- ویلک جهت طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون تی همبسته تغییرات درون‌گروهی پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از تحلیل کواریانس برای مقایسه تفاوت بین گروهی متغیر رکورد و در ادامه آزمون از آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه دوبه‌دو گروه‌ها و از آزمون‌های اندازه‌گیری مکرر با عامل گروه برای بررسی تغییرات لاکتات استفاده شد.

نتایج

آزمون شاپیرو- ویلک نشان داد که آزمودنی‌ها در متغیر زمان رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال سینه در چهار گروه نرمال بودند. میانگین و انحراف استاندارد زمان اجرای آزمون شنا ۲۰۰ متر کرال در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد متغیر رکورد آزمون ۲۰۰ متر کرال سینه در گروه‌های تجربی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه‌ها	متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
تحریک الکتریکی	رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال	تجربی	۳/۲۹۵±۰/۰۲۱	*۳/۲۷۲±۰/۰۱۷
		کنترل	۳/۳۳۵ ± ۰/۰۴	۳/۳۷۶± ۰/۰۳۸
شناوری در آب سرد	رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال	تجربی	۳/۳۰۳± ۰/۰۲۳	۳/۳۲۵۰± ۰/۰۲۷
		کنترل	۳/۳۳۲±۰/۰۱۷	۳/۳۵۷± ۰/۰۲۷

یافته‌های آزمون تی همبسته نشان داد تفاوت معناداری بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در تمام گروها وجود دارد ($P \leq ۰/۰۵$). ولی فقط در گروه تحریک الکتریکی معنی‌داری در جهت بهبود عملکرد (کاهش زمان رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال سینه) بود ($P = ۰/۰۰۱$). سایر گروه‌ها معنی‌داری در جهت افت عملکرد (افزایش زمان

1. EEG 10-20
2. FP2

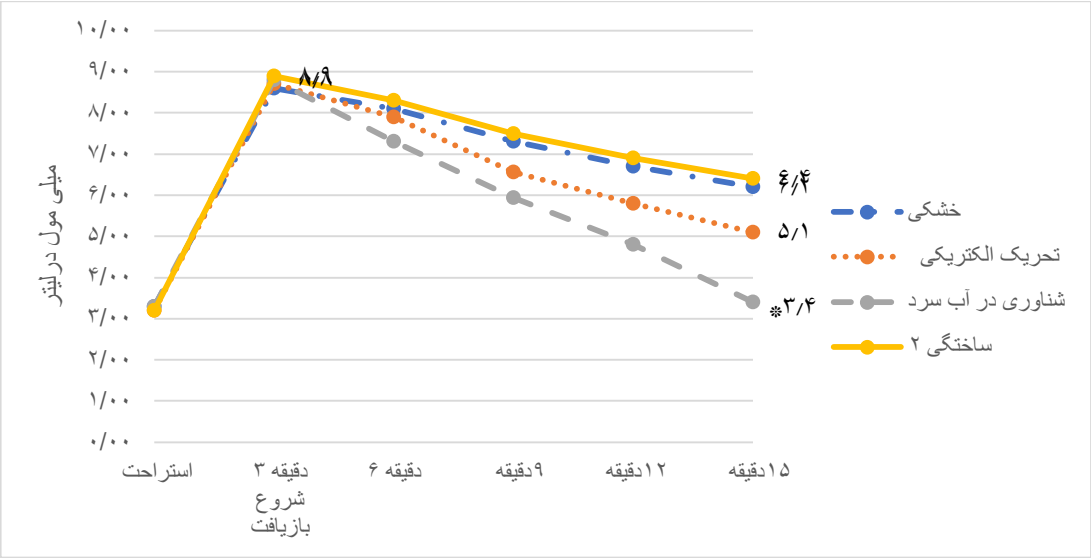
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال سینه) بود جدول (۲). نتایج آزمون تحلیل کواریانس نشان داد که در پس‌آزمون چهار گروه تفاوت معنی‌دار است (P=۰/۰۰۱) و این معنی‌داری در گروه مربوط به تحریک الکتریکی واقعی نشان‌دهنده تأثیر مثبت تحریک الکتریکی بر عملکرد و کاهش زمان رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال سینه بود. همچنین آزمون تعقیبی LSD نشان داد که مداخله تحریک الکتریکی نسبت به سایر گروه اختلاف معنی‌دارتری داشت که منجر به کاهش زمان رکورد شنای ۲۰۰ متر کرال سینه شد.

جدول ۲. مقایسه متغیر رکورد شنا ۲۰۰ متر کرال سینه پیش و پس از مداخله در گروه‌های تجربی و کنترل

متغیرها	گروه	میزان تی	میزانDf	میزان p
تحریک الکتریکی	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

برای تعیین تغییرات میزان لاکتات خون نتایج حاکی از آن بود که در ۴ پروتکل انجام‌شده روی آزمودنی‌ها بین تکرارهای ۱ تا ۵ به‌صورت دوبه‌دو تفاوت معنی‌داری وجود دارد، بدین معنی که در افزایش یا کاهش میزان لاکتات اعمال پروتکل‌ها تفاوت چشمگیری با هم دارند و در تکرار پایانی پروتکل شناوری در آب سرد (P=۰/۰۰۱) نسبت به سایر پروتکل‌ها در کاهش لاکتات خون مؤثرتر بود. سپس پروتکل تحریک الکتریکی (P=۰/۰۰۳) تأثیر بیشتری در کاهش لاکتات خون نسبت به پروتکل تحریک الکتریکی ساختگی و پروتکل خشکی داشت نمودار (۱).



نمودار ۱. نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]

[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

بحث

هدف از پژوهش حاضر مقایسه تأثیر دو نوع روش بازیافت، غوطه‌وری در آب سرد و تحریک TDCSقشر حرکتی بر تغییرات لاکتات خون در دوره ریکاوری و عملکرد بعدی شناگران مرد بود. نتایج این پژوهش نشان داد غوطه‌وری در آب سرد به مدت ۱۵ دقیقه تأثیر مثبتی بر بهبود زمان اجرای بعدی شنای ۲۰۰ متر کرال سینه شناگران نداشت که این امر با نتایج پژوهشی پیفر و همکاران (۲۰۰۹)، کراو و همکاران (۲۰۰۷) نتیجه اسکین و همکاران (۲۰۱۲) همسویی دارد. پفر و همکاران افزایش زمان اجرای آزمون چابکی ۹×۴ دوندگان، پس از ۲۰ دقیقه شناوری در آب سرد ^{o}C ۱۴ نسبت به خشکی را گزارش کرد. کراو و همکاران افت اجرای دوم آزمون وینگیت را پس از ۱۰ دقیقه شناوری در آب سرد ^{o}C۱۳ 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 (۱۸،۳۲،۳۳). به نظر می‌رسد که زمان زیاد شناوری در آب سرد سبب افت عملکرد عصبی- عضلانی می‌شود (۱۸)، و دمای آب در هنگام شناوری، یکی از متغیرهای اصلی مؤثر روی عملکرد است (۲۸). شناوری در دمای خیلی پایین با احساس سرما و لرزش عضلانی موجب محدودیت پیام‌های عصبی، اعمال فیزیولوژیکی و روانی می‌شود، درنتیجه روی عملکرد بعدی نیز تأثیر منفی می‌گذارد (۲۸) ، که این عوامل می‌تواند بر عملکرد بعدی ورزشکاران تأثیر منفی داشته باشد. یافته‌های این پژوهش با نتایج ویل و همکاران (۲۰۰۸)، بوچحیت و همکاران (۲۰۱۰)، اینگرام و همکاران (۲۰۰۹) مغایرت داشت. ویل و همکاران بهبود عملکرد دوچرخه‌سواران 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 است. اینگرام و همکاران گزارش کردند شناوری در آب سرد باعث بهبود قدرت و کاهش آسیب و تورم عضله نسبت به گروه کنترل می‌شود(۱۱،۱۲،۳۰). علت مغایرت با نتایج ویل و همکاران می‌توان به نوع پروتکل استفاده‌شده شناوری متناوب در آب سرد و گرم در مقایسه با شناوری در آب سرد باشد و همچنین علت مغایرت نتایج بوچحیت و همکاران می‌توان فاصله بین شناوری با اجرای بعدی باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که تحریک TDCS آندی باعث بهبود عملکرد بعدی شناگران می‌شود. این امر با نتایج آنژیوس و همکاران (۲۰۱۷)، تئو و همکاران (۲۰۱۱)، زمانی و همکاران (۲۰۱۷)، تاناکا و همکاران (۲۰۰۹)، کوگیامانیان و همکاران (۲۰۰۷) و کانو و همکـــاران (۲۰۱۵) همسویی دارد. آنژیوس و همکاران نشان دادند، تحریک ناحیه خاص مغزی می‌تواند بر عملکرد ورزشی در افراد سالم تأثیر بگذارد(۳۵). اوکانو و همکـــاران پیشنهاد کردند که تحریک TDCS آندی می‌تواند فعالیت قشر اینسولار (Insular Cortex) را تحت تأثیر قرار دهد بنابراین میزان درک تلاش را کاهش داده و باعث افزایش عملکرد ورزشی می‌شود(۲۵). تئو و همکاران نشان دادند ۲۰ دقیقه تحریک آندی، با شدت‌جریان ۱ و ۲ میلی‌آمپر در انجام تکلیف استرنبرگ هرچند تأثیر معنی‌داری بر انجام تکلیف نداشت، اما زمان واکنش افراد در انجام این تکلیف بهبود یافت(۳۶) 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 (۳۷). به‌علاوه تاناکا و کوگیامانیان اثرات مثبت مرتبط با اجرا را گزارش کردند(۲۰،۳۸). یافته‌های این پژوهش با نتایج نوکی و همکاران (۲۰۱۳)، هندی و همکاران (۲۰۱۳) و ماکی و همکاران (۲۰۱۳) مغایرت داشت. آن‌ها اثر مثبت تحریک TDCS را در افزایش MVC هنگام تکالیف خاص مانند تا کردن آرنج یا باز کردن مچ و حفظ نیروی عضلانی را نشان ندادند(۲۷،۳۸،۳۹) مغایرت با یافته‌های نوکی و همکاران احتمالاً شدت‌جریان 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 احتمالاً علت مغایر نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش هندی و همکاران مگی و همکاران مدت‌زمان اعمال تحریک TDCS که به ترتیب به مدت ۲۰ دقیقه و ۱۰ دقیقه اعمال‌شده بود، ولی در این پژوهش ۱۵ دقیقه اعمال شد می‌تواند باشد. 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 افزایش عملکرد ورزشی شود (۳۱).

نتایج این پژوهش نشان داد که شناوری در آب سرد در مقایسه با تحریک الکتریکی TDCSتأثیر بیشتری بر کاهش میزان لاکتات خون دارد. این امر با نتایج پژوهشی مرتن و همکاران (۲۰۰۷)، بوچحیت همکاران (۲۰۱۰)، فابریزو و همکاران (۲۰۰۷) همسویی دارد. مرتن و همکاران نشان دادند که ۱۰ دقیقه شناوری متناوب در آب گرم/ سرد پس از انجام آزمون وینگیت، به‌طور معنی‌داری سرعت کاهش لاکتات را نسبت به بازیافت غیرفعال، افزایش می‌دهد. فابریزو و همکاران گزارش دادند پس از شناوری در آب ۲۷°C، سطح لاکتات، از دقیقه ششم به بعد، به‌طور معنی‌داری، پایین‌تر از بازیافت در خشکی بود. بوچحیت همکاران کاهش لاکتات پس از شناوری در آب هم‌دمای بدن، به دنبال شنای ۵۰ متر سرعتی نشان دادند (۱۲،۴۰،۴۱) روش‌های شناوری در آب با افزایش بازگشت وریدی، سبب تسریع برداشت مواد زائد مانند اسیدلاکتیک می‌شود. همچنین، شناوری در آب‌های گرم/ سرد به‌طور متناوب، سبب می‌شود که مغز به‌طور متوالی پیام‌های متفاوت از آب سرد و گرم دریافت کند، درنتیجه با افزایش فعالیت پمپ عضلانی، جریان خون به عضلات افزایش‌یافته و از این طریق به برداشت اسیدلاکتیک، سرعت می‌بخشد (۵،۷) و با نتایج ویل‌کاک و همکاران (۲۰۰۶) همسویی نداشت ویل‌کاک و همکاران گزارشی مبنی بر عدم تفاوت معنی‌دار در برداشت لاکتات، پس از ۱۶ دقیقه بازیافت در خشکی و یا شناوری در آب سرد ۲۷ °C به دنبال تمرینات انفجاری ارائه کردند که احتمالاً دلایل این تفاوت می‌توان به تفاوت در نوع پروتکل تمرینی و عملکرد مورد ارزیابی، اشاره نمود (۲). با توجه به یافته‌های این پژوهش در مورد تغییرات لاکتات خون و ازآنجاکه در حین اعمال تحریک الکتریکی مستقیم TDCS آزمودنی به‌صورت غیرفعال و نشسته بر روی صندلی قرار دارد موقعیتی شبیه به گروه کنترل در روش بازیافت به روش شناوری در آب سرد را داشتند. به نظر می‌رسد که بازیافت آن‌ها را به‌صورت غیرفعال انجام‌گرفته است، و نتایج پژوهش حاضر نیز این امر را تأیید کرد. دمای آب در هنگام شناوری، روی نتایج حاصل بسیار مؤثر است به‌طورکلی نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تأثیر روش‌های شناوری بر تغییرات لاکتات و ضربان قلب، از دقیقه ششم

1. Insular Cortex

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

دوره بازیافت چشمگیر است، ولی روش‌های مختلف بازیافت در خشکی، از دقیقه دهم باعث وجود کاهش معنی‌دار لاکتات و ضربان قلب می‌شوند (۱۸،۴۲،۴۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این پژوهش اگرچه روش شناوری در آب سرد باعث کاهش بیشتر میزان لاکتات خون در زمان بازیافت شد. ولی می‌تواند تأثیر منفی بر عملکرد بعدی یعنی زمان اجرای شنا ۲۰۰ متر کرال سینه داشته باشد و همچنین هرچند تحریک مستقیم جمجمه‌ای TDCSناحیه حرکتی باعث کاهش کمتر میزان لاکتات خون در زمان بازیافت شد، ولی می‌تواند تأثیر مثبتی بر عملکرد بعدی شناگران، کاهش زمان شنا ۲۰۰ متر کرال سینه داشته باشد. درمجموع، شواهد علمی از یافته‌های این پژوهش مبنی بر به‌کارگیری تحریک مستقیم جمجمه‌ای TDCSناحیه حرکتی بر بهبود عملکرد بعدی شناگران، کاهش زمان اجرای شنا ۲۰۰ متر کرال سینه حمایت می‌کند.

تقدیر و تشکر

نتایج این پژوهش حاصل رساله دوره دکتری است 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

1. 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 of Physiology.;593(18):4285–301.
2. 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.
3. 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.
4. 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.Journal of Acta Physiologcal Scandvica.167(3):233–40.
5. Fitts RH. (1996). Muscle fatigue: the cellular aspects. American Journal of Sport. Medicine 24(6_suppl):S9--S13.
6. Abernethy B, Kippers V, Pandy MG, Hanrahan SJ. (2013). Biophysical foundations of human movement. Human Kinetics.
7. Bangsbo J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. Journal of Acta Physiologcal Scandvica.619:1–155.
8. Tanisho K, Hirakawa K. (2009). Training effects on endurance capacity in maximal intermittent exercise: comparison between continuous and interval training. Journal of Strength and conditioning research.23(8):2405–10.
9. Sesboüé B GJ. (2006). Ann Readapt Med Phys.49:257–64, 348– 54.
10. Cairns SP. (2006). Lactic acid and exercise performance. Journal of Sports Medicine.36(4):279–91.
11. 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. Journal of Science and Medicine in Sport.12(3):417–21.
12. 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. Journal of Europe Appley Physiology.108(2):321.
13. 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.13(1):136–40.
14. Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N, et al. (2007). Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. Journal of Sport Science.25(11):1163–70.
15. 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. American Journal of Life Sciences.36(1):16.
16. 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. Europe Journal Appley Physiology.96(5):572–80.
17. Goodall S, Howatson G. (2008). The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. Journal of Sports Science Medicine.7(2):235.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]

18. 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.12(1):91–6.
19. Versey NG, Halson SL, Dawson BT. (2013). Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and practical recommendations. Journal of Sport Medicine.43(11):1101–30.
20. 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. Europe Journal Neuroscience. 26(1):242–9.
21. Angius L, Hopker J, Mauger AR. (2017). The ergogenic effects of transcranial direct current stimulation on exercise performance. Journal of Frontiers in Physiology. 8:90.
22. 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. Journal of Frontiersin humen Neuroscience F{\'\i}sica.21(2):185–93.
23. Fertonani A, Miniussi C. (2017). Transcranial electrical stimulation: what we know and do not know about mechanisms. Journal of Neuroscintest.23(2):109–23.
24. 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. Journal of Brain stimulation.5(3):175–95.
25. 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. Journal of British Sport Medicine.49(18):1213–8.
26. Ricardo B, Jonas G, Raphaela A, Flavia P RMG. (2011). Effect of cathodal TDCS on lower limbs muscular fatigu during isokinetic protocol. Journal of Frontiers in Physiology.
27. 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: Oxygen Transport to Tissue XXXV. Springer; Journal of Advances in experimental medicine and biology p. 73–9.
28. Calder A. (2003). Recovery strategies for sports performance. USOC Olympic Coach E-Magazine.15(3):8–11.
29. Nitsche MA, (2000). Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. Journal of Physiology.527(3):633–9.
30. 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 Science.26(5):431–40.
31. Montenegro R, Okano AH, Cunha FA, Fontes EB, Farinatti P. (2014). Does prefrontal cortex transcranial direct current stimulation influence the oxygen uptake at rest and post-exercise? Journal of Sport Medicine.35(06):459–64.
32. Crowe MJ, O'Connor D, Rudd D. (2007). Cold water recovery reduces anaerobic performance. Journal of Sport Medicine 28(12):994–8.
33. Skein M, Duffield R, Cannon J, Marino FE. (2012). Self-paced intermittent-sprint performance and pacing strategies following respective pre-cooling and heating. Journal of Europe Journal Appley Physiology.112(1):253–66.
34. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. (2008). Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue. Journal of Sport Medicine.29(07):539–44.
35. 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. Journal of British Sport Medicine 11(1):108–17.
36. 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. Journal of Frontiers in Physiology. 2:45.
37. Zamani G, Doostan M. (2017). The Effect of transcranial direct current stimulation on working memory and reactiontime in athlete GIRL. Journal of Neuropsychology . 2476-5023. (Persian)
38. Tanaka S, Hanakawa T, Honda M, Watanabe K. (2009). Enhancement of pinch force in the lower leg by anodal transcranial direct current stimulation. Journal of Experimental Brain Research.196(3):459–65.
39. Hendy AM, Teo W-P, Kidgell DJ. (2015). Anodal transcranial direct current stimulation prolongs the cross-education of strength and corticomotor plasticity. Journal of Science Sport Medicine.47(9):1788–97.
40. Di Masi F, Vale RGDS, Dantas EHM, Barreto ACL, da Silva Novaes J, Reis VM. (2007). Is blood lactate removal during water immersed cycling faster than during cycling on land? Journal of Science Sport Medicin.;6(2):188.
41. Morton RH. (2007). Contrast water immersion hastens plasma lactate decrease after intense anaerobic exercise. Journal of Science Sport Medicin. 10(6):467–70.
42. Monedero J, Donne B. (2000). Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performanceJournal of Science Sport Medicin. 21(08):593–7.
43. Kinugasa T, Kilding AE. (2009). A comparison of post-match recovery strategies in youth soccer players. Journal of Strength and conditioning research. 23(5):1402–7.

نحوه درج مقاله: علی ملایی، صدیقه حسین‌پور دلاور، مهران قهرمانی، رضا جباری، محمد جلیلوند (۱۳۹۹). اثر شناوری در آب سرد و تحریک الکتریکی (**TDCS**) در دوره ریکاوری بر تغییرات لاکتات خون و عملکرد بعدی شناگران. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۸(۲۰): ۵۸-۴۹. دی او آی **۱۰.۲۹۲۵۲/jsmt.۱۸.۲۰.۴۹**

How to cite this article: Ali Molaei., Sedigheh Hosseinpour Delavar., Mehran Ghahramani., Reza Jabbari., Mohammad Jalilvand.(2020). The Effect of Water Immersion and Transcranial Direct Current Stimulation (TDCS) during Recovery Period on Changes in Blood Lactate and Subsequent Performance of Swimmers.18(20):49-58. (In Persian). DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1399.18.20.10.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.18.20.49]