مطالعات المپیک
دورهٔ ۱، شمارهٔ ۱، زمستان ۱۴۰۲
ص ص : ۹۸- ۸۹

اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز از قشر بینایی بر زمان واکنش فوتبالیست‌های ماهر

مهدی ملازاده [*۱] – حسن غرایاق زندی [۲] - علی مقدم‌زاده [۳] – محبوبه غیور نجف‌آبادی [۴]

۱. دانشجوی دکتری روانشناسی ورزشی، گروه علوم رفتاری و شناختی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، تهران، ایران ۲. استادیار گروه علوم رفتاری و شناختی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، تهران، ایران ۳. دانشیار گروه روشها و برنامه‌های آموزشی و درسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران۴. استادیار گروه علوم رفتاری و شناختی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، تهران، ایران

(تاریخ دریافت : ۰۳/ ۱۲/ ۱۴۰۲ ، تاریخ تصویب : ۲۰/ ۱۲/ ۱۴۰۲)

چکیده

هدف پژوهش حاضر تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای از قشر بینایی بر زمان واکنش فوتبالیست‌های ماهر بود. مطالعه حاضر از نوع مطالعات نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری این پژوهش فوتبالیست‌های ماهر مرد استان تهران در سال ۱۴۰۱ بود که ۳۶ نفر از آن‌ها به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی به ۳ گروه تحریک قشر بینایی (۱۲ نفر)، تحریک ساختگی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. مداخله تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای بدین‌صورت بود که در تحریک قشر بینایی الکترودها در آند **Oz** و کاتد **Cz** قرار گرفتند. برای بررسی مستقل متغیرها در گروه‌های مورد بررسی از آزمون تی همبسته استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری **SPSS** نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری ۰۵ / ۰ انجام گرفت. نتایج نشان داد میانگین زمان واکنش پس از تحریک الکتریکی **ltdcs** در گروه **tDCS** قشر بینایی از۵۷/۵۶ ± ۳۴۳/۱۰به ۵۲/۴۰± ۳۴۷/۵۰هزارم ثانیه افزایش یافته است و با توجه به سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار در این گروه قابل مشاهده نشد. نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی از قشر بینایی بر زمان واکنش فوتبالیست‌های ماهر مؤثر نیست. با توجه به اهمیت سرعت و زمان واکنش در ورزش فوتبال، به نظر می‌رسد تحریک قشر بینایی در مراحل زمان واکنش مؤثر نیست بنابراین پیشنهاد می شود تحریک الکتریکی از سایر نواحی قشر مغز مورد مطالعه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی

جریان مستقیم فراجمجمه‌ای، زمان واکنش، فوتبالیست، قشر بینایی.

[*] نویسنده مسئول : پست الکترونیکی: Email: mahdi.mollazadeh@ut.ac.ir

مقدمه

ورزش با استفاده از مفاهیم علمی و نظریات مختلف دانشمندان در خصوص چگونگی آمادگی ورزشکاران جهت حضور در مسابقات، تحولی عظیم به وجود آورده است و همواره تلاش دارد تا با استفاده از روش‌های علمی صحیح، مقادیر و نسبت‌های دقیقی از عوامل قابل اندازه‌گیری ورزشکاران بدست آورده تا میزان آمادگی ورزشکاران را برآورد نماید و آن را ارتقا دهد. بدون تردید به دست آوردن اوج عملکرد ورزشی حاصلِ همراهی آمادگی روانشناختی و انجام تمرینات مناسب است. همچنین داشتن شرایط روانشناختی مناسب می‌تواند سبب عملکرد بهتر ورزشی شود (۱).

با توجه به وضعیت رقابتی مسابقات ورزشی در عرصه بین‌المللی و اهتمام تیم‌ها و ورزشکاران به دانش تکنیکی و تاکتیکی، می‌توان گفت که نقش عوامل روانشناختی در توانمندی ورزشی بسیار مهم و قابل توجه است (۲). از این رو تیم‌هایی که همراه با افزایش کارایی فنی و تکنیکی به بهبود توانایی روانشناختی ورزشکاران نیز می پردازند، هم در صحنه‌های رقابت بین‌المللی و هم در سالم‌سازی جامعه ورزشی، موفقیت قابل ملاحظه‌ای کسب می‌کنند. امروزه روانشناسان ورزشی تأثیر ورزش را بر شاخص‌های گوناگون روانشناختی و نیز تأثیر این متغیرها را بر عملکرد ورزشی بررسی کرده اند. مطالعات اخیر، کارآمدی تمرینات ارتقادهنده توانایی‌های شناختی را به عنوان تکنیکی تخصصی برای رشد مهارت‌های ورزشی در ورزشکاران جوان نشان داده اند (۳). ورزش فوتبال نیز از قاعده مستثنی نیست. ورزشکاران فوتبال باید از توانایی شناختی برای انتخاب و انجام اقدامات در پاسخ به محرک‌های مختلف در طول بازی فوتبال استفاده کنند (۴). ورزشکاران در ورزش-های تیمی مانند والیبال و فوتبال در محیط‌های کاملاً پویا تحت محدودیت زمانی قرار دارند، بنابراین باید در کمترین زمان ممکن بهترین عملکرد خود را در مقابل حریفان خود داشته باشند. این تمرینات مکرر در میدان‌های ورزشی ممکن است باعث تغییر در توانایی های ادراکی ورزشکاران شود (۵). بنابراین، توانایی واکنش سریع به محرک‌های محیطی برای موفقیت یک بازیکن فوتبال بسیار مهم است. با توجه به این مفهوم، زمان واکنش (RT) به محرک‌های بینایی و صدا اغلب به عنوان شاخصی از مهارت‌های کلی بازیکنان فوتبال در نظر گرفته می‌شود (۶). در ورزش فوتبال همانند بسیاری از ورزش‌ها، زمان واکنش عامل مهمی است و کاهش آن موجب کسب موفقیت در اجرا می‌شود. با توجه به اهمیت زیاد سرعت واکنش، هر عاملی که موجب کوتاه‌تر شدن زمان واکنش شود اجرای بهتری در مهارت‌هایی که سرعت عمل عامل تعیین کننده است، صورت می‌گیرد (۷).

در سالهای اخیر یکی از دغدغه‌های اصلی محققان علوم ورزشی در حوزه فوتبال، پیدا کردن راهکارهایی جدید برای افزایش سطح عملکرد ورزشکاران بوده و جهت دستیابی به این مهم، از روش‌ها و ابزارهای مختلفی استفاده شده است. یکی از تکنیک‌هایی که امروزه در بهبود فرایندهای شناختی، حسی، میزان توجه و کارکردهای حرکتی و غیره موردتوجه پژوهشگران حوزه علوم شناختی و نوروساینس قرارگرفته است، استفاده از تحریک الکتریکی مغز با جریان مستقیم (tDCS) است که به عنوان یک روش درمانی غیر تهاجمی، بدون درد و ارزان شناخته می شود (۸, ۹) .تحقیقات اخیر نشان می‌دهد تحریک غیرتهاجمی مغز با روش تحریک فرا جمجمه‌ای با جریان مستقیم، یک تکنیک مؤثر برای افزایش عملکرد شناختی است (۱۰). در این روش یک جریان الکتریکی ضعیف معمولاً ۱ تا ۴ میلی آمپر به نواحی خاصی از مغز وارد می شود تا با تغییر پتانسیل غشایی، قشر مغز را تحریک کند. تحریک آنودال تحریک پذیری قشر مغز را افزایش می‌دهد در حالی که تحریک

کاتدی آن را کاهش می دهد (۱۱). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد تحریک غیرتهاجمی مغز با روش تحریک فرا جمجمه‌ای با جریان مستقیم، یک تکنیک مؤثر برای افزایش عملکرد شناختی است (۱۰). آرکان (۲۰۱۹) در تحقیقی که بر روی دانشجویان ۱۸ تا ۲۳ سال انجام داد بدین نتیجه رسید که تحریک آندی قشر مغز می‌تواند موجب بهبود حافظه کاری و زمان واکنش گردد (۱۲) .کمالی و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه خود به بررسی اثرات تعدیل عصبی بر عملکردهای حرکتی و شناختی بوکسورهای حرفه ای پرداختند و گزارش کردند که در مقایسه با تحریک ساختگی، تحریک واقعی توجه انتخابی و زمان واکنش بوکسورهای باتجربه را بهبود می‌بخشد (۱۳).

اندازه گیری زمان واکنش در پژوهش حاضر به دو دلیل انجام حائز اهمیت است. اول اینکه اندازه‌گیری زمان واکنش شاخصی عمومی از یکپارچگی سیستم عصبی مرکزی در نظر گرفته می‌شود و مؤلفه‌ای از وظایف زندگی حقیقی مانند استارت زدن در مسابقه فوتبال در ورزشکاران است و دلیل مهمتر این است که زمان واکنش نمایانگر شناسایی محرک، انتخاب پاسخ و برنامه‌ریزی پاسخ است (۵) و احتمالاً تحریک قشر بینایی از طریق بهبود ادراکی بصری بتواند در شناسایی محرک زمان واکنش و سرعت تصمیم-گیری بازیکنان فوتبال تأثیرگذار باشد. بنابراین با توجه به اهمیت و نقش زمان واکنش در ورزش فوتبال از یک سو و از سوی دیگر با توجه به اینکه در شیوه‌های آموزشی رایج، تحریکات نقاط مختلف مغز به شدت نادیده گرفته می‌شود، سؤال پژوهش حاضر این است که آیا تحریک الکتریکی مستقیم مغز از قشر بینایی بر زمان واکنش فوتبالیست‌های ماهر اثربخش خواهد بود یا خیر.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، با توجه به اهداف پیش بینی شده، از نوع تحقیقات نیمه تجربی و همچنین با توجه به طول زمان اجرای تحقیق از نوع مقطعی بود. طرح پژوهش حاضر پیش آزمون -پس آزمون واز لحاظ هدف از دسته تحقیقات کاربردی بود. همچنین پژوهش حاضر به لحاظ اجرا به صورت میدانی اجرا گردید. جامعه آماری این پژوهش تمام فوتبالیست‌های ماهر مرد استان تهران در سال ۱۴۰۱ بود که ۳۶ نفر از آن‌ها به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی به ۳ گروه تحریک قشر بینایی (۱۲ نفر)، تحریک ساختگی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شد. در تعریف فوتبالیست‌های ماهر در پژوهش حاضر، ورزشکاری فوتبالیست ماهر به‌حساب آمد که حداقل ۷ سال سابقه فعالیت در این رشته ورزشی را داشت یا عضو تیم‌های باشگاهی استان تهران بود. لازم به ذکر است که به علت مصدومیت یکی از ورزشکاران به خاطر طبیعت رشته فوتبال، گروه ساختگی از ۱۲ نفر در ابتدای پژوهش به ۱۱ نفر تقلیل یافت. معیار ورود به پژوهش شامل: تمامی شرکت‌کنندگان از جنس مرد بود. دامنه سنی این نمونه از بین ۱۸ تا ۳۵ سال بود، تمامی شرکت‌کنندگان فوتبالیست بودند، تمامی شرکت‌کنندگان سلامت کامل، تمامی شرکت‌کنندگان حداقل ۷ سال سابقه فوتبال حرفه‌ای در سطح یکی از لیگ‌های کشور داشتند، همه شرکت‌کنندگان ازلحاظ روانی سالم بودند. معیار خروج شامل، عدم تکمیل کامل پرسشنامه‌های پژوهش و عدم دریافت هرگونه برنامه و تمرینات روانشناسی ورزشی قبل و در حین انجام پژوهش، عدم تمایل به شرکت در تحقیق، غیبت در روز انجام تحقیق، آسیب‌دیدگی در مراحل مختلف تحقیق بود.

ابزار

فرم رضایت آگاهانه: از این فرم جهت جلب رضایت شرکت‌کنندگان برای شرکت در مطالعه حاضر استفاده گردید

پرسشنامه غربالگری سلامت تی دی سی اس: پرسشنامه غربالگری سلامت تی دی سی اس[1] که برای بررسی شاخص‌های موردنیاز جهت ایمن و مناسب بودن استفاده از تی دی سی اس برای شرکت‌کننده‌ها استفاده شد. پرسشنامه غربالگری سلامت برای اولین بار با عنوان پرسشنامه غربالگری سلامت تی ام اس توسط کیل[2] و همکاران (۲۰۰۱) تدوین شد (۱۴).

تحریک الکتریکی مغز: برای تحریک الکتریک مغز از دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای (tDCS) استفاده شد. دستگاه مورداستفاده در این پژوهش Dose Active و منبع جریان این دستگاه یک باتری ۹ ولت است. حداکثر شدت‌جریان ۴ میلی‌آمپر DC بود که از طریق اتصال الکترودهایی با قطبیت متفاوت (آند و کاتد) روی پوست سر نصب شد و جریان ثابت الکتریکی را از روی جمجمه به مغز منتقل کرد. (۱۵). در این پژوهش، الکترودها درون پدهای اسفنجی ۳۵ سانتی‌متر مربعی قرار گرفتند و سطح پدها با محلول کلرید سدیم ۹ درصد آغشته شد تا ضمن افزایش رسانایی جریان الکتریکی از افزایش حرارت پیشگیری شود، دستگاه ازلحاظ شدت‌جریان، اندازهٔ الکترود و مدت‌زمان تحریک قابل‌کنترل بود.

ناحیه تحریک الکتریکی مستقیم فرا جمجمه‌ای در پژوهش حاضر قشر بینایی بود بدین‌صورت که طبق سیستمهای بین المللی10-20 توسط درمانگر متخصص، محل قرارگیری الکترود مثبت، روی محل Oz و الکترود منفی روی ناحیهٔCz بسته شد. در این مطالعه، از تحریک الکتریکی با جریان ۱/۵ میلی‌آمپر و به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد.

زمان واکنش: برای سنجش زمان واکنش از دستگاه زمان سنجش واکنشYB-1000 استفاده می‌شود این دستگاه ساخت شرکت Yagami کشور ژاپن است که شامل ۳ واحد اصلی است که عبارت‌اند از: واحد اصلی کنترل، واحد نمایش‌دهنده تحریک و واحد اعمال پاسخ صفحه‌کلید (این دستگاه می‌تواند زمان واکنش را با دقت ۰/۰۰۱ یک‌هزارم ثانیه) نشان دهد و همچنین شامل یک جعبه بزرگ است که تجهیزات و کلیدهای کنترل روی آن تعبیه‌شده است و دو شستی که با سیم به دستگاه متصل هستند. دستگاه شامل دو بخش محرک نوری و صوتی است که محرک نوری آن را سه رنگ سبز، قرمز و زرد تشکیل می‌دهد و محرک صوتی آن صدای بوق کوتاهی است که ازلحاظ شدت و زمان قابل تنظیم است. قابلیت دستگاه به گونه ایست که می‌توان آن را به‌طور خودکار یا دستی تنظیم نمود و آزمایش را انجام داد. روی دستگاه شش گروه کلید وجود دارد؛ تنظیم نوع واکنش (ساده، انتخابی، تشخیصی)، انتخاب رنگ نور برای هر دو سمت چپ و راست، انتخاب فرکانس صدا، انتخاب حالت خودکار و دستی آزمایش، کلید پاک کردن اعداد ثبت‌شده و تنظیمات و کلید شروع آزمایش و همچنین روی دستگاه صفحه نمایشگر اعداد نصب‌شده که زمان واکنش را با دقت یک‌هزارم ثانیه مشخص می‌کند.

روند اجرای پژوهش

برای جمع‌آوری داده‌های مربوط ابتدا از شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه‌ی آگاهانه‌ی کتبی کسب شد. بعدازآن شرکت‌کنندگان با اهداف تحقیق و نحوهٔ امتیازدهی‌ها و اجرای آزمون‌های موردنظر آشنا شدند.

1 . Safety Screening Questionnaire for tDCS

2 . Keel

بعد از انتخاب نمونه آماری آن‌ها به‌صورت تصادفی در ۳ گروه ۱۲ نفره (یک گروه تحریک قشر بینایی، یک گروه ساختگی و یک گروه کنترل) تقسیم شدند. گروه کنترل تمرینات روزانه خود را داشتند و ۲ گروه مداخله نیز وارد فرایند تحقیق شدند. برای سنجش زمان واکنش با استفاده از دستگاه زمان سنجش واکنشYB-1000 نمرات آن‌ها به‌عنوان پیش‌آزمون ثبت شد.

بعد از مرحله پیش‌آزمون، مرحله مداخله انجام گرفت. مرحله مداخله در ۶ روز پشت سر هم انجام گرفت مطالعات قبلی نشان داده بودند که روند این مدت تأثیرات امیدوارکننده‌ای را به دنبال دارد و از آن می‌توان به‌عنوان روندی مؤثر سود جست(۱۶, ۱۷) . در گروه تحریک الکتریکی مستقیم قشر بینایی شرکت‌کنندگان در هرروز پیش از تمرین به مدت: ۱۵ دقیقه تحریک الکتریکی مغز فرا جمجمه‌ای قشر بینایی (آند Oz و کاتد Cz)را دریافت کردند بدین‌صورت که در تحریک الکتریکی آندی جریان مستقیم ۱/۵ میلی‌آمپر در تمام طول مدت تحریک به فرد وارد شد و سپس به تمرینات و مسابقات روزانه خود پرداختند.

در گروه تحریک الکتریکی ساختگی تصنعی شرکت‌کنندگان در هرروز پیش از تمرین به مدت15 دقیقه تحریک الکتریکی ساختگی را دریافت کردند. در این گروه بعد از اتصال الکترودها جریان الکتریکی ۱/۵ میلی‌آمپر به فرد وارد شد؛ اما بعد از گذشت 30 ثانیه بدون اینکه به فرد اطلاعی داده شود، جریان الکتریکی قطع شد و سپس به تمرینات و مسابقات روزانه خود پرداختند.

بعد از شش روز متوالی تمرینات، در روز هفتم مرحله پس‌آزمون انجام گرفت و زمان واکنش آن‌ها با استفاده از آزمون‌های مرتبط اندازه‌گیری و ثبت شد. این پژوهش با شناسه اخلاق۴۵۹۷۵- IR.SSRI.REC.1397.291 توسط پژوهشگاه تربیت بدنی مصوب گردید و در وبگاه کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی نیز قابل مشاهده می باشد.

روش آماری

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل اطلاعات، از روش‌های آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی، از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده گردید. برای بررسی مستقل متغیرها در گروه‌های مورد بررسی از آزمون تی همبسته استفاده شد . تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماریSPSS نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

یافته‌ها

یافته‌های مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان

شاخص‌های آماری مربوط به سن و سابقه ورزشی شرکت‌کنندگان در پژوهش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	tDCS قشر بینایی	tDCS ساختگی	کنترل	تحلیل واریانس
سن (سال)	۲۴/۴۰ ± ۴/۰۰	۲۷/۱۸ ± ۴/۱۱	۲۷/۰۸ ± ۳/۶۸	($F_{۵۲،۴}$=۰/۸۴۰، sig=۰/۵۰۶)
تجربه (سال)	۹/۸۰ ± ۲/۶۲	۱۰/۸۱ ± ۲/۴۸	۱۱/۲۵ ± ۲/۳۴	($F_{۵۲،۴}$=۱/۰۷۳، sig=۰/۳۷۹)

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، گروه‌های مورد بررسی در این مطالعه در متغیرهای سن (P-۰/۵۰۶ Value=) و تجربه یا سابقه ورزشی (P-Value=۰/۳۷۹) همگن می‌باشند.

بررسی نرمال بودن متغیرهای تحقیق

جهت بررسی نرمال بودن داده‌های این پژوهش از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد. نتایج این آزمون نشان داد که تمامی متغیرهای تحقیق از توزیع نرمال پیروی می‌کنند (P-Value>0.05).

جدول ۲. نتایج آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی توزیع داده‌های پژوهش

متغیر	مرحله	tDCS قشر بینایی	tDCS ساختگی	کنترل
زمان واکنش	پیش‌آزمون	۰/۱۴۶	۰/۴۸۲	۰/۷۲۳
	پس‌آزمون	۰/۴۲۶	۰/۱۹۷	۰/۸۰۴

بررسی مستقل متغیرها در گروه‌های مورد بررسی

۱،۳. زمان واکنش

با توجه به این نکته که پژوهش از نوع مداخله‌ای با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بوده است، برای آزمون هر گروه به طور مستقل از آزمون تی همبسته استفاده شد. جدول ۳ نتایج حاصل از این آزمون را برای بررسی زمان واکنش شرکت‌کنندگان در ۳ گروه tDCS قشر بینایی، tDCS ساختگی و گروه کنترل نشان می‌دهد.

جدول ۳. نتایج آزمون تی همبسته برای متغیر زمان واکنش

	مرحله	تعداد	میانگین	انحراف معیار	آماره t	sig
tDCS قشر بینایی	پیش‌آزمون	۱۲	۳۴۳/۱۰	۵۷/۵۶	-۰/۵۹۷	۰/۵۶۵
	پس‌آزمون	۱۲	۳۴۷/۵۰	۵۲/۴۰		
tDCS ساختگی	پیش‌آزمون	۱۱	۳۳۴/۷۲	۵۰/۸۴	۱/۶۶۹	۰/۱۲۶
	پس‌آزمون	۱۱	۳۲۴/۶۳	۴۹/۲۲		
کنترل	پیش‌آزمون	۱۲	۳۳۳/۰۸	۵۱/۶۶	-۰/۸۶۳	۰/۴۰۶
	پس‌آزمون	۱۲	۳۴۱/۲۵	۴۶/۲۳		

*تفاوت معنی‌دار ($P_Value<0.05$)

نتایج حاصل نشان داد میانگین زمان واکنش پس از تحریک الکتریکی ltdcs در گروه tDCS قشر بینایی از۵۷/۵۶ ± ۳۴۳/۱۰به ۵۲/۴۰± ۳۴۷/۵۰هزارم ثانیه افزایش یافته است و با توجه به سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار در این گروه قابل مشاهده نمی‌باشد (P-Value<0.05). با توجه به سطح معنی‌داری، این تفاوت در بین سایر گروه‌های مورد بررسی نیز مشاهده نشد. نمودار ۱ میانگین زمان واکنش پیش و پس از تحریک الکتریکی ltdcsدر گروه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه گیری

هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای از قشر بینایی بر زمان واکنش فوتبالیست‌های ماهر بود. نتیجه این مطالعه نشان داد تحریک الکتریکی مستقیم مغز از ناحیهٔ قشر بینایی در مقایسه با تحریک ساختگی و گروه کنترل موجب بهبود زمان واکنش فوتبالیست‌ها نشد. این یافته پژوهشی به صورت غیر مستقیم با مطالعه سیدل و راجرت (۲۰۱۹) همراستاست (۱۸).

سیدل و راجرت (۲۰۱۹) در پژوهش خود با عنوان اثربخشی تحریک جریان مستقیم ترانس کرانیال بر زمان واکنش و عملکرد ضربه زدن بین ورزشکاران و غیر ورزشکاران گزارش کردند که در مطالعه آنان هیچ اثر خاص ناشی از tDCS (آنلاین و آفلاین) روی زمان واکنش ساده و عملکرد ضربه زدن را نه برای اندام‌های تحتانی و نه برای اندام فوقانی مشاهده نشده است (۱۸).

مطالعه تاناکا (۲۰۰۹) نیز که از تمرین tDCS و زمان واکنش در اندام تحتانی استفاده کرد، تفاوت معنی داری را در زمان واکنش بعد از تمرین tDCS مشاهده نکرد (۱۹). همچنین پژوهش توماس و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان داد بر خلاف بسیاری از مطالعاتی است که نشان می‌دهند استفاده یک‌بار از tDCS می‌تواند عملکرد شناختی را تعدیل کند، هیچ اثر قابل توجهی بر عملکرد کارکرد اجرایی نداشت (۲۰). به علاوه براکنر و کامر (۲۰۱۶) در مطالعه خود با عنوان تحریک پذیری قشر بینایی توسط تحریک جریان مستقیم ترانس کرانیال گزارش کردند که نتایج مطالعه آنان اثرات تعدیلی tDCS بر تحریک پذیری قشر بینایی را که قبلا منتشر شده بود تأیید نمی‌کند (۲۱). در تبیین پژوهش حاضر باتوجه به اینکه زمان واکنش نمایانگر شناسایی محرک، انتخاب پاسخ و برنامه ریزی پاسخ است (۵) و تحریک قشر بینایی باعث بهبود ادراکی بصری می‌شود (۲۲) بمی‌توان گفت احتمالاً این بهبود ادراکی بصری به اندازه ای نبوده که بتواند باعث بهبود مرحله شناسایی محرک و در نتیجه بهبود زمان واکنش شود.

اما پژوهش حاضر با مطالعات واقف و همکاران (۲۰۱۹) (۲۳)، وانگ و همکاران (۲۰۲۱) (۲۴) و کمالی و همکاران (۲۰۲۱) (۱۳) ناهمخوان است. پژوهش واقف و همکاران (۲۰۱۹) که با هدف بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر تصمیم‌گیری پرخطر و زمان واکنش در افراد مبتلا به افسردگی صورت گرفته است نشان داد که زمان واکنش به‌طور معنی‌داری درگروه آزمایش سریع‌تر از گروه کنترل بود (۲۳). وانگ و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند که tDCS زمان واکنش و میزان خطا را در وظایف یادگیری حرکتی کاهش می‌دهد (۲۴). همچنین با پژوهش دی وانتان وهمکاران (۲۰۱۶) که به بررسی اثرات tDCS آندال بر زمان واکنش ساده اندام تحتانی (SRT) و زمان واکنش انتخابی (CRT) پرداختند همراستا نبود زیرا نتایج مطالعه آنها بر خلاف نتایج پژوهش حاضر تفاوت معنی داری را در مقایسه با گروه شم برای همه اشکال RT نشان داد (۲۵). کمالی و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه خود به بررسی اثرات تعدیل عصبی بر عملکردهای حرکتی و شناختی بوکسورهای حرفه ای پرداختند و بر خلاف پژوهش حاضر گزارش کردند که در مقایسه با تحریک ساختگی، تحریک واقعی tDCS توجه انتخابی و زمان واکنش بوکسورهای باتجربه را بهبود می‌بخشد (۱۳).

در تبیین ناهمخوانی نتایج پژوهش حاضر با موارد گفته شده بالا با استناد به پژوهش فراگنی و همکاران (۲۰۰۵) (۲۶) می‌توان گفت که اثر تقویت کننده tDCS نسبتاً به صورت کانونی رخ می‌دهد و مختص محل تحریک است (۲۶). پس تحریک الکتریکی مغز بر روی قشر بینایی، منجر به بهبود زمان واکنش نمی‌شود زیرا احتمالاً برخلاف تحریک قشر حرکتی اولیه که با زمان واکنش (RT) مرتبط است (۲۷) تحریک قشر بینایی ارتباطی با زمان واکنش حداقل در شرایط پژوهش حاضر ندارد. پس احتمالاً تحریک قشر بینایی سطح تحریکپذیری ناحیه‌ای از سلول‌های مغزی را افزایش داده که مستقیماً بر زمان واکنش مربوط نیست. همچنین همانطور که اشاره شد، بهبود ادراکی بصری ناشی از تحریک قشر بینایی (۲۲) نیز به اندازه ای نبوده است که بتواند به صورت مستقیم روی شناسایی محرک و به صورت غیر مستقیم روی زمان واکنش تأثیرات معناداری بگذارد.

به‌صورت کلی نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی از قشر بینایی بر زمان واکنش فوتبالیست‌های ماهر مؤثر نیست. با توجه به اهمیت سرعت و زمان واکنش در ورزش فوتبال، پیشنهاد می شود تحریک الکتریکی از سایر نواحی قشر مغز به ویژه قشر حرکتی اولیه که در پیشینه پژوهشی برآن تأکید می‌شود انجام شود. از محدودیت های پژوهش حاضر عدم کنترل محقق روی تمرینات احتمالی ذهنی یا بدنی از تکلیف مورد نظر در خارج از جلسات تمرینی علیرغم دادن تذکرات لازم در این مورد به آن‌ها بود. تک جنس بودن آزمودنی‌ها قابلیت تعمیم نتایج را به جنسیت مؤنث کاهش می دهد. عدم وجود دوره‌های پیگیری مانع از شناخت اثرات طولانی مدت این تکنیک شد. همچنین ریتم های شبانه روزی و نواسانات خلق و خو خارج از کنترل پژوهشگر بود لذا پیشنهاد می‌شود این موارد در صورت امکان در پژوهش های آتی مدنظر قرار گیرد. همچنین چون این پژوهش بر روی ورزشکاران مرد ماهر انجام شد، پیشنهاد می‌شود بر روی ورزشکاران مبتدی انجام گیرد تا تعمیم نتایج پژوهش حاضر مستحکمتر انجام گیرد.

References

1. Ranjbar S, Akbarnejad A, Alizadeh A, Fadakar A. Is mental toughness related with motor learning in wrestling?. International Journal of Sport Studies for Health. 2022 Oct 31;5(2).
2. Campen, C. and D.C. Roberts, *Coping Strategies of Runners: Perceived Effectiveness and Match to Precompetitive Anxiety.* Journal of Sport Behavior, 2001. 24(2).
3. Gucciardi, D.F., S. Gordon, and J.A. Dimmock, *Evaluation of a mental toughness training program for youth-aged Australian footballers: I. A quantitative analysis.* Journal of applied sport psychology, 2009. 21(3): p. 307-323.
4. Vestberg T, Gustafson R, Maurex L, Ingvar M, Petrovic P. Executive functions predict the success of top-soccer players. PloS one. 2012 Apr 4;7(4):e34731.
5. Nouri, Shadmehr, Azadeh, Moghadam A, Qutbi, Nestern. Comparison of reaction time and prediction skill in female athletes and non-athletes. New Rehabilitation Quarterly. 2012;6(3):37-43..
6. Hirose, N., A. Hirano, and T. Fukubayashi, *Biological maturity and choice reaction time in Japanese adolescent soccer players.* Research in sports medicine, 2004. 12(1): p. 45-58.
7. Wang, J., *Reaction-Time Training for Elite Athletes: A Winning Formula for Champions.* International journal of coaching science, 2009. 3(2).
8. Jacobson, L., et al., Modulating oscillatory brain activity correlates of behavioral inhibition using transcranial direct current stimulation. Clinical neurophysiology, 2012. 123(5): p. 979-984.
9. Krause, B. and R.C. Kadosh, *Can transcranial electrical stimulation improve learning difficulties in atypical brain development? A future possibility for cognitive training.* Developmental cognitive neuroscience, 2013. 6: p. 176-194.
10. Cheng CP, Chan SS, Mak AD, Chan WC, Cheng ST, Shi L, Wang D, Lam LC. Would transcranial direct current stimulation (tDCS) enhance the effects of working memory

training in older adults with mild neurocognitive disorder due to Alzheimer's disease: study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2015 Dec;16:1-7.

11. Nejati V, Salehinejad MA, Nitsche MA, Najian A, Javadi AH. Transcranial direct current stimulation improves executive dysfunctions in ADHD: implications for inhibitory control, interference control, working memory, and cognitive flexibility. Journal of attention disorders. 2020 Nov;24(13):1928-43.
12. Arkan, A., *Effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on working memory in healthy people.* Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation, 2019. 12(2): p. 385.
13. Kamali AM, Kazemiha M, Keshtkarhesamabadi B, Daneshvari M, Zarifkar A, Chakrabarti P, Kateb B, Nami M. Simultaneous transcranial and transcutaneous spinal direct current stimulation to enhance athletic performance outcome in experienced boxers. Scientific Reports. 2021 Oct 5;11(1):19722.
14. Keel, J.C., M.J. Smith, and E.M. Wassermann, *A safety screening questionnaire for transcranial magnetic stimulation.* Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology, 2001. 112(4): p. 720.
15. Jeon, S.Y. and S.J. Han, *Improvement of the working memory and naming by transcranial direct current stimulation.* Annals of rehabilitation medicine, 2012. 36(5): p. 585-595.
16. Nitsche MA, Liebetanz D, Antal A, Lang N, Tergau F, Paulus W. Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation–technical, safety and functional aspects. Supplements to Clinical neurophysiology. 2003 Jan 1;56:255-76.
17. Namazizadeh, M., Badami, R., Mirhosseini .,Comparison of the effect of direct electrical stimulation of the brain from visual and motor cortex on learning basketball free throw skill. Journal of motor development and learning, 2020. 12(2): p. 153-168.
18. Seidel, O. and P. Ragert, *Effects of transcranial direct current stimulation of primary motor cortex on reaction time and tapping performance: A comparison between athletes and non-athletes.* Frontiers in human neuroscience, 2019. 13: p. 103.
19. Tanaka S, Hanakawa T, Honda M, Watanabe K. Enhancement of pinch force in the lower leg by anodal transcranial direct current stimulation. Experimental brain research. 2009 Jul;196:459-65.
20. Thomas F, Steinberg F, Pixa NH, Berger A, Cheng MY, Doppelmayr M. Prefrontal high definition cathodal tDCS modulates executive functions only when coupled with moderate aerobic exercise in healthy persons. Scientific Reports. 2021 Apr 19;11(1):8457.
21. Brückner, S. and T. Kammer, *No modulation of visual cortex excitability by transcranial direct current stimulation.* PloS one, 2016. 11(12): p. e0167697.
22. Sczesny-Kaiser M, Beckhaus K, Dinse HR, Schwenkreis P, Tegenthoff M, Höffken O. Repetitive transcranial direct current stimulation induced excitability changes of primary

visual cortex and visual learning effects—A pilot study. Frontiers in behavioral neuroscience. 2016 Jun 3;10:116.

23. Vaghef, L., H. Bafandeh Gharamaleki, and F. Soltani Margani, *Effective of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on reaction time and risky Decision-Making in people with Depression.* Neuropsychology, 2019. 5(18): p. 57-74.
24. Wang, B., et al., *Effects of transcranial direct current stimulation combined with physical training on the excitability of the motor cortex, physical performance, and motor learning: a systematic review.* Frontiers in Neuroscience, 2021. 15: p. 648354.
25. Devanathan, D. and S. Madhavan, *Effects of anodal tDCS of the lower limb M1 on ankle reaction time in young adults.* Experimental brain research, 2016. 234: p. 377-385.
26. Fregni, F., et al., *Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory.* Experimental brain research, 2005. 166: p. 23-30.
27. Veríssimo IS, Barradas IM, Santos TT, Miranda PC, Ferreira HA. Effects of prefrontal anodal transcranial direct current stimulation on working-memory and reaction time. In2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) 2016 Aug 16 (pp. 1790-1793). IEEE.

The Effectiveness of Direct Electrical Stimulation of the Brain from the Visual Cortex on the Reaction Time of Skilled Soccer Players

Mahdi Mollazadeh*[1] - Hassan Gharayagh Zandi[2] - Ali Moghadam Zadeh[3] - Mahbobeh Ghayour Najaf Abadi[4]

1. PhD Student of Sport Psychology, Department of Cognitive and Behavioral Sciences in Sport, Faculty of Sport sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran 2.Assistant Professor, Department of Cognitive and Behavioral Sciences in Sport, Faculty of Sport sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran 3. Associate Professor, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran 4. Assistant Professor, Department of Cognitive and Behavioral Sciences in Sport, Faculty of Sport sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran

(Received:2024/02/22;Accepted:2024/03/10)

Abstract

The aim of the present study was to stimulate transcranial direct current from the visual cortex on the reaction time of skilled soccer players. The current study was a semi-experimental study with a pre-test-post-test design. The statistical population of this study included skilled male football players of Tehran province in 1401, 36 of whom were selected by non-random sampling and randomly divided into 3 groups: visual cortex stimulation (12 people), sham stimulation (12 people) and control (12 people). The direct transcranial electrical stimulation intervention was such that the electrodes are placed in the Oz anode and Cz cathode in the stimulation of the visual cortex. The correlated t-test was used to independently examine the variables in the investigated groups. Data analysis was done using SPSS version 24 statistical software at a significant level of 0.05. The results showed that the average reaction time after electrical stimulation of ltdcs in the tDCS group of the visual cortex increased from 343.10 ± 57.56 to 347.50 ± 52.40 thousandths of a second and, according to the significance level of 0.05 there was not a significant difference in this group (P-Value<0.05). The results showed that electrical stimulation of the visual cortex is not effective on the reaction time of skilled soccer players. Considering the importance of speed and reaction time in soccer, it is recommended to perform electrical stimulation from other areas of the cerebral cortex.

Keywords

Reaction time, soccer players, transcranial direct current, visual cortex.

* Corresponding Author: Email: mahdi.mollazadeh@ut.ac.ir