

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - زمستان ۱۴۰۰  
دوره ۱۳، شماره ۴، ص: ۴۲۷ - ۴۰۹  
نوع مقاله: علمی - پژوهشی  
تاریخ دریافت: ۱۹ / ۰۵ / ۱۴۰۰  
تاریخ پذیرش: ۲۵ / ۰۹ / ۱۴۰۰

## تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر تمرکز و رکورد تیراندازان تپانچه

فرناز ترابی\*<sup>۱</sup> - زهرا مرتضائی دارسرا<sup>۲</sup>

۱. دانشیار گروه تربیت بدنی دانشگاه پیام نور تهران ایران ۲. کارشناس ارشد رشد حرکتی دانشگاه پیام نور تهران ایران

### چکیده

تمرکز، در تیراندازی نقش مهمی دارد. برخی توانایی تمرکز را از استعدادهای طبیعی و ذاتی ورزشکاران دانسته‌اند، حال آنکه این توانایی‌ها ذاتی نیست و مهارت‌هایی است که ورزشکاران می‌توانند از طریق تمرین و آموختن به‌دست آورند. یکی از راه‌های افزایش تمرکز، استفاده از تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم (tDCS) است. بدین‌منظور به بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر تمرکز و رکورد تیراندازان تپانچه ۱۶-۲۶ ساله شهر اصفهان پرداخته شد. در پژوهش ۳۰ آزمودنی (خانم و آقا) حضور داشتند که ۱۵ نفر آنها در گروه تجربی و ۱۵ نفر برای گروه کنترل انتخاب شدند. پیش از شروع کار از آزمودنی‌های هر دو گروه پیش‌آزمون شامل تست استروپ و فرم کامل تیراندازی شامل ۶۰ تیر با دستگاه اسکت گرفته شد و پس از آن افراد گروه تجربی تحت تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم از ناحیه T3 و CZ به مدت ۲۰ دقیقه با ولتاژ یک میلی‌آمپر در یک روز و به مدت ۱۰ جلسه به‌صورت مداوم قرار گرفتند. پس از پایان کار و گذشت ۷ روز از همه آزمودنی‌ها پس‌آزمون گرفته شد که همان موارد پیش‌آزمون بود. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از SPSS و سپس تحلیل کوواریانس بررسی شد. در این تحقیق، سطح معناداری برای آمار بخش تمرکز ۰/۰۰۵ و برای آمار بخش رکورد ۰/۰۰۱ به‌دست آمد. نتایج به‌دست‌آمده هم در آمار توصیفی و هم در آمار استنباطی با  $P < 0/05$  نشان‌دهنده این بود که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر تمرکز و رکورد تیراندازان تپانچه تأثیر معناداری داشته و بهبود یافته است.

### واژه‌های کلیدی

تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز، تمرکز، تیراندازی، رکورد.

### مقدمه

تیراندازی رشته‌ای است که در آن ذهن بیشترین سهم را در موفقیت دارد. یکی از مسائل مهم که بیشتر تیراندازان دنیا با آن مواجه می‌شوند، این است که ذهن فرد مسابقه‌دهنده پس از دادن فرمان شروع مسابقه دچار آشفتگی و ازهم‌پاشیدگی می‌شود و در نتیجه نمی‌تواند روی تکنیک‌ها متمرکز شود و عملکرد خوبی از خود به اجرا بگذارد. این اتفاق ممکن است در ابتدا یا در حین مسابقه بر اثر عوامل مختلفی به وجود آید. در نتیجه همه تلاش و زحمت فرد تیرانداز که روزهای متمادی تلاش کرده و خود را برای مسابقات مهم آماده ساخته است، با این مسئله به هدر می‌رود و از آنجا که تیراندازی رشته‌ای است که دهم امتیاز در تعیین رنگینک، مدال و حتی سهمیه المپیک تأثیر دارد، حفظ تمرکز دارای اهمیت بسیار زیادی است (۱). بنابراین داشتن تمرکز اولین و مهم‌ترین بلوک ساختمان روانی تیرانداز موفق محسوب می‌شود. اما تمرکز بدون توجه زیاد ممکن نیست (۲). به همین منظور بسیاری از روان‌شناسان ترجیح می‌دهند به جای بحث کردن درباره تمرکز در خصوص توجه صحبت کنند. در واقع ویژگی مهم تمرکز را نشان می‌دهند که عبارت است از تمرکز هرچه خوب و دقیق باشد، تا زمانی که در جهت صحیح هدایت نشود، ذره‌ای مفید نخواهد بود. ورزشکار با تمرکز روی بردن یا نباختن، امکان برنده شدن خود را کاهش می‌دهد. نکته کلیدی این است که ورزشکار ماهر کسی است که بدون توجه به موقعیت تا جایی که می‌تواند به‌طور کامل بر تکلیف تمرکز می‌کند. تمرکز یا توجه مثل خواب است و نمی‌توان با زور آن را به‌دست آورد، فقط می‌توان از آن جلوگیری کرد. در ورزش صحبت درباره جهت‌دهی توجه به این معناست که باید برای عملکرد بهتر، توجه ورزشکار را بر پدیده‌هایی مشخص متمرکز کرد (۳). ویلیام جیمز در تعریف تمرکز بر تحت مالکیت قرار داشتن ذهن تأکید می‌کند (۴). بنا به تعریف ر. وبستر در کتابی به نام راه‌های پیروزی، تمرکز را گزینش آنچه با اهمیت است و چشم‌پوشی از آنچه اهمیت ندارد، تعریف کرده است. در ورزش انفرادی مانند تیراندازی ضروری است که ورزشکار از آنچه در اطرافش می‌گذرد، آگاهی کمتری داشته باشد و توجه باید به‌طور مستقیم به هدف و به آرام ماندن معطوف شود. عادت نکردن به تمرکز طولانی‌مدت سبب ضعف در تمرکز می‌شود و این نکته‌ای حیاتی در تیراندازی و کسب رکورد بالاست (۵). فرض شود که صدها تیرانداز، سلاح خوب و دانش کافی در مورد فنون دارند و تلاش بسیار زیادی می‌کنند تا مهارت خود را افزایش دهند و به فردی قهرمان مبدل شوند. سؤالی که اینجا مطرح می‌شود این است که چرا برخی برندگان ثابت‌اند و برخی دیگر صرفاً رقابت‌کننده می‌شوند. همچون دیگر ورزش‌ها پاسخ به این پرسش در وضعیت آمادگی ذهنی ورزشکار نهفته است. آموزش ذهنی صحیح موجب

کسب امتیازهای بالاتر و رسیدن به اهداف ورزشی می‌شود. هنگامی که ورزشکاری بر تکنیک‌ها مسلط شود و وضعیت‌های تیراندازی را تکمیل کند، پیشرفت‌های مداوم آتی به‌طور چشمگیری در گرو تلاش و آموزش ذهنی او خواهد بود. شلیک‌های ضعیف تیرانداز پیشرفته اغلب اوقات ناشی از خطاهای ذهنی اوست تا نداشتن مهارت فیزیکی. برای برنده شدن در مسابقات تیراندازی، رقابت‌کننده باید تمرکز همه‌جانبه داشته باشد. میزان تمرکز در بیشتر موارد حاصل عوامل درونی گوناگونی است. تیرانداز باید تمامی تلاش ذهنی خود را روی مراحل اجرای کار متمرکز کرده و از هر گونه افکار نامربوط اجتناب کند. اغلب تیراندازان اظهار می‌دارند که باید تلاش و تمرین بیشتری صرف تمرکزسازی کنند. پاسخ این است که نباید ذهن را درگیر تمرکز کرد، بلکه روی خود مراحل و ترتیب تیراندازی باید تمرکز شود. شلیک بی‌هدف اغلب اوقات ناشی از سعی ناکافی ذهن است (۶). به‌طور کلی علت اصلی ناتوانی در حفظ توجه و تمرکز در طول مسابقه این است که ورزشکار به موضوعات دیگری جز آنکه باید توجه می‌کند. برای مثال به‌جای آنکه توجه کند چه کار می‌کند، به چیزی فکر می‌کند که از پیش آمدن آن بیم دارد. این افکار و احساسات او را از توجه به نشانه‌های مناسب بازمی‌دارد (۷). تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم (tDCS) ابزاری برای ایجاد بعضی تنظیمات روی عملکردهای قشر مغز است که از اعمال جریان مستقیم ضعیف برق روی جمجمه بیماران حاصل می‌شود (۸). این روش در دهه گذشته به‌طور گسترده‌ای استفاده شده و سهم زیادی در زمینه علوم اعصاب و روان‌شناسی داشته است (۹). رینکمیر و بوهلن<sup>۲</sup> (۲۰۱۰) در کتاب خود بیان کردند حفظ تمرکز و ادامه آن در طول مسابقه سبب می‌شود که تیرانداز بهتر به اجرای تکنیک بپردازد و دچار تشویش روانی به‌سبب بی‌تکنیکی نشود. اگر ذهن در فرایند تیراندازی تمرکز مطلوب را نداشته باشد، سبب می‌شود که تکنیک درست و به‌موقع انجام نگیرد و به‌دنبال آن تیرهای خوبی در بر نداشته باشد، این در حالی است که هر شلیک تعیین‌کننده است و نمی‌توان به‌راحتی از هر شلیک گذشت. رقابت در سطح جهانی به اندازه‌ای فشرده شده که دهم امتیاز نقش تعیین‌کننده‌ای دارد تا اینکه فرد دو، سه امتیاز یا حتی بیشتر افت داشته باشد (۱۰). تمرکز در تیراندازی زمانی در مطلوب‌ترین حالت است که سبب اجرای صحیح می‌شود و نتیجه آن بالاترین امتیاز در مرکز است. مرکز همچنین محلی است که یک تیرانداز می‌خواهد مکان تجمع تیراندازی‌اش باشد. از نظر روان‌شناسی و به‌طور طبیعی تمرکز، توانایی توجه روی کار یا تکلیفی خاص است. به بیان دیگر تمرکز اراده، ادراک و اعمالی است که

---

1. transcranial direct current stimulation (tDCS)  
2. Reinkemeir and Buhmann

برای یک هدف به کار گرفته می‌شود و همه توجه ما را اشغال می‌کند. تمرکز را می‌توان در سه سطح توصیف کرد: تجمع تیرها روی سیبل، دقت حرکات اجرا و به‌طور خلاصه عملکرد سیستم عصبی مرکزی. تمرکز را در سطح ذهنی حفظ کردن کار بسیار دشواری است. فردی که در مسابقه با آرامش و حالت روانی مطلوب کار را آغاز می‌کند و به اجرای صحیح تکنیک‌ها می‌پردازد، نشان‌دهنده تمرکز بالای شخص است. سطح تمرکز ورزشکاران برای خود آنها تا حدودی آشکار و واضح است. با اینکه موفقیت به‌عنوان مجموعه کاملی از کار در نظر گرفته می‌شود، اما عوامل جزئی وجود خواهد داشت که به ریتم شلیک آسیب می‌زنند. از دست دادن تمرکز، حالتی است که بدن از انجام کاری که مغز فرمان داده است. متوقف شود. بر این اساس تمرکز زمانی است که ذهن و بدن در طول انجام یک عمل با یکدیگر هماهنگی و سازگاری دارند. تمرکز در یک چیز بی‌ارزش اتفاق نمی‌افتد، بلکه به یک هدف برای توجه روی آن نیاز دارد. در مسابقات تیانچه بادی تیراندازان باید ۶۰ تیر بزنند. در حالت ایده‌آل همه تیرها به حلقه ۱۰ اصابت می‌کند و پهنای آن به حدود یک سانتی‌متر می‌رسد. چنین نتیجه خارق‌العاده‌ای جز با تمرکز روی موارد مهم امکان‌پذیر نیست (۱۱). استون و تچه (۲۰۰۹) دریافتند که هر دو تحریک آندی و کاندی tDCS بر قشر آهیانه‌ای فوقانی موجب کاهش توانایی جابه‌جایی توجه مرکز از محرکی که تحت زاویه محدود دیداری توجه را به خود جلب می‌کند، به محرکی می‌شود که در زاویه وسیع‌تر ارائه می‌گردد (جابه‌جایی توجه از موضوعی به کلی). شایان توجه است که اثر تحریک آندی تا مدت ۲۰ دقیقه و در تحریک کاندی تنها در زمان تحریک قابل مشاهده است (۱۲). گلدوین و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر tDCS بر توجه انتخابی در افراد سالم را بررسی کردند. در این پژوهش محققان از تکلیف سنجش توجه انتخابی استرنبرگ برای سنجش مؤلفه توجه و حافظه کاری استفاده کردند. تحریک آندی tDCS در این مطالعه سرعت زمان واکنش را بهبود بخشید (۱۳). کاجوئیرا و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی با عنوان «تأثیر tDCS بر عملکرد شناختی و بهبود توجه در افراد بیش‌فعال» نیز بهبود و سازگاری را مشاهده کردند. تحریک آندی ارتقای کارایی وظایف در سرتاسر تعدادی از وظایف شناختی رفتاری - بهره‌برداری از سطوح بالاتر عملکردهای شناختی مانند توجه را نشان داده است (۱۴). امینی ماسوله و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله خود عنوان کردند که استفاده از پروتکل تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای همزمان ۲ موضعی تک‌نیمکره‌ای می‌تواند اثربخشی تمرینات شناختی را افزایش دهد و سبب بهبود عملکرد در تکالیف مربوط به بازداری پاسخ شود (۱۵). معصوم‌زاده (۲۰۱۶) در مقاله «تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر عملکرد ورزشی» بیان کرد، نتایج شایان توجه تحریک الکتریکی فراجمعه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر

افزایش عملکرد افراد در زمینه‌های مختلف و عنوان دوپینگ ورزشکاران به این روش جدید سبب شد تا از این روش برای ارتقای تمرکز تیراندازان استفاده شود و علاوه بر کارایی بهتر ذهنی، سطح رکورد و عملکرد آنان را بهبود بخشد (۱۶).

منصوری و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله خود به این نکته اشاره کردند با توان عملکرد شناختی و رفتاری ورزشکاران را بهبود بخشید (۱۷). نقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) با توجه به یافته‌های پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که مداخله الکتریکی مستقیم فرآیندهای آندال قشر پیش حرکتی به همراه نمایش نقاط نورانی سبب بهبود اجرای مهارت پرتاب منطقه‌ای به صورت معنادار می‌شود، پس به طور کلی می‌توان گفت استفاده از تحریک الکتریکی از روی مجموعه موجب بهبود عملکرد شرکت‌کنندگان در مهارت پرتاب منطقه‌ای بسکتبال می‌شود (۱۸). با توجه به آنکه مهارت مورد نیاز یک تیرانداز داشتن توجه متمرکز، انعطاف‌پذیری توجه و تمرکز و امثال آن است و تحریک الکتریکی مستقیم مغز می‌تواند با تأثیر بر نواحی مغزی این قسمت را بهبود دهد و سطح شناختی و توانایی تمرکز بهتر را افزایش دهد، هدف این پژوهش بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر تمرکز و رکورد تیراندازان بود. بنابراین سؤالی که مطرح می‌شود آن است که آیا تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر تمرکز و رکورد تیراندازان مؤثر است یا خیر؟ پرداختن به این مسئله از چندین منظر حائز اهمیت است. در حال حاضر پرداختن به موضوعات شناختی در علوم روان‌شناسی و رفتاری اهمیت دارد. از این رو بررسی کارکردهای اجرایی برای بازتوانی‌ها و توانبخشی‌ها و توان‌افزایی مورد توجه است. افزایش مهارت شناختی همچون تمرکز، نیاز به تمرین و تقویت در شرایط مختلف به‌ویژه مسابقه دارد. بنابراین در این پژوهش دو هدف ویژه ذیل بررسی شد: ۱. بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر تمرکز در تیراندازی (تمرکز بیشتر در شرایط با فشار روانی بالا، به‌خصوص در زمان مسابقه به‌وجود می‌آید یا خیر) و ۲. بررسی تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر رکورد در تیراندازی (آیا می‌توان بهترین سطح رکوردهای بالایی در طول مسابقات تجربه کرد یا خیر؟).

### مواد و روش‌ها

طرح این تحقیق نیمه‌تجربی به صورت پیش‌آزمون- تمرین- پس‌آزمون بود که در آن ۳۰ تیرانداز رشته تپانچه بادی دارای رکورد ۵۳۰ (از ۶۰۰) به بالا، دارای سابقه شرکت در مسابقات برون‌مرزی، کشوری و استانی در گروه سنی ۱۶-۲۶ ساله شرکت کردند. مکان انجام پروژه سالن تیراندازی المپیک اصفهان و زمان انجام تست از آزمودنی‌ها بعد از ظهر هر روز بود. تقسیم افراد شرکت‌کننده به صورت ۱۵ نفر به‌عنوان گروه تجربی و ۱۵ نفر به‌عنوان گروه کنترل انجام گرفت. طبق قوانین جدید فدراسیون تیراندازی جهانی

از سال ۲۰۱۸ همه قوانین شامل تعداد تیر، زمان و بقیه موارد برای دو بخش خانم و آقا یکسان بود و تفاوتی نداشت (۱۹). به همین دلیل آزمودنی‌ها ترکیبی از خانم و آقا انتخاب شدند. از همه آزمودنی‌ها (۳۰ نفر) در ابتدا پیش‌آزمون شامل تست تمرکز استروپ و زدن یک فرم ۶۰ تیری با اسکت گرفته شد. پس از آن گروه تجربی به وسیله دستگاه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم (tDCS) برای بالا بردن سطح تمرکز و بهبود عملکرد و رکورد بررسی شدند. از دستگاه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم Neurostim 2 ساخت ایران، دارای قابلیت اعمال جریان برق مستقیم از ۰/۱ تا ۲ میلی‌آمپر و حداکثر ولتاژ خروجی آن  $\pm 30$  ولت استفاده شد (۲۰).

### پروتکل تمرینی

تعداد جلسات کار با دستگاه tDCS ۱۰ جلسه و به مدت ۲۰ دقیقه برای هر فرد در نظر گرفته شد. تیراندازان هر روز عصر و در زمان مشخصی برای تحریک حضور داشتند که این تحریک برای افراد هر روز تا پایان روز دهم ادامه داشت. گروه تجربی با ۱ میلی‌آمپر تحت تحریک الکتریکی قرار گرفتند و گروه کنترل بدون هیچ مداخله‌ای به تمرینات عادی ادامه دادند. برای تحریک از دو پد کوچک ژلاتینی که به وسیله پد اسفنجی پوشیده شده و با محلول کلرات سدیم ۹٪ مرطوب شده بود، استفاده شد. آند برای تحریک قسمت CZ و کاتد برای تحریک نقطه T3 به کار برده شد. تحریک آندی میزان فعالیت و برانگیختگی مغز را افزایش و تحریک کاتدی برعکس فعالیت را کاهش می‌دهد. جریانی که به این نواحی می‌رسد، نورون‌ها را دارای بار الکتریکی می‌کند و سبب ایجاد قطب مثبت و منفی می‌شود که به تغییر فعالیت آن ناحیه می‌انجامد (۲۱). پیش از شروع تحریک تیراندازان با سلاح و تجهیزاتشان در اتاق جداگانه‌ای قرار می‌گرفتند و پس از آماده‌سازی اولیه، استارت تحریک داده می‌شد. همزمان با تحریک از موسیقی‌های تند، باکلام و بی‌کلام استفاده می‌شد. با شروع تحریک تیراندازان شروع به تمرین خشک تیراندازی می‌کردند که بعضی از تیرهای آنها امتیازی در نظر گرفته می‌شد تا با تصویرسازی شرایط تیراندازی و گاهی با ایجاد استرس از طریق امتیازی که می‌زدند شرایط از حالت عادی خارج می‌شد. تیراندازان تا پایان زمان تحریک باید امتیازهای خوبی کسب می‌کردند که این شرایط امتیازی گاهی تمرکز کردن را برای آنها سخت می‌کرد. چون پس از تمام شدن تحریک باید تیرهای امتیازی را دقیق اعلام می‌کردند. روز دهم از تیراندازان خواسته شد که در شرایط واقعی تمرین کنند؛ یعنی تیراندازان پس از آماده‌سازی و قرار گرفتن در خط، تحت تحریک قرار می‌گرفتند و تیرهای واقعی شلیک می‌کردند. آزمودنی‌ها به مدت ۱۰

روز تحت تحریک قرار گرفتند. پس از گذشت ۷ روز از آخرین تحریک، از همهٔ آزمودنی‌ها (۳۰ نفر) تست تمرکز (استروپ) و زدن یک فرم کامل تیراندازی ۶۰ تیر گرفته شد، تا نتایج به‌دست‌آمده بررسی شود. شایان ذکر است پیش از انجام هر تستی ابزار مورد استفاده برای انجام تحقیق به‌اختصار برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد.

### روش‌های آماری

در این قسمت داده‌های جمع‌آوری‌شده با توجه به اهداف پژوهش بررسی و تجزیه و تحلیل شدند. در واقع پاسخ‌های داده‌شده به پرسشنامه‌های پژوهش، مبنای تجزیه و تحلیل پژوهش حاضر را تشکیل داد که با استفاده از اصول علمی آمار و همچنین با استفاده از ابزاری همچون نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد. در سطح آمار توصیفی از فراوانی، درصد، میانگین، انحراف معیار، کمترین مقدار و بیشترین مقدار در قالب جدول و نمودار و همچنین در سطح آمار استنباطی از تحلیل کوواریانس استفاده شد. سطح معناداری در آزمون‌های مورد استفاده، ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته‌های تحقیق

پس از انجام مداخله میانگین تمرکز در گروه آزمایش بالاتر از گروه کنترل بود. به‌منظور بررسی اینکه آیا این اختلاف به لحاظ آماری معنادار است یا خیر، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. براساس نتایج سطح معناداری آزمون برای نمرات پیش‌آزمون ۰/۰۰۶ و برای گروه ۰/۰۰۰ بود که هر دو کمتر از ۰/۰۱ هستند. بنابراین هم اثر نمرات پیش‌آزمون و هم اثر گروه (مداخله) در مدل معنادار بود. همچنین با توجه به نتایج جدول ۱ می‌توان گفت تحریک الکتریکی مغز بر نمرات تمرکز ثبت‌شده (استروپ: تست همخوان) تأثیر مثبت داشته است. هنگام انجام آزمون علاوه بر تعداد پاسخ‌های صحیح داده‌شده به آزمون، مدت زمان پاسخگویی نیز ثبت شد و به‌منظور بررسی دقیق‌تر از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. با توجه به نتایج سطح معناداری آزمون هم برای نمرات پیش‌آزمون و هم برای گروه ۰/۰۰۰ به‌دست آمد که کوچک‌تر از ۰/۰۵ است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت میانگین زمان پس از مداخله کمتر از قبل از مداخله بوده است. به‌عبارت دیگر، مدت زمان پاسخگویی به پرسش‌ها در بخش همخوان (تست استروپ)، به‌طور معناداری بهبود یافته بود.

جدول ۱. جدول شاخص‌های توصیفی گروه‌ها در تمرکز و رکورد تیراندازان							
نوع تست	مرحله آزمایش	گروه	تعداد افراد	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	
نمرات تمرکز	پیش‌آزمون	کنترل	۱۵	۴۳/۱۳	۲/۶۲	۰/۶۸	
		آزمایش	۱۵	۴۳/۶۷	۲/۲۹	۰/۵۹	
	پس‌آزمون	کنترل	۱۵	۴۳/۵۳	۱/۴۲	۰/۶۲	
		آزمایش	۱۵	۴۵/۳۳	۱/۲۳	۰/۳۲	
	ناهمخوان	پیش‌آزمون	کنترل	۱۵	۴۱/۱۳	۲/۳۵	۰/۶۰۸
			آزمایش	۱۵	۴۱/۴۷	۲/۱۰	۰/۵۴۲
پس‌آزمون		کنترل	۱۵	۴۱/۴۷	۲/۹۴	۰/۵۹۲	
		آزمایش	۱۵	۴۳/۶۰	۱/۴۵	۰/۳۷۵	
رکورد عملکرد		پیش‌آزمون	کنترل	۱۵	۵۴۵/۷۳	۱۱/۹۰	۳/۰۷
			آزمایش	۱۵	۵۴۵/۰۷	۱۰/۱۲	۲/۶۱
	پس‌آزمون	کنترل	۱۵	۵۴۵	۹/۶۱	۲/۴۸	
		آزمایش	۱۵	۵۵۷/۴۰	۷/۵۲	۱/۹۴	



جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تمرکز (تست استروپ) همخوان و ناهمخوان

منبع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری
نمرات پیش آزمون همخوان گروه	۲۵/۹۲۹	۱	۲۵/۹۲۹	۹/۰۷۶	۰/۰۰۶
زمان پیش آزمون همخوان گروه	۹۸۰/۷۷۰	۱	۹۸۰/۷۷۰	۲۲/۵۲۷	۰/۰۰۰
نمرات پیش آزمون ناهمخوان گروه	۶/۸۳۱	۱	۶/۸۳۱	۱/۹۱۱	۰/۱۷۸
زمان پیش آزمون در ناهمخوان گروه	۱۱۴/۹۷۹	۲	۵۷/۴۸۹	۱۶/۰۸۵	۰/۰۰۰
نمرات پیش آزمون همخوان گروه	۴۳۴۸۹/۸۳۷	۲	۲۱۷۴۴/۹۱۸	۱۳۳/۹۶۶	۰/۰۰۰
زمان پیش آزمون در ناهمخوان گروه	۱۸۶/۶۹۹	۱	۱۸۶/۶۹۹	۱/۱۵	۰/۲۹۳

بنابر نتایج گروه، انجام مداخله میانگین نمرات تمرکز ثبت شده (تست ناهمخوان در استروپ) را به طور معناداری بهبود داد.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی اختلاف میانگین رکورد (عملکرد) ثبت شده

منبع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری
نمرات پیش آزمون گروه	۱۶۲۱/۲۹۹	۱	۱۶۲۱/۲۹۹	۷۲/۵۶۷	۰/۰۰۰
زمان پیش آزمون در ناهمخوان گروه	۱۵۹۰/۹۱۱	۲	۷۹۵/۴۵۵	۳۵/۶۰۴	۰/۰۰۰

با توجه به جدول ۳ هم اثر نمرات پیش آزمون و هم اثر مداخله معنادار بود. همچنین با توجه به جدول ۳ می توان گفت مداخله بر میانگین رکورد ثبت شده تأثیر مثبت و معنادار داشت.

### بحث و نتیجه گیری

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر تمرکز و رکورد تیراندازان تپانچه بادی ۱۶-۲۶ ساله شهر اصفهان بود. یافته ها نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر تمرکز تیراندازان تأثیر

معناداری داشته است ( $P < 0/05$ ). تحریک الکتریکی مستقیم از روی مغز در یک دهه گذشته به طور گسترده‌ای آزمایش و بررسی شده و عنوان یک روش جایگزین غیرتهاجمی، ارزان و ایمن برای تغییر تحریک‌پذیری قشر مغز از طریق تغییر پتانسیل‌های استراحت سلول‌های عصبی قشر مغز عمل می‌کند. این جریان ضعیف و مستقیم از طریق اتصال دو الکترود با قطب‌های متفاوت معمولاً یک آند و یک کاتد در نقاط مختلف بر روی سطح مجسمه به تحریک نورون‌های زیرین منجر می‌شود. تحریک کاتد سبب کاهش تحریک‌پذیری مغز و تحریک آند به افزایش تحریک‌پذیری مغز منجر می‌شود که موقعیت الکترودها در تعیین اثربخشی تحریک بسیار مهم است (۲۲). تحریک الکتریکی مستقیم مغز قبلاً گزارش شده است که سبب بهبود جنبه‌های عملکرد حرکتی اندام فوقانی مانند دقت و قدرت می‌شود (۲۳). ارکان و یاریاری (۱۳۹۳) در تحقیق خود که تحریک مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم مغز به حافظه کاری افراد سالم انجام داده بودند، به این نتیجه رسیدند که کرتکس پیش‌پیشانی خلفی جانبی موجب بهبود کارکردهای شناختی و بهبود عملکرد در تکلیف حافظه کاری شد (۲۴). این در حالی است که با تحقیق مربوطه در زمینه شناختی همسوست و پیشرفت قسمت شناختی را در برداشت. اسلامی‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود به منظور ارتقای عملکردهای شناختی و بازتوانی شناختی برای ارتقای تمرکز با تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم به این نتیجه رسیدند که استفاده از این روش موجب ارتقای توانایی تمرکز افراد نظامی در شناسایی و افتراق بین محرک‌های تصویری شده است (۲۵). زمانی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر حافظه کاری و زمان واکنش دختران ورزشکار پرداختند که نتیجه آن بهبود حافظه کاری و نیز کاهش زمان واکنش در دختران ورزشکار بود (۲۶). شباهنگ و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله «تأثیر تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر حافظه کاری در افراد ورزشکار و غیرورزشکار» نشان دادند ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران عملکرد بهتری داشتند. تحریک الکتریکی مستقیم مغز به صورتی که تحریک آند روی قشر پیش‌پیشانی جانبی - پشتی و تحریک کاتد روی قشر پیش‌پیشانی جانبی - پشتی راست اعمال شود، سبب بهبود کنترل بازداری در ورزشکاران می‌شود (۲۷). بهرامی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله «تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر خستگی ذهنی و عملکرد بسکتبالیست‌ها» به این نتیجه دست یافتند که تحریک الکتریکی مستقیم مغز تأثیرات معناداری در بهبود حافظه کاری، زمان واکنش، ادراک تلاش، کاهش ضربان قلب و دوره بی‌پاسخی روان‌شناختی دارد. به عبارت دیگر، این تحریک با اثرگذاری بر متغیرهای مذکور

به‌نحوی سبب افزایش عملکرد در فعالیت‌های مختلف می‌شود (۲۸). رافینی (۲۰۱۳) در تحقیق «تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر تنظیم عصبی تصویرسازی ذهنی بر یادگیری حرکتی» نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم در حالت واقعی به‌طور خارق‌العاده‌ای تصویرسازی حرکتی را در عملکرد حرکتی افزایش داد، همچنین تأثیرات تنظیم عصبی تصویرسازی ذهنی روی یادگیری حرکتی به‌طور چشمگیری به هم مربوط هستند (۲۹). لاورا و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله «تأثیرات تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر حافظه انسان» که شامل دو نوع عملکرد حافظه‌ای پیوندی و کاری بود، به این نتیجه رسیدند که این تحریک تأثیر خاصی بر عملکرد یادآوری دارد و در مواردی که کار دشوار است، مؤثر است. همچنین حافظه یادآوری پیشرفت کرد. همچنین می‌تواند روش مفیدی برای افزایش یادگیری باشد، به‌ویژه در انواع یادآوری‌های دشوار، عملکرد را افزایش می‌دهد و دستاورد مهم دیگر مقاله این بود که تکالیفی که مرتبط با حافظه کاری بودند و تمرین شدند و قسمت مربوط به آن تحریک شدند، تأثیرات تمرینی تعیین‌کننده‌ای در سایر تکالیفی که کار نشده بود، داشت و آنها را نیز بهبود بخشید (۳۰). حافظه کاری، از فرایندهای شناختی مغز است و به‌عنوان فضای کاری ذهنی عمل می‌کند که می‌تواند به‌طور انعطاف‌پذیر برای حمایت از فعالیت‌های شناختی روزانه که به پردازش و ذخیره‌سازی نیاز دارند، استفاده شود. این حافظه زیربنای تفکر و یادگیری است و نقش حساسی در یادگیری دارد (۳۱). معصوم‌زاده (۱۳۹۵) در مقاله «استفاده ورزشکاران المپیک آمریکا از تحریکات مغزی» به این نتیجه رسید که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم جدیدترین ابزاری است که ورزشکاران برای بهبود عملکردشان استفاده می‌کنند (۳۲). رافینی (۲۰۱۳) بیان کرد تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر قشر حرکتی اولیه انسان نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم به‌صورت ظاهری و مصنوعی مؤثر واقع شد (۳۳). مارسلو و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی از طریق تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم به‌منظور بهبود عملکرد دوچرخه‌سواری به این نتیجه رسیدند که تحریک مثبت و واقعی سبب افزایش توان استقامتی در دوچرخه‌سواری پایه شد و عملکرد افزایش یافت (۳۴). یونگ و همکاران

- 
1. Ruffini
  2. Marcelo
  3. Yong

(۲۰۱۵) در پاسخ به این پرسش که آیا تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر هماهنگی حرکت مشاهده‌ای در تکالیف دشوار مؤثر است، تحقیقی انجام داده است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیرات تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم روی قشر حرکتی اولیه در اصل هماهنگی حرکت مشاهده‌ای در سه مرحله از تکالیف دشوار در افراد سالم بود. نتایج نشان داد تکالیفی که دارای سختی و دشواری متوسطی هستند، ممکن است در هماهنگی حرکت مشاهده‌ای در افراد سالم پیشرفت داشته باشند (۳۵). نیلس وبتینا<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) در مطالعه تأثیرات تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر مهارت‌های حرکتی با دو دست بیان کردند که عملکرد حرکتی در کل و یادگیری حرکتی در بعضی قسمت‌ها افزایش یافت (۳۶). ابرله و کتچام (۲۰۱۸) در مقاله «تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم و عملکرد تکلیف دوجانبه» بیان کردند افرادی که تحریک واقعی دریافت کرده بودند، پس از یک هفته پیشرفت‌هایی در وظایف شناختی و تعادل نشان دادند (۳۷). در مورد همسویی این مقالات با پژوهش حاضر می‌توان به معنادار بودن اثر tDCS در این موارد اشاره کرد. به عبارت دیگر tDCS با اثرگذاری بر متغیرهای مذکور سبب افزایش عملکرد در فعالیتهای مختلف می‌شود. اصول کار در tDCS به این صورت است که دو الکترود یکی قطب مثبت و دیگری منفی از طریق پد اسفنجی که با محلول رسانا خیس شده بود، روی سر قرار می‌گیرد. جریان الکتریکی از طریق این الکترودها پس از عبور از نواحی مختلف (پوست سر، جمجمه و...) خود را به سطح قشر مغز می‌رساند. جریانی که به این ناحیه می‌رسد، نورون‌ها را دارای بار الکتریکی می‌کند و سبب ایجاد قطب مثبت و منفی می‌شود که به تغییر فعالیت آن ناحیه می‌انجامد (۳۸). tDCS موجب کاهش آستانه فعالیت سیستم عصبی مرکزی می‌شود و جریان مستقیم ضعیفی به مناطق قشری با توجه به هدف پژوهش می‌فرستد که فعالیت مربوط به حرکت مورد نظر را از نظر عصبی تسهیل و بازداری می‌کند. tDCS روی ناحیه قشر پیش‌پیشانی پشتی - جانبی<sup>۲</sup> می‌تواند موجب اصلاح دامنه وسیعی از رفتارها و عملکردهای شناختی شود و این حقیقت که تأثیرات فیزیولوژی تأثیر tDCS بر مغز بسیار متنوع و به ویژگی‌های فردی وابسته است. اگرچه سازوکار تأثیر tDCS بر عملکردهای شناختی پیچیده است، به صورت تئوری تحریک آندی tDCS موجب انگیختگی عملکرد آن ناحیه می‌شود، درحالی‌که تأثیرات متضاد آن وقتی رخ می‌دهد که الکترود کاتد روی ناحیه مورد نظر، سبب کاهش

---

1. Nlis&Bettina

2. Dorsolateral prefrontal cortex(DLPFC)

برانگیختگی در این ناحیه می‌شود (۳۹). هنگام استفاده از tDCS روی DLPFC با مجموعه‌ای از شاخص‌های خاص، می‌توان یک عملکرد شناختی ویژه را تعدیل کرد. با اجرای یک پروتکل تحریکی tDCS به‌طور همزمان می‌توان عملکردهای مختلف شناختی دیگر را در جهات مشابه یا مخالف تعدیل کرد. بدین معنی که هر اثر tDCS پیش‌پیشانی بر روی یک کار داده شده، احتمالاً با تعدیل وسیع دامنه گسترده‌ای از عملکردهای شناختی چندگانه مانند یک فعالیت نسبتاً ساده و سطح پایین تا عملکردهای سطح بالا و پیچیده مرتبط است (۴۰). زمانی که محل تحریک به‌درستی انتخاب و پروتکل مناسب استفاده شود، می‌توان انتظار داشت که پتانسیل‌های برانگیخته حرکتی مغز در ناحیه الکتروود آنودال تسهیل شود و شکل‌پذیری قشری در ارتباط با بهبود اجرای حرکتی صورت گیرد و از این طریق بر اجرای حرکت موردنظر تأثیر مستقیم بگذارد (۴۱). با توجه به اینکه محل قرارگیری دوپامین در قشر پیش‌پیشانی است، تحریک الکتریکی با فرکانس مناسب در قشر پیش‌پیشانی، رهاسازی دوپامین را افزایش می‌دهد که می‌تواند سطح گلوتامات، آمینو اسید مرتبط با تمرکز و حافظه و یادگیری را افزایش دهد و موجب بهبود عملکرد تمرکز و در نتیجه اجرا شود (۴۲). استگ و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند tDCS با تعدیل برانگیختگی قشری پتانسیل‌های برانگیخته حرکتی در ناحیه الکتروود آند را تسهیل می‌کند و شکل‌پذیری قشری در ارتباط با بهبود اجرای حرکتی صورت می‌گیرد (۴۳). پارک و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر اعمال همزمان تمرینات کامپیوتری شناختی و اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای آنودال با شدت جریان ۲ میلی‌آمپر و به مدت ۲۰ دقیقه روی ناحیه قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی را در مقایسه با گروه کنترل با اعمال تحریک ساختگی، بر عملکرد پیوسته شنیداری و عملکرد پیوسته دیداری بیماران دچار سکتة مغزی بررسی کردند. نتایج نشان داد که چنین پروتکلی می‌تواند تأثیر معناداری در بهبود عملکرد بیماران داشته باشد (۴۴). اگرچه این پژوهش‌ها همسو هستند، پروتکل‌ها و نقاط تحریک متفاوت از این پژوهش بودند و هیچ‌کدام از آنها دقیقاً نقاط این پژوهش را تحریک نکردند. شباهت‌هایی از بعضی نقاط و تأثیرات آنها وجود دارند، ولی فقط تعدادی از آنها در زمینه ورزش هستند، به همین علت تأثیراتی که از تحریک در ورزش به‌دست می‌آید، متفاوت با تحریکاتی است که در زمینه درمانی و غیره استفاده می‌شود. حتی در ورزش هم تأثیرات متفاوتی را دریافت می‌کنیم که این مسئله به پژوهش و کار بیشتر در این زمینه نیاز دارد. در مقالات بیان شده بهبود در حیطه شناختی شامل یادگیری، تعادل، زمان واکنش و غیره است، ولی مقاله‌ای تخصصی به قسمت تمرکز نپرداخته است. همین‌طور در حیطه عملکرد مقالات عنوان شده بهبود عملکرد را نشان می‌دهند، ولی حیطه عملکرد آنها با تیراندازی متفاوت است و نمی‌توان استناد

کامل به آنها کرد. به بیان دیگر و به طور تخصصی تر، تیراندازی رشته‌ای است بسیار ظریف و دقیقی که نیاز به تمرکز بالاست و این از وجوه تمایز این رشته از سایر رشته‌هاست، چراکه این عامل مهم می‌تواند بر عوامل دیگر اثر بگذارد و در نتیجه عملکرد را دستخوش تغییراتی در جهت مثبت یا منفی کند. رشته‌های دیگری وجود دارند که دارای این ویژگی هستند، ولی در این رشته صحبت از دهم امتیازی است که تیرانداز را از راه‌یابی به میادین بزرگ‌تری همچون المپیک بازمی‌دارد. آپسوالکا و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر قشر اولیه حرکتی برای یادگیری توالی حرکتی از طریق مشاهده بیان کردند هیچ بهبودی مشاهده نشد. یافته‌ها حاکی از آن بود که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر قشر اولیه حرکتی برای تسهیل یادگیری مهارت در طول مشاهده را اثبات نمی‌کند. همچنین تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر قشر اولیه حرکتی به طور معتبری یادگیری مشاهده‌ای را افزایش نداد (۴۵). نتایج این مقاله با پژوهش حاضر ناهمسو بود. رافائل و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله «تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر قشر حرکتی» برای افزایش عملکرد استقامتی در افراد سالم به این نتیجه رسیدند که این تحریک سبب افزایش و بهبود آن نمی‌شود. تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم بر عملکرد استقامتی در حجم عضله بزرگ با به‌کارگیری تمرینات در افراد سالم تأثیری ایجاد نکرد. همچنین به‌کارگیری تحریک بر قشر حرکتی عضو مخالف قادر به افزایش عملکرد استقامتی در خم‌کننده‌ها و بازکننده‌های زانوی افراد سالم نبود (۴۶) و به دلیل عدم افزایش عملکرد با این پژوهش ناهمسوست. پژوهش آپسوالکا و همکاران بیشتر مربوط به قسمت شناختی است و می‌توان گفت از لحاظ بهبود در این ناحیه با این پژوهش ناهمسوست. در صورتی که در این پژوهش بهبود در قسمت تمرکز وجود داشت که مربوط به ناحیه شناختی است. از لحاظ عملکردی با پژوهش رافائل و همکاران ناهمسوست، چراکه از نظر این مقاله پیشرفتی در عملکرد استقامتی افراد سالم مشاهده نشد، ولی در پژوهش حاضر شاهد پیشرفت سطح رکورد تیراندازان بودیم و نتایج هم معنادار بود و بهبود عملکرد را نشان داد. هر گونه ورزشی که موجب بهبود عملکرد شناختی افراد به‌ویژه ورزشکاران شود، از اهمیت و ضرورت ویژه‌ای برخوردار است. می‌توان با مداخلاتی با ویژگی ایمنی بالا، نسبتاً ارزان و قابل دسترس و به‌ویژه جذاب، عملکرد اجرایی ورزشکاران را بالا برد (۴۷). ریس و همکاران (۲۰۰۹) عنوان کردند tDCS می‌تواند سبب تقویت یادگیری حرکتی و در نتیجه افزایش مزیت تمرین و ارتقای عملکرد شود (۴۸). نقش tDCS در افزایش تحریک‌پذیری می‌تواند گسترده باشد،

فعال‌سازی همزمان سیناپسی که به‌واسطه تمرین حرکتی به‌وجود می‌آید، می‌تواند از طریق ویژگی سیناپسی، به پیشرفت‌هایی در عملکرد منجر شود. بنابراین tDCS آندی تحریک‌پذیری عصبی را در یک شبکه قشری گسترده افزایش داده است (۴۹). سازوکارهای عمل tDCS بر عملکرد شامل نوع تمرین، ناحیه تحریک‌شده مغز، نوع پیکربندی tDCS و سطح ورزشکاران است (۵۰). تحریک الکتریکی مغزی از روش‌های درمانی مبتنی بر نوروپلاستیسیته سیستم اعصاب مرکزی در درمان بیماری‌های مختلف روان‌پزشکی و نورولوژی است و از جمله روش‌های غیرتهاجمی است که برای تحریک عملکرد نورون‌ها در مغز بر پایه قابلیت جریان الکتریکی در عبور جمجمه و پرده‌های مغزی و در نتیجه القای جریان الکتریکی در بافت مغزی بنا نهاده شده است. اثربخشی tDCS به جهت جریان الکتریکی بستگی دارد، تحریک آندی میزان فعالیت و برانگیختگی مغز را افزایش و تحریک کاتدی برعکس فعالیت را کاهش می‌دهد. این جریان مستقیم ناشی از یک جریان از طریق یک مولد جریان مستقیم ناشی از یک باتری ۹ ولتی ارائه می‌دهد و با استفاده از آن، تغییرات بلندمدت در قطبیت قشر مغز به‌دنبال دپلاریزاسیون و هیپرپلاریزاسیون نورون‌ها و تأثیر بر گیرنده‌های عصبی ایجاد می‌شود. جریانی که به این ناحیه می‌رسد، نورون‌ها را دارای بار الکتریکی می‌کند و سبب ایجاد قطب مثبت و منفی می‌شود که به تغییر فعالیت آن ناحیه می‌انجامد. به‌عبارت دیگر، در این نوع تحریک الکتریکی نقاط از سر با استفاده از جریان‌های ضعیف الکتریکی هدف قرار می‌گیرند. تحریک‌پذیری مغز توسط tDCS که از طریق جریان ضعیف الکتریکی مستقیم اعمال می‌شود، به پلارتهی وابسته بوده و با تغییرات در پتانسیل غشا همراه است. مطالعات مختلف نشان داد که تحریک آند سبب افزایش میزان تحریک‌پذیری نورون‌های قشر توسط دپلاریزیشن غشا می‌شود و کاتد به هیپرپلاریزیشن و در نتیجه کاهش تحریک‌پذیری آنها می‌انجامد. اگرچه سازوکار tDCS به‌طور کامل روشن نشده است، می‌توان نتیجه گرفت که tDCS علاوه بر تحریک‌پذیری خودبه‌خودی نورون‌ها با تغییر پتانسیل غشا، بلکه با تغییر عملکرد سیناپس‌ها سبب ایجاد تغییرات نوروپلاستیک می‌شود (۵۱). پژوهش حاضر و مجموع مطالب مذکور، بر این نکته تأکید می‌کند که tDCS بر ناحیه قشر پیش‌پیشانی پشتی - جانبی می‌تواند موجب اصلاح دامنه وسیعی از رفتارها و عملکردهای شناختی شود و این حقیقت که تأثیرات فیزیولوژی tDCS بر مغز بسیار متنوع و به ویژگی‌های فردی وابسته است. در مورد تمرکز در تیراندازی نکته مهم این است که نقاط تعیین‌شده با تحریک ایجادشده سبب بازدارای از افکار مزاحم، عوامل به‌هم‌ریختگی تمرکز و حفظ آن برای مدت زمان بیشتر می‌شود که درصد بیشتر آزمودنی‌ها به این مورد اشاره کردند. بر این اساس می‌توان استنباط کرد که تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر تمرکز و رکورد تیراندازان تپانچه مؤثر

است. نتایج این پژوهش اگرچه روی گروه آزمایش معنادار بود، اگر مدت زمان مورد استفاده در تحریک بیشتر بود و شاید میزان ولتاژ مورد استفاده زیادتر بود، تأثیرات بیشتری به دست می‌آمد. شایان ذکر است که اگر این تحریک همزمان با تمرین تیراندازی در شرایط واقعی انجام می‌گرفت، نتیجه بهتری در برداشت. به دلیل اینکه شرایط هرچه با شرایط تمرینی نزدیک‌تر باشد، بی‌شک نتایج بهتری به دست خواهد آمد.

### سپاسگزاری

از شرکت مدینا طب به سبب همکاری برای تهیه دستگاه قدردانی می‌شود. همچنین از جناب آقای دکتر مسعود نصرت‌آبادی، از بهترین مدرسان در این زمینه سپاسگزاری می‌شود.

### منابع و مآخذ

1. Reinkemeir, H. Buhmann, G. Sport psychology and competition. MEC. 2nd edition, March 2010. P: 3-6.
2. Martin, K. Winter, G. Practical Guide to Sports Psychology. Seyed Kazem Vaez Mousavi. Publications of the National Olympic Committee, Teaching, No:2, 1995 P53. (In Persian).
3. Nazakat Al-Husseini, M. Jaber, A. Psychology of Sports and Exercise. University of Isfahan Publications, First Edition, 2014 P354. (In Persian)
4. <sup>1</sup>-Martin, K. Winter, G. Practical Guide to Sports Psychology. Seyed Kazem Vaez Mousavi. Publications of the National Olympic Committee, Teaching, No. 2, 1995. p53-55 (In Persian).
5. Kahouri, Mehdi. Mind and Focus on Sports, 2010. P:1. (In Persian).
6. <http://shenagar145.blogfa.com>.
7. Tilver, M. Shooting psychology. Vaez Mousavi, SK, Hashemimasoumi, E. No. 1
8. .1390. P:68. (In Persian).
9. Vaez Mousavi, MK, Mosayebi, F. Sport Psychology. Edition 11, 1399. P:194. (In Persian).
10. Stagg, C. J., and Nitsche, M. A. Physiological basis of transcranial direct current stimulation. Neuroscientist. 2011. P: 17, 37-53.
11. Fregni, F., and Pascual-Leone, A. Technology insight: noninvasive brain stimulation in neurology—perspectives on the therapeutic potential of rTMS and tDCS. Nat. Clin. Pract. Neurol. 2007. P:3, 383-393.
12. Reinkemeir, H. Buhmann, G. Sport psychology and competition. MEC. 2nd edition, March 2010. P: 5.
13. Reinkemeir, H. Buhmann, G. Sport psychology and competition. MEC. 2nd edition, March 2010. P:103.
14. Ashrafi, H R. Arab Sheibani, Kh. Elmi Manesh, N. The effect of transcranial direct current stimulation on visual and auditory in people with ADHD. No4. 18. 1397. P:8. (In Persian).



15. Ashrafi, H R. Arab Sheibani, Kh.Elmi Manesh,N.The effect of transcranial direct current stimulation on visual and auditory in people with ADHD.No4.18.1397.P:9.( In Persian).
16. Ashrafi, H R. Arab Sheibani, Kh.Elmi Manesh,N.The effect of transcranial direct current stimulation on visual and auditory in people with ADHD.No4.18.1397.P:9.( In Persian).
17. Amini Masouleh. M,Ghazanfariyan pour,S,Beirami .Mansour.Comparison of the effectiveness of different transcranial direct current stimulation protocols (tdcs) with cognitive exercises in improving response inhibition in normal individuals.Shenakht journal of psychology and psychiatry.Vol.6.No,3.2019.P:12. (In Persian)
18. Masoomzadeh, C. US athletes using brain stimulation(tdcs) to improve Olympic performance.2016.p:1.( In Persian).
19. www.sportspsychology.ir
20. Mansouri,J,Rostami,R,Shahvaroughi.A,Ranjbar.S.The effectiveness of neurofeedback training on enhancing discrete skills of In Persian athletes.JMLM. Volume12.Issue2.2020.P:2.( In Persian).
21. Naghizadeh,Z.Movahedi,A M.Namazizadeh, M.Mirdamadi,M.The effect of transcranial direct current stimulation on performance of two- point field throws in skilled basketball players.JMLM-Volume 12- Issue3.2020.P:13. (In Persian).
22. <http://www.issf-sport.org>
23. Transcranial direct current stimulation. Available from:
24. balootclinic.com. Accessed 2014.P:3.( In Persian).
25. Moslemi,B,Azmodeh,M.Tabatabaei,S.M.Alivandi vafa,M.The Effect of Transcranial Direct Stimulation on Dorsolateral Prefrontal cortex: a Review of its Role on cognitive functions.No8.1.1398.P:4.( In Persian).
26. Ashrafi, H R. Arab Sheibani, Kh.Elmi Manesh,N.The effect of transcranial direct current stimulation on visual and auditory in people with ADHD.No4.18.1397.P:3.( In Persian).
27. R,Patel, J.Aschroft, A.patel, H,Ashrafian,A,Woods,H.Singh,A.Darzi,A.Richard leff.The effect of transcranial current stimulationon upper\_limb motor performance in healthy adults.Nerosci.15 November2019.P:1.
28. Arkan, A. Yaryary, p. Stimulation of the brain on the skull using direct electric current (tDCS) on working memory of healthy individuals, Psychological Quarterly, Volume 2, Number 2, 2014.p:15. (In Persian).
29. Islamizadeh, M.J. Behbahanian, Sh. Mahdavi, S. M. Introduction to Intracranial Magnetic Stimulation Technologies and Electrical and Cranial Stimulation Technologies: Their Applications in Promoting Cognitive Functions and Cognitive Rehabilitation. Volume 4, Number 2. 1395 P79. (In Persian)
30. Zamani,G.Doostan,M. The effect of Transcranial Direct Current Stimulation on workingm memory and reactiontime in athlete girls.Neuropsychology.Vol.3,NO.3,(Series10),Autumn2017.P:51. (In Persian)
31. A. Shabahang, R.Abedanzadeh, and H.Ramezanzade.The effect of transcranial direct current stimulation on the working memory. Sport psychology studies. Volume9, NO 31,2020.P:19. (In Persian).

32. Bahrami, A.R., Moradi, J., Etaati, Z. The effect of transcranial direct current stimulation on mental fatigue and performance of basketball player. *Sport psychology studies*, 10(35).2021.P:14. (In Persian). DOI:10.22089/Spsyj.2020.8453.1917
33. Ruffini, G. TDCS clinical research, highlights: Cognitive enhancement. Released: Oct 19<sup>th</sup>. 2013.P:5-6.
34. Laura, E.M., Michael, C.T. Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on human memory. *Sandia national laboratories*. 18616. 2014.P:1.
35. A. Shabahang, R. Abedanzadeh, and H. Ramezanzade. The effect of transcranial direct current stimulation on the working memory. *Sport psychology studies*. Volume 9, NO 31, 2020.P:6. (In Persian).
36. Masoomzadeh, C. US athletes using brain stimulation (tdcs) to improve Olympic performance. 2016.p:1. (In Persian).
37. Ruffini, G. TDCS clinical research, highlights: Cognitive enhancement. SL.
38. Released: Oct 19<sup>th</sup>. 2013.P:5-6.
39. Marcelo Victor, C., Maurizio, B., Paulo, B., Felipe, F. Improving cycling performance: Transcranial direct current stimulation increases time to exhaustion in cycling. *Plos one*. 2015.P:12.
40. Yong hyun, K., Kyung Woo, K., Sung Min, S., Na Kyung, I. Is effect of transcranial direct stimulation on visuomotor coordination dependent on task difficulty. *Neural regeneration research*. volume 10: Issue 3. 2015.P:5.
41. Nils, H., Pixa and Bettina, Pollok. Effect of tdcS on Bimanual motor skill. *Neurosci*. 2018.P:52.
42. Oberle, K., Ketcham, C.J. Cerebellar transcranial direct current stimulation and dual\_ task performance. Volume 3, Issue 1. 2018.P:6.
43. Brunoni, A.R., Nitsche, M.A., Bolognini, N., Bikson, M., Wagner, T., Merabet, L., Pascual-Leone, A. Clinical research with transcranial direct current stimulation (TdcS): Challenges and future directions. *Brain stimulation*, 5(3). 2012.P:175-195.
44. Moslemi, B., Azmodeh, M., Tabatabaei, S.M., Alivandi Vafa, M. The effect of transcranial direct stimulation on dorsolateral prefrontal cortex: a review of its role on cognitive functions. 8(1). 2019.P:5. (In Persian).
45. Moslemi, B., Azmodeh, M., Tabatabaei, S.M., Alivandi Vafa, M. The effect of transcranial direct stimulation on dorsolateral prefrontal cortex: a review of its role on cognitive functions. 8(1). 2019.P:6,7. (In Persian).
46. Arastoo, A.A., Zahednejad, S.H., Parsaei, S., Alboghebish, S., Ameriasl, H. The effect of direct stimulation in left dorsolateral prefrontal cortex on working memory in veterans and disabled athletes. No. 139. 2019.P:6. (In Persian).
47. Arastoo, A.A., Zahednejad, S.H., Parsaei, S., Alboghebish, S., Ameriasl, H. The effect of direct stimulation in left dorsolateral prefrontal cortex on working memory in veterans and disabled athletes. No. 139. 2019.P:6. (In Persian).

48. Stagg.C,Jayaran.G,Pastor.D,Kincses.Z,Matthews.P and Johansenberg. H.Polarity and timing dependent effects of transcranial direct current stimulation in explicit motor learning. *Neuropsychology*,49(5).2011.p: 800-804.
49. Amini,M.Ghazanfariyan pour,S.Beirami,M.Comarson of the effectiveness of different transcranial direct current stimulation protocols(tDCS) with cognitive exercises in improving response inhibition in normal individuals.*Shenakht Journal of psychology and psychiatry*.6(3).2019.P:4.( In Persian).
50. Apsvalka,D.Ramsey,R.Cross,Emilys.Anodal tdcS over primary motor cortex provides no advantage to learning motor sequences via observation.*Neural plasticity*.Volume 2018.P:11.
51. Montenegro,R.Okano,A.Gurgel,G.Motor cortex tdcS not improve strength performance in healthy subjects.*Motriz, Rio Claro*,V.2015.P:190.
52. A. Shabahang, R.Abedanzadeh, and H.Ramezanzade.The effect of transcranial direct current stimulation on the working memory. *Sport psychology studies*. Volume9, NO 31,2020.P:5. (In Persian).
53. Bahrami,A.R.Moradi .J,Etaati.Z.The effect of transcranial direct current stimulation on mental fatigue and performance of basketball player.*Sport psychology studies*,10(35).2021.P:14.(In Persian).DOI:10.22089/Spsyj.2020.8453.1917
54. Naghizadeh, Z.Movahedi,A M.Namazizadeh, M.Mirdamadi,M.The effect of transcranial direct current stimulation on performance of two- point field throws in skilled basketball players.*JMLM-Volume 12- Issue3*.2020.P:15.( In Persian).
55. Granperrin,Y.Grospretre,S.Nicolier,M.Gimenez,PH.Vidal,CH.Haffenand,E.Bennabi,D.Effect of transcranial direct current stimulation on sports performance for two profiles of athletes (power and endurance)(COMPETE):a protocol for randomized, crossover,double blind,controlled exploratory trail.21:461.2020.P:14.
56. Naghizadeh,Z.Movahedi,AM.Namazizadeh, M.Mirdamadi,M.The effect of transcranial direct current stimulation on performance of two- point field throws in skilled basketball players.*JMLM-Volume 12- Issue3*.2020 P:4.( In Persian).

## **The effect of direct brain electrical stimulation on concentration and the record of pistol shooter**

**Farnaz Torabi<sup>\*1</sup>\_ Zahra Mortazae darsara<sup>2</sup>**

**1.Associate Professor,Department of Sport Sciences, Payame Noor University,Tehran,Iran 2.MS of Motor Development,Payame Noor University,Tehran,Iran**

**(Received: 2021/08/15;Accepted:2021/12/10)**

### **Abstract**

Concentration is an important rool in shooting. Some consider the ability to concentrate to be a natural and inherent talent of athletes, while these abilities are not innate and are skills that athletes can acquire through practice and learning.The use of direct brain electrical stimulation is one of the ways of concentration enhancement. This study focused on effect of Transcranial direct current stimulation (tDCS) on the concentration and numerical results of 16 to 26 years old pistol shooters in Isfahan. This study included 30 subjects (both male and female) whom divided into two 15 experimental and control group. At the beginning of the study, subjects of both groups were subjected to a pretest including a stroop test and a complete 60 shot form done by SCATT device. Then the experimental group went under the influence of tDCS from the T3 and CZ regions for 20 minutes with voltage of 1 mA per day and it continued for 10 sessions. All subjects were subjected to post-test, which was similar to the pre-test after the end of study and 7 days later. All Data was analyzed by SPSS. The results showed that Transcranial direct current stimulation had a significant effect on the concentration and the results of the pistol shooters. The outcomes of both descriptive statistics and inferential statistics ( $P < 0.05$ ) indicated that tDCS had a significant effect on

---

\* Corresponding Author: Email: f.torabi@pnu.ac.ir; Tel:+982188807617

pistol shooter's numerical results and concentration and the issues improved by using tDCS.

**Keywords**

Concentration, Result, shooting ,Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)