

اثرات تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر توانایی تصویرسازی دانشجویان Effects of Transcranial direct current stimulation on Imagery ability in students

Meysam Yavari Kateb

Yousef Moghadas Tabrizy

Shahnaz Shahrbanian

Hassan Gharayagh Zandi

Fateme Behjame

میثم یآوری کاتب*

یوسف مقدس تبریزی**

شهرناز شهربانیان***

حسن غرایاغی زندی****

فاطمه به‌جامه*****

چکیده

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of Transcranial direct current stimulation on Imagery ability of students. The study was conducted as a semi-experimental method. Sixty students was selected from physical education students of University of Tehran and by a available sampling method and assigned into four groups: sham (control) and anodal (tests) (each of 15) for P4 and F4 point. Then, Participants were asked to perform MIQ-3 before and after transcranial direct current stimulus. Data analyze showed that there is a significant difference between the pre-test and post-test of all variables and it was revealed that there is a significant difference between the two groups of anodal and sham in both P4 and F4 points in motor Imagery and internal Imagery. In examining the difference between the two points, P4 and F4, there was no significant difference between the two points for the effectiveness of the imagery ability. Based on the findings of the present study, it is suggested that tDCS over the P4 or F4 points can be used as a strategy to improve and enhance the ability of internal mental imagery in athletes for rehab.

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای بر توانایی تصویرسازی دانشجویان بود. این پژوهش از نوع نیمه تجربی بود. از بین دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه تهران ۶۰ نفر به شکل در دسترس انتخاب، و به صورت تصادفی در چهار گروه دوتایی شم (کنترل) و آنودال (آزمایش)، (هرکدام ۱۵ نفر) مربوط به نقطه P4 و F4 قرار گرفتند. قبل و بعد از تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای آزمودنی‌ها پرسشنامه تصویرسازی حرکتی-۳ را کامل کردند. تحلیل داده‌ها نشان داد بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تمامی متغیرها تفاوت معنادار وجود دارد و مشخص گردید بین دو گروه آنودال و شم در دو نقطه P4 و F4 در تصویرسازی حرکتی و تصویرسازی درونی تفاوت معناداری وجود داشت. در بررسی تفاوت بین دو نقطه P4 و F4 مشخص گردید، بین دو نقطه برای اثربخشی بر توانایی تصویرسازی تفاوت معناداری وجود ندارد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود که از تحریک الکتریکی مستقیم مغز در یکی از نقاط P4 یا F4 به عنوان راهبردی برای بهبود و افزایش توانایی تصویرسازی ذهنی درونی در ورزشکاران به منظور باز توانی مورد استفاده قرار گیرد.

Keywords: Imagery, Mental training, Transcranial direct current stimulation

واژه‌های کلیدی: تصویرسازی، تحریک الکتریکی فراجمجمه-ای، تمرین ذهنی

email: moghadas@ut.ac.ir

* کارشناس ارشد روانشناسی ورزشی. دانشگاه تهران

** نویسنده مسئول: استادیار دانشکده تربیت بدنی. دانشگاه تهران

*** مدرس گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس

استادیار گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی. دانشگاه بوعلی سینا همدان

**** استادیار دانشکده تربیت بدنی. دانشگاه تهران

***** دانشجوی کارشناسی ارشد روانشناسی ورزشی. دانشگاه تهران

Received: 18 Feb 2018

Accepted: 30 June 2018

پذیرش: ۹۷/۳/۹

دریافت: ۹۶/۱۲/۲۷

مقدمه

امروزه روانشناسی ورزش زندگی ورزشکاران، مربیان و سایر متخصصین ورزش و تمرین را به شکل ویژه- ای تغییر داده است (واینبرگ و گولد، ۲۰۱۱)، و با پیشرفت علم روانشناسی ورزش بحث مهارت‌های روانی در اجرای عملکردهای ورزشی از اهمیت بسزایی برخوردار شده است، به طوری که عملکرد و موفقیت ورزشی افراد تا حدود زیادی تحت تأثیر عوامل روانی قرار دارد. در حالی که، قبلاً به اهمیت آماده‌سازی جسمانی تأکید می‌شد، امروزه ورزشکاران برجسته هرچه بیشتر بر آماده‌سازی روانی تأکید و توجه می‌کنند (آزادی، ۱۳۹۰). مسائلی مانند روش تمرین، نوع تمرین و نقشی که این عوامل در یادگیری مهارت‌های حرکتی دارند، توجه زیادی را به خود اختصاص داده است. در این زمینه، یکی از شیوه‌های تمرینی مطرح شده تمرین ذهنی است که به عنوان عامل مؤثر در افزایش مهارت حرکتی معرفی شده است (حمایت‌طلب، شیخ، موحدی و اسد، ۱۳۸۶) و سال‌هاست که ورزشکاران مهارت‌های حرکتی خود را به صورت ذهنی تمرین یا مرور می‌کنند (برای مثال: ریچاردسون، ۱۹۶۷؛ جکسون، لف لر، مالوین، ریچارد و دایان، ۲۰۰۱؛ ساب، بستک، دایاراتن، هوتن و کاترین، ۲۰۱۷). دکتر جاکوبسون حدود هفتاد سال پیش نشان داد که فقط با تصور (که در نیمکره راست انجام می‌شود)، تنیدگی یا آرامیدگی یک عضله می‌توانیم آن عضله را به طور واقعی تنیده یا آرامیده کنیم (یداله زاده، ۱۳۹۳). ورزشکاران و مربیان در فرآیند تمرینات ذهنی از روش‌های مختلف عملکردی نظیر آرام‌سازی، تصویرسازی، هدف‌گزینی، خود‌گویی، بازخورد زیستی، مدیریت رفتار و نیمرخ عملکرد استفاده می‌کنند (طهماسبی، ۱۳۹۲؛ اسمیت، رایت و کنتول، ۲۰۰۸). در بین روش‌های مختلف تمرین ذهنی، تصویرسازی مهم‌ترین آن‌هاست و بیشتر مورد توجه ورزشکاران، مربیان و روانشناسان ورزشی قرار گرفته است (کامینگ و ویلیامز، ۲۰۱۳)؛ و آن را به عنوان ابزاری برای بالا بردن کارایی ورزشکاران رشته‌های مختلف که به هیچ‌گونه هزینه و امکانات خاصی نیاز ندارد، معرفی کرده‌اند (عابدینی، ۱۳۹۵). توانایی تصور انجام فعالیت در ذهن، مثل ایجاد تصویر ذهنی، یک عامل مهم برای یادگیری، توسعه و عملکرد تکالیف حرکتی است (حمایت‌طلب و همکاران، ۱۳۸۶؛ گویلو و کولیت، ۲۰۰۸؛ اسشوستر، گلاس، شیدهر، اتلین، بوتلر، ۲۰۱۲). تصویرسازی ذهنی به طور فزاینده‌ای

^۱Relaxation

^۲Imagery

^۳Goal-setting

^۴Self-Talk

^۵Biofeedback

^۶Behavior management

^۷Function profile

^۸Smith, Wright & Cantwell

^۹Imagery

به‌عنوان یک استراتژی مداخله‌ای به‌منظور افزایش عملکرد ورزشی، و همچنین بهبود عملکرد تکالیف حرکتی در بازتوانی مورد استفاده قرار می‌گیرد (کامینگ و ویلیامز، ۲۰۱۲). بر اساس نظر متخصصان تصویرسازی ذهنی، مفیدترین مهارت روانی است که فرد می‌تواند از آن استفاده و بیشتر از روش‌های دیگر برای بهبود عملکرد خود به کار گیرد (ناکس‌تد، ۲۰۱۱). هال و مارتین (۱۹۹۷) اظهار کردند که تصویرسازی ذهنی به‌طور معنی‌داری بر عملکرد ورزشکاران مبتدی و ماهر تأثیرگذار است، هر چند بر عملکرد ورزشکاران باتجربه تأثیر بیشتری دارد. فرض بر این است که تصویرسازی ذهنی فعالیت می‌تواند، چگونگی انجام برنامه‌ریزی برای اقدام مؤثر را برای فرد فراهم آورد (اسکورا، وینتر و پایژانتیس، ۲۰۰۵؛ گابارد، کاپولا و بویو، ۲۰۱۱)، و نیز همان سازوکارهای عصبی که در یادگیری با تمرین فیزیکی شرکت دارند، در تمرین ذهنی نیز فعال می‌شوند (حمایت‌طلب و همکاران، ۱۳۸۶). انجام ذهنی یک فعالیت بدون حرکت فیزیکی (جینرود و دکتی، ۱۹۹۵)، یک ساختار پیچیده و چندبعدی است (هال و همکاران، ۱۹۹۷؛ وایت و هاردی، ۱۹۹۵)؛ که والری و گرینلیف (۲۰۰۱) آن را به‌عنوان استفاده از همه‌حس‌ها به‌منظور بازآفرینی یا ایجاد یک تجربه در غیاب محرک‌های خارجی تعریف می‌کنند. تحقیقات نشان می‌دهد که توانایی تصویرسازی را می‌توان با تمرین برای بهبود عملکرد حرکتی و یادگیری مهارت‌ها بهبود بخشید (مک‌آوین و همکاران، ۲۰۰۹). کامینگ و همکاران، ۲۰۱۳؛ و در واقع می‌توان با تمرین و مداخلات روانشناختی و فیزیکی این مهارت را به‌منظور به‌کارگیری در ورزش و تمرین و نیز بازتوانی به کار برد (کانتک، گویلت، پایژانتیس، گوینارد، کولت و راینزو، ۲۰۱۷). در سال‌های اخیر تحقیق درباره کارآمدی فن‌های غیرتهاجمی تحریک مغز افزایش‌یافته است. به‌ویژه تحریک فراجمه‌ای با جریان الکتریکی مستقیم نتایج امیدوارکننده‌ای را نشان داده است (آهن، پارک، یو، کو، چوی و کیم، ۲۰۰۸). تحریک الکتریکی مستقیم فراجمه‌ای (tDCS) روشی غیرتهاجمی است که طی آن جریان مستقیم ضعیفی (۱ تا ۴ میلی‌آمپر) بر پوست سر وارد می‌شود و با استفاده از آن تغییرات بلندمدت در قطبیت قشر مغز در پی ناقطبی‌سازی^۱ و بیش‌قطبی^۲ نورون‌ها و تأثیر برگیرنده‌های عصبی ایجاد می‌شود. به‌عبارت دیگر، در این نوع تحریک الکتریکی نقاطی از سر با استفاده از جریان‌های ضعیف الکتریکی هدف قرار می‌گیرند و باعث فعال‌سازی یا غیرفعال‌سازی نقطه مورد نظر می‌شوند (سادوک، سادوک و کاپلان، ۲۰۰۹). از tDCS به‌عنوان راهبردی برای بهبود عملکرد حرکتی، کاهش افسردگی، بهبود میگرن، کاهش درد، ولع مصرف مواد و ... همچنین بهبود در برخی از فاکتورهای روانشناختی مثل تصویرسازی، حافظه کاری فضایی، انعطاف‌پذیری شناختی و ... استفاده شده است. هنوز مطالعه‌ای در بررسی اثرات tDCS بر روی توانایی

^۱Depolarization

^۲Hyperpolarization

تصویرسازی صورت نپذیرفته، اما دایت، کورامادینی، واتانابه و ساناگاوا (۲۰۱۷) نشان دادند که tDCS به همراه فعالیت حرکتی و تصویرسازی به طور قابل توجهی باعث بهبود در عملکرد سرویس‌های ویژه‌ی کوتاه و بلند تنیس، می‌شود. همچنین اثر کوتاه‌مدت مثبت tDCS بر بهبود تصویرسازی نیز مشخص شده (فورستر، روچا، ویسیولک، چاگاس، ماچادو، ۲۰۱۳)، اما در مورد اثرات طولانی مدت استفاده از tDCS بر توانایی تصویرسازی افراد مطالعه‌ای صورت نپذیرفته است. tDCS نشان داده که می‌تواند به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در تعدیل سازی و تغییر تحریک‌پذیری مناطق حرکتی درگیر در تصویرسازی و تمرین ذهنی (کوآرترانو و همکاران، ۲۰۰۴) استفاده شود. در انتخاب نقطه مناسب برای تحریک الکتریکی و اثرگذاری بر تصویرسازی اهرلیچمن و برت (۱۹۸۳) نشان دادند که نیمکره راست مغز به تصویرسازی اختصاص دارد و بر اساس مطالعات ام آر آی و نیز مطالعات قبلی صورت گرفته دو بخش قشر آهیانه خلفی راست^۱ معادل نقطه‌ی P4 (برهیل، ونکیل، کوسلت و اولسون، ۲۰۱۰؛ گوگوس، گاوریلسکو، داویسون، سیارل، آدامزیال روسل و ایگان، ۲۰۱۰؛ برونو، فوسارتو، بلوگنینی، زیگیتو، والار، برتی و گابارینی، ۲۰۱۷) و قشر پیش پیشانی راست^۲ معادل نقطه F4 (وانستی، پلازیر، اوست، وندرلو، وندهینینگ و دی‌ریدر، ۲۰۱۰؛ بری‌هیل و جونز، ۲۰۱۲؛ فورستر و همکاران، ۲۰۱۳) انتخاب شدند. با توجه به اهمیت و ارزش تصویرسازی در ورزش و بازتوانی و نیز اثربخشی تحریک الکتریکی در مطالعات روانشناختی در پژوهش حاضر محققان به دنبال بررسی اثر پنج جلسه تحریک الکتریکی مستقیم مغز در دو نقطه F4 و P4 بر تصویرسازی و نیز مقایسه اثرات تحریک الکتریکی در دو نقطه F4 و P4 بر تصویرسازی دانشجویان هستند.

روش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی، و از لحاظ روش، شبه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری، تمامی دانشجویان پسر و دختر دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران که در سال تحصیلی ۹۶-۹۷ مشغول به تحصیل بودند را شامل می‌شد. در تعیین حجم نمونه بر اساس اطلاعات منتشرشده^۳ نروپیزیولوژیکی، مشخص شد که در مطالعات مربوط به مداخلات تحریک مغزی، برای رعایت اثبات اصل اثر حداقل ۸ نفر لازم و کافی است (کاسکی، کوادیر، ۲۰۱۲؛ کاسکی، دومینگوز، آلوم و برنشتین، ۲۰۱۳). بر این اساس، در شروع ۶۰ نفر (۳۰ نفر دختر و ۳۰ نفر پسر) از دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه تهران در دامنه سنی ۱۹ تا ۳۰ سال ($24/27 \pm 0/19$) بر اساس ملاک‌های ورود و خروج به شیوه در دسترس انتخاب شدند. سپس به شکل تصادفی در چهار گروه ۱۵ نفری برای دو گروه (آزمایش و کنترل) و دو نقطه (P4 و F4) تقسیم شدند. بدین صورت که ۱۵ نفر در گروه آزمایش و ۱۵ نفر در گروه

^۱Right Posterior Parietal Cortex

^۲Right Dorsolateral Prefrontal Cortex

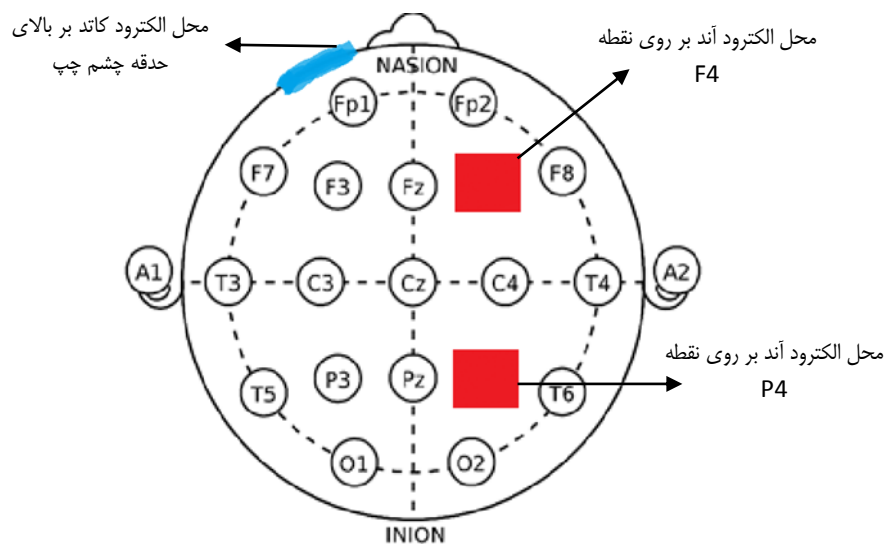
کنترل برای نقطه F4، ۱۵ نفر در گروه آزمایش و ۱۵ نفر در گروه کنترل برای نقطه P4، ملاک‌های ورود در این پژوهش عبارت بودند از: راست دست بودن بر اساس تست دست غالب ادینبورگ، به دلیل کارکرد نیمکره غالب مغز، نداشتن هرگونه بیماری روانی و مغزی (نورولوژیکی) از قبیل جراحی جمجمه، سرگیجه، سردردهای مزمن و در نهایت سابقه مصرف داروهای اعصاب و روان و صرع، بنزودیپین‌ها و ال دویا به دلیل مداخله در اثربخشی tDCS (اوتز، دیمووا، اوپنلندر و کراکوف، ۲۰۱۰). داشتن سابقه درمان tDCS برای درمان هر اختلالی، وجود ایمپلنت فلزی در استخوان...، مشکل شنوایی، بینایی بر اساس مشاهده آزمونگر بود.

ابزار

پرسشنامه تست دست غالب ادینبورگ: مقیاس برتری دستی ادینبورگ پرسشنامه‌ای کوتاه و ساده ۱۰ موردی است که برتری دستی را در ۱۰ مهارت تک دستی شامل: نوشتن، کشیدن شکل، پرت کردن، قیچی کردن، مسواک زدن، استفاده از کارت، استفاده از قاشق، جارو کردن، کبریت زدن و باز کردن درب قوطی و مانند آن، را می‌سنجد. در این مقیاس، فرد برتری دستی خود را در هر یک از اعمال برشمرده شده، با علامت زدن یکی از گزینه‌های: همواره استفاده از دست راست (+۱۰)، معمولاً استفاده از دست راست (+۵)، همواره استفاده از دست چپ (-۱۰)، معمولاً استفاده از دست چپ (-۵) و عدم تفاوت در استفاده از دست راست یا چپ (۰) مشخص می‌کند (اولدفیلد، ۱۹۷۱). **پرسشنامه تصویرسازی حرکتی-۳:** این پرسشنامه در سال ۲۰۱۲ توسط ویلسون و همکاران توسعه یافت. این محققان به منظور اندازه‌گیری دقیق مؤلفه‌های تصویرسازی دیداری (درونی و بیرونی) و بهبود پرسشنامه MIQ-R نسخه اصلاح‌شده‌ای از این پرسشنامه را با عنوان تصویرسازی حرکتی-۳ طراحی کردند (ویلسون و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج تحقیق ویلسون و همکاران نشان داد این پرسشنامه دارای روایی سازه بسیار خوبی است (CFI≈0/98). همچنین روایی هم‌زمان مناسبی برای خرده مقیاس‌های این پرسشنامه گزارش کردند، تصویرسازی دیداری درونی (۰/۶۲۸)، تصویرسازی دیداری بیرونی (۰/۶۷۹)، تصویرسازی حرکتی (۰/۷۰۶). علاوه بر این، پرسشنامه تصویرسازی حرکتی-۳ توانایی سنجش تصویرسازی درونی، تصویرسازی بیرونی و تصویرسازی حرکتی را به صورت جداگانه دارد و دارای ۱۲ سؤال است که هر خرده مقیاس ۴ سؤال را به خود اختصاص می‌دهد. خرده مقیاس‌ها شامل تصویرسازی درونی (سؤالات ۲، ۵، ۸ و ۱۱)، تصویرسازی بیرونی (سؤالات ۳، ۶، ۹ و ۱۲) و تصویرسازی حرکتی (سؤالات ۱، ۴، ۷ و ۱۰) است؛ و پاسخ به سؤالات این پرسشنامه به صورت لیکرت و هفت گزینه‌ای است که دامنه آن از بسیار آسان (۷)

امتیاز) تا بسیار سخت (۱ امتیاز) است. بعد از پاسخ آزمودنی‌ها امتیازات هر کدام از خرده مقیاس‌ها با هم جمع و تقسیم بر ۴ می‌شود تا امتیاز نهایی برای هر خرده مقیاس به دست بیاید. حداکثر امتیاز ۲۸ و حداقل امتیاز ۱ است.

دستگاه tDCS: دستگاه مورد استفاده در این پژوهش **Active Dose** و منبع جریان این دستگاه یک باتری ۹ ولت است. حداکثر شدت جریان ۴ میلی‌آمپر DC که از طریق اتصال الکترودهایی با قطبیت متفاوت (آند و کاتد) روی پوست سر نصب می‌شوند و جریان ثابت الکتریکی را از روی جمجمه به مغز منتقل می‌کند. در این پژوهش، الکترودها درون پدهای اسفنجی 35 cm^2 قرار می‌گیرند و سطح پدها با محلول کلرید سدیم ۹ درصد آغشته می‌شود تا ضمن افزایش رسانایی جریان الکتریکی از افزایش حرارت پیشگیری شود، دستگاه از لحاظ شدت جریان، اندازه الکتروود و مدت زمان تحریک قابل کنترل است.



شکل ۱. سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ نقطه یابی مغز

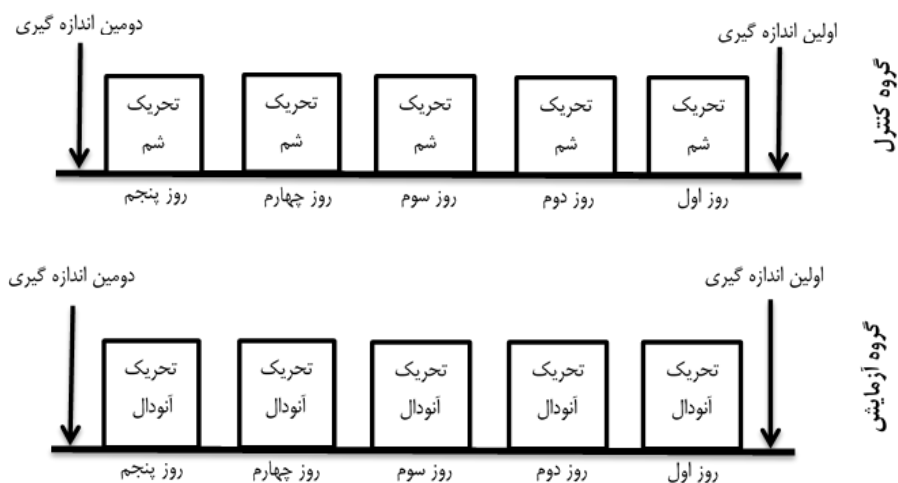
اجرا

در شروع پرسشنامه تست دست غالب ادینبورگ از آزمودنی‌ها گرفته شد و تنها افرادی که بر اساس این تست راست دست بودند به دلیل کارکرد نیمکره غالب مغز و نیز معیارهای ورود و خرج انتخاب و وارد پژوهش شدند. بعد از توضیح دوباره در مورد روند انجام پژوهش و مداخله، آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه را تکمیل نمودند و به آن‌ها گفته شد که در هر زمان به هر دلیلی قادر به ادامه همکاری نبودند، می‌توانند از ادامه همکاری انصراف دهند. سپس پیش تست شامل پرسشنامه‌ی تصویرسازی حرکتی-۳ انجام شد. بعد از آن اولین جلسه مداخله بود که مداخله tDCS بدین صورت است که الکتروود آند در محل قشر پیش پیشانی راست معادل نقطه‌ی F4 و الکتروود کاتد بر بالای قشر حدقه‌ای در طرف مقابل (بالای ابرو و حدقه چشم‌چپ)، و نیز برای قشر آهیانه خلفی راست آند بر روی نقطه‌ی P4 و کاتد بر بالای قشر حدقه‌ای در طرف مقابل قرار گرفت. برای یافتن دو نقطه P4 و F4 سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ به کار گرفته شد (شکل ۱). در این مطالعه، از تحریک الکتریکی با جریان ۱/۵ میلی‌آمپر و به مدت ۱۵ دقیقه با پدهای اسفنجی به ابعاد ۷*۵ استفاده شد (جان و هان، ۲۰۱۲). جریان ۱/۵ میلی‌آمپر به مدت ۱۵ دقیقه می‌تواند روی فاکتورهای شناختی اثر تسهیل کننده داشته باشد (تسنگ و همکاران، ۲۰۱۲)، و یک اثر تحریکی تا ۹۰ دقیقه را ایجاد می‌کند (نیتچه و پاولوس، ۲۰۰۱). مداخلات برای آزمودنی‌ها شامل: تحریک الکتریکی آندی^۱ و تحریک الکتریکی شم^۲ بود. بدین صورت که در تحریک الکتریکی آندی (-A tDCS) جریان مستقیم ۱/۵ میلی‌آمپر در تمام طول مدت جلسه به فرد وارد می‌شود و تحریک الکتریکی شم (S-tDCS) بعد از اتصال الکتروودها جریان الکتریکی ۱/۵ میلی‌آمپر به فرد وارد می‌شود. اما بعد از گذشت ۳۰ ثانیه بدون اینکه به فرد اطلاعی داده شود، جریان الکتریکی قطع می‌شود. آزمودنی‌ها از قرار گرفتن در گروه کنترل و یا آزمایش اطلاعی نداشتند (بشارت، رستمی، کریمی و فراهانی، ۱۳۹۴). مداخله شامل پنج جلسه تحریک مداوم بافاصله ۲۴ ساعت بین جلسات و پروتکل اندازه‌گیری به شکل پیش‌آزمون که قبل از جلسه اول و پس‌آزمون بعد از جلسه پنجم بود (شکل ۲). پروتکل پنج روز متوالی مورد استفاده قرار گرفت. مطالعات قبلی نشان دادند روند پنج روزه اثرات امیدوار کننده‌ای را به دنبال دارد

^۱Anodal Transcranial Direct Current Stimulation

^۲Sham Transcranial Direct Current Stimulation

و از آن می‌توان به‌عنوان روندی موثر سود جست (فرگنی و همکاران، ۲۰۰۶؛ آلونزو، براسیل، تایلور، مارتین و لوو، ۲۰۱۲؛ رایگلی و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل ۲. پروتکل مداخله و اندازه‌گیری (جان و هان، ۲۰۱۲).

با توجه به نتایج مطالعات قبلی و اثرات مثبت آن، پروتکل پنج روز متوالی انتخاب و استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده گردید. از آمار توصیفی برای بیان میانگین و انحراف معیار داده‌ها و نیز در بخش آمار استنباطی ابتدا با استفاده از روش آماری کولموگروف اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و سپس به‌منظور بررسی‌های درون‌گروهی در توزیع‌های غیر نرمال از روش ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده شد و نیز آزمون یو من ویتنی هم به‌منظور بررسی تفاوت بین گروه‌های مستقل به کار گرفته شد. برای کلیه محاسبات آماری نیز نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز در سطح معناداری معادل ۰/۰۵ انجام گرفت.

یافته‌ها

داده‌های حاصل از پرسشنامه تصویرسازی حرکتی-۳ شامل اندازه‌گیری تصویرسازی حرکتی، تصویرسازی درونی و تصویرسازی بیرونی است. ابتدا به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها با توجه به اینکه تعداد

اثرات تحریک الکتریکی فراجمعه‌ای بر توانایی تصویرسازی دانشجویان

نمونه‌های ۶۰ نفر بود، آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد (جدول ۱). با توجه به نرمال نبودن داده‌ها در ادامه برای بررسی تفاوت درون گروهی آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده شد. نتایج آزمون ویلکاکسون نشان داد که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در تمامی متغیرها تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۲).

جدول ۱. بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگروف اسمیرنوف و میانگین و انحراف معیار متغیرها

متغیرها	Statistic	P-value	X	SD
پیش‌آزمون تصویرسازی حرکتی	۰/۱۰۲	۰/۱۹۷	۵/۵۸	۰/۸۷
پس‌آزمون تصویرسازی حرکتی	۰/۱۶۶	۰/۰۰۰	۶/۱۵	۰/۷۳
پیش‌آزمون تصویرسازی درونی	۰/۱۳۱	۰/۰۱۳	۵/۸۲	۰/۷۳
پس‌آزمون تصویرسازی درونی	۰/۱۳۴	۰/۰۰۹	۶/۰۲	۰/۶۸
پیش‌آزمون تصویرسازی بیرونی	۰/۱۰۴	۰/۱۶۸	۵/۶۹	۱/۸۰
پس‌آزمون تصویرسازی بیرونی	۰/۱۱۷	۰/۰۴۰	۶/۲۲	۰/۶۵

جدول ۲. بررسی تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون توانایی تصویرسازی با آزمون ویلکاکسون

متغیرها	z	P-value
تصویرسازی حرکتی	-۵/۶۱	۰/۰۰۰
تصویرسازی درونی	-۵/۷۱	۰/۰۰۰
تصویرسازی بیرونی	-۲/۹۹	۰/۰۰۳

برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی در گروه‌های مستقل آنودال و شم آزمون ناپارامتریک من ویتنی-یو^۱ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان دادند که در توانایی تصویرسازی حرکتی و تصویرسازی درونی

^۱ Mann-Whitney U

تفاوت معناداری بین دو گروه آنودال و شم در هر دو نقطه P4 و F4 وجود دارد، ولی در تصویرسازی بیرونی همان طور که مقدار ارزش پی نشان داد، بین دو گروه آنودال و شم در هر دو نقطه در گروه آنودال نسبت به شم تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه تفاوت دو گروه بین آنودال و شم در نقاط P4 و

F4 با آزمون یو من ویتنی

متغیرها	U	Z	P-value
تصویرسازی حرکتی	۳۰۶/۰۰	-۲/۱۶	۰/۰۳۱
تصویرسازی درونی	۲۹۳/۵۰	-۲/۳۳	۰/۰۲۰
تصویرسازی بیرونی	۴۰۹/۰۰	-۰/۶۱	۰/۵۴۱

همچنین تفاوت بین گروه‌ها بر اساس نقطه موردنظر نیز بررسی گردید، آزمون یو من ویتنی نشان داد که در نتایج حاصل از دو نقطه P4 و F4 تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه تفاوت گروه‌ها بین دو نقطه P4 و F4 با

آزمون یو من ویتنی

متغیرها	U	Z	P-value
تصویرسازی حرکتی	۴۱۲/۵۰	-۰/۵۶	۰/۵۷۳
تصویرسازی درونی	۴۳۲/۵۰	-۰/۲۴	۰/۸۰۶
تصویرسازی بیرونی	۳۸۰/۰۰	-۱/۰۴	۰/۲۹۶

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه به منظور بررسی اثربخشی تحریک الکتریکی مستقیم مغز بر توانایی تصویرسازی و مقایسه آن در دو نقطه F4 و P4 طراحی شد. بدین منظور، ۶۰ آزمودنی بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب و به شکل تصادفی در چهار گروه آنودال و شم مربوط به دو نقطه موردنظر قرار گرفتند. در بررسی پیش-آزمون و پس‌آزمون نتایج نشان داد که گروه‌های آزمایش در هر دو نقطه نسبت به پیش‌آزمون عملکرد بهتری داشته‌اند و پیشرفت نشان دادند و در کل آزمودنی‌ها پیشرفت نشان دادند، اما برای مشخص کردن اینکه چه میزان از این پیشرفت حاصل از مداخله صورت پذیرفته بود یا حاصل سایر عوامل مثل یادگیری و ...، باید تفاوت بین گروه‌ها در دو گروه آزمایش (آنودال، مداخله واقعی) و کنترل (شم، مداخله ساختگی) بررسی و گزارش شود که این کار با استفاده از آزمون ناپارامتریک من ویتنی-یو انجام شد. نتایج مربوط

به دو نقطه‌ی P4 و F4 در دو گروه آنودال و شم نشان داد که ۱۵ دقیقه تحریک الکتریکی مستقیم مغز با جریان ۱/۵ میلی‌آمپر باعث بهبود در توانایی تصویرسازی حرکتی و تصویرسازی درونی آزمودنی‌ها می‌گردد، اما در تصویرسازی بیرونی بین دو گروه آنودال و شم تفاوت معناداری مشاهده نشد و پیشرفت خاصی مشاهده نگردید. این موضوع نشان می‌دهد که تحریک الکتریکی مغز باعث پیشرفت در جنبه‌های درونی تصویرسازی که شامل تصویرسازی حرکتی و تصویرسازی دیداری درونی است، می‌شود. در واقع مهم‌ترین یافته پژوهش حاضر این بود که تحریک آنودال در هر دو نقطه‌ی P4 و F4 باعث بهبود و افزایش در توانایی جنبه‌های درونی تصویرسازی می‌شود. تصویرسازی درونی شامل تصور حرکت از جایگاه اول شخص طوری که انگار فرد با چشمان خود حرکت را می‌بیند، است و تصویرسازی حرکتی شامل حس حرکت یعنی اینکه فرد واقعاً تصور می‌کند وظیفه حرکتی را از طریق بدن خویش انجام می‌دهد، است که این دو نوع تصویرسازی خیلی به هم نزدیک هستند، به طوری که تصویرسازی ذهنی درونی به طور طبیعی حسی حرکتی است تا اینکه دیداری باشد (یداله زاده، ۱۳۹۳). در تصویرسازی بیرونی افراد از نقطه‌ای خارج از بدن خود عملکرد را می‌بینند، به گونه‌ای که انگار در حال تماشای خود روی پرده سینما هستند (برتون و دی‌ردیک، ۲۰۱۰). یافته‌های اخیر نشانگر آن است که هم تصویرسازی درونی (دیداری درونی و حرکتی)، و هم تصویرسازی بیرونی تأثیرگذار هستند و فرد باید دیدگاهی را انتخاب کند که کمک کند شفاف‌ترین تصویر ممکن را بسازد (هال، ۱۹۹۷؛ هاردی، ۲۰۰۱). به نظر می‌رسد که تصویرسازی ذهنی درونی به دو دلیل نسبت به تصویرسازی بیرونی برتری دارد: اولاً مشخص شده است که ورزشکاران نخبه در مقایسه با ورزشکاران مبتدی به میزان بیشتری از تصویرسازی ذهنی درونی استفاده می‌کنند (بار و هال، ۱۹۹۲)، و دلیل دوم اینکه نتایج تصویرسازی ذهنی درونی در فعالیت الکتریکی عضلات تحت تصور، قابل اندازه‌گیری بوده (الکترومایوگرافی)، و در عضلاتی که با اعمال تصور شده مرتبط بودند، اندازه‌گیری شده است (جاکوبسون، ۱۹۳۷؛ هال، ۱۹۹۷؛ هریس و روبینسون، ۱۹۸۶؛ بار و همکاران، ۱۹۹۲). با توجه به موارد ذکر شده، می‌توان پیشنهاد داد که از تحریک الکتریکی مستقیم مغز برای بهبود و افزایش توانایی تصویرسازی ذهنی درونی در ورزشکاران نخبه که به طور فزاینده‌ای از آن بهره می‌برند، سود جست. در مورد اثرات تحریک الکتریکی مستقیم مغز صرفاً بر تصویرسازی مطالعات محدودی انجام شده است، به طوری که در بررسی پیشینه پژوهش مطالعه‌ای مشابه با مطالعه حاضر وجود ندارد. برای مثال اسپت، اسپت و هارلی (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات tDCS بر بالای قشر حرکتی منطبق بر نقطه C3 پرداختند که نتایج نشان داد A-tDCS باعث بهبود و افزایش در توانایی تصویرسازی می‌شود. همچنین در مطالعه‌ای فورستر و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی اثرات کوتاه‌مدت

tDCS بر تصویرسازی سالمندان پرداختند که روی دو نقطه M1 و P4 به مدت یک جلسه A-tDCS دریافت کردند که نتایج نشان داد تحریک الکتریکی مغز می‌تواند باعث بهبود توانایی تصویرسازی افراد در مقایسه با گروه شم شود. دیت، کورومادنی، واتاناب و ساناگوا (۲۰۱۵) به بررسی اثرات tDCS بر بهبود توانایی انجام تکالیف تصویرسازی حرکتی پرداختند که در این مطالعه از تحریک الکتریکی آنودال به مدت ۱۰ دقیقه با جریان ۱ میلی‌آمپر بر روی نواحی حرکتی مربوط به دست استفاده شد و یافته‌ها نشان داد که یک جلسه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز باعث بهبود در زمان عکس عمل تکلیف چرخش ذهنی دست می‌شود. نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که A-tDCS می‌تواند منجر به بهبود توانایی تصویرسازی شود. در tDCS موقعیت الکترودها در تعیین اثربخشی تحریک بسیار مهم است (عابدان زاده و آلبوغبیش، ۱۳۹۶). برای تعیین اینکه کدامیک از دو نقطه‌ی P4 یا F4 را برای انجام مداخلات تحریک الکتریکی در تصویرسازی باید به کار بست نتایج آزمون یو من ویتنی نشان داد که تفاوت معناداری بین دو نقطه انتخابی وجود ندارد و هر دو نقطه تقریباً به میزان مشابه در بهبود تصویرسازی اثرگذار بوده‌اند. نقطه‌ی F4 محل قشر پیش پیشانی پشتی جانبی^۱ است که مطالعات ام آر آی مشخص کرده‌اند که یکی از عمده مناطق فعال در تصویرسازی است (فلتچر، شالیس، فریت، فرکوویک و دولان، ۱۹۹۶؛ گویت، کولت، نگویان و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین در مورد نقطه‌ی P4 محل قشر آهیانه خلفی^۲ نیز مشخص گردیده که در هنگام انجام تکالیف حافظه کاری به‌عنوان ناحیه فعال شناخته شده و مطالعات فراوانی نیز در زمینه اثرات tDCS در این نقطه بر بهبود حافظه و حافظه کاری انجام شده (ویکاریو، مارتینو و کوچ، ۲۰۱۳؛ رابرتز، لیبی، ایهوف و رنگنات، ۲۰۱۷). حافظه کاری بخش مهمی در تصویرسازی است و در واقع به‌عنوان یکی از ابزار تصویرسازی به‌شمار می‌آید. در مورد عدم تفاوت بین دو نقطه F4 و P4 در اثرگذاری بر تصویرسازی، به ظن محقق و همکاران از عمده دلایل می‌توان به استفاده از پرسشنامه خودگزارشی اشاره کرد و بهتر است که از ابزارهای حساس‌تر مثل نرم‌افزار تکالیف شناختی (PsyTask) برای سنجش توانایی تصویرسازی سود جست همچنین با تغییر دادن پروتکل مورد استفاده در پژوهش حاضر با سایر پروتکل‌ها نیز مداخلات انجام و نتایج گزارش شود. در نهایت بر اساس یافته‌های پژوهش پیشنهاد می‌شود که از راهبرد tDCS به‌عنوان یک ابزار امیدبخش و کاربردی در بهبود و افزایش توانایی تصویرسازی ورزشکاران به‌منظور کاربرد در فعالیت‌های بدنی سود جست. توصیه می‌شود برای مطالعات آینده با استفاده از ورزشکاران حرفه‌ای و یا جوامع خاص بیماران (مثل سگته مغزی) به‌منظور بست نتایج به جوامع هدف این پژوهش تکرار و نتایج بررسی و گزارش گردد.

^۱Dorsolateral prefrontal cortex

^۲Posterior parietal cortex

اثرات تحریک الکتریکی فراجمجه‌ای بر توانایی تصویرسازی دانشجویان

تقدیر و تشکر

از تمامی دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه تهران که با شوق، علاقه و همدلی مثال‌زدنی در انجام این پژوهش همکاری داشتند، صمیمانه سپاس گزاریم.

References

- Abedanzadeh, R., Alboghobish, S. (2017). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulus on Selective Attention in Dual Task Paradigm. *Applied Psychological Research Quarter*, 2017, 8(3), 1-14. (In Persian).
- Abedini, Y. (2016). The impact of mental imagery combined with physical exercise on learning and retention of psychomotor skills. *Applied Psychological Research Quarterly*, 2016, 7(2), 167-177. (In Persian).
- Alonzo, A., Brassil, J., Taylor, J. L., Martin, D., & Loo, C. K. (2012). Daily transcranial direct current stimulation (tDCS) leads to greater increases in cortical excitability than second daily transcranial direct current stimulation. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, 5(3), 208-213.
- Azadi, Y., Ghaemi, B. (2014). *Applied Sport Psychology*, Avaye zohoor, 1th. Ed; 8-23. (In Persian).
- Barr, K., & Hall, C. (1992). The use of imagery by rowers. *International Journal of Sport Psychology*.
- Berryhill, M. E., & Jones, K. T. (2012). tDCS selectively improves working memory in older adults with more education. *Neuroscience letters*, 521(2), 148-151.
- Berryhill, M. E., Wencil, E. B., Coslett, H. B., & Olson, I. R. (2010). A selective working memory impairment after transcranial direct current stimulation to the right parietal lobe. *Neuroscience letters*, 479(3), 312-316.
- Besharat, M. A., Rostami, R., Karimi, M., Farahani, H. (2015). The effectiveness of an augmented tDCS and ABMT on reducing food craving in obese individuals. *Applied Psychological Research Quarter*, 2015, 6(3), 19-37. (In Persian).
- Bruno, V., Fossataro, C., Bolognini, N., Zigiotta, L., Vallar, G., Berti, A., & Garbarini, F. (2017). The role of premotor and parietal cortex during monitoring of involuntary movement: A combined TMS and tDCS study. *Cortex*, 96, 83-94.
- Burton, D., & Raedeke, T. D. (2010). *Sport psychology for coaches*. Human Kinetics, 1th. Ed; 105-120.

- Cumming, J., & Williams, S. E. (2012). The role of imagery in performance. In S. Murphy (Ed.), *Handbook of sport and performance psychology* (PP: 213-232). New York, NY: Oxford University Press.
- Cumming, J., & Williams, S. E. (2013). Introducing the revised applied model of deliberate imagery use for sport, dance, exercise, and rehabilitation. *Movement & Sport Sciences e Sciences & Motricite*, 82, 69-81.
- Date, S., Kurumadani, H., Watanabe, T., & Sunagawa, T. (2015). Transcranial direct current stimulation can enhance ability in motor imagery tasks. *Neuroreport*, 26(11), 613-617.
- Ehrlichman, H., & Barrett, J. (1983). Right hemispheric specialization for mental imagery: A review of the evidence. *Brain and Cognition*, 2(1), 55-76.
- Fletcher, P. C., Shallice, T., Frith, C. D., Frackowiak, R. S. J., & Dolan, R. J. (1996). Brain activity during memory retrieval: The influence of imagery and semantic cueing. *Brain*, 119(5), 1587-1596.
- Foerster, Á., Rocha, S., Wiesiolek, C., Chagas, A. P., Machado, G., Silva, E. ... & Monte-Silva, K. (2013). Site-specific effects of mental practice combined with transcranial direct current stimulation on motor learning. *European Journal of Neuroscience*, 37(5), 786-794.
- Fregni, F., Boggio, P. S., Valle, A. C., Rocha, R. R., Duarte, J., Ferreira, M. J., ... & Freedman, S. D. (2006). A sham-controlled trial of a 5-day course of repetitive transcranial magnetic stimulation of the unaffected hemisphere in stroke patients. *Stroke*, 37(8), 2115-2122.
- Gabbard, C., Caçola, P., & Bobbio, T. (2011). The ability to mentally represent action is associated with low motor ability in children: a preliminary investigation. *Child: Care, Health and Development*, 38, 390-393.
- Gogos, A., Gavrilescu, M., Davison, S., Searle, K., Adams, J., Rossell, S. L. ... & Egan, G. F. (2010). Greater superior than inferior parietal lobule activation with increasing rotation angle during mental rotation: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 48(2), 529-535.
- Guillot, A., & Collet, C. (2008). Construction of the motor imagery integrative model in sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 31-44.
- Hall, C. R., & Martin, K. A. (1997). Measuring movement imagery abilities: a revision of the movement imagery Questionnaire. *Journal of Mental Imagery*, 21, 143-154.
- Hall, S. (Ed.). (1997). *Representation: Cultural representations and signifying practices* (Vol. 2). Sage.

- Hardy, L. (1997). The Coleman Roberts Griffith address: Three myths about applied consultancy work. *Journal of Applied Sport Psychology*, 9(2), 277-294.
- Harris, D. V., & Robinson, W. J. (1986). The effects of skill level on EMG activity during internal and external imagery. *Journal of Sport Psychology*, 8(2), 105-111.
- Hemayat talab, R., Shykh, M., Movahedi, A., Assad, M.R. (2008). The Effect of primacy and recency the mental training on the Learning of Perceptual-Motion Skill with Emphasis on Internal and External Imaging, *Research Journal of Sport Sciences*, No. 14, 131-155. (In Persian).
- Jackson, Ph. L., Lafleur, M. F., Malouin, F., Richards C., & Doyon, J. (2001). Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Volume 82, Issue 8, August 2001, 1133-1141.
- Jacobson, N. (1937). Abstract derivation and Lie algebras. *Transactions of the American Mathematical Society*, 42(2), 206-224.
- Jeannerod, M., & Decety, J. (1995). Mental motor imagery -a window into representational stages of action. *Current Opinion in Neurobiology*, 5, 727-732.
- Jeon, S. Y., & Han, S. J. (2012). Improvement of the working memory and naming by transcranial direct current stimulation. *Annals of rehabilitation medicine*, 36(5), 585-595.
- Kanthack, T. F. D., Guillot, A., Papaxanthis, C., Guizard, T., Collet, C., Rienzo, F. D. (2017). Neurophysiological insights on flexibility improvements through motor imagery. *Behavioural Brain Research*; 331(2017), 159-168.
- Kaski, D., Dominguez, R. O., Allum, J. H., & Bronstein, A. M. (2013). Improving gait and balance in patients with leukoaraiosis using transcranial direct current stimulation and physical training: an exploratory study. *Neurorehabilitation and neural repair*, 27(9), 864-871.
- Kaski, D., Quadir, S., Patel, M., Yousif, N., & Bronstein, A. M. (2012). Enhanced locomotor adaptation aftereffect in the "broken escalator" phenomenon using anodal tDCS. *Journal of neurophysiology*, 107(9), 2493-2505.
- Knackstedt, P. (2011). Optimal Timing of a PETTLEP Mental Imagery Intervention on a Dart Throwing Task. Unpublished Master's dissertation. University of North Carolina Greensboro.
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2001). Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology*, 57(10), 1899-1901.

- Ohen, S. H., Park, C., Yoo, W., KO, M., Choi, K. P., & Kim, G. (2008). Time-dependent effect of transcranial direct current stimulation on the enhancement of working memory. *Neuroreport*, 19, 43-47.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Quartarone, A., Morgante, F., Bagnato, S., Rizzo, V., Sant'Angelo, A., Aiello, E., ... & Girlanda, P. (2004). Long lasting effects of transcranial direct current stimulation on motor imagery. *Neuroreport*, 15(8), 1287-1291.
- Richardson, A. (1967). Mental practice: a review and discussion (part 11). *Journal of Research Quarterly*, 38, 263-273.
- Roberts, B. M., Libby, L. A., Inhoff, M. C., & Ranganath, C. (2017). Brain activity related to working memory for temporal order and object information. *Behavioural brain research*.
- Saab, S. S., Bastek, J., Dayaratna, S., Hutton, E., & Salva, C. R. (2017). Development and Validation of a Mental Practice Tool for Total Abdominal Hysterectomy. *Journal of surgical education*, 74(2), 216-221.
- Sadock, B. J., Sadock, V. A., Kaplan, H. I. (2009). *Kaplan and Sadock's concise textbook of child and adolescent psychiatry*: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
- Schuster, C., Glässel, A., Scheidhauer, A., Ettlin, T., & Butler, J. (2012). Motor imagery experiences and use: asking patients after stroke where, when, what, why, and how they use imagery: a qualitative investigation. *Stroke research and treatment*.
- Skoura, X., Vinter, A., & Papaxanthis, C. (2005). Mentally simulated motor actions in children. *Developmental Neuropsychology*, 34, PP: 356-367.
- Smith, D., Wright, C., & Cantwell, C. (2008). "Beating the bunker: The effect of PETTLEP imagery on golf bunker shot performance". *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(3), 385-391.
- Speth, J & Speth, C (2016). Motor imagery in REM sleep is increased by transcranial direct current Stimulation of the left motor cortex (C3). Dundee Sleep and Consciousness Laboratory, Psychology, School of Sciences, University of Dundee. *Neuro psychologia*; 86 (2016), 57-65.
- Tahmasbi, SH. (2012). *The Effect of Different Imagery Models on the Balance of Tehran University Girl Students*, Thesis for M.Sc. Degree in Sport Psychology, University of Tehran, Faculty of Sport Science. (In Persian).
- Tseng, P., Hsu, T. Y., Chang, C. F., Tzeng, O. J., Hung, D. L., Muggleton, N. G., et al. (2012). Unleashing potential: Transcranial direct current stimulation over

- the right posterior parietal cortex improves change detection in low-performing individuals. *Journal of Neuroscience*, 32(31), 10554–10561.
- Utz, K. S., Dimova, V., Oppenländer, K., & Kerkhoff, G. (2010). Electrified minds: Transcranial direct current stimulation (tDCS) and Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) as methods of noninvasive brain stimulation in neuropsychology_A review of current data and future implications. *Neuropsychologia*, 48, 2789–2810.
- Vanneste, S., Plazier, M., Ost, J., van der Loo, E., Van de Heyning, P., & De Ridder, D. (2010). Bilateral dorsolateral prefrontal cortex modulation for tinnitus by transcranial direct current stimulation: a preliminary clinical study. *Experimental brain research*, 202(4), 779-785.
- Vealey, R. S., & Greenleaf, C. A. (2001). Seeing believes: understanding and using imagery in sport. In J. M. Williams (Ed.), *applied sport psychology: Personal growth to peak performance*, Mountain View, CA: Mayfield Publishing Company, 247-283.
- Vicario, C. M., Martino, D., & Koch, G. (2013). Temporal accuracy and variability in the left and right posterior parietal cortex. *Neuroscience*, 245, 121-128.
- Weinberg, R. S., Gould, D. (2011). *Foundations of Sport and Exercise Psychology*, 5th Ed, 11-42.
- White, A., & Hardy, L. (1995). Use of different imagery perspectives on the learning and performance of different motor skills. *British Journal of Psychology*, 86, 169-180.
- Wrigley, P. J., Gustin, S. M., McIndoe, L. N., Chakiath, R. J., Henderson, L. A., & Siddall, P. J. (2013). Longstanding neuropathic pain after spinal cord injury is refractory to transcranial direct current stimulation: a randomized controlled trial. *PAIN®*, 154(10), 2178-2184.
- Yadolah Zadeh, A. (2012). *Psychology of sport Imagery*, Hatmi, 1th. Ed; 63-98.