

تأثیر تحریک مستقیم جمجمه‌ای و تمرینات منتخب حرکتی بر مهارت‌های حرکتی درشت در کودکان با اختلال طیف اتیسم

الهام محمودی فر^۱، احمد رضا موحدی^۲، الهه عرب‌عامری^۳، سالار فرامرزی^۴

۱. دانشجوی دکتری رشد حرکتی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران
۲. استاد رفتار حرکتی، دانشگاه اصفهان*
۳. دانشیار رفتار حرکتی، دانشگاه تهران
۴. دانشیار روان‌شناسی و آموزش کودکان با نیازهای خاص، دانشگاه اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۱۳

چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تحریک مستقیم جمجمه‌ای (tDCS) بر قشر حرکتی اولیه و تمرینات منتخب حرکتی بر مهارت‌های حرکتی درشت (هدف‌گیری و گرفتن) در کودکان با اختلال طیف اتیسم بود. روش پژوهش، شبه‌آزمایشی بود و از طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه شم استفاده شد. تعداد ۱۸ کودک شش تا ۱۴ سال با اختلال طیف اتیسم با روش نمونه‌گیری دردسترس و با توجه به معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه آزمایش و شم قرار گرفتند. آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ جلسه (سه جلسه در هفته)، تحت tDCS آندی به مدت ۲۰ دقیقه بر قشر حرکتی اولیه (M_1) قرار گرفتند. نه آزمودنی تمرینات حرکتی را بعد از تحریک مغزی با هدف بهبود مهارت‌های حرکتی درشت انجام دادند. نه آزمودنی دیگر در جلسات تمرینات حرکتی به‌طور مشابهی شرکت کردند؛ با این تفاوت که تحریک مغزی ساختگی اعمال می‌شد (گروه شم). آزمون هدف‌گیری و گرفتن از مجموعه آزمون‌های ارزیابی حرکت برای کودکان (MABC2) قبل از مداخله و پس از ۱۰ جلسه (بعد از مداخله) ارزیابی شدند. برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس مختلط دوعاملی آزمون تی همبسته استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که تحریک مستقیم جمجمه‌ای روی قشر حرکتی اولیه به‌همراه تمرینات حرکتی تأثیر معناداری بر بهبود مهارت‌های حرکتی درشت در کودکان با اختلال طیف اتیسم دارد ($P \leq 0.05$)؛ درحالی‌که تمرینات حرکتی بدون تحریک مستقیم جمجمه‌ای منجر به بهبود مهارت‌های حرکتی درشت در کودکان با اختلال طیف اتیسم نمی‌شوند. یافته‌ها بیانگر این موضوع است که تحریک مستقیم جمجمه‌ای می‌تواند مکمل سودمندی برای تمرینات حرکتی با هدف بهبود مهارت‌های حرکتی در کودکان با اختلال اتیسم باشد.

واژگان کلیدی: تحریک مستقیم جمجمه‌ای، تمرینات حرکتی، مهارت‌های حرکتی درشت، اختلال طیف اتیسم

مقدمه

در نسخه پنجم راهنمای تشخیصی و آماری اختلال‌های روانی^۱ (DSM-5)، اختلال طیف اتیسم^۲ به‌عنوان یک اختلال رشدی عصبی تعریف شده است که با نقص پایدار در روابط و تعاملات اجتماعی و همچنین، الگوهای محدود و تکراری علائق، فعالیت‌ها و رفتار مشخص می‌شود (۱). کودکان با اختلال طیف اتیسم اغلب مشکلاتی در اجرا و یادگیری مهارت‌های حرکتی تجربه می‌کنند. شواهد پژوهشی متعددی به‌طور ویژه نقائص قابل‌توجهی را در مهارت‌های پرتابی و دریافت‌ها نشان داده‌اند (۲-۵)؛ به‌خصوص مشکلاتی در کنترل نیرو و هدایت توپ هنگام پرتاب مشاهده شده است (۶،۷). وانگ^۳ و همکاران (۸) مطرح کردند که افراد با اختلال طیف اتیسم، طی مراحل ابتدایی و بعدی گرفتن دقیق شیء ناهنجاری‌هایی را نشان می‌دهند. همچنین، وایات و کریچ^۴ (۹) به این نتیجه رسیدند که کودکان با اختلال طیف اتیسم در توانایی هماهنگ‌سازی حرکت خود با حرکت شیء متحرک ضعیف‌تر از سایر همسالان خود هستند.

تأخیر حرکتی درشت ممکن است بر رشد ارتباطی و زبانی، تصویرسازی ذهنی و ادراک، تعادل، ظاهر اجتماعی و انگیزه کودکان برای شرکت در آن دسته از فعالیت‌های اجتماعی که شامل رفتارهای حرکتی درشت هستند (مانند بازی‌های حرکتی)، تأثیر منفی بگذارد (۱۰،۱۱). حرکات معیوب و آسیب‌دیده ممکن است با فرصت‌هایی برای تجربه‌های اجتماعی مثبت و با یادگیری اجتماعی تداخل یابند و درمقابل، کاهش فرصت‌های تعامل اجتماعی ممکن است در درک ضعیف عمل دخیل باشد (۱۲).

شواهد مهمی وجود دارند که تأثیر قشر را بر کنترل حرکتی برجسته می‌کنند؛ برای مثال، بیمارانی که ماده خاکستری لوب قدامی مغزشان دچار اختلال شده است، مشکلاتی را در آغاز کردن و حفظ حرکت نشان داده‌اند (۱۳). در افراد با اختلال اتیسم، کاهش فعال‌سازی در منطقه قدامی چشم^۵ (FEF)، منطقه آهیانه‌ای چشم^۶ (PEF) و مخچه مشاهده شده است (۱۴) که احتمالاً منجر به حرکات تعقیبی آرام چشم می‌شود که نقش تعیین‌کننده‌ای در مهارت‌های پرتابی و دریافت‌ها ایفا می‌کند. همچنین، کاهش فعال‌سازی در قشر حرکتی و قشر پیش‌حرکتی جانبی^۷ ناحیه حرکتی

-
1. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th Revision)
 2. Autism Spectrum Disorders
 3. Wang
 4. Whyatt & Craig
 5. Frontal Eye Fields
 6. Parietal Eye Fields
 7. Lateral Premotor Cortex

مکمل و مخچه طی تکالیف ضربه‌زدن موزون و مداوم با انگشت گزارش شده است (۱۵). این یافته‌ها این احتمال را افزایش می‌دهند که تحریک مستقیم جمجمه‌ای (tDCS) نواحی قشری حرکتی می‌تواند برای بهبود عملکرد حرکتی در اختلال اتیسم استفاده شود.

با استفاده از جریان‌های الکتریکی ضعیف آندی و کاتدی، امکان افزایش یا کاهش انتخابی تحریک‌پذیری مغزی وجود دارد (۱۶). تحریک آندی، افزایش تحریک‌پذیری قشر حرکتی و تحریک کاتدی، کاهش آن را نمایان می‌سازد (۱۶،۱۷). tDCS فعالیت‌های خودبه‌خود شبکه عصبی را تعدیل می‌کند (۱۸). به دلیل پتانسیل tDCS برای ایجاد تغییرات نوروپلاستی^۳، باید آن را به‌دقت و به‌خصوص در طول مراحل مهم رشد مغز مرتبط با انعطاف‌پذیری زیاد و همچنین، فرایندهای دیگر مانند هرس سیناپسی^۴ به‌کار برد (۱۹). در طول دوران کودکی و نوجوانی، احتمالاً مغز در حال رشد، حساسیت بیشتری نسبت به مداخلات دارد و امکان دارد نسبت به بزرگسالان منتج به نتایج بهتری شود (۲۰،۲۱). مطالعات متعددی پتانسیل درمانی tDCS را در بیماری‌هایی با اختلالات عصبی از جمله زوال عقل، صرع، اختلالات پس از سکته، اختلالات حرکتی و سایر شرایط پاتولوژیک برجسته کرده‌اند (۲۲،۲۳).

برخی از پژوهش‌ها تأثیر تحریک مستقیم جمجمه‌ای را بر رشد حرکتی افراد سالم نشان داده‌اند (۲۴-۲۷). تعدادی از مطالعات نیز با استفاده از تحریک مغناطیسی جمجمه‌ای (rTMS)^۵ بر بهبود عملکرد حرکتی در افراد با اختلال اتیسم متمرکز بوده‌اند. تورت^۶ و همکاران (۲۸) نشان دادند که در تکلیف مشاهده حرکت انگشت^۷ تحریک‌پذیری قشری در اختلال طیف اتیسم در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معناداری پایین‌تر است. انتیکات^۸ و همکاران (۲۹)، rTMS با فرکانس پایین را برای ناحیه حرکتی تکمیلی^۹ (SMA) و قشر حرکتی اولیه^{۱۰} (PMC) در افراد با اختلال اتیسم به‌کار بردند که پیشرفت در مؤلفه‌های پتانسیل‌های مغزی مربوط به حرکت^{۱۱} (MRCPs) حاصل شد (۲۹).

1. Paced and Sequential Finger Tapping Tasks
2. Transcranial Direct Current Stimulation
3. Neuroplastic Change
4. Pruning
5. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation
6. Théoret
7. Finger Movement Observation Task
8. Enticott
9. Supplementary Motor Area
10. Primary Motor Cortex
11. Movement Related Cortical Potentials

مطالعات محدودی تأثیر تحریک مستقیم مجموعه‌ای را بر بهبود زبان، علائم رفتاری و شدت اטיسم نشان داده‌اند (۳۰، ۳۱). این نتایج دلگرم‌کننده، از انجام پژوهش‌های بیشتری با استفاده از tDCS در تمام جنبه‌های اختلال طیف اטיسم حمایت می‌کند. از طریق مداخله می‌توان عملکرد حرکتی را بهبود بخشید و رویکردهای حرکتی را برای بهبود مهارت‌های گفتاری/زبانی و مهارت‌های اجتماعی ارتباطی در کودکان با اختلال اטיسم به کار گرفت (۳۲، ۳۳). شکست در ارزیابی و درمان تأخیرهای حرکتی، توجه به دیگر چالش‌های رشدی معمول را در کودکان با اختلال اטיسم مشکل‌تر می‌کند (۱۱).

مارچز (۳۴) معتقد بودند که تحریک حسی مکرر ممکن است به فعال‌سازی مکانیزم‌های مهمی کمک کند که فرایند یادگیری حرکتی را تسهیل می‌کنند؛ بنابراین، امکان دارد که تمرینات حرکتی نیز به بازخورد حس عمقی کمک کنند و در نهایت، به بهبود عملکرد حرکتی بینجامند. اجرای مهارت‌های کنترل شیء (مانند ضربه‌زدن با پا، پرتاب بالای دست و دریافت کردن) به میزان زیادی به تمرین و تجربه اجرای مهارت‌ها وابسته است (۳۵). شواهد پژوهشی حاکی از آن است که مداخلات حرکتی و تمرینی با کسب زمان، انرژی و هزینه زیاد برای درمانگران، خانواده‌ها و کودکان با اختلال اטיسم، منجر به نتایج قابل‌ملاحظه‌ای در عملکرد حرکتی و رفتاری آن‌ها می‌شود. اگر استفاده از تحریک مستقیم مجموعه‌ای و تمرینات منتخب حرکتی نتایج مشابهی را در زمان کوتاه‌تر و با صرف انرژی و هزینه کمتر به همراه داشته باشند، به‌عنوان روش مؤثری قابل‌استفاده خواهد بود.

تابه‌امروز، ترکیبی از تحریک غیرتهاجمی و آموزش تمرینات حرکتی در افراد با اختلال طیف اטיسم بررسی نشده است؛ بنابراین، پژوهش حاضر بر آن است تا به این سؤال پاسخ دهد که آیا تحریک مستقیم مجموعه‌ای و تمرینات منتخب حرکتی باعث بهبود عملکرد حرکتی در افراد با اختلال اטיسم می‌شوند؟ براین‌اساس، این پژوهش تأثیر tDCS آندی و تمرینات حرکتی را به‌طور ویژه بر بهبود مهارت‌های حرکتی درشت در کودکان با اختلال اטיسم بررسی می‌کند.

روش پژوهش

این مطالعه یک پژوهش نیمه‌تجربی یک‌سوکور با گروه شم (tDCS ساختگی) بود که طی هفت هفته در قالب طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون گروه‌های همسان (از نظر ضریب اטיسم، بهره هوشی، شاخص توده بدن و سن) انجام شد. تعداد ۱۸ کودک شش تا ۱۴ سال (۱۷ پسر و یک دختر) با اختلال طیف اטיسم با روش نمونه‌گیری دردسترس و با توجه به معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند.

این پژوهش با کد اخلاق IR.IAU.SRB.REC.1395.38 به تأیید کمیته سازمانی اخلاق در پژوهش‌های زیست‌پزشکی در ایران رسید. از والدین همه دانش‌آموزان شش تا ۱۶ سال در مدرسه ویژه کودکان اتیسم در شهر اصفهان دعوت شد تا در جلسه‌ای که با هدف آشنایی با ماهیت مطالعه و همچنین، حقوق قانونی آن‌ها به‌عنوان سرپرست کودکان برگزار شده بود، شرکت کنند. شرایط شرکت در پژوهش برای والدین خوانده شد. در نهایت، ۱۸ نفر از والدین که فرزندانشان دارای شرایط لازم بودند، فرم رضایت‌نامه را امضا کردند. تعداد ۱۸ کودک با اختلال طیف اتیسم شش تا ۱۴ سال با میانگین سنی ۱۱ سال، توسط یک روان‌شناس متخصص طبق شاخصی که در راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی ویرایش پنج‌آمده است (۱)، اتیسم سطح یک (با عملکرد بالا) تشخیص داده شدند. در این سطح، افراد با اختلال اتیسم عملکرد شناختی، اجتماعی و رفتاری بالاتری دارند؛ اما نیازمند حمایت و نظارت هستند و در مقایسه با کودکان بدون اختلال اتیسم، مهارت‌های ارتباطی، اجتماعی و تفکر احساسی کمتری دارند (۱). با وجود سطح‌بندی شناختی کودکان توسط اداره آموزش و پرورش، از همه آزمودنی‌ها فرم رنگی ماتریس‌های پیش‌رونده ریون گرفته شد. هیچ اختلاف معناداری بین گروه (آزمایشی و شم) در سن، شاخص توده بدن، ضریب اتیسم و بهره هوشی وجود نداشت. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بودند از: ۱- کودکان قادر به فهمیدن و برقراری ارتباط با پژوهشگران باشند؛ ۲- کودکان بتوانند دستورالعمل‌های موردنظر را انجام دهند؛ ۳- طی انجام پژوهش در تمرینات ورزشی منظمی شرکت نکنند؛ ۴- دوز دارو به‌مدت یک ماه قبل از آزمایش و نیز در سرتاسر مطالعه تفاوتی نداشته باشد؛ ۵- نقص مجموعه‌ای وجود نداشته باشد؛ ۶- سابقه صرع و تشنج وجود نداشته باشد.

در این پژوهش، برای جمع‌آوری اطلاعات از فرم رنگی ماتریس‌های پیش‌رونده ریون^۱ و دسته‌آزمون ارزیابی حرکت برای کودکان^۲ (MABC-2) استفاده شد. ماتریس‌های پیش‌رونده ریون، یک ارزیابی غیرزبانی از هوش عمومی ارائه می‌کنند و درحقیقت، توانایی استنتاج انتزاعی را اندازه‌گیری می‌کنند که مستقل از اطلاعات یا حقایقی هستند که قبلاً توسط فرد تجربه شده‌اند (۳۶). آزمودنی باید جزء گم‌شده را در یک مجموعه از الگوهای تصویری شناسایی کند. برای جای‌گذاری قطعات در مجموعه به مهارت بیشتر در رمزگذاری و تجزیه و تحلیل اطلاعات نیاز است. فرم رنگی برای کودکان پنج تا ۱۱ سال و افراد عقب‌مانده ذهنی مناسب است (۳۷) و شامل ۳۶ آیتم در سه مجموعه ۱۲ تایی است که

1. Raven's Colored Progressive Matrices
2. Movement Assessment Battery for Children-2

به طور تصاعدی سخت تر می شود. برای ارزیابی مهارت های حرکتی درشت کودکان از مؤلفه هدف گیری و گرفتن آزمون MABC-2 استفاده شد.

MABC-2 هم عملکرد مهارت حرکتی درشت و هم عملکرد مهارت حرکتی ظریف را در کودکان در سه دامنه سنی (سه تا شش سال، هفت تا ۱۰ سال و ۱۱-۱۶ سال) اندازه گیری می کند (۳۸). مهارت هدف گیری و گرفتن با انجام تکالیفی مانند پرتاب کیسه شنی توسط آزمونگر و گرفتن آن توسط کودک^۱، گرفتن توپ تنیس پس از پرتاب به دیوار با دو دست^۲ و نیز با هریک از دست ها^۳ پرتاب کیسه شنی داخل مت هدف^۴ و پرتاب توپ به هدف روی دیوار^۵ ارزیابی می شود.

در این پژوهش از یک دستگاه محرک جریان الکتریکی که شدت جریان می توانست با واحدهای ۰/۱ میلی آمپری تنظیم شود و الکترودهایی به ابعاد $7 \times 5 \text{ cm}$ ، 5 cm (35 cm^2) استفاده شد (شکل شماره یک). محل قرارگیری الکتروده مثبت توسط درمانگر متخصص، طبق سیستم های بین المللی قرارگیری الکتروده EEG ۲۰-۱۰، روی محل مورد نظر (C_3) در M_1 چپ تعیین و قرار داده شد (۱۹). الکتروده منفی روی ناحیه فوق چشمی (Fp_2) سمت راست بسته شد (۱۶). آزمودنی ها به طور تصادفی در دو گروه شم (نه نفر) و آزمایشی (نه نفر) قرار گرفتند. برای بررسی تأثیر tDCS آندی بر عملکرد حرکتی در گروه آزمایشی، شدت تحریک و مدت زمان اعمال تحریک روی $1/5$ میلی آمپر و ۲۰ دقیقه تنظیم شد (۳۹). الکترودها درون پدهایی به ابعاد $7/5 \times 5/5 \text{ cm}$ قرار می گرفتند و توسط سرم نمکی $0/9$ درصد مرطوب می شدند. سپس، تمام سطح الکتروده آندی توسط دو کش پنج سانتی متری روی سر محکم قرار می گرفت. در این پژوهش، برای جلوگیری از هرگونه تداخل شناختی و حرکتی بر اثرهای tDCS (۴۰، ۴۱)، آزمودنی ها هنگام اعمال tDCS پشت یک میز در حالت استراحت می نشستند. آنها هنگام اعمال tDCS شکلات می خوردند، صحبت می کردند و به اطراف نگاه می کردند.

-
1. Catching Beanbag
 2. Catching with Two Hands
 3. Catching with One Hand
 4. Throwing Beanbag Onto Mat
 5. Throwing at Wall Target
 6. ActivaDose II, C-ADIID, USA
 7. Supra-Orbital Region



شکل ۱- دستگاه تحریک مستقیم جمجمه‌ای مورد استفاده در پژوهش حاضر

الکترودها در هر دو گروه در یک مکان قرار داده می‌شدند. در تحریک ساختگی، جریان به مدت ۲۰ ثانیه در شروع مدت زمان تحریک ایجاد می‌شد؛ بنابراین، به کودکان احساس اولیه‌ای از جریان یک‌ونیم میلی‌آمپری داده می‌شد؛ اما پس از آن، تحریکی در زمان باقی‌مانده اعمال نمی‌شد. آزمودنی‌ها در روند مطالعه از اینکه در مرحله تحریک ساختگی یا مداخله هستند، آگاهی نداشتند.

بلافاصله پس از هر جلسه تحریک مستقیم جمجمه‌ای در هر دو گروه شم و آزمایشی، کودکان به صورت انفرادی مجموعه‌ای از تمرینات را که با هدف بهبود مهارت‌های درشت، توسط پژوهشگر طراحی شده بود، به مدت ۲۰ دقیقه انجام می‌دادند؛ مانند پرتاب توپ به داخل سبد، دریافت و ارسال توپ در وضعیت نشسته روی توپ بدن‌سازی و همچنین، هنگام پرش روی ترامپولین. تمرینات حرکتی برگزیده‌ای از تمرینات حرکتی کودکان با اختلال طیف اتیسم در مراکز درمانی مختلف بودند که برای تعیین اعتبار محتوا، در اختیار متخصصان رفتار حرکتی و کودکان استثنایی قرار گرفتند و مربیان آموزش استثنایی آن‌ها را نقد و بررسی کردند. در نهایت، با اعمال تغییراتی در پژوهش استفاده شدند.

به دلیل وجود طیف وسیعی از توانمندی‌های حرکتی، سختی تمرینات و مدت زمان اجرای هر یک از آیتم‌های تمرینی برای هر کودک متفاوت از کودک دیگر بود.

همه مراحل مداخله در محیط مدرسه انجام شدند. مدرسه فاقد سالن ورزشی برای انجام آزمون‌ها و تمرینات حرکتی بود. tDCS و تمرینات حرکتی در دو هفته اول در یک اتاق مفروش (۵ × ۴) و در دو هفته بعد در اتاق کاردرمانی (۸ × ۵) مدرسه انجام شدند. پس از اتمام ۱۰ جلسه (سه جلسه در هفته)، برای ارزیابی میزان تغییرات در عملکرد حرکتی کودکان، مجدداً از آزمون MABC-2 استفاده شد.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، ابتدا نمرات خام آیتم هدف‌گیری و گرفتن با استفاده از جدول تبدیل MABC-2 به نمرات استاندارد برای هر کودک تبدیل شدند و سپس، نمرات مؤلفه هدف‌گیری و گرفتن از آزمون‌های MABC-2 در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس. نسخه ۲۱ تجزیه و تحلیل شدند. برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف^۴ و برای بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون لوین^۵ استفاده شد. همچنین، برای بررسی اثرهای تعدیل‌کنندگی متغیرهای همگام که ممکن بود بر نتیجه آزمون اصلی تأثیر بگذارند، آزمون تحلیل کوواریانس^۴ به کار برده شد. از آزمون تحلیل واریانس مختلط دو عاملی (دو گروه × دو زمان) برای بررسی وجود اثر اصلی زمان و اثر تعاملی زمان در گروه استفاده شد که در آن، زمان به عنوان عامل تکرارشونده بود. اگر تعامل معناداری مشاهده می‌شد، از آزمون‌های تی همبسته در سطح $P \leq 0.05$ به عنوان آزمون تعقیبی^۵ برای تعیین اینکه کدام یک از گروه‌های شم و آزمایشی در طول زمان پیشرفت کردند، استفاده می‌شد.

نتایج

جدول شماره یک، مقایسه ویژگی‌های آزمودنی‌ها را در دو گروه آزمایشی و شم در مرحله قبل از مداخله نشان می‌دهد. با توجه به آزمون کلموگروف-اسمیرنوف نیز مشخص شد که داده‌های هر دو گروه هم در مرحله پیش‌آزمون و هم در مرحله پس‌آزمون دارای توزیع طبیعی بودند ($0.472 \leq P \leq 0.948$). همچنین، مقایسه میانگین نمرات مؤلفه هدف‌گیری و گرفتن در دو گروه در مرحله پیش‌آزمون اختلاف معنادار آماری نداشت ($t = 0.75, P = 0.46$)؛ بنابراین، گروه‌ها از لحاظ متغیر وابسته، در مرحله پیش‌آزمون همسان بودند.

1. SPSS, IBM Corporation, Armonk, NY
2. Kolmogorov-Smirnov
3. Levene
4. Analyze of Covariance
5. Post Hoc

جدول شماره یک میانگین متغیرهای شاخص اتیسم، هوش بهر، قد، وزن و سن بین دو گروه آزمایشی و شم را در مرحله پیش از مداخله مقایسه کرده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین متغیرهای شاخص اتیسم، هوش بهر، قد، وزن و سن بین دو گروه آزمایش و شم

متغیرها	گروه آزمایش	گروه شم	درجه آزادی	مقدار تی	معناداری
	انحراف استاندارد \pm	انحراف استاندارد \pm	میانگین		
شاخص اتیسم	۵۵/۳۳ \pm ۱۸/۲۳	۵۰/۲۲ \pm ۱۷/۸۳	۱۶	-۰/۶۰	۰/۵۵
هوش بهر	۹۱/۸۸ \pm ۱۹/۹۹	۹۷/۲۲ \pm ۱۷/۹۹	۱۶	۰/۵۹	۰/۵۶
قد	۱۴۳/۵۵ \pm ۱۶/۸۶	۱۳۸/۵۵ \pm ۱۳/۱۳	۱۶	-۰/۷۰	۰/۴۹
وزن	۴۷/۶۱ \pm ۱۸/۰۸	۳۴/۲۸ \pm ۸/۷۷	۱۶	-۱/۹۸	۰/۰۶
سن	۱۱/۰۴ \pm ۲/۸۰	۹/۳۱ \pm ۲/۷۰	۱۶	۱/۳۳	۰/۲

همان گونه که در جدول بالا مشاهده می‌شود، گروه‌های آزمایش و شم از لحاظ ویژگی‌های فردی از قبیل شاخص اتیسم، هوش بهر، قد، وزن و سن اختلاف معنادار آماری ندارند. در جدول شماره دو، میانگین و انحراف استاندارد امتیاز مؤلفه هدف‌گیری و گرفتن (به‌عنوان آزمون مهارت‌های حرکتی درشت) در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داده شده است.

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد مؤلفه هدف‌گیری و گرفتن در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه آزمایشی و شم

گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
	میانگین	انحراف استاندارد
آزمایشی	۹/۳۳	۳/۱۶
شم	۱۰/۵۵	۳/۷۱

بر اساس اطلاعات جدول بالا، درصد نمره افزوده گروه آزمایش برابر با ۳۱ درصد برای گروه شم، برابر با ۰/۰۶ در طول مداخله است.

در جدول شماره سه، نتایج تحلیل واریانس مختلط دو عاملی برای مقایسه گروه‌های تجربی و شم به لحاظ مؤلفه هدف‌گیری و گرفتن (به‌عنوان آزمون مهارت‌های حرکتی درشت) نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس مختلط دوعاملی برای مقایسه گروه‌های تجربی و شم به لحاظ مؤلفه

هدف‌گیری و گرفتن

منبع	جمع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آنالیز واریانس	معناداری
زمان	۲۸/۴۴	۱	۲۸/۴۴	۶/۷۴	۰/۰۱
زمان در گروه	۱۱/۱۱	۱	۱۱/۱۱	۲/۶۳	۰/۰۴
خطا (زمان)	۶۷/۴۴	۱۶	۴/۲۱		

با توجه به اطلاعات جدول بالا، تعامل زمان در گروه برای آیتم مهارت‌های حرکتی درشت معنادار بوده است؛ بنابراین، گروه‌ها به صورت متفاوتی تحت تأثیر پروتکل‌های تمرینی خود قرار گرفته‌اند. با توجه به معنادار شدن اثر اصلی زمان در گروه، از آزمون تی همبسته به عنوان آزمون تعقیبی برای تعیین تفاوت درون‌گروهی هر کدام از گروه‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که تفاوت درون‌گروهی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون برای گروه تجربی معنادار بود ($t = 2.99, P = 0.01$)؛ درحالی‌که تغییر در گروه شم معنادار نبود. این نتیجه نشان می‌دهد که ترکیب تمرینات حرکتی و tDCS اندی منجر به بهبود مهارت‌های حرکتی درشت در کودکان با اختلال طیف اتیسم شده‌اند (درحالی‌که تمرینات حرکتی صرف، پیشرفت قابل‌ملاحظه‌ای را در مهارت‌های حرکتی درشت کودکان با اختلال طیف اتیسم ایجاد نکردند. در جدول شماره چهار، نتایج تحلیل کوواریانس متغیرهای تعدیل‌کننده پژوهش روی تفاوت نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه نشان داده شده است.

جدول ۴- نتایج تحلیل کوواریانس درمورد تأثیر تعدیل‌کنندگی متغیرهای مؤثر بر متغیر وابسته

متغیر	هدف‌گیری و گرفتن			
	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	آنالیز واریانس
قد	۳/۷۹	۱	۳/۷۹	۰/۴۳
وزن	۴/۵۹	۱	۴/۵۹	۰/۵۲
شاخص توده بدن	۲/۷۲	۱	۲/۷۲	۰/۳۰
هوش‌بهر	۲/۶۷	۱	۲/۶۷	۰/۳۰
شاخص اتیسم	۶/۰۱	۱	۶/۰۱	۰/۷۰
سن	۰/۹۱	۱	۰/۹۱	۰/۱۰

از اطلاعات جدول شماره چهار این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که متغیرهای تعدیل‌کننده تأثیری بر نتایج متغیر مستقل ندارند و تغییرات ایجادشده در میانگین متغیر وابسته ناشی از نوع مداخله است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش، تعیین تأثیر تحریک جریان مستقیم الکتریکی آندی از روی جمجمه و تمرینات منتخب حرکتی بر مهارت‌های حرکتی درشت در کودکان با اختلال طیف اتیسم بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تحریک جریان مستقیم الکتریکی آندی از روی جمجمه به همراه تمرینات منتخب حرکتی، بر اجرای مهارت‌های حرکتی درشت در کودکان با اختلال طیف اتیسم تأثیر معناداری داشتند. هیچ مطالعه‌ای تاکنون به‌طور مستقیم تأثیر تحریک قشر مغزی را بر مهارت‌های دریافتی و پرتابی ارزیابی نکرده است. بیش از ۷۲ درصد از کودکان در هر دو گروه امتیازی در آیتم گرفتن در پیش‌آزمون کسب نکرده بودند که این یافته موافق با نتایج پژوهش وایات و کریچ (۲۰۱۳) مبنی بر وجود تفاوت معنادار کودکان با اختلال اتیسم در مهارت گرفتن با سایر کودکان است. گرفتن شیء مهارت پیچیده و پویایی است که شامل انتخاب اطلاعات ادراکی درباره شیء متحرک و هماهنگ‌ساختن حرکت خود با آن برای رسیدن به مکان درست‌گرفتن شیء در زمان مناسب است (۹). وجود اختلال در تخمین حرکت، افزایش نویز حرکتی و اختلال زمان‌بندی^۱ و در نتیجه، افزایش تغییرپذیری در جنبه‌های زمانی و مکانی اجرا در افراد با اختلال اتیسم (۱۰)، در مهارت‌های کار با توپ، از لحاظ شناختی بسیار چالش‌برانگیز می‌شود. نقص در کنترل شناختی مهارت‌های حرکتی که عملکرد ضعیف جسم مخطط قدامی را نشان می‌دهد، در دوران نوجوانی و بزرگسالی بیشتر نمایان می‌شوند (۲۰).

درستی و تغییرپذیری حرکت در زندگی روزانه، مستلزم هم‌زمانی فعالیت‌های عضلانی از طریق ترتیب زمانی خاصی از عملکرد حرکتی است که آن را از طریق زیرلایه‌های عصبی بالاتر و مراکز حرکتی پایین‌تر کنترل می‌کند (۲۵). وانگ و همکاران (۸) در پژوهش خود در سال ۲۰۱۴ مشاهده کردند که افراد با اختلال اتیسم هنگام تلاش برای ثابت‌نگه‌داشتن نیرو، افزایش بیشتری را در تغییرپذیری نیرو نشان می‌دهند (۸). به‌نظر می‌رسد که نبود توانایی در همسان‌کردن نیرو، شتاب و سرعت حرکت در کودکان با اختلال اتیسم، باعث ایجاد ضربات متغیر و ناکارآمد در مهارت‌های پرتابی می‌شود. وایات و کریچ (۹) در پژوهش خود در سال ۲۰۱۳، در کودکان با اختلال طیف اتیسم سطوح کاهش‌یافته از

جفت‌شدگی تاو^۱ را نشان دادند که به مشکلات خاص در جفت‌شدگی ادراک- عمل اشاره دارد که به‌نوبه خود به حرکت ناهماهنگ و غیرهم‌زمان^۳ و در نتیجه، به اجرای ضعیف در عمل گرفتن منجر می‌شود (۹).

عملکرد موفق در تکالیف مربوط به گرفتن، در توانایی تنظیم و استفاده کردن از ویژگی‌های ادراکی برای کنترل زمانی حرکت گرفتن منعکس می‌شود (۴۲). اختلالات، در اصلاحات آنلاین احتمالاً به دلیل اتصال نابه‌هنجار بین نواحی حسی و حرکتی اولیه (۴۳) و آفلاین^۴ باعث توانایی نداشتن کودکان با اختلال اتیسم در استفاده از بازخورد بصری و همچنین، اطلاعات حرکت قبلی برای برنامه‌ریزی مؤثرتر حرکات می‌شود (۴۴). tDCS آندی بر تغییرات آفلاین در سطح مهارت تأثیر می‌گذارد و اثر پس از تحریک^۵ آن نسبت به tDCS کاتدی برای مدت زمان بیشتری باقی می‌ماند (۱۶).

در پژوهش کان و چو^۶ (۲۵) در سال ۲۰۱۵، tDCS آندی بر ناحیه حسی حرکتی اولیه^۷ (SM1) تفاوت معناداری را در میزان تغییرپذیری حرکت ایجاد نکرد؛ اما یافته‌های پیشین، از تأثیر تحریک M1 و قشر پیش حرکتی قبل از کسب مهارت بر افزایش یادگیری و انطباق حرکتی حمایت قرار کرده‌اند (۴۵،۴۶). احتمالاً در این پژوهش، tDCS آندی باعث تسهیل در یادگیری تکالیف تمرینی و انتقال مثبت بین آن‌ها و آیت‌های آزمون شده است؛ برای مثال، آموزش مکرر حرکات بالستیک یک دست، تحریک‌پذیری قشری نخاعی را تعدیل می‌کند و به یک الگوی مناسب از برونده حرکتی منجر می‌شود (۴۷). نقش tDCS در افزایش تحریک‌پذیری می‌تواند گسترده باشد. فعال‌سازی هم‌زمان سیناپسی که به‌واسطه تمرین حرکتی به‌وجود می‌آید، می‌تواند از طریق ویژگی سیناپسی^۸ به پیشرفت‌هایی در عملکرد منجر شود؛ بنابراین، tDCS آندی تحریک‌پذیری عصبی را در یک شبکه قشری گسترده افزایش داده است (۴۶) و تمرینات منتخب حرکتی تغییرات سیناپسی مناسب را تقویت کرده است که به افزایش یادگیری در مهارت‌های هدف‌گیری و گرفتن منجر شد. این تمرینات به شکلی متفاوت از آیت‌های آزمون اجرا می‌شدند و از مطالعات پیشین که انعطاف‌پذیری وابسته به تکرار^۹ را در نظر می‌گرفتند (۲۴،۲۷)، متمایز بودند. تفاوت بین آیت‌های آزمون و تمرینات حرکتی مستلزم ایجاد تغییرات اساسی در تنظیم سلول‌ها در قشر حرکتی است.

-
1. Tau Coupling
 2. Perception – Action Coupling
 3. Unsynchronized
 4. Online and Offline Corrections
 5. After Effect
 6. Kwon & Cho
 7. Primary Sensorimotor Areas
 8. Synaptic Specificity
 9. Repetition-Dependent Plasticity

اربان و همکاران (۴۸) در پژوهش خود در سال ۲۰۱۱، مطرح کردند که tDCS (صرف‌نظر از قطبیت آن) روی M_1 تقویت سیناپسی را افزایش می‌دهد و منجر به یادگیری می‌شود. همچنین، در طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی^آ (MRS) کاهش غلظت گابا^آ (GABA) در نتیجه اعمال هر دو tDCS آندی و کاتدی مشاهده شده است (۴۹). از یک طرف، ارتباط گابا با ظهور برخی ویژگی‌های اتیسم مانند رفتارهای کلیشه‌ای (۵۰) و از طرف دیگر، کاهش تراکم آن در نتیجه اعمال tDCS (۵۲، ۵۱، ۴۹) و ایجاد یادگیری حرکتی (۵۳)، باعث استفاده محتاطانه از این ابزار در افراد با اختلال طیف اتیسم با هدف بهبود یادگیری حرکتی آن‌ها می‌شود.

پیام مقاله: ترکیب تحریک قشر مغزی و تمرینات حرکتی در مقایسه با استفاده از هریک از مداخله‌ها به‌طور جداگانه، پتانسیل بهبود عملکرد حرکتی را در کودکان با اختلال طیف اتیسم دارد. استفاده از روش‌های نوین مداخله به‌ویژه تحریک مغزی در کنار سایر روش‌ها، برای بهبود یادگیری و رشد حرکتی در زمان کوتاه‌تر و با صرف انرژی و هزینه کمتر، به‌عنوان روش مؤثری قابل استفاده خواهد بود. با توجه به اینکه در این پژوهش از تحریک آندی برای بهبود عملکرد حرکتی کودکان استفاده شد و آزمودنی‌ها با میانگین شدت پایین علائم اتیسم بودند و همچنین، به‌دلیل محدودیت در انتخاب آزمودنی‌ها، امکان وارد کردن تعداد بیشتری از کودکان در پژوهش وجود نداشت؛ بنابراین، به انجام پژوهش‌هایی روی گروه‌های بزرگ‌تر کودکان با سطوح مختلف علائم اتیسم و همچنین، قطب تحریکی متفاوت با هدف ارزیابی استفاده عملکردی از تحریک غیرتهاجمی مغزی نیاز است.

منابع

1. Developmental Disabilities Monitoring Network Surveillance Year 2010 Principal Investigators & Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years - Autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2010. Morbidity and mortality weekly report surveillance summaries (Washington, DC: 2002). 2014; 63:1-21.
2. Green D, Baird G, Barnett AL, Henderson L, Huber J, Henderson SE. The severity and nature of motor impairment in Asperger's syndrome: A comparison with specific developmental disorder of motor function. *J. Child Psychol. Psychiatry.* 2002; 43(5):655-68.

-
1. Orban de Xivry
 2. Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS)
 3. Gama Amino Butyric Acid (GABA)

3. Hilton C, Wente L, LaVesser M, Reed Ito C, Herzberg G. Relationship between motor skill impairment and severity in children with Asperger syndrome. *Res. Autism Spectr. Disord.* 2007; 1(4):339-49.
4. Manjiviona J, Prior M. Comparison of asperger syndrome and high-functioning autistic children on a test of motor impairment. *JADD.* 1995; 25:23-9.
5. Miyahara M, Tisujii M, Hori M, Nakanishi K, Kageyama H, Sugiyama T. Brief report: Motor in-coordination in children with Asperger syndrome and learning disabilities. 1997; 27(5):595-603.
6. DeMyer MK. Motor, perceptual-motor, intellectual disabilities of autistic children. *Early Child. Aut.* 1976; 2:169-96.
7. Morin B, Reid G. A quantitative and qualitative assessment of autistic individuals on selected motor tasks. *ADAPT PHYS ACT Q.* 1985; 2:43-55.
8. Wang Z, Magnon GC, White SP, Greene RK, Vaillancourt DE, Mosconi MW. Individuals with autism spectrum disorder show abnormalities during initial and subsequent phases of precision gripping. *J Neurophysiol.* 2014; 113:1989-2001.
9. Whyatt CP, Craig CM. Interceptive skills in children aged 9-11 years, diagnosed with autism spectrum disorder. *Res. Autism Spectr. Disord.* 2013; 7:613-23.
10. Gowen E, Hamilton A. Motor Abilities in autism: A review using a computational context. *J Autism Dev Disord.* 2012; 43(2):323-44.
11. Liu T, Breslin CM. Fine and gross motor performance of the MABC-2 by children with autism spectrum disorder and typically developing children. *Res. Autism Spectr. Disord.* 2013; 7:1244-9.
12. Sacrey LA, Germani T, Bryson SE, Zwaigenbaum L. Reaching and grasping in autism spectrum disorder: A review of recent literature. *Front Neurol.* 2013; 5(6): 1-33.
13. Nutt JG, Marsden CD, Thompson PD. Human walking and higher-level gait disorders, particularly in the elderly. *Neurology.* 1993; 43:268-79.
14. Takarae Y, Luna B, Minshew NJ, Sweeney JA. Patterns of visual sensory and sensorimotor abnormalities in autism vary in relation to history of early language delay. *J Int Neuropsychol Soc.* 2008; 14:980-9.
15. Allen G, Courchesne E. Differential effects of developmental cerebellar abnormality on cognitive and motor functions in the cerebellum: an fMRI study of autism. *Am J Psychiatry.* 2003; 160:262-73.
16. Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol.* 2000; 527(Pt 3):633-9.
17. Fritsch B, Reis J, Martinowich K, Schambra HM, Ji Y, Cohen LG, et al. Direct current stimulation promotes BDNF-dependent synaptic plasticity: Potential implications for motor learning. *Neuron.* 2010;66(2):198-204.
18. Nitsche MA, Cohen LG, Wassermann EM, Priorit A, Lang N, Antal A, et al. Transcranial direct current stimulation: State of the art. *Brain Stimul.* 2008;1(3): 206-23.
19. Brunoni AR, Nitsche MA, Bolognini N, Bikson M, Wagner T, Merabet L, et al. Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): Challenges and future directions. *Brain Stimul.* 2012;5(3):175-95.

20. Luna B, Doll SK, Hegedus SJ, Minshew NJ, Sweeney JA. Maturation of executive function in autism. *Biol Psychiat*. 2007; 61:474–81.
21. Tortella G, Casati R, Aparicio LVM, Mantovani A, Senço N, D’Urso G, et al. Transcranial direct current stimulation in psychiatric disorders. *World J Psychiatry*. 2015; 5(1):88-102.
22. Boggio PS, Asthana MK, Costa TL, Valasek CA, Osório AAC. Promoting social plasticity in developmental disorders with non-invasive brain stimulation techniques. *Front Neurosci*. 2015; 9:1-9.
23. Floel A. tDCS-enhanced motor and cognitive function in neurological diseases. *Neuroimage*. 2014;85(3):934–47.
24. Koyama S, Tanaka S, Tanabe Sh, Sadato N. Dual-hemisphere transcranial direct current stimulation over primary motor cortex enhances consolidation of a ballistic thumb movement. *Neurosci. Lett*. 2015; 588:49–53.
25. Kwon YH, Cho JS. Effect of transcranial direct current stimulation on movement variability in repetitive - simple tapping task. *J Kor Phys Ther*. 2015; 27(1):38-42.
26. Lee YS, Yang HS, Jeong CJ, Yoo YD, Jeong SH, Jeon OK, et al. The effects of transcranial direct current stimulation on functional movement performance and balance of the lower extremities. *J Phys Ther Sci*. 2012; 24:1215–8.
27. Matsuo A, Maeoka H, Hiyamizu M, Shomoto K, Morioka S, Seki K. Enhancement of precise hand movement by transcranial direct current stimulation. *Neuroreport*. 2011;22(2):78-82.
28. Théoret H, Halligan E, Kobayashi M, Fregni F, Tager-Flusberg H, and Pascual-Leone A. Impaired motor facilitation during action observation in individuals with autism spectrum disorder. *Curr Biol*. 2005; 15:84–5.
29. Enticott PG, Rinehart NJ, Tonge BJ, Bradshaw JL, Fitzgerald PB. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) improves movement-related cortical potentials in autism spectrum disorders. *Brain Stimul*. 2012; 5:30–7.
30. D’urso G, Bruzzese D, Ferrucci R, Priori A, Pascotto A, Galderisi S, et al. Transcranial direct current stimulation for hyperactivity and noncompliance in autistic disorder. *World J Biol Psychiatry*. 2015; 16(5):1–6.
31. Schneider HD, Hopp JP. The use of the bilingual aphasia test for assessment and transcranial direct current stimulation to modulate language acquisition in minimally verbal children with autism. *Clin Linguist Phon*. 2011; 25(6-7):640–54.
32. Breslin CM, Liu T. Do You Know What I’m saying? strategies to assess motor skills for children with autism spectrum disorder. *JOPERD*. 2015; 86:10-5.
33. McCleery JP, Elliott NA, Sampanis DS, Stefanidou CA. Motor development and motor resonance difficulties in autism: Relevance to early intervention for language and communication skills. *Front Integr Neurosci*. 2013;7(30):1-20.
34. Marchese R, Diverio M, Zucchi F, Lentino C, Abbruzzese G. The role of sensory cues in the rehabilitation of parkinsonian patients: a comparison of two physical therapy protocols. *Mov. Disord*. 2000; 15:879–83.
35. Wall AE. The developmental skill-learning gap hypothesis: Implications for children with movement difficulties. *ADAPT PHYS ACT Q*. 2004;21: 196–218.

36. Raven J. The Raven's progressive matrices: Change and stability over culture and time. *Cogn. Psychol.* 2002; 41:1-48.
37. Corman L, Budoff M. Factor structures of retarded and nonretarded children on Raven's progressive matrices. *ERIC.* 1973; 3(54):1-11.
38. Henderson SHE, Sugden DA, Barnett AL. Movement assessment battery for children-2. 2nd ed. London: Pearson Assessment; 2007.
39. Minhas P, Bikson M, Woods AJ, Rosen AR, Kessler SK. Transcranial direct current stimulation in pediatric brain: A computational modeling study. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2012; 859-62.
40. Horvath JC, Carter O, Forte JD. Transcranial direct current stimulation: Five important issues we aren't discussing (but probably should be). *Front Syst Neurosci.* 2014;8: 2-8.
41. Miyaguchia S, Onishi H, Kojima S, Sugawara K, Tsubaki A, Kirimoto H, et al. Corticomotor excitability induced by anodal transcranial direct current stimulation with and without non-exhaustive movement. *Brain Res.* 2013; 1529:83-91.
42. Lee DN, Georgopoulos AP, Clark MJO, Craig C, Port NL. Guiding contact by coupling taus of gaps. *Exp. Brain Res.* 2001; 139:151-9.
43. Stoit AMB, Van Schie HT, Slaats-Willems DIE, Buitelaar JK. Grasping motor impairments in autism: Not action planning but movement execution is deficient. *J Autism Dev Dis.* 2013:1825-8. Doi: 10.1007/s10803.
44. David FJ, Baranek GT, Wiesen C, Miao AF, Thorpe DE. Coordination of precision grip in 2-6 years-old children with autism spectrum disorder compared to children developing typically and children with developmental disabilities. *Front Integrat Neurosci.* 2012; 6:1-13.
45. Hadipour-Niktarash A, Lee CK, Desmond JE, Shadmehr R. Impairment of retention but not acquisition of a visuomotor skill through time-dependent disruption of primary motor cortex. *J Neurosci.* 2007; 27:13413-9.
46. Kaski D, Quadir S, Patel M, Yousif N, Bronstein AM. Enhanced locomotor adaptation after effect in the "broken escalator" phenomenon using anodal tDCS. *J. Neurophysiol.* 2012; 107:2493-505.
47. Classen J, Liepert J, Wise SP, Hallett M, Cohen LG. Rapid plasticity of human cortical movement representation induced by practice. *Neurophysiol.* 1998; 79: 1117-23.
48. Orban de Xivry JJ, Marko MK, Pekny SE, Pastor D, Izawa J, Celnik P, et al. Stimulation of the human motor cortex alters generalization patterns of motor learning. *Neuroscience.* 2011;31(19):7102-10.
49. Stagg ChJ, Best JG, Stephenson MC, O'Shea J, Wylezinska M, Kincses ZT, et al. Polarity-sensitive modulation of cortical neurotransmitters by transcranial stimulation. *Neuroscience.* 2009;29(16): 5202-6.
50. Chao HT, Chen H, Samaco RC, Xue M, Chahrour M, Yoo J, et al. Dysfunction in GABA signalling mediates autism-like stereotypies and Rett syndrome phenotypes. *Nature.* 2010; 468:263-9.
51. Kim S, Stephenson MC, Morris PG, Jackson SR. tDCS-induced alterations in GABA concentration within primary motor cortex predict motor learning and motor memory: A 7 T magnetic resonance spectroscopy study. *NeuroImage.* 2014; 99:237-43.

52. Stagg ChJ, Bachtiar V, Johansen-Berg H. The Role of GABA in Human Motor Learning. *Curr. Biol.* 2011;21(6):480-4.
53. Floyer-Lea A, Wylezinska M, Kincses T, Matthews PM. Rapid modulation of GABA concentration in human sensorimotor cortex during motor learning. *J Neurophysiol.* 2006; 95:1639-44.

استناد به مقاله

محمودی‌فر الهام، موحدی احمدرضا، عرب‌عامری الهه، فرامرزی سالار. تأثیر تحریک مستقیم جمجمه‌ای و تمرینات منتخب حرکتی بر مهارت‌های حرکتی درشت در کودکان با اختلال طیف اتیسم. رفتار حرکتی. تابستان ۱۳۹۷؛ ۱۰(۳۲): ۹۶-۷۹. شناسه دیجیتال: 10.22089/mbj.2017.4534.1532

Mahmoodifar E, Movahedi A. R, Arabameri E, Faramarzi S. The Effects of Transcranial Direct Current Stimulation and Selective Motor Training on Gross Motor Skills in Children with Autism Spectrum Disorders. *Motor Behavior.* Summer 2018; 10 (32): 79-96. (In Persian). Doi: 10.22089/mbj.2017.4534.1532

