

## اثر تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی

فواد نیک نسب<sup>۱</sup>، فضل‌اله باقرزاده<sup>۲</sup>، محمود شیخ<sup>\*۳</sup>، علی مقدمزاده<sup>۴</sup>، داود حومینان<sup>۵</sup>

۱. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. دانشیار رفتار حرکتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. استاد رفتار حرکتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴. استادیار روان‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۵. استاد رفتار حرکتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۵

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۱

## Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Visual-Motor Integration in Children with Developmental Coordination Disorder (DCD)

Foad Niknasab<sup>1</sup>, Fazlollah Bagherzadeh<sup>2</sup>, Mahmoud Sheikh<sup>\*3</sup>, Ali Moghadamzadeh<sup>4</sup>, Davoud Hominian<sup>5</sup>

1. Ph.D. Student in Motor Behavior, University of Tehran, Tehran, Iran

2. Associate Professor of Motor Behavior, University of Tehran, Tehran, Iran

3. Professor of Motor Behavior, University of Tehran, Tehran, Iran

4. Assistant Professor of Psychology, University of Tehran, Tehran, Iran

5. Assistant Professor of Motor Behavior, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2022/04/21

Accepted: 2023/01/25

10.30473/clpsy.2024.63771.1663

## Abstract

Children with developmental coordination disorder (DCD) display slowness, inaccuracy, and insufficient coordination in the performance of motor skills. Compared to children with normal development, they generally have poorer performance in tasks that require visual-motor integration. We evaluated the effect of tDCS stimulation on visual-motor integration in children with DCD. In this quasi-experimental study, featuring a pre-test-post-test design, 40 students with DCD aged 7-10 years were selected according to the inclusion criteria and randomly assigned into two groups: tDCS stimulation and artificial stimulation. In the pre-test, participants took a visual-motor integration test. The intervention phase was administered for 5 consecutive days. Each day, the subjects underwent either electrical stimulation in the motor cortex (anode at C3 and cathode at Fp2) or artificial stimulation. The post-test was administered in the last session. Short-term and long-term follow-ups were performed 1 day and 42 days after the post-test, respectively. Repeated measures ANOVA was used to analyze the data. The results showed that electrical stimulation of the motor cortex significantly improves the visual-motor integration of children with DCD. The follow-up results supported the persistence of motor-visual integration in these children. In general, the results emphasized the effectiveness of tDCS exercises on motor-visual integration in children with DCD.

**Keywords:** Developmental Coordination Disorder (DCD), Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS), Visual-Motor Integration.

## چکیده

چکیده: کودکان مبتلا به DCD در هماهنگی حرکات، کندگی و عدم دقت در عملکرد مهارت‌های حرکتی مشکل دارند و به طور کلی در مقایسه با کودکان با رشد معمولی، عملکرد ضعیف‌تری در تکالیفی دارند که به یکپارچگی بینایی حرکتی نیاز دارند، بنابراین مطالعه حاضر با هدف اثر تحریک tDCS بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انجام گرفت. در این مطالعه نیمه‌تجربی که با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون اجرا گردید، ۴۰ دانش‌آموز ۷ تا ۱۰ ساله دارای اختلال هماهنگی رشدی با توجه به معیارهای ورود انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه تحریک tDCS و تحریک ساختگی قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان در پیش‌آزمون، به اجرای آزمون یکپارچگی حرکتی پرداختند. مرحله مداخله در ۵ روز متوالی انجام گرفت که در هر روز، تحریک الکتریکی مغز از قشر حرکتی (آند C3 و کاتد Fp2) و تحریک ساختگی انجام می‌گرفت. در آخرین جلسه، پس‌آزمون اجرا گردید. یک روز و ۴۲ روز بعد از مرحله پس‌آزمون، به ترتیب مرحله پیگیری کوتاه‌مدت و بلندمدت انجام گرفت. داده‌ها به روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری تحلیل شد. نتایج نشان داد که تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای قشر حرکتی، باعث بهبود معنی‌دار یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی گردید. دیگر نتایج، حاکی از ماندگاری یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی در آزمون‌های پیگیری کوتاه‌مدت و بلندمدت بود. به‌طور کلی، نتایج مطالعه حاضر بر اثربخشی تمرینات tDCS بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان اختلال هماهنگی رشدی تأکید دارد.

**کلیدواژه‌ها:** اختلال هماهنگی رشدی، تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای، یکپارچگی بینایی حرکتی.

\*Corresponding Author: Mahmoud Sheikh

Email: msheikh@ut.ac.ir

\* نویسنده مسئول: محمود شیخ

## مقدمه

اختلال هماهنگی رشد یک اختلال عصبی رشدی است که حدود ۵ تا ۶ درصد از کودکان در سن مدرسه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (بلانک و همکاران، ۲۰۱۹؛ هریس و همکاران، ۲۰۱۵). با این حال، این برآورد با توجه به فرهنگ و معیارهای برش مورد استفاده برای آزمون‌های حرکتی متفاوت است (بلانک و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات اپیدمیولوژیک تخمین می‌زند که شیوع این اختلال در پسران بیشتر از دختران و در کودکان نارس بدون ارتباط با عوامل اجتماعی-اقتصادی یا آموزشی است. اختلال هماهنگی رشدی با اختلال حرکتی مشخص می‌شود که با عملکرد فعالیت‌های زندگی روزمره کودک (ADL) تداخل پیدا می‌کند، که به عنوان یکی از رایج‌ترین مشکلات کودکان در سن مدرسه در نظر گرفته می‌شود (بلانک و همکاران، ۲۰۱۹). کودکان مبتلا به DCD در هماهنگی حرکات، کندی و عدم دقت در عملکرد مهارت‌های حرکتی مشکل دارند و به طور کلی در مقایسه با کودکان با رشد معمولی، عملکرد ضعیف‌تری در تکالیفی دارند که به یکپارچگی بینایی-حرکتی نیاز دارند (کوتینیو و همکاران، ۲۰۱۱؛ والورده و همکاران، ۲۰۲۰). یکپارچگی بینایی-حرکتی درجه هماهنگی بین ادراک دیداری و حرکات دست و انگشت هنگام انجام یک تکلیف است (دی کاسترو ماگاساس و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین، یکپارچگی بینایی حرکتی توانایی درک برونداد بینایی، پردازش اطلاعات و هماهنگ کردن پاسخ حرکتی است (شنک، ۱۹۹۶). مهارت‌های یکپارچگی بینایی-حرکتی برای مشارکت در فعالیت‌های مهم حیاتی هستند (شنک، ۱۹۹۶). مهارت‌های یکپارچگی بینایی-حرکتی برای تکمیل فعالیت‌های آموزش اولیه که بعداً بر موفقیت در مهدکودک و مدرسه تأثیر می‌گذارند، ضروری هستند. به عنوان مثال، فعالیت‌های اساسی دوران کودکی مانند دست خط، صفحه کلید و پرتاب و گرفتن توپ، همگی از مهارت‌های یکپارچگی بینایی حرکتی استفاده می‌کنند (کارسون و همکاران، ۲۰۲۱). مهارت‌های یکپارچگی بینایی حرکتی شامل هماهنگی چشم و دست، مهارت‌های ادراکی بینایی، هماهنگی حرکتی درشت و هماهنگی حرکتی ظریف هستند (کورنهییل و همکاران، ۱۹۹۶). با توجه به اینکه کودکان مبتلا به DCD در هماهنگی حرکات، کندی و عدم دقت در عملکرد مهارت‌های حرکتی مشکل دارند بنابراین دور از انتظار نیست که عملکرد ضعیف‌تری در تکالیفی دارند که به یکپارچگی

بینایی حرکتی نیاز دارند (کوتینیو و همکاران، ۲۰۱۱؛ والورده و همکاران، ۲۰۲۰). در این راستا، کودکان مبتلا به DCD تشویق می‌شوند تا کارهایی را که برایشان دشوار است، تمرین کنند، به این امید که تکرار حرکت باعث بهبود عملکرد شود (لواک و همکاران، ۲۰۰۹؛ اسمیتز-انگلسمن و همکاران، ۲۰۱۳؛ بلانک و همکاران، ۲۰۱۹). اگرچه موفقیت‌ها با تمرین گزارش شده‌اند، اما بهبودها اغلب متغیر هستند و معمولاً با تمرین فشرده مشاهده می‌شوند (اسمیتز-انگلسمن و همکاران، ۲۰۱۳؛ جان و همکاران، ۲۰۱۸). نیاز به دوزهای بالای تکرار را می‌توان به نرخ آهسته‌تر یادگیری حرکتی در کودکان مبتلا به DCD نسبت داد (جان و همکاران، ۲۰۱۸؛ بیوتو و همکاران، ۲۰۱۶) با این حال، چنین آموزش‌هایی ممکن است برای اکثر کودکان بی‌خطر باشد و نیاز به درمان‌های کارآمدتر را برجسته کند.

استفاده از تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS)، شکلی از تحریک غیرتهاجمی مغز، در توانبخشی حرکتی به سرعت در حال گسترش است (پالم و همکاران، ۲۰۱۶؛ بیکسون و همکاران، ۲۰۱۶). tDCS، از طریق اعمال جریان الکتریکی زیرآستانه (۱-۲ میلی آمپر)، تحریک‌پذیری و خودانگیختگی نورون‌ها را تغییر می‌دهد، و مکانیسم‌های درون‌زا عصبی پلاستیسیته مغز را تسهیل می‌کند (استاگ و نیتچه، ۲۰۱۱؛ کرونبورگ و همکاران، ۲۰۱۷). هنگامی که با آموزش مهارت‌های حرکتی همراه شود، tDCS چند جلسه‌ای برای تقویت یادگیری حرکتی در بزرگسالان (ریس و همکاران، ۲۰۰۹)، معمولاً کودکان در حال رشد (سیچانسکی و کرتون، ۲۰۱۷؛ کول و همکاران، ۲۰۱۸) و کودکان دارای اختلال حرکتی مانند فلج مغزی (گروس و همکاران، ۲۰۱۹؛ فینسیگورا و همکاران، ۲۰۱۹) نشان داده شده است. بررسی‌های اخیر، تحقیقات رو به رشدی را که پتانسیل درمانی tDCS را در کودکان مبتلا به اختلالات عصبی رشدی بررسی می‌کنند، برجسته می‌کند (گروس و همکاران، ۲۰۱۹؛ فینسیگورا و همکاران، ۲۰۱۹). شواهد اولیه از بهبود عملکرد حرکتی tDCS در تعادل، راه رفتن، عملکرد دست، زمان واکنش و کنترل بازدارنده حمایت کرده است. ایمنی tDCS در بزرگسالان (بیکسون و همکاران، ۲۰۱۶) و کودکان (زودی و همکاران، ۲۰۲۰) به خوبی تثبیت شده است.

در زمینه یکپارچگی بینایی حرکتی، اگرچه با جستجوی محقق در پایگاه‌های اطلاعاتی اثر تمرینات tDCS بر

پرسشنامه اختلال هماهنگی رشد نسخه ۷ تکمیل شده توسط والدین)، شروع مشکلات حرکتی از مرحله اولیه رشد (معیار C)، و اگر سایر اختلالات مانند اختلالات عصبی، ذهنی، نقص بینایی یا دیستروفی عضلانی تشخیص داده شد (معیار D). برای معیار C و D، کودکان به روانپزشک ارجاع داده شدند.

برای اجرای این پژوهش از دستگاه Activedose استفاده شد. حداکثر شدت جریان این دستگاه ۴ میلی آمپر است و حداکثر ولتاژ ۸۰ (به صورت DC) می‌باشد. دستگاه شامل دو الکتروود آند و کاتد است که بر روی نقاط خاصی از پوست سر (روی جمجمه) قرار می‌گیرند. اندازه الکترودهای بکار رفته ۵ \* ۷ سانتی‌متر بود. برای سنجش، یکپارچگی بینایی حرکتی از آزمون رشدی یکپارچگی بینایی حرکتی بیری (۱۹۸۵) استفاده شد. این آزمون برای ارزیابی یکپارچگی بینایی-حرکتی افراد در دامنه سنی دو تا ۱۰ سال استفاده می‌شود. یکپارچگی بینایی-حرکتی توانایی یکپارچگی مهارت‌های پردازشی اطلاعات بینایی و حرکتی است و سطحی از ادراک است که مسئول فرایند پذیرش و شناخت محرک‌های بینایی و حرکات هماهنگ انگشتان دست است. یکپارچگی بینایی-حرکتی برای مهارت‌های یادگیری مانند دست‌نویسی، تایپ کردن، پرتاب کردن و دریافت کردن ضروری است. این آزمون یک فرم استاندارد آزمایشی است و فرم بلند آن شامل ۲۴ شکل بیری، سه شکل مقدماتی به صورت مستقیم کپی و ترسیم شده و سه شکل نشانه گذاری و خط کشی از مجموع ۳۰ آیتیم است. برای هر شکل صحیح، یک امتیاز به فرد تعلق می‌گیرد و برای نادرست هر شکل امتیازی در نظر گرفته نمی‌شود. پایایی بین گروه‌های سنی متفاوت شامل پایایی آزمون-بازآزمون ۰/۸۸ و پایایی ارزیابی ۰/۹۳ گزارش شده است. دامنه پایایی این آزمون بین ۰/۹-۰/۹۸ است و با توجه به اعتبار همزمان، به طور نسبی با آزمون‌های خرده مقیاس آزمون رشدی ادراک بینایی ارتباط دارد (دونی و همکاران، ۲۰۱۶).

### روش اجرا

روش گردآوری مطالعه حاضر به روش میدانی بود. در ابتدا از والدین رضایتنامه آگاهانه کتبی کسب شد. همچنین کودکان به صورت شفاهی تمایل خود را برای شرکت در پژوهش اعلام نمودند. سپس شرکت‌کنندگان با اهداف تحقیق و نحوه امتیازدهی و اجرای آزمون‌های مورد نظر آشنا گردیدند. مطالعه حاضر شامل مراحل پیش آزمون، مداخله (تمرین)،

کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی یافت نگردید، اما نتایج مطالعات در کودکان و بزرگسالان سالم دارای تناقض می‌باشد. در این مورد، آنتال و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که تحریک DCS، هماهنگی دیداری حرکتی را افزایش داده است (آنتال و همکاران، ۲۰۰۴) و همچنین تحریک DCS، طیف وسیعی از تأثیرات را در ادراک بینایی حرکتی نشان داده است (آنتال و پائولوس، ۲۰۰۸؛ اسپینگل و همکاران، ۲۰۱۲). اما هریس و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که تحریک DCS، بر توجه بینایی حرکتی و عملکرد دیداری حرکتی تأثیر معنی‌داری ندارد. همچنین برونثور و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که تحریک DCS بر هماهنگی بینایی حرکتی تأثیر معنی‌داری ندارد. با توجه به نتایج متناقض در تحقیقات گذشته و با توجه به اینکه اثر تحریک tDCS بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انجام نشده است؛ مطالعه حاضر با هدف اثر تحریک tDCS بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انجام گرفت.

### روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود که به صورت میدانی انجام گرفت. حجم نمونه برای طرح تحقیق با استفاده از نرم افزار PASS (نسخه ۲۰۰۸؛ USA، UT، Kaysville، NCSS) تعیین شد. با در نظر گرفتن توان آماری ۰/۸۰ با سطح آلفای ۰/۰۵ برای آزمون دو طرفه، حجم نمونه ۴۰ شرکت‌کننده محاسبه شد و به طور تصادفی در دو گروه تحریک قشر حرکتی و تحریک ساختگی قرار گرفتند. این کودکان از بین کودکان ۷ تا ۱۰ ساله مبتلا به DCD مدارس ابتدایی شهر تهران انتخاب شدند. معیار ورود شامل: (۱) تشخیص رسمی DCD، (۲) محدوده سنی ۷-۱۰ سال، و (۳) IQ طبیعی (بالای ۷۰). معیار خروج، تشخیص طیف اوتیسم، اختلال کم توجهی بیش‌فعالی، اختلالات عصبی یا جسمانی و تجویز هرگونه دارو، درمان‌های دارویی و عدم مشارکت منظم در فعالیت‌بدنی بود. کودکان DCD بر اساس چهار معیار تعیین شده توسط معیارهای DCD راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی انتخاب شدند. از جمله نمره کمتر از صدک ۱۶ در آزمون مهارت حرکتی بروینیکس-آزرتسکی (معیار A)، تداخل واضح مشکلات حرکتی با فعالیت‌های عادی زندگی (معیار B، امتیاز دهی کمتر از صدک ۱۵ در

استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شد.

### یافته‌های پژوهش

در جدول ۱ نمرات یکپارچگی بینایی حرکتی در گروه‌های مختلف و طی مراحل مختلف اندازه‌گیری ارائه شده است.

برای تحلیل داده‌های این مطالعه از آزمون تحلیل واریانس (۲ گروه) با اندازه‌گیری تکراری (پیش آزمون، پس آزمون، پیگیری کوتاه مدت و پیگیری بلند مدت) استفاده گردید. پیش فرض اول این آزمون برابری ماتریس کواریانس می‌باشد. با توجه به عدم سطح معنی‌داری آزمون باکس ( $P = 0/711$ )، ماتریس کواریانس داده‌ها برابر می‌باشد. پیش فرض دوم این آزمون اصل تقارن مرکب می‌باشد. برای برقراری این اصل از آزمون کرویت موخلی استفاده گردید. با توجه به عدم معنی‌دار بودن آزمون کرویت موخلی ( $0/409$ )،  $P =$  شاخص‌های (F) مربوط به اثر فرض کرویت گزارش شد. علاوه بر این پیش از بررسی اثرات بین گروهی، برای برابری واریانس‌های خطا از آزمون لوین استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد که آزمون F برای هیچ یک از عامل‌های درون گروهی معنی‌دار نیست ( $0/456$ )=پیش آزمون P،  $0/072$ =پس آزمون P،  $0/144$ =پیگیری کوتاه مدت P،  $0/161$ =پیگیری بلند مدت P) و این نشان می‌دهد که مفروضه همگنی واریانس در بین گروه‌های متغیر مستقل برقرار است.

پس آزمون و پیگیری کوتاه مدت و بلند مدت بود. شرکت‌کنندگان در مرحله پیش آزمون ابتدا به اجرای آزمون رشدی یکپارچگی بینایی - حرکتی پرداختند. مرحله مداخله در ۵ روز متوالی انجام گرفت. مطالعات قبلی نشان دادند روند پنج روزه اثرات امیدوار کننده‌ای را به دنبال دارد و از آن می‌توان به عنوان روندی موثر سود جست (گروس و همکاران، ۲۰۲۰). در گروه تحریک الکتریکی مستقیم قشر حرکتی شرکت‌کنندگان در هر روز پیش از تمرین به مدت ۲۰ دقیقه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای قشر حرکتی (آند C3 و کاتد Fp2) را دریافت می‌کنند (به این صورت که در تحریک الکتریکی آندی جریان مستقیم ۱/۵ میلی آمپر در تمام طول مدت تحریک به فرد وارد می‌شود). در گروه تحریک الکتریکی ساختگی (تصنعی) شرکت‌کنندگان در هر روز پیش از تمرین به مدت ۲۰ دقیقه تحریک الکتریکی ساختگی را دریافت می‌کنند (تحریک الکتریکی شم بعد از اتصال الکترودها جریان الکتریکی ۱/۵ میلی آمپر به فرد وارد می‌شود. اما بعد از گذشت ۳۰ ثانیه بدون اینکه به فرد اطلاعی داده شود، جریان الکتریکی قطع می‌شود). بلافاصله بعد از جلسه پنجم تحریک، مرحله پس آزمون انجام گرفت، ۲۴ ساعت بعد از مرحله پس آزمون، مرحله پیگیری کوتاه مدت انجام گرفت و ۶ هفته بعد از مرحله پس آزمون، مرحله پیگیری بلند مدت انجام گرفت که در آن شرکت‌کنندگان به اجرای آزمون رشدی یکپارچگی بینایی حرکتی پرداختند. برای تحلیل داده‌های به دست آمده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری (۲ گروه در چهار مرحله اندازه‌گیری)

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار نمرات یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی در گروه‌های مختلف

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	پیگیری کوتاه مدت	پیگیری بلند مدت
یکپارچگی بینایی حرکتی	tDCS ناحیه حرکتی	۱۵/۷۵±۳/۰۹	۲۲/۲۵±۴/۳۲	۲۱/۳۰±۳/۷۱	۲۰/۸۵±۴/۳۹
	tDCS ساختگی	۱۵/۰۰±۳/۳۴	۱۴/۵۰±۲/۹۴	۱۵/۳۰±۲/۷۱	۱۶/۲۵±۳/۲۹

جدول ۲. یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری برای یکپارچگی بینایی- حرکتی

مولفه	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح معنی داری	مجذور اتا
مراحل اندازه‌گیری	۲۲۷/۳۵	۳	۹۲/۴۵	۷/۲۵	۰/۰۰۱	۰/۱۶۰
گروه	۹۱۲/۰۲	۱	۹۱۲/۰۲	۷۹/۳۲	۰/۰۰۱	۰/۶۷۶
مراحل اندازه‌گیری × گروه	۲۶۵/۸۲	۳	۸۸/۶۰	۶/۹۵	۰/۰۰۱	۰/۱۵۵

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری نشان داد که اثر اصلی زمان اندازه‌گیری ( $\eta^2=0/160$ )،  $\text{sig}=0/001$ ، و اثر اصلی گروه ( $F=7/25$ )،  $\text{sig}=0/001$ ،  $\eta^2=0/676$ ) و اثر اصلی گروه × زمان اندازه‌گیری ( $F=7/25$ )،  $\text{sig}=0/001$ ،  $\eta^2=0/155$ ) و تعامل زمان اندازه‌گیری با گروه ( $F=79/32$ )،  $\eta^2=0/155$ ) و تعامل زمان اندازه‌گیری با گروه ( $F=79/32$ )،  $\text{sig}=0/001$ )،  $F=6/95$ ) معنادار است. چون اثر تعاملی معنادار است، از اثرات اصلی صرف‌نظر می‌گردد و همچنین در این مورد آلفا تصحیح می‌گردد (مقدار  $0/05$  آلفا بر تعداد مراحل

مراحل اندازه‌گیری × گروه ( $F=7/25$ )،  $\text{sig}=0/001$ ،  $\eta^2=0/155$ ) و تعامل زمان اندازه‌گیری با گروه ( $F=79/32$ )،  $\eta^2=0/155$ ) معنادار است. چون اثر تعاملی معنادار است، از اثرات اصلی صرف‌نظر می‌گردد و همچنین در این مورد آلفا تصحیح می‌گردد (مقدار  $0/05$  آلفا بر تعداد مراحل

اندازه‌گیری (۴ مرحله) تقسیم شده و آلفا تعدیل شده مبنای تصمیم‌گیری در مورد اثرات دروگروهی و بین گروهی می‌باشد که برابر ۰/۰۱۲۵ می‌باشد. نتایج آزمون پیگردی بنفرونی در جدول ۳ نشان داد که تمرینات tDCS قشر حرکتی باعث بهبود یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی از پیش آزمون تا پس آزمون (sig=۰/۰۰۱)، پیگیری کوتاه مدت (sig=۰/۰۰۳) و پیگیری بلند مدت (sig=۰/۰۰۱) پس آزمون با مراحل پیگیری کوتاه مدت

معنی‌داری یافت نگردید که این نتایج حاکی از عدم تضعیف عملکرد شرکت‌کنندگان در آزمون‌های پیگیری بود. اما دیگر نتایج آزمون پیگردی بنفرونی نشان داد که tDCS ساختگی بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی تاثیر معنی‌داری ندارد. در ادامه از آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروهی یکپارچگی بینایی حرکتی استفاده گردید.

جدول ۳. یافته‌های مربوط به آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه درون گروهی یکپارچگی بینایی حرکتی

گروه	مرحله (I)	مرحله (J)	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
tDCS	پیش آزمون	پس آزمون	-۶/۵۰	۱/۰۷	۰/۰۰۱
	پیش آزمون	پیگیری کوتاه مدت	-۵/۵۵	۱/۱۰	۰/۰۰۱
		پیگیری بلند مدت	-۵/۱۰	۱/۲۳	۰/۰۰۳
	پس آزمون	پیگیری کوتاه مدت	۰/۹۵	۱/۰۸	۱/۰۰۰
		پیگیری بلند مدت	۱/۴۰	۱/۵۵	۱/۰۰۰
	پیگیری کوتاه مدت	پیگیری بلند مدت	-۰/۴۵	۱/۳۸	۱/۰۰۰
پس آزمون		۰/۵۰	۰/۹۶	۱/۰۰۰	
ساختگی	پیش آزمون	پیگیری کوتاه مدت	-۰/۳۰	۱/۱۰	۱/۰۰۰
	پیش آزمون	پیگیری بلند مدت	-۱/۲۵	۰/۹۸	۱/۰۰۰
		پیگیری کوتاه مدت	-۰/۸۰	۰/۸۷	۱/۰۰۰
	پس آزمون	پیگیری بلند مدت	-۱/۷۵	۰/۹۴	۰/۴۷
		پیگیری کوتاه مدت	-۰/۹۵	۱/۰۴	۱/۰۰۰

جدول ۴. یافته‌های مربوط به آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروهی یکپارچگی بینایی-حرکتی

مراحل اندازه‌گیری	اختلاف میانگین	درجه آزادی	مقدار t	سطح معنی‌داری
پیش آزمون	۰/۷۵	۳۸	۰/۷۳	۰/۴۶۶
پس آزمون	۷/۷۵	۳۸	۶/۶۲	۰/۰۰۱
پیگیری کوتاه مدت	۶/۰۰	۳۸	۵/۸۳	۰/۰۰۱
پیگیری بلند مدت	۴/۶۰	۳۸	۳/۷۴	۰/۰۰۱

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد در مراحل پس آزمون، پیگیری کوتاه مدت و پیگیری بلند مدت گروه تحریک tDCS در مقایسه با گروه تحریک ساختگی به ترتیب با اختلاف میانگین ۷/۷۵، ۶/۰۰ و ۴/۶۰ واحد از لحاظ آماری یکپارچگی بینایی-حرکتی بالاتری دارند (sig<۰/۰۱۲۵).

### بحث و نتیجه‌گیری

کودکان مبتلا به DCD در هماهنگی حرکات، کندی و عدم دقت در عملکرد مهارت‌های حرکتی مشکل دارند و به

طور کلی در مقایسه با کودکان با رشد معمولی، عملکرد ضعیف‌تری در تکالیفی دارند که به یکپارچگی بینایی-حرکتی نیاز دارند (کوتینیو و همکاران، ۲۰۱۱؛ والورده و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین مطالعه حاضر با هدف تحریک tDCS بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انجام گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تحریک tDCS بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی تاثیر معنی‌داری دارد و باعث افزایش معنی‌دار نمرات یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی گردید.

این مورد، آنتال و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که تحریک tDCS، هماهنگی دیداری حرکتی را افزایش داده است (آنتال و همکاران، ۲۰۰۴) و همچنین تحریک tDCS، طیف وسیعی از تأثیرات را در ادراک بینایی حرکتی نشان داده است (آنتال و پائولوس، ۲۰۰۸؛ اسپیکل و همکاران، ۲۰۱۲). در بحث تأثیر گذاری این تمرینات می‌توان استدلال نمود تحریک آندی، نرخ شلیک خودانگیخته و تحریک‌پذیری نورون‌های قشری را از طریق دپولاریزاسیون غشاها افزایش می‌دهد، در حالیکه تحریک کاتدی، باعث هایپرپولاریزاسیون غشاهای نورون‌ها و بنابراین کاهش نرخ شلیک نورونی می‌شود. مسیر تغییر قشری، منحصرآبسته به قطبیت نیست، بلکه به همان میزان توسط نوع و جهت فضایی نورون‌ها و البته شدت تحریک تعیین می‌شود. به علاوه، شدت جریان بالا فعالیت سلول‌های هرمی می‌شود، در حالیکه نورون‌های غیرهرمی به وسیله تحریک ضعیف فعال می‌شوند. اثرات tDCS کاتد و آند بر تعدیل‌های عصبی بر این مبنا است که تغییرات در پتانسیل‌های غشای نورونی مورد هدف، وابسته به قطبیت هستند. tDCS آند قادر به القای تحریک‌پذیری کورتکسی یا دپولاریزاسیون زیر آستانه‌ای غشاهای پس سیناپسی است؛ در حالیکه tDCS کاتد موجب بازدارداری کورتکسی یا هایپرپولاریزاسیون می‌گردد (نیچه و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین، به هنگام اجرای مهارت حرکتی تغییرات کارکردی و ساختاری‌ای در برخی شبکه‌های عصبی مانند: M1 به وجود می‌آید و روابط رفتاری و عصبی مربوط به عملکرد حرکتی را تغییر می‌دهد (یونگرلیدر و همکاران، ۲۰۰۲) و پیشنهاد می‌شود که تأثیرات سودمند tDCS روی عملکرد حرکتی به تقویت این شبکه‌های عصبی و بهبود تغییرات فیزیولوژیکی - سلولی که همراه با تمرین اتفاق می‌افتد مربوط شود، به ویژه اینکه می‌تواند باعث کاهش میزان ناقلین عصبی بازدارنده (مانند گاما آمینوبوتیریک اسید) و یا افزایش ناقلین عصبی تحریک شده و با بهبود پارامترهایی که تحریک‌پذیری قشر حرکتی را افزایش می‌دهد، عملکرد حرکتی را تسهیل کند (ریس و همکاران، ۲۰۰۹).

دیگر نتایج مطالعه مربوط به اثر ماندگاری تحریک tDCS بود. نتایج مطالعه حاضر آشکار کرد که تحریک tDCS باعث ماندگاری کوتاه مدت (یک روز) و بلند مدت (۶ هفته) یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان دارای اختلال

اگرچه با جستجوی محقق در پایگاه‌های اطلاعاتی مطالعه‌ای با عنوان تأثیر تحریک tDCS بر یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی یافت نگردید؛ اما این یافته مطالعه حاضر به طور غیرمستقیم با یافته‌های مطالعات هریس و همکاران (۲۰۱۹) و برونوئور و همکاران (۲۰۱۸) ناهمخوان است. در این مورد، هریس و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که تحریک tDCS، بر توجه بینایی حرکتی و عملکرد دیداری حرکتی تأثیر معنی‌داری ندارد. همچنین برونوئور و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که تحریک tDCS بر هماهنگی بینایی حرکتی تأثیر معنی‌داری ندارد. علت ناهمخوانی این مطالعات با یافته مطالعه حاضر را می‌توان به تعداد جلسه تحریک نسبت داد. در این مورد مطالعه حاضر در ۵ جلسه تحریک انجام گرفت در حالیکه مطالعات هریس و همکاران (۲۰۱۹) و برونوئور و همکاران (۲۰۱۸) در یک جلسه تحریک انجام گرفت. در این مورد می‌توان اظهار کرد که جلسات متعدد جریان مستقیم آندال با شدت کم اثر تجمعی بر تحریک‌پذیری قشر مغز پس از جلسات مکرر روزانه را نشان می‌دهد (آلونزو و همکاران، ۲۰۱۲؛ مارتین و همکاران، ۲۰۱۴). اثرات تجمعی جریان مستقیم برای درمان شرایط عصبی روانپزشکی که شامل افسردگی (موتز و همکاران، ۲۰۱۸) و اختلالات خوردن (لیوبیسابلجویک و همکاران، ۲۰۱۶) استفاده شده است. در شرکت کنندگان سالم، جلسات متعدد تحریک جریان مستقیم افزایش تجمعی و افزایشی در تحریک‌پذیری قشر حرکتی را نشان داده است (آمان و همکاران، ۲۰۱۷). هنگامی که جریان مستقیم آندال در دو جلسه روزانه به قشر جلوی پیشانی پشتی جانبی چپ اعمال می‌شود، افزایش مهارت در شناخت نشان داده شده است (مارتین و همکاران، ۲۰۱۴). یک توضیح برای بهبود کسب مهارت این است که تمرین مکرر یک تکلیف معین، تکلیف را از طریق اثر تمرین آسان می‌کند (دونوان و رادسویچ، ۱۹۹۹)، در حالی که جریان مستقیم هنگامی که به شبکه قشر مربوطه اعمال می‌شود، تحریک‌پذیری قشر را افزایش می‌دهد (مارتین و همکاران، ۲۰۱۴). اثر تمرینی و افزایش تحریک‌پذیری قشر مغز، اثرات افزایش یافته‌ای بر شناخت از جلسات متعدد tDCS ایجاد می‌کند (مارتین و همکاران، ۲۰۱۴). اما یافته مطالعه حاضر با به طور غیرمستقیمبا یافته مطالعات آنتال و همکاران (۲۰۰۴)، آنتال و پائولوس (۲۰۰۸) و اسپیکل و همکاران (۲۰۱۲) همخوان است. در

اختلال هماهنگی رشدی تاکید دارد. بنابراین در راستای نتایج به متخصصین و محققانی که با کودکان با اختلال هماهنگی رشدی سروکار دارند پیشنهاد می‌شود که به تحریک tDCS توجه ویژه‌ای داشته باشند تا بتوانند در راستای بهبود مهارت‌های مورد نیاز یکپارچگی بینایی حرکتی گام بردارند. همچنین، با توجه به اینکه اثر تحریک tDCS قابلیت ماندگاری تا ۴۲ روز را داشت پیشنهاد می‌شود بیش از پیش به تحریک tDCS در راستای اجرای مهارت‌ها مستلزم یکپارچگی بینایی حرکتی توجه داشته باشند. اگرچه نتایج مطالعه حاضر بر اهمیت تحریک tDCS تاکید دارد اما دارای محدودیت‌هایی می‌باشد: اولاً، طرح مقطعی این مطالعه از هرگونه استنتاج علی‌جلوگیری می‌کند. بنابراین، یک مطالعه طولی آینده‌نگر می‌تواند بهتر اثر تحریک tDCS را آشکار سازد. دوماً، در این مطالعه محقق از یک گروه کنترل سالم استفاده نکرد که بتوان ضعف در یکپارچگی بینایی حرکتی را به کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی نسبت دهیم. اگرچه در مطالعات کوتینیو و همکاران (۲۰۱۱) و والورده و همکاران (۲۰۲۰) به ضعف یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی در مقایسه با کودکان عادی اشاره شده است، با این وجود، این فرضیه که ضعف یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان DCD فراتر از ضعف یکپارچگی بینایی حرکتی تجربه شده توسط کودکان سالم است، مورد آزمایش قرار نگرفت. در نهایت اینکه انجام پژوهش حاضر تنها در گستره کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی شهر تهران انجام گرفته است که تعمیم‌پذیری آن را با دشواری مواجه می‌سازد و در تفسیر نتایج باید احتیاط نمود.

هماهنگی رشدی گردید. این یافته با یافته گروس و همکاران (۲۰۲۰) به طور مستقیم ناهمخوان است. گروس و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که tDCS قشر حرکتی بر یادگیری کودکان DCD تاثیری ندارد. اگرچه پیگیری مطالعه حاضر و مطالعه گروس و همکاران (۲۰۲۰) به یک میزان بود یعنی پیگیری کوتاه مدت ۱ روز پس از مداخله و پیگیری بلند مدت ۶ هفته (۴۲ روز) بعد از مداخله بود؛ اما نتایج متناقض این دو مطالعه می‌تواند براساس تکلیف مورد اندازه‌گیری قابل تبیین باشد. چون در مطالعه حاضر یک تکلیف حرکتی با ردیابی دیداری بود در حالی که در مطالعه گروس و همکاران (۲۰۲۰) تکلیف کامپیوتری برای هماهنگی حرکتی و چالاکتی دست بود. همچنان که پیکسا و پولوک (۲۰۱۸) معتقدند تاثیر tDCS با توجه به نیازهای تکلیف مانند پیچیدگی می‌تواند، متفاوت باشد. به طور کلی، اصل اساسی در یادگیری و بهبود عملکرد یک مهارت حرکتی جدید در مکانیسم‌های بلند مدت (LTP) مانند شبکه حرکتی قشر مغز نهفته است. تصور می‌شود که TDCS به موازات فرآیندها برای تسهیل افزایش اثر سیناپسی کار می‌کند (ریس و همکاران، ۲۰۱۱). مطالعات کارکردی (fMRI) MRI نشان داده است که یادگیری حرکتی با تغییراتی در فعال شدن شبکه قشری همراه است که نشان دهنده تغییرات نوروپلاستیکی است که در حین آموزش مهارت اتفاق می‌افتد (یونگرلیدر و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات اخیر همچنین بر نقش GABA در یادگیری حرکتی دلالت دارد (مدهاوان و همکاران، ۲۰۱۲؛ استاگ و همکاران، ۲۰۱۱).

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر بر اهمیت تحریک tDCS بر بهبود یکپارچگی بینایی حرکتی کودکان با

## منابع

- 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*, 5(3), 208–213.
- Ammann, C., Lindquist, M. A., & Celnik, P. A. (2017). Response variability of different anodal transcranial direct current stimulation intensities across multiple sessions. *Brain Stimulation*, 10(4), 757–763.
- Antal, A., & Paulus, W. (2008). Transcranial direct current stimulation and visual perception. *Perception*, 37(3), 367-374.
- Antal, A., Nitsche, M. A., Kruse, W., Kincses, T. Z., Hoffmann, K. P., & Paulus, W. (2004). Direct current stimulation over V5 enhances visuomotor coordination by improving motion perception in humans. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(4), 521-527.
- Berry, K.E.(1985). Eprve Genetigue D. integration visomeoteur. Montreal.
- Bikson M., Grossman P., Thomas C.,


- Zannou A. L., Jiang J., Adnan, T., ... & Woods, A. J. (2016). Safety of transcranial direct current stimulation: evidence based update 2016. *Brain Stimul.* 9, 641–661.
- Biotteau M., Chaix Y., Blais M., Tallet J., Peran P., Albaret J. M. (2016b). Neural signature of DCD: a critical review of MRI neuroimaging studies. *Frontiers in Neurology*, 7, 227.
- Blank R, Barnett AL, Cairney J, Green D, Kirby A, Polatajko H, Rosenblum S, Smits Egelsman B, Sugden D, Wilson P, Vinçon S. (2019). International clinical practice recommendations on the definition, diagnosis, assessment, intervention, and psychosocial aspects of developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 61(3), 242-285.
- Carstone, B., Green, K., Torrence, W., & Henry, B. (2021). Systematic Review of Visual Motor Integration in Children with Developmental Disabilities. *Occupational Therapy International*, 2021.
- Ciechanski P., Kirton A. (2017). Transcranial direct-current stimulation can enhance motor learning in children. *Cerebral cortex*, 27(5), 2758-2767.
- Cole, L., Giuffre, A., Ciechanski, P., Carlson, H. L., Zewdie, E., Kuo, H. C., & Kirton, A. (2018). Effects of high-definition and conventional transcranial direct-current stimulation on motor learning in children. *Frontiers in neuroscience*, 787.
- Cornhill, H., & Case-Smith, J. (1996). Factors that relate to good and poor handwriting. *The American Journal of Occupational Therapy*, 50(9), 732-739.
- Coutinho, M. T. C., Spessato, B. C., & Valentini, N. C. (2011). Transtorno do desenvolvimento da coordenação: prevalência e dificuldades motoras de escolares da cidade de Porto Alegre. In *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO ESPORTE* (Vol. 17, pp. 1-9).
- de Castro Magalhães, L., Rezende, M. B., Cardoso, A. A., Galvão, B. A. P., & de Miranda Maor, F. M. O. (2011). Relação entre destreza manual e legibilidade da escrita em crianças: estudo piloto. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, 22(2), 127-135.
- Doney, R., Lucas, B. R., Watkins, R. E., Tsang, T. W., Sauer, K., Howat, P., ... & Elliott, E. J. (2016). Visual-motor integration, visual perception, and fine motor coordination in a population of children with high levels of Fetal Alcohol Spectrum Disorder. *Research in developmental disabilities*, 55, 346-357.
- Donovan, J. J., & Radosevich, D. J. (1999). A meta-analytic review of the distribution of practice effect: Now you see it, now you don't. *Journal of Applied Psychology*, 84(5), 795.
- Finisguerra, A., Borgatti, R., & Urgesi, C. (2019). Non-invasive brain stimulation for the rehabilitation of children and adolescents with neurodevelopmental disorders: a systematic review. *Frontiers in psychology*, 10, 135.
- Grohs, M. N., Craig, B. T., Kirton, A., & Dewey, D. (2020). Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Motor Function in Children 8–12 Years With Developmental Coordination Disorder: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Human Neuroscience*, 522.
- Harris, S. R., Mickelson, E. C., & Zwicker, J. G. (2015). Diagnosis and management of developmental coordination disorder. *Cmaj*, 187(9), 659-665.
- Harris, D. J., Wilson, M. R., Buckingham, G., & Vine, S. J. (2019). No effect of transcranial direct current stimulation of frontal, motor or visual cortex on performance of a self-paced visuomotor skill. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 368-373.
- Jane, J. Y., Burnett, A. F., & Sit, C. H. (2018). Motor skill interventions in children with developmental coordination disorder: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99(10), 2076-2099.
- Kronberg, G., Bridi, M., Abel, T., Bikson,



- M., & Parra, L. C. (2017). Direct current stimulation modulates LTP and LTD: activity dependence and dendritic effects. *Brain stimulation*, 10(1), 51-58.
- Levac, D., Wishart, L., Missiuna, C., & Wright, V. (2009). The application of motor learning strategies within functionally based interventions for children with neuromotor conditions. *Pediatric Physical Therapy*, 21(4), 345-355.
- Ljubisavljevic, M., Maxood, K., Bjekic, J., Oommen, J., & Nagelkerke, N. (2016). Long-term effects of repeated prefrontal cortex transcranial direct current stimulation (tDCS) on food craving in normal and overweight young adults. *Brain stimulation*, 9(6), 826-833.
- Madhavan, S., & Shah, B. (2012). Enhancing motor skill learning with transcranial direct current stimulation—a concise review with applications to stroke. *Frontiers in psychiatry*, 3, 66.
- Martin, D. M., Liu, R., Alonzo, A., Green, M., & Loo, C. K. (2014). Use of transcranial direct current stimulation (tDCS) to enhance cognitive training: effect of timing of stimulation. *Experimental brain research*, 232(10), 3345-3351.
- Mutz, J., Edgcumbe, D. R., Brunoni, A. R., & Fu, C. H. (2018). Efficacy and acceptability of non-invasive brain stimulation for the treatment of adult unipolar and bipolar depression: a systematic review and meta-analysis of randomised sham-controlled trials. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 92, 291-303.
- Nitsche, M. A., Fricke, K., Henschke, U., Schlitterlau, A., Liebetanz, D., Lang, N., ... & Paulus, W. (2003). Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. *The Journal of Physiology*, 553(1), 293-301.
- Palm, U., Segmiller, F. M., Epple, A. N., Freisleder, F. J., Koutsouleris, N., Schulte-Körne, G., & Padberg, F. (2016). Transcranial direct current stimulation in children and adolescents: a comprehensive review. *Journal of neural transmission*, 123(10), 1219-1234.
- Reis, J., & Fritsch, B. (2011). Modulation of motor performance and motor learning by transcranial direct current stimulation. *Current opinion in neurology*, 24(6), 590-596.
- Reis, J., Schambra, H. M., Cohen, L. G., Buch, E. R., Fritsch, B., Zarahn, E., ... & Krakauer, J. W. (2009). Noninvasive cortical stimulation enhances motor skill acquisition over multiple days through an effect on consolidation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5), 1590-1595.
- Case-Smith, J., Allen, A. S., & Pratt, P. N. (Eds.). (1996). *Occupational therapy for children* (pp. 67-98). St. Louis: Mosby.
- Smits-Engelsman B. C., Blank R., Van Der Kaay A. C., Mosterd-Van Der Meijjs R., Vlugt-Van Den Brand E., Polatajko H. J., et al. . (2013). Efficacy of interventions to improve motor performance in children with developmental coordination disorder: a combined systematic review and meta analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(3), 229-237.
- Spiegel, D. P., Hansen, B. C., Byblow, W. D., & Thompson, B. (2012). Anodal transcranial direct current stimulation reduces psychophysically measured surround suppression in the human visual cortex. *PLoS One*, 7(5), e36220.
- Stagg, C. J., Jayaram, G., Pastor, D., Kincses, Z. T., Matthews, P. M., & Johansen-Berg, H. (2011). Polarity and timing-dependent effects of transcranial direct current stimulation in explicit motor learning. *Neuropsychologia*, 49(5), 800-804.
- Ungerleider, L. G., Doyon, J., & Karni, A. (2002). Imaging brain plasticity during motor skill learning. *Neurobiology of learning and memory*, 78(3), 553-564.
- Valverde, A. A., Araújo, C. R. S., Magalhães, L. D. C., & Cardoso, A. A. (2020). Relationship between visual-motor integration and manual dexterity in children with developmental coordination disorder. *Cadernos Brasileiros de*

*Terapia Ocupacional*, 28, 890-899.  
Zewdie, E., Ciechanski, P., Kuo, H. C.,  
Giuffre, A., Kahl, C., King, R., ... &  
Kirton, A. (2020). Safety and tolerability  
of transcranial magnetic and direct

current stimulation in children:  
prospective single center evidence from  
3.5 million stimulations. *Brain  
Stimulation*, 13(3), 565-575.

	<p><b>COPYRIGHTS</b> © 2022 by the authors. Lisensee PNU, Tehran, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY4.0) (<a href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0">http://creativecommons.org/licenses/by/4.0</a>)</p>
---	--

