مقایسه یادگیری ضمنی توالی حرکتی در کودکان با و بدون اختلال هماهنگی رشدی

سید کاوس صالحی[۱]، محمود شیخ[۲]، ناصر نقدی[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تحقیق حاضر با هدف بررسی یادگیری توالی حرکتی ضمنی در کودکان با و بدون اختلال رشدی انجام شد.

مواد و روش‌ها: جهت مقایسه یادگیری حرکتی- ضمنی، نرم‌افزار کامپیوتری تحت عنوان زمان واکنش متوالی (SRT یا Serial reaction time) در محیط برنامه‌نویسی C^{++} طراحی و مورد استفاده قرار گرفت. در تحقیق حاضر ۲۴ کودک مشارکت داشتند که به دو گروه با (۱۲ نفر) و بدون اختلال هماهنگی رشدی (۱۲ نفر) تقسیم شدند و طی دو روز به فاصله ۲۴ ساعت، ۱۰ بلوک حرکتی را تمرین کردند. در ابتدای آزمون به یاد گیرنده‌ها در مورد ترتیب ظهور محرک‌ها هیچ گونه توضیحی داده نشد و یادگیری حرکتی آن‌ها به صورت ضمنی اتفاق می‌افتاد. داده‌ها بااستفاده از آزمون‌های آماری t مستقل و ANOVA تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: گروه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی، در مؤلفه سرعت و دقت یادگیری توالی حرکتی ضمنی تفاوت معنی‌داری با گروه همتایان سالم نداشتند ($P = ۰/۲۳۵$، $P = ۰/۰۷۲$). با این حال، اثرات بین آزمودنی‌ها در طول بلوک‌های تکلیف توالی حرکتی مرحله اکتساب نشان دهنده تفاوت بین کودکان با و بدون اختلال رشدی در هر دو متغیر سرعت و دقت بود ($P < ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که اگرچه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی مشکلاتی در اکتساب و یادگیری مهارت‌های حرکتی روزمره دارند، اما توالی حرکتی ضمنی در آن‌ها بی‌نقص است. از این‌رو، در روند آموزش و توانبخشی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی می‌توان از مزایای یادگیری ضمنی بهره برد.

کلید واژه‌ها: یادگیری حرکتی، یادگیری ضمنی، توالی حرکتی، اختلال هماهنگی رشدی

ارجاع: صالحی سید کاوس، شیخ محمود، نقدی ناصر. **مقایسه یادگیری ضمنی توالی حرکتی در کودکان با و بدون اختلال هماهنگی رشدی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۵؛ ۱۲ (۶): ۳۶۹-۳۶۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۰

مقدمه

اختلال هماهنگی رشدی (DCD یا Developmental coordination disorder) که دیسپراکسیای رشدی (Developmental dyspraxia) نیز نامیده می‌شود، برای توضیح مشکلات جدی در زمینه رشد مهارت‌های حرکتی به کار می‌رود و با نشانه‌هایی مانند هماهنگی حرکتی ضعیف، اختلال تعادل، اختلال ادراکی- حرکتی و سایر مشکلات حرکتی، بدون مشاهده مشکلات حاد عصبی شناخته می‌شود (۱). میزان شیوع اختلال هماهنگی رشدی بر اساس گزارش انجمن روان‌پزشکی آمریکا، ۶ درصد از جمعیت کودکان مقطع ابتدایی برآورد شده است (۳، ۲).

افرادی که به عنوان بیمار مبتلا به DCD شناسایی می‌شوند، در فعالیت‌هایی که نیازمند پاسخ بدنی و حرکتی است، بی‌میلی نشان می‌دهند و در آزمون ارزیابی حرکتی کودکان (Movement assessment battery for children) که نوعی آزمون استاندارد برای ارزیابی مهارت‌های حرکتی در کودکان ناتوان است، از نظر عملکرد در نقطه ۰ تا ۱۰ درصدی قرار می‌گیرند (۴).

از آن‌جا که اختلال هماهنگی رشدی به عنوان یک ناتوانی یادگیری طبقه‌بندی شده است، می‌تواند بر توانایی کودک برای انجام فعالیت‌های آکادمیک تأثیر بگذارد. دامنه مشکلات حرکتی می‌تواند شامل مهارت‌های حرکتی درشت (مانند پرتاب کردن توپ، دوچرخه سواری و پریدن) و ظریف (مانند نخ سوزن کردن و بستن دکمه) تا مهارت‌های تعادلی، مشکلات طرح‌ریزی حرکتی (Motor planning) و مشکلات بینایی یا فضایی باشد. این مشکلات ممکن است به وابستگی شدید به بزرگسالان منجر شود و زمینه نوعی کم‌تحملی، ناکامی و عزت نفس پایین را در افراد مبتلا فراهم کند (۶، ۵).

با وجود حجم زیاد تحقیقات انجام شده در خصوص اختلال هماهنگی رشدی، ماهیت و مکانیسم‌های زیربنایی مشکلات هماهنگی در کودکان مبتلا به این اختلال به طور کامل شناخته نشده است. پژوهشگران فرضیه‌های زیادی ارایه کرده‌اند، اما در رابطه با علت و یا علل اختلال هماهنگی رشدی، پاسخ روشنی وجود ندارد. به نظر می‌رسد که همانند اختلالات طیف اوتیسم، بین

۱- دکتری رفتار حرکتی، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳- استاد، گروه فیزیولوژی- نورولوژی، انستیتو پاستور ایران، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: سید کاوس صالحی
Email: sk.salehi@yahoo.com

عوامل ژنتیکی و محیطی زمینه‌ساز اختلال هماهنگی رشدی، ارتباط و فعل و انفعال پیچیده‌ای وجود داشته باشد. Martin و همکاران در تحقیقی که برای بررسی مؤلفه‌های ژنتیکی و محیطی اختلال کمبود توجه- بیش‌فعالی و اختلال هماهنگی رشدی طراحی شده بود، ۱۲۸۵ جفت دوقلوی استرالیایی ۵ تا ۱۶ سال را بررسی کردند. محققان دریافتند که هم مؤلفه‌های ژنتیکی و هم مؤلفه‌های محیطی (مانند سابقه که شامل تجربه‌های مشترک قبل و بعد از تولد است)، در ایجاد اختلال هماهنگی رشدی سهیم بودند (۷).

اختلال هماهنگی رشدی، اختلالات دیگری مانند نارساخوانی، اختلال کم‌توجهی- بیش‌فعالی، مشکلات یکپارچگی حسی و مشکلات یادگیری حرکتی را نیز به همراه دارد. یادگیری حرکتی (Motor learning) تغییرات به نسبت پایدار در رفتار حرکتی است که از تعامل سه عامل فرد، محیط و تکلیف ایجاد می‌شود (۸). یادگیری حرکتی انسان و کارکردهای حافظه او (اکتساب اطلاعات) به دو زیرسیستم صریح و ضمنی تقسیم می‌شود؛ در صورتی که به یادگیرنده در مورد هدف و نحوه انجام تکلیف مورد نظر اطلاعات لازم داده شود، این یادگیری از نوع صریح یا آشکار (Explicit learning) است، اما اگر به یادگیرنده در مورد هدف و نحوه انجام تکلیف مورد نظر اطلاعات لازم داده نشود، یادگیری از نوع ضمنی (Implicit learning) خواهد بود (۹).

برخی از محققان اظهار کرده‌اند که در یادگیری ضمنی اطلاعات در دسترس در سطح آگاهانه نباید وجود داشته باشد؛ در حالی که گروهی بر این باورند که در عمل امکان حذف این اطلاعات وجود ندارد. در پژوهشی دیگر بیان شده برای آن که یادگیری از نوع ضمنی باشد، فقط کافی است که $a > b$ باشد و در آن a مجموع اطلاعات در دسترس به صورت ناخودآگاه و b مجموع اطلاعات در دسترس در سطح آگاهانه است (۸).

یادگیری صریح و ضمنی دارای تفاوت‌های اساسی در مکانیسم‌های رمزگردانی و بازیابی است و توسط شبکه‌های عصبی متفاوتی کنترل می‌شود. اعتقاد بر این است که شبکه عصبی کنترل کننده یادگیری ضمنی شامل عقده‌های قاعده‌ای، مخچه و کرتکس پری فرونتال است؛ در حالی که یادگیری صریح توسط قطعه گیجگاهی، هیپوکامپ، تالاموس و کرتکس پیشانی- آهیانه‌ای (Prefrontal parietal cortex) کنترل می‌شود (۱۰).

یکی از روش‌های رایج در بررسی و ارزیابی یادگیری صریح و ضمنی، استفاده از تکلیف زمان عکس‌العمل متوالی (SRT یا Serial reaction time) است. در این مورد محرک هدف در چندین محل فضایی بر روی صفحه مانیتور ظاهر می‌گردد و مشارکت کنندگان باید هرچه سریع‌تر با فشار دادن کلید مرتبط با محل تحریک در روی صفحه کلید، پاسخ دهند. این نوع تکالیف دارای دو جزء شناختی و حرکتی است و لازم است که آزمون شونده به یک محرک شناختی (به طور مثال محرک بینایی یا شنوایی) پاسخ حرکتی دهد. از طرف دیگر، در این تکلیف رعایت توالی در اجرای حرکت و انجام پاسخ‌ها می‌تواند به صورت صریح (مطلع از اجزای توالی) یا ضمنی (بی‌اطلاع از ترتیب توالی) یاد گرفته شود (۱۱).

یکی از فرضیه‌های مربوط به اختلال هماهنگی رشدی که توجه زیادی را به خود جلب کرده، بیان می‌کند که این اختلال ناشی از اختلال عملکرد در مدارهای مغزی نظیر مدارهای قشری- جسم مخطط (Cortico-striatal) و قشری- مخچه‌ای (Cortico-cerebellar) است که در یادگیری ضمنی دخیل است (۱۲). Nicolson و Fawcett در توضیح این فرضیه عنوان کرده‌اند که با توجه به نقص برخی از ساختارهای مغزی در اختلالات رشدی، به نظر می‌رسد که مختل بودن سیستم یادگیری ضمنی در اختلالات رشدی شایع است (۱۳). در حمایت از این فرضیه، مطالعات محدودی مشکلات حرکتی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی را با استفاده از تکلیف SRT بررسی کرده و نتایج متفاوتی به دست آورده است. برای مثال، Gheysen و همکاران با استفاده از یک نکلیف SRT که در آن توالی‌های تصادفی در درون توالی‌های تکراری گنجانده شده بود، یادگیری توالی حرکتی- ضمنی را در ۱۸ کودک دارای اختلال هماهنگی رشدی بررسی نمودند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که یادگیری توالی حرکتی ضمنی در این کودکان مختل است (۱۴). با این حال، Wilson و همکاران در تحقیقی یادگیری توالی حرکتی ضمنی را با استفاده از تکلیف SRT در ۱۰ کودک دارای اختلال رشدی به صورت طبیعی گزارش نمودند (۱۵). همچنین، نتایج مطالعه Lejeune و همکاران حاکی از عدم تفاوت یادگیری توالی ضمنی بین کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی و افراد سالم است (۱۲).

با این که نتایج برخی از مطالعات از نقص یادگیری ضمنی در کودکان نارساخوان (۱۶)، اختلال ویژه زبانی (۱۷) و اختلال کمبود توجه- بیش‌فعالی (۱۸) حمایت می‌کند، اما نتایج متناقضی نیز نشان می‌دهد که برای مثال کودکان مبتلا به اختلال ویژه زبانی می‌توانند با سرعت و دقت مشابه، کودکانی که هیچ گونه اختلال رشدی ندارند، یک مهارت جدید را به صورت ضمنی یاد بگیرند (۱۹).

با توجه به کمبود مطالعات و اهمیت یادگیری ضمنی در کودکان DCD و همچنین، وجود برخی از ابهامات در خصوص یادگیری حرکتی ضمنی در این کودکان، تحقیق حاضر در نظر دارد تا یادگیری توالی حرکتی ضمنی را در کودکان با و بدون اختلال رشدی بررسی نماید و به این سؤال پاسخ دهد که آیا یادگیری ضمنی توالی حرکتی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی سالم است و یا مختل؟ آیا کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی می‌توانند بدون اطلاع آگاهانه از اجرای حرکت، به صورت ناآگاهانه تکلیف را یاد بگیرند؟

یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند الگوی مناسبی برای درمانگران توانبخشی و همچنین، معلمان کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی ارایه نماید تا بر اساس آن، در صورت اثبات یادگیری حرکتی- ضمنی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی، از مزایای این نوع یادگیری به هنگام آموزش و انجام مداخلات تمرینی و توانبخشی استفاده نمایند.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نظر روش از نوع نیمه تجربی کارآزمایی و از نظر هدف از نوع کاربردی بود. جامعه آماری شامل کلیه دانش‌آموزانی بود که در نیمسال اول ۹۵-۱۳۹۴ در مراکز پیش‌دبستانی، مدارس ابتدایی و استثنایی شهرستان مسجد سلیمان مشغول به تحصیل بودند. از بین آن‌ها به صورت هدفمند و در دسترس، دانش‌آموزان با مشخصات اختلال هماهنگی رشدی بر اساس پرسش‌نامه محقق ساخته (با ضریب پایایی به روش بازآزمایی ۰/۹۱) و مجموعه آزمون استاندارد ارزیابی حرکتی کودکان، شناسایی و در مجموع از طریق بررسی مقادیر انحراف معیار در مطالعه‌ای مشابه (۱۰)، ۲۴ آزمودنی (پسر) با معیارهای ورود مشتمل بر راست دست بودن، نداشتن آشنایی و تجربه قبلی با تکلیف مورد نظر انتخاب و در ۲ گروه تجربی (دارای اختلال) و شاهد (عادی) گمارده شدند. معیارهای خروج نیز شامل وجود بیماری‌های مزمن نورولوژیک به ویژه پارکینسون، وجود مشکل شدید بینایی و شنوایی، وجود پاتولوژی حرکتی در اندام فوقانی به ویژه دفورمیتی و محدودیت حرکتی مفاصل اندام فوقانی؛ به طوری که انجام تکلیف

توالی حرکتی را تحت تأثیر قرار دهد و سابقه اعتیاد به مواد مخدر بود که در پرسش‌نامه محقق ساخته مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که کلیه افراد شرکت کننده در مطالعه شرایط اعمال شده را احراز نمودند؛ به طوری که پس از اطمینان از وجود شرایط لازم، شرکت کنندگان وارد فرآیند یادگیری حرکتی شدند. نحوه گمارش و تخصیص افراد در ۲ گروه تجربی (دارای اختلال) و شاهد (عادی) بر اساس نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ها و آزمون‌های اجرا شده انجام گرفت. بدین صورت که با الگوبرداری از مطالعه Lejeune و همکاران (۱۲)، تعداد ۱۲ نفر از دانش‌آموزانی که بر اساس معیارهای تشخیصی و آزمون‌های اجرا شده به عنوان DCD شناسایی شدند، در گروه تجربی و با در نظر گرفتن اهداف تحقیق با ۱۲ نفر از دانش‌آموزان عادی که فاقد هرگونه بیماری یا اختلال حرکتی بودند، به عنوان گروه شاهد مورد تقسیم‌بندی قرار گرفتند. پس از انتخاب نمونه کودکان اختلال هماهنگی رشدی و عادی، هوشبهر عملکردی آن‌ها با استفاده از نسخه سوم آزمون هوش Wechsler کودکان برآورد شد و گروه‌های مورد مطالعه از نظر سن تقویمی، جنسیت، طبقه اجتماعی– اقتصادی و هوشبهر عملکردی همتا شد. اطلاعات مورد نیاز جهت تعیین سطح اجتماعی و اقتصادی گروه‌های مورد مطالعه از طریق مصاحبه با والدین، آموزگاران و مسؤولان مدارس استثنایی محل اجرای تحقیق جمع‌آوری و در ترکیب با سایر ویژگی‌های جمعیت شناختی مورد استفاده قرار گرفت. همه مراحل پژوهش متناسب با ملاحظات و منشور اخلاقی دانشگاه تهران انجام گرفت و دارای شماره اختصاصی ۶۹۰۵۰۸ بوده است.

پرسش‌نامه محقق ساخته ذکر شده برای جمع‌آوری اطلاعات اولیه در مورد آزمودنی‌ها تنظیم شد و مشتمل بر سن، جنسیت، میزان تحصیل، سابقه بیماری، وجود مشکلات بینایی، ویژگی‌ها و مشخصات کلی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی بود که توسط آموزگاران و مسؤولان مدارس استثنایی محل اجرای تحقیق، تکمیل و نتایج حاصل از آن‌ها در غربال کردن دانش‌آموزان با استفاده از معیارهای چهارمین راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی (DSM-IV یا Diagnostic and statistical manual) مورد استفاده قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری توانایی‌های حرکتی آزمودنی‌ها از نسخه فارسی مجموعه آزمون استاندارد ارزیابی حرکتی کودکان (Movement assessment battery for children) استفاده شد. این آزمون شامل مؤلفه‌هایی نظیر اجرای حرکات درشت مانند تعادل ایستا و پویا، حرکات هماهنگی چشم، دست، جهت‌یابی، حرکات پرتاب و ارسال توپ می‌باشد. در این آزمون، کودکانی که نمره زیر نقطه درصدی ۱۵ را کسب کنند، به عنوان کودکان دارای اختلال DCD طبقه‌بندی می‌شوند (۱۲).

برای اجرای تحقیق، نرم‌افزاری تحت عنوان SRT در محیط برنامه‌نویسی C^{++} (سی پلاس پلاس) برای تولید و اجرای محرک‌های بصری توسط شرکت فنی مهندسی بهارستان ارتاویل در کشور ایران و شهر اهواز برنامه‌نویسی شد. این ابزار بر اساس مدل Nissen and Bullemer برای ارزیابی یادگیری صریح و ضمنی توالی حرکتی طراحی شده است. در این نرم‌افزار چهار مربع در صفحه مانیتور در نظر گرفته شده است که قابلیت تبدیل به چهار رنگ زرد، سبز، قرمز و آبی را دارد و برای هر یک از رنگ‌های یاد شده، کلیدی بر روی صفحه کلید با برچسب رنگی تعبیه شده است که با فشار دادن کلید مربوط به هر رنگ بلافاصله مربع بعدی ظاهر می‌شود (۲۰).

مشخصات نرم‌افزار SRT بدین صورت است که تعداد محرک‌هایی که در یک توالی به دنبال هم می‌آید، قابل تنظیم است. همچنین، می‌توان نوع ترتیب ارایه محرک‌ها را مشخص کرد. در مورد روایی و پایایی ابزار، از روش مورد استفاده در پژوهش حاضر، در تحقیقات متعدد خارجی استفاده شده و مطالعات نشان داده است که این آزمون وابسته به فرهنگ نیست (۹). علاوه بر این، در این ابزار مداخله و ارزیابی به طور دقیق یکسان است. از طرف دیگر، نتایج به وسیله لپ‌تاپ ثبت گردید. بنابراین، خطای انسانی در ثبت دخیل نبود (شکل ۱). با توجه به این که ابزار اندازه‌گیری تکلیف مورد نظر را با زمان‌سنج رایانه‌ای با دقت یک هزارم ثانیه (ms) اندازه‌گیری می‌کند و برای این کار طراحی شده، دارای اعتبار صوری است. ضریب پایایی این ابزار با روش بازآزمایی۰/۹۳ برآورد شده است (۱۱).

شکل ۱. نمای کلی نرم‌افزار تکلیف زمان عکس‌العمل متوالی

برای اجرای تکلیف، نمونه روی یک صندلی پشتی‌دار در مقابل یک رایانه می‌نشست و دست خود را طوری روی میز می‌گذاشت که احساس راحتی کند و به آسانی بتواند انگشت دست خود را روی هر کدام از چهار کلید علامت‌گذاری شده با برچسب رنگی قرار دهد. از آزمودنی خواسته شد که به محض نمایش هر مربع، کلید هم رنگ آن را فشار دهد. در این نرم‌افزار، هر الگو یا توالی شامل نمایش هشت مربع رنگی (تحریک) است که در اصطلاح رفتار حرکتی یک کوشش (Trial) نامیده می‌شود. تکرار ۱۰ کوشش متوالی که در مجموع ۸۰ تحریک است، یک بلوک حرکتی نامیده می‌شود که در حقیقت بسته عملکردی نرم‌افزار محسوب می‌شود و محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌ها بر روی این بلوک‌ها انجام گرفته است. در این نرم‌افزار ترتیب ظاهر شدن مربع‌های رنگی در توالی‌های حرکتی دارای دو حالت متفاوت است. در یک حالت، محرک‌ها با ترتیب مشخص و از قبل تعیین شده فعال می‌شود (توالی منظم) که عبارت است از سبز، آبی، زرد، آبی، قرمز، زرد، سبز و زرد و در حالت دوم محرک‌ها به صورت تصادفی ارایه می‌گردد (توالی نامنظم)، یعنی ترتیب ارایه محرک‌ها توسط نرم‌افزار تعیین می‌شود و هیچ رابطه منطقی در ترتیب ظهور آن‌ها وجود ندارد.

در پژوهش حاضر، کل مداخله شامل دو فاز (اکتساب و یادداری) و ۱۰ مرحله بود که طی آن‌ها نتایج عملکرد گروه‌ها با هم مقایسه شد. نمونه‌ها ابتدا وارد فاز مداخله اصلی یعنی اکتساب گردید. این مرحله شامل انجام ۸ بلوک (هر بلوک شامل ۱۰ کوشش و هر کوشش شامل ۸ تحریک) بود که ترتیب ظاهر شدن مربع‌ها در ۴ بلوک اول به صورت سبز، آبی، زرد، آبی، قرمز، زرد، سبز و زرد بود. سپس، دو بلوک ۵ و ۶ با ترتیب تصادفی و نامنظم انجام شد و بعد از آن دو بلوک دیگر (۷ و ۸)، با ترتیب ۴ بلوک اول تکرار گردید. بنابراین، از توالی حرکتی ترکیبی یعنی ترکیبی از سکانس‌های تکراری (منظم) و تصادفی (نامنظم) استفاده شد تا احتمال آگاهی صریح در گروه‌های یادگیری ضمنی به حداقل برسد.

جدول ۱. ویژگی دموگرافیک آزمودنی‌ها (سن)

گروه‌ها	تعداد	میانگین ± انحراف معیار	بیشترین	کمترین
گروه اختلال هماهنگی رشدی	۱۲	۸/۷ ± ۰/۶۸	۷/۵	۹/۴
گروه همتایان سالم	۱۲	۸/۳ ± ۰/۶۲	۷/۱	۹/۰

در فرایند تحقیق، انجام آزمایش در گروه‌های مداخله به طور دقیق مشابه بود. به این صورت که به گروه‌های یادگیری ضمنی با و بدون اختلال هماهنگی رشدی هیچ گونه اطلاعاتی در مورد ترتیب محرک‌ها و چگونگی آرایش بلوک‌ها (منظم یا تصادفی بودن آن‌ها) داده نشد و فقط از آن‌ها خواسته شد که به محض مشاهده هر رنگ، کلید همرنگ آن را با سرعت و دقت فشار دهند. لازم به ذکر است که برای آشنایی آزمودنی‌ها با نرم‌افزار، قبل از انجام آزمایش یک بلوک به صورت آزمایشی توسط آزمودنی‌های گروه‌های مختلف اجرا گردید.

یک روز (۲۴ ساعت) بعد از انجام مرحله اکتساب، مرحله دوم یعنی مرحله یادداری انجام شد. این مرحله شامل انجام ۲ بلوک با ترتیب منظم مرحله اول بود. آزمون مرحله دوم برای بررسی تغییرات به نسبت پایدار در عملکرد آزمودنی‌ها و مقایسه بین گروه‌ها انجام شد. در پایان آزمایش، مصاحبه‌ای انجام شد که طی آن از آزمودنی‌ها سؤال گردید که آیا الگوی خاصی بین تکرار مربع‌ها وجود داشت یا خیر. در صورت اشاره به توالی محرک‌ها، از کودک خواسته شد که آن را بیان کند. اگر کودک الگوی تکرار محرک‌ها (مربع‌ها) را درست بیان می‌کرد، به علت یادگیری صریح و اتفاق نیفتادن یادگیری ضمنی از مداخله خارج می‌شد.

نتایج مربوط به هر تحریک (فاصله زمانی بین ارایه محرک تا پاسخ حرکتی)، کوشش، بلوک حرکتی و تعداد خطاهای آزمودنی‌ها به محرک‌های هدف در هر مرحله به طور خودکار توسط یک لپ‌تاپ مدل DELL ثبت شد. برای مقایسه یادگیری حرکتی ضمنی دو جنبه دقت (دادن پاسخ‌های صحیح به محرک‌ها) و سرعت (کاهش کلی زمان پاسخ) مورد بررسی قرار گرفت (۱۱).

پس از جمع‌آوری اطلاعات، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ (version 18, SPSS Inc., Chicago, IL) محصول شرکت نوین‌پندار تهران-ایران برای تحلیل داده‌ها استفاده شد. با استفاده از آمار توصیفی، محاسبه میانگین، انحراف استاندارد و رسم نمودارهای مربوط صورت گرفت. برای بررسی عملکرد آزمودنی‌ها و محاسبه توان آماری از آزمون‌های t مستقل و آزمون تحلیل واریانس چند متغیره (MANOVA) استفاده شد. سطح ضریب آلفا برای تمامی عملیات آماری $P < ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر، ۱۲ کودک دارای اختلال هماهنگی رشدی و ۱۲ کودک عادی مشارکت داشتند. جدول ۱، ویژگی‌های دموگرافیک شرکت کنندگان را نشان می‌دهد. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که گروه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی و عادی از نظر سنی ($P = ۰/۹۵$، $t(۲۵) = ۰/۴۵$) و هوش بهر عملکردی ($P = ۰/۶۵$، $t(۴۵) = ۱/۱۲$) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت، اما تفاوت معنی‌داری در مؤلفه‌های آزمون ارزیابی حرکتی کودکان بین آن‌ها مشاهده گردید؛ به طوری که عملکرد گروه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی از کودکان عادی پایین‌تر بود ($P < ۰/۰۰۱$، $t(۱۷/۶۵) = ۱۱/۴۵$).

برای مقایسه یادگیری توالی حرکتی ضمنی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی و کودکان عادی داده‌های مربوط به اثر یادگیری تحلیل شد. اثر یادگیری از طریق کم کردن میانگین نمرات بلوک‌های منظم از میانگین بلوک‌های نامنظم (تصادفی) محاسبه شد. با توجه به مؤلفه‌های رفتاری اندازه‌گیری شده (سرعت و دقت)، دو نوع اثر سرعت (زمان واکنش) و دقت (پاسخ‌های درست) به دست آمد و برای بررسی آن‌ها از تحلیل واریانس چند متغیره استفاده شد (جدول ۲). پیش‌فرض این آزمون برابری ماتریس کوواریانس‌ها و یکسانی واریانس‌ها برای کنترل تفاوت‌های اولیه بین گروه‌ها بود. نتایج آزمون Box ($P = ۰/۲۳۵$) و آزمون Levene ($P = ۰/۱۶۷$) نشان داد که پیش فرض‌های مربوط رعایت شده است.

با توجه به جدول ۲، اثر سرعت و دقت یادگیری توالی حرکتی ضمنی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی و همتایان سالم معنی‌دار نیست ($P \geq ۰/۰۵$). این موضوع بیانگر آن بود که یادگیری ضمنی توالی حرکتی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی و کودکان عادی مشابه بوده است. علاوه بر اثر یادگیری، تفاوت‌های کلی در شاخص سرعت و دقت تکلیف توالی حرکتی گروه‌های شرکت کننده مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، پس از بررسی پیش‌فرض‌ها، از آزمون تحلیل واریانس مرکب استفاده گردید. آزمون معنی‌داری تحلیل واریانس مرکب نشان داد که شاخص Wilks's lambada با مقدار F برابر با ۱۸/۱۲ در سطح ($P \leq ۰/۰۰۱$) معنی‌دار بود.

جدول ۲. نتایج اثرات بین آزمودنی برای دو مؤلفه سرعت و دقت تکلیف توالی حرکتی

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	نسبت F	P	مجذور اتا
گروه	سرعت	۱۲۲۲۳۵/۸۵۰	۱	۲/۹۸۰	۰/۰۷۲	۰/۰۱۲
	دقت	۱۴/۷۶۰	۱	۰/۳۴۶	۰/۲۳۵	۰/۰۲۶
خطا	سرعت	۱/۴۵۷	۱۹	–	–	–
	دقت	۳۴۲/۲۷۴	۱۹	–	–	–
کل	سرعت	۳/۲۳۵	۲۰	–	–	–
	دقت	۳۱۲/۵۴۳	۲۰	–	–	–

* در سطح $P < ۰/۰۵$ معنی‌دار است.

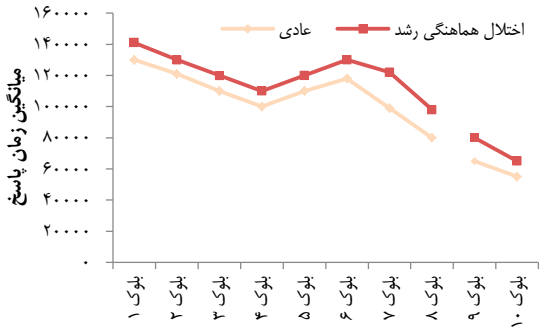
www.mui.ac.ir

جدول ۳. نتایج اثرات بین آزمودنی برای دو مؤلفه سرعت و دقت تکلیف توالی حرکتی در طول بلوک‌ها

منبع تغییرات	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	نسبت F	P	مجذور اتا
گروه	سرعت	۸/۸۵۴۳۲۱	۱	۶۸/۳۲۱	٭۰/۰۰۱	۰/۵۶۹
	دقت	۶۳/۴۵۳۲۱۲	۱	۳۲/۴۱۳	٭۰/۰۰۱	۰/۵۳۸
خطا	سرعت	۹/۴۸۴۵۷۹	۱۹	–	–	–
	دقت	۹۱/۳۴۵۰۰۰	۱۹	–	–	–
کل	سرعت	۵/۲۳۴۹۵۴	۲۰	–	–	–
	دقت	۲۰۱۴۵۸/۹۸	۲۰	–	–	–

٭ در سطح $P < ۰/۰۵$ معنی‌دار است.

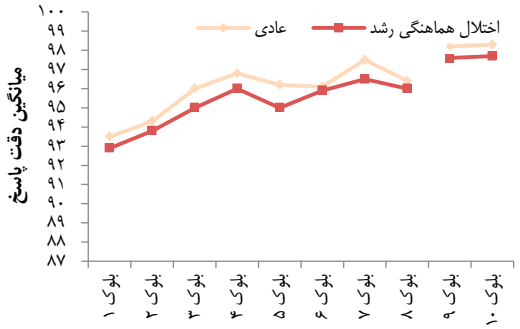
همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با توجه به مقدار F و سطح معنی‌داری به دست آمده، تفاوت سرعت و دقت گروه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی و همتایان سالم در میانگین بلوک‌های ده‌گانه تکلیف توالی حرکتی معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۵$). برای تعیین محل تفاوت بین میانگین عملکرد گروه‌های آزمودنی از آزمون مقایسه زوج‌ها استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد که در میانگین مؤلفه سرعت در بلوک‌های ده‌گانه، گروه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی نسبت به همتایان سالم زمان بیشتری برای پاسخ دادن به محرک‌ها صرف کرده و عکس‌العمل کندتری داشته است. به همین صورت، در مؤلفه دقت نیز گروه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی نسبت به همتایان سالم دقت کمتری داشته و بیشتر خطا کرده است. در مجموع، نتایج حاکی از آن بود که یادگیری توالی حرکتی ضمنی کودکان با و بدون اختلال هماهنگی رشدی تفاوت ندارد (اثر یادگیری)، اما کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی در مقایسه با کودکان عادی در انجام تکلیف زمان عکس‌العمل متوالی (میانگین بلوک‌های ده‌گانه) عملکرد کلی پایین‌تری نشان دادند. برای درک بهتر این مسأله، وضعیت گروه اختلال هماهنگی رشدی (DCD) و عادی (TD) در طول انجام تکلیف مورد نظر در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲. میانگین عملکرد گروه‌های شرکت کننده در مؤلفه سرعت

بحث

تحقیق حاضر با هدف بررسی یادگیری توالی حرکتی ضمنی در کودکان با و بدون اختلال هماهنگی رشدی انجام شد. نتایج تحقیق نشان داد که شرکت کنندگان به طور کلی در اجرای تکلیف زمان عکس‌العمل متوالی در دو مؤلفه سرعت و دقت پیشرفت کردند.



شکل ۳. میانگین عملکرد گروه‌های شرکت کننده در مؤلفه دقت

اختلاف زمان و درصد پاسخ‌های صحیح بلوک هشتم و دوم در گروه‌های DCD و TD معنی‌دار بود که نشان دهنده بهبود سرعت و دقت گروه‌ها حین انجام تکلیف توالی حرکتی بود، یعنی تمرین و پاسخ مکرر به محرک‌های متوالی موجب شد که هم در توالی‌های تکراری و هم در توالی‌های تصادفی، سرعت واکنش به محرک‌ها و دقت پاسخ‌دهی (درصد پاسخ‌های صحیح) بهبود پیدا کند. با این حال، زمان واکنش و خطای پاسخ در توالی‌های تصادفی نسبت به توالی‌های منظم بیشتر بود که این موضوع نشان داد که یادگیرندگان ضمنی بدون اطلاع آگاهانه از ترتیب توالی‌ها به محرک‌ها پاسخ دادند و هیچ گونه اطلاعاتی از قواعد موجود در تکلیف نداشتند. همان طور که نتایج مصاحبه نیز بر این مورد صحه گذاشت. از آن‌جا که در مطالعه حاضر گروه‌های یادگیری ضمنی، از ترتیب توالی‌ها اطلاعی نداشتند، یادگیری آن‌ها به صورت تلویحی اتفاق افتاد. بنابراین، کاهش زمان پاسخ و افزایش پاسخ‌های صحیح در یادگیرندگان ضمنی نیز نشانه کارایی حرکتی بود و چون آزمودنی‌ها از ترتیب توالی ها آگاهی نداشتند، یادگیری ضمنی بود؛ چرا که امکان حدس زدن محرک بعدی در این توالی‌ها برای آزمون شونده وجود نداشت.

با توجه به این که با پیشرفت مراحل آزمون تفاوت‌هایی در میانگین سرعت و دقت گروه کودکان دارای اختلال رشدی و کودکان سالم مشاهده شد، می‌توان گفت که یادگیری حرکتی به شکل ناآگاهانه می‌تواند موجب افزایش سرعت و دقت در تکالیف نیازمند سرعت و دقت گردد. بدین معنی که نه تنها افراد سالم که حتی افراد دارای اختلالات حرکتی نظیر اختلال هماهنگی رشدی نیز با وجود نداشتن آگاهی از قواعد موجود در یک تکلیف می‌توانند در اجرای آن تکلیف بهبود عملکرد پیدا کنند.

نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که برخلاف فرضیه نقص یادگیری ضمنی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی، یادگیری ضمنی

کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت و الگوی زمان عکس‌العمل متوالی در طول انجام بلوک‌های تکلیف توالی حرکتی در این کودکان مشابه کودکان عادی بود. علاوه بر این، بررسی روند انجام بلوک‌های حرکتی نشان داد که سرعت و دقت انجام تمرین و پاسخ به محرک‌های متوالی چه در گروه کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی و چه در گروه کودکان عادی بهبود یافته است. البته، سرعت و دقت انجام بلوک‌های حرکتی در گروه با و بدون اختلال، اختلاف قابل ملاحظه‌ای داشت، اما الگوی افزایش و کاهش زمان در آن‌ها مشابه بود و در تحلیل‌های صورت گرفته اختلاف بلوک دوم و بلوک دهم معنی‌دار بود که وجود یادگیری حرکتی ضمنی در شرکت کننده‌ها را نشان داد. همچنین، بررسی میانگین‌ها نشان داد که زمان واکنش آزمودنی‌های گروه‌های شرکت کننده در بلوک‌های نامنظم (بلوک ۵ و ۶) نسبت به کوشش‌های منظم با تأخیر بیشتری همراه بوده است. این امر علاوه بر اثبات یادگیری ضمنی دلالت بر این موضوع داشت که شرکت کنندگان هنگام انتقال از الگوی منظم به الگوی تصادفی به علت ماهیت خاص الگوهای نامنظم که هیچ رابطه منطقی در ترتیب آن‌ها وجود نداشت، مکث و تأخیر زیادی در پاسخ به محرک‌های متوالی از خود نشان دادند و اختلاف میانگین عملکردشان نسبت به بلوک‌های منظم بیشتر بود.

یافته‌های مطالعه حاضر با یافته‌های Wilson و Larkin (۱) و Lejeune و همکاران (۱۲) همخوان است که نشان دهنده عدم تفاوت یادگیری توالی ضمنی بین کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی و افراد سالم می‌باشد و فرضیه نقص یادگیری ضمنی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی را به چالش می‌کشد. در مطالعه حاضر، کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی در پاسخ به محرک‌های متوالی تکلیف توالی حرکتی عملکردی مشابه همتایان سالم داشتند. همچنین، درصد پاسخ‌های صحیح آن‌ها در تکلیف SRT، بالا و تفاوت معنی‌داری با گروه همتایان عادی نداشت. یافته‌های تحقیق با نتایج مطالعه Gheysen و همکاران مبنی بر نقص یادگیری ضمنی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی همخوان نیست (۱۴). به نظر می‌رسد که علت این ناهمخوانی به نقص یادگیری ضمنی در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی مربوط نیست، بلکه علت تفاوت این دو مطالعه را باید در متغیرهای مداخله کننده ناشی از مشکلات مربوط به روش‌شناسی تحقیق جستجو کرد که مربوط به ملاک های برآورد یادگیری ضمنی در تکالیف ادراکی حرکتی و به ویژه حالت پاسخ مورد نیاز (پاسخ با دو انگشت، چهار انگشت یا انگشت اشاره) در الگوی استاندارد زمان عکس‌العمل متوالی می‌باشد.

برخی از مطالعات نشان داده است که اختلال عملکرد ساختارهای مغزی (نظیر مخچه و عقده‌های قاعده‌ای) که به شدت در اکتساب مهارت‌های حرکتی درگیر است، می‌تواند در ایجاد اختلال هماهنگی رشدی نیز دخیل باشد (۱۴). این در حالی است که نتایج مطالعه حاضر تا حدود زیادی با دیدگاهی سازگار است که طرحواره‌های قشری (Cortical projections) مربوط به عقده‌های قاعده‌ای در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی، حداقل در حرکات ساده، عملکرد طبیعی داشته باشد (۱۵).

به نظر می‌رسد که درگیری و فعالیت عقده‌های قاعده‌ای در طی عملکردهای یادگیری حرکتی بیشتر مرتبط با انتخاب پاسخ باشد تا خود یادگیری. نقش عقده‌های قاعده‌ای در یادگیری ضمنی توالی حرکتی به خوبی ثابت شده است. اگر پذیرفته شود که توالی حرکتی استفاده شده در تحقیق حاضر به صورت سلسله مراتبی سازمان یافته است، در این صورت یک استدلال این است که عقده‌های قاعده‌ای می‌تواند در بهینه‌سازی انتخاب اجزای توالی در طول یک روتین حرکتی نقش داشته باشد. در مراحل اولیه یادگیری توالی حرکتی، شبکه عقده‌های قاعده‌ای– پری فرونتال ممکن است از طریق قشر آهیانه‌ای، در تبدیل بازنمایی فضایی هدف به بازنمایی حرکتی دخالت داشته باشد. در طول یادگیری کوشش‌های تکراری نظیر کوشش‌های توالی حرکتی، آن چه اتفاق می‌افتد، در واقع انتقال فعالیت مغز از مراکز بالاتر به مراکز پایین‌تر است. در این اعمال شناختی و حرکتی که از طریق تکرار یاد گرفته می‌شود، به نظر می‌رسد که عقده‌های قاعده‌ای نقش مهمی داشته باشد که موجب صرفه‌جویی در منابع پردازش اطلاعات می‌شود. از آن‌جا که تکلیف استفاده شده در تحقیق حاضر خیلی پیچیده و حاوی الگوریتم‌های تحلیلی نبود که بازشناختی و حرکتی و نیازمندی‌های مربوط به اجرای تکلیف را بالا ببرد، بنابراین کودکان مبتلا به اختلال رشدی، توانایی انجام دادن آن را به طریقی مشابه همتایان سالم داشتند. در واقع، یادگیری ضمنی توالی‌های ساده این امکان را فراهم می‌کند که عملکرد حرکتی به جای متکی بودن بر روتین‌های حرکتی تکراری یا مشابه، بیشتر وابسته به زمینه و بافت یادگیری باشد.

یادگیری ضمنی توالی حرکتی به ساختارهای مغزی و شبکه وسیعی وابسته است که شامل اتصالات بین کورتکس فرونتال و پریتال، قشر ارتباطی بینابینی دوطرفه (Bilateral visual association cortex) و نواحی زیرقشری شامل مخچه و عقده‌های قاعده‌ای است (۹). اگرچه احتمال اختلال عملکرد ساختارهای مغزی نظیر مخچه و عقده‌های قاعده‌ای در اختلال هماهنگی رشدی وجود دارد، اما با توجه به نتایج مطالعه حاضر و بی‌نقص بودن یادگیری ضمنی توالی حرکتی در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی به نظر می‌رسد که طرحواره‌های قشری مربوط به عقده‌های قاعده‌ای در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی، حداقل در حرکات ساده نظیر زمان تکلیف توالی حرکتی، عملکرد طبیعی داشته باشد. این احتمال وجود دارد که به جای مناطق زیرقشری، منشأ اختلال هماهنگی رشدی در سطح قشر مغز و یا در سطح لوب آهیانه‌ای باشد.

محدودیت‌ها

انگیزه درونی شرکت کنندگان برای شرکت در تحقیق حاضر، میزان خواب، استراحت و تغذیه آن‌ها قابل سنجش نبود.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود که تحقیق حاضر با طراحی و ساخت برنامه‌های نرم‌افزاری دیگر که پیچیدگی بیشتری دارد، انجام شود.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، در کودکان بین سنین ۸ تا ۱۰ سال، صرف نظر از وضعیت توانایی‌های حرکتی (DCD یا غیر DCD)، آثار یادگیری ضمنی وجود داشت. نتایج تحقیق حاضر از این ایده حمایت می‌کند که برخی از ساختارهای مغزی که در یادگیری ضمنی توالی‌های حرکتی ساده مشارکت دارد، در کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی، عملکرد طبیعی دارد. با توجه به سالم بودن یادگیری ضمنی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی، نتایج حاصل از این پژوهش کمک

می‌کند تا در روند آموزش و توانبخشی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی بتوان از مزایای یادگیری ضمنی بهره برد؛ چرا که این کودکان می‌توانند به صورت ناخودآگاه قواعد مربوط به تکلیف را یاد بگیرند (یادگیری ضمنی).

تشکر و قدردانی

بدین وسیله، از کلیه افراد شرکت کننده در تحقیق و مدیران محترم مدارس ابتدایی شهدای هوانیروز و استثنایی باغچه‌بان به خاطر همکاری در جهت اجرای هرچه بهتر تحقیق، تشکر می‌شود.

نقش نویسندگان

سید کاوس صالحی، نویسنده مسؤول، محقق و پژوهشگر اجرای تحقیق، محمود شیخ، استاد راهنما در طراحی مطالعه و تحلیل و تفسیر داده‌ها و ارایه نظرات تخصصی و بازبینی متن نگارش شده و تأیید نهایی آن و ناصر نقدی، استاد مشاور در طراحی مطالعه و روند انجام پژوهش و ارائه نظرات و پیشنهادات تخصصی مفید و سودمند.

منابع مالی

هزینه انجام پژوهش توسط نویسندگان تأمین شد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

References

1. Wilson PH, Larkin D. New and emerging approaches to understanding developmental coordination disorder. Hum Mov Sci 2008; 27(2): 171-6.
2. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV. 4th ed. Washington, DC: American Psychiatric Association; 1994.
3. Barnhart RC, Davenport MJ, Epps SB, Nordquist VM. Developmental coordination disorder. Phys Ther 2003; 83(8): 722-31.
4. Gueze RH, Jongmans MJ, Schoemaker MM, Smits-Engelsman BC. Clinical and research diagnostic criteria for developmental coordination disorder: a review and discussion. Hum Mov Sci 2001; 20(1-2): 7-47.
5. de CP, Albaret JM, Chaix Y, Zanone PG. Developmental coordination disorder pertains to a deficit in perceptuo-motor synchronization independent of attentional capacities. Hum Mov Sci 2007; 26(3): 477-90.
6. Whitall J, Getchell N, McMenamin S, Horn C, Wilms-Floet A, Clark JE. Perception-action coupling in children with and without DCD: Frequency locking between task-relevant auditory signals and motor responses in a dual-motor task. Child Care Health Dev 2006; 32(6): 679-92.
7. Martin NC, Piek JP, Hay D. DCD and ADHD: a genetic study of their shared aetiology. Hum Mov Sci 2006; 25(1): 110-24.
8. Salehi SK, Sheikh M, Hemayattalab R, Humaneyan D. The Effect of Age-Related Changes and Explicit-Implicit Awareness on Mixed Motor Sequence Learning and its Consolidation. J Res Rehabil Sci 2016; 12(1): 1-9. [In Persian].
9. Nejati V, Ashayeri H, Garusi M, Aghdasi MT. Comparison of explicit sequence motor learning in youth and elderly. Studies in Education and Psychology 2009; 9(2): 113-26. [In Persian].
10. Thomas KM, Nelson CA. Serial reaction time learning in preschool- and school-age children. J Exp Child Psychol 2001; 79(4): 364-87.
11. Salehi SK, Sheikh M, Hemayattala R, Humaneyan D. The Effect of Different Ages levels and explicit - implicit Knowledge on Motor Sequence Learning. Int J Env Sci Ed 2016; 11(18): 13157-65.
12. Lejeune C, Catale C, Willems S, Meulemans T. Intact procedural motor sequence learning in developmental coordination disorder. Res Dev Disabil 2013; 34(6): 1974-81.
13. Nicolson RI, Fawcett AJ. Procedural learning difficulties: reuniting the developmental disorders? Trends Neurosci 2007; 30(4): 135-41.
14. Gheysen F, Van Waelvelde H, Fias W. Impaired visuo-motor sequence learning in Developmental Coordination Disorder. Res Dev Disabil 2011; 32(2): 749-56.
15. Wilson PH, Maruff P, Lum J. Procedural learning in children with developmental coordination disorder. Hum Mov Sci 2003; 22(4-5): 515–26.
16. Vicari S, Finzi A, Menghini D, Marotta L, Baldi S, Petrosini L. Do children with developmental dyslexia have an implicit learning deficit? J Neurol Neurosurg Psychiatry 2005; 76(10): 1392-7.
17. Lum JA, Conti-Ramsden G, Page D, Ullman MT. Working, declarative and procedural memory in specific language impairment. Cortex 2012; 48(9): 1138-54.
18. Barnes KA, Howard JH, Jr., Howard DV, Kenealy L, Vaidya CJ. Two forms of implicit learning in childhood ADHD. Dev Neuropsychol 2010; 35(5): 494-505.
19. Gabriel A, Maillart C, Guillaume M, Stefaniak N, Meulemans T. Exploration of serial structure procedural learning in children with language impairment. J Int Neuropsychol Soc 2011; 17(2): 336-43.
20. Nissen MJ, Bullemer P. Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. Cognitive Psychology 1987; 19(1): 1-32.

Comparison of Implicit Motor Sequence Learning in Children with and without Developmental Coordination Disorder

Sayed Kavos Salehi[1], Mahmood Sheikh[2], Naser Naghdi[3]

Original Article

Abstract

Introduction: This study was performed to compare the implicit motor sequence learning in children with and without developmental coordination disorder.

Materials and Methods: To compare the implicit motor learning, serial reaction time task (SRT) was designed and used in C^{++} programming environment. In this study, 24 participated children were divided into two equal groups of with and without developmental coordination disorder; they practiced 10 blocks of SRT task during the two days with an interval of 24 hours. At the beginning of the test, no explanation was given to learners about the appearance of stimuli and motor learning took place implicitly. Data were analyzed using independent-t and ANOVA tests.

Results: There was no significant difference between the two groups of children with and without developmental coordination disorder in speed ($P = 0.235$) and precision ($P = 0.072$) components. However, comparing the between subjects effects during blocks of motor sequence acquisition phase indicated significant differences between children with and without developmental disorder in both speed and accuracy variable ($P < 0.001$).

Conclusion: Although children with developmental coordination disorder have difficulties in acquisition and learning of everyday motor skills, their implicit motor sequence is intact. Therefore, in the process of teaching and rehabilitation of children with developmental coordination disorder, we can take advantage from implicit learning.

Keywords: Developmental coordination disorder (DCD), Implicit learning, Motor learning, Motor sequence

Citation: Salehi SK, Sheikh M, Naghdi N. **Comparison of Implicit Motor Sequence Learning in Children with and without Developmental Coordination Disorder.** J Res Rehabil Sci 2016; 12(6): 362-9.

Received: 15.11.2016 Accepted: 09.01.2017

1- PhD in Motor Behavior, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Professor, Department of Physiology-Neurology, Pasteur Institute of Iran, Tehran, Iran
Corresponding Author: Sayed Kavos Salehi, Email: sk.salehi@yahoo.com