Archive of SID

تأثیر تغییرات وابسته به سن و آگاهی صریح و ضمنی بر عملکرد و تحکیم توالی حرکتی ترکیبی

سید کاوس صالحی[۱]، محمود شیخ[۲]، رسول حمایت‌طلب[۲]، داود حومنیان[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی تأثیر تغییرات وابسته به سن و آگاهی صریح و ضمنی بر عملکرد و تحکیم توالی حرکتی ترکیبی بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، ۹۶ پسر سالم از نظر سیستم عصبی و راست دست با دامنه سنی ۱۸-۶ سال، به صورت در دسترس انتخاب شدند. از تکلیف SRT (Serial reaction time) برای بررسی مقایسه‌ای عملکرد صریح و ضمنی آزمودنی‌ها در دو مؤلفه زمان و دقت پاسخ استفاده گردید. کل مداخله شامل دو فاز (اکتساب و تحکیم) بود که طی آن‌ها عملکرد گروه‌ها با یکدیگر مقایسه شد. مرحله اکتساب شامل انجام ۸ بلوک و مرحله تحکیم شامل انجام ۲ بلوک بود. داده‌ها با استفاده از آزمون Mixed ANOVA در یک طرح، (بلوک) ۸ × (گروه سنی) ۴ × (نوع یادگیری) ۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین، جهت انجام مقایسات زوجی از آزمون Bonferroni استفاده گردید.

یافته‌ها: در متغیر زمان پاسخ، بلوک (P = ۰/۰۳۱) و سن (P = ۰/۰۰۱) تأثیر معنی‌داری را نشان داد، اما شرایط یادگیری معنی‌دار نبود (P = ۰/۴۳۱). در متغیر دقت پاسخ، علاوه بر معنی‌داری اثر بلوک (P = ۰/۰۰۱) و سن (P = ۰/۰۰۱)، معنی‌داری در شرایط یادگیری (P = ۰/۰۰۳) نیز مشاهده شد. همچنین، عملکرد آزمودنی‌های گروه‌های سنی مختلف در دو بلوک ابتدایی روز دوم نسبت به انتهای روز اول، در دو مؤلفه زمان (P = ۰/۰۰۱) و دقت پاسخ (P = ۰/۰۰۱) بهتر بود که نشان دهنده تحکیم کلی یادگیری حرکتی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که بین گروه‌های سنی مختلف، در اکتساب و تحکیم زمان و دقت پاسخ تکلیف توالی حرکتی، تغییرات عملکردی وابسته به سن وجود دارد. از طرف دیگر، اجزای مختلف حرکت (دقت و سرعت) به شیوه‌های متفاوتی اجرا، تثبیت و تحکیم می‌شوند. این موضوع باید هنگام آموزش و انجام مداخلات آموزشی و توان‌بخشی مرتبط با کودکان و نوجوانان مورد توجه قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: یادگیری صریح، یادگیری ضمنی، تغییرات سنی، تحکیم یادگیری، عملکرد

ارجاع: صالحی سید کاوس، شیخ محمود، حمایت‌طلب رسول، حومنیان داود. **تأثیر تغییرات وابسته به سن و آگاهی صریح و ضمنی بر عملکرد و تحکیم توالی حرکتی ترکیبی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۵؛ ۱۲ (۱): ۱۱-۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۵

مقدمه

یکی از جنبه‌هایی که در آموزش و تمرینات توان‌بخشی اهمیت زیادی دارد، یادگیری رفتارهای وابسته و برخاسته از حرکت است. حرکت، جنبه اصلی رشد و تکامل انسان محسوب می‌شود و بهترین توجیه برای مطالعه حرکت، آن است که حرکت جزء اصلی تکامل در انسان می‌باشد (۱). برخی از انواع حرکات مانند راه رفتن و پلک زدن خودمتمایز شده (Self-differentiated) یا فیلوژنی (Phylogeny) هستند که در این حرکات، الگوی عمل از طریق ژنتیک، رشد و نمو یا هر دوی این موارد تعیین می‌شود. گروه دوم حرکات، حرکات قابل یادگیری همچون تایپ کردن و شوت زدن می‌باشند که تبحر در آن‌ها نیازمند تجربه و تمرین است و این‌گونه حرکات یاد گرفته شده، تحت عنوان مهارت (Skill) شناخته می‌شوند (۲). بر این اساس، یادگیری مهارت‌های حرکتی، یکی از جلوه‌های مختلف رفتار و جنبه بیرونی و محیطی رشد حرکتی است که از تمرین و تجربه ناشی می‌شود (۳).

یادگیری حرکتی انسان و کارکردهای حافظه او (اکتساب اطلاعات) به دو زیرسیستم صریح و ضمنی تقسیم می‌شود. اگر اطلاعات لازم در مورد هدف و نحوه انجام تکلیف مورد نظر به یاد گیرنده داده شود، این یادگیری از نوع صریح یا آشکار (Explicit learning) است، اما اگر اطلاعات لازم در مورد هدف و نحوه انجام تکلیف مورد نظر به یاد گیرنده ارایه نشود، یادگیری از نوع ضمنی (Implicit learning) خواهد بود (۴).

برخی از محققان مانند Shanks، اظهار کرده‌اند که در یادگیری ضمنی،

۱- دکتری تخصصی، 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- استادیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: سید کاوس صالحی
Email: sk.salehi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات در دسترس در سطح آگاهانه نباید وجود داشته باشد؛ در حالی که گروهی بر این باور هستند که امکان حذف این اطلاعات در عمل وجود ندارد. Reber عنوان نمود، برای این که یادگیری از نوع ضمنی باشد، فقط باید a > b باشد که در آن a مجموع اطلاعات در دسترس به صورت ناخودآگاه و b مجموع اطلاعات در دسترس در سطح آگاهانه است (۵). علاوه بر این، یادگیری مهارت نه تنها در طول تمرین انجام می‌شود (Online phase)، بلکه در فواصل استراحت و بین تمرین‌ها نیز صورت می‌گیرد که به آن فاز خاموش (Offline phase) می‌گویند. به فرایندی که در فاز خاموش اتفاق می‌افتد، تحکیم یا تثبیت (Consolidation) می‌گویند (۶).

یادگیری صریح و ضمنی دارای تفاوت‌های اساسی در مکانیسم‌های رمزگردانی و بازیابی هستند و توسط شبکه‌های عصبی متفاوتی کنترل می‌شوند. اعتقاد بر این است که شبکه عصبی کنترل کننده یادگیری ضمنی شامل عقده‌های قاعده‌ای، مخچه و کورتکس پری‌فرونتال (Prefrontal cortex) می‌باشد؛ در حالی که یادگیری صریح توسط قطعه گیجگاهی (Temporal lobe)، هیپوکامپ، تالاموس و کورتکس پیشانی- آهیانه‌ای (Prefrontal parietal cortex) کنترل می‌شود (۷).

امروزه، یادگیری توالی حرکتی بیشترین نمونه رفتاری است که برای بررسی عملکردهای یادگیری صریح و ضمنی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸)؛ چرا که رعایت توالی در اجرای حرکت، می‌تواند به صورت صریح (مطلع از اجزای توالی) یا ضمنی (بی‌اطلاع از ترتیب توالی) یاد گرفته شود.

یک سؤال برگرفته از تحقیقات انجام شده بر روی یادگیری‌های گوناگون و سیستم‌های حافظه این بوده است که چگونه اشکال مختلف کارکرد شناختی، رشد و تکامل پیدا می‌کنند و آیا فرایندهای صریح و ضمنی به شکل واحد و یا به شکل مجزا و قابل تفکیک رشد و تکامل پیدا می‌کنند؟ رشد طولانی سیستم‌های کورتکس پری‌فرونتال که در یادگیری صریح دخیل هستند، در مقایسه با بالیدگی و تکامل به نسبت زودهنگام و سریع عقده‌های قاعده‌ای، دلیلی است که می‌توان انتظار داشت یادگیری ضمنی نسبت به یادگیری صریح، زودتر رشد و تکامل پیدا می‌کند (۹). در این باره، Reber نظریه تغییرناپذیری یادگیری ضمنی را پیشنهاد نمود. بر اساس این نظریه، یادگیری ضمنی مستقل از سن است؛ چرا که ساختارهای عصبی دخیل در یادگیری ضمنی، از نظر تکاملی بسیار ابتدایی هستند و خیلی زود تکامل پیدا می‌کنند؛ به طوری که این ساختارها در اوایل کودکی رشد می‌یابند و در طول کودکی تا حدودی یکسان و بدون تغییر باقی می‌مانند؛ در حالی که یادگیری صریح، تغییرات رشدی بیشتری را در طول زمان نشان می‌دهد؛ چرا که این یادگیری شامل ساختارهای قشری است که در تمام طول کودکی به رشد و تکامل ادامه می‌دهند. با این وجود، مطالعات تصویربرداری عصبی- رشدی نشان می‌دهد که اگرچه میزان سوخت و ساز و میلینی شدن عقده‌های قاعده‌ای دخیل در یادگیری ضمنی، در ابتدای اولین سال زندگی به نقطه اوج می‌رسد (۲)، اما تغییرات رشدی در ساختارهای مغزی، در کودکی اولیه نیز اتفاق می‌افتد (۷) و در نتیجه این تغییرات، سرعت و دقت عملکرد افراد ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد. بر این اساس، در مقابل نظریه تغییرناپذیری، مدل تغییرات وابسته به سن در یادگیری ضمنی مطرح شده است (۲). بدین ترتیب درک جدایی و تفکیک بین یادگیری صریح و ضمنی در طول کودکی و اثرات افزایش سن بر این دو نوع یادگیری، هنوز موضوع اصلی مناقشه بین دانشمندان شناختی و رشدی محسوب می‌شود؛ به طوری که برخی از مطالعات نشان داده‌اند که قابلیت یادگیری ضمنی بعضی از تکالیف SRT (Serial reaction time)، در اثر افزایش سن ثابت بوده است و میزان یادگیری بزرگسالان تفاوتی با افراد کم‌سن ندارد. به طور مثال، Lejeune و همکاران در مطالعه خود یادگیری ضمنی سه گروه ۷-۶، ۱۱-۱۰ و ۲۷-۱۸ ساله را در یک تکلیف SRT، در سطح یکسانی گزارش نمودند (۱۰). در مقابل، برخی از مطالعات در یادگیری حرکات متوالی (سکانسی)، تفاوت‌های سنی را گزارش کرده‌اند. Hodel و همکاران، پیشرفت‌های وابسته به سن در یادگیری صریح و ضمنی کودکان ۵ تا ۷ و ۱۰ تا ۱۲ ساله را در یک تکلیف شناختی- حرکتی عنوان کردند (۱۱).

با وجود تناقض آشکار در رابطه با تأثیر افزایش سن بر یادگیری توالی حرکتی، بررسی این موضوع به منظور درک بهتر رشد فرایندهای صریح و ضمنی، ضرورت و اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند و یکی از ابعاد بررسی پژوهش حاضر بود. به طور خاص، هدف اصلی از انجام این تحقیق، پاسخ به این سؤالات بود که آیا قابلیت یادگیری حرکتی با افزایش سن دچار تغییر می‌شود و اگر این تغییر صورت می‌گیرد، بیشتر کدام نوع از یادگیری را درگیر می‌کند؟ آیا سرعتی که افراد می‌توانند پاسخ‌های حرکتی را انتخاب کنند، در هر نوع یادگیری صریح و ضمنی تابع سن است؟

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح اندازه‌گیری‌های مکرر و از نظر هدف، کاربردی بود. جامعه آماری مطالعه را کلیه دانش‌آموزانی که در نیم‌سال اول سال تحصیلی ۹۵-۱۳۹۴ در مراکز پیش‌دبستانی و مدارس شهرستان مسجد سلیمان مشغول به تحصیل بودند، تشکیل داد. از بین این دانش‌آموزان، از طریق بررسی مقادیر انحراف معیار در مطالعه مشابه (۲)، ۹۶ آزمودنی (پسر) با داشتن شرایط ورود انتخاب شدند. معیارهای ورود شامل راست دست بودن، سلامت سیستم عصبی و عدم آشنایی و تجربه قبلی با تکلیف مورد نظر بود. نمونه‌ها به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند و در چهار گروه که هر گروه خود دارای دو زیرگروه (صریح و ضمنی) شامل ۶، ۸ و ۱۰ ساله و نوجوان ۱۸-۱۵ ساله (صریح و ضمنی) قرار گرفتند. همه مراحل اجرای پژوهش متناسب با ملاحظات و منشور اخلاقی دانشگاه تهران انجام گرفت.

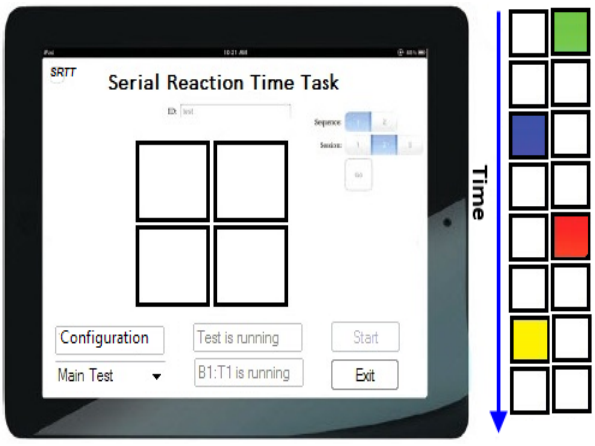
برای ارزیابی نمونه‌های نوجوان، از نسخه فارسی آزمون MMSE (Mini Mental State Examination) جهت تشخیص اختلال شناختی و نداشتن بیماری خاص (دارای ضریب اعتبار ۰/۹۱-۰/۸۴)، آزمون GHQ (General Health Questionnaire) برای تعیین سلامت عمومی و نداشتن اختلال جسمانی (دارای ضریب اعتبار ۰/۹۱) و پرسش‌نامه دست برتری Edingburgh (Edinburgh Handedness Inventory) (با ضریب اعتبار ۰/۹۷ در تعیین دست برتری) استفاده گردید (۱۲). آزمودنی‌هایی که در آزمون MMSE نمره زیر ۲۰ (از مجموع ۳۰ نمره) کسب کردند، به عنوان اختلال شناختی شدید در نظر گرفته شدند و همچنین، افراد مبتلا به افسردگی و اضطراب بالا (بر اساس آزمون GHQ) نیز از مطالعه خارج شدند. سلامت عمومی و عدم مشکل خاص کودکان پیش‌دبستانی و دبستانی در حین انجام تکلیف نیز از طریق مطالعه پرونده تحصیلی و کسب اطلاع از مربیان و والدین کودکان نسبت به سلامت عمومی آن‌ها حاصل شد و کودکان دارای بیماری‌های خاص، از نمونه آماری حذف شدند.

www.mui.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

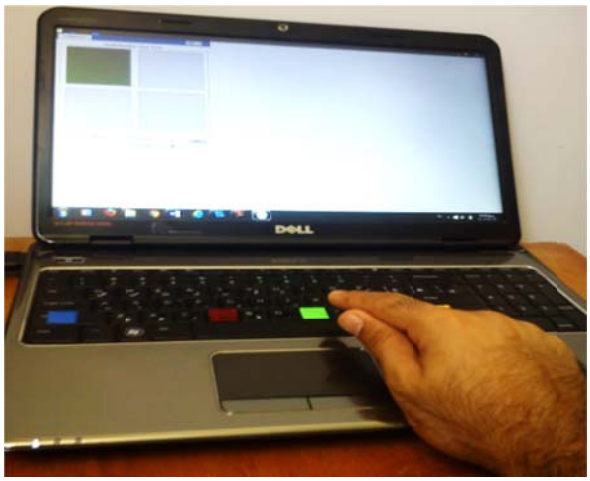
برای اجرای تحقیق، با توجه به مشخصه‌های مورد لزوم و نوع تکلیف حرکتی، نرم‌افزاری تحت عنوان SRT در محیط برنامه‌نویسی C^{++} برای تولید و اجرای محرک‌های بصری توسط شرکت فنی مهندسی بهارستان ارتاویل در اهواز طراحی و برنامه‌نویسی شد. این ابزار جهت ارزیابی یادگیری صریح و ضمنی توالی حرکتی و بر اساس مدل Nissen و Bullemer طراحی گردید (۴). در این نرم‌افزار، چهار مربع در صفحه مانیتور در نظر گرفته شده که قابلیت تبدیل به چهار رنگ زرد، سبز، قرمز، آبی را دارد و برای هر یک از رنگ‌های مذکور، 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.

نرم‌افزار SRT طوری طراحی شده است که تعداد محرک‌هایی که در یک توالی به دنبال هم می‌آیند، قابل تنظیم می‌باشد. همچنین، می‌توان با استفاده از این نرم‌افزار، نوع ترتیب ارایه محرک‌ها را مشخص نمود. در این نرم‌افزار، زمان استراحت توالی‌ها و بلوک‌های حرکتی قابل تنظیم است. محرک‌ها به صورت توالی‌های به هم پیوسته ظاهر می‌شوند و هر محرک بلافاصله پس از پاسخ صحیح به محرک قبل، پدیدار می‌شود و تا زمانی که آزمودنی پاسخ صحیح ندهد، محرک از جای خود حرکت نمی‌کند. در مورد روایی و پایایی ابزار، از این روش در تحقیقات متعدد خارجی استفاده شده و مطالعات نشان داده است که این آزمون وابسته به فرهنگ نیست (۴). علاوه بر این، در این ابزار، مداخله و ارزیابی یکسان است. از طرف دیگر، نتایج به وسیله لپ‌تاپ ثبت می‌شد که شرکت سازنده آن را طی چندین مرحله کالیبره نمود و نقایص آن را برطرف کرد. بنابراین، خطای انسانی در ثبت دخیل نبود. با توجه به این که این ابزار اندازه‌گیری، تکلیف مورد نظر را با زمان‌سنج رایانه‌ای با دقت ۰/۰۰۱ ثانیه اندازه‌گیری می‌کند و برای این کار طراحی شده است، اعتبار صوری داشت. ضریب پایایی این ابزار به روش بازآزمایی، ۰/۹۳ برآورد شده است (شکل ۱).



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 درخواست شد که به محض نمایش هر مربع، کلید هم رنگ آن را فشار دهد (شکل ۲). در این نرم‌افزار، هر الگو یا توالی شامل نمایش ۸ مربع رنگی (تحریک) بود که در اصطلاح رفتار حرکتی، یک کوشش نامیده می‌شود. تکرار ۱۰ کوشش متوالی که در مجموع ۸۰ تحریک می‌باشد، 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 گرفت. در نرم‌افزار مذکور، ترتیب ظاهر شدن مربع‌های رنگی در توالی‌های حرکتی، دو حالت متفاوت داشت؛ در یک حالت، محرک‌ها با ترتیب مشخص و از قبل تعیین شده فعال می‌شدند (توالی منظم) که عبارت از سبز، آبی، زرد، آبی، قرمز، زرد، سبز و زرد بود و در حالت دوم، محرک‌ها به صورت تصادفی ارایه می‌گردند (توالی نامنظم)؛ بدین معنی که ترتیب ارایه محرک‌ها توسط نرم‌افزار تعیین می‌شود و هیچ رابطه منطقی در ترتیب ظهور آن‌ها وجود ندارد.



شکل ۲. نحوه صحیح اجرای تکلیف زمان عکس‌العمل متوالی

بعد از انتخاب شرکت کنندگان، با در نظر گرفتن کلیه معیارهای حذف و اضافه و اطمینان از سلامت آن‌ها و ارایه توضیحات لازم در مورد تکلیف، فرم رضایت‌نامه آگاهانه و اطلاعات شخصی از آن‌ها اخذ گردید. اطلاعات مربوط به مشارکت کنندگان محرمانه باقی ماند. در ضمن، شرکت در تحقیق حاضر هزینه‌ای را برای مشارکت کنندگان در برنداشت. کل مداخله پژوهش شامل دو فاز (اکتساب و تحکیم) و ۱۰ مرحله بود که طی آن‌ها نتایج عملکرد گروه‌ها با هم مقایسه شد. نمونه‌ها ابتدا وارد فاز مداخله اصلی (اکتساب) شدند که این مرحله شامل انجام ۸ بلوک حرکتی (هر بلوک شامل ۱۰ کوشش و هر کوشش شامل ۸ تحریک) بود و ترتیب ظاهر شدن مربع‌ها در ۴ بلوک اول به صورت، سبز، آبی، زرد، آبی، قرمز، زرد، سبز و زرد بود. سپس، دو بلوک با ترتیب تصادفی و نامنظم انجام می‌گرفت و بعد از آن دو بلوک دیگر، با ترتیب ۴ بلوک اول تکرار می‌شد. بنابراین، در مطالعه حاضر از توالی حرکتی ترکیبی؛ یعنی ترکیبی از سکانس‌های تکراری (منظم) و تصادفی (نامنظم) استفاده گردید تا احتمال آگاهی صریح در گروه‌های یادگیری ضمنی به حداقل برسد.

شیوه آزمایش در گروه‌های یادگیری صریح و ضمنی

در فرایند تحقیق، انجام آزمایش در گروه‌های یادگیری صریح و ضمنی مشابه

www.mui.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

یکدیگر بود، با این تفاوت که قبل از انجام آزمایش، به گروه‌های یادگیری صریح، در مورد چگونگی ظهور مربع‌ها و ترتیب آن‌ها اطلاعات کاملی داده شد، اما به گروه‌های یادگیری ضمنی هیچ گونه اطلاعاتی در مورد ترتیب محرک‌ها و چگونگی آرایش بلوک‌ها (منظم یا تصادفی بودن آن‌ها) ارایه نشد. فقط از آن‌ها درخواست گردید که به محض مشاهده هر رنگ، کلید همرنگ با 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 می‌شد.

یک روز (۲۴ ساعت) بعد از انجام مرحله اکتساب، مرحله سنجش تحکیم یادگیری (مرحله دوم) انجام گرفت. این مرحله شامل انجام ۲ بلوک با ترتیب منظم مرحله اول بود. آزمون مرحله دوم به دو دلیل انجام شد؛ اول این که مشخص شود آیا تغییر زمان پاسخ و دقت پاسخ آزمودنی‌ها به دلیل اثرات موقتی تمرین بوده یا تغییری به نسبت پایداری رخ داده و رد حافظه‌ای واقعاً در حافظه تقویت و تثبیت شده است و دوم این که بتوان بین گروه‌های یادگیری صریح و ضمنی مقایسه انجام داد.

نتایج مربوط به هر تحریک (فاصله زمانی بین ارایه محرک تا پاسخ حرکتی)، کوشش و بلوک حرکتی و تعداد خطاهای آزمودنی‌ها به محرک‌های هدف، در هر مرحله به طور خودکار توسط یک لپ‌تاپ (مدل DELL) ثبت شد. برای بررسی تأثیر تغییرات وابسته به سن بر یادگیری و تحکیم توالی حرکتی صریح و ضمنی، دو جنبه از حرکت مورد بررسی قرار گرفت. اولین جنبه، دقت توالی بود که در مطالعه حاضر تعداد پاسخ‌های صحیح به محرک‌ها، معیاری از دقت یادگیری در نظر گرفته شد. دومین جنبه، حرکت هماهنگی پاسخ بود که کاهش کلی زمان پاسخ در این مطالعه، به عنوان معیار هماهنگی پاسخ منظور گردید (۱۳).

به منظور سنجش تحکیم یادگیری، با الگوبرداری از مطالعه Dorfberger و همکاران (۱۴) و Lejeune و همکاران (۱۰)، میانگین زمان پاسخ و تعداد پاسخ‌های صحیح دو بلوک انتهایی روز اول (بلوک ۷ و ۸) با دو بلوک ابتدایی روز دوم (بلوک ۹ و ۱۰) در گروه‌های یادگیری صریح و ضمنی مورد مقایسه قرار گرفت.

برای بررسی عملکرد آزمودنی‌ها، از آزمون Mixed ANOVA و جهت تعیین اختلاف میانگین داده‌ها در مرحله تحکیم، از آزمون ANOVA استفاده شد. همچنین، از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف معیار و رسم نمودارهای مربوط استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ (version 18, SPSS Inc., Chicago, IL) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵۰$ به عنوان سطح معنی‌داری داده‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشارکت کنندگان پژوهش حاضر در دامنه سنی ۶ تا ۱۸ سال قرار داشتند. همه آن‌ها راست دست و بدون سابقه بیماری نورولوژیک و اختلال در چشم‌ها، دست‌ها و عصب- عضله بودند. جدول ۱ ویژگی‌های دموگرافیک شرکت کنندگان را نشان می‌دهد. نتایج آزمون mixed ANOVA در مرحله اکتساب برای دو مؤلفه زمان و دقت پاسخ در جداول ۲ و ۳ ارایه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

گروه‌ها		تعداد	میانگین ± انحراف معیار	بیشترین	کمترین
۶ ساله	صریح	۱۲	۶/۳ ± ۰/۶۶	۶/۶	۶/۰
	ضمنی	۱۲	۶/۴ ± ۰/۷۴	۶/۵	۶/۳
۸ ساله	صریح	۱۲	۸/۳ ± ۰/۴۵	۸/۳	۸/۰
	ضمنی	۱۲	۸/۵ ± ۰/۶۵	۸/۴	۸/
۱۰ ساله	صریح	۱۲	۱۰/۲ ± ۰/۸۴	۱۰/۲	۱۰/۲
	ضمنی	۱۲	۱۰/۱ ± ۰/۹۱	۱۰/۴	۱۰/۰
نوجوان	صریح	۱۲	۱۷/۶ ± ۰/۷۴	۱۸/۲	۱۵/۰
	ضمنی	۱۲	۱۷/۴ ± ۰/۹۲	۱۸/۱	۱۵/۲

با توجه به داده‌های جدول ۲، اثر اصلی بلوک‌های تمرینی و اثر اصلی سن در متغیر وابسته زمان پاسخ معنی‌دار بود، اما اثر معنی‌داری بر شرایط یادگیری و اثرهای تعاملی متغیرها در این مرحله مشاهده نشد ($P \geq ۰/۰۵۰$). نتایج آزمون ANOVA نشان داد که تغییرات عملکردی وابسته به سن، بر اجرای مؤلفه زمان پاسخ تکلیف توالی حرکتی تأثیر داشت ($P \leq ۰/۰۵۰$). برای مشخص کردن جایگاه تفاوت‌ها، از آزمون Bonefrroni استفاده گردید. نتایج این آزمون حاکی از آن بود که اختلاف زمان بلوک هشتم و دوم در تمامی گروه‌ها معنی‌دار بود ($P = ۰/۰۰۱$) و این یافته نشان دهنده بهبود عملکرد تمامی گروه‌ها می‌باشد. بررسی تفاوت‌های بین گروهی نیز نشان داد که زمان پاسخ نوجوانان در تمام مراحل، به طور معنی‌داری سریع‌تر از گروه‌های کودکان بود ($P = ۰/۰۰۱$). علاوه بر این، پاسخ‌های ۱۰ ساله‌ها سریع‌تر از ۶ و ۸ ساله‌ها بود. همچنین، بین زمان پاسخ کودکان ۶، ۸ و ۱۰ ساله تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت ($P = ۰/۰۰۱$).

یافته‌های جدول ۳ نشان داد که اثر اصلی بلوک‌های تمرینی، سن و شرایط یادگیری در متغیر دقت پاسخ معنی‌دار بود. همچنین، اثرهای تعاملی معنی‌داری در این مرحله بین متغیرها وجود داشت ($P < ۰/۰۵۰$)؛ بدین معنی که گروه‌های سنی مختلف در طول انجام تکلیف با توجه به نوع یادگیری (صریح و

جدول ۲. نتایج آزمون mixed ANOVA برای مؤلفه زمان پاسخ در مرحله اکتساب

منبع تغییرات		مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
زمان پاسخ	بلوک	۳/۲۳	۱/۰۱	۳/۱۹	۴/۷۵	۰/۰۳۱*
	سن	۲/۹۲	۳/۰۰	۹/۷۴	۸۵/۳۴	۰/۰۰۱*
	شرایط یادگیری	۷/۱۵	۱/۰۰	۷/۱۵	۰/۶۳	۰/۴۳۱
	بلوک × سن	۴/۵۶	۳/۰۳	۱/۵۰	۲/۲۴	۰/۰۸۸
	بلوک × شرایط یادگیری	۱/۵۴	۱/۰۱	۱/۵۳	۲/۲۷	۰/۱۳۵
	بلوک × سن× یادگیری	۴/۲۷	۳/۰۳	۱/۴۰	۲/۰۹	۰/۱۰۶

*معنی‌داری در سطح $P < ۰/۰۵۰$

www.mui.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج آزمون mixed ANOVA برای مؤلفه دقت پاسخ در مرحله اکتساب

منبع تغییرات		مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
دقت پاسخ	بلوک	۹۳۶/۶۶	۵/۵۳	۱۶۹/۳۷	۶۷/۴۰	۰/۰۰۱*
	سن	۵۰۸۲/۵۳	۳/۰۰	۱۶۹۴/۱۷	۴۹/۹۵	۰/۰۰۱*
	شرایط یادگیری	۱۱۱/۰۲	۱/۰۰	۱۱۱/۰۲	۳۳/۲۷	۰/۰۰۳*
	بلوک × سن	۳۸۹/۸۶	۱۶/۵۹	۲۳/۵۰	۹/۳۵	۰/۰۰۱*
	بلوک × شرایط یادگیری	۴۷/۵۰	۵/۵۳	۸/۵۹	۳/۴۱	۰/۰۰۱*
	بلوک × سن× یادگیری	۸۹/۵۳	۱۶/۵۹	۵/۳۹	۲/۱۴	۰/۰۰۳*

*معنی‌داری در سطح P < ۰/۰۵۰

ضمنی)، از نظر دقت در پاسخ به محرک‌ها، در بلوک‌های مختلف عملکرد متفاوتی داشتند.

بر اساس نتایج آزمون ANOVA، تغییرات عملکردی وابسته به سن تمامی گروه‌ها با توجه به نوع یادگیری (صریح و ضمنی)، بر روی عملکرد دقت توالی حرکتی تأثیر داشت. برای مشخص کردن جایگاه تفاوت‌ها، از آزمون Bonefrroni استفاده شد. نتایج این آزمون حاکی از معنی‌داری اختلاف زمان بلوک هشتم و دوم در تمامی گروه‌ها بود (P = ۰/۰۰۱) که بیانگر بهبود عملکرد آن‌ها است. به طور کلی، مقایسات زوجی نشان داد که گروه کودکان ۶ ساله (صریح و ضمنی)، در مؤلفه دقت پاسخ در تمامی بلوک‌ها بیشتر از دیگر گروه‌ها خطا کردند. همچنین، ۸ و ۱۰ ساله‌ها و ۸ ساله‌ها و نوجوانان در اکثر بلوک‌ها عملکرد متفاوتی داشتند (۸ ساله‌ها کم‌دقت‌تر از بزرگسالان و ۱۰ ساله‌ها بودند)، اما بین عملکرد نوجوانان و ۱۰ ساله‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

با توجه به نتایج جدول ۴، اثر اصلی بلوک در متغیر وابسته زمان پاسخ معنی‌دار بود که نشان دهنده تحکیم یادگیری در گروه‌های مورد مطالعه می‌باشد. همچنین، اثر اصلی سن معنی‌دار بود، اما تأثیر معنی‌داری برای شرایط یادگیری و اثرهای تعاملی متغیرها در این مرحله مشاهده نشد (P ≥ ۰/۰۵۰).

بر اساس نتایج آزمون ANOVA، بین گروه‌های سنی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P ≤ ۰/۰۵۰). برای تعیین محل تفاوت بین میانگین عملکرد گروه‌های آزمودنی در مرحله تحکیم، آزمون تعقیبی Tukey مورد استفاده قرار گرفت. مطابق با نتایج این آزمون، هنگام مقایسه میانگین بلوک ۹ و ۱۰، بین گروه‌های سنی ۶ و ۸ ساله، ۶ و ۱۰ ساله، ۶ ساله و نوجوان و ۸ ساله و نوجوان، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد (P ≤ ۰/۰۵۰)، اما بین گروه‌های سنی ۸ و ۱۰ ساله و ۱۰ ساله و نوجوان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

با توجه به نتایج جدول ۵، اثر اصلی بلوک در متغیر وابسته دقت پاسخ معنی‌دار بود که نشان دهنده تحکیم یادگیری در گروه‌های مورد مطالعه می‌باشد.

همچنین، اثر اصلی سن و شرایط یادگیری نیز معنی‌دار به دست آمد. علاوه بر این، اثرهای تعاملی متغیرها در این مرحله معنی‌دار است (P ≤ ۰/۰۵۰). بررسی‌های بین گروهی و مقایسات زوجی نشان داد که هنگام مقایسه میانگین بلوک ۹ و ۱۰، بین گروه‌های سنی ۶ و ۸ ساله، ۶ و ۱۰ ساله، ۶ ساله و نوجوان و ۸ ساله و نوجوان، تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P ≤ ۰/۰۵۰)، اما بین گروه‌های ۱۰ ساله و نوجوان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و بیانگر آن است که دقت کودکان ۱۰ ساله در مرحله تحکیم، مشابه عملکرد نوجوانان بود. بررسی میانگین عملکرد گروه‌های سنی نشان داد که در مرحله تحکیم یادگیری، نوجوانان دقیق‌تر از گروه‌های ۶، ۸ و ۱۰ ساله بودند. علاوه بر این، گروه سنی ۱۰ ساله در پاسخ به محرک‌های متوالی از ۶ ساله‌ها دقیق‌تر عمل نمودند.

بحث

هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی تأثیر تغییرات وابسته به سن و آگاهی صریح و ضمنی بر عملکرد و تحکیم توالی حرکتی بود. همان‌گونه که یافته‌های تحقیق نشان داد، تمام گروه‌های سنی در اجرای تکلیف زمان عکس‌العمل متوالی، در دو مؤلفه سرعت و دقت پیشرفت کردند؛ اختلاف زمان و درصد پاسخ‌های صحیح بلوک هشتم و دوم در همه گروه‌ها نیز معنی‌دار بود که نشان دهنده بهبود سرعت و دقت گروه‌ها حین انجام تکلیف توالی حرکتی می‌باشد؛ بدین معنی که تمرین و پاسخ مکرر به محرک‌های متوالی، موجب شد که سرعت واکنش به محرک‌ها و دقت پاسخدهی (درصد پاسخ‌های صحیح) هم در توالی‌های تکراری و هم در توالی‌های تصادفی، بهبود پیدا کند. با این حال، زمان واکنش و خطای پاسخ در توالی‌های تصادفی نسبت به توالی‌های منظم بیشتر بود و این موضوع بیانگر آن است که یاد گیرندگان ضمنی بدون اطلاع آگاهانه از ترتیب توالی‌ها، به محرک‌ها پاسخ می‌دادند و هیچ گونه اطلاعی از قواعد موجود در تکلیف نداشتند.

جدول ۴. نتایج آزمون Mixed ANOVA برای مؤلفه زمان پاسخ در مرحله تحکیم

منبع تغییرات		مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
زمان پاسخ	بلوک	۴/۱۹	۱/۰۰	۴/۱۹	۵۵۷/۴۶	۰/۰۰۱*
	سن	۳/۵۶	۳/۰۰	۱/۱۹	۴۳۷/۸۸	۰/۰۰۱*
	شرایط یادگیری	۲۰۲۳۴۳۶/۸۱	۱/۰۰	۲۰۲۳۴۳۶/۸۱	۰/۷۳	۰/۳۹۳
	بلوک × سن	۶/۹۹	۳/۰۰	۲/۳۳	۲۸/۶۵	۰/۰۰۱*
	بلوک × شرایط یادگیری	۳۶۹۸۳۵۳/۷۸	۱/۰۰	۳۶۹۸۳۵۳/۷۸	۳/۱۰	۰/۰۸۲
	بلوک × سن× یادگیری	۱۰۵۶۰۱۱/۱۹	۳/۰۰	۳۵۲۰۰۳/۷۳	۰/۳۰	۰/۸۲۹

*معنی‌داری در سطح P < ۰/۰۵۰

www.mui.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. نتایج آزمون Mixed ANOVA برای مؤلفه دقت پاسخ در مرحله تحکیم

منبع تغییرات		مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P
دقت پاسخ	بلوک	۱۲۵/۱۳	۱/۰۰	۱۲۵/۱۳	۱۸۷/۸۲	۰/۰۰۱*
	سن	۱۷۷/۳۰	۳/۰۰	۵۹/۱۰	۱۸/۷۵	۰/۰۰۱*
	شرایط یادگیری	۴۳/۱۳	۱/۰۰	۴۳/۱۳	۱۳/۶۸	۰/۰۰۱*
	بلوک × سن	۷۳/۳۹	۳/۰۰	۲۴/۴۶	۳۶/۷۲	۰/۰۰۱*
	بلوک × شرایط یادگیری	۴/۳۸	۱/۰۰	۴/۳۸	۶/۵۷	۰/۰۱۲*
	بلوک × سن× یادگیری	۵/۹۷	۳/۰۰	۱/۹۹	۲/۹۸	۰/۰۳۵*

*معنی‌داری در سطح P < ۰/۰۵۰

همان‌گونه که نتایج مطالعه نیز این مورد را تأیید نمود. این یافته با نتایج تحقیقات Savion-Lemieux و Penhune (۱۳)، Sekiya و Fukuchi (۱۵) و Janacsek و همکاران (۱۶) همخوانی داشت و نقش تمرین و آگاهی قبلی در بهبود عملکرد و یادگیری را نشان داد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بین گروه‌های سنی ۶، ۸، ۱۰ و ۱۸-۱۵ ساله (صریح و ضمنی) در متغیر زمان پاسخ و دقت پاسخ تکلیف توالی حرکتی در مرحله اکتساب و تحکیم، تفاوت معنی‌داری وجود داشت. به طور کلی، نتایج نوعی پیشرفت ناشی از رشد و تکامل حرکتی در عملکرد تکلیف توالی حرکتی در درون و طول بلوک‌های تمرینی را نشان داد. در مؤلفه زمان پاسخ، گروه‌های ۶، ۸ و ۱۰ ساله کودکان هم در شرایط صریح و هم در حالت ضمنی در تمام بلوک‌های حرکتی نسبت به نوجونان (۱۸-۱۵ ساله) عملکرد ضعیف‌تری داشتند. همچنین، در مرحله تحکیم، بین گروه‌های ۱۰ ساله و نوجوانان تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد، اما در گروه‌های ۶ و ۸ ساله تفاوت معنی‌داری وجود داشت و این امر نشان می‌دهد که سطح عملکرد کودکان ۱۰ ساله در پایان روز دوم (مرحله تحکیم)، به سطح عملکرد نوجوانان رسیده است؛ در حالی که گروه‌های ۶ و ۸ ساله این سطح از عملکرد را کسب نکردند.

بیشترین تفاوت‌ها برای مؤلفه دقت پاسخ، در عملکرد گروه‌های کودکان ۶ و ۸ ساله بود. گروه‌های ۶ ساله (صریح و ضمنی) در این مؤلفه در تمامی بلوک‌ها متفاوت از گروه‌های دیگر عمل کردند (بیشتر از دیگر گروه‌ها در پاسخ به محرک‌ها خطا داشتند). همچنین، ۸ ساله‌ها کم‌دقت‌تر از بزرگسالان و ۱۰ ساله‌ها بودند، اما در بلوک هشتم، نوجوانان و ۱۰ ساله‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. این موضوع بیانگر آن است که شاید سطح دقت این گروه‌ها مشابه یکدیگر بوده است.

در مرحله تحکیم، بین گروه‌های ۸ و ۱۰ ساله در شرایط صریح و بین گروه‌های ۸ و ۱۰ ساله و نوجوانان در شرایط صریح و ضمنی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. این یافته نشان دهنده آن است که در این مرحله، دقت کودکان ۸ ساله مشابه کودکان ۱۰ ساله بود و ۱۰ ساله‌ها به سطح عملکرد بزرگسالان رسیدند. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که با پیشرفت مراحل آزمون، تفاوت‌های وابسته به سن در زمان پاسخ و دقت عملکرد شرکت‌کنندگان مشاهده شد که بیانگر افزایش سرعت و دقت در اجرای مهارت ادراکی- حرکتی با پیشرفت مراحل اجرا است.

در تحقیق حاضر، تفاوت‌های وابسته به سن یافت شده برای دو مؤلفه از تکلیف توالی حرکتی (سرعت و دقت)، با تغییرات وابسته به سن در قابلیت حرکتی و تکامل زمانی مسیرهای حرکتی در مغز سازگار است. یافته‌های حاصل از مطالعات تصویربرداری عصبی- ساختاری نشان داده‌اند که حجم کلی ماده خاکستری تا سن ۱۰-۶ سالگی افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد و این کاهش تا حدودی نتیجه افزایش ماده سفید مغز است. (۱۸، ۱۷). ممکن است این افزایش به کاهش در زمان هدایت عصبی که با رشد و تکامل مشاهده می‌شود، همراه باشد و ممکن است به پدیده‌های رفتاری مانند کاهش زمان عکس‌العمل و افزایش کنترل حرکتی مهارت‌های حرکتی ظریف در طول دوران کودکی منجر شود (۱۹). علاوه بر تغییر در مسیرهای حرکتی قشر مغز، مطالعات گزارش کرده‌اند که تغییرات در مسیرهای ماده سفید جسم مخطط و در حجم کلی مخچه، تا اواخر نوجوانی نیز ادامه دارد (۱۸). با توجه به این موضوع، تفکیک بین دو اندازه‌گیری از یادگیری توالی، با این فرضیه سازگار است که دقت ممکن است به طور عمده بر بالیدگی قشر مغز که بین سنین ۱۰-۶ سالگی رخ می‌دهد، متکی باشد؛ در حالی که زمان‌بندی حرکت شاید بر بالیدگی مسیرهای ماده سفید متکی باشد که تا نوجوانی و جوانی به رشد و بالیدگی خود ادامه می‌دهد (۲).

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که بین دو نوع یادگیری صریح و ضمنی (شرایط یادگیری)، در مرحله اکتساب در متغیر زمان پاسخ تکلیف توالی حرکتی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما در متغیر دقت پاسخ تکلیف توالی حرکتی، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. همچنین، بین دو نوع یادگیری صریح و ضمنی (شرایط یادگیری)، در تحکیم متغیر زمان پاسخ تکلیف توالی حرکتی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما تفاوت معنی‌داری در تحکیم متغیر دقت پاسخ مشاهده شد. این نتایج نشان دهنده تفاوت در رمزگذاری و نحوه پردازش این جنبه‌ها می‌باشد و مهم‌ترین یافته پژوهش حاضر نیز این است که اجزای مختلف حرکت (دقت و سرعت)، به شیوه‌های متفاوتی اجرا، تثبیت و تحکیم می‌شوند. دقت یک پردازش سریع، ناشی از ارتباط محرک- پاسخ است و اکتساب آن به آسانی صورت می‌گیرد؛ در حالی که یادگیری یکپارچگی حسی- حرکتی و زمان‌بندی حرکت یک عنصر، دینامیک و پویا و فرایند آهسته‌ای است که از تمرین با ساختار ابتدایی در یک حالت معین سود می‌برد (۲). از جمله مطالعاتی که از طرح جدایی و گسستگی یادگیری و تحکیم اجزای مختلف حرکت حمایت می‌کند، می‌توان به تحقیقات Hikosaka و همکاران (۲۰) و Savion-Lemieux و Penhune (۲۱) اشاره کرد. این طرح متفاوت از نتایج با این ایده سازگار است که آن دسته از سیستم‌های مغزی که برای دقت پاسخ مورد نیاز هستند، زودتر از سیستم‌هایی که در یکپارچگی حسی- حرکتی و زمان‌بندی حرکت درگیر هستند، رشد و تکامل می‌یابند.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین عملکرد آزمودنی‌های گروه‌های سنی

www.mui.ac.ir
www.SID.ir

Archive of SID

مختلف در دو بلوک انتهایی روز اول (مرحله اکتساب) با میانگین دو بلوک ابتدایی در روز دوم، در دو مؤلفه زمان و دقت پاسخ تفاوت معنی‌داری وجود دارد که بیانگر تحکیم کلی یادگیری حرکتی در گروه‌های مورد مطالعه است. این موضوع، پدیده تثبیت حافظه حرکتی در گروه‌های صریح و ضمنی را تأیید می‌کند. Criscimagna-Hemminger و Shadmehr عنوان نمودند که هرچه طول فاصله زمانی آفلاین (استراحت و تمرین‌آسایی) بیشتر شود، ارتقا در حافظه مهارت افزایش می‌یابد. آنان بیان نمودند که بهترین حالت تحکیم در دوره تمرین‌آسایی، ۲۴ ساعت اتفاق می‌افتد (۲۲) که این امر در تحقیق حاضر نیز تأیید شد. نتایج تحقیق Fischer و همکاران نشان داد که کودکان ۷ و ۱۱ ساله، بهبود عملکرد کمتر و در نتیجه، تحکیم ضعیف‌تری در تکلیف یادگیری ضمنی داشتند (۲۳) که با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت ندارد. علت این ناهمخوانی در نتایج به دست آمده ممکن است به نوع تکلیف و ابزار مورد استفاده، مدت زمان و تعداد کوشش‌های تمرینی و روش‌شناسی تحقیق مرتبط باشد. به طور کلی، تحکیم معنی‌دار دقت و زمان‌بندی پاسخ در گروه‌های یادگیری صریح و ضمنی در تحقیق حاضر، نشان دهنده تغییرپذیری در بازنمایی قشر حرکتی مغز است (۲۱) و این نتایج با مدل Walker که بر اساس آن، اجرای یک تکلیف حرکتی پس از یک دوره استراحت بهبود می‌یابد (۲۴)، همخوان است.

از دیگر نتایج تحقیق حاضر این بود که شرکت کنندگان گروه یادگیری صریح (مطلع از اجزای توالی)، نسبت به گروه یادگیری ضمنی که از ترتیب موجود در توالی‌ها اطلاعی نداشتند، در مرحله تحکیم پیشرفت بیشتری را نشان دادند، هرچند این پیشرفت فقط در مؤلفه دقت پاسخ معنی‌دار بود. شاید دلیل این نتیجه، تشریح اجزای توالی در گروه یاد گیرندگان صریح است؛ چرا که اطلاع صریح از آرایش تکلیف و ترتیب توالی‌ها و نحوه انجام تکالیف در یادگیری حرکتی، می‌تواند دقت و سرعت یادگیری را بالا ببرد و نقش بسزایی در بهبود کارایی و بهبود مهارت حرکتی داشته باشد.

محدودیت‌ها

انگیزه درونی و هوش‌بهر شرکت کنندگان برای شرکت در تحقیق حاضر قابل سنجش نبود.

پیشنهادها

با توجه به این که مطالعات متعددی در خصوص توانایی کنترل حرکات ظریف در بزرگسالان وجود دارد، اما در مورد تغییرات ناشی از رشد و تکامل این توانایی‌ها در کودکان تحقیقات بسیار کمی صورت گرفته است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که مطالعات آینده به نحوی طراحی شوند که این پدیده (کنترل حرکتی) را به طرق مختلف، در کودکان به منظور درک بهتر رابطه بین عملکرد حرکتی و کنترل حرکتی کشف کنند.

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج تحقیق حاضر نوعی پیشرفت عملکرد وابسته به سن را در یادگیری توالی حرکتی نشان داد. با توجه به یافته‌های این مطالعه و عدم معنی‌داری نوع یادگیری در مؤلفه زمان پاسخ و معنی‌داری آن در مؤلفه دقت پاسخ و برتری یادگیری صریح نسبت به ضمنی در این مؤلفه از حرکت، نتیجه کاربردی که می‌توان ارایه داد این است که به هنگام آموزش و انجام مداخلات توان‌بخشی کودکان و نوجوانان، در صورتی که سرعت، یکی از اجزای مهم تکلیف باشد، تشریح اجزای تکلیف ضرورتی ندارد؛ چرا که یاد گیرنده می‌تواند به صورت ضمنی تکلیف را یاد بگیرد، اما در تکالیف مستلزم دقت، تشریح اجزای تکلیف می‌تواند باعث بهبود کارایی مهارت حرکتی و تحکیم قوی‌تری گردد. همچنین، با توجه به تعیین وجود تحکیم در گروه‌های شرکت کننده، لزوم انجام مداخلات جلسات تمرینی و توان‌بخشی در چند جلسه مشخص می‌گردد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از رساله دکتری تخصصی مصوب دانشگاه تهران می‌باشد. بدین‌وسیله از زحمات بی‌شائبه استادان راهنما و مشاور کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. همچنین، از کلیه شرکت کنندگانی که در انجام پژوهش همکاری نمودند، سپاسگزاری می‌شود.

نقش نویسندگان

سید کاوس صالحی نویسنده مسؤول و محقق و پژوهشگر اجرای پژوهش، محمود شیخ و رسول حمایت‌طلب استادان راهنما در طراحی مطالعه، تحلیل و تفسیر داده‌ها، ارایه نظرات تخصصی و بازبینی متن نگارش شده و تأیید نهایی آن، داود حومنیان استاد مشاور در طراحی مطالعه و روند انجام پژوهش و ارایه نظرات و پیشنهادهای تخصصی مفید و سودمند را به عهده داشته‌اند.

منابع مالی

منابع مالی این پژوهش توسط نویسنده مسؤول تأمین شد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

References

1. Schmidt RA, Lee TD. Motor control and learning: a behavioral emphasis. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2011.
2. Savion-Lemieux T, Bailey JA, Penhune VB. Developmental contributions to motor sequence learning. Exp Brain Res 2009; 195(2): 293-306.
3. Gallahue DL, Ozmun JC. Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults. 7th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2011.
4. Nejati V, Ashayeri H, Garusi M, Aghdasi MT. Comparison of explicit sequence motor learning in youth and elderly. Studies

www.SID.ir

Archive of SID

in Education and Psychology 2008; 9(2): 113-26. [In Persian].
5. Abdollahi I. Explicit and implicit motor learning of a perceptual motor skill after unilateral stroke using affected hand [Thesis]. Tehran, Iran: University of Rehabilitation Sciences; 2007.
6. Spencer RM, Gouw AM, Ivry RB. Age-related decline of sleep-dependent consolidation. Learn Mem 2007; 14(7): 480-4.
7. Thomas KM, Nelson CA. Serial reaction time learning in preschool- and school-age children. J Exp Child Psychol 2001; 79(4): 364-87.
8. Robertson EM, Pascual-Leone A, Press DZ. Awareness modifies the skill-learning benefits of sleep. Curr Biol 2004; 14(3): 208-12.
9. Amso D, Davidow J. The development of implicit learning from infancy to adulthood: item frequencies, relations, and cognitive flexibility. Dev Psychobiol 2012; 54(6): 664-73.
10. Lejeune C, Catale C, Schmitz X, Quertemont E, Meulemans T. Age-related differences in perceptuomotor procedural learning in children. J Exp Child Psychol 2013; 116(2): 157-68.
11. Hodel AS, Markant JC, van den Heuvel SE, Cirilli-Raether J, Thomas KM. Developmental differences in effects of task pacing on implicit sequence learning. Front Psychol 2014; 5: 153.
12. Alipour A, Agah Haris M. Evaluate the reliability and validity of the Edinburgh Handedness Inventory in Iran. Journal Psychological Science 2007; 6(22): 1-2. [In Persian].
13. Savion-Lemieux T, Penhune VB. The effect of practice pattern on the acquisition, consolidation, and transfer of visual-motor sequences. Exp Brain Res 2010; 204(2): 271-81.
14. Dorfberger S, Adi-Japha E, Karni A. Reduced susceptibility to interference in the consolidation of motor memory before adolescence. PLoS One 2007; 2(2): e240.
15. Sekiya H, Fukuchi K. Influence of rule complexity on implicit and explicit learning of a tracking task. Journal of Sport & Exercise Psychology 2004; 26: S165-S166.
16. Janacsek K, Fiser J, Nemeth D. The best time to acquire new skills: age-related differences in implicit sequence learning across the human lifespan. Dev Sci 2012; 15(4): 496-505.
17. Wilke M, Krageloh-Mann I, Holland SK. Global and local development of gray and white matter volume in normal children and adolescents. Exp Brain Res 2007; 178(3): 296-307.
18. Barnea-Goraly N, Menon V, Eckert M, Tamm L, Bammer R, Karchemskiy A, et al. White matter development during childhood and adolescence: a cross-sectional diffusion tensor imaging study. Cereb Cortex 2005; 15(12): 1848-54.
19. Garvey MA, Ziemann U, Bartko JJ, Denckla MB, Barker CA, Wassermann EM. Cortical correlates of neuromotor development in healthy children. Clin Neurophysiol 2003; 114(9): 1662-70.
20. Hikosaka O, Nakamura K, Sakai K, Nakahara H. Central mechanisms of motor skill learning. Curr Opin Neurobiol 2002; 12(2): 217-22.
21. Savion-Lemieux T, Penhune VB. The effects of practice and delay on motor skill learning and retention. Exp Brain Res 2005; 161(4): 423-31.
22. Criscimagna-Hemminger SE, Shadmehr R. Consolidation patterns of human motor memory. The Journal of Neuroscience 2008; 28(39): 9610-18.
23. Fischer S, Wilhelm I, Born J. Developmental differences in sleep's role for implicit off-line learning: comparing children with adults. J Cogn Neurosci 2007; 19(2): 214-27.
24. Walker MP. A refined model of sleep and the time course of memory formation. Behav Brain Sci 2005; 28(1): 51-64.

www.mui.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Age-Related Changes and Explicit and Implicit Awareness on Mixed Motor Sequence Learning and its Consolidation

Sayed Kavos Salehi[1], Mahmood Sheikh[2], Rasoul Hemayattalab[2], Davod Humaneyan[3]

Original Article

Abstract

Introduction: This study aimed to investigate the effects of age-related changes and explicit and implicit knowledge on mixed motor sequence learning and its consolidation.

Materials and Methods: In this study, 96 right-handed boys who were healthy considering nervous system with age range of 6-18 years were selected via convenience sampling method. Serial reaction time task (SRTT) was used to evaluate and compare the performance in two components of response time and accuracy. The intervention was consisted of 10 stages (8 blocks for acquisition and 2 blocks for consolidation) in which the performances of groups were compared. The data were analyzed using mixed ANOVA test in 2 (type of learning) × 4 (age groups) × 8 (blocks) and Bonferroni test was used for paired comparisons.

Results: In acquisition phase for response time, significant main effects were observed for block (P = 0.031) and age (P = 0.001), not learning conditions (P = 0.431). For response accuracy, significant main effects were observed for block (P = 0.001), age (P = 0.001) and learning conditions (P = 0.003). In addition, the performances of groups across the two first blocks of practice on the second day were better compared with the first day in response time (P = 0.001) and accuracy (P = 0.001), which represented the consolidation of motor learning.

Conclusion: The findings showed that among different age groups, there were age-related functional changes in the acquisition and consolidation of response time and accuracy for motor sequence task. Moreover, the various components of the movement (speed and accuracy) can be performed and consolidated in different ways. This matter should be considered in educational and rehabilitation interventions related to children and adolescents.

Keywords: Explicit learning, Implicit learning, Age-related changes, Learning consolidation, Performance

Citation: 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): 3-11.

Received date: 16/11/2015 Accept date: 24/02/2016

1- 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- Assistant Professor, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: Sayed Kavos Salehi, Email: sk.salehi@yahoo.com

www.SID.ir