

تأثیر تفاوت های عملکردی وابسته به سن بر عملکرد و تحکیم ترتیب توالی حرکتی

سید کاوس صالحی*^۱، محمود شیخ^۲، رسول حمایت طلب^۲، داود حومنیان^۳

*۱. دکتری رفتار حرکتی دانشگاه تهران (Sk.salehi@yahoo.com)

۲. دانشیار دانشگاه تهران

۳. استادیار دانشگاه تهران

چکیده

مقدمه: توانایی انجام صحیح حرکات متوالی جهت انجام عملکرد طبیعی ضروری و نمودی از رشد حرکتی صحیح است. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی تفاوت های عملکردی وابسته به سن بر عملکرد و تحکیم ترتیب توالی حرکتی بود. **روش:** در این مطالعه، ۹۶ پسر سالم از نظر سیستم عصبی و راست دست با دامنه سنی ۱۸-۶ سال، به صورت در دسترس انتخاب شدند. از تکلیف *Serial Reaction Time* برای بررسی مقایسه ای عملکرد صریح و ضمنی آزمودنی ها در دو مؤلفه زمان و دقت پاسخ استفاده شد. کل مداخله شامل دو فاز (اکتساب و تحکیم) بود که طی آنها عملکرد گروه ها با هم مقایسه شدند. مرحله اکتساب شامل انجام ۸ بلوک و مرحله تحکیم شامل انجام دو بلوک بود. داده ها با استفاده از آزمون *Mixed ANOVA* در یک طرح، (بلوک) ۸ × (گروه سنی) ۴ × (نوع یادگیری) ۲ تحلیل و جهت انجام مقایسات زوجی از آزمون *Bonferroni* استفاده شد. **یافته ها:** در متغیر زمان پاسخ در مرحله اکتساب اثر بلوک ($P=0/031$) و سن ($P=0/001$) معنادار بود اما شرایط یادگیری معنی دار نبود ($P=0/431$). در متغیر دقت پاسخ علاوه بر معنی داری اثر بلوک ($P=0/001$) و سن ($P=0/001$)، اثر اصلی شرایط یادگیری ($P=0/003$) نیز معنا دار بود. همچنین عملکرد آزمودنی های گروه های سنی مختلف در دو بلوک ابتدایی روز دوم نسبت به انتهای روز اول در دو مؤلفه زمان ($P=0/001$) و دقت پاسخ ($P=0/001$) بهتر بود که مبین تحکیم کلی یادگیری حرکتی است. **نتیجه گیری:** نتایج نشان داد بین گروه های سنی مختلف در اکتساب و تحکیم زمان و دقت پاسخ تکلیف توالی حرکتی تغییرات عملکردی وابسته به سن وجود داشت. از طرفی اجزاء مختلف حرکت (دقت و سرعت) به شیوه های متفاوتی اجرا و تثبیت و تحکیم می شوند. این موضوع به هنگام آموزش و انجام مداخلات آموزشی و توانبخشی مرتبط با کودکان و نوجوانان بایستی مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: یادگیری صریح، یادگیری ضمنی، تغییرات سنی، تحکیم یادگیری، عملکرد

The effect of age related differences on performance and consolidation of motor sequence learning

*Sayed Kavos Salehi*¹, Mahmoud Sheikh², Rasoul Hemayattalab², Davod Humaneyan³*

1. PhD in Motor Behavior, Sport Sciences Faculty, University of Tehran

2. Associated in Motor Behavior, Islamic Azad University, Kermanshah Branch

3. Aassistant in Motor Behavior, Islamic Azad University, Kermanshah Branch

Abstract

Introduction: The aim of this study was to investigate the effect of age related differences on performance and consolidation of motor sequence learning. **Method:** In this study, 96 healthy nervous system and right-handed boy with age range 18-6 years, were selected by available sampling. Serial Reaction Time Task was used to evaluate and compare the performance in two- component 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 with Mixed ANOVA in 2(type of learning) \times 4(age groups) \times 8(blocks) and Bonferroni was used for paired comparisons. **Results:** In acquisition phase for response time, there was a significant main effect of block ($P = 0/031$) and age ($P=0/001$) but not learning conditions ($0/431$). For response accuracy, there was a significant main effect of block ($P = 0/001$), age ($P=0/001$) and learning conditions ($0/003$). In addition, the group's performance across the two first blocks of practice on Day 2 compare with two last blocks on Day 1 was better in response time ($P=0/001$) and accuracy($P=0/001$), which represents the consolidation of motor learning. **Conclusion:** The findings showed that among different age groups, there was 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 perform and consolidate in different ways. This matter should be considered in educational and rehabilitational interventions related to children and adolescents.

Key words: Explicit learning, Implicit learning, Age related changes, Learning consolidation, Performance

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 است و بهترین توجیه برای مطالعه حرکت آن است که حرکت جزء اصلی تکامل در انسان می‌باشد (اشمیت و لی، ۲۰۱۱). برخی از انواع حرکات نظیر راه رفتن و پلک زدن، ذاتی و غریزی و یا بر طبق نظر بیولوژیست‌های رشدی، خودمتمايز شده^۱ یا فیلوژنی^۲ هستند که در این حرکات الگوی عمل از طریق ژنتیک، رشد و نمو یا هر دوی این موارد تعیین می‌شوند. دسته دوم حرکات، حرکات قابل یادگیری نظیر تایپ کردن و شوت زدن هستند که تبحر در آنها نیازمند تجربه و تمرین است و اغلب اینگونه حرکات یادگرفته شده به عنوان مهارت^۳ شناخته می‌شوند (ساوین لمیکس و همکاران، ۲۰۰۹). بر این اساس، یادگیری مهارت‌های حرکتی^۴ یکی از جلوه‌های مختلف رفتار و جنبه بیرونی و محیطی رشد حرکتی است که از تمرین و تجربه ناشی می‌شود (گالاهو و آزمون، ۲۰۱۲).

یادگیری حرکتی انسان و کارکردهای حافظه او حداقل به دو زیر سیستم وسیع و گسترده تقسیم می‌شوند که عموماً صریح و ضمنی نامیده شده‌اند. 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^۵ است اما اگر به یادگیرنده در مورد هدف و نحوه انجام تکلیف مورد نظر اطلاعات لازم داده نشود، یادگیری از نوع ضمنی یا تلویحی^۶ خواهد

1. Self - differentiated

2. Phylogeny

3. Skill

4. Skills motor learning

5. Explicit learning

6. Implicit learning

بود (گرین و شانکز،^۷۱۹۹۳). برخی از محققین مانند شانکز معتقدند در یادگیری ضمنی اطلاعات در دسترس در سطح آگاهانه نباید وجود داشته باشد در حالی که گروهی بر این باورند که عملاً امکان حذف این اطلاعات وجود ندارد. لذا عنوان شده که برای آنکه یادگیری از نوع ضمنی باشد، باید مجموع اطلاعات در دسترس به صورت ناخودآگاه از مجموع اطلاعات در دسترس در سطح آگاهانه بیشتر باشد. ربر^۸(۱۹۹۳)، عنوان نموده است که برای آنکه یادگیری از نوع ضمنی باشد فقط کافی است $a > b$ باشد که در آن a مجموع اطلاعات در دسترس به صورت ناخودآگاه و b مجموع اطلاعات در دسترس در سطح آگاهانه است. علاوه بر این، یادگیری مهارت نه تنها در طول تمرین انجام می شود؛ بلکه در فواصل استراحت و بین تمرین ها نیز انجام می شود که به آن فاز خاموش^۹ می گویند؛ پروسه ای که در فاز خاموش اتفاق می افتد را تحکیم یا تثبیت^{۱۰} می گویند.

یادگیری صریح و ضمنی دارای تفاوت های اساسی در مکانیسم های رمزگردانی و بازیابی هستند و توسط شبکه های عصبی متفاوتی کنترل می شوند. اعتقاد بر این است که شبکه عصبی کنترل کننده یادگیری ضمنی شامل عقده های قاعده ای، مخچه و کرتکس پری فرونتال^{۱۱} است، در حالی که یادگیری صریح توسط قطعه گیجگاهی^{۱۲}، هیپوکامپ، تالاموس، و کرتکس پیشانی - آهیانه ای^{۱۳} کنترل می شود (توماس و نلسون، ۲۰۰۱).

7. Green and Shanks

8. Reber

9. Online phase

1. Offline phase 0

1. Consolidation 1

1. Prefrontal cortex 2

1. Temporal lobe 3

1. Prefrontal Parietal cortex 4

یادگیری توالی حرکتی امروزه بیشترین نمونه رفتاری است که برای بررسی عملکردهای یادگیری مورد استفاده قرار می گیرد (ربر، ۱۹۸۹، رابرتسون ۲۰۰۷). زیرا رعایت توالی در اجرای حرکت می تواند به صورت صریح (مطلع از اجزاء توالی) یا ضمنی (بی اطلاع از ترتیب توالی) یاد گرفته شود.

یک سؤال برخاسته از تحقیقات انجام شده بر روی یادگیری های گوناگون و سیستم های حافظه این بوده است که چگونه این شکل های مختلف کارکرد شناختی، رشد و تکامل پیدا می کنند و آیا فرآیندهای صریح و ضمنی به شکل واحد رشد و تکامل پیدا می کنند یا به شکل مجزا و قابل تفکیک. رشد طولانی سیستم های کرتکس پری فرونتال که در یادگیری صریح دخیل هستند، در مقایسه با بالیدگی و تکامل نسبتاً زود هنگام و سریع عقده های قاعده ای دلیلی است که می توان انتظار داشت یادگیری ضمنی نسبت به یادگیری صریح زودتر رشد و تکامل پیدا می کند (توماس و نلسون، ۲۰۰۱؛ دیما آمسو و همکاران، ۲۰۱۰^۱). در این خصوص ربر، نظریه تغییرناپذیری یادگیری ضمنی را پیشنهاد کرد. بر اساس این نظریه یادگیری ضمنی مستقل از سن است، زیرا ساختارهای عصبی دخیل در یادگیری ضمنی از نظر تکاملی بسیار ابتدایی هستند و خیلی زود تکامل پیدا می کنند به طوری که این ساختارها در اوایل کودکی رشد می یابند و در طول کودکی نسبتاً یکسان و بدون تغییر باقی می ماند، در حالی که یادگیری صریح تغییرات رشدی بیشتری را در طول زمان نشان می دهد، زیرا این یادگیری شامل ساختارهای قشری است که در تمام طول کودکی به رشد و تکامل ادامه می دهند. با وجود این، مطالعات تصویربرداری عصبی - رشدی نشان می دهند که اگرچه میزان سوخت و ساز و میلینی شدن عقده های قاعده ای دخیل در یادگیری ضمنی، در ابتدای اولین سال زندگی به نقطه اوج می رسد (ساوین لمیکس و

¹ . Dima Amso and Juliet Davidow

همکاران، ۲۰۰۹)، اما تغییرات رشدی در ساختارهای مغزی، در کودکی اولیه نیز اتفاق می افتد (توماس و نلسون، ۲۰۰۱). به طوری که 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. به این 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 است؛ به طوری که برخی از مطالعات نشان داده اند که قابلیت یادگیری ضمنی بعضی از تکالیف *SRT*، در اثر افزایش سن ثابت بوده و میزان یادگیری بزرگسالان تفاوتی با افراد کم سن ندارد، در مقابل برخی از مطالعات در یادگیری حرکات متوالی (سکانسی) تفاوت های سنی مشاهده نموده اند. برای نمونه مایبری و همکاران (۱۹۹۵)، پیشرفت های وابسته به سن در یادگیری صریح و ضمنی کودکان ۵ تا ۷ سال و ۱۰ تا ۱۲ سال را در یک تکلیف شناختی - حرکتی گزارش کردند. در مقابل، میولمانز و همکاران^۷ (۱۹۹۸)، در مطالعه ای یادگیری ضمنی سه گروه ۶-۷ سال، ۱۱-۱۰، و ۲۷-۱۸ را در یک تکلیف *SRT*، در سطح یکسانی گزارش نمودند.

با وجود تناقض آشکار در رابطه با تأثیر افزایش سن بر یادگیری توالی حرکتی بررسی این موضوع به منظور درک بهتر رشد فرآیندهای صریح و ضمنی ضرورت و اهمیت ویژه ای پیدا می کند و یکی از ابعاد بررسی طرح حاضر است. به طور خاص هدف اصلی این تحقیق پاسخ به این سؤالات بود که آیا قابلیت یادگیری حرکتی با افزایش سن دچار تغییر می شود و اگر این تغییر صورت می گیرد، بیشتر کدام نوع از یادگیری

^۱ . Tal Savion – Lemieux et al 6

^۱ . Meulemans et al 7

را درگیر می کند؟ آیا سرعتی که افراد می توانند پاسخ های حرکتی را انتخاب کنند، در هر نوع یادگیری صریح و ضمنی تابع سن است؟

روش شناسی

تحقیق حاضر از نظر روش از نوع نیمه تجربی با طرح اندازه گیری های مکرر و از نظر هدف از نوع کاربردی است.

شرکت کنندگان

جامعه آماری شامل کلیه دانش آموزانی بود که در نیمسال اول ۹۵-۹۴ در مراکز پیش دبستانی و مدارس شهرستان مسجدسلیمان مشغول به تحصیل بودند که از بین آنها از طریق بررسی مقادیر انحراف معیار در مطالعه ای مشابه، ۹۶ آزمودنی (پسر) با معیار های ورود مشتمل بر راست دست بودن، سالم از نظر سیستم عصبی، و بدون آشنایی و تجربه قبلی با تکلیف مورد نظر به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و در ۴ گروه که هر گروه خود دارای ۲ زیر گروه است شامل ۶ ساله (صریح و ضمنی)، ۸ ساله (صریح و ضمنی)، ۱۰ ساله (صریح و ضمنی)، و نوجوان ۱۵-۱۸ ساله (صریح و ضمنی) گمارده شدند. همه مراحل اجرای پژوهش متناسب با ملاحظات و منشور اخلاقی دانشگاه تهران انجام گرفت.

ابزار

برای ارزیابی نمونه های نوجوان از نسخه فارسی آزمون مختصر وضعیت روانی - شناختی (MMSE)^۱ جهت تشخیص اختلال شناختی و نداشتن بیماری خاص (دارای ضریب اعتبار ۰/۸۴-۰/۹۱) و پرسش نامه سلامت عمومی (GHQ)^۲ جهت تعیین سلامت عمومی و نداشتن اختلال جسمانی (دارای ضریب اعتبار ۰/۹۱) و پرسشنامه

^۱ . Mini Mental State Examination⁸

^۲ . General Health Questionnaire⁹

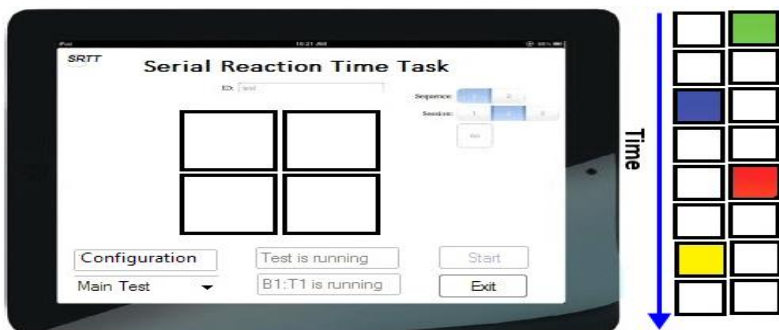
دست برتری *Edinburgh* (با ضریب اعتبار ۰/۹۷ در تعیین دست برتری) استفاده شد (علی پور، ۱۳۸۶) و آزمودنی های با نمره زیر ۲۰ (از مجموع ۳۰ نمره) در آزمون *MMSE* به عنوان اختلال شناختی شدید و افراد با افسردگی و اضطراب بالا بر اساس آزمون *GHQ* از مطالعه خارج شدند. سلامت عمومی و عدم مشکل خاص کودکان پیش دبستانی 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 اطمینان حاصل شد و کودکان دارای بیماری های خاص از نمونه آماری حذف شدند.

روش اجرای آزمون

برای اجرای تحقیق، با توجه به مشخصه های مورد لزوم و نوع تکلیف حرکتی نرم افزاری تحت عنوان *SRT* در محیط برنامه نویسی C^{++} برای تولید و اجرای محرک های بصری توسط شرکت فنی مهندسی بهارستان ارتاویل در اهواز طراحی و برنامه نویسی شده است. این ابزار بر اساس مدل نیسن و بولمر (۱۹۸۷) برای ارزیابی یادگیری صریح و ضمنی توالی حرکتی طراحی شده است. در این نرم افزار چهار مربع در صفحه مانیتور در نظر گرفته شده است که قابلیت تبدیل به چهار رنگ زرد، سبز، قرمز، آبی را دارد و برای هر یک از رنگ های 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 می شود.

نرم افزار *SRT* طوری طراحی شده که تعداد محرک هایی که در یک توالی به دنبال هم می آیند، قابل تنظیم است. همچنین می توان با استفاده از این نرم افزار نوع ترتیب ارائه محرک ها را مشخص کرد. در این نرم افزار زمان استراحت توالی ها و بلوک های حرکتی قابل تنظیم است. محرک ها در این ابزار به صورت توالی های به هم پیوسته ظاهر می شوند و هر محرک بلافاصله پس از پاسخ صحیح به محرک قبل ظاهر می شود و تا زمانی که آزمودنی پاسخ صحیح ندهد محرک از جای خود حرکت نمی کند. در مورد روایی و پایایی ابزار، از روش مورد استفاده در این پژوهش در تحقیقات متعدد خارجی استفاده شده و مطالعات نشان داده است این آزمون وابسته به فرهنگ نیست (گرین و شانکز، ۱۹۹۳؛ رابرتسون، ۲۰۰۷)؛ علاوه بر این در این ابزار مداخله و ارزیابی

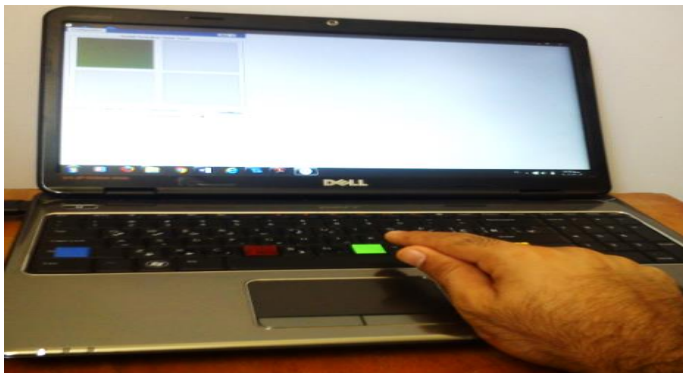
دقیقاً یکسان است، از طرفی نتایج به وسیله لپ تاپ ثبت می شد که شرکت سازنده آن را طی چندین مرحله کالیبره نموده و نقایص آن را برطرف کرده است، بنابراین خطای انسانی در ثبت دخیل نیست. با توجه به اینکه این ابزار اندازه گیری تکلیف مورد نظر را با زمان سنج رایانه ای با دقت یک هزارم ثانیه (ms) اندازه گیری می کند و برای این کار طراحی شده، دارای اعتبار صوری است. ضریب پایایی این ابزار با روش بازآزمایی ۰/۹۳+ برآورد شده است (شکل شماره ۱).



شکل شماره (۱). نمای کلی نرم افزار تکلیف زمان عکس العمل متوالی

برای اجرای تکلیف نمونه روی یک صندلی پشتی دار در مقابل یک رایانه می نشست و دست خود را طوری روی میز می گذاشت که احساس راحتی کند و به آسانی بتواند انگشت دست خود را روی هر کدام از چهار کلید علامت گذاری شده با برچسب رنگی قرار دهد. از آزمودنی خواسته شد که به محض نمایش هر مربع، کلید هم رنگ آن را فشار دهد (شکل ۲). در این نرم افزار هر الگو یا توالی شامل نمایش هشت مربع رنگی (تحریک) است که در اصطلاح رفتار حرکتی یک کوشش نامیده می شود. تکرار ۱۰ کوشش متوالی که در مجموع ۸۰ تحریک است، یک بلوک حرکتی نامیده می شود که در حقیقت بسته عملکردی نرم افزار محسوب می شود و محاسبات و تجزیه و تحلیل داده ها بر روی این بلوک ها انجام گرفته است. در این نرم افزار ترتیب ظاهر شدن مربع های رنگی در توالی های حرکتی دارای دو حالت متفاوت است: در یک حالت، محرک ها با ترتیب مشخص و از قبل تعیین شده فعال می شوند (توالی منظم) که عبارتند از سبز، آبی، زرد، قرمز، زرد، سبز؛ و در حالت دوم محرک ها به صورت

تصادفی ارائه می گردند (توالی نامنظم)؛ بدین معنی که ترتیب ارائه محرک ها توسط نرم افزار تعیین می شود و هیچ رابطه منطقی در ترتیب ظهور آنها وجود ندارد.



شکل شماره (۲). نحوه صحیح اجرای تکلیف زمان عکس العمل متوالی

بعد از انتخاب شرکت کنندگان، با در نظر گرفتن کلیه معیارهای حذف و اضافه و اطمینان از سلامت آنها و ارائه توضیحات لازم در مورد تکلیف، فرم رضایت نامه آگاهانه و اطلاعات شخصی از آنها اخذ شد. اطلاعات مربوط به افراد شرکت کننده محرمانه باقی ماند. در ضمن شرکت در تحقیق حاضر هزینه‌ای را برای مشارکت کنندگان در برنداشت. در این پژوهش کل مداخله شامل دو فاز (اکتساب و تحکیم) و ۱۰ مرحله بود که طی آنها نتایج عملکرد گروه ها با هم مقایسه شدند. نمونه ها ابتدا وارد فاز مداخله اصلی یعنی اکتساب شدند، این مرحله شامل انجام ۸ بلوک حرکتی (هر بلوک شامل ۱۰ کوشش و هر کوشش شامل ۸ تحریک) بود که ترتیب ظاهر شدن مربع ها در ۴ بلوک اول به صورت، سبز، آبی، زرد، آبی، قرمز، زرد، سبز، زرد بود. سپس دو بلوک با ترتیب تصادفی و نامنظم انجام می شد و بعد از آن دو بلوک دیگر، با ترتیب ۴ بلوک اول تکرار می گردید. بنابراین در این مطالعه از توالی حرکتی ترکیبی؛ یعنی ترکیبی از سکانس های تکراری (منظم) و تصادفی (نامنظم) استفاده شد تا احتمال آگاهی صریح در گروه های یادگیری ضمنی به حداقل برسد. در فرایند تحقیق، انجام آزمایش در گروه های یادگیری صریح و ضمنی دقیقاً مشابه بود، با این تفاوت که قبل از انجام آزمایش، به گروه های یادگیری صریح در مورد چگونگی ظهور مربع ها و

ترتیب آنها اطلاعات کاملی داده می شد اما به گروه های یادگیری ضمنی هیچ گونه اطلاعاتی در مورد ترتیب محرک ها و چگونگی آرایش بلوک ها (منظم یا تصادفی بودن آنها) داده نشد، فقط از آنها خواسته شد که به محض مشاهده هر رنگ، کلید هم رنگش را با سرعت و دقت فشار دهند. لازم به ذکر است که برای آشنایی آزمودنی ها با نرم افزار، قبل از انجام آزمایش یک بلوک به صورت آزمایشی توسط آزمودنی های گروه های مختلف اجرا می شد.

یک روز (۲۴ ساعت) بعد از انجام مرحله اکتساب، مرحله دوم؛ یعنی سنجش تحکیم یادگیری انجام شد. این مرحله شامل انجام ۲ بلوک با ترتیب منظم مرحله اول بود. آزمون مرحله دوم به این دلیل انجام می شود که اولاً مشخص شود که آیا تغییر زمان پاسخ و دقت پاسخ آزمودنی ها به خاطر اثرات موقتی تمرین بوده یا تغییری نسبتاً پایدار رخ داده و رد حافظه ای واقعاً در حافظه تقویت و تثبیت شده است، ثانیاً بتوان بین گروه های یادگیری صریح و ضمنی مقایسه انجام داد.

نتایج مربوط به هر تحریک (فاصله زمانی بین ارائه محرک تا پاسخ حرکتی)، کوشش و بلوک حرکتی و تعداد خطاهای آزمودنی ها به محرک های هدف در هر مرحله به طور خودکار توسط یک لپ تاپ 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 است که در این مطالعه تعداد پاسخ های صحیح به محرک ها معیاری از دقت یادگیری در نظر گرفته شد. دومین جنبه حرکت هماهنگی پاسخ است و در این مطالعه کاهش کلی زمان پاسخ به عنوان معیار هماهنگی پاسخ منظور شده است.

به منظور سنجش تحکیم یادگیری، با الگو برداری از مطالعه دورفبرگر^۲ و همکاران (۲۰۰۷) و کارولین^۱ و همکاران (۲۰۱۴)، میانگین زمان پاسخ و تعداد پاسخ های

² . Dorfberger

0

² . Caroline

1

صحيح دو بلوك انتهایی روز اول (بلوك ۷ و ۸) با دو بلوك ابتدایی روز دوم (بلوك ۹، ۱۰) در گروه های یادگیری صريح و ضمنی مورد مقایسه قرار گرفت.

روش تحقیق

پس از جمع آوری اطلاعات، از نرم افزار *PASW* که نام جدید نرم افزار *SPSS* است، برای تحلیل داده ها استفاده شد. از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد و رسم نمودارهای مربوط استفاده شد. برای بررسی عملکرد آزمودنی ها از آزمون تحلیل واریانس دو راهه مرکب (*Mixed ANOVA*) استفاده شد. همچنین از آزمون تحلیل واریانس دو راهه (*ANOVA*) برای تعیین اختلاف میانگین داده ها در مرحله تحکیم استفاده شد. سطح آلفا برای تمامی عملیات آماری $P = 0/05$ < در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

افراد شرکت کننده در پژوهش حاضر در دامنه سنی ۱۸-۶ سال و همگی راست دست و بدون سابقه بیماری نورولوژیکی و اختلال در چشم ها، دست ها و عصب-عضله بودند. جدول شماره (۱) ویژگی های دموگرافیک شرکت کنندگان در این تحقیق را نشان می‌دهد. نتایج آزمون تحلیل واریانس دو راهه مرکب در مرحله اکتساب برای دو مؤلفه زمان و دقت پاسخ در جدول شماره (۲ و ۳) نشان داده شده است.

جدول شماره (۱). ویژگی های دموگرافیک آزمودنی ها مشتمل بر تعداد و میانگین سنی

گروه ها	تعداد	میانگین \pm انحراف استاندارد	بیشترین	کمترین
۶ ساله	صريح	۱۲	۶/۳	۶/۶
	ضمنی	۱۲	۶/۴	۶/۳
۸ ساله	صريح	۱۲	۸/۳	۸/۳
	ضمنی	۱۲	۸/۵	۸/۴
۱۰ ساله	صريح	۱۲	۱۰/۲	۱۰/۲
	ضمنی	۱۲	۱۰/۱	۱۰/۴
نوجوان	صريح	۱۲	۱۷/۶	۱۵
	ضمنی	۱۲	۱۷/۴	۱۵/۲

با توجه به جدول شماره (۲)، همانطور که مشاهده می شود در متغیر وابسته زمان پاسخ اثر اصلی بلوک های تمرینی ($F_{1,10,189,1} = 4/75, P = 0/031, \eta^2 = 0/051$) و اثر اصلی سن ($F_{3,88} = 0/744, P = 0/001, \eta^2 = 0/744$) معنادار است. اما اثر معنی داری برای شرایط یادگیری و اثرهای تعاملی متغیرها در این مرحله پیدا نشد ($P \geq 0/05$). نتایج آزمون تحلیل واریانس درون گروهی نشان داد که تغییرات عملکردی وابسته به سن بر اجرای مؤلفه زمان پاسخ تکلیف توالی حرکتی تأثیر دارد ($P \leq 0/05$). برای مشخص کردن جایگاه تفاوتها از آزمون *Bonefroni* استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد اختلاف زمان بلوک هشتم و دوم در تمامی گروه ها معنی دار بود ($P = 0/001$) که نشان دهنده بهبود عملکرد تمامی گروه ها است. بررسی تفاوت های بین گروهی نشان داد زمان پاسخ نوجوانان به طور معنی داری در تمام مراحل سریعتر از گروه های کودکان بود ($P = 0/001$)، علاوه بر این پاسخ های ۱۰ ساله ها سریعتر از ۶ ساله ها و ۸ ساله ها بود. همچنین بین زمان پاسخ کودکان ۶ ساله، ۸ ساله، ۱۰ ساله تفاوت معنی دار وجود داشت ($P = 0/001$).

جدول شماره (۲). نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس دو راهه مرکب برای مؤلفه زمان پاسخ در

مرحله اکتساب

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	df	میانگین مجزورات	مقدار F	مقدار P	مجذور اتا
زمان پاسخ	بلوک	۱/۰۱	۳/۱۹	۴/۷۵	۰/۰۳۱*	۰/۰۵۱
	سن	۳	۹/۷۴	۸۵/۳۴	۰/۰۰۱*	۰/۷۴۴
	شرایط یادگیری	۱	۷/۱۵	۰/۶۲۷	۰/۴۳۱	۰/۰۰۷
	بلوک × سن	۳/۰۳	۱/۵۰	۲/۲۴	۰/۱۸۸	۰/۰۷۱
	بلوک × شرایط یادگیری	۱/۰۱	۱/۵۳	۲/۲۷	۰/۱۳۵	۰/۰۲۵
	بلوک × سن × یادگیری	۳/۰۳	۱/۴۰	۲/۰۹	۰/۱۰۶	۰/۰۶۷

با توجه به جدول شماره (۳)، همانطور که مشاهده می شود در متغیر دقت پاسخ اثر اصلی بلوک های تمرینی ($F_{۴۸۶/۶۳, ۴۸۶/۶۳} = ۶۷/۴۰, P = 0/001, \eta^2 = 0/38$)، سن

$(P=0/003, \eta^2=0/35)$ و شرایط یادگیری $(F_{3,88}=49/95, P=0/001, \eta^2=0/58)$ معنا دار است. علاوه بر این، اثرهای تعاملی متغیرها در این مرحله معنی دار است $(P \leq 0/05)$. یعنی گروه های سنی مختلف در طول انجام تکلیف با توجه به نوع یادگیری (صریح و ضمنی)، از نظر دقت در پاسخ به محرک ها، در بلوک های مختلف عملکرد متفاوتی داشته اند.

نتایج آزمون تحلیل واریانس درون گروهی نشان داد که تغییرات عملکردی وابسته به سن تمامی گروه ها با توجه به نوع یادگیری (صریح و ضمنی) روی عملکرد دقت توالی حرکتی تأثیر دارد. برای مشخص کردن جایگاه تفاوت ها از آزمون *Bonefroni* استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد اختلاف زمان بلوک هشتم و دوم در تمامی گروه ها معنی دار بود $(P=0/001)$ که نشان دهنده 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 بلوک ها بیشتر از دیگر گروه ها خطا کردند، همچنین ۸ ساله ها و ۱۰ ساله ها و ۸ ساله ها و نوجوانان در اکثر بلوک ها متفاوت عمل کردند (۸ ساله ها کم دقت تر از بزرگسالان و ۱۰ ساله ها بودند)، اما نوجوانان و ۱۰ ساله ها تفاوت معنی دار نداشتند.

جدول شماره (۳) نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس دو راهه مرکب برای مؤلفه دقت پاسخ در مرحله اکتساب

منبع تغییرات	مجموع مجدورات	df	میانگین مجدورات	مقدار F	مقدار P	مجدورات
بلوک	۹۳۶/۶۶	۵/۵۳	۱۶۹/۳۷	۶۷/۴۰	۰/۰۰۱*	۰/۳۸
سن	۵۰۸۲/۵۳	۳	۱۶۹۴/۱۷	۴۹/۹۵	۰/۰۰۱*	۰/۵۸
شرایط یادگیری	۱۱۱/۰۲	۱	۱۱۱/۰۲	۳۳/۲۷	۰/۰۰۳*	۰/۳۵
بلوک × سن	۳۸۹/۸۶	۱۶/۵۹	۲۳/۵۰	۹/۳۵	۰/۰۰۳*	۰/۳۳
بلوک × شرایط یادگیری	۴۷/۵۰	۵/۵۳	۸/۵۹	۳/۴۱	۰/۰۰۱*	۰/۳۷
بلوک × سن × یادگیری	۸۹/۵۳	۱۶/۵۹	۵/۳۹	۲/۱۴	۰/۰۰۳*	۰/۶۸

با توجه به جدول شماره (۴)، همانطور که مشاهده می شود در متغیر وابسته زمان پاسخ اثر اصلی بلوک ($F_{1,88}=557/46$ ، $P=0/001$ ، $\eta^2=0/887$) معنادار است که نشان دهنده تحکیم یادگیری در گروه های مورد مطالعه است. همچنین اثر اصلی سن ($F_{3,88}=437/88$ ، $P=0/001$ ، $\eta^2=0/942$) معنادار است؛ اما اثر معنی داری برای شرایط یادگیری همچنین اثرهای تعاملی متغیرها در این مرحله پیدا نشد ($P \geq 0/05$). آزمون تحلیل واریانس نشان داد بین گروه های سنی تفاوت معناداری وجود داشت ($P \leq 0/05$). برای تعیین محل تفاوت بین میانگین عملکرد گروه های آزمودنی در مرحله تحکیم، از آزمون تعقیبی توکی (HSD) استفاده گردید. نتایج این آزمون نشان داد، هنگام مقایسه میانگین بلوک ۹ و ۱۰، بین گروه های سنی ۶ ساله - ۸ ساله، ۶ ساله - ۱۰ ساله، ۶ ساله - نوجوان، ۸ ساله - نوجوان، تفاوت معنی دار وجود دارد ($P \leq 0/05$) اما بین ۸ ساله - ۱۰ ساله و ۱۰ ساله - نوجوان تفاوت معنی دار وجود نداشت.

جدول شماره (۴) نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس دو راهه مرکب برای مؤلفه زمان پاسخ در

مرحله تحکیم

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	df	میانگین مجزورات	مقدار F	مقدار P	مجذور اتا	
بلوک	۴/۱۸۷	۱	۴/۱۸۷	۵۵۷/۴۶	۰/۰۰۱*	۰/۸۸۷	زمان پاسخ
سن	۳/۵۶۵	۳/۰۰	۱/۱۸۸	۴۳۷/۸۸	۰/۰۰۱*	۰/۹۴۲	
شرایط یادگیری	۲۰۲۳۴۳۶/۸۱	۱	۲۰۲۳۴۳۶/۸۱	۰/۷۳۵	۰/۳۹۳	۰/۰۰۷	
بلوک × سن	۶/۹۹	۳/۰۰	۲/۳۳	۲۸/۶۵	۰/۰۰۱*	۰/۶۵۷	
بلوک × شرایط یادگیری	۳۶۹۸۳۵۳/۷۸	۱	۳۶۹۸۳۵۳/۷۸	۳/۱۰	۰/۰۸۲	۰/۰۳۴	
بلوک × سن × شرایط یادگیری	۱۰۵۶۰۱۱/۱۹	۳	۳۵۲۰۰۳/۷۳	۰/۲۹۶	۰/۸۲۹	۰/۰۱۰	

با توجه به جدول شماره (۵)، در متغیر وابسته دقت پاسخ، اثر اصلی بلوک معنادار است که نشان دهنده تحکیم یادگیری در گروه های مورد مطالعه است. همچنین اثر اصلی سن و شرایط یادگیری نیز معنا دار است. علاوه بر این، اثرهای تعاملی متغیرها در این مرحله معنی دار است ($P \geq /0.5$). بررسی های بین گروهی و مقایسات زوجی نشان داد هنگام مقایسه میانگین بلوک ۹ و ۱۰، بین گروه های سنی ۶ ساله - ۸ ساله، ۶ ساله - ۱۰ ساله، ۶ ساله - نوجوان، ۸ ساله - نوجوان، تفاوت معنی دار وجود دارد ($P \leq /0.5$) اما ۱۰ ساله - نوجوان تفاوت معنی دار وجود نداشت که نشان می دهد که در مرحله تحکیم، دقت کودکان ۱۰ ساله مشابه عملکرد نوجوانان بود. بررسی میانگین عملکرد گروه های سنی نشان داد در مرحله تحکیم یادگیری، نوجوانان دقیق تر از گروه های ۶ ساله، ۸ ساله، و ۱۰ ساله بودند. علاوه بر این، ۱۰ ساله ها در پاسخ به محرک های متوالی از ۶ ساله ها دقیق تر بودند.

جدول شماره (۵) نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس دو راهه مرکب برای مؤلفه دقت پاسخ در

مرحله تحکیم

منبع تغییرات	مجموع مجزورات	df	میانگین مجزورات	مقدار F	مقدار P	مجدور اتا
بلوک	۱۲۵/۱۳	۱	۱۲۵/۱۳	۱۸۷/۸۲	۰/۰۰۱*	۰/۶۸۱
سن	۱۷۷/۳۰	۳	۵۹/۱۰	۱۸/۷۵	۰/۰۰۱*	۰/۳۹۰
شرایط یادگیری	۴۳/۱۳	۱	۴۳/۱۳	۱۳/۶۸	۰/۰۰۱*	۰/۳۳۵
بلوک × سن	۷۳/۳۹	۳	۲۴/۴۶	۳۶/۷۲	۰/۰۰۱*	۰/۵۵۶
بلوک × شرایط یادگیری	۴/۳۸	۱	۴/۳۸	۶/۵۷	۰/۰۱۲*	۰/۰۷۰
بلوک × سن × یادگیری	۵/۹۷	۳	۱/۹۹	۲/۹۸	۰/۰۳۵*	۰/۰۹۰

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 یافته های تحقیق نشان داد، تمامی گروه های سنی در اجرای تکلیف زمان عکس العمل متوالی در دو مؤلفه

سرعت و دقت پیشرفت کردند؛ اختلاف زمان و درصد پاسخ های صحیح بلوک هشتم و دوم در تمامی گروه ها معنی دار بود که نشان دهنده بهبود سرعت و دقت تمامی گروه ها حین انجام تکلیف توالی حرکتی است؛ بدین معنی که تمرین و پاسخ مکرر به محرک های متوالی موجب شد هم در توالی های تکراری و هم در توالی های تصادفی، سرعت واکنش به محرک ها و دقت پاسخ دهی (درصد پاسخ های صحیح) بهبود پیدا کند. با این حال، زمان واکنش و خطای پاسخ در توالی های تصادفی نسبت به توالی های منظم بیشتر بود که این موضوع نشان دهنده آن است که یادگیرندگان ضمنی بدون اطلاع آگاهانه از ترتیب توالی ها به محرک ها پاسخ می دادند و هیچ گونه اطلاعاتی از قواعد موجود در تکلیف نداشتند، همانطور که نتایج مصاحبه نیز بر این مورد صحنه گذاشت. این یافته، با یافته های سکیا و همکاران (۲۰۰۴)، لمیکس و همکاران (۲۰۱۰)، و گرین و فلاورز (۱۹۹۱)، همخوان است و نقش تمرین و آگاهی قبلی در بهبود عملکرد و یادگیری را نشان می دهد.

یافته های این تحقیق نشان داد بین گروه های سنی ۶ ساله (صریح - ضمنی) ۸ ساله (صریح - ضمنی) ۱۰ ساله (صریح - ضمنی)، و ۱۸-۱۵ ساله (صریح و ضمنی) در مرحله اکتساب و تحکیم در متغیر زمان پاسخ و دقت پاسخ تکلیف توالی حرکتی تفاوت معنی دار وجود داشت. به طور کلی، نتایج نوعی پیشرفت ناشی از رشد و تکامل حرکتی را در عملکرد تکلیف توالی حرکتی در درون و در طول بلوک های تمرینی نشان داد. در مؤلفه زمان پاسخ، گروه های ۶، ۸ و ۱۰ ساله کودکان هم در شرایط صریح و هم در حالت ضمنی در تمام بلوک های حرکتی نسبت به نوجوانان (۱۵-۱۸ ساله) عملکرد ضعیف تری داشتند. همچنین در مرحله تحکیم بین گروه های ۱۰ ساله و نوجوانان تفاوت معنی دار آماری پیدا نشد، اما در گروه های ۶ و ۸ ساله تفاوت معنی دار وجود داشت که نشان می دهد که سطح عملکرد کودکان ۱۰ ساله در پایان روز دوم (مرحله تحکیم)، به سطح عملکرد نوجوانان رسید در حالی که گروه های ۶ و ۸ ساله به این سطح از عملکرد نرسیدند. برای مؤلفه دقت پاسخ، بیشترین تفاوت ها در عملکرد گروه های کودکان ۶ ساله و ۸ ساله بود. گروه های ۶ ساله (صریح - ضمنی) در مؤلفه دقت پاسخ در تمامی بلوک ها متفاوت از گروه های دیگر عمل کردند (بیشتر از دیگر گروه ها

در پاسخ به محرک ها خطا کردند)، همچنین ۸ ساله ها کم دقت تر از بزرگسالان و ۱۰ ساله ها بودند، اما در بلوک ۸ نوجوانان و ۱۰ ساله ها تفاوت معنی دار نداشتند. این موضوع بیانگر آن است که احتمالاً سطح دقت این گروه ها مشابه بوده است. همچنین در مرحله تحکیم، بین گروه های ۸ ساله - ۱۰ ساله در شرایط صریح و بین گروه های ۸ ساله - ۱۰ ساله و ۱۰ ساله - نوجوانان در شرایط صریح و ضمنی تفاوت معنی دار آماری یافت نشد که بیانگر آن است که در این مرحله دقت کودکان ۸ ساله مشابه ۱۰ ساله و ۱۰ ساله ها به سطح عملکرد بزرگ سالان رسیدند. این نتایج نشان می دهند، با پیشرفت مراحل آزمون تفاوت های وابسته به سن در زمان پاسخ و دقت عملکرد شرکت کنندگان مشاهده شد که بیانگر افزایش سرعت و دقت در اجرای مهارت ادراکی - حرکتی با پیشرفت مراحل اجرا است.

در تحقیق حاضر، تفاوت های وابسته به سن یافت شده برای دو مؤلفه از تکلیف توالی حرکتی (یعنی سرعت و دقت) با تغییرات وابسته به سن در قابلیت حرکتی و تکامل زمانی مسیرهای حرکتی در مغز سازگار هستند. یافته های حاصل از مطالعات تصویربرداری عصبی- ساختاری نشان داده اند که حجم کلی ماده خاکستری تا سن حدود ۶-۱۰ افزایش و پس از آن کاهش می یابد این کاهش تا حدودی نتیجه ی افزایش در ماده سفید مغز است. (بارنتا و همکاران، ۲۰۰۵^{۲۳}؛ ویلک و همکاران، ۲۰۰۷). فرض شده که این افزایش ممکن است به کاهش در زمان هدایت عصبی که با رشد و تکامل مشاهده می شود، همراه باشد و ممکن است به پدیده های رفتاری مانند کاهش زمان عکس العمل و افزایش کنترل حرکتی مهارت های حرکتی ظریف در طول دوران کودکی منجر شود (گاروی ام و همکاران، ۲۰۰۳^{۲۳}). علاوه بر تغییر در مسیرهای حرکتی قشر مغز، مطالعات نشان داده اند که تغییرات در مسیر های ماده سفید جسم مخطط و در حجم کلی مخچه تا اواخر نوجوانی هم ادامه دارد (بارنتا و همکاران،

² . Barnea-Goraly N, et al

²

² . Garvey M, et al

³

۲۰۰۵؛ ماکیا و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به این موضوع، تفکیک بین دو اندازه گیری از یادگیری توالی با این فرضیه سازگار است که دقت، ممکن است عمدتاً بر بالیدگی قشر مغز که بین ۶-۱۰ سالگی رخ می دهد، متکی باشد، در حالی که زمان بندی حرکت ممکن است متکی بر بالیدگی مسیرهای ماده سفید باشد که تا نوجوانی و جوانی به رشد و بالیدگی خود ادامه می دهند.

یافته های این تحقیق نشان داد بین دو نوع یادگیری صریح و ضمنی (شرایط یادگیری) در مرحله اکتساب در متغیر زمان پاسخ تکلیف توالی حرکتی تفاوت معنی دار وجود نداشت، اما در متغیر دقت پاسخ تکلیف توالی حرکتی تفاوت معنی دار وجود داشت. همچنین بین دو نوع یادگیری صریح و ضمنی (شرایط یادگیری) در تحکیم متغیر زمان پاسخ تکلیف توالی حرکتی تفاوت معنی دار وجود نداشت اما در تحکیم متغیر دقت پاسخ تفاوت معنی دار وجود داشت. این نتایج نشان دهنده تفاوت در رمزگذاری و نحوه پردازش این جنبه ها است و مهمترین یافته پژوهش حاضر نیز این است که اجزاء مختلف حرکت (دقت و سرعت) به شیوه های متفاوتی اجرا و تثبیت و تحکیم می شوند. دقت یک پردازش سریع از ارتباط محرک - پاسخ است و اکتساب آن به آسانی صورت می گیرد. در حالی که یادگیری یکپارچگی حسی - حرکتی و زمانبندی حرکت یک عنصر دینامیک و پویا و فرایندی آهسته است که از تمرین با ساختار ابتدایی در یک حالت معین سود می برد (۲). یک نمونه که از این جدایی و گسستگی یادگیری و تحکیم اجزای مختلف حرکت حمایت می کند مربوط به مطالعه هیک اوزاکا و همکاران (۱۹۹۹، ۲۰۰۲) و ساوین لمیکس و همکاران (۲۰۰۹) است. این طرح متفاوت از نتایج با این ایده سازگار است که سیستم های مغزی ای که برای دقت پاسخ مورد نیاز هستند زودتر از سیستم هایی که درگیر در یکپارچگی حسی - حرکتی و زمانبندی حرکت هستند، رشد و تکامل می یابند.

نتایج این تحقیق نشان داد بین عملکرد آزمودنی های گروه های سنی 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 معنی دار وجود دارد که مبین تحکیم کلی یادگیری حرکتی در گروه های مورد مطالعه است. این موضوع پدیده تثبیت حافظه حرکتی در

گروه های صریح و ضمنی را تأیید می کند. همینگر و شادمهر (۲۰۰۸) اظهار کردند که هرچه طول فاصله زمانی آفلاین (استراحت و تمرین آسای) بیشتر شود ارتقاء در حافظه مهارت افزایش می یابد. این محققان عنوان کرده اند که بهترین حالت تحکیم در دوره تمرین آسای ۲۴ ساعت اتفاق می افتد که این امر در تحقیق حاضر نیز تأیید شده است. اما نتایج تحقیق حاضر با نتیجه تحقیق فیشر و همکاران (۲۰۰۷)، که نشان داد کودکان ۷ و ۱۱ ساله بهبود عملکرد کمتر و در نتیجه تحکیم ضعیف تری در تکلیف یادگیری ضمنی داشتند، همخوان نیست. احتمالاً علت این ناهمخوانی در نتایج به دست آمده ممکن است نوع تکلیف و ابزار مورد استفاده، مدت زمان و تعداد کوشش های تمرینی، و روش شناسی تحقیق باشد. به طور کلی، در تحقیق حاضر تحکیم معنی دار دقت و زمان بندی پاسخ در گروه های یادگیری صریح و ضمنی نشان دهنده تغییرپذیری در بازنمایی قشر حرکتی مغز می باشد و این نتایج با مدل واکر (۲۰۰۵) که بر اساس آن اجرای یک تکلیف حرکتی پس از یک دوره استراحت بهبود می یابد، همخوان است.

از دیگر نتایج تحقیق حاضر این بود که شرکت کننده های گروه یادگیری صریح (مطلع از اجزای توالی) نسبت به گروه یادگیری ضمنی که از ترتیب موجود در توالی ها اطلاعی نداشتند در مرحله تحکیم پیشرفت بیشتری داشتند هرچند این پیشرفت فقط در مؤلفه دقت پاسخ معنا دار بود. دلیل این نتیجه احتمالاً تشریح اجزاء توالی در گروه یادگیرندگان صریح است، چرا که اطلاع صریح از آرایش تکلیف و ترتیب توالی ها و نحوه انجام تکالیف در یادگیری حرکتی می تواند دقت و سرعت یادگیری را بالا ببرد و می تواند نقش بسزایی در بهبود کارایی و بهبود مهارت حرکتی داشته باشد.

نتیجه گیری

در مجموع نتایج این تحقیق نوعی پیشرفت عملکرد وابسته به سن را در یادگیری توالی حرکتی نشان داد. با توجه به یافته های مطالعه حاضر و عدم داری نوع یادگیری در مؤلفه زمان پاسخ و معنی داری آن در مؤلفه دقت پاسخ و برتری یادگیری صریح نسبت به ضمنی در این مؤلفه از حرکت، نتیجه کاربردی که می توان ارائه داد این است که به هنگام آموزش و انجام مداخلات توانبخشی کودکان و نوجوانان، در

صورتی که سرعت یکی از اجزاء مهم تکلیف باشد، تشریح اجزاء تکلیف ضرورتی ندارد، چرا که یادگیرنده می تواند به صورت ضمنی تکلیف را یاد بگیرد، اما در تکالیف مستلزم دقت، تشریح اجزاء تکلیف می تواند باعث بهبود کارایی مهارت حرکتی و تحکیم قوی تری گردد. همچنین، با توجه به تعیین وجود تحکیم در گروه های شرکت کننده، لزوم انجام مداخلات جلسات تمرینی و توانبخشی در چند جلسه مشخص می گردد.

منابع

- Abdollahi I (2007) *Explicit and implicit motor learning of a perceptual motor skill after unilateral stroke using affected hand. Tesis for Ph.D in Physiotherapy. Tehran, pp: 1-40.*
- Alipour MA. (1386). *evaluate the reliability and validity of the Edinburgh Handedness Inventory in Iran. Journal of Psy Sci* 6; 6 -22.
- Amanda S.Hodel, Julie C.Markant, Sara E.VanDenHeuvel (2014). *Developmental differences in effects of task pacing on implicit sequence learning. Fron in psy*; 5: 153.
- Barnea-Goraly N, Menon V, Eckert M, Tamm L, Bammer R (2005). *White matter development during childhood and adolescence: a cross-sectional diffusion tensor imaging study. Cerebral Cort*; 15:1848–1854.
- Caroline L, Corinne C, Xavier S, Etienne Q (2013). *Age – related differences in perceptuomotor procedural learning in children. J Exp chi psy* 2013; 116:157-168.
- Dima Amso, Juliet Davidow (2010) *The Development of implicit learning from infancy to Adulthood: Item Frequencies, Relations, and Cognitive Flexibility. Develop Psy*; 54,664-73.
- Dorfberger Sh, Adi-Japha E, Karni (2007). *Reduced susceptibility to interference in the consolidation of motor memory before adolescence. PLoS ONE*; 2: 225-240.
- Fischer S, Wilhelm I, Born J (2007). *Developmental differences in sleep's role for implicit offline learning: comparing children with adults. J Cognitive Neuro*; 19:214–227.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C (2012). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults (7th ed). New York: McGraw-Hill.*

- Garvey M, Ziemann U, Bartko J, Denckla M, Barker C (2003). Cortical correlates of neuromotor development in healthy children. *Clin Neuro*; 114:1662–1670.
- Hemminger C.SE, Shadmehr R (2008). Consolidation Patterns of Human Motor Memory. *J of Neuro*; 28(39): 9610 –9618.
- Hikosaka O, Nakamura H, Sakai K, Nakahara H (2002). Central mechanisms of motor skill learning. *Curr Opinion Neuro*; 12:217–222.
- K. Janacsek1, J. Fiser, and D. Nemeth (2012). The Best Time to Acquire New Skills: Age-related Differences in Implicit Sequence Learning across Human Life Span. *Develo Sci*; 15(4): 496–505.
- Nejati V, Ashayeri H, Garusi Farshi MT, Aghdasi MT (2006). Comparing explicit motor sequence learning in youth and elderly. *Edu and Psy*; 9(2): 113-25.
- Robertson E., Pascual -Leone A, Press D.Z (2004). Awareness Modifies the Skill-Learning Benefits of Sleep. *Curr Biolog*; 14, 208-212.
- Savion-Lemieux T, Jennifer A. Bailey, Penhune V (2009). Developmental contributions to motor sequence learning. *Exp Brain Res*; 195:293–306.
- Savion-Lemieux T, Penhune V (2010). The effect of practice pattern on acquisition, consolidation, and transfer of visual - motor sequence learning. *Exp Brain Res*; 204:271–281.
- Savion-Lemieux T, Penhune V (2005). The effects of practice and delay on motor skill learning and retention. *Exp Brain Res*; 161:423–431.
- Schmidt RA, Lee TD (2011). *Motor control and learning: A behavioral emphasis (5th ed)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sekiya, H. and K. Fukuchi (2004). Influence of rule complexity on implicit and explicit learning of a tracking task. *J Sport and Exer*; 26: 165-167.
- Spencer RM, Gouw AM, Ivry RB (2007). Age-related decline of sleep-dependent consolidation. *Lear Memo*; 14: 480–484.
- Thomas K, Nelson C (2001). Serial reaction time learning in preschool and school-age children. *J Exper Chil psy*; 79:364–387.
- Walker M P (2005). A refined model of sleep and the time course of memory formation. *Behav and Brain Sci*; 28:51-64; discussion 64-104.
- Wilke M, Krageloh - Mann I, Holland S (2007). Global and local development of gray and white matter volume in normal children and adolescents. . *Exp Brain Res*; 178:296–307.