

تأثیر ساختار تمرین و طول فواصل تمرین آسایی بر تحکیم حافظه حرکتی در کودکان: بررسی زیربنای نظریه‌های تغییرپذیری تمرین و کدگذاری اختصاصی بازنمایی‌های حافظه‌ای

معصومه جنتی^{۱*}، بهروز عبدلی^۲، علیرضا فارسی^۲، پروانه شمسی‌پور دهکردی^۳

۱. دانشجوی دکترای یادگیری حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۳. استادیار گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: تحکیم حافظه و یادگیری از عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری و تحول مهارت‌های شناختی و حرکتی کودکان است. در پژوهش حاضر ساختار تمرین و فواصل تمرین آسایی (فاصله زمانی بدون تمرین بعد از جلسه اکتساب) دست‌کاری و اثر آنها بر تحکیم حافظه حرکتی کودکان بررسی شد.

روش: تعداد ۳۶ دانش‌آموز دختر ۹-۱۲ سال دبستان مکتبی شهر قم، به‌طور تصادفی انتخاب و در سه گروه تمرین ثابت، قالبی، و تصادفی قرار گرفتند. پژوهش شامل اکتساب و یادداری تکلیف پرتاب دارت (اجرای آزمون‌ها در ۳ مرتبه زمانی ۱ ساعت، ۱ روز، و ۱ هفته) بود. به‌منظور بررسی اصول تغییرپذیری و اختصاصی بودن، آزمون‌های یادداری به سه روش ثابت، قالبی، و تصادفی به‌عمل‌آمد. **یافته‌ها:** میانگین‌های خطای شعاعی نشان‌دهنده پیشرفت مهارت با تمرین‌های قالبی و ثابت و حفظ پایداری پیشرفت با گذر زمان، تحت تمرین قالبی هستند. با مقایسه‌های زوجی پایان اکتساب و یادداری مشابه شرایط تمرین برای هر گروه، کاهش خطا ($P \leq 0/005$) تنها بعد از تمرین قالبی دیده شد (تأیید اختصاصی بودن). مقایسه‌های زوجی پایان اکتساب در هر گروه تمرینی و آزمون‌های یادداری ثابت، بهبود معنی‌دار عملکرد گروه تمرین تصادفی و قالبی را در هیچ‌یک از فواصل تمرین آسایی نشان ندادند ($P \geq 0/005$)؛ ولی در آزمون‌های یادداری به روش متغیر، در هر دو گروه تمرین قالبی و تصادفی بهبود معنی‌دار ($P \leq 0/005$) مشاهده شد (اصل اختصاصی بودن).

نتیجه‌گیری: تحکیم حافظه و ارتقاء عملکرد کودکان بعد از اکتساب و در تمرین آسایی (حتی یک ساعت بعد) رخ می‌دهد. علاوه بر این، تمرین ثابت و با تغییرپذیری کم (قالبی) باعث هدایت بهتر کودکان به‌سوی فرایندهای مربوط به تحکیم و ارتقاء حافظه مهارت حرکتی در آنها می‌شود.

کلیدواژه‌ها: کدگذاری اختصاصی حافظه، تغییرپذیری تمرین، تحکیم، حافظه حرکتی

*نویسنده مسئول: معصومه جنتی، دانشجوی دکترای یادگیری حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

تلفن: ۰۲۱-۲۹۹۰۲۹۳۳

ایمیل: Masoome.jannati@gmail.com

مقدمه

تمرین (یادگیری آنلاین^۱) برای یادگیری مهارت‌های حرکتی ضروری است زیرا سیستم عصبی در طول آن اطلاعات را کدگذاری می‌کند تا بعداً برای بسط حافظه حرکتی استفاده کند (۱). ساختار تمرین که تأثیری قوی بر یادداری مهارت دارد، می‌تواند به صورت پیوستاری از ساختار ساده (تمرین ثابت) تا ساختاری پیچیده‌تر (تمرین متغیر) باشد (۲). در تمرین ثابت، فقط یک حرکت از بین حرکت‌های موجود در یک طبقه حرکتی تکرار می‌شود و در تمرین متغیر، حرکت‌های مختلف در میان حرکت مورد نظر جاگذاری و تمرین می‌شود (۲). سؤال کلی در مطالعه یادگیری حرکتی این است که ساختار تمرین به منظور تسهیل یادگیری و یادداری چگونه است؟ و روش بهینه برای سازمان‌دهی جلسات تمرین چیست (۳)؟ به نظر می‌رسد یادگیری مهارت حرکتی تحت تأثیر رابطه پیچیده ویژگی تمرین (اختصاصی بودن) و تغییرپذیری تمرین است (۴). فرضیه اختصاصی بودن یادگیری پروتئو^۲ بیان می‌کند شرایط تمرین باید با شرایط آزمون یکسان باشد (۴). این فرضیه همانند نظر هنری^۳، ایجاد تغییرات در روش‌های اجرا و شرایط مهارت را باعث تغییر در ماهیت مهارت بیان می‌کند (۵). اصل کدگذاری اختصاصی چهارجوبی برای درک چگونگی ارتباط شرایط زمان کدگذاری اطلاعات با حافظه و زمان بازیابی آن اطلاعات فراهم می‌کند (۶). مطالعاتی از قبیل پروتئو (۱۹۹۵)؛ ترمبلاي و همکاران^۴، ۲۰۰۱؛ به نقل از (۷) و لاورنس و همکاران (۷)، اصل اختصاصی بودن تمرین در تکالیف هدف‌گیری دستی را تأیید کرده‌اند.

در این میان مگیل^۵ (۲۰۱۱) فرضیه اختصاصی بودن را مکملی برای فرضیه تغییرپذیری تمرین معرفی کرد (به نقل از ۸). فرضیه تغییرپذیری تمرین از نظریه طرحواره اشمیت^۶ نشأت گرفته و پیش‌بینی می‌کند تمرین پارامترهای مختلف با شکل‌دهی طرحواره قوی‌تر، منجر به عملکرد ضعیف‌تر در

اکتساب و درعین حال عملکرد بهتر در یادداری، نسب به تمرین ثابت یک پارامتر خاص می‌گردد (۹). ثبات و تغییرپذیری از ویژگی‌های مهارت‌های حرکتی است. چگونگی تعامل این دو ویژگی سؤال مهمی در طول سال‌ها بوده است. بر اساس مطالعات انجام‌شده (۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳) و پیشرفت‌های اخیر در زمینه یادگیری حرکتی، تمرین با تغییرپذیری کم یا بدون تغییرپذیری (تمرین قالبی یا ثابت) برای شکل‌دهی برنامه حرکتی تعمیم‌یافته مفید است و تمرین با تغییرپذیری بالا (تصادفی) ظرفیت پارامتربندی را افزایش می‌دهد (۱۴). مطالعات زیادی از مزایای تمرین متغیر در یادگیری مهارت‌های حرکتی و مطالعاتی نیز از مزایای تمرین متغیر در کودکان حمایت کرده‌اند (۱۵)؛ اما یان و همکاران (۱۶) با بررسی تأثیر سن کودکان، نوع تکلیف و نوع حرکت در تغییرپذیری تمرین، نتیجه گرفتند سن تعدیل‌کننده مهمی است که به طور قابل توجهی بر روی برونداد تغییرپذیری تأثیر می‌گذارد. در همین راستا بورتولی و همکاران (۱۷) در بررسی تأثیر تغییرپذیری تمرین بر یادگیری مهارت‌های پرتاب و دریافت دانش آموزان، مفید بودن تغییرپذیری در یادداری را مشاهده کرد. در تکلیف نشانه‌گیری به هدف، گراندا و مدینا (۱۵) دریافتند تمرین متغیر در کودکان ۶ ساله در پایان اکتساب، یادداری و انتقال بهتر از تمرین ثابت است. ولی گراندا و همکاران (۱۸) در کودکان ۸ ساله هیچ تفاوتی در اکتساب، یادداری و انتقال تکلیف نشانه‌گیری به هدف به دست نیاوردند. همچنین گودوین و همکاران (۱۳) با استفاده از مهارت پرتاب دارت، در آزمون یادداری تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تمرین ثابت و متغیر مشاهده نکردند. بالاخره دوویس (۱۹) نیز همچون یان و همکارانش، اثربخشی تغییرپذیری و اختصاصی بودن تمرین را مرتبط با سن آزمودنی‌ها دانست. با توجه به نتایج متفاوت مطالعات کودکان، مطالعه تعیین کاربرد روش‌های تمرینی نیاز است.

4. Tremblay et al

5. Magill

6. Schmidt

1. Online learning

2. Proteau

3. Henry

رخ می‌دهد (۲۱، ۲۴). با این حال شواهد نشان داده‌اند تحکیم حافظه در طول بیداری در کودکان سریع‌تر است (۱، ۲۱، ۲۴، ۲۵، ۲۶) و فرایندهای ایجادکننده اکتسابات تأخیری در اولین ساعات بیداری بعد از تمرین در کودکان مشاهده شده است (۲۱، ۲۲، ۲۶). در ارتباط با ساختار تمرین و فواصل تمرین آسایی، سانتوس و همکاران (۲۷) در پژوهش خود عملکرد بهتر و در نتیجه تحکیم حافظه گروه تمرین تصادفی را نسبت به گروه تمرین قالبی در ۲۴ ساعت بعد از اکتساب نشان دادند و تفاوتی در دیگر فواصل در میان گروه‌ها بیان نکردند. با وجود بررسی تحکیم در فواصل مختلف بعد از پایان تمرین در کودکان (۲۶، ۲۸، ۲۹)، پژوهشی برای این نوع بررسی‌ها تحت ساختار تمرینی متفاوت در آنها وجود ندارد؛ بنابراین مطالعه حاضر با دست‌کاری ساختار تمرین (به‌صورت ثابت، قالبی و تصادفی)، تحکیم حافظه حرکتی کودکان را در فواصل تمرین آسایی مختلف (یک ساعت، یک روز و یک هفته) بررسی کرده است.

روش

الف) طرح پژوهش و شرکت‌کنندگان: پژوهش حاضر نیمه تجربی و از نوع کاربردی است. جامعه آماری دانش‌آموزان دختر ۹ تا ۱۲ سال (شامل پایه‌های سوم تا ششم) دبستان‌های ناحیه ۱ شهر قم در سال تحصیلی ۹۷-۹۶ بودند. از بین مدارس این ناحیه، مدرسه علی‌اصغر مکتبی به تصادف انتخاب شد و تعداد ۳۶ فرد راست‌دست، ناآشنا با پرتاب دارت و بدون مشکل شناختی و حرکتی (مشخص شده از طریق پرسش از فرد، اولیاء و مربیان) به‌طور تصادفی انتخاب و در ۳ گروه آزمایشی (تمرین ثابت، تمرین متغیر قالبی و تمرین متغیر تصادفی) جایدهی شدند. تعداد شرکت‌کنندگان در هر گروه مطابق تحقیقاتی از قبیل کانتاک و همکاران (۲)، شمسی‌پور و همکاران (۲۳) و با پیش‌بینی احتمال افت آزمودنی، ۱۲ نفر در نظر گرفته شد.

تفاوت‌های مربوط به سن در یادگیری مهارت حرکتی معمولاً با تغییرات تحولی توصیف می‌شود که تحت تأثیر ساختار و عملکردهای مغزی مسئول فرایندهای حافظه حرکتی قرار می‌گیرند. کودکان نسبت به بزرگسالان زمان بیشتری برای پردازش اطلاعات شناختی و یادآوری آن اطلاعات صرف می‌کنند. به نظر می‌رسد عوامل مربوط به فرایندهای مرکزی، مسئول سرعت پایین پردازش اطلاعات در کودکان باشند نه عوامل محیطی (۲۰). پردازش اطلاعات با پایان تمرین متوقف نمی‌شود که، اطلاعات ذخیره‌شده به‌طور پیش‌رونده‌ای به‌صورتی از حافظه حرکتی تحکیم می‌یابد (۱). این نکته در مورد کودکان نیز نشان داده شده است (۲۱ و ۲۲). تحکیم حافظه‌ای مجموعه‌ای از فرایندهایی است که بعد از شکل‌گیری حافظه، در مرحله تمرین آسایی (فاصله زمانی استراحت و بی‌تمرینی بین جلسه یادگیری مهارت و جلسه آزمون حافظه) ادامه می‌یابد تا حافظه را از وضعیت ناپایدار و کوتاه‌مدت به وضعیت پایدار و طولانی‌مدت تبدیل کند (۲۳). ساویون‌لمیوکس (۳)، ساختار تمرین را در اکتساب، تحکیم و انتقال مهارت حرکتی بزرگسالان مطالعه کرده و بیان کرد که تمرین قالبی منجر به افزایش یکپارچگی حسی حرکتی و زمان‌بندی‌شده و تمرین تصادفی منجر به ارتباط محرک پاسخ بهتر می‌شود. در همین راستا و با توجه به نتایج متفاوت تغییرپذیری تمرین در کودکان با توجه به سن و سطح تجربه آنها، انجام تحقیقات اختصاصی بر روی کودکان لازم است. پژوهشگران، زمان را یک پارامتر مهم در تحکیم حافظه بیان کرده‌اند. تأخیر زمانی بهینه، زمینه را برای ارتقاء و پیشرفت بیشتر فرایند تحکیم حافظه فراهم می‌آورد که این رخداد نشان‌دهنده تغییرات شکل‌پذیری در بازنمایی‌های عصبی مهارت در قشر حرکتی است (۲۳). در دهه‌های اخیر توجه به تفاوت‌های تحولی از سنین پیش از دبستان تا بزرگسالی به یادگیری آنلاین اختصاص یافته و توجه کمتری به فرایندهای بعد از تمرین در کودکان شده است (۲۲). اکتساب تأخیری و تحکیم حافظه‌ای در بزرگسالان، ساعت‌ها پس از پایان تمرین

$$MRE = \overline{RE} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m RE_i$$

$$RE = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

(د) روش اجرا: پس از دریافت اجازه رسمی از مدیر مدرسه، افراد نمونه پس از آموزش از طریق مشاهده فیلم مدل ماهر، در سه گروه تمرینی (ثابت، قالبی و تصادفی) در روز اول در مجموع ۹۰ پرتاب دارت را تمرین کردند. سپس برای بررسی تحکیم حافظه، از هر آزمودنی در فواصل تمرین آسایی یک ساعت، یک روز و یک هفته بعد از پایان اکتساب، آزمون یادداری به عمل آمد. آزمون‌های یادداری در هر فاصله تمرین آسایی، به سه روش ثابت (۱۵ پرتاب از فاصله ۲/۵ متری)، قالبی (۵ پرتاب از هر فاصله ۱/۵، ۲ و ۲/۵ متری)، و تصادفی (۱۵ پرتاب با ترتیب اجرای تصادفی و تکراری نبودن فاصله دو پرتاب متوالی از هر سه فاصله ۱/۵، ۲ و ۲/۵ متری) برای هر گروه انجام شد. لازم به ذکر است که در طول مراحل اکتساب و یادداری‌ها، افراد پس از هر ۵ پرتاب، پیکان‌ها را از روی تخته یا کف سالن جمع کرده و برای کوشش‌های بعدی به مکان تعیین شده برمی‌گشتند.

به‌منظور رعایت ملاحظات اخلاقی، شرکت در پژوهش اختیاری بوده و رضایت‌نامه‌ی کتبی از والدین برای شرکت فرزندشان در این پژوهش اخذ شد. در پایان پژوهش به دانش‌آموزانی که بهترین نتیجه و همکاری را داشتند جوایزی اعطا شد. برای تحلیل داده‌ها نیز از روش آمار توصیفی (برای ارزیابی چگونگی توزیع داده‌ها)، تحلیل واریانس دوعاملی 3×4 [ساختار تمرین: ثابت، قالبی و تصادفی] و (مراحل ارزیابی: اکتساب، یادداری یک ساعت، یادداری یک روز و یادداری یک هفته بعد) و همچنین آزمون مقایسه زوجی (بین داده‌های پایان اکتساب و هر آزمون یادداری برای بررسی تحکیم) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. سطح معناداری برای همه متغیرها ($p \leq 0.05$) در نظر گرفته شد.

(ب) ابزار: برای اطمینان از راست‌دست بودن افراد نمونه، پرسشنامه دست برتری ادینبرگ^۱ اجرا شد. روایی و پایایی این پرسشنامه توسط علی پور و آگاه‌هریس (۳۰) مطلوب گزارش شده است. تکلیف موردنظر پرتاب دارت به صفحه شطرنجی شامل ۱۰ دایره متحدالمرکز بود. این صفحه برای کودکان در ارتفاع ۱/۲۲ متری از مرکز صفحه تا کف سالن نصب شد و فاصله اصلی پرتاب برای کودکان ۲/۵ متر در نظر گرفته شد (۳۱).

(ج) برنامه مداخله: برنامه شامل آموزش مهارت پرتاب دارت تحت سه ساختار تمرینی متفاوت به کودکان بود. در ابتدا تمام آزمودنی‌ها پرتاب دارت را با مشاهده فیلم ویدئویی اجرای یک مدل ماهر فرا گرفتند. سپس افراد در هر گروه با پرتاب ۹۰ دارت به اکتساب مهارت در یک جلسه تمرین پرداختند (۲۷). به این ترتیب که گروه تمرین ثابت در ۶ بلوک ۱۵ کوششی فقط از فاصله ثابت ۲/۵ متری و گروه تمرین متغیر قالبی از هر فاصله (۱/۵، ۲ و ۲/۵ متری) دو بلوک ۱۵ کوششی پرتاب کردند. گروه تمرین متغیر تصادفی، در هر بلوک تمرینی از هر سه فاصله (۱/۵، ۲ و ۲/۵ متری) به‌طور تصادفی و بدون رعایت ترتیب مشخصی در هر بلوک و با رعایت تکراری نبودن فاصله دو پرتاب متوالی تمرین کردند و در مجموع ۶ بلوک ۱۵ کوششی پرتاب انجام دادند. در این مرحله (اکتساب)، بین هر دو بلوک متوالی ۱ دقیقه استراحت وجود داشت و ۱۵ کوشش پایانی هر فرد برای محاسبه میانگین خطای شعاعی در نظر گرفته شد. خطای شعاعی، میانگین انحراف دارت از مرکز هدف را نشان می‌دهد. دقت پرتاب که یکی از نتایج اجرای حرکتی است از فرمول زیر سنجیده می‌شود، به‌طوری که امتیاز کم نشانه اجرای بهتر است. این خطا^۲ در نرم‌افزار Excel محاسبه شد (۳۱).

2. MRE: mean radial error. Where RE_i radial error (distance between the throw and the center), m number of trials, and i a particular trial.

1. Edinburgh Handedness Inventory

یافته‌ها

در هر گروه آزمایشی ۱۲ دختر ۹-۱۲ سال با میانگین سن ۱۰/۵ سال راست‌دست حضور داشتند. از تحلیل واریانس برای بررسی تغییرات متغیر وابسته (تحکیم حافظه حرکتی کودکان) هنگام تغییر در متغیرهای مستقل (ساختار تمرین و طول فاصله تمرین آسایی) استفاده شد. به این منظور، پیش فرض‌های آزمون اندازه‌گیری مکرر با استفاده از آزمون‌های کالموگروف اسمیرنف ($P > 0/05$) برای نرمال بودن توزیع داده‌ها، لون ($P > 0/05$) برای همگنی واریانس متغیرها، کرویت موجلی ($P > 0/05$) برای یکسانی کوواریانس متغیر وابسته، و باکس ($P > 0/05$) برای همگنی ماتریس‌های کوواریانس رعایت شد.

- اجرای آزمون یادداری به روش تمرین ثابت از فاصله ۲/۵ (متری) برای هر سه گروه تمرینی:

جدول ۱: میانگین خطای شعاعی در گروه‌های آزمایشی در آزمون‌های یادداری به روش ثابت

گروه آزمایشی	اکتساب	یادداری یک ساعت	یادداری یک روز	یادداری یک هفته
تمرین ثابت	۴/۰۷۸	۳/۹۸۶	۴/۰۷۸	۴/۴۱۴
تمرین متغیر قالبی	۴/۳۲۴	۴/۲۲۳	۴/۲۰۲	۴/۱۴۹
تمرین متغیر تصادفی	۳/۸۴۷	۴/۰۵۲	۴/۱۴۳	۴/۲۸۴

در جدول بالا مشاهده می‌شود میانگین خطای افراد در گروه تمرین تحت شرایط ثابت در آزمون‌های یادداری یک ساعت (۳/۹۸۶) و یک روز بعد (۴/۰۷۸) نسبت به آخر اکتساب (۴/۰۷۸) پایین آمده یا بی‌تغییر است. از طرفی افزایش صعودی میانگین خطا از آخر اکتساب تا آزمون یادداری یک

هفته بعد، در گروه تمرین تحت شرایط متغیر تصادفی برخلاف فرضیه طرح‌واره است. همچنین سیر نزولی میانگین خطاها در گروه تمرین در شرایط قالبی از آخر اکتساب تا آزمون یادداری یک هفته بعد، از اصل کدگذاری اختصاصی حمایت نمی‌کند.

جدول ۲: نتایج مقایسه زوجی پایان اکتساب و آزمون‌های یادداری به روش ثابت در فواصل مختلف

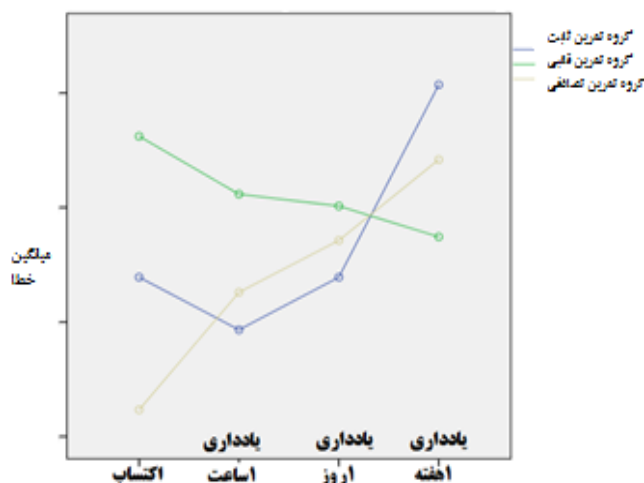
گروه آزمایشی	یادداری یک ساعت			یادداری یک روز			یادداری یک هفته		
	T	Df	Sig	T	Df	Sig	T	Df	Sig
تمرین ثابت	۰/۹۲۴	۱۱	۰/۳۷۵	۰/۰۰۰	۱۱	۱/۰۰۰	-۲/۶۸۲	۱۱	۰/۰۲۱
تمرین متغیر قالبی	۰/۹۷۰	۱۱	۰/۵۱۷	۰/۸۹۴	۱۱	۰/۳۹۰	۰/۹۸۷	۱۱	۰/۳۴۵
تمرین متغیر تصادفی	-۱/۸۳۴	۱۱	۰/۰۹۴	-۱/۹۴۶	۱۱	۰/۰۷۸	-۳/۵۲۷	۱۱	۰/۰۰۵

با توجه به جدول بالا و عدم معنی‌داری مقایسه‌های زوجی عملکرد پایان اکتساب با آزمون‌های یادداری در گروه تمرین

ثابت، نمی‌توان گفت نتایج جدول ۱ از اصل کدگذاری اختصاصی حافظه حمایت می‌کنند. از طرفی به دلیل عدم

معنی داری مقایسه‌های زوجی پایان اکتساب با آزمون‌های یادداری در گروه‌های تمرین قالبی و تصادفی (در جدول بالا)، نمی‌توان در مورد تأیید فرضیه طرح‌واره قطعیت داشت. در

نمودار ۱، روند افزایش و کاهش خطای فواصل تمرین آسایی در آزمون یادداری ثابت قابل مشاهده است.



نمودار ۱: نمایش خطا در آزمون یادداری به روش ثابت در فواصل تمرین آسایی مختلف در میان گروه‌های آزمایشی

- اجرای آزمون یادداری به روش تمرین قالبی از سه فاصله (۱/۵، ۲ و ۲/۵ متری) برای هر گروه تمرینی:

تحلیل واریانس ۲ عاملی نشان داد که اثر اصلی مراحل ارزیابی در فواصل تمرین آسایی متفاوت (اکتساب، ۱ ساعت، ۲۴ ساعت، ۱ هفته) ($F(3,99)=10/157, P=0/001$) معنی دار بود. اثر تعاملی مراحل ارزیابی و گروه‌های آزمایشی در شرایط تمرینی (ثابت، قالبی، تصادفی) با ($F(6,99)=0/999, P=0/43$)

و اثر اصلی گروه با ($F(2,33)=2/520, P=0/096$) معنی دار نبودند. طبق نتایج آزمون تعقیبی دانکن، بین نمرات اکتساب و هر سه آزمون یادداری (یک ساعت ($P=0/001$), یک روز ($P=0/001$) و یک هفته بعد ($P=0/005$)) تفاوت معنی دار وجود دارد. این تفاوت به نفع کاهش خطا و پیشرفت افراد در آزمون‌های یادداری است.

جدول ۳: میانگین خطای شعاعی در گروه‌های آزمایشی در آزمون‌های یادداری به روش قالبی

گروه آزمایشی	اکتساب	یادداری یک ساعت	یادداری یک روز	یادداری یک هفته
تمرین ثابت	۴/۰۷۸	۳/۶۰۹	۳/۷۷۳	۳/۸۵۲
تمرین متغیر قالبی	۴/۳۲۴	۳/۸۸۰	۳/۸۲۴	۳/۸۸۹
تمرین متغیر تصادفی	۳/۸۴۷	۳/۶۳۶	۳/۵۳۶	۳/۷۷۷

در جدول بالا مشاهده می‌شود میانگین خطای افراد در گروه تمرین تحت شرایط قالبی در آزمون‌های یادداری یک ساعت (۳/۸۸۰)، یک روز (۳/۸۲۴) و یک هفته بعد (۳/۸۸۹) نسبت به آخر اکتساب (۴/۳۲۴) پایین آمده است. از طرفی

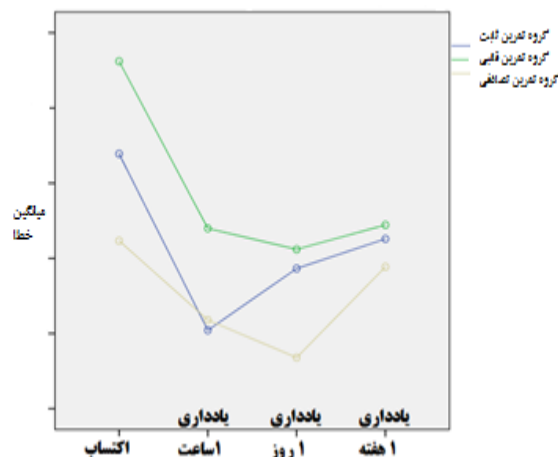
کاهش میانگین خطا از آخر اکتساب تا آزمون‌های یادداری در گروه‌های تمرین ثابت و تصادفی نیز در جدول بالا قابل مشاهده است.

جدول ۴: نتایج مقایسه زوجی پایان اکتساب و آزمون‌های یادداری به روش قالبی در فواصل مختلف

گروه آزمایشی	یادداری یک ساعت			یادداری یک روز			یادداری یک هفته		
	Sig	Df	T	Sig	Df	T	Sig	Df	T
تمرین ثابت	۰/۰۰۱	۱۱	۵/۵۱۲	۰/۰۲۱	۱۱	۲/۶۸۰	۰/۱۲۴	۱۱	۱/۶۶۴
تمرین متغیر قالبی	۰/۰۱۳	۱۱	۲/۹۴۲	۰/۰۰۵	۱۱	۳/۴۵۸	۰/۰۱۴	۱۱	۲/۸۹۷
تمرین متغیر تصادفی	۰/۲۳۶	۱۱	۱/۲۵۳	۰/۰۷۲	۱۱	۱/۹۸۸	۰/۵۹۹	۱۱	۰/۵۴۱

میانگین خطا در فواصل تمرین آسایی یک ساعت (۳/۶۳۶)، یک روز (۳/۵۳۶) و یک هفته (۳/۷۷۷) نسبت به آخر اکتساب (۳/۸۴۷) در گروه تمرین متغیر تصادفی، عدم معنی‌داری این کاهش‌ها فرضیه طرح‌واره را حمایت نمی‌کنند. در نمودار ۲، روند افزایش و کاهش خطای فواصل تمرین آسایی در آزمون یادداری قالبی قابل مشاهده است.

در ادامه کاهش خطای مشاهده‌شده در گروه تمرین قالبی در جدول ۳، نتایج جدول بالا نشان می‌دهد که این خطاها در سطح معنی‌داری و قابل قبولی پایین آمده است؛ بنابراین این نتایج از اصل کدگذاری اختصاصی حافظه حمایت می‌کنند. قابل توجه است که پایداری تحکیم ایجادشده در گذر زمان در این گروه تمرینی حفظ می‌گردد. از طرفی با وجود کاهش



نمودار ۲: نمایش خطا در آزمون به روش قالبی در فواصل مختلف در میان گروه‌های آزمایشی

$F(6,99)=1/960$ و اثر اصلی گروه با $P=0/371$. $F(2,33)=1/023$ معنی‌دار نبودند. نتایج آزمون تعقیبی دانکن نشان داد بین نمرات اکتساب و هر سه آزمون یادداری یک ساعت ($P=0/00$)، یک روز ($P=0/00$) و یک هفته بعد ($P=0/00$) تفاوت معنی‌دار وجود دارد. این تفاوت به نفع کاهش خطا و در نتیجه پیشرفت اجرای افراد در آزمون‌های یادداری است.

- اجرای آزمون یادداری به روش تصادفی از هر ۳ فاصله (۱/۵، ۲ و ۲/۵ متری) برای هر گروه تمرینی:

آزمون تحلیل واریانس ۲ عاملی نشان داد اثر اصلی مراحل ارزیابی در فواصل تمرین آسایی متفاوت (اکتساب، یک ساعت، ۲۴ ساعت، یک هفته) ($F(3,99)=11/282$, $P=0/001$) معنی‌دار بود. اثر تعاملی مراحل ارزیابی و گروه‌های آزمایشی در شرایط تمرینی (ثابت، قالبی، تصادفی) با $P=0/079$.

جدول ۵: میانگین خطای شعاعی در گروه‌های آزمایشی در آزمون‌های یادداری به روش تصادفی

گروه آزمایشی	اکتساب	یادداری یک ساعت	یادداری یک روز	یادداری یک هفته
تمرین ثابت	۴/۰۷۸	۳/۸۰۴	۳/۷۰۸	۳/۶۹۱
تمرین متغیر قالبی	۴/۳۲۴	۳/۸۲۳	۳/۷۱۲	۳/۷۵۷
تمرین متغیر تصادفی	۳/۸۴۷	۳/۵۹۵	۳/۸۱۵	۳/۶۷۱

طرفی کاهش میانگین خطا در تمام فواصل تمرین آسایی نسبت به آخر اکتساب در گروه تمرین ثابت و متغیر قالبی قابل نیز قابل مشاهده است.

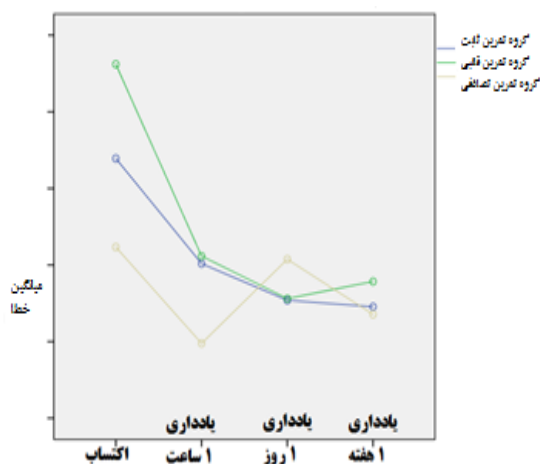
با توجه به جدول ۵ مشاهده می‌شود که میانگین خطای افراد در گروه تمرین تحت شرایط تصادفی در آزمون یادداری یک ساعت (۳/۵۹۵)، یک روز (۳/۸۱۵) و یک هفته بعد (۳/۶۷۱) نسبت به آخر اکتساب (۳/۸۴۷) پایین آمده است. از

جدول ۶: نتایج مقایسه زوجی پایان اکتساب و آزمون‌های یادداری به روش تصادفی در فواصل مختلف

گروه آزمایشی	یادداری یک ساعت			یادداری یک روز			یادداری یک هفته		
	T	Df	Sig	T	Df	Sig	T	Df	Sig
تمرین ثابت	۲/۸۷۴	۱۱	۰/۰۱۵	۲/۸۹۲	۱۱	۰/۰۱۵	۳/۴۹۹	۱۱	۰/۰۰۵
تمرین متغیر قالبی	۳/۴۸۳	۱۱	۰/۰۰۵	۳/۴۹۶	۱۱	۰/۰۰۵	۴/۵۴۹	۱۱	۰/۰۰۱
تمرین متغیر تصادفی	۱/۵۸۷	۱۱	۰/۱۴۱	۰/۲۳۸	۱۱	۰/۸۱۷	۱/۴۲۱	۱۱	۰/۱۸۳

وجود کاهش خطای معنی‌دار قابل مشاهده در جدول بالا در گروه تمرین قالبی در آزمون‌های یادداری نسبت به پایان اکتساب فرضیه طرح‌واره با احتیاط تأیید می‌شود. در نمودار ۳، روند افزایش و کاهش خطای فواصل تمرین آسایی آزمون یادداری تصادفی قابل مشاهده است.

با وجود نتایج جدول ۵ و با توجه به عدم معنی‌داری مقایسه‌های زوجی عملکرد پایان اکتساب با آزمون‌های یادداری قابل مشاهده در جدول بالا، کاهش خطا در گروه تمرین متغیر تصادفی تحت آزمون یادداری تصادفی از اصل کدگذاری اختصاصی حافظه حمایت نمی‌کند. از طرفی با



نمودار ۳: نمایش خطا در آزمون به روش تصادفی در فواصل تمرین آسایی مختلف در میان گروه‌های آزمایشی

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر نوع ساختار تمرینی و طول فواصل تمرین آسایی بر تحکیم حافظه حرکتی کودکان با روی آورد بررسی اصول اختصاصی بودن و تغییرپذیری تمرین بود. در این پژوهش دانش آموزان ۹-۱۲ سال با سه نوع روش تمرینی (ثابت، متغیر قالبی و متغیر تصادفی) مهارت پرتاب دارت را آموختند. آزمودنی ها پس از فواصل تمرین آسایی یک ساعت، یک روز و یک هفته تحت آزمون یادداری به سه روش ثابت، قالبی و تصادفی قرار گرفتند. نتایج جداول ۱، ۳ و ۵ نشان دادند تمرین تحت شرایط قالبی و ثابت باعث پیشرفت مهارت شده و پایداری پیشرفت با گذر زمان، تحت شرایط تمرین قالبی در هر سه نوع آزمون یادداری حفظ شده است. این نتایج همسو با این فرضیه عمومی است که حافظه حرکتی انسان بعد از جلسه تمرین، طی یک دوره بی تمرینی و تمرین آسایی همچنان ارتقاء می یابد (۲۳). می توان نتیجه گرفت تمرین تحت شرایط ثابت و با تغییرپذیری کم (قالبی) می تواند باعث هدایت فرد به سوی فرایندهای مربوط به تحکیم و ارتقاء حافظه مهارت حرکتی شود. عدم معنی داری این اختلافات را می توان به روش اندازه گیری نسبت داد. این نتیجه همسو با تحقیقاتی همچون وگمن (۱۱) و گراند و همکاران (۱۸) است. وگمن نشان داد تمرین قالبی از تصادفی در یادداری ضربه با پا به توپ و غلتاندن توپ با دست، مؤثرتر است. نتایج گراند و همکاران همانند برادی (۱۰) بیان می کند که شرکت کنندگان با مهارت کم، برای یادگیری سریع تر نیاز به تمرین قالبی دارند. تمرین متغیر منجر به یادگیری ارتباط محرک پاسخ یا ترتیب تکلیف می گردد. این عمل و فرایند سریع، مستلزم پردازش پرتلاش و توجه است. در مقابل، یادگیری یکپارچگی حسی حرکتی و زمان بندی یا عناصر پویای تکلیف جنبه هایی هستند که فرایندی آهسته دارند و با یادگیری در زمینه ثابت توسعه می یابد. احتمالاً تمرین در یک زمینه، اصلاح خطا و میزان سازی دقیق پاسخ را فراهم می آورد (۳). در این پژوهش احتمالاً کودکان در حال یادگیری

یکپارچگی حسی حرکتی هستند و بنابراین از تمرین با زمینه ثابت تر بیشتر سود می برند.

نتایج جداول ۲، ۴ و ۶ نشان می دهند که تنها بعد از تمرین تحت شرایط قالبی، کاهش معنی دار خطا در هر سه فاصله تمرین آسایی در آزمون یادداری به همان روش تمرین (یعنی قالبی) دیده می شود. این در حالی است که در گروه های دیگر (ثابت و تصادفی) کاهش خطاها معنی دار نبودند؛ بنابراین اصل اختصاصی بودن تمرین تنها در گروه تمرین قالبی مورد حمایت قرار می گیرد. تلونگ و تامسون (۶) پیشنهاد می کنند فراخوانی زمانی مؤثرتر است که شرایط هنگام کدگذاری با شرایط هنگام فراخوانی مطابقت داشته باشد. منظور از این شرایط ممکن است زمینه ای که اطلاعات در آن کدگذاری می شوند (موقعیت فیزیکی و محیط اطراف) یا شرایط بدنی و ذهنی فرد هنگام کدگذاری باشد. حالات هیجانی فرد نیز در زمان کدگذاری و فراخوانی می تواند در این زمینه اهمیت داشته باشد. در این پژوهش تمرین از فاصله ثابت ۲/۵ متری از نظر کودکان، فاصله ای زیاد و دور ادراک شده و حالت هیجانی با بار منفی ایجاد می کرد. این نکته هنگام قرارگیری در فواصل نزدیک تر ۲ و ۱/۵ متری در گروه های تمرین قالبی و تصادفی و همچنین در خودارزیابی های پایان تمرین و آزمون کاملاً مشهود بود. احتمالاً عدم کاهش معنی دار خطا در آزمون های یادداری به عمل آمده به روش ثابت در هیچ یک از فواصل تمرین آسایی در گروه های آزمایشی به این دلیل باشد. عدم معنی داری مقایسه نتایج پایان اکتساب و آزمون یادداری به روش ثابت در گروه های تمرین قالبی و تصادفی در تضاد با فرضیه تغییرپذیری تمرین بوده و هم راستا با نتایج تحقیقاتی از قبیل پولاتو و همکاران (۱۲) و گودوین و همکاران (۱۳) است. پژوهشگران معتقدند در مراحل اولیه یادگیری که باید برنامه حرکتی ایجاد شود، مبتدیان در برابر سطوح بالای تغییرپذیری دچار مشکلاتی می شوند (۱۷). همچنین آنها اظهار نمودند اثربخشی تمرین متغیر در مهارت حرکتی وابسته به

ساعت بعد از تمرین را در بزرگسالان (۳ و ۲۴) و در کودکان (۲۱، ۲۵، ۲۸) گزارش کرده‌اند؛ بنابراین فرایندهای تحکیم در کودکان پا به پای بزرگسالان و حتی برتر از آنان پیش می‌رود.

بر اساس نتایج این پژوهش و با حمایت از متون موجود، پیشنهاد می‌شود مربیان اصل اختصاصی بودن تمرین را در مراحل آموزشی خود لحاظ کنند. همچنین تمرین کودکان در زمینه نسبتاً ثابت و با تغییرپذیری کمتر (مثل تمرین قالبی) به دلیل حفظ انگیزه کودکان و غلبه بر نگرانی‌های آنان از عدم موفقیت یا بهتر بودن، و با هدف رخ دادن فرایندهای اصلاح خطا و دقیق‌سازی پاسخ‌ها و در نتیجه رخ دادن فرایندهای تحکیم حافظه‌ای در کودکان پیشنهاد می‌شود. با توجه به نتایج متفاوت تحکیم حافظه در کودکان و بزرگسالان و با توجه به کمتر بودن این پژوهش‌ها بر روی جامعه و گروه‌های سنی مختلف کودکان، بررسی فرایندهای تحکیم حافظه در مهارت‌های مختلف حرکتی با سطوح و پیچیدگی متفاوت تحت شرایط تمرینی مختلف در کودکان پیشنهاد می‌شود. همچنین با توجه به وجود تفاوت‌های جنسی انجام تحقیقی مشابه بر روی پسران توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی: این مقاله برگرفته از رساله دکتری دانشگاه شهید بهشتی تهران است که با کد ۳۸۴۴۴ در سال تحصیلی ۹۷-۹۶ اجرا شده است. در پایان از تمامی افرادی که ما را در این پژوهش یاری کردند به‌خصوص کادر اداری دبستان دخترانه حاج علی‌اصغر مکتبی ناحیه یک شهر قم، تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع: این پژوهش هیچ گونه تعارض منافع را برای نویسندگان به دنبال نداشته است و نتایج آن به صورت دقیق و شفاف بیان شده است.

پردازش در قشر پشتی کناری پیش‌پیشانی^۱ است و در مقابل تمرین ثابت و تکراری برای مهارت نیازمند پردازش در قشر حرکتی اولیه است (۲). قشر پشتی کناری پیش‌پیشانی منطقه‌ای از مغز است که دیرتر بالغ می‌شود؛ بنابراین ممکن است قشر پشتی کناری پیش‌پیشانی توسعه‌نیافته در کودکان باعث عدم تأثیرگذاری تمرین متغیر بر یادگیری آن‌ها باشد. از طرفی، این نتیجه متناقض با تحقیقاتی مثل بورتولی و همکاران (۱۷)، گراند و مدینا (۱۵) است. طرح‌های کلاسیک تحقیقی بر اثرات الگوی تمرینی در آزمون‌های انتقال و یادداری متمرکز شده‌اند و یادداری و انتقال را با پایان اکتساب مقایسه نکرده‌اند؛ بنابراین درحالی که اغلب مطالعات، بهتر بودن تمرین تصادفی را نتیجه گرفته‌اند آزمون‌ها را با پایان مرحله اکتساب مقایسه نکرده‌اند (۳). با این حال، مطالعات تحکیم حافظه‌ای با در نظر گرفتن این اصل، هیچ تفاوت گروهی در الگوی متفاوت تمرینی نیافتند (۳).

تمرین قالبی در پیوستار تغییرپذیری تمرین که در میان تمرین ثابت از یک سو و تمرین تصادفی از سوی دیگر است، از مزایای هر دو تمرین ثابت و تصادفی یعنی فرضیه طرح‌واره و کدگذاری اختصاصی حافظه سود برده است، به‌طوری که افزایش متعادل بار شناختی و توجهی به‌شرط حفظ انگیزش کودکان در تمرین قالبی رعایت می‌شود. ارتقاء حافظه و در نتیجه تحکیم رخ داده در گروه‌های قالبی و تصادفی در آزمون‌های یادداری قالبی و تصادفی پس از فاصله ۱ ساعته و ۲۴ ساعته از پایان اکتساب از دیگر نتایج مورد توجه در این پژوهش است. این نتایج هم‌راستا با مطالعاتی همچون اشتامکر و کارنی (۲۶) و رویج و ریتربند-روزنباوم (۱) است که بهبود معنی‌دار در عملکرد را حتی بعد از یک ساعت از پایان اکتساب در کودکان گزارش کرده‌اند. این بهبودها در بزرگسالان در کمتر از ۳ ساعت گزارش نشده است. همچنین تأییدکننده مطالعاتی است که بهبود معنی‌دار در آزمون ۲۴

1. Dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC)

References

1. Roig M, Ritterband-Rosenbaum A, Lundbye-Jensen J, Nielsen JB. Aging increases the susceptibility to motor memory interference and reduces off-line gains in motor skill learning. *Neurobiol Aging*. 2014; 35(8): 1892-1900. [\[link\]](#)
2. Kantak SS, Sullivan KJ, Fisher BE, Knowlton BJ, Winstein CJ. Neural substrates of motor memory consolidation depend on practice structure. *Nat Neurosci*. 2010; 13(8): 923-925. [\[link\]](#)
3. 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): 271-281. [\[link\]](#)
4. Travlos AK. Specificity and variability of practice and contextual interference in acquisition and transfer of an underhand volleyball serve. *Percept Mot Skills*. 2010; 110(1): 298-312. [\[link\]](#)
5. Schmidt RA, Lee TD. Motor control and learning: a behavioral emphasis. Fifth edition. Leeds: Human Kinetics; 2011, pp: 223-263. [\[link\]](#)
6. Tulving E, Thomson DM. Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychol Rev*. 1973; 80 (5): 352-373. [\[link\]](#)
7. Lawrence GP, Cassell VE, Beattie S, Woodman T, Khan MA, Hardy L, et al. Practice with anxiety improves performance, but only when anxious: evidence for the specificity of practice hypothesis. *Psychol Res*. 2014; 78(5): 634-650. [\[link\]](#)
8. Hasan Barani F, Abdoli B, Modaberi S. The effect of contextual interference and practice specificity on learning a throwing skill: A study of effortless process. *Journal of development and motor learning*. 2015; 7(1): 41-55. [Persian]. [\[link\]](#)
9. Taheri H, Fazeli D, Poureghbali S. The effect of variability of practice at execution redundancy level in skilled and novice Basketball players. *Percept Mot Skills*. 2017; 124(2):491- 501. [\[link\]](#)
10. Brady F. A theoretical and empirical review of the contextual interference effect and the learning of motor skills. *Quest*. 1998; 50(3): 266-293. [\[link\]](#)
11. Wegman E. Contextual interference effects on the acquisition and retention of fundamental motor skills. *Percept Mot Skills*. 1999; 88(1): 182-187. [\[link\]](#)
12. Pollatou E, Kioumourtzoglou E, Agelousis N, Mavromatis G. Contextual interference effects in learning novel motor skills. *Percept Mot Skills*. 1997; 84(2):487-96. [\[link\]](#)
13. Goodwin JE, Grimes CR, Eckerson JM, Gordon PM. Effect of different quantities of variable practice on acquisition, retention and transfer of an applied motor skill. *Percept Mot Skills*. 1998; 87(1): 147-151. [\[link\]](#)
14. De Paula Pinheiro J, Marques PG, Tani G, Corrêa UC. Diversification of motor skills rely upon an optimal amount of variability of perceptive and motor task demands. *Adapt Behav*. 2015; 23(2): 83-96. [\[link\]](#)
15. Granda Vera J, Medina Montilla M. Practice schedule and acquisition, retention, and transfer of a throwing task in 6-yr-old children. *Percept Mot Skills*. 2003; 96(3): 1015-1024. [\[link\]](#)
16. Yan JH, Thomas JR, Thomas KT. Children's age moderates the effect of practice variability: a quantitative review. *Res Q Exerc Sport*. 1998; 69 (2): 210-215. [\[link\]](#)
17. Bortoli L, Spagolla G, Robazza C. Variability effects on retention of a motor skill in elementary school children. *Percept Mot Skills*. 2001; 93(1): 51-63. [\[link\]](#)
18. Granda Vera J, Barbero Alvarez JC, Medina Montilla M. Effects of different practice conditions on acquisition, retention and transfer of soccer skills by 9-year old school children. *Percept Mot Skills*. 2008; 106(2): 447-460. [\[link\]](#)
19. Douvis SJ. Variable practice in learning the forehand drive in Tennis. *Percept Mot Skills*. 2005; 101(2): 531-545. [\[link\]](#)
20. Hywood k, Gettehell N. Life span motor development. Sheikh M, Shaabani Moghadam K, Shahbazi M. (Persian translator). Fourth edition. Tehran: Avaye Zohoor puplication; 2008, PP: 358-362. [\[link\]](#)
21. 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. [\[link\]](#)

22. Julius MS, Adi-Japha E. learning of the simple grapho-motor task by young children and adults: similar acquisition but age-dependent retention. *Front Psychol.* 2015; 6: 225. [\[link\]](#)
23. Shamsipour Dehkordi P, Abdoli B, Ashayeri H, Namazizade M. The effect of different offline periods on enhancement-based consolidation process in implicit motor memory. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences.* 2014; 16(3): 95-107. [Persian]. [\[link\]](#)
24. Adi-Japha E, Badir R, Dorfberger S, Karni A. A matter of time: rapid motor memory stabilization in childhood. *Dev Sci.* 2014; 17(3): 424-433. [\[link\]](#)
25. Wilhelm I, Diekelmann S, Born J. Sleep in children improves memory performance on declarative but not procedural tasks. *Learn Mem.* 2008; 15(5): 373-377. [\[link\]](#)
26. Ashtamker L, Karni A. Motor memory in childhood: Early expression of consolidation phase gains. *Neurobiol Learn Mem.* 2013; 106: 26-30. [\[link\]](#)
27. Santos JJ dos, Bastos FH, Souza T de O, Corrêa UC. Contextual interference effect depends on the amount of time separating acquisition and testing. *Advances in Physical Education.* 2014; 4(2): 102-109. [\[link\]](#)
28. Ashworth A, Hill CM, Karmiloff-Smith A, Dimitriou D. Sleep enhances memory consolidation in children. *J Sleep Res.* 2014; 23(3): 302-308. [\[link\]](#)
29. Lundbye-Jensen J, Skriver K, Nielsen JB, Roig M. Acute exercise improves motor memory consolidation in preadolescent children. *Front Hum Neurosci.* 2017; 11: 182. [\[link\]](#)
30. Alipour A, Aghahheriss M. The conformity between handedness and footedness among Iranian nations. *Journal of Modern Psychological Researches.* 2012; 7(26): 105-126. [Persian]. [\[link\]](#)
31. Emanuel M, Jarus T, Bart O. Effect of focus of attention and age on motor acquisition, retention and transfer: a randomized trial. *Phys Ther.* 2008; 88(2): 251-260. [\[link\]](#)

Effect of Practice Structure and Off- Line Time Period on Consolidation of Motor Memory in Children: An Investigation of Theoretical Foundation for Principles of Practice Variability and Memory Encoding Specificity

Masoom Jannati^{*1}, Behrooz Abdoli², Alireza Farsi², Parvaneh Shamsipour Dehkordi³

1. Ph.D. Student of Motor Learning, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Associate Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

Received: March 15, 2018

Accepted: June 10, 2018

Abstract

Background and Purpose: Memory consolidation and learning are effective factors to form and develop motor and cognitive skills in children. In the present study, practice structure and off- line time periods have been manipulated to examine its effects on motor memory consolidation in children

Method: 36 female students (9-12 years old) from Maktabi elementary school of Qom city were elected and randomly assigned to 3 groups of constant, blocked, and random practice. This study includes acquisition and retention tests for dart throwing task (tests were done in 3 time periods; 1 hour, a day, and one week after practice). Retention tests were done by constant, blocked, and random methods to evaluate the variability and memory encoding specificity principles.

Results: Means of radial errors showed skill improvement in the blocked and constant practice groups. This improvement was not meaningful but remained over time for blocked practice group. Paired samples T test at the end of acquisition and retention test similar to the practice conditions showed significant decrease of error ($p \leq 0.05$) in the blocked practice group only (confirmation of the specificity principle). Paired comparisons between end of acquisition and constant retention tests in each group did not show any significant improvement ($P \geq 0.05$) for any of the off- line time periods in blocked and random practice groups (rejection of the variability of practice). However, significant improvements ($P \leq 0.05$) were observed in the performance of both random and blocked groups in similar retention tests to practice (principle the specificity).

Conclusion: Memory consolidation and performance improvement can occur in children at the end of acquisitive an in off-line time period (even after 1 hour). Furthermore, constant or low variable (blocked) practice could lead to more improvements in consolidation process and motor memory in children.

Keywords: Memory encoding specificity, variability, consolidation, motor memory

Citation: Jannati M, Abdoli B, Farsi A, Shamsipour Dehkordi P. Effect of practice structure and off- line time period on consolidation of motor memory in children: an investigation of theoretical foundation for principles of practice variability and memory encoding specificity. Quarterly Journal of Child Mental Health. 2018; 5(2): 95-106.

***Corresponding author:** Masoom Jannati, Ph.D. Student of Motor Learning, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
Email: Masoom.jannati@gmail.com Tel: (+98) 021-29902233