

تأثیر یادگیری مبتنی بر آزمون-خطا و تغییرپذیری تمرین بر تلاش ذهنی و عملکرد پرتابی

ولی‌اله کاشانی^۱، مروارید مؤمن‌زاده^۲، ژاله باقرلی^۳

۱. استادیار رفتار حرکتی، دانشگاه سمنان (نویسنده مسئول)

۲. کارشناسی‌ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

۳. استادیار رفتار حرکتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۰

چکیده

استفاده از تلاش ذهنی در تمرین متغیر و تمرین کم‌خطا از یکدیگر متفاوت است؛ به‌صورتی‌که دلیل افزایش یادگیری مهارت را افزایش خطا در تمرین متغیر می‌دانند؛ درحالی‌که نتیجه بهینه عملکرد در تمرین کم‌خطا به‌خاطر کاهش تلاش ذهنی در آن است؛ بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی تناقض اثر تلاش شناختی در تغییرپذیری تمرین و یادگیری پنهان با به‌کارگیری هر دو روش یادگیری بر یک تکلیف پیچیده یکسان و در شرایط یکسان تکلیف ثانویه شناختی بود. بدین‌منظور، ۷۲ دانشجو به شش گروه ۱۲ نفری کم‌خطا-متغیر، پرخطا-متغیر، کم‌خطا-ثابت، پرخطا-ثابت، کنترل-ثابت و کنترل-متغیر تقسیم شدند. تمامی گروه‌ها در پیش‌آزمون، سه روز تمرینی، آزمون‌های اکتساب، یادداری و انتقال ثانویه شرکت کردند. شرکت‌کنندگان گروه پرخطا-متغیر به‌ترتیب از فواصل ۳/۵، ۳، ۳/۲۵، ۲/۷۵ و ۲/۵ متری و گروه کم‌خطا-متغیر به‌طور برعکس در همین فواصل تمرین کردند؛ درحالی‌که گروه کم‌خطا-ثابت فقط از فاصله ۲/۵ متری، گروه پرخطا-ثابت فقط از فاصله ۳/۵ متری، گروه کنترل ثابت از فاصله سه‌متری و گروه کنترل-متغیر تمامی فواصل را به‌طور تصادفی تمرین کردند. برای تحلیل دقت پرتاب در مراحل اکتساب از تحلیل واریانس مختلط (۳ * ۳) (گروه * روز)، در مراحل آزمون از تحلیل واریانس مختلط (۳ * ۴) (گروه * آزمون) با سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. در آزمون یادداری بین گروه کم‌خطا-متغیر با گروه‌های پرخطا-متغیر ($P = 0.001$)، پرخطا-ثابت ($P = 0.002$) و کنترل-ثابت ($P = 0.006$) تفاوت معنادار وجود داشت. در آزمون انتقال، بین گروه کم‌خطا-متغیر با گروه‌های پرخطا-متغیر ($P = 0.001$)، پرخطا-ثابت ($P = 0.001$) و کنترل-ثابت ($P = 0.002$) تفاوت معنادار مشاهده شد. براساس نتایج، پیشنهاد می‌شود که مربیان، کاردرمانان و درمانگران می‌توانند در آموزش مهارت‌های حرکتی روش‌های تمرینی کم‌خطا و کنترل-متغیر را به‌کار گیرند.

واژگان کلیدی: تغییرپذیری تمرین، یادگیری پنهان کم‌خطا، تلاش شناختی، مهارت پرتابی.

1. Email: vkashani@semnan.ac.ir
2. Email: momenzadeh55@gmail.com
3. Email: z@mnazari.ir

مقدمه

توجه و عمل نیازمند تلاش هستند و در شرایط عادی هرچقدر تقاضا در اجرای تکلیف بیشتر باشد، تلاش لازم برای حفظ سطحی مناسب از بازدهی بیشتر خواهد بود (۱)؛ البته زمان‌هایی نیز وجود دارد که به نظر می‌رسد توجه و عمل روند کم‌تلاشی دارند؛ یعنی با وجود افزایش تقاضا در تکلیف و حفظ سطح بازدهی، افزایش در تلاش حس نمی‌شود و حتی با کاهش همراه است (۲). در منابع دو نوع تلاش شناسایی شده است: تلاش ذهنی و تلاش جسمانی که با مقدار انرژی جسمانی و ذهنی موردنیاز برای انجام دادن یک تکلیف در ارتباط هستند. اسپارو و نیوول^۱ (به نقل از ۳) مطرح کردند که اگر نتیجه حرکتی مشابه با انرژی کمتر به دست آید، الگوی حرکتی اقتصادی‌تر و پربازده‌تر یا کم‌تلاش ملاحظه می‌شود و همچنین، اگر مهارتی حرکتی با منابع توجهی کمتر تولید شود (یعنی با درجه بیشتری از خودکاری)، می‌توان گفت که آن مهارت از نظر ذهنی اقتصادی‌تر یا کم‌تلاش است. تلاش ذهنی مرتبط با تولید حرکت با تمرین کاهش می‌یابد و حرکت خودکار می‌شود؛ یعنی حرکت بدون کنترل هشیار انجام می‌شود. حال، این سؤال مطرح می‌شود که آیا نوع تمرین مهارت نیز می‌تواند در استفاده کمتر یا بیشتر تلاش ذهنی تأثیرگذار باشد؟ پژوهش‌های گوناگونی در زمینه تلاش ذهنی و تأثیر آن بر نتیجه اجرا انجام شده‌اند، اما دو دیدگاهی که کاملاً در مقابل هم قرار می‌گیرند، پژوهش‌های مربوط به افزایش خطا در تمرین متغیر (تغییرپذیری تمرین) (۴) و کاهش خطا در تمرین کم‌خطا (یادگیری پنهان) (۵) هستند.

مگیل^۲ (۶) در سال ۲۰۱۱ در زمینه یادگیری حرکتی بیان کرد که تمرین متغیر در مقایسه با تمرین ثابت به افزایش یادگیری در آزمون انتقال یا یادداری منجر می‌شود. از بین فرضیه‌های تغییرپذیری و سازمان‌دهی تمرین آنچه به بررسی تلاش ذهنی می‌پردازد، فرضیه تلاش شناختی است. لی^۳ و همکاران (به نقل از ۷) در سال ۱۹۹۴ این فرضیه را مطرح کردند. براساس این فرضیه، افراد در حین تمرین متغیر و تمرین تصادفی از سازوکارهای شناختی بیشتری نظیر خطاهای افزوده‌شده برای اجرای حرکت بهره می‌برند که این امر به افزایش یادگیری منجر خواهد شد.

افزون‌براین، در بحث یادگیری پنهان کم‌خطا، مکسول^۴ و همکاران (۸) به این نکته اشاره کرده‌اند که اگر در زمان یادگیری حرکتی خطاها کم شود، آزمون فرضیه‌ها برای شناسایی خطا و اصلاح آن نیز کم می‌شود؛ بنابراین، استفاده کمتری از حافظه کاری می‌شود و ظرفیت توجهی بیشتری به لحاظ فضای باقی‌مانده وجود خواهد داشت. این پژوهشگران تکلیف ضربه گلف را در دو شرایط کم‌خطا و

-
1. Sparrow & Newell
 2. McGill
 3. Lee
 4. Maxwell

پرخطا آموزش دادند؛ به طوری که یادگیرندگان کم خطا از فاصله‌ای نزدیک به هدف تمرین می‌کردند و به تدریج فاصله‌های تمرینی افزایش می‌یافتند و گروه پرخطا از فاصله‌ای دورتر به هدف تمرین می‌کردند و به تدریج فاصله‌های تمرینی کم می‌شدند. میزان فواصل برای هر دو گروه یکسان بود و فقط ترتیب ارائه فواصل برعکس یکدیگر بود. نتایج نشان داد که اشغال فضای کمتری از حافظه کاری به فواید ویژه یادگیری منجر می‌شود و از آنجا که یادگیری کم خطا به خطای کمتر منجر می‌شود، آزمون فرضیه‌ها و انباشت دانش اخباری در حافظه کاری نیز کمتر خواهد شد؛ در حالی که تمرین پرخطا موجب آزمون فرضیه‌های بیشتری می‌شود و بنابراین، به حافظه کاری وابسته است. پس از آن، یادگیری کم خطا در تکالیف دیگری نیز آزمایش شد؛ برای مثال، عبدلی و همکاران (۵) تمرین کم خطا و پرخطا را در یادگیری یک تکلیف پرتابی بررسی کردند و به همین نتایج دست یافتند.

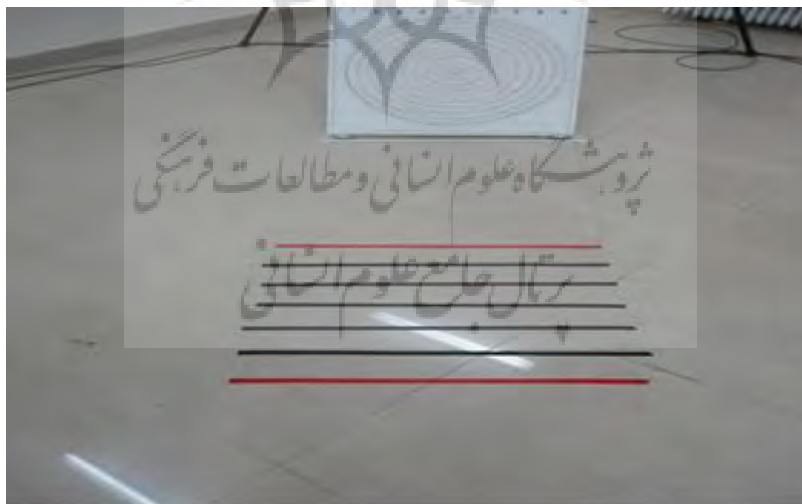
بر اساس آنچه گفته شد، کاملاً روشن است که به کارگیری تلاش ذهنی در تمرین متغیر و تمرین کم خطا با هم متفاوت است؛ به طوری که افزایش خطا در تمرین متغیر را دلیل افزایش یادگیری مهارت می‌دانند؛ در حالی که نتیجه بهینه اجرا در تمرین کم خطا را دلیل کاهش تلاش ذهنی در آن می‌دانند. در این رابطه، عبدلی و همکاران (۵) پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر تمرین کم خطا و پرخطا بر تلاش در یادگیری یک تکلیف پرتابی: مطالعه یادگیری حرکتی کم تلاش» انجام دادند. آن‌ها بیان کردند که با یادگیری حرکتی کم خطا می‌توان با تلاش کمتر ذهنی و جسمانی به سطح بالاتری از اجرای سریع‌تر دست یافت. همچنین، رندل و همکاران (۴) اثر تداخل زمینه‌ای و تغییرپذیری تمرین را با استفاده از سنجش‌هایی بررسی کردند که به طور کلی در مطالعات یادگیری حرکتی پنهان استفاده می‌شود. آن‌ها دریافتند تلاش شناختی که به وسیله یادگیرندگان تمرین متغیر تجربه می‌شود، به روش یادگیری پنهان منجر می‌شود که شاید علت آن تغییر تکلیف در هر کوشش باشد. آن‌ها اظهار کردند که تکلیف ثانویه ساده است و تکلیف پژوهش باید پیچیده‌تر باشد و همچنین، در این پژوهش فقط به بررسی یک طرفه تلاش شناختی در تمرین متغیر پرداخته شده است؛ البته به نظر می‌رسد برای درک کامل مکانیسم‌های زیربنایی اثر تغییرپذیری تمرین، انجام پژوهش‌های بیشتری شامل دستکاری سیستماتیک تلاش شناختی در حوزه‌های گوناگون آن لازم است (۳).

در نتیجه، اهداف پژوهش حاضر بررسی بیشتر مکانیسم‌های زیربنایی تغییرپذیری تمرین و همچنین، بررسی تناقض اثر تلاش شناختی بر تغییرپذیری تمرین و یادگیری پنهان با به کارگیری هر دو روش یادگیری در یک تکلیف پیچیده یکسان و در شرایط یکسان تکلیف ثانویه شناختی بود. برای دستیابی به این اهداف، در پژوهش حاضر به بررسی این تناقض در شیوه تمرینی کم خطا و پرخطا با تمرین متغیر و ثابت پرداخته شده است که بنابر مطالعات انجام شده شامل تناقض بیشتری می‌شود.

روش پژوهش

روش پژوهش کنونی نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و از نوع کاربردی است. در این پژوهش، ۷۲ دانشجوی دختر داوطلبانه شرکت کردند و افراد براساس جایگزینی تصادفی به شش گروه ۱۲ نفره کم‌خطا-متغیر، پرخطا-متغیر، کم‌خطا-ثابت، پرخطا-ثابت، کنترل-ثابت و کنترل-متغیر تقسیم شدند.

ابزارهای پژوهش حاضر پرسش‌نامه اطلاعات فردی و یک تکلیف پرتابی بود که در پژوهش عبدلی و همکاران (۹) استفاده شده بود. در این تکلیف دو هدف وجود داشت؛ به طوری که ۱۰ دایره متحدالمرکز به‌عنوان هدف دوم، روی صفحه هدف ساخته شده بود. ۱۰ امتیاز به کوچک‌ترین دایره مربوط بود و نه دایره بعدی، به ترتیب امتیاز یک تا نه داشتند. محدوده ضربه‌زدن توپ به زمین به‌عنوان هدف اول بود. این محدوده در فاصله‌ای نسبت به هدف اول قرار داشت و هم‌عرض هدف دوم بود. ابتدا باید توپ در این محدوده و در مرحله بعد به صفحه هدف یا هدف دوم برخورد می‌کرد. نحوه امتیازدهی این تکلیف به‌شکلی بود که امتیاز صفر زمانی در نظر گرفته می‌شد که توپ در داخل محدوده به زمین برخورد کند و زمانی نمره صفر داده می‌شد که توپ به داخل محدوده برخورد کند، اما به صفحه هدف برخورد نکند؛ درحالی‌که اگر توپ به داخل محدوده برخورد می‌کرد و سپس به صفحه هدف برخورد می‌کرد، با توجه به مکانی که با آن برخورد داشته است، امتیاز مربوطه را به خود اختصاص می‌داد.



شکل ۱- تکلیف پژوهش

ابتدا از تمامی شرکت‌کنندگان یک بلوک ۱۰ کوششی پیش‌آزمون گرفته شد. سپس، مرحله اکتساب شامل سه روز و هر روز شامل پنج بلوک ۲۵ کوششی با ۵۰ ثانیه استراحت بین هر بلوک اجرا شد. به غیر از دو گروه کنترل، به سایر گروه‌ها دستورالعمل نحوه پرتاب داده نشد. شرکت‌کنندگان گروه پرختا-متغیر به ترتیب از فواصل ۳/۵، ۳/۲۵، ۳، ۲/۷۵ و ۲/۵ متری، گروه کم‌خطا-متغیر برعکس در همین فواصل تمرین کردند؛ در حالی که گروه کم‌خطا-ثابت فقط از فاصله ۲/۵ متری، گروه پرختا-ثابت فقط از فاصله ۳/۵ متری، گروه کنترل ثابت از فاصله سه متری و گروه کنترل متغیر تمامی فواصل را به‌طور تصادفی تمرین کردند. در پایان مرحله اکتساب، آزمون اکتساب که یک بلوک ۱۰ کوششی بود، از فاصله سه متری از همه گروه‌ها گرفته شد. در روز چهارم، یک بلوک ۱۰ کوششی آزمون یادداری از فاصله سه متری و آزمون انتقال از همان فاصله همراه با یک تکلیف ثانویه برگزار شد. در تکلیف ثانویه شرکت‌کنندگان باید از عدد ۱۰۰۰، سه تا سه تا کم می‌کردند. به آن‌ها تذکر داده می‌شد که هم صحت و هم سرعت شمارش اهمیت دارد و سعی کنند هر دو تکلیف را تا حد امکان به درستی انجام دهند (۳). دستورالعمل پرتاب که به دو گروه کنترل داده شد، بدین‌صورت بود:

۱- قبل از شروع حرکت: زاویه آرنج و زیر بغل دست پرتاب تقریباً ۹۰ درجه و مفصل مچ در راستای مفصل آرنج قرار گیرد؛ ۲- شروع حرکت تا لحظه پرتاب: دست به طرف جلو و پایین حرکت کند و زمانی که زاویه آرنج از ۹۰ درجه بیشتر و از ۱۷۰ درجه کمتر شود، توپ از انگشتان بدون هیچ زاویه‌ای در مچ دست رها شود؛ ۳- پس از پرتاب: دست ادامه حرکت را کامل کند؛ به طوری که آرنج تا ۱۷۰ درجه باز شود و حرکت دست به سمت جلو و پایین باشد.

پس از بررسی پیش‌نیازهای آمار پارامتری، برای تحلیل دقت پرتاب در مراحل اکتساب از تحلیل واریانس مختلط (۳ * ۳) (گروه * روز)، در مراحل آزمون از تحلیل واریانس مختلط (۳ * ۴) (گروه * آزمون)، برای مقایسه گروه‌ها در اجرای تکلیف ثانویه (سرعت و صحت شمارش) و برای تحلیل تعداد قواعد گزارش شده در برنامه کلامی از تحلیل واریانس یک راهه بهره گرفته شد. همچنین، برای مشخص شدن محل معناداری بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی^۱ و بونفرونی^۲ استفاده شد. سطح معناداری ($P < 0.05$) در نظر گرفته شد. همچنین، برای بررسی محل معناداری گروه‌ها در مرحله آزمون از چهار تحلیل واریانس یک‌طرفه با سطح معناداری تعدیل‌شده ($P < 0.0125$) استفاده شد (۱۰).

1. Tukey
2. Bonferroni

نتایج

در شکل شماره دو امتیاز پرتاب شرکت کنندگان در روزهای تمرینی نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود، گروهها در روز سوم نسبت به روز دوم و در روز دوم نسبت به روز اول امتیاز بیشتری کسب کرده اند؛ به عبارت دیگر، در حال اکتساب مهارت پرتابی هستند.



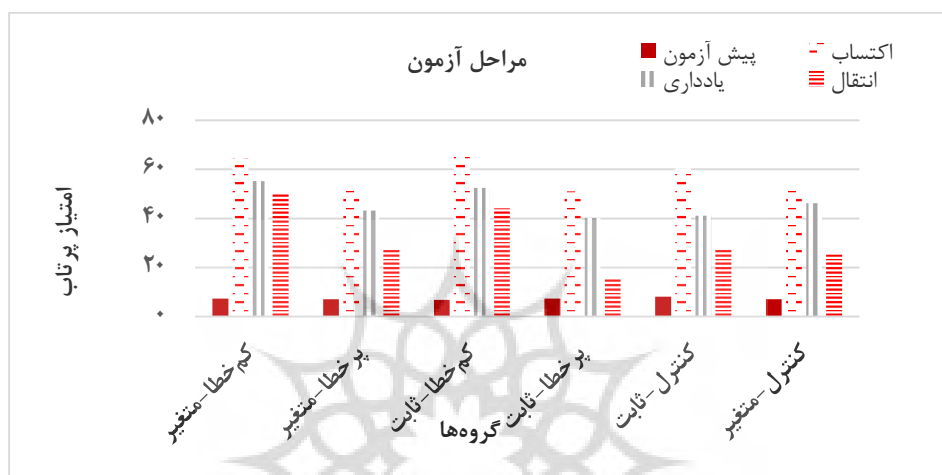
شکل ۲- میانگین امتیاز پرتاب در روزهای تمرینی

نتایج تحلیل واریانس مختلط نشان داد که اثر اصلی گروههای تمرینی ($F(5.66)=3.069$ ، $P=0.015$)، اثر اصلی روزهای تمرین ($F(2.132)=279,0.183$ ، $P=0.0001$) و نیز اثر تعامل گروه با روزهای تمرینی ($F(10.66)=2.433$ ، $P=0.001$) معنادار بود. مقایسههای جفت شده اثر روز نشان داد که نمره پرتاب در تمام گروهها در روز سوم بهتر از روز دوم و روز دوم بهتر از روز اول بود. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین روزهای تمرینی تفاوت معنادار وجود دارد ($P=0.001$). این گونه می توان گفت که گروهها در طی جلسه های اکتساب بهبود در عملکرد داشتند، ولی مقایسه های جفت شده بین گروهها نشان داد که بین گروهها تفاوت معنادار وجود ندارد ($P>0.05$).

از آنجاکه آزمون کرویت موجلی معنادار شد ($P=0.001$)، از مقادیر مربوط به گرین هاوس گریزر آبرای گزارش استفاده شد. نتایج تحلیل واریانس مختلط نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود

1. Mauchly's Test of Sphericity
2. greenhouse-geisser

نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین گروه کم-خطا-متغیر با گروه‌های پرخطا-متغیر، پرخطا-ثابت و کنترل-متغیر تفاوت معنادار وجود دارد. همچنین، بین گروه کم-خطا-ثابت با گروه پرخطا-ثابت تفاوت معنادار وجود دارد ($P < 0.05$).



شکل ۳- میانگین امتیاز پرتاب در مراحل آزمون

اثر اصلی آزمون نیز معنادار بود ($F(2.478, 516.163) = 304.093$, $P = 0.001$, $P = 0.0001$) و مقایسه‌های جفت‌شده نشان داد که بین آزمون‌ها با یکدیگر تفاوت معنادار وجود دارد ($P < 0.05$). اثر تعامل گروه با آزمون معنادار بود ($F(3.679, 516.163) = 3.679$, $P = 0.001$). برای بررسی محل معناداری و تعامل از چهار تحلیل واریانس یک‌طرفه در پیش‌آزمون، آزمون اکتساب، یادداری و انتقال استفاده شد که به دلیل تعدیل آلفا ($P < 0.0125$) (10) به عنوان سطح معناداری در نظر گرفته شد. نتایج تحلیل واریانس یک‌سویه هیچ تفاوت معناداری را بین گروه‌ها در پیش‌آزمون و آزمون اکتساب نشان نداد ($P < 0.0125$). در آزمون یادداری و انتقال ثانویه تفاوت معنادار مشاهده شد ($P < 0.0125$). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که در آزمون یادداری بین گروه کم-خطا-متغیر با گروه‌های پرخطا-متغیر ($P = 0.001$)، پرخطا-ثابت ($P = 0.002$) و کنترل-ثابت ($P = 0.006$) تفاوت معنادار وجود دارد. در آزمون انتقال بین گروه کم-خطا-متغیر با گروه‌های پرخطا-متغیر ($P = 0.001$)، پرخطا-ثابت ($P = 0.0001$) و کنترل-ثابت ($P = 0.002$) تفاوت معنادار یافت شد.

در بررسی تفاوت گروه‌ها در اجرای تکلیف ثانویه شناختی آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین گروه‌ها در سرعت شمارش تفاوت معنادار وجود ندارد، اما در صحت شمارش تفاوت معنادار

مشاهده شد ($F(5, 66) = 8.458, P = 0.0001$). آزمون تعقیبی توکی نشان داد که این تفاوت معنادار در صحت شمارش بین گروه کم‌خطا-متغیر با سایر گروه‌ها به جز گروه کنترل-ثابت، بین گروه پرخطا-متغیر و گروه کنترل-ثابت، گروه کم‌خطا-ثابت با گروه‌های پرخطا-ثابت و گروه کنترل-ثابت و بین گروه کنترل-متغیر و گروه کنترل-ثابت است ($P < 0.05$). همان‌طور که در جدول شماره یک مشاهده می‌شود، آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه نشان داد که اثر گروه معنادار بود و آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین میزان قواعد کلامی گزارش شده در گروه کم‌خطا-متغیر با سایر گروه‌ها به جز گروه کم‌خطا-ثابت تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0.05$).

جدول ۱- خلاصه نتایج تحلیل واریانس یک‌سویه پروتکل کلامی در گروه‌ها

منبع تغییرات/متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معناداری
گروه‌ها	۱۹۶/۱۲۵	۵	۳۹/۲۲۵	۵/۵۷۰	*۰/۰۰۰۱
خطا	۴۶۴/۷۵۰	۶۶	۷/۰۴۲		

*: معناداری در سطح ۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مقایسه یادگیری مبتنی بر آزمون-خطا و تغییرپذیری تمرین بر دقت عملکرد و تلاش ذهنی انجام شد. طی مرحله اکتساب، همه گروه‌ها به یک میزان در اجرایشان پیشرفت داشتند. نتایج پژوهش حاضر در این بخش با نتایج پژوهش‌های لم و همکاران (۱۱)، عسگری (۱۲) همسوست. در آزمون اکتساب بین گروه‌ها تفاوت معنادار مشاهده نشد. در ارتباط با یادگیری پنهان و تمرین کم‌خطا این نتیجه با پژوهش‌های مکسول و همکاران (۸)، عسگری و همکاران (۱۲) و لیو و مسترز (۱۳) هم‌راستا است. عسگری و همکاران بیان کردند که گروه یادگیری پنهان نیز به اندازه گروه آشکار مهارت تنیس روی میز را کسب کرده‌اند. لیو و مسترز در پژوهش خود نشان دادند که الگوی اکتساب در مرحله اکتساب بین گروه‌ها یکسان بوده است، اما نتایج پژوهش حاضر در این بخش با مطالعات عبدلی و همکاران (۵) و مکسول و همکاران (۸) که به بررسی تفاوت یادگیری پنهان کم‌خطا و یادگیری آشکار پرداخته بودند، ناهموست. آن‌ها اظهار کردند که گروه کم‌خطا نسبت به گروه آشکار در مرحله اکتساب برتری معنادار آماری داشته است. همچنین، نتایج پژوهش حاضر در آزمون اکتساب

1. Lam
2. Maxwell
3. Liao CM, Masters

با پژوهش عبدلی و همکاران (۵) ناهمسوست. شاید بتوان علت ناهمسوس بودن نتایج را به متفاوت بودن تکنیک استفاده شده در یادگیری پنهان، ماهیت تکلیف، سطح آشنایی و مهارت آزمودنی در انجام تکنیک‌های پایه برای رسیدن به مهارت ملاک، سن و جنسیت آزمودنی‌ها نسبت داد. در مورد تغییرپذیری تمرین، نتایج این مطالعه با پژوهش‌های ناکامورا^(۱۴)، عرب‌عامری و استیری (۱۵) همسوست. عرب‌عامری و استیری به بررسی تأثیر انواع تمرین ثابت و متغیر بر یادداری و انتقال دقت پرتاب از بالای شانه در کودکان پیش‌دبستانی پرداختند. نتایج نشان داد که بین گروه‌ها در مرحله اکتساب تفاوت معنادار وجود نداشت. یائو و دیسولا در پژوهش خود به بررسی اثر تمرین متغیر و ثابت بر یادگیری سرعت‌های افزایش پرداختند. آزمایش شامل دو گروه ثابت و یک گروه متغیر بود و نتایج پژوهش نشان داد که تفاوتی در این مراحل بین گروه‌ها وجود نداشت، اما نتایج مطالعه حاضر با پژوهش هیتمن^۳ و همکاران (۱۶) ناهمسوست.

در آزمون یادداری بین گروه کم‌خطا-متغیر با گروه پرخطا-متغیر ($P = 0.001$)، گروه پرخطا-ثابت ($P = 0.002$) و گروه کنترل ثابت ($P = 0.006$) تفاوت معنادار وجود داشت. در مورد یادگیری پنهان کم‌خطا، این نتایج با پژوهش عبدلی و همکاران (۵) همسوست. آن‌ها به مقایسه عملکرد و متغیرهای کینماتیکی گروه‌های کم‌خطا، پرخطا و ثابت در یک تکلیف پرتابی پرداختند. در آزمون یادداری، نتایج تفاوت معناداری را بین گروه پنهان کم‌خطا و دو گروه دیگر یعنی پرخطا و ثابت نشان داد. آن‌ها بیان کردند که گروه کم‌خطا یادگیری بهتری نسبت به دو گروه دیگر داشته است؛ بنابراین، نتایج پژوهش حاضر در این بخش نه تنها برخلاف اعتقادات پیشین درباره اکتساب ضعیف‌تر یادگیری پنهان نسبت به گروه یادگیری آشکار است، بلکه اکتساب قوی‌تر و بهتری را برای یادگیری پنهان نشان می‌دهد، اما نتایج با پژوهش پولتون و همکاران (۱۷)، لم و همکاران (۱۱)، مسترز^۳ و همکاران (۱۸)، عسگری و همکاران (۱۱) ناهمسوست. این مطالعات نبود تفاوت بین گروه‌ها در شرایط یادداری را نشان دادند. لمو همکاران به بررسی این سؤال پرداختند که آیا مهارتی که به صورت پنهان آموخته می‌شود، از نظر بیومکانیکی و کینماتیکی شبیه مهارتی است که به صورت آشکار آموخته می‌شود؟ به همین منظور، شرکت‌کنندگان در سه گروه پنهان، کنترل و آشکار به اکتساب مهارت پرداختند. تفاوتی بین سه گروه در آزمون یادداری مشاهده نشد (۱۸). در ارتباط با تغییرپذیری تمرین، نتایج با پژوهش جیمز و کناتسر^۴ (۱۹) و هی‌یان و سویون^۵ (۲۰) همسوست. جیمز و کناتسر اثرهای تغییرپذیری تمرین را بر

-
1. Nakamura
 2. Heitman
 3. Masters
 4. James & Conatser
 5. Hae-Yeon K, So-Yoon

چرخش یک بازو بررسی کردند. نتایج از این فرضیه حمایت کرد که تمرین با تغییرپذیری زیاد تمرین به یادگیری و ماندگاری بیشتری نسبت به تمرین با تغییرپذیری کم منجر می‌شود (به نقل از ۲۲). اما نتایج با پژوهش‌های ناکامورا (۱۴)، کایپا^۱ (۲۰) و دینانی و همکاران (۲۱) ناهمسوست. دینانی و همکاران به بررسی اثر تغییرپذیری تمرین بر عملکرد و یادگیری یک تکلیف هماهنگی-همایندی پرداختند. نتایج نشان داد که بین تمرین‌های ثابت و متغیر در عملکرد و یادگیری مرحله‌بندی نسبی (شاخص برنامه حرکتی تعمیم‌یافته) تفاوت معناداری وجود نداشت. به‌طور کلی، یافته‌های پژوهش حاضر از نظریه طرح‌واره اشمیت^۲ حمایت کرد و نشان داد که انجام تمرین‌های ثابت تنها در جزء پارامتر مؤثر بود؛ در حالی که بر جزء برنامه حرکتی تعمیم‌یافته تأثیر نداشت (۲۱).

در آزمون انتقال بین گروه کم‌خطا-متغیر با گروه پرخطا-متغیر ($P=0.001$)، گروه پرخطا-ثابت ($P=0.0001$) و گروه کنترل-ثابت ($P=0.002$) تفاوت معناداری یافت شد. در ارتباط با یادگیری کم‌خطا، این نتایج با پژوهش‌های رندل و همکاران (۷)، عبدلی و همکاران (۹) و گابت و مسترز^۳ (۲۲) همسوست. گابت و مسترز اظهار کردند مهارت‌هایی که به‌طور پنهان یاد گرفته می‌شوند (بدون انباشتگی قواعد و دانش مرتبط با تکالیف)، در شرایط استرس‌زا، خستگی و تکالیف متعدد و در دوره‌های طولانی زمانی اجرا می‌شوند. رندل و همکاران بیان کردند که مریبان به‌طور سنتی به دیدگاه‌های آشکار (برای مثال، دستورالعمل بازخورد ویدیویی) برای سازگاری تکنیک در ورزشکاران ماهر تکیه می‌کنند؛ در حالی که برخی روش‌ها می‌توانند نسبتاً سریع نتایج یادگیری را توسعه دهند. یک دیدگاه متناوب این است که استفاده از یادگیری حرکتی پنهان در سازگاری‌هایی که بدون دانش هشیار روی می‌دهد، کمتر احتمال دارد که زیر فشار خراب شود (۷). لی و همکاران (۲۳) در پژوهش خود به بررسی نقش خطا در یادگیری حرکتی پرداختند. این پژوهش به‌طور قوی بر این نکته تأکید ندارد که یادگیری کم‌خطا مناسب‌تر است یا پرخطا؛ بدین معنی که انواع خاصی از خطاها (مطلوب) برای فرایند یادگیری سودمند هستند. در ارتباط با تغییرپذیری تمرین، نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های هیتمن و همکاران (۱۶)، هی‌یان و سویون (۲۴)، یائو و دیسولا (به نقل از ۳)، جیمز و کناتسر (۱۹) همسوست. با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت که در مرحله اکتساب گروه تمرین-ثابت در مقایسه با سایر گروه‌ها برتری داشت، اما گروه‌های تمرین تصادفی و اختصاصی در آزمون انتقال به‌مراتب بهتر از گروه‌های زنجیره‌ای و ثابت عمل کردند؛ البته نتایج با پژوهش‌های کایپا (۲۰)، دینانی و همکاران (۲۱) و پوراقبالی و همکاران (۲۵) ناهمسوست. پوراقبالی و همکاران دو روش

-
1. Kaipa
 2. Echmit
 3. Gabbett & Masters
 4. Lee

تمرینی را برای ایجاد انعطاف‌پذیری حرکتی در مهارت پرتاب آزاد بسکتبال مقایسه کردند. به عقیده آن‌ها، تمرین‌گونه‌های متفاوتی از یک تکلیف فایده‌ای برای ایجاد انعطاف‌پذیری در حرکت ندارد. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های عبدلی و همکاران (۹)، مکسول و همکاران (۸) و مسترز و همکاران (۱۸) همسوست، ولی با نتایج پژوهش عسگری و همکاران (۱۲) و اورل و همکاران (۲۶) ناهمسوست. آن‌ها معتقد بودند در شرایطی که یادگیرنده به پردازش بار اطلاعاتی اضافی مجبور نباشد، اجرای گروه‌های آزمایشی برتری نسبت به یکدیگر ندارد. ثبات یادگیری گروه‌های کم‌خطا و کنترل-متغیر شاید به دلیل مدیریت مناسب بار شناختی بیرونی باشد؛ زیرا، به پردازش خطای کمتری نسبت به دو گروه پرخطا و ثابت می‌پردازد. اجرای تقریباً یکسان دو گروه کم‌خطا-متغیر و کنترل-متغیر نشان‌دهنده توجه یکسان دو گروه به تکلیف ثانویه شناختی است. عملکرد بد سایر گروه‌ها در هر دو تکلیف اولیه نشان می‌دهد که سایر گروه‌ها در تکلیف اولیه هنوز به خودکاری نرسیده‌اند و هر دو تکلیف را به طور کنترل‌شده پردازش کرده‌اند که همین امر موجب رقابت دو تکلیف در ظرفیت توجهی شده است. گروه کم‌خطا-متغیر که توانسته است هر دو تکلیف را به خوبی اجرا کند که نشان می‌دهد در تکلیف اول به خودکاری رسیده است و بخش زیادی از منابع توجهی را دست‌نخورده گذاشته و تکلیف دوم به راحتی و بدون تداخل با تکلیف اولیه پردازش شده است؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که سایر گروه‌ها با محدودیت ظرفیت توجه در اجرای دو تکلیف نتوانسته‌اند بین دو تکلیف تمایز قائل شوند و پردازش کنترل‌شده و پرتلاش را دنبال کرده‌اند، اما توجه پردازش خودکار در گروه کم‌خطا-متغیر و گروه کنترل ثابت می‌تواند به دلیل انباشته‌نبودن حافظه کاری در اثر تعداد دستورالعمل کمتر و قیاس مناسب باشد؛ بنابراین، می‌توان چنین برداشت کرد که گروه کم‌خطا نسبت به گروه پرخطا و گروه تمرین-متغیر نسبت به گروه تمرین-ثابت پردازش پنهان را دنبال کرده است و با خالی‌بودن حافظه کاری از قواعد آشکار نتوانسته است بهترین عملکرد را در یادگیری مهارت پرتابی داشته باشد (۳)، اما سایر گروه‌ها تعداد قواعد زیادی را گزارش کرده‌اند. در تمرین متغیر، تغییر تکلیف اطلاعات زیادی را در حافظه کاری انباشته می‌کند و از سوی دیگر، فرصت پردازش این اطلاعات را از حافظه کاری می‌گیرد و موجب کاهش تلاش شناختی می‌شود.

در پایان نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تداخل زمینه‌ای زیاد، نتیجه مناسب‌تری را ارائه می‌دهد. همچنین، این پژوهش توجهی می‌کند که گروه تصادفی برمبنای افزایش تلاش شناختی نتیجه بهتری را نشان داده است (۲۷)، اما رندل و همکاران (۷) توجه نظری خود را براساس افزایش تلاش شناختی نادرست می‌دانند و از فرضیه یادگیری پنهان حمایت می‌کنند؛ یعنی کاهش تلاش شناختی از طریق پردازش پنهان به بهبود عملکرد افراد در شرایط یادداری و انتقال منجر می‌شود. با مقایسه مطالعات

در این زمینه چنین به نظر می‌رسد که انجام پژوهش‌های بیشتری برای بررسی این دو فرضیه، یعنی فرضیه یادگیری پنهان و فرضیه تلاش شناختی لازم است. به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که در پژوهش حاضر دو گروه آزمایشی کم‌خطا و کنترل-متغیر در تکلیف پرتابی موردنظر، نه تنها در شرایط معمولی، بلکه حتی در شرایط پرفشار تکلیف ثانویه بهتر از دو گروه دیگر عمل کردند و نتایج بهتری را نشان دادند. طبق مطالعات گذشته، اجرای مناسب در شرایط پرفشار نشان‌دهنده پردازش کم‌تلاش است (۱)؛ به‌همین دلیل، می‌توان به مربیان پیشنهاد داد که از این شیوه‌های تمرینی برای آموزش مهارت‌های حرکتی استفاده کنند و نتایج را با شرایط آموزشی همیشگی خود مقایسه کنند و اگر نتیجه بهتری یافتند، آن را جایگزین روش‌های آموزشی سنتی نمایند.

منابع

1. Bruya B. Effortless attention: A new perspective in the cognitive science of attention and action. Cambridge: The MIT Press. Massachusetts Institute of Technology; 2010. p.20-31.
2. Sparrow WA, Newell KM. Metabolic energy expenditure and the regulation of movement economy. *Psychon Bull Rev.* 1998;5(2):173-96.
3. 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. *JMLM.* 2015;7(1):41-55. (In Persian).
4. Rendell MA, Farrow D, Masters R, Plummer N. Implicit practice for technique adaptation in expert performers. *INT J SPORTS SCI COA.* 2011; 6(4):553-66.
5. Abdoli B, Hasan Barani F, Farsi A. Effect of errorless and errorful learning on performance kinematic parameters in a throwing task: A pilot study. *JRSR.* 2014;9(6). (In Persian).
6. Magill RA, Anderson D. Motor learning and control: Concepts and applications. New York: McGraw-Hill; 2011. p.351.
7. Rendell MA, Masters RS, Farrow D, Morris T. An implicit basis for the retention benefits of random practice. *J. Mot. Behav.* 2010;43(1):1-3.
8. Maxwell JP, Masters RS, Kerr E, Weedon E. The implicit benefit of learning without errors. *Q J Exp Psychol.* 2001;54(4):1049-68.
9. Abdoli B, Farsi A, Barani FH. The effects of errorless and errorful practices on learning effort. *Int J Sport Stud Hlth.* 2013;3(4):472-9.
10. Yu J, Meyer R. Multivariate stochastic volatility models: Bayesian estimation and model comparison. *Econom. Rev.* 2006;25(2-3):361-84.
11. Lam WK, Maxwell JP, Masters RS. Analogy versus explicit learning of a modified basketball shooting task: Performance and kinematic outcomes. *J. Sports Sc.* 2009;27(2):179-91.
12. Asgari Z. Comparison between the effects of explicit, analogy and explorative learning on acquisition, retention and transfer of top spin skill in table tennis. [Master's thesis]: [Tehran]. Shahid Beheshti University; 2010.

13. Liao CM, Masters RS. Analogy learning: A means to implicit motor learning. *J. Sports Sci.* 2001;19(5):307-19.
14. Nakamura N. The influence of variable practice in motor learning with regard to basketball defense footwork skill. *J Sport Health.* 2002; 6:144-58.
15. Arabameri E, Stiri Z. The effect of constant and variable practice on retention and transfer of throwing accuracy from upper shoulder in kinder garden children. *Motor Behavior.* 2013;(5)12: 33-46.
16. Heitman RJ, Pugh SF, Kovaleski JE, Norell PM, Vicory JR. Effects of specific versus variable practice on the retention and transfer of a continuous motor skill. *Percept Mot Skills.* 2005;100(3_suppl):1107-13.
17. Poolton JM, Masters RS, Maxwell JP. Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behaviour: Performance retention under physiological fatigue. *Conscious. Cogn.* 2007 Jun 1;16(2):456-68.
18. Masters RS, Poolton JM, Maxwell JP, Raab M. Implicit motor learning and complex decision making in time-constrained environments. *J. Mot. Behav.* 2008 Jan 1;40(1): 71-9.
19. James EG, Conatser P. Effects of practice variability on unimanual arm rotation. *J. Mot. Behav.* 2014 Jul 4;46(4):203-10.
20. Kaipa R. Is there an interaction between task complexity and practice variability in speech-motor learning? *Ann. Neurosci.* 2016;23(3):134-8.
21. Dinani M, Farokhi A, Lotfi GH, Nazarian A. The effect of variability of practice on the performance and learning of coordinated-coincident task. *j teach phys educ.* 2013;2(2):11-8. (In Persian).
22. Gabbett T, Masters R. Challenges and solutions when applying implicit motor learning theory in a high performance sport environment: Examples from Rugby League. *int j sports sci coach.* 2011;6(4):567-75.
23. Lee TD, Eliasz KL, Gonzalez D, Alguire K, Ding K, Dhaliwal C. On the role of error in motor learning. *j mot behav.* 2016;48(2):99-115.
24. Hae-Yeon K, So-Yoon A. Effect of task-oriented training and high variability practice on gross motor performance and activities of daily living in children with spastic diplegia. *J. Phys. Ther. Sci.* 2016; 28:2843-8.
25. Poureghbali S, Taheri HR, Saberi AR, Fazeli D. Comparing of two different practice methods for helping movement flexibility in free throwing basketball skill. *Motor Behavior.* 2016; 25:17-28. (In Persian).
26. Orrell AJ, Eves FF, Masters RS. Motor learning of a dynamic balancing task after stroke: implicit implications for stroke rehabilitation. *PTJ.* 2006, 1;86(3):369-80.
27. Cross ES, Schmitt PJ, Grafton ST. Neural substrates of contextual interference during motor learning support a model of active preparation. *J. Cogn. Neurosci.* 2007;19(11):1854-71.

ارجاع دهی

کاشانی ولی‌اله، مؤمن‌زاده مروارید، باقرلی ژاله. تأثیر یادگیری مبتنی بر آزمون-خطا و تغییرپذیری تمرین بر تلاش ذهنی و عملکرد پرتابی. رفتار حرکتی. تابستان ۱۳۹۹؛ ۱۲(۴۰): ۳۷-۵۰. شناسه دیجیتال: 10.22089/mbj.2019.6041.1693

Kashani V, Momenzadeh M, Bagherli Z. The Effects of Based on Error Learning and Practice Variability on Performance Accuracy and Mental Effort. Motor Behavior. Summer 2020; 12 (40):37-50. (In Persian). Doi: 10.22089/mbj.2019.6041.1693

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 رتال جامع علوم انسانی

The Effects of Based on Error Learning and Practice Variability on Performance Accuracy and Mental Effort

V. Kashani¹, M. Momenzadeh², Z. Bagherli³

1. Associate Professor of Motor Behavior, University of Semnan (Corresponding Author)

2. M.Sc. Student of Motor Behavior, Azad University- Karaj Branch, Karaj, Iran

3. Associate Professor of Motor Behavior, Azad University- Karaj Branch, Karaj, Iran

Received: 2017/12/10

Accepted: 2018/06/30

Abstract

The use of mental effort in variable practice and errorless training is different, as the reason for the increase in learning skills increase the error in the variable practice, while the optimal result of the practice in the errorless practice is due to the reduction of mental effort in it. The aim of this study was investigating the effect of cognitive effort in variability of practice and implicit learning using both of these learning methods on a complex task and under equal conditions of a cognitive secondary task. For this reason, 72 students were divided to six groups with 12 persons per each group of errorless-variable, errorful-variable, errorless-constant, errorful-constant, control-constant, control-variable. All groups in pre-test, three practice days, acquisition, retention and secondary transfer tests. Participants of errorful-variable group practiced in distances of 3.5, 3.25, 3, 2.75, 2.5 meters respectively, errorless-variable group practiced in the same and conversely distances, while errorless-constant, errorful-constant and control-constant only practiced in 2.5, 3.5 and 3 meters, respectively and control-variable practiced randomly all the distances. For analyzing of throwing accuracy, mixed Variance analysis (3*3) (group*day) in acquisition stage and (3*4) (group*test) in test stage were used with significant level of 0.05. In retention test, there were significant differences between errorless-variable and errorful-variable ($P=0.001$), errorful-constant ($P=0.002$) and control-constant ($P=0.006$). In transfer test, there were significant differences between errorless-variable and errorful-variable ($P=0.001$), errorful-constant ($P=0.0001$) and control-constant ($P=0.002$). Finally, it was concluded that errorless and control-variable practice methods can be suggested to trainers, Therapist for teaching of motor skills.

Keywords: Practice Variability, Errorless Implicit Learning, Cognitive Effort, Throwing Skill.

1. Email: vkashani@semnan.ac.ir

2. Email: momenzadeh55@gmail.com

3. Email: z@mnazari.ir