Archive of SID

رشد و یادگیری حرکتی _ ورزشی – پاییز ۱۳۹۸
دورهٔ ۱۱، شمارهٔ ۳، ص : ۳۴۲- ۳۲۱
تاریخ دریافت : ۰۱/ ۰۱ / ۹۷
تاریخ پذیرش : ۱۹ / ۰۳ / ۹۸

اثر تمرینات کم‌خطا- پرخطا و تصادفی بر یادگیری زمان‌بندی نسبی یک تکلیف حرکتی منتخب: با تأکید بر رویکرد یادگیری آشکار و پنهان

سعید نظری کاکاوندی[۱]– علیرضا صابری کاخکی[*۲] – حمیدرضا طاهری‌تربتی[۳] – حسن رهبان‌فرد[۴]

۱.دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۲. دانشیار گروه رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۳. استاد گروه رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران ۴. استادیار گروه رفتار حرکتی، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه همدان، همدان، ایران

چکیده

هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی نقش تمرین کم‌خطا، پرخطا و تصادفی بر اکتساب و یادگیری زمان‌بندی نسبی یک تکلیف حرکتی بود. بدین‌منظور ۵۱ دانشجوی پسر (۴ ± ۲۲) دانشگاه بوعلی سینا همدان انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در چهار گروه (کنترل، کم‌خطا، پرخطا و تصادفی) قرار گرفتند. این پژوهش در پنج مرحله شامل پیش‌آزمون، اکتساب، یادداری/انتقال ۱۰ دقیقه و یادداری/انتقال ۲۴ ساعته انجام گرفت. در مرحلهٔ اکتساب، تکلیف زمان‌بندی با سه درجه دشواری متفاوت (ساده، متوسط و دشوار) در سه جلسهٔ ۴۵ کوششی با دریافت بازخورد توسط گروه‌های آزمایشی، تمرین شد. به‌منظور تحلیل داده‌ها از تحلیل واریانس مرکب (دوعاملی) با اندازه‌های تکراری بر روی هر کدام از متغیرها در مراحل اکتساب و یادداری استفاده شد. همچنین از آزمون تحلیل واریانس یکراهه (آنوا) در سایر مراحل استفاده شد. نتایج در عامل زمان‌بندی نسبی نشان داد که در پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود ندارد ($P>0/05$)، و در آزمون‌های یادداری و انتقال، گروه کم‌خطا عملکرد بهتری نسبت به سه گروه پرخطا، تصادفی و کنترل داشت ($P\leq0/05$). در آزمون انتقال تکلیف ثانویه (۲۴ ساعته) گروه کم‌خطا عملکرد بهتری نسبت به گروه تصادفی و پرخطا داشت ($P\leq0/05$). این نتایج نشان می‌دهد که تمرین در شرایط کم‌خطا به یادگیری بهتر تکلیف و تعمیم آن به شرایط جدید منجر می‌شود که مطابق با نظریه‌های یادگیری ضمنی و بازپردازش آگاهانه است.

واژه‌های کلیدی

تمرین کم و پرخطا، تمرین تصادفی، زمان‌بندی نسبی، یادگیری ضمنی و آشکار.

* نویسنده مسئول : تلفن : ۰۹۱۵۱۶۸۹۵۳۸ Email:askakhki@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تمرین مهم‌ترین عامل ضروری برای اکتساب مهارت‌های حرکتی است. ازاین‌رو همواره از اهداف مهم تحقیقات در یادگیری حرکتی انسان، شناسایی تمرینی است که یادگیری مهارت حرکتی را به حد مطلوب برساند. محققان و پژوهشگران با دستکاری متغیرهای مختلف به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که چگونه یادگیری یک مهارت حرکتی را می‌توان به بهترین نحو ممکن بهبود بخشید. بی‌شک از مهم‌ترین عوامل در یادگیری این است که فراگیرنده بتواند از اطلاعات مفید استفاده و از اطلاعات نامربوط صرف‌نظر کند (۱). یکی از چالش‌های اساسی برای مربیان، سازماندهی و ایجاد محیط تمرینی است که میزان ارتکاب فراگیران به خطا در اکتساب مهارت حرکتی را کاهش دهد و به بهترین وجه نیازهای آنها را برآورده کند (۲) . فرایندهای شناختی پنهان و آشکار نقش مهمی در اکتساب و عملکرد بعدی مهارت‌های حرکتی ایفا می‌کند. برخی محققان معتقدند که فرایندهای آشکار بخش اساسی در عملکرد و یادگیری حرکتی بوده و فرایندهای پنهان برای تکمیل آن فرایندها، به‌خصوص وقتی سازگاری با مهارت‌ها ضروری است، مورد نیازند؛ اما برخی دیگر اظهار داشتند که فرایندهای پنهان اساس و پایهٔ عملکرد ماهرانه را تشکیل می‌دهند (۱). نقش فرایندهای آگاهانه در یادگیری حرکتی و عملکرد تا حد زیادی تأیید شده است. نظریه‌های سنتی یادگیری حرکتی اعتقاد دارند که درگیری آگاهانهٔ بالایی در اکتساب مهارت‌های حرکتی اولیه وجود دارد(۲) که در آن اجراکننده تلاش می‌کند تا به کشف الگوهای حرکت مؤثر و کارامد برای اجرای مهارت نائل آید. راه دستیابی به این آگاهی و دانش آشکار از طریق اطلاعاتی است که یادگیرندگان به‌طور شفاهی توصیف می‌کنند، در نتیجه اجراکننده مجموعه‌ای از قوانین صریح و روشن را دربارهٔ چگونگی انجام مهارت کسب می‌کند و منابع حافظهٔ کاری مسئول ذخیره‌سازی و دستکاری موقت اطلاعات در ذهن است که فرایند کنترل آگاهانه از این منابع استفاده می‌کند (۳).

از نظریه‌هایی که براساس فرایندهای آگاهانه در زمینهٔ سازماندهی تمرین مطرح است و به بررسی شرایط تمرینی مطلوب می‌پردازد، نظریهٔ تداخل زمینه‌ای[1] بتیگ (۱۹۶۸) است که بعدها در یادگیری حرکتی توسط شیا و مورگان[2] (۱۹۷۹) بسط داده شد. اعتقاد بر آن است که تمرین با شیوهٔ تصادفی نسبت به تمرین مسدود فوایدی برای یادگیری مهارت‌های حرکتی در پی خواهد داشت، چراکه بازنمایی متمایز و بسیار دقیق‌تر مهارت‌های حرکتی را در حافظه تقویت می‌کند (۴). همچنین پردازش وسیع و متمایز به

1. contextual interference
2. Shea & Morgan

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش تداخل در حافظهٔ کاری در طول تمرین تصادفی منجر می‌شود که در نهایت یادداری را تسهیل می‌کند. از طرفی، لی و مگیل[1] و مگیل و هال (۴) بیان کردند که تداخل زمینه‌ای از طریق فرایند فراموشی- یادآوری به درگیری بیشتر حافظه‌کاری منجر می‌شود. اگرچه این فرضیه‌ها ممکن است توضیح دقیقی برای اکتساب هوشیارانه بسیاری از مهارت‌های حرکتی ارائه دهد، چگونگی اکتساب برخی مهارت‌ها بدون درگیری آگاهانه را توضیح نمی‌دهد (۵، ۴). مطالعات گسترده نشان داده‌اند که مهارت‌های آموزش‌داده‌شده با استفاده از رویکرد آشکار، در موقعیت‌های که تقاضاهای حرکتی و شناختی، مانند خستگی، تحت فشار روانی و انجام همزمان چند تکلیف بر فرد تحمیل می‌کنند، کمتر مقاوم اند و موجب اختلال در فرایندهای خودکار اجرای مهارت می‌شوند (۶، ۳). اوزاکا[2] و همکاران (۱۹۹۷) و سکیا[3] و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند که پردازش هوشیار برای توجیه اثر تداخل زمینه‌ای کافی به‌نظر نمی‌رسد و فرایندهای ناهوشیار نیز در آن دخیل‌اند (۷، ۵). رندل[4] و همکاران (۷) شواهدی اولیه از مزایای تمرین تصادفی از طریق سازوکارهای یادگیری حرکتی ضمنی[5] را پیشنهاد دادند. آنها عنوان کردند که تغییر تکلیف در تمرین تصادفی به انباشتگی اطلاعات زیادی در حافظهٔ کاری منجر می‌شود، اما این اطلاعات در فرایند آزمون فرضیه درگیر نمی‌شود. در همین زمینه، مسترز و مکسول[6] عنوان کردند که یادگیری مهارت‌های حرکتی می‌تواند به‌طور ضمنی یا به‌عبارتی با حداقل تلاش آگاهانه (شناختی) که خود به کاهش وابستگی به حافظهٔ کاری منجر می‌شود، مؤثر واقع گردد (۱).

یادگیری ضمنی، بنابر تعاریف، به‌عنوان اکتساب مهارت حرکتی با آگاهی اندک یا در غیاب دانش آشکار که عملکرد را هدایت می‌کند، تعریف شده است. بر این اساس تمرین باید به‌گونه‌ای طراحی شود که در آن محیط یادگیری برای به حداقل رساندن میزان دانش آگاهانه سازماندهی شود. کلید بهره‌مندی از این نوع تمرین، کاهش احتمال تمرکز آگاهانهٔ اجراکننده بر روی قواعد مکانیکی در شرایط اضطراب‌آور و پرفشار است که درگیری آگاهانهٔ اجراکننده بر روی قواعد مکانیکی حرکات را به حداقل می‌رساند. در همین زمینه، اخیراً رویکرد یادگیری ضمنی از طریق طراحی تمرینات کم‌خطا[7] بررسی شده است (۱۰-

1. Lee & Magill
2. Osak
3. Sekiya
4. Rendell
5. Implicit motor learning
6. Masters & Maxwell
7. Errorless practices

www.SID.ir

Archive of SID

۳،۸،۱). در یادگیری کم‌خطا، شرایط تمرین به‌منظور به حداقل رساندن تعداد اشتباهات احتمالی توسط یادگیرنده در طول اجرای مهارت حرکتی در مرحلۀ اکتساب دستکاری می‌شود، بنابراین از این طریق مقدار توجه تخصیص‌داده‌شده به پردازش آشکار قوانین و فرضیات زیربنایی اجرا را کاهش می‌دهند. یادگیری کم‌خطا از عدم وابستگی به پردازش آگاهانه برای شناسایی و حذف خطاها نشأت می‌گیرد (۱۱، ۲).

برخی مطالعات متعاقباً نشان داده‌اند که برای تسهیل یادگیری،کاهش خطاها به‌ویژه در مراحل اولیۀ یادگیری حیاتی است، چون موجب کاهش استفاده از حافظۀ کاری برای مکانیزم شناسایی آگاهانۀ خطاها و اصلاح آنها می‌شود. ون جنیکن و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند شرکت‌کنندگانی که مهارت دارت را به شیوۀ یادگیری کم‌خطا آموخته‌اند، نسبت به گروهی که مهارت را به صورت پرخطا آموزش دیدند از عملکرد بهتری در در آزمون‌های یادداری و انتقال برخوردار بودند(۱۳، ۱۲). نظریه‌پردازان یادگیری حرکتی، رویکرد تمرینی پرخطا را به‌عنوان یکی دیگر از شیوه‌های تمرینی سودمند برای یادگیری معرفی می‌کنند. شرایط یادگیری پرخطا فرصت‌هایی را برای یادگیرنده در انتخاب الگوی حرکت صحیح فراهم می‌کند. این کار ممکن است از طریق تشویق به رفتار آزمون فرضیه[1]دربارۀ استراتژی‌های حرکت و افزایش فرایند حل مسئله در تجربیات مختلف و غلبه بر اشتباهات صورت بگیرد (۱۶- ۱۴،۶). همچنین انواعی از یادگیری پرخطا می‌تواند یادداری و انتقال در افراد سالم و افراد با صدمات سیستم دستگاه عصبی مرکزی مانند سکتۀ مغزی را افزایش دهد (۱۵). اثر تداخل زمینه‌ای یک نمونۀ عملی از یادگیری پرخطا شامل تغییرات بین تکالیف است که اغلب در طول تمرین موجب ایجاد خطای زیادی می‌شود، اما موجب افزایش در یادداری و انتقال می‌شود (۱۵، ۱۴، ۶). نظریۀ طرحواره نقش خطاها را در یادگیری حرکتی مثبت عنوان می‌کند. همۀ کوشش‌های تمرینی، هم کوشش‌های موفق و هم ناموفق، به‌صورت بلوک‌های ساختمان به‌صورت تدریجی موجب استحکام بنا می‌شود و مجموعه‌ای از قوانین را ایجاد می‌کند و مزیتی برای یادگیری حرکتی به‌همراه دارد (۱۷، ۷). مونت[2]و همکاران (۲۰۰۷) و لیواک[3]و همکاران (۲۰۱۷) معتقدند که تحقیقات بیشتری برای شناسایی ویژگی‌های تکلیف از جمله پیچیدگی تکلیف، تکالیف حرکتی و غیرحرکتی و نوع تکلیف برای بررسی پروتکل‌های کم‌خطا و پرخطا ضرورت دارد (۱۸، ۱۵). اگرچه بیشتر کارهای تحقیقی در پروتکل‌های کم‌خطا و پرخطا در مورد تکالیف میدانی در شاخص‌هایی

1. Hypothesis testing
2. Mount
3. Levac

www.SID.ir

Archive of SID

مانند فاصله از هدف (۸،۱۱،۱۸) یا اندازهٔ هدف (۱۱، ۳) تا حدودی تأیید شده، ولی تحقیق حاضر بر آن است که اثر آرایش تمرین کم‌خطا و پرخطا و تصادفی به‌جای تأکید بر تغییرات و اندازه‌های پارامتریک، با دستکاری زمان‌بندی نسبی را که جزء تغییرناپذیر برنامهٔ حرکتی است (۱۷)، به‌عنوان موضوعی کمتر شناخته‌شده در تحقیقات گذشته بررسی کند. در تحقیق حاضر یک تکلیف ظریف حرکتی آزمایشگاهی که در مطالعات پیشین (۲۰، ۱۹، ۱۷)، استفاده شده بود، به‌کار گرفته شد تا سنجش دقیق‌تری از عملکرد، مانند اندازه و تغییرپذیری خطاها امکان‌پذیر باشد. از آنجا که در تحقیقات گذشته شیوه‌های مختلف آرایش تمرین به موازات هم بررسی نشده‌اند، این تحقیق بر آن است تا آرایش‌های مختلف تمرین آشکار (تمرین تصادفی و پرخطا) و ضمنی (کم‌خطا)، را بر یادگیری حرکتی تکلیف زمان‌بندی متوالی آزمایشگاهی مطالعه کند.

روش تحقیق

این پژوهش از نوع مطالعات نیمه‌تجربی و به لحاظ هدف بنیادی است. شرکت‌کنندگان این پژوهش دانشجویان پسر دانشگاه بوعلی سینا با دامنهٔ سنی ۴± ۲۲ سال بودند که براساس معیارهای ورود ۵۱ نفر به‌صورت نمونهٔ در دسترس انتخاب شد. تمامی شرکت‌کنندگان راست‌دست بودند، مشکل جسمانی خاصی نداشته و با تکلیف به‌کاررفته در این پژوهش آشنایی نداشتند. شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی در چهار گروه آزمایشی تصادفی (n=۱۳)، کم‌خطا (n=۱۳)، پرخطا (n=۱۳) و کنترل (n=۱۲) قرار گرفتند.

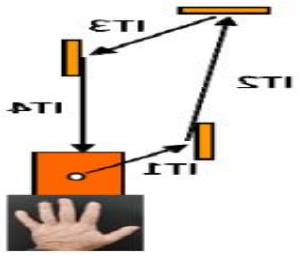
ابزار اندازه‌گیری

در این پژوهش، برای اعمال مداخله و اندازه‌گیری میزان یادگیری افراد در زمان‌بندی نسبی در طی مراحل اکتساب و آزمون‌های مختلف از یک تکلیف زمان‌بندی متوالی چهارقسمتی استفاده شد (شکل ۱) که از طریق دستگاه اندازه‌گیری عملکرد حرکتی (رهبانفرد و پرتو، ۲۰۱۱) ارزیابی شد (۱۹). این دستگاه شامل یک پایهٔ چوبی با ابعاد ۴۵×۴۵ سانتی‌متری بود که سه مانع (با ارتفاع ۱۱ و عرض ۸ سانتی‌متر) به‌صورت عمودی و یک هدف (۸×۱۱ سانتی‌متری) به‌صورت افقی بر روی آن تعبیه شده بود. در وسط هدف افقی یک دکمهٔ استارت هم قرار داشت. فاصلهٔ بین دکمهٔ شروع و اولین مانع ۱۵ سانتی‌متر بود و فواصل بین اجزای دیگر به‌ترتیب ۳۲، ۱۸و ۲۳ سانتی‌متر بود. زمان‌بندی حرکت توسط میکروسوئیچ‌های مدار بسته‌ای که در زیر موانع عمودی و هدف افقی قرار داده شده بودند، کنترل می‌شد. میکروسوئیچ‌ها از طریق پورت IO با یک مبدل AD به لپ‌تاپ متصل می‌شد. حرکت شرکت‌کننده از دکمهٔ استارت شروع می‌شد و با ضربه زدن به موانع عمودی اول تا سوم ادامه پیدا می‌کرد و در نهایت به هدف افقی ختم

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شد. زمان سپری‌شده برای انجام این کار به‌عنوان زمان کلی (TMT[1]) از طریق زمان‌سنج نصب‌شده بر روی کامپیوتر ثبت می‌شد. علاوه‌بر این، زمان‌های انجام هر قسمت از تکلیف (ITs[2]) نیز ثبت می‌شدند (شکل ۱).



شکل ۱. نمایی از تکلیف مورد استفاده در این تحقیق

شیوۀ اجرای تحقیق

این تحقیق در چهار مرحله اجرا شد. در مرحلۀ پیش‌آزمون (PRT)، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا ۱۰ بار تکلیف موردنظر را با زمان کل ۱۲۰۰ میلی‌ثانیه و زمان بینابینی ۳۰۰ میلی‌ثانیه در هر سگمنت اجرا کنند، بدون اینکه هیچ‌گونه بازخوردی دریافت کنند. در مرحلۀ اکتساب (ACQ)، شرکت‌کنندگان گروه‌های تمرینی در سه جلسۀ تمرین ۴۵ کوششی مشارکت کردند. در این مرحله پس از هر کوشش بازخورد در مورد TMT و ITs ارائه می‌شد. پیش از اجرای پروتکل تمرینی، در طی یک مطالعۀ مقدماتی[3] زمان‌بندی نسبی طبیعی برای اجرای بخش‌های چهارگانۀ تکلیف با زمان کل ۱۲۰۰ میلی‌ثانیه به‌دست آمد (که به‌ترتیب عبارت بودند از ۱۷، ۲۷، ۲۵ و ۳۱ درصد برای بخش‌های اول تا چهارم). این تکلیف به‌عنوان یک تکلیف ساده (Task A) در پروتکل تمرینی استفاده شد. بر این اساس، اجرای تکلیف با زمان‌های نسبی ۲۵ درصد در هر سگمنت به‌عنوان تکلیف متوسط (Task B) در نظر گرفته شد. همچنین، اجرای تکلیف به‌ترتیب (از راست به چپ، سیگمنت اول تا چهارم) با زمان‌های نسبی ۲۵، ۲۵، ۲۰ و ۳۰ درصد به‌عنوان یک تکلیف دشوار (Task C) تعریف شد. در این حالت شرکت‌کننده باید علاوه‌بر قسمت‌های اولیه و پایانی، بخش‌های میانی تکلیف را هم یاد بگیرد. تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که یادگیری

1.Total Movement Time
2 . Intermediate Times
3 . Pilot Study

www.SID.ir

Archive of SID

بخش‌های میانی از یک توالی حرکتی دشوارتر از بخش‌های ابتدایی و پایانی آن است (۲۳،۲۵). در مرحلهٔ اکتساب، گروه تمرینی کم‌خطا در هر جلسه، تمرین را با تکلیف ساده شروع می‌کرد و با تکلیف پیچیده آن را به پایان می‌رساند، درحالی‌که گروه پرخطا برعکس عمل می‌کرد. گروه تمرین تصادفی تمام کوشش‌های تمرینی در سه جلسه را به‌صورت کاملاً تصادفی انجام می‌داد، به فاصلهٔ ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از مرحلهٔ اکتساب، آزمون‌های یادداری/ انتقال اجرا شدند.

در آزمون‌های یادداری مشابه پیش‌آزمون عمل شد، حال آنکه در آزمون‌های انتقال از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا همان تکلیف را با زمان کل ۱۳۰۰ میلی‌ثانیه اجرا کنند. علاوه‌بر این، همزمان با اجرای آزمون انتقال ۲۴ ساعته، دو صدا با شدت متفاوت برای شرکت‌کننده‌ها پخش می‌شد. شرکت‌کنندگان بایستی تعداد صداها با تون‌های بالا (۱۰۰۰ هرتز) را شمارش کنند و گزارش دهند.

برای ارزیابی میزان یادگیری زمان‌بندی نسبی شرکت‌کننده‌ها، ریشهٔ میانگین مجذور خطا(RMSE) زمان‌بندی نسبی: در رابطه با زمان‌های ثبت‌شده برای هر قسمت محاسبه شد. این متغیر نشان می‌دهد که هر شرکت‌کننده چقدر از الگوی تعریف‌شده انحراف دارد، در این فرمول ITi نشان‌دهندهٔ زمان سپری‌شده برای هر بخش و target زمان کلی موردنظر برای آن بخش است. این اندازه‌گیری برآوردی از دقت زمان‌بندی نسبی را ارائه می‌دهد (۱۹).

$$RMSE = \sqrt{\sum_{Segment1}^{Segment4}\left(\frac{(ITi - target)^2}{4}\right)}$$

روش‌های آماری

پیش‌فرض‌های آزمون‌های آمار استنباطی شامل اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها و تجانس واریانس بین گروه‌ها به‌ترتیب به‌وسیلهٔ آزمون‌های شاپیرو ویلک و لوین بررسی شد (همه ۰۵ / ۰>P). همچنین عملکرد گروه‌های مختلف در مرحلهٔ اکتساب با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر در یک طرح عاملی چهار (گروه) × نه بلوک از کوشش‌ها (۱۴۵-۱۲۱.....، ۴۵-۳۱، ۳۰- ۱۶، ۱۵- ۱) با هم مقایسه شدند. در مرحلهٔ یادداری با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مرکب در یک طرح عاملی پنج (گروه) × سه (مرحله: پیش‌آزمون، یادداری ۱۰ دقیقه و یادداری ۲۴ ساعته) که در عامل آخر خود دارای اندازه‌های تکراری است، با هم مقایسه شدند. در نهایت از تحلیل واریانس یکطرفهٔ ANOVA برای بررسی

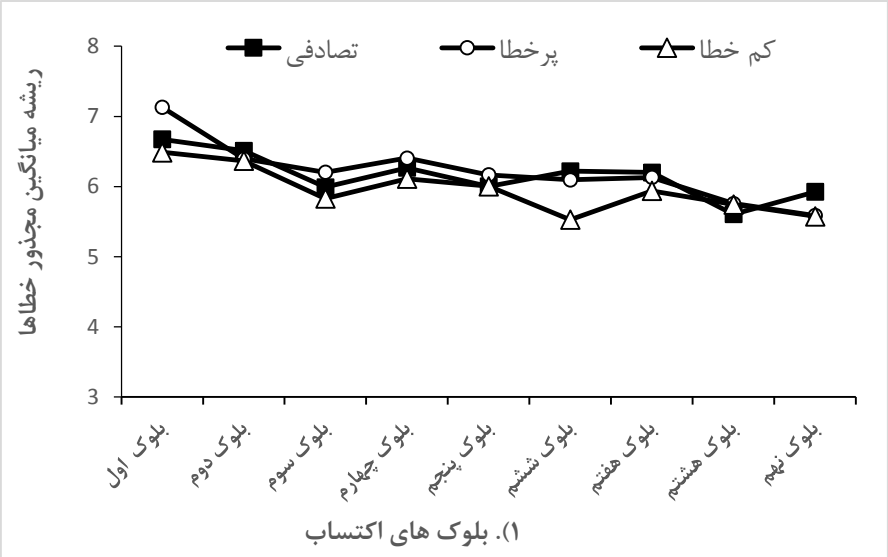
www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد گروه‌ها در مراحل مختلف آزمون یادگیری به‌صورت جداگانه (انتقال، انتقال تحت فشار، گزارش قواعد کلامی و شمارش تون صدا) استفاده شد. از آزمون تعقیبی LSD در مراحل مختلف آزمون استفاده شد. به‌منظور تحلیل داده‌ها از spss نسخهٔ ۲۱ و از نرم‌افزار اکسل نسخهٔ ۲۰۱۶برای رسم نمودارها استفاده شد. سطح معناداری در همهٔ مراحل ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از اثر ترتیب آزمون‌ها در بین گروه‌های مختلف (چهار گروه) ترتیب آزمون‌های انتقال و انتقال تکلیف ثانویه کانتر بلانس[1]شد.

نتایج آزمون کرویت ماکلی نیز نشان داد که پیش‌فرض برابری ماتریس واریانس-کوواریانس رعایت شده است (P=۰/۰۷).

نتایج و یافته‌های تحقیق

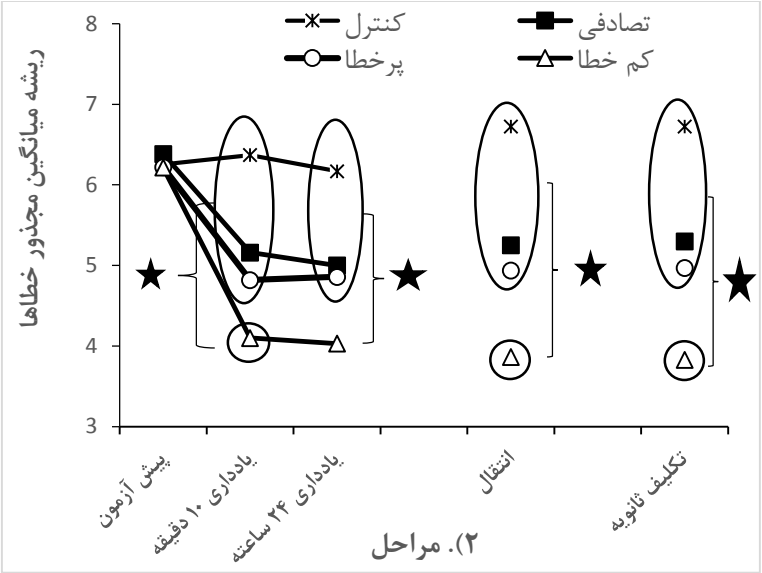


شکل ۱ . مقایسهٔ میانگین عملکرد گروه‌ها در مرحلهٔ اکتساب(بر مبنای ریشه میانگین مجذور خطاها)

1. Counterbalance

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مقایسهٔ میانگین عملکرد گروه‌ها در مراحل مختلف آزمایشی(بر مبنای ریشه میانگین مجذور خطاها)

جدول ۱. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های ریشهٔ میانگین مجذور خطاها در مرحلهٔ اکتساب

شاخص‌ها	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتا(η^2)
درون آزمودنی	بلوک	۳۶/۱۵	۸	۴/۵	۶/۸۳	۰/۰۰۱*	۰/۱۵۹
	بلوک × گروه	۵/۷۲	۱۶	۰/۳۵۸	۰/۵۴۱	۰/۹۲۴	۰/۰۲۹
	خطا	۱۹۰/۶۳	۲۸۸	۰/۶۶۲			
بین آزمودنی	گروه	۰/۴۶۳	۲	۰/۲۳۴	۰/۸۹۷	۰/۴۱۷	۰/۰۴۷
	خطا	۹/۳	۳۶	۰/۲۶۰			

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (آنالیز واریانس مرکب) بر روی داده‌های RMSE نشان داد که اثر اصلی بلوک معنادار است، اما اثر گروه و اثر تعاملی بلوک × گروه از نظر آماری معنادار نشد. معنادار شدن اثر اصلی بلوک (دسته کوشش) به این معناست که گروه‌ها به‌طور متوسط در اواخر مرحلهٔ اکتساب نسبت به اوایل آن عملکرد بهتری از خود نشان داده‌اند. جزئیات بیشتر در شکل و جدول(۱) قابل مشاهده است.

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون‌های یادداری

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی متغیر ریشهٔ میانگین مجذور خطا در جدول(۲) نشان می‌دهد که اثر اصلی مرحله و گروه و همچنین اثر تعاملی گروه × مرحله از نظر آماری معنادار است.

جدول ۲. نتایج آزمون‌های یادداری در ریشهٔ میانگین مجذور خطاها

عامل	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا (η^2)
مرحله	۴۸/۹۲	۲	۲۴/۴۶	۲۲/۰۵	٭۰/۰۰۱	۰/۳۱۹
گروه	۱۳/۶۴	۳	۴/۵۴	۱۰/۷۹	٭۰/۰۰۱	۰/۴۰۸
مرحله ×گروه	۱۹/۷۹	۶	۳/۲۶	۳/۲۶	٭۰/۰۰۱	۰/۱۵۸

نتایج اثر تعاملی مرحله × گروه نشان داد که بین گروه‌ها در مراحل مختلف اختلاف معناداری وجود دارد. همان‌طورکه در شکل(۲) مشاهده می‌شود، تفاوتی بین میانگین عملکرد گروه کنترل در مراحل پیش‌آزمون، یادداری ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعته وجود ندارد ($Ps>۰/۰۵$). اما در آزمون‌های یادداری ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعته همهٔ گروه‌ها بهتر از گروه کنترل عمل کردند ($Ps\leq۰/۰۵$). علاوه‌بر این، در آزمون‌های یادداری ۱۰ دقیقه و ۲۴، گروه کم‌خطا نسبت به سه گروه تمرینی دیگر عملکرد بهتری داشتند ($Ps>۰/۰۵$). مهم‌تر آنکه، در بررسی یادداری ۲۴ ساعته گروه کم‌خطا این اختلاف عملکرد با گروه‌های دیگر را حفظ کرد که نشان‌دهندهٔ پایداری یادگیری در این گروه است ($Ps\leq۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تعقیبی LSD در جدول(۷) و شکل(۲) با بیضی و ستاره این اختلاف بین دو گروه کم‌خطا و فزایندهٔ نظام‌دار در مقایسه با گروه‌های دیگر در آزمون یادداری ۱۰ دقیقه و ۲۴ ساعته را به تصویر کشیده است.

انتقال، انتقال تکلیف ثانویه (۲۴ ساعت)، گزارش کلامی

نتایج آزمون ANOVA بر روی متغیر (RMSE) در مرحلهٔ انتقال در جدول (۳) آورده شده است. این نتایج حاکی از آن است که بین گروه‌ها در مرحلهٔ انتقال تفاوت معناداری وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس یکراهه در مقایسهٔ گروه‌ها در مراحل انتقال و تکلیف ثانویه (انتقال۲۴ساعت) و گزارش کلامی قواعد کلامی و شمارش تون صدا

مرحله	عامل	درجات آزادی	F	سطح معناداری
انتقال	بین‌گروهی	۴۷و ۳	۱۱/۹۷	٭۰/۰۰۱
انتقال تکلف ثانویه	بین‌گروهی	۴۷و ۳	۱۵/۰۱۲	٭۰/۰۰۱
گزارش قواعد کلامی	بین‌گروهی	۴۷و ۳	۶/۵۰	٭۰/۰۰۱
شمارش تون صدا	بین‌گروهی	۴۷و ۳	۱/۷۸	۰/۱۶۹

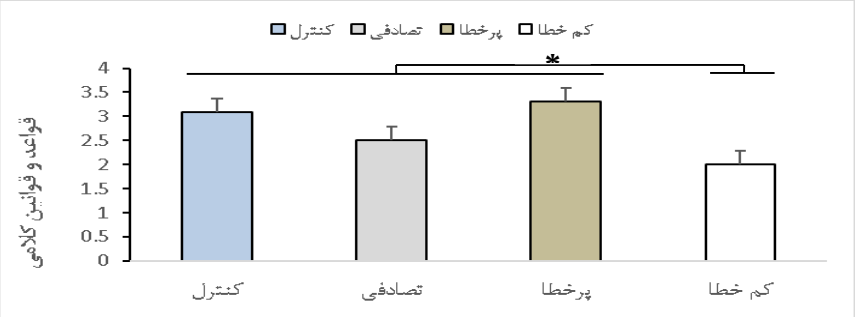
به‌منظور مشخص کردن محل اختلاف بین گروه‌ها از آزمون‌های تعقیبی LSD استفاده شد. بر این اساس، اختلاف معناداری بین گروه کنترل و سایر گروه‌ها مشاهده شد ($Ps\leq۰/۰۵$). این مطلب بیانگر آن است که همهٔ گروه‌های تمرینی توانسته‌اند یادگیری خود را به شرایط جدید انتقال دهند. مهم‌تر آنکه در مرحلهٔ انتقال گروه کم‌خطا عملکرد بهتری نسبت به سه گروه تمرینی در شرایط تکلیف جدید، زمان‌بندی نسبی را بهتر انتقال داده است ($Ps\leq۰/۰۵$). همچنین در انتقال تحت فشار (تکلیف ثانویه) الگوی نتایج مشابه با مرحلهٔ انتقال بود و بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود داشت. نتایج آزمون تعقیبی LSD در شکل (۲) با بیضی و ستارهٔ مشکی‌رنگ این اختلاف بین کم‌خطا در مقایسه با سایر گروه‌ها را در شرایط انتقال و انتقال تحت فشار را به تصویر کشیده است ($Ps\leq۰/۰۵$).

نتایج تحلیل واریانس یکطرفه تفاوت معناداری را در گزارش قواعد کلامی بین گروه‌ها نشان داد ($ps\leq۰/۰۵$). نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که گروه کم‌خطا با میانگین و انحراف معیار ۰/۷۶ =SD, ۲/۰۸=m قواعد و قوانین مرتبط با حرکت کمتری را در مراحل مختلف استفاده کردند(شکل ۳).

نتایج تحلیل واریانس یکراهه نشان داد که بین گروه‌ها تفاوت معناداری در دقت شمارش تون صدا وجود ندارد. به طوری که میانگین (انحراف معیار) درصد مطلق در دقت شمارش تون صدا به‌ترتیب در گروه کم خطا (۴/۳۱) ۹۴/۳۶ درصد ؛ در گروه پرخطا(۴/۷۶) ۹۳/۵۳ درصد ؛ در گروه تصادفی(۲/۷۹) ۹۴/۵۸ درصد ؛ در گروه کنترل(۳/۱۷) ۹۲/۱۳ درصد می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. میانگین تعداد قواعد گزارش‌شده توسط هر شرکت‌کننده در گروه‌های تمرینی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف مطالعهٔ حاضر بررسی نقش تمرین کم‌خطا، پرخطا و تصادفی بر اکتساب و یادگیری زمان‌بندی نسبی یک تکلیف حرکتی بود. نتایج این مطالعه نشان داد که در زمان‌بندی نسبی همهٔ گروه‌ها در تمامی آزمون‌های یادداری و انتقال به‌طور معناداری بهتر از گروه کنترل عمل کردند. وجود اختلاف معنادار بین گروه‌های تمرینی با کنترل نشان‌دهندهٔ وقوع یادگیری است. در مرحلهٔ اکتساب یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرین، صرف‌نظر از نوع آن، به پیشرفت عملکرد در طی مرحلهٔ اکتساب منجر می‌شود. معنادار شدن اثر اصلی بلوک‌های تمرینی به این معناست که گروه‌ها به‌طور متوسط در اواخر مرحلهٔ اکتساب نسبت به اوایل آن عملکرد بهتری از خود نشان داده‌اند، به‌طوری‌که این اختلاف بین بلوک اول و نهم معنادار بود. اما در بین گروه‌های تمرینی این اختلاف معنادار نبود. تفاوت بین بلوک‌های تمرینی در گروه‌های تمرینی زمانی بیشتر آشکار شد که نیاز به آزمون فرضیه به‌دلیل دشواری تکلیف افزایش یافت. در تمرین تصادفی مطابق با فرضیهٔ تداخل زمینه‌ای فرد پیوسته با فرایند پردازش شناسایی و تصحیح خطاها و حل مسئله درگیر است و افراد سطح پردازش شناختی بالایی را در پیوستار تمرینی تجربه می‌کنند و ازاین‌رو از پیشرفت در جلسات آخر کاسته شد که به نظر این مسئله دور از ذهن نیست. از سوی دیگر، بین دو گروه کم‌خطا و پرخطا اختلاف معناداری مشاهده نشد. رندل و همکاران (۲۰۱۰) بیان داشتند، یک دلیل ممکن برای عدم تفاوت معنادار بین این دو گروه کم‌خطا و پرخطا به مقدار نسبتاً کم تمرین مرحلهٔ اکتساب (۱۳۵ کوشش) برمی‌گردد (۷). این احتمال وجود دارد که در صورت بیشتر بودن تمرین اختلاف بین گروه‌ها در مرحلهٔ اکتساب آشکارتر می‌شد. نتایج این بخش از تحقیق حاضر با برخی مطالعات (۲۱-۲۲، ۱۵، ۱۱، ۹، ۸، ۳-۱) همسوست. اخیراً در مطالعه‌ای ون‌جنیکن و همکاران (۱۳) در یادگیری تکلیف پرتاب گلف دریافتند

www.SID.ir

Archive of SID

که تمرین کم‌خطا، هم در جلسات تمرین و هم در آزمون‌های انتقال به یادگیری بهتر برنامهٔ حرکتی تعمیم‌یافته و پارامترریزه کردن مؤثرتر حرکات منجر شد. در این زمینه نتایج تحقیق در مرحلهٔ اکتساب با یافته‌های تحقیقات گذشته همسوست (۲۴، ۲۳، ۲۱، ۱۱-۱۳، ۹، ۲). از سوی دیگر، نتایج مرحلهٔ اکتساب تحقیق با یافته‌های تحقیقات سنلی و همکاران (۱۶) و رندل و همکاران (۷) مبنی بر عدم تفاوت معنادار بین گروه‌های کم‌خطا و پرخطا مغایرت دارد. از دلایل ناهمخوانی یافته‌های حاضر با یافته‌های تحقیقات مذکور می‌توان به نوع تکلیف، حساسیت سیستم نمره‌دهی گیری در تکالیف میدانی و آزمایشگاهی و جنسیت شرکت‌کننده‌ها اشاره کرد. در تحقیق سنلی و همکاران (۱۶) به‌دلیل پایین بودن سیستم نمره‌دهی و نوع تکلیف، تفاوتی بین گروه‌های کم‌خطا و پرخطا در بعضی مراحل دیده نشد. به‌نظر می‌رسد حافظهٔ کاری گروه کم‌خطا در بلوک‌های اولیهٔ تمرین کمتر درگیر اصلاح خطاها شده‌اند و فرایند پردازش اطاعات به‌صورت پنهان شکل گرفته است، زیرا یک روش برای کاهش آزمون فرضیه‌ها در یادگیرندگان و ارتقای سهم فرایندهای پنهان می‌تواند راهنمایی یادگیرنده از طریق فرایند یادگیری به‌صورتی باشد که تنها حرکات صحیح اجرا شوند (۲۶، ۲۵، ۳). بنابراین در گروه کم‌خطا محدود کردن خطاها در مرحلهٔ اکتساب موجب کاهش فرایند آزمون فرضیه[1] برای بهبود الگوی حرکت در مرحلهٔ یادداری نیز شد، زیرا وقتی موفقیت در زمان‌بندی نسبی یک تکلیف افزایش یابد، فرد به الگوی مناسب در حرکت دست یافته است و نیازی به اصلاح الگو در شرایط دیگر نیست. بر این اساس موفقیت در انجام زمان‌بندی نسبی در ابتدای برنامهٔ تمرین بر یادگیری الگوی حرکت و تعمیم‌دهی نیز اثرگذار بوده و موجب بهبود معنادار روند اجرای الگو در بلوک‌های تمرین و کسب نتایج بهتر در آزمون‌های یادداری و انتقال و زمان‌بندی مناسب در گروه کم‌خطا نسبت به گروه‌های تصادفی و پرخطا شده است. نتایج جالب تحقیق حاضر در آزمون‌های یادداری و انتقال بود که گروه کم‌خطا عملکرد بهتری نسبت به دیگر گروه‌های تمرینی داشت. در گروه کم‌خطا، شرکت‌کنندگان تمرین را با شاخص دشواری آسان‌تر شروع می‌کنند، در نتیجه کاهش دشواری عملکردی تکلیف و خطاها در اوایل تمرین این امکان را فراهم می‌سازد که ساختار مناسب و الگوی صحیح‌تری از زمان‌بندی نسبی را کسب کنند. پژوهشگران بارها نشان داده‌اند که هنگام تمرین الگوی زمان‌بندی نسبی، عواملی که ثبات کوشش به کوشش در تولید آن الگوها را افزایش می‌دهند، موجب افزایش یادگیری برنامهٔ حرکتی تعمیم‌یافته حداقل در اوایل فرایند یادگیری می‌شوند (۲۰) تجارب حرکتی موفقیت‌آمیز،

1. hypothesis- testing process

www.SID.ir

Archive of SID

به‌خصوص در مراحل ابتدایی یادگیری، نقش مهمی در توسعه و بهبود برنامهٔ حرکتی و افزایش خودکارامدی دارد (۱۵، ۳). به‌نظر می‌رسد کاهش نظام‌مند خطاها در یادگیری ابزار نیرومندی برای تشویق به یادگیری ضمنی مهارت‌های حرکتی است (۸). پولتون و همکاران اظهار داشتند اگر نقش حافظهٔ کاری در مراحل اولیهٔ یادگیری کاهش پیدا کند، یادگیرندگان به‌جای انباشت دانش اخباری از مزایای دانش رویه‌ای بهره می‌برند. برتری گروه کم‌خطا براساس ادبیات یادگیری ضمنی و نظریهٔ بازپردازش آگاهانه توجیه‌پذیر است (۲۲). موفقیت در اوایل برنامهٔ تمرین موجب ایجاد محدودیت در انجام خطاها شده، به‌طوری‌که از میزان درگیری حافظه‌کاری افراد کاسته می‌شود و آنها بدون نیاز به آزمون فرضیه و به‌عبارتی به‌طور ضمنی، می‌توانند الگوی باثباتی را کسب کنند. نظریه‌پردازان یادگیری ضمنی معتقدند که در شرایط تمرینی کم‌خطا، یادگیرندگان یک مدل غیرانتخابی یا یادگیری یو شکل[1]را که به‌صورت تدریجی موجب افزایش احتمال موفقیت در اکتساب مهارت می‌شود، به‌کار می‌گیرند. مسترز و مکسول عنوان کردند، طرح‌های یادگیری کم‌خطا محیط را برای به حداقل رساندن مقدار خطاهایی که ایجاد می‌شوند، محدود می‌کنند، به‌صورتی که نیاز به آزمون راه‌حل‌های حرکتی دیگر (آزمون فرضیه) به‌منظور تصحیح خطاها کاهش یابد. آنها نشان دادند که یادگیری کم‌خطا به یادگیری الگوهای هماهنگ‌شده‌ای از ساختار حرکات در اوایل تمرین منجر می‌شود که به‌طور کامل ضمنی یا ناهوشیارانه است و قابلیت انعطاف‌پذیری و تعمیم‌دهی را به شرایط جدید دارد (۲). مک‌کللاند[2]و همکاران اذعان داشتند که تولید خطاها نقش مهمی در یادگیری توالی‌های ساختاری مهارت‌ها دارد، به‌طوری‌که شکل‌گیری برنامه‌های حرکتی صحیح با تولید خطاها به تأخیر می‌افتد (۲۷). محققان استنباط کردند که تجارب تمرینی دشواری اسمی و کارکردی تکلیف در طول اکتساب به‌طور متفاوتی بر آزمون‌های یادداری و انتقال اثر می‌گذارند که این موضوع به نوع آرایش تمرین به‌کاررفته در جلسات اکتساب وابسته است. براساس نقطهٔ چالش گوداگنولی و لی در گروه‌هایی که برنامهٔ تمرین را از دشواری تکلیف ساده به دشوار (کم‌خطا) تمرین می‌کردند، دشواری اسمی همراه با تمرین افزایش می‌یافت و دشواری کارکردی همراه با افزایش تجربه در مهارت کاهش یافت. درحالی‌که در گروه پرخطا شاخص دشواری اسمی همراه با هر گونه کاهش در شاخص دشواری تکلیف (تمرین تکلیف دشوار در اوایل تمرین و تکلیف ساده در اواخر) به‌دلیل تجاربی که از یادگیری مهارت کسب می‌شد، کاهش یافت. در واقع نقطهٔ چالش بهینهٔ تجربه‌شده توسط گروه‌های کم‌خطا و پرخطا

1. U-mode learning
2. McClelland

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوت بود، به‌طوری‌که زمان‌بندی چالش بهینه در جلسات تمرین نقش مؤثری در برتری گروه‌های کم‌خطا در کسب الگوی باثبات و تعمیم‌پذیر در زمان‌بندی نسبی در آزمون‌های یادداری و انتقال داشت (۲۸، ۱۶، ۱۴).

براساس فرضیهٔ ثبات[1] شی و ولف عنوان کردند که افزایش ثبات کوشش به کوشش در طول اکتساب برای توسعهٔ برنامهٔ حرکتی تعمیم‌یافته مفید است. یادگیری ضمنی با کاهش امکان خطاها در طول تمرین یا فراهم کردن بازخورد کاهشی دربارهٔ پیامد عملکرد موجب افزایش یادگیری می‌شود (۲۰). براساس فرضیهٔ همسانی[2] و سازگاری هیکوساکا[3](۲۹) شرکت‌کنندگان گروه کم‌خطا در اوایل تمرین بازخورد اشتباه کمتری دریافت کردند، بنابراین این گروه تمایل داشتند کوشش‌های تمرینی را بدون اصلاحات مکرر تکرار کنند و کاهش تعداد بازخورد پاسخ‌های اشتباه، الگوهای پایداری را در طول تمرین تقویت می‌کند. علاوه‌بر این فرض شده است پایداری پاسخ، تأثیرات مفیدی بر یادگیری حرکتی دارد، زیرا تکرار الگوی فضایی حرکات برای شکل‌گیری یک ساختار توالی پاسخی مناسب به‌عنوان بازنمایی حرکتی مهم است.

دیدگاه سیستم‌های پویا در یادگیری حرکتی نیز اثربخشی رویکرد یادگیری کم خطا را تأیید کرده است. طرفداران این نظریه اذعان دارند که اگر قیود محیطی سازگار و پایدار باشند، الگوهای حرکتی باثباتی توسعه می‌یابند. ازاین‌رو ممکن است با محدود کردن خطاهای تمرین، قیود محیطی سازگار و پایدارتر شوند که این موضوع به شکل‌گیری و تسهیل الگوهای حرکتی باثباتی منجر شود (۳۰، ۱۱، ۸). علاوه‌بر این موارد، کاهش خطا طی تمرین دارای مزایای دیگری به‌خصوص در ابعاد روانی است. کاهش خطا در طی تمرین ممکن است به افزایش خودکارامدی[4]که مرتبط با تجارب حرکتی موفق است، منجر شود (۳). خطاها موجب می‌شود یادگیرندگان برای یافتن راه‌حل‌های جایگزین، قواعدی (دانش صریح) را برای حمایت از عملکرد حرکت موفقیت‌آمیز تشکیل دهند. هنگامی‌که خطاها در طول تمرین کاهش می‌یابد، تشکیل قوانین صریح کاهش و در نهایت بار حافظهٔ کاری، کاهش می‌یابد.

نتایج تحقیق حاضر با فرضیه‌های سنتی تداخل زمینه‌ای مانند فرضیهٔ بازسازی طرح عمل (۲۴، ۵، ۴) فرضیهٔ بسط و فرضیهٔ یادگیری ضمنی تمرین تصادفی (۷) در حمایت از تمرین تصادفی همراستا نبود.

1. stability hypothesis
2. consistency hypothesis
3. Hikosaka
4 . Self-efficacy

www.SID.ir

Archive of SID

این نتیجه در نوع خود شایان توجه است. چون بیشتر تحقیقاتی که پیش از این در زمینهٔ اثر آرایش تمرین بر یادگیری یک مهارت حرکتی انجام گرفته است، معمولاً تمرینات تصادفی با مسدود مقایسه شده‌اند. نتیجهٔ غالب این‌گونه تحقیقات آن است که تمرین تصادفی به عملکرد بهتری در آزمون‌های یادداری/ انتقال منجر می‌شود. رندل و همکاران شواهد اولیه‌ای را ارائه دادند که پیشنهاد می‌کند، مزایای یادگیری تصادفی در یادداری یک تکلیف ممکن است به‌دلیل مکانیسم‌های ضمنی که در طی یادگیری حرکتی وجود داشته است، باشد (۷) .

یافته‌های تحقیق حاضر از پیش‌بینی نظریهٔ طرحواره مبنی بر اینکه تجارب تمرینی که طیف گسترده‌تری از خطاها را در برداشته باشد، می‌تواند به یادداری و انتقال بهتری بینجامد، حمایت نکرد. نتایج نشان داد که صرف تغییرپذیری و بالا نگه‌داشتن میزان خطا، تلاش شناختی و چالش‌پذیری در حین تمرین به یادگیری مطلوب نمی‌انجامد. تغییرات پیوسته در گروه تصادفی و پرخطا در مراحل اولیهٔ عملکرد موجب می‌شود یادگیرندگان تصادفی و پرخطا زمان بیشتری را به شناسایی صحیح رابطهٔ عملکردی بین اجراکننده و محیط اختصاص دهند (۲۵، ۱۷، ۵). مکسول و همکاران بیان می‌کنند زمانی‌که تعداد خطاها زیاد باشد، این رابطه ممکن است به‌سختی ایجاد شود و منابع توجهی ممکن است به‌صورت انتخابی به شناسایی این ارتباط عملکردی تخصیص یابند، در نتیجه با کسب پویایی عملکردی تداخل پیدا می‌کنند (۲). چارچوب نقطهٔ چالش عنوان می‌کند که یک نقطهٔ بحرانی و جود دارد که از آن به بعد، چالش موجود در تمرین برای یادگیری مفید نخواهد بود.

به اعتقاد برخی محققان یادگیری مهارت‌های پیچیده همیشه از اصولی شبیه به یادگیری مهارت‌های ساده پیروی نمی‌کند. برتولی و همکاران (۵) و ولف و همکاران (۲۰) عنوان کردند که اصول مشتق‌شده از یادگیری تکالیف نسبتاً ساده در یادگیری تکالیف پیچیده قابلیت تعمیم‌پذیری را ندارد. این محققان دریافتند که پیچیدگی تکلیف سود احتمالی برنامهٔ تمرین تصادفی را ممکن است تحت تأثیر قرار دهد. بوزارد و همکاران (۲۵) و گوداگنولی و لی (۲۸) بیان کردند که تمرین تصادفی برای یادگیری مهارت‌های ساده یا شرکت‌کنندگان باتجربه و ماهر مؤثرتر است، زیرا نیازهای شناختی نسبتاً کمتری دارند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که احتمالاً گروه‌های تصادفی و پرخطا درگیر آزمون فرضیهٔ زیادی شدند، به شکلی که تغییرات مداوم بین‌تکلیفی موجب شد که شکل‌گیری الگوهای صحیح و ساختارهای مناسب و باثباتی در مراحل اولیه به تعویق بیفتد، با توجه به اینکه در طرح‌هایی که دارای کوشش‌های اکتساب کمی هستند، دشواری بیش‌ازحد تمرین هم عملکرد افراد ماهر و هم عملکرد افراد غیرماهر را تضعیف نمی‌کند، اما

www.SID.ir

Archive of SID

به‌دلیل دست نیافتن به ساختار هماهنگ، موجب افت عملکرد در مراحل یادداری و انتقال خواهد شد (۳۱). یک اشکال دیگر در برنامه‌ریزی کاملاً تصادفی این است که انتقال پایدار از یک تکلیف به تکلیف دیگر عملی نیست. نظریه‌پردازان تداخل زمینه‌ای معتقدند که یک فرایند کوشش خطا به تلاش شناختی بیشتر به‌دلیل پردازش اضافی در حافظهٔ کاری منجر می‌شود. در تمرین تصادفی نه‌تنها تعویض تکالیف، تلاش شناختی را از طریق فرایندهای بازسازی طرح عمل و بسط افزایش می‌دهد، بلکه فرایند پردازش خطاها را که نقش مهمی در ایجاد شکل‌گیری برنامهٔ حرکتی تعمیم‌یافته دارد، از طریق افزایش بار حافظهٔ کاری افزایش می‌دهد، در مقابل، طرفداران نظریهٔ بازپردازش آگاهانه معتقدند که در نتیجه تولید خطاهای مکرر تثبیت بازنمایی اجزای ساختار زمان‌بندی تکالیف در حافظه به‌خوبی شکل نمی‌پذیرد. بازنمایی حافظهٔ بی‌ثبات ناشی از کوشش‌های اشتباه ممکن است متعاقباً عامل تداخلی برای حرکات صحیح شده و در نهایت به تثبیت نامناسب رد حافظه‌ای منجر شود (۲۱، ۱۳، ۱۲، ۱).

همان‌طورکه ذکر شد، عدم افت اجرا تحت تکلیف ثانویهٔ شناختی از شرایط اصلی تأیید به‌وقوع پیوستن یادگیری پنهان است (۲۲). این مرحله از پژوهش به‌منظور تشخیص و بررسی میزان درگیری شناختی یادگیرنده و در واقع وابستگی به حافظهٔ کاری طراحی و اجرا شد. در تحقیق حاضر، الگوی نتایج در شرایط تکلیف ثانویهٔ شناختی تقریباً مشابه با یافته‌های مراحل یادداری و انتقال بود. به‌طوری‌که گروه کم‌خطا عملکرد باثبات‌تری در مرحلهٔ انتقال تحت فشار داشتند، درحالی‌که گروه تصادفی و پرخطا فرایند یادگیری آشکار و استفادهٔ بیشتر از ظرفیت توجهی کرده‌اند، در نتیجه با محدودیت ظرفیت توجه در اجرای دو تکلیف، نتوانسته بین دو تکلیف تمایز قائل شود و پردازش کنترل‌شده و هشیار را دنبال کرده است که در نتیجه موجب افت اجرا در تکلیف اولیه شده است. کاهش کنترل کلامی حرکت در گروه کم‌خطا ممکن است ظرفیت پردازش اطلاعات را در زمان انجام تکالیف دیگر آزاد کند و عملکرد پایدار را در شرایط تکلیف دوگانه ایجاد کند. بنابراین در این گروه‌ها کاوش هشیارانهٔ راه‌حل‌های حرکتی به‌سبب وابستگی به حافظهٔ کاری و اشغال منابع توجه، پردازش اطلاعات برای تصمیم‌گیری پیچیده با عملکرد تکلیف زمان‌بندی اختلال ایجاد می‌کند، اضافه‌بار ناشی از تکلیف ثانویه موجب می‌شود که توجهشان از تکلیف اول دور شده و به تکلیف ثانویه انتقال داده شود و از فرایند آزمون فرضیهٔ بیشتری استفاده کردند و در نتیجه خطای بیشتری در انجام همزمان دو تکلیف مرتکب شدند (۲۲، ۱۳، ۳). مکسول و همکاران (۱) اظهار داشتند که در شرایط تکلیف ثانویه عدم تأثیرپذیری اجرای مهارت از فشار تکلیف ثانویهٔ شناختی نشانهٔ راه‌اندازی یادگیری پنهان و کارامدی تمرین کم‌خطاست. به هر حال، یادگیرندگان این گروه، به

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون فرضیه در زمان انجام همزمان تکلیف ثانویه تکیه نکردند، زیرا مقدار محدودی از خطاها را در حین تمرین باید اصلاح می‌کردند، در نتیجه یادگیرنده‌های کم‌خطا تکلیف را به شیوهٔ ضمنی با وابستگی کمتر به فرایندهای پردازش آگاهانه کسب می‌کنند. بنابراین در شرایط کم‌خطا بخش بزرگی از منابع توجه دست‌نخورده باقی می‌ماند، در نتیجه در شرایط با دشواری تصمیم‌گیری بالا، فرد می‌تواند اطلاعات را بدون اختلال با عملکرد مهارت در حافظهٔ کاری پردازش کند. یافته‌های این تحقیق در گروه کم‌خطا همسو با نتایج یافته‌های مسترز (۲)، مکسول و همکاران (۲۱)، پولتون و همکاران (۲۲)، کاپیو (۱۱، ۸) و چاول[1] و همکاران (۹) است. مسترز و همکاران (۳۱) بیان کردند که محدود کردن محیط در مراحل اولیهٔ یادگیری، مزایای یادگیری رویه‌ای را به‌وسیلهٔ کاهش بار بر فرایندهای حافظهٔ کاری فراهم کرده و از استراتژی آزمون فرضیه جلوگیری می‌کند. ازاین‌رو به‌دلیل محدودیت در فرایند آزمون فرضیه در حین تمرین یادگیرندگان کم‌خطا دسترسی کمتری به دانش آگاهانه مرتبط با تکلیف دارند. رویکردهای یادگیری ضمنی ارائه‌شده توسط نظریهٔ بازپردازش پیشنهاد می‌کنند که عملکرد حرکتی با استفاده از دانش مرتبط با تکلیف و نظارت و کنترل آگاهانه حرکات تخریب می‌شوند. لام و همکاران (۳۲) معتقدند مهارت‌های حرکتی که به شیوهٔ کم‌خطا کسب می‌شوند، به پردازش‌های شناختی کمتری وابسته‌اند، در نتیجه فضای بیشتری از حافظهٔ کاری را برای پاسخ به تکلیف ثانویهٔ شنیداری در اختیار افراد قرار می‌دهد. مزایای راهبردهای یادگیری حرکتی ضمنی اغلب از طریق نظریهٔ بازپردازش آگاهانه توضیح داده می‌شود (۱). فرایندهای حرکتی خودکار اگر به‌صورت آگاهانه از دانش اخباری مرتبط با تکلیف برای کنترل حرکات استفاده کنند، می‌توانند مختل شود. فرضیهٔ بازپردازش آگاهانه عنوان می‌کند که یادگیرندهٔ پرخطا یک استراتژی آزمون فرضیه (دانش آشکار) را برای تصحیح اشتباهات به‌کار می‌برد و ازاین‌رو دانش آشکار مرتبط با راه‌حل‌های حرکتی را در استخر بزرگی انباشت می‌کند. براساس این فرضیه یکی از دلایل افت عملکرد در شرایط تکلیف ثانویه این است که دانش آشکار مرتبط با انجام تکلیف بازپردازش خودآگاه می‌شود و این امر به اختلال در عملکرد می‌انجامد. مکسول و همکاران (۲۱) عنوان کردند که افت عملکرد در گروه‌های آشکار (پرخطا و تصادفی) نشان‌دهندهٔ وابستگی شرکت‌کنندگان این گروه‌ها به دانش آشکار و کلامی است. در نتیجه گروه‌های پرخطا و تصادفی به‌دلیل انباشت مجموعه‌ای از دانش آشکار مستعد بازپردازش و سرمایه‌گذاری مجدد شدند و ازاین‌رو آنها دچار اختلال عملکرد در شرایط تکلیف ثانویه می‌شوند. گروه‌های پرخطا و

1. Chauvel

www.SID.ir

Archive of SID

تصادفی سطوح بالاتری از پردازش شناختی دانش مرتبط با تکلیف را تکامل می‌دهند و به وابستگی بیشتری به فرایندهای آشکار در شرایط تکلیف ثانویه منجر می‌شوند، در نتیجه به افت عملکرد می‌انجامد.

یکی از دلایل احتمالی که گروه تصادفی و پرخطا عملکرد ضعیفی در آزمون تکلیف ثانویه داشتند، استفاده از دانش اخباری در انجام همزمان دو تکلیف است. یون (۵) بیان کرد که اثر تداخل زمینه‌ای (تمرین تصادفی) از دانش اخباری بهره می‌برد. دانش استفاده‌شده توسط یادگیرنده‌های کم‌خطا ماهیتاً ضمنی است و به‌طور آگاهانه کمتر قابل دسترس است، گروه کم‌خطا هنگام یادگیری (ساده به مشکل) تکلیف زمان‌بندی نسبی از حافظهٔ کاری کمتری استفاده کردند، به‌طوری‌که این کاهش استفاده از حافظهٔ کاری برای اجرای تکلیف زمان‌بندی برای شرکت‌کنندگان این امکان را فراهم ساخت که منابع حافظهٔ کاری بیشتری به تکلیف ثانویه اختصاص دهند و در نتیجه موجب عملکرد دقیق‌تر و باثبات‌تر نسبت به گروه‌های دیگر (تصادفی و پرخطا) شد (۲۲، ۲۱، ۹، ۲، ۱) مسترز (۱) استدلال کرد که یادگیری ضمنی انباشت دانش اخباری را محدود می‌کند و فرصت برای پدیدهٔ بازپردازش را کاهش می‌دهد. ون جنیکن و همکاران (۱۳) در مطالعه‌ای دریافتند که تمایل به بازپردازش آگاهانه با فریز کردن درجات آزادی و به‌دنبال آن تخریب عملکرد حرکتی در شرایط یادگیری پرخطا ارتباط مثبتی داشت، درحالی‌که در شرایط کم‌خطا، تمایل به کنترل آگاهانه با فریز کردن درجات آزادی مکانیکی ارتباطی نداشت. این یافته نشان می‌دهد که یادگیری ضمنی ممکن است اثر بازپردازش آگاهانه بر کینماتیک حرکات مانند فریز کردن درجات آزادی را تعدیل و محدود کند.

اگرچه نظریه‌پردازان سنتی یادگیری حرکتی معتقدند که ارائهٔ دانش آشکار توسط مربیان برای یادگیری موفقیت‌آمیز مهارت‌های حرکتی ضروری است، اخیراً مطالعات نشان داده‌اند که الزاماً دانش آشکار بیشتر مرتبط با مهارت حرکتی برای یادگیری بهتر نیست (۳). مسترز و مکسول (۲، ۱) استدلال کردند که مقدار دانش آشکار شاخصی از وابستگی به حافظهٔ کاری در طول یادگیری است. در این زمینه، پروتکل گزارش کلامی برای اندازه‌گیری میزان دانش آشکار به‌کار رفت. در پروتکل گزارش کلامی گروه کم‌خطا نسبت به گروه‌های کنترل، پرخطا و تصادفی میزان دانش آگاهانه و آشکار مرتبط با تکلیف زمان‌بندی کمتری را گزارش دادند. در واقع گروه کم‌خطا به فرایندهای آگاهانه نسبت به گروه‌های دیگر کمتر وابسته‌اند. یافته‌های این تحقیق در گزارش کلامی در گروه کم‌خطا همسو با یافته‌های تحقیقات قبلی است. تعداد قوانین صریح (دانش آشکار) عامل مهمی در تخریب عملکرد در شرایط تکلیف ثانویه است (۳۲، ۲۳، ۱۳، ۱۱، ۹، ۸، ۱). در تحقیقات مذکور ارتباط مستقیمی بین تعداد قواعد آشکار و دانش مرتبط

www.SID.ir

Archive of SID

با تکلیف و کاهش عملکرد تحت فشار نشان داده شده است. در همین زمینه برخی تحقیقات نشان داده‌اند که وابستگی به پردازش اطلاعات کلامی هنگام برنامه‌ریزی حرکتی در تمرین کم‌خطا کاهش پیدا می‌کند که این مسئله از شاخص‌های مهم افزایش کارایی روانی حرکتی است. افزایش کارایی حرکت موجب کاهش تعامل بین مناطق پردازش کلامی و برنامه‌ریزی حرکتی قشر مغز در حین حرکت می‌شود. کاهش کنترل کلامی به‌وسیلهٔ یادگیری کم‌خطا ممکن است ظرفیت حافظهٔ کاری برای پردازش اطلاعات همزمان تکالیف دیگر را آزاد کرده و این امکان را فراهم سازد که عملکرد پایدارتر در شرایط ثانویه حفظ شود. مسترز عنوان کرد پروتکل‌های مختلف آرایش تمرین ضمنی به انباشت حداقل دانش کلامی و عملکرد بهتر در شرایط انجام همزمان چند تکلیف منجر می‌شوند. همچنین در شمارش تون صدا تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت. همهٔ گروه‌ها تکلیف شمارش تون صدا را با دقت نسبتاً خوبی انجام دادند، به شکلی که از تکلیف ثانویه برای دقت بیشتر در انجام تکلیف زمان‌بندی صرف‌نظر نکردند. بنابراین تخصیص منابع توجه به تکلیف اولیهٔ زمان‌بندی نسبی و تکلیف ثانویهٔ شمارش تون صدا تفاوت‌های عملکردی در شرایط تکلیف ثانویه بین گروه‌ها را توضیح نمی‌دهد.

یکی از ویژگی‌های جدید تحقیق حاضر توسعهٔ ادبیات یادگیری ضمنی و یادگیری آشکار (تداخل زمینه‌ای) در تکالیف آزمایشگاهی است. در تحقیق حاضر براساس نظریهٔ نقطهٔ چالش گوداگنولی و لی (۲۸) و همچنین یافته‌های بوزارد (۲۵)، ماهیت تکلیف و پیچیدگی تکلیف یکی از عوامل تأثیرگذاری است که می‌تواند نقش آرایش‌های مختلف تمرین کم‌خطا، پرخطا و تصادفی را در مقایسه با هم به‌خوبی نشان دهد (۲۹،۳). نتایج تحقیق حاضر از فرضیهٔ یادگیری ضمنی مسترز (۳۱) حمایت کرد، به شکلی که سازماندهی برنامه‌های تمرینی که میزان خطاها را در طول تمرین کاهش دهد، یادگیری بهینه‌ای را در تکلیف زمان‌بندی نسبی به‌عنوان یک بعد جدید فراهم کرد.

منابع و مآخذ

1. Masters R, Maxwell J. The theory of reinvestment. International Review of Sport and Exercise Psychology. 2008;1(2):160-83.
2. Maxwell J, Masters R, Kerr E, Weedon E. The implicit benefit of learning without errors. The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A. 2001;54(4):1049-68.
3. Ong NTT. Perceptions of performance success and motor learning: University of British Columbia; 2018.
4. Magill RA, Anderson DI. Motor Learning and Control: Concepts and applications: McGraw-Hill New York; 2007.

www.SID.ir

Archive of SID

5. Bertollo M, Berchicci M, Carraro A, Comani S, Robazza C. Blocked and random practice organization in the learning of rhythmic dance step sequences. Perceptual and Motor Skills. 2010;110(1):77-84.
6. Lee TD. Contextual interference: Generalizability and limitations. Skill Acquisition in Sport: Routledge; 2012. p. 105-19.
7. Rendell MA, Masters RS, Farrow D, Morris T. An implicit basis for the retention benefits of random practice. Journal of Motor Behavior. 2010;43(1):1-13.
8. Capio CM, Poolton J, Sit C, Eguia K, Masters R. Reduction of errors during practice facilitates fundamental movement skill learning in children with intellectual disabilities. Journal of Intellectual Disability Research. 2013;57(4):295-305.
9. Chauvel G, Maquestiaux F, Hartley AA, Joubert S, Didierjean A, Masters RS. Age effects shrink when motor learning is predominantly supported by nondeclarative, automatic memory processes: Evidence from golf putting. The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 2012;65(1):25-38.
10. Savelsbergh G, Cañal-Bruland R, van der Kamp J. Error reduction during practice: A novel method for learning to kick free-kicks in soccer. International Journal of Sports Science & Coaching. 2012;7(1):47-56.
11. Capio CM, Poolton JM, Eguia KF, Choi CS, Masters RS. Movement pattern components and mastery of an object control skill with error-reduced learning. Developmental neurorehabilitation. 2017;20(3):179-83.
12. Van Ginneken W, Capio C, Poolton J, Choi C, Masters R, editors. The effect of errorless versus errorful learning on generalized motor program learning and parameterization learning. 19th ECSS Annual Congress 2014; 2014: The Congress.
13. van Ginneken WF, Poolton JM, Capio CM, van der Kamp J, Choi CS, Masters RS. Conscious control is associated with freezing of mechanical degrees of freedom during motor learning. Journal of Motor Behavior. 2018;50(4):436-56.
14. Lee TD, Eliasz KL, Gonzalez D, Alguire K, Ding K, Dhaliwal C. On the role of error in motor learning. Journal of Motor Behavior. 2016;48(2):99-115.
15. Levac D, Driscoll K, Galvez J, Mercado K, O'Neil L. OPTIMAL practice conditions enhance the benefits of gradually increasing error opportunities on retention of a stepping sequence task. Human Movement Sciences. 2017;56:129-38.
16. Sanli EA, Lee TD. What roles do errors serve in motor skill learning? An examination of two theoretical predictions. Journal of Motor Behavior. 2014;46(5):329-37.
17. Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. Psychological Review. 1975;82(4):225.
18. Mount J, Pierce SR, Parker J, DiEgidio R, Woessner R, Spiegel L. Trial and error versus errorless learning of functional skills in patients with acute stroke. NeuroRehabilitation. 2007;22(2):123-32.
19. Rohbanfard H, Proteau L. Effects of the model's handedness and observer's viewpoint on observational learning. Experimental Brain Research. 2011;214(4):567.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Shea CH, Wulf G. Schema theory: A critical appraisal and reevaluation. Journal of Motor Behavior. 2005;37(2):85-102.
21. Maxwell JP, Capio CM, Masters RS. Interaction between motor ability and skill learning in children: Application of implicit and explicit approaches. European Journal of Sport Science. 2017;17(4):407-16.
22. Poolton J, Masters R, Maxwell J. The relationship between initial errorless learning conditions and subsequent performance. Human Movement Sciences. 2005;24(3):362-78.
23. Wong AW-K, Tse AC-Y, Ma EP-M, Whitehill TL, Masters RS. Effects of error experience when learning to simulate hypernasality. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2013.
24. Zareian E, Arab M, Barani K, Dastfal M. The role of errorful and errorless training on error detection and learning of tracking task. Turkish Journal of Sport and Exercise. 2015;17(1):61-6.
25. Buszard T, Reid M, Krause L, Kovalchik S, Farrow D. Quantifying contextual interference and its effect on skill transfer in skilled youth tennis players. Frontiers in Psychology. 2017;8:1931.
26. Van Duijn T. The Influence of Analogy Instructions on Motor Skills: Processing, Preference and Performance: The University of Waikato; 2018.
27. McClelland JL, Thomas AG, McCandliss BD, Fiez JA. Understanding failures of learning: Hebbian learning, competition for representational space, and some preliminary experimental data. Progress in Brain Research. 121: Elsevier; 1999. p. 75-80.
28. Guadagnoli MA, Lee TD. Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. Journal of Motor Behavior. 2004;36(2):212-24.
29. Hikosaka O, Nakahara H, Rand MK, Sakai K, Lu X, Nakamura K, et al. Parallel neural networks for learning sequential procedures. Trends in Neurosciences. 1999;22(10):464-71.
30. Thelen E, Smith LB. A dynamic systems approach to the development of cognition and action: MIT press; 1996.
31. Masters RS. Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. British Journal of Psychology. 1992;83(3):343-58.
32. Lam W, Maxwell J, Masters R. Analogy versus explicit learning of a modified basketball shooting task: Performance and kinematic outcomes. Journal of Sports Sciences. 2009;27(2):179-91.

www.SID.ir