



Original Article

Addressing the Effect of Contextual Interference and Errorless Learning on Performance Under Psychological Pressure

Sasan Ahmadi Shouli¹, Davoud Fazeli² , GholamHossein Nazemzadegan³

1. Master Student of Motor Behavior, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
2. Assistant Professor of Motor Behavior, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
3. Assistant Professor of Motor Behavior, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Received: 2023/04/14, Revised: 2024/09/29, Accepted: 2024/10/15

* Corresponding Author: Davoud Fazeli, E-mail: d.fazeli@shirazu.ac.ir, Tel: 09185514992

How to Cite: Ahmadi Shouli, S; Fazeli, D; & Nazemzadegan, Gh. (2024). Addressing the Effect of Contextual Interference and Errorless Learning on Performance Under Psychological Pressure. *Motor Behavior*, 16(57), 87-100. In Persian.

Extended Abstract

Background and Purpose

Contextual interference refers to the interference in performance and learning that arises from practicing multiple tasks or variations of a task simultaneously (1). According to this concept, high contextual interference during practice leads to poorer performance during acquisition but enhances performance in retention or transfer tests (2). However, research demonstrating the effects of contextual interference has primarily used laboratory tasks, with limited evidence from real-world sports tasks (3, 4). One potential reason for this discrepancy is the difficulty level of real-world tasks, which may create an inappropriate level of functional task difficulty when high contextual interference is applied. In contrast, the reinvestment theory posits that errors during learning are detrimental, as they can lead to a decline in performance under pressure or retention conditions (5). The challenge point framework offers a middle ground, suggesting that optimal learning occurs when the amount of information provided to the learner is balanced (6). This study aimed to investigate the effects of contextual interference and errorless learning on the shot accuracy of soccer players under psychological pressure.

Materials and Methods

Fifty boys aged 10–12 years participated in this study. A size 4 soccer ball (circumference: 25–26 inches; weight: 310–370 grams) and a goal (3 meters wide × 2 meters high) appropriate for the age group were used. The standardized Moore-Christiansen shooting test, validated for children, was employed to assess performance. Participants were randomly assigned to five groups: random



practice, blocked practice, increasing interference, errorless learning, and control. A pre-test involving 12 shots from three distances (5, 6, and 7 meters) was conducted. Participants then practiced for four days (three blocks of 12 trials per day) according to their group protocols. One week after the final practice session, a retention test (similar to the pre-test) and two transfer tests (one at an 8-meter distance and one under psychological pressure) were conducted.

Findings

The results of the acquisition phase showed that the increasing interference group outperformed other groups in terms of accuracy ($p < 0.05$). During the retention test, the random practice group demonstrated higher accuracy than the blocked and errorless groups ($p < 0.05$). In the transfer tests, the control and errorless groups exhibited significantly lower accuracy compared to other groups ($p < 0.05$). Under psychological pressure, the control and errorless groups performed the weakest, with no significant differences observed among the other groups ($p > 0.05$).

Discussion

The findings suggest that incremental contextual interference enhances performance during the acquisition phase but does not necessarily improve retention compared to random or blocked practice. The lack of significant differences in retention may be attributed to the discrete nature of performance outcome measures or the relatively short training period. Contrary to the reinvestment hypothesis, the errorless learning group performed poorly under psychological pressure, possibly due to the method used to implement errorless learning. These results highlight the importance of task difficulty and practice structure in motor learning and suggest that contextual interference may be more effective than errorless learning in real-world sports tasks.

Keywords: Contextual Interference, Errorless Learning, Psychological Pressure, Soccer, Motor Learning, Skill Acquisition



رفتار حرکتی

Journal homepage: <https://mbj.ssric.ac.ir>



مقاله پژوهشی

بررسی اثر تداخل زمینه‌ای و یادگیری کم خطا بر اجرا در شرایط فشار روان‌شناختی

ساسان احمدی شولی^۱، داود فاضلی^۲ , غلام‌حسین ناظم‌زادگان^۳

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد رفتار حرکتی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز.

۲. استادیار رفتار حرکتی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز

۳. استادیار رفتار حرکتی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۵، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۷/۰۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۴

* Corresponding Author: Davoud Fazeli, E-mail: d.fazeli@shirazu.ac.ir, Tel: 09185514992

How to Cite: Ahmadi Shouli, S; Fazeli, D; & Nazemzadegan, Gh. (2024). Addressing the Effect of Contextual Interference and Errorless Learning on Performance Under Psychological Pressure. Motor Behavior, 16(57), 87-100. In Persian.

چکیده

هدف تحقیق حاضر بررسی اثر تداخل زمینه‌ای فزاینده و یادگیری کم خطا بر دقت شوت بازیکنان فوتبال بود؛ بر این اساس، ۵۰ شرکت‌کننده مبتدی (دامنه سنی ۱۰ تا ۱۲ سال) راست‌پا بر اساس روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به‌طور تصادفی به پنج گروه (تداخل فزاینده، کم خطا، مسدود، تصادفی و کنترل) تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان بعد از اجرای یک پیش‌آزمون (۱۲ کوشش) به تمرین شوت فوتبال به مدت چهار روز (هر روز سه بلوک دوازده کوششی) پرداختند. یک هفته بعد از آخرین روز تمرین، یک آزمون یادداری مشابه با پیش‌آزمون اجرا شد. سپس دو آزمون انتقال با استفاده از فاصله متفاوت و دست‌کاری فشار روان‌شناختی اجرا شد. نتایج پژوهش نشان داد که گروه تداخل افزایشی در مقایسه با سایر گروه‌ها در مرحله اکتساب دقت بیشتری داشت. همچنین گروه تصادفی در مقایسه با گروه مسدود در مرحله یادداری دقت بیشتری داشت. به‌طور جالب‌توجهی، گروه کم خطا در هر دو آزمون انتقال در مقایسه با سایر گروه‌ها دقت کمتری داشت. این یافته‌ها براساس پیشینه نظری زیربنای تداخل زمینه‌ای و همچنین محدودیت‌های موجود در این پژوهش تفسیر شد.

واژگان کلیدی: تداخل زمینه‌ای، تداخل فزاینده، یادگیری کم خطا.



مقدمه

یادگیری حرکتی عبارت است از تغییرات نسبتاً دائمی در رفتار حرکتی که از طریق تجربه و تمرین حاصل می‌شود؛ به عبارت دیگر، یادگیری حرکتی مجموعه‌ای از فرایندهای همراه با تمرین یا تجربه است که به تغییرات نسبتاً پایدار در قابلیت اجرای ماهرانه حرکات منجر می‌شود (۱). از جمله عوامل مؤثر بر اکتساب مهارت‌های حرکتی، شیوه سازمان‌دهی تمرین است. پژوهشگران رفتار حرکتی به دنبال بهترین راه برای یادگیری مهارت هستند. روش‌های مختلفی برای بهینه‌سازی یادگیری حرکتی وجود دارد که از جمله می‌توان به تغییرپذیری تمرین (۲)، تداخل زمینه‌ای (۳) و یادگیری کم‌خطا (۴) اشاره کرد. تداخل زمینه‌ای تداخل در عملکرد و یادگیری تعریف می‌شود که از تمرین کردن گونه‌های مختلفی از یک تکلیف (یا چند تکلیف) به صورت هم‌زمان به وجود می‌آید (۵). براساس این ایده، ایجاد تداخل در حین تمرین موجب اجرای ضعیف در هنگام اکتساب خواهد شد، اما عملکرد در آزمون یادداری یا انتقال را بهتر خواهد کرد (۳).

دلایل احتمالی متعددی برای اثر تداخل زمینه‌ای ذکر شده است، اما متون مربوط به این زمینه تحقیقاتی دو دلیل را به صورت متعدد ذکر کرده‌اند: استدلال اول، فرضیه‌ای به نام فراموشی و بازسازی مجدد است. لی و مگیل^۱ (۶، ۷) پیشنهاد می‌کنند که تداخل باعث فراموشی طرح‌های عمل در حافظه کاری می‌شود؛ بنابراین باید این طرح‌ها در هر تلاش جدید تحت شرایط تصادفی بازسازی شوند. این فرایند فراموشی و بازسازی مجدد موجب تقویت ساختار بازنمایی ذهنی عمل در حافظه خواهد شد و در نتیجه باعث افزایش یادداری و انتقال می‌شود (۵)؛ دلیل دوم، فرضیه‌ای به نام پردازش جزئی‌تر و متمایزتر است. دیدگاه پردازش جزئی‌تر و متمایزتر (۳) عنوان می‌کند که تمرین تصادفی برای یادگیرنده فرصتی را فراهم می‌کند که تکالیف را با هم مقایسه کند. در نتیجه این مقایسه، یادگیرنده تفاوت‌های بین اعمال را بهتر درک کرده و در نتیجه بازنمایی غنی از تکالیف ایجاد می‌کند که این امر موجب اجرای بهتر در آزمون یادداری می‌شود.

فرضیه‌های یادشده در مورد تداخل زمینه‌ای شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با هم دارند. شباهت این دو فرضیه در این است که هر دو ایجاد بازنمایی قوی‌تر توسط تمرین با تداخل زیاد را علت اصلی اجرای بهتر در یادداری می‌دانند، اما تفاوت این دو فرضیه در روش ایجاد بازنمایی قوی‌تر است. براساس فرضیه فراموشی و بازسازی مجدد (۶، ۷)، تداخل زمینه‌ای در شرایطی رخ می‌دهد که تکالیفی با برنامه حرکتی متفاوت تمرین شود و مقدار تداخل ایجادشده توسط تغییر در پارامتر یک برنامه حرکتی مشابه به اندازه‌ای نیست که به بازنمایی ذهنی قوی‌تر منجر شود؛ به همین دلیل، اثر تداخل زمینه‌ای در این حالت مشاهده نمی‌شود (۸)؛ این درح‌الی است که دیدگاه پردازش جزئی‌تر معتقد است مقایسه تکالیف مختلف و با پارامترهای مختلف از یک برنامه در حالت تصادفی در مقایسه با حالت مسدود به ایجاد بازنمایی قوی‌تر در ذهن فرد منجر می‌شود و می‌تواند یادگیری را تقویت کند (۹).

این اختلاف در متون مرتبط با تداخل زمینه‌ای به همین موارد ختم نمی‌شود. مرور پژوهش‌ها در این زمینه نشان می‌دهد، تحقیقاتی که موفق شده‌اند اثر تداخل زمینه‌ای را نشان دهند، بیشتر از تکالیف آزمایشگاهی استفاده کرده‌اند و در این زمینه کمتر پژوهشی وجود دارد که اثر تداخل زمینه‌ای را با استفاده از تکالیف ورزشی واقعی و یا تکالیف میدانی نشان دهد (۱۰، ۱۱). مطالعات اجمالی و تحلیل‌ها در باب پژوهش‌های میدانی در ارتباط با علوم ورزشی و یادگیری مهارت، نشان داده‌اند که شکل

1. Lee & Magill

تمرین تصادفی (در مقابل مسدود) است، اکثر مواقع در مرحله اکتساب نمی‌تواند پیشرفت درخور ملاحظه‌ای در بازده یادگیرنده به وجود آورد (۸، ۱۱، ۱۲). این جنبه زمانی آشکارتر است که فعالیت‌های حرکتی، مشکل و دارای الگوی حرکتی پیچیده باشد یا سطح مهارت و یا سن فراگیر پایین باشد (۱۳، ۱۴).

یکی از عواملی که می‌تواند مانع دیده شدن اثر تداخل زمینه‌ای در تکالیف واقعی باشد، سطح دشواری تکلیف است. احتمال دارد که در تکالیف ورزشی واقعی به دلیل بالا بودن سطح دشواری آن‌ها در شرایطی که تداخل زمینه‌ای بالا استفاده می‌شود، سطح نامناسبی از دشواری کارکردی تکلیف ایجاد شود که همین موضوع موجب حذف اثر مثبت تداخل زمینه‌ای در این تکالیف شود. بر اساس دیدگاه نقطه چالش (۱۵)، به‌منظور بهینه‌سازی یادگیری حرکتی باید سطح دشواری کارکردی تکلیف بهینه باشد. گواداگنولی^۱ و لی (۱۵) اعتقاد دارند که سطح دشواری کارکردی تکلیف باید متناسب با سطح اجرای یادگیرنده باشد و همواره چالش باید به‌گونه‌ای باشد که یادگیرنده را در حل مسئله درگیر کند. براساس این چارچوب، روش‌های تمرینی مختلفی ایجاد شده است که در تعدیل سطح دشواری کارکردی تکلیف در تناسب با سطح اجرای یادگیرنده سعی داشته‌اند؛ ازجمله این موارد می‌توان به تداخل زمینه‌ای فزاینده اشاره کرد. استدلال بر این است که با افزایش تدریجی تداخل زمینه‌ای در تکالیف، سطح دشواری کارکردی تکلیف متناسب با سطح عملکرد یادگیرنده تغییر می‌کند و همین موضوع شاید بتواند باعث ایجاد نقطه چالش بهینه برای آن تکلیف شود؛ به عنوان مثال، پورتر^۲ و مگیل نشان دادند که استفاده از تداخل زمینه‌ای فزاینده می‌تواند در یادگیری تکلیف ضربه گلف مؤثر باشد (۱۶). همچنین نشان داده شده است که ایجاد تداخل به روش فزاینده می‌تواند به بازنمایی قوی‌تر و همچنین اجرای بهتر یادداری تکلیف پرتاب آزاد بسکتبال منجر شود (۱۷). علاوه بر این، در پژوهشی دیگر به بررسی اثر دو روش افزایش تدریجی درون‌جلسه‌ای و درصدی تداخل زمینه‌ای بر یادگیری دقت مهارت پرتابی در کودکان پرداخته شد (۱۸). نتایج این تحقیق نشان داد که شیوه افزایش تدریجی تداخل زمینه‌ای درون‌جلسه‌ای در مقایسه با شیوه افزایش تدریجی درصدی می‌تواند موجب افزایش عملکرد دقت پرتاب در پسران دانش‌آموز پایه اول شود. همچنین بیک و فاضلی نشان دادند که استفاده از یک روش افزایش تداخل به‌صورت الگوریتم مانند می‌تواند در مقایسه با تداخل زمینه‌ای کلاسیک (تداخل بالا و پایین) اثربخشی بیشتری بر یادگیری داشته باشد (۱۹).

در مقابل ایده تداخل زمینه‌ای، نظریه بازپردازش آگاهانه قرار دارد که اعتقاد دارد وجود خطا برای یادگیری مضر است. براساس این دیدگاه، افت در عملکرد زمانی دیده می‌شود که کنترل عمل فرد بعد از اینکه خودکار می‌شود، به سطح آگاهانه بازمی‌گردد، که این حالت ممکن است در آزمون یادداری یا در شرایط تحت‌فشار رخ دهد (۲۰). به اعتقاد این دیدگاه، بازپردازش آگاهانه در حالتی که فرد تکلیف را تحت فرایندهای ناآگاهانه یادگرفته باشد، رخ نمی‌دهد. این موضوع به این معنی است که فرایندهای پنهان در یادگیری حرکتی در مقایسه با فرایندهای آشکار می‌تواند موجب حفظ عملکرد در شرایط تحت‌فشار شود. طبق این دیدگاه، خطاهایی که در حین تمرین روی می‌دهد، دلیل پردازش آشکار (آگاهانه) توسط فرد است (۲۱)؛ بنابراین فرایندهای یادگیری کم‌خطا در ابتدای مرحله اکتساب منجر به یادگیری پنهان می‌شود که این امر یادگیری را نسبت به فراموشی در آزمون یادداری و عملکرد در شرایط تحت‌فشار مقاوم خواهد کرد (۲۱). برای این دیدگاه شواهد متعددی وجود دارد؛ ازجمله می‌توان به تحقیق مکسول^۳ و همکاران اشاره کرد که روی ضربه گلف اجرا شد و نتایج نشان داد که یادگیری به روش کم‌خطا

1. Guadagnoli

2. Porter

3. Maxwell

موجب عملکرد بهتری می‌شود (۴).

دو دیدگاه تداخل زمینه‌ای و بازپردازش آگاهانه در دو سوی پیوستار قرار دارد: یکی خطا را برای یادگیری مفید می‌داند (تداخل زمینه‌ای) و دیگری وقوع خطا را برای یادگیری حرکتی موضوعی مضر در نظر می‌گیرد (بازپردازش آگاهانه)، اما به نظر می‌رسد در این میان چارچوب نقطه چالش حد وسطی بین این دو باشد. براساس چارچوب نقطه چالش (۱۵)، برای اینکه یادگیری به‌صورت بهینه رخ دهد باید میزان اطلاعات دریافتی توسط یادگیرنده بهینه باشد. طبق این دیدگاه، میزان تفاوت بین هدف مدنظر و اجرای واقعی (میزان خطا)، خود نوعی اطلاعات است که باید در سطح بهینه کنترل شود. اگر میزان ورودی اطلاعات از مقدار بهینه کمتر یا بیشتر باشد، یادگیری آسیب خواهد دید. به‌منظور بهینه‌سازی میزان اطلاعات دریافتی توسط یادگیرنده باید سطح چالش کارکردی تکلیف با سطح مهارت یادگیرنده متناسب باشد. این تناسب از این دیدگاه موجب حفظ انگیزش یادگیرنده برای ادامه فرایند یادگیری و درنهایت بهبود یادگیری خواهد شد (۱۹).

اگرچه تداخل زمینه‌ای موضوع پژوهشی است که پیشینه طولانی در متون رفتار حرکتی دارد، چند موضوع اجرای پژوهش را ضروری می‌کند. ابتدا باید خاطر نشان شد که به‌رغم نشان داده شدن تأثیر تداخل زمینه‌ای بر تکالیف آزمایشگاهی و تکالیف ساده، هنوز درمورد اثربخشی این نوع روش تمرینی در تکالیف واقعی ورزشی توافق نظر زیادی وجود ندارد (۱۰). همچنین در بیشتر موارد پژوهش‌های مختلف به بررسی تأثیر تداخل زمینه‌ای زیاد و کم یا اشکال مختلفی از تداخل زمینه‌ای (فزاینده و یا کاهنده) پرداخته‌اند و در کمتر به مقایسه این روش تمرینی با سایر روش‌های تمرینی ذکر شده در متون رفتار حرکتی پرداخته شده است. با توجه به نقش خطا در فرایند یادگیری حرکتی و همچنین مبانی نظری که از نقش خطا به‌عنوان بار اطلاعاتی یاد می‌کند (۱۵)، مقایسه این روش تمرینی با سایر روش‌هایی که خطای بیشتر یا کمتر در حین تمرین ایجاد می‌کنند، ضروری به نظر می‌رسد. همچنین با توجه به نقش خطا در اجرا در شرایط فشار روان‌شناختی (۲۱) و همچنین رواج پدیده انسداد تحت فشار در محیط واقعی ورزش، بررسی نقش این روش تمرینی به همراه سایر روش‌های دیگر در شرایط فشار روان‌شناختی اهمیت پیدا می‌کند؛ موضوعی که در بسیاری از پژوهش‌ها به آن پرداخته نشده است؛ بر همین اساس، در این پژوهش سعی بر آن است با استفاده از یک تکلیف واقعی اثربخشی انواع روش‌های تمرینی در شرایط اجرای تحت فشار روان‌شناختی بررسی شود. هرکدام از روش‌های استفاده شده در این پژوهش به لحاظ نظری ادعا دارند که باعث یادگیری بهتر و اثربخشی بهتر برای اجرا در شرایط فشار روان‌شناختی خواهند شد؛ از این رو سعی بر آن است در یک پژوهش اثربخشی آن‌ها بر یادگیری یک مهارت واقعی ورزشی و اجرا در شرایط فشار روان‌شناختی بررسی شود.

روش پژوهش

شرکت‌کنندگان در این تحقیق، ۵۰ نفر پسر با دامنه سنی ۱۰-۱۲ بودند. همه شرکت‌کنندگان راست پا بودند و سابقه شکستگی یا بیماری نداشتند که هماهنگی حرکتی آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. گفتنی است قبل از اجرای تحقیق از والدین کودکان رضایت‌نامه گرفته شد.

ابزارهای پژوهش: توپ سایز ۴ مناسب برای رده سنی ۱۰ تا ۱۲ سال که محیط آن بین ۲۵ تا ۲۶ اینچ بود و وزنی حدود ۳۱۰-۳۷۰ گرم داشت. دروازه مناسب رده سنی ۱۰ تا ۱۲ دارای طول ۳ متر و ارتفاع ۲ متر بود و آزمون استاندارد شده شوت مور-کریستین که این آزمون برای کودکان اعتبار یابی شده است. ضریب همبستگی درون‌طبقه‌ای برای این آزمون ۰/۷۵ به

دست آمد و اعتبار سازه آن نیز معنادار بود (۲۲).

روش اجرا: ابتدا شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به پنج گروه ۱۰ نفره (تصادفی، مسدود، افزایشی، کم خطا و کنترل) تقسیم شدند. در ادامه برای شرکت‌کنندگان پیش‌آزمون اجرا شد. پیش‌آزمون شامل ۱۲ ضربه از سه نقطه با فاصله ۵، ۶، و ۷ متری بود. به منظور سنجش دقت شوت شرکت‌کنندگان از آزمون تعدیل شده شوت مور-کریستین استفاده شد. این آزمون شامل دو دایره با قطر نیم متر در قسمت پایین سمت راست و چپ میله‌های عمودی دروازه است. اگر فرد شوت زده شده را به سمت هدف مدنظر بزند و آن را وارد هدف کند، ۱۰ امتیاز به او تعلق می‌گیرد و اگر توپ به تیرک عمودی سمت همان هدف یا طناب آن هدف برخورد کند، چهار امتیاز به او تعلق خواهد گرفت. اگر توپ به تیرک افقی یا فضای وسط دروازه برخورد کند، امتیازی به فرد تعلق نخواهد گرفت.

گروه‌ها براساس گروه‌بندی خود به تمرین پرداختند. گروه تصادفی در هر روز تمرینی سه بلوک ۱۲ کوششی را تمرین کردند که نحوه تمرین آن‌ها کاملاً تصادفی بود و از هیچ نقطه‌ای به صورت متوالی به سمت یک هدف ضربه زده نشد. گروه مسدود در هر روز ۳ بلوک ۱۲ کوششی را به صورت مسدود تمرین کرد؛ به این صورت که در هر بلوک ابتدا از یک نقطه شش ضربه به سمت هدف سمت راست زدند و سپس از همان فاصله شش ضربه به سمت هدف سمت چپ زدند. در بلوک‌های بعدی این کار برای فواصل دیگر تکرار کردند. گفتنی است به منظور جلوگیری از اثر ترتیب کوشش‌ها، نیمی از شرکت‌کنندگان در این گروه از هدف دور به سمت هدف نزدیک ضربه زدند و نیمی دیگر از هدف نزدیک به سمت هدف دور ضربه زدند. در گروه تداخل فزاینده در هر روز به صورت فزاینده تداخل افزایش یافت. در بلوک اول ترتیب اجرای کوشش‌های به صورت مسدود بود. روش اجرای تمرین مسدود به این صورت بود که از نقطه اول دو کوشش به سمت هدف سمت راست و دو کوشش به سمت هدف سمت چپ زدند و سپس به فاصله دیگر رفتند. این کار را برای تمام فواصل انجام دادند. در این گروه نیز در بلوک اول ترتیب اجرای کوشش کانتر بالانس بود که به نوعی اثر فاصله اهداف کنترل شد. در بلوک دوم افراد به صورت سریالی تمرین کردند. تمرین سریالی به این صورت بود که از هر فاصله یک شوت به سمت هر هدف زدند (با ترتیب ABC، و یا به صورت کانتر بالانس CBA) و سپس یک بار دیگر همین کار را تکرار کردند. بعد از تکمیل شش کوشش، مجدد به نقطه شروع بازگشتند و این بار به صورت سریالی به سمت هدف بعدی ضربه زدند در بلوک سوم، هر روز شرکت‌کنندگان ترتیبی تصادفی را تجربه کردند؛ به این صورت که به صورت تصادفی از یک فاصله به سمت یکی از اهداف ضربه زدند؛ با این قید که هیچ فاصله یا هدفی به صورت دو بار پشت سر هم تکرار نشد و از هر فاصله به سمت هر هدف دو ضربه زده شد.

گروه کم خطا به این صورت تمرین کردند که ابتدا از فاصله نزدیک شش کوشش را به سمت هدف سمت راست و شش کوشش را به سمت هدف سمت چپ انجام دادند. در بلوک دوم این کار را برای فاصله میانی اجرا کردند و در بلوک آخر این کار را برای فاصله دور اجرا نمودند. شرکت‌کنندگان چهار جلسه به این صورت تمرین کردند. سپس بعد از یک هفته بی‌تمرینی در یک آزمون یادداری مشابه با پیش‌آزمون شرکت کردند. بعد از پیش‌آزمون شرکت‌کنندگان در یک آزمون انتقال با فاصله هشت متر شرکت کردند. گروه کنترل تمرینی انجام ندادند و فقط در آزمون‌ها شرکت کردند.

بعد از آزمون انتقال اول، یک آزمون انتقال دیگر در شرایط تحت فشار گرفته شد. فاصله و نحوه اجرای این آزمون مشابه با شرایط پیش‌آزمون و یادداری بود، اما تفاوت این بود که افراد در شرایط فشار روان‌شناختی این آزمون را اجرا کردند. شرایط فشار به این صورت القا شد که به فرد گفته شد کسی که امتیاز اول در این تکلیف (ضربه شوت روی پا) را کسب کند، به وی ۲۰۰ هزار تومان جایزه داده خواهد شد. در ادامه به او گفته شد که امتیازش، وی را در جایگاه دوم قرار داده است و یک شانس

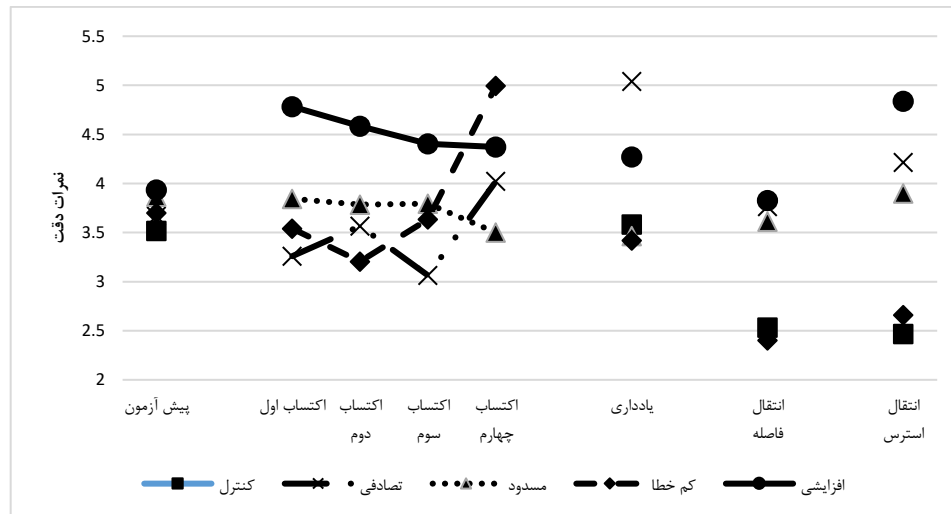
مجدد به او داده خواهد شد تا امتیاز اول را کسب کند و این تنها شانس وی خواهد بود. همچنین به او گفته شد که نمره فرد به خانواده، همکلاسی‌ها و باشگاه فوتبال (برای انتخاب در تیم) اعلام خواهد شد. بعد از اجرای آزمون با استفاده از یک چک‌لیست که شامل پاسخ‌های بله یا خیر به سؤالاتی بود که در ادامه آمده است، سطح استرس وی کنترل شد تا اطمینان حاصل شود که فرد دچار استرس شده است: «آیا بعد از آن صحبت‌ها احساس کردید که ضربان قلب شما بالاتر رفته است؟» «آیا احساس دلهره را در خود احساس کردید؟»

داده‌های دقت شرکت‌کنندگان ثبت شد. داده‌های دقت در مرحله پیش‌آزمون با استفاده از یک طرح تحلیل واریانس یک راهه تحلیل شد. در مرحله اکتساب برای بررسی تأثیر سطوح مختلف تداخل زمینه‌ای (فزاینده، تصادفی و مسدود) و یادگیری کم‌خطا بر دقت شوت فوتبال در مرحله اکتساب از آزمون تحلیل واریانس مرکب با ۴ (گروه‌های تجربی) $\times$ ۴ (روزهای اکتساب) استفاده شد که در عامل آخر خود دارای اندازه‌های تکراری بود. همچنین داده‌های مرحله یادداری و انتقال با استفاده از طرح تحلیل واریانس یک راهه تحلیل شد. همه تحلیل‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS اجرا شد.

نتایج

نتایج آزمون‌ها شاپیرو-ویلک و لوین، به‌ترتیب نشان‌دهنده نرمال بودن داده‌ها و همگن بودن واریانس‌ها بودند (همه $P > 0.05$). شکل (۱) نمودار عملکرد گروه‌ها را در مراحل مختلف نشان می‌دهد.

ابتدا به‌منظور اطمینان از نبود تفاوت معنادار بین گروه‌ها در پیش‌آزمون، داده‌های همه گروه‌ها در یک طرح تحلیل واریانس یک‌راهه تحلیل شد. نتایج نشان داد، تفاوت معناداری بین گروه‌ها در پیش‌آزمون وجود نداشت ($F < 1$). برای مرحله اکتساب، نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد که اثر اصلی گروه $F(3, 36) = 2.47$ و $P > 0.05$ ، $\eta^2_p = 0.17$ معنادار نبود، اما اثر اصلی روزهای اکتساب $F(2/32, 83/58) = 4.17$ و $P < 0.05$ ، $\eta^2_p = 0.10$ و تعامل گروه $\times$ روزهای اکتساب $F(6/96, 83/58) = 4.57$ و $P < 0.05$ ، $\eta^2_p = 0.27$ معنادار بود. نتایج آزمون تعقیبی برای اثر تعاملی نشان داد که همه گروه‌ها از بلوک اول به بلوک چهارم تغییرات معناداری را تجربه کردند (همه $P < 0.05$). همچنین نتایج این آزمون نشان داد که گروه افزایشی در بلوک اول در مقایسه با همه گروه‌ها تفاوت معناداری داشت (همه $P < 0.05$). در بلوک‌های دوم و سوم نیز در مقایسه با گروه تصادفی و گروه کم‌خطا تفاوت معناداری داشت (همه $P < 0.05$). مقایسه میانگین‌ها نتایج نشان داد، گروه افزایشی در مقایسه با بقیه گروه‌ها دقت بیشتری داشت. در بلوک چهارم فقط تفاوت بین گروه مسدود و کم‌خطا معنادار بود ($P < 0.05$) که مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده عملکرد بهتر گروه کم‌خطا بود.



شکل ۱- نمودار عملکرد دقت گروه‌ها در مراحل مختلف

Figure 1- Accuracy performance chart of groups at different stages

نتایج تحلیل واریانس برای مرحله یادداری نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود ($F(4, 49) = 4/86$ و $P < 0/05$). برای مقایسه دو به دو گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. نتایج نشان داد، اختلاف بین گروه تصادفی با سایر گروه‌ها (همه $P < 0/05$) به جز گروه افزایشی ($P > 0/05$) معنادار بود. گروه تصادفی در مقایسه با سایر گروه‌ها دقت بیشتری داشت. سایر تفاوت‌ها بین گروه‌ها معنادار نبود (همه $P > 0/05$).

نتایج آزمون تحلیل واریانس برای مرحله انتقال (با استفاده از تغییرفاصله) نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود ($F(4, 49) = 3/12$ و $P < 0/05$). برای مقایسه دو به دو بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. نتایج آزمون نشان داد که گروه‌های کنترل و کم خطا به طور معناداری در مقایسه با سایر گروه‌ها متفاوت عمل کردند (همه $P < 0/05$). سایر تفاوت‌ها در بین گروه‌ها معنادار نبود (همه $P > 0/05$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گروه‌های کنترل و کم خطا در این مرحله دقت کمتری در مقایسه با سایر گروه‌ها داشتند.

نتایج مرحله انتقال (با استفاده از فشار روان‌شناختی) نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود ($F(4, 49) = 6/33$ و $P < 0/05$). برای مقایسه دوتایی گروه‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. نتایج نشان داد که گروه‌های کنترل و کم خطا در مقایسه با سایر گروه‌ها تفاوت معناداری داشتند (همه $P < 0/05$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گروه‌های کم خطا و کنترل در این آزمون ضعیف‌ترین عملکرد را داشتند. سایر تفاوت‌های بین گروهی معنادار نبود (همه $P > 0/05$).

به منظور بررسی دست‌کاری شرایط فشار، اگر فردی به هرکدام از دو سؤال مطرح‌شده پاسخ مثبت می‌داد، به عنوان فردی در نظر گرفته می‌شد که دچار استرس شده است؛ بر همین اساس، در گروه کنترل ۹۰ درصد، گروه تصادفی ۸۰ درصد، گروه مسدود ۸۰ درصد، گروه کم خطا ۱۰۰ درصد و گروه فزاینده ۷۰ درصد گزارش دادند که حداقل یکی از علائم اضطراب و فشار را تجربه کردند.

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین تصادفی در مقایسه با تمرین مسدود در یادگیری یک تکلیف ورزشی در زمین واقعی مؤثر است. این یافته جزو محدود شواهد پژوهشی است که اثربخشی تداخل زمینه‌ای بالا را در تکالیف واقعی بیرون آزمایشگاه نشان می‌دهد. در پژوهش‌های کلاسیک تداخل زمینه‌ای، این اثر شامل دو قسمت است: قسمت اول شامل عملکرد ضعیف گروه تصادفی در مرحله اکتساب و عملکرد بهتر گروه مسدود در این مرحله است؛ اما مرحله دوم شامل اجرای بهتر گروه تصادفی در مقایسه با گروه مسدود در مرحله یادداری است (۳). یافته‌های این پژوهش در حمایت از قسمت اول این اثر (تداخل زمینه‌ای) ناتوان بود، اما در نشان دادن قسمت دوم این اثر که مربوط به اثر یادگیری است، موفق عملکرد کرد. براساس نظر برخی از پژوهشگران، اثر تداخل زمینه‌ای در تکالیف واقعی ورزشی کمتر نشان داده می‌شود و این اثر بیشتر در تکالیف آزمایشگاهی نشان داده می‌شود (۱۰)؛ اما این پژوهش یکی از مواردی است که صحت این ادعا را زیر سؤال می‌برد. در پژوهش بازارد^۱ و همکاران (۱۰) نیز اثر تداخل زمینه‌ای در مرحله اکتساب نشان داده نشد، اما نتایج نشان دهنده تأثیر تداخل زمینه‌ای بالا بر یادگیری مهارت بود. این اثر می‌تواند نشان دهد که تأثیر روش‌های تمرینی فقط منحصر به تأثیر فوری نیست و برخی اوقات تأثیرات آن‌ها بعد از یک دوره تثبیت نشان داده می‌شود (۱). این مورد در پژوهش‌های دیگری نیز نشان داده شده است (۲۴، ۲۳).

براساس نظریه‌های تداخل زمینه‌ای، عملکرد بهتر گروه تصادفی در مقایسه با گروه مسدود را می‌توان به شکل‌گیری بازنمایی قوی‌تر در اثر فراموشی و بازسازی طرح عمل (۷، ۶) و به دلیل پردازش متمایزتر تکالیف نسبت به همدیگر (۲۵، ۳) نسبت داد. در حمایت از این فرضیه‌ها نشان داده شده است که تمرین تصادفی در مقایسه با تمرین مسدود به بازنمایی قوی‌تری در حافظه طولانی‌مدت منجر می‌شود (۲۶).

برخی پژوهشگران اعتقاد دارند که ایجاد تداخل با استفاده از پارامترهای مختلف از یک گونه از تکلیف موجب ایجاد تداخل کافی برای نشان دادن برتری تمرین تصادفی در مقایسه با تمرین مسدود نمی‌شود (۸)، اما این پژوهش هم‌راستا با برخی پژوهش‌های پیشین (۲۷، ۲۶، ۹) نشان داد که ایجاد تداخل با استفاده از پارامترهای مختلف (در مقابل ایجاد تداخل با استفاده از برنامه‌های حرکتی تعمیم‌یافته مختلف) موجب یادگیری بهتر توسط گروه تداخل زمینه‌ای بالا (تصادفی) می‌شود. همچنین این پژوهش نشان داد که تداخل زمینه‌ای افزایشی در مقایسه با سایر تداخل موجب اجرای بهتر در مرحله اکتساب شد، اما در مرحله یادداری موجب بهبود عملکرد در مقایسه با سایر گونه‌های تداخل زمینه‌ای (مسدود یا تصادفی) نشد. این یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین در این زمینه همخوانی ندارد (۲۸، ۱۷، ۱۶). این نبود تفاوت در مرحله یادداری به چند دلیل احتمالی است: دلیل احتمالی اول به نحوه اندازه‌گیری عملکرد در این پژوهش ارتباط دارد. سعی شد از یک آزمون استاندارد برای بررسی عملکرد استفاده شود، اما با توجه به اینکه سنجش‌های نتیجه اجرا سنجش‌های مجردی هستند و درمورد فرایند اجرا اطلاعاتی در اختیار ما قرار نمی‌دهند، ممکن است در برخی موارد نتوان تفاوت بین گروه‌ها را به خوبی نشان داد (۵). دلیل احتمالی دوم به طول دوره تمرین در این پژوهش ارتباط دارد. سعی شد در این پژوهش از تعداد روزهای مناسب برای تمرین استفاده شود، اما این احتمال وجود دارد با توجه به اینکه تمرین شامل یک حرکت ورزشی واقعی و پیچیده بود، این مقدار کوشش برای نشان دادن اثر انواع تداخل کافی نباشد. در این راستا برخی پژوهشگران اعتقاد دارند که تعداد کوشش‌های

1. Buszard

تمرینی مؤلفه‌ای مهم برای نشان دادن اثر تداخل زمینه‌ای است (۲۹). دلیل احتمالی دیگر به نوع تمرین (روش تمرینی برای القای اثر تداخل زمینه‌ای به روش‌های مختلف- مسدود- تصادفی و افزایشی) ارتباط دارد. باتوجه به اینکه در این پژوهش از یک دروازه با دو هدف استفاده شد، در اصل تمرین مسدود و تمرین افزایشی (در ابتدای تمرین که مسدود است) به‌صورت محض مسدود نبوده است (برخلاف پژوهش‌های کلاسیک تداخل زمینه‌ای) (۱۶، ۳)؛ همین موضوع می‌تواند موجب ایجاد بار شناختی اضافه به افراد شده باشد و برتری روش تمرینی افزایشی را در مقایسه با سایر روش‌های دیگر تداخل زمینه‌ای از بین برده باشد. این دلیل و سایر دلایل احتمالی که بیان شد، می‌تواند موضوعی برای پژوهش‌های آتی در این زمینه باشند.

همچنین در این پژوهش نشان داده شد که گروه یادگیری کم خطا در مقایسه با سایر گروه‌ها عملکرد بهتری در مرحله اکتساب یا یادداری از خود نشان نداد. این یافته‌ها با بخشی از فرضیه بازپزدازش آگاهانه (۲۰) همخوانی ندارد. براساس این فرضیه، القای تمرین به روشی که ابتدا فرد از فاصله نزدیک شروع کند و سپس به فاصله دورتر برود، موجب خطای کمتر در مرحله اکتساب خواهد شد؛ این در حالی است که در این پژوهش این اثر دیده نشد. دلیل احتمالی این یافته می‌تواند نوع تمرینی باشد که به افراد داده شد. افراد در گروه کم خطا از فاصله نزدیک به دور تمرین کردند، اما مقداری تغییرپذیری (تغییر اهداف در درون دروازه) در تمرین وجود داشت؛ همین موضوع می‌تواند موجب خطای بیشتر این گروه شده باشد. نتایج نشان داد که گروه فزاینده که به‌طور متوسط خطای کمتری در مرحله اکتساب انجام داده بود، در مرحله یادداری تفاوتی با گروه تصادفی نداشت. این نتایج به‌صورت ضمنی نشان‌دهنده تأثیر مثبت خطای کمتر بر یادگیری مهارت است. نتایج پژوهش نشان داد که تمرین تصادفی در مقابل انواع دیگر تمرین در این تکلیف موجب اجرای بهتر در آزمون یادداری شد. این یافته در ظاهر با فرضیه بازپزدازش آگاهانه مغایر است، اما براساس نظر برخی محققان، تمرین تصادفی خود نوعی از یادگیری پنهان است (۳۰). براساس این ایده، منابع حافظه کاری یادگیرندگانی که از تمرین تصادفی استفاده می‌کنند، احتمالاً این قدر با اطلاعات موردنیاز برای تولید راه‌حل‌های مختلف حرکتی پر می‌شود (یعنی تغییر بین تکالیف) که قادر نخواهند بود دانش یا قوانین نحوه اجرای راه‌حلی را که تولید می‌کنند، به خاطر بسپارند؛ بر همین اساس، احتمالاً این قوانین را به‌صورت پنهان در حافظه خود نگهداری خواهند کرد. در این پژوهش میزان درگیری حافظه کاری افراد در این نوع تمرین‌ها و همچنین میزان دانش آشکار افراد از تکلیف مدنظر ارزیابی نشد و این مورد می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد.

علاوه بر یافته‌های مذکور، در این پژوهش نشان داده شد که در آزمون استرس گروه کنترل و گروه کم خطا در مقایسه با سایر گروه‌ها عملکرد ضعیف‌تری از خود نشان دادند که این یافته با فرضیه بازپزدازش آگاهانه (۲۰) مغایرت دارد. براساس این دیدگاه، تمرین کم خطا موجب یادگیری پنهان خواهد شد که در شرایط استرس به دلیل استفاده‌نشدن از منابع شناختی موجب عملکرد بهتر در مقایسه با سایر گونه‌های تمرین خواهد شد؛ این در حالی است که در این پژوهش خلاف این ادعا نشان داده شد. دلیل احتمالی این یافته این است که روش استفاده‌شده در پژوهش حاضر برای ایجاد یک روش کم خطا موفق نبوده است؛ زیرا براساس این فرضیه باید گروه کم خطا بهترین عملکرد (بیشترین دقت) را در مرحله اکتساب از خود نشان می‌داد؛ درحالی که این گونه نبود. همچنین در این آزمون (استرس) تفاوت بین سایر گروه‌ها با هم معنادار نبود. دلیل احتمالی برای این یافته می‌تواند به حساسیت سیستم نمره‌دهی در این پژوهش ارتباط داشته باشد که پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از سیستم‌های نمره‌دهی با حساسیت بیشتر (مانند سنجش با مقیاس‌های متریک یا سنجش کینماتیک) استفاده شود.

منابع

1. Magill R, Anderson DI. Motor learning and contr. New York: McGraw-Hill Publishing; 2010.
2. Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*. 1975;82(4):225.
3. Shea JB, Morgan RL. Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental psychology: Human Learning and Memory*. 1979;5(2):179.
4. 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.
5. Schmidt RA, Lee TD, Winstein C, Wulf G, Zelaznik HN. Motor control and learning: a behavioral emphasis. Champaign: Human Kinetics; 2018.
6. Lee TD, Magill RA. The locus of contextual interference in motor-skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1983;9(4):730.
7. Lee TD, Magill RA. Can forgetting facilitate skill acquisition? *Advances in Psychology*. 1985;17:3-22.
8. Magill RA, Hall KG. A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*. 1990;9(3-5):241-89.
9. Wulf G, Lee TD. Contextual interference in movements of the same class: Differential effects on program and parameter learning. *Journal of Motor Behavior*. 1993;25(4):254-63.
10. 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.
11. Brady F. Contextual interference: a meta-analytic study. *Perceptual and Motor Skills*. 2004;99(1):116-26.
12. Mazzardo Jr O. Contextual interference: Is it supported across studies? (Doctoral dissertation). University of Pittsburgh; 2004.
13. Brady F. The contextual interference effect and sport skills. *Perceptual and motor skills*. 2008;106(2):461-72.
14. Lee TD, Simon DA. Contextual interference. In: *Skill acquisition in sport*. London: Routledge; 2004, pp. 53-68.
15. 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.
16. Porter JM, Magill RA. Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills. *Journal of Sports Sciences*. 2010;28(12):1277-85.
17. Fazeli D, Abdollahi MH, Kooroshfard N. Effect of practice arrangement on mental representation of basketball free throw. *Sport Psychology Studies*. 2020;9(32):141-60. (In Persian).
18. Rostami R, Nejati F, Alborzi M, Pasand F. Effect of systematically increasing intersession contextual interference and systematically increasing the percentage of contextual interference on learning of Throwing Skill Accuracy in children. *Sports Psychology*. 2018;2(1):49-60. (In Persian).
19. Beik M, Fazeli D. The effect of learner-adapted practice schedule and task similarity on motivation and motor learning in older adults. *Psychology of Sport and Exercise*. 2021;54:101911.
20. Masters R, Maxwell J. The theory of reinvestment. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. 2008;1(2):160-83.
21. Lee TD, Elias 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.
22. Shahbazi M, Tahmasebi Borojani S, Motesharei E. Determination of factorial validity and reliability of Persian version of test of performance strategies-2 (TOPS-2). *Motor Behavior*. 2014;6(17):15-42. (In Persian).
23. Cheong J, Lay B, Grove JR, Medic N, Razman R. Practicing field hockey skills along the contextual interference continuum: a comparison of five practice schedules. *J Sports Sci Med*. 2012;11(2):304-11.
24. Cheong JP, Lay B, Razman R. Investigating the contextual interference effect using combination sports skills in open and closed skill environments. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2016;15(1):167.

25. Lin C-H, Fisher BE, Winstein CJ, Wu AD, Gordon J. Contextual interference effect: elaborative processing or forgetting—Reconstruction? A post hoc analysis of transcranial magnetic stimulation—Induced effects on motor learning. *Journal of Motor Behavior*. 2008;40(6):578-86.
26. Fazeli D, Taheri H, Saberi Kakhki A. Random versus blocked practice to enhance mental representation in golf putting. *Perceptual and Motor Skills*. 2017;124(3):674-88.
27. Sekiya H, Magill RA, Anderson DI. The contextual interference effect in parameter modifications of the same generalized motor program. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1996;67(1):59-68.
28. Porter JM, Beckerman T. Practicing with gradual increases in contextual interference enhances visuomotor learning. *Kinesiology*. 2016;48(2.):244-50.
29. Boutin A, Blandin Y. On the cognitive processes underlying contextual interference: Contributions of practice schedule, task similarity and amount of practice. *Human Movement Science*. 2010;29(6):910-20.
30. 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.