مطالعات روان‌شناسی ورزشی شمارهٔ ۲۳، بهار ۱۳۹۷، صص ۲۰۴-۱۷۹

تأثیر خستگی محیطی بر ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی در شناگران غیرماهر و ماهر

امیر دانا[۱]، صالح رفیعی[۲]، و میرحمید صالحیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۱۵

چکیده

هدف این پژوهش تعیین تأثیر خستگی محیطی بر ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی در شناگران ماهر و غیرماهر بود. تعداد ۳۰ شناگر مرد (۱۵ غیرماهر و ۱۵ ماهر) در دامنهٔ سنی ۱۸ تا ۲۴ سال به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و مدت زمان تصویرسازی آن‌ها (بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی) در شنای کرال سینهٔ ۱۰۰ متر، قبل و بعد از خستگی محیطی (تمرین شنای آزاد با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه تاحد واماندگی) اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس مختلط در سطح اطمینان ۹۵ درصد تحلیل شدند. براساس نتایج، دقت تصویرسازی ورزشکاران ماهر بیشتر از غیرماهر است و خطای زمان‌بندی در تصویرسازی حرکتی بیشتر از تصویرسازی بینایی است. خستگی، خطای زمان‌بندی را برای هر سه نوع تصویرسازی و هر دو گروه غیرماهر و ماهر افزایش می‌دهد. نتیجه اینکه کنترل زمان‌بندی تصویرسازی در شرایط خستگی برای اثربخشی مداخلات ضروری است.

کلیدواژه‌ها: تصویرسازی ذهنی، زمان‌بندی، شنا، خستگی، سطح تبحر

۱. استادیار رفتار حرکتی، گروه تربیت‌بدنی، واحد علی‌آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی‌آباد کتول، ایران.
(نویسندهٔ مسئول) Email: amirdana@iaut.ac.ir
۲. استادیار رفتار حرکتی، پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی
۳. استادیار رفتار حرکتی، گروه تربیت‌بدنی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

مقدمه

امروزه با گسترش ورزش‌های رقابتی، روش‌های آموزش و بهبود مهارت‌های حرکتی اهمیت فراوانی پیدا کرده است. یکی از روش‌های معرفی‌شده در این زمینه «تمرین ذهنی»[1] است. فراتحلیل‌های انجام‌شده نشان می‌دهند که تمرین ذهنی اثربخشی کمتری در مقایسه با تمرین بدنی دارد؛ اما روش مؤثری برای ارتقای عملکرد است و می‌توان آن را به‌عنوان یک جایگزین تمرین اثربخش درنظر گرفت (فلتز و لندرز[2]، ۱۹۸۳؛ دریکسل، کوپر و موران[3]، ۱۹۹۴؛ کامینگ و رمسی[4]، ۲۰۰۸). تمرین ذهنی به‌عنوان تمرین شناختی یک تکلیف در غیاب حرکت فیزیکی آشکار تعریف می‌شود (دریکسل و همکاران، ۱۹۹۴) که در بازسازی حرکت از «تصویرسازی ذهنی»[5] استفاده می‌کند. درزمینهٔ ورزشی، تصویرسازی ذهنی خلق یا خلق مجدد یک تجربه که به‌واسطهٔ اطلاعات حافظه ایجاد می‌شود، درنظر گرفته می‌شود که از ویژگی‌های حسی، ادراکی و عاطفی برخوردار است و در کنترل آگاهانهٔ فرد است و ممکن است در غیاب محرک‌هایی که با تجربهٔ واقعی همراه می‌شوند، روی دهد (موریس، اسپیتل و وات[6]، ۲۰۰۵). تجانس بین تصویرسازی ذهنی و اجرای بدنی، از به‌کارگیری تصویرسازی در ورزش و به‌طور عمومی‌تر در فرایندهای مرتبط با رفتار حرکتی، برای مثال در توان‌بخشی حمایت می‌کند (گویلوت و کالت[7]، ۲۰۰۸؛ مونزرت، لوری و زنتگراف[8]، ۲۰۰۹). در ادبیات پژوهشی، تصویرسازی ذهنی اثربخش به‌عنوان تکنیک تمرینی معتبری پیشنهاد شده است که با بهبود اجرای مهارت‌های ورزشی ارتباط معنادار دارد (برای مثال، رور و همکاران[9]، ۱۹۹۹). براساس مطالعات عصب‌شناختی، باوجود سلسله‌مراتبی‌بودن سازمان‌دهی حرکت (ماکوگا و فری[10]، ۲۰۱۲)، هم‌ارزی کارکردی تصویرسازی ذهنی و اجرای بدنی تأیید شده است؛ به‌طوری‌که حین اجرای ذهنی یک حرکت، عملیات عصبی و شناختی مشابهی فعال می‌شود (ایرسون، جی‌یر و نایتو[11]، ۲۰۰۳؛ مونزرت و همکاران[12]، ۲۰۰۹)؛ برای مثال، اجرای ذهنی و بدنی زیرساخت‌های عصبی‌ای را به‌اشتراک می‌گذارند که با هم هم‌پوشانی دارند (جینرود[13]، ۲۰۰۱، فادیگا و کریگرو[14]، ۲۰۰۴؛ مونزرت و همکاران، ۲۰۰۹) و از ویژگی‌های فضایی–زمانی یکسانی برخوردارند (کوتین، پاپاگزنتیز، جنتایل و پوزو[15]، ۲۰۰۴؛ باکر، دلانگ، استیونز، تونی و بلوم[16]، ۲۰۰۷؛ گاوگیو، ماویوکس و پاپاگزنتیز[17]، ۲۰۰۹). در اجرای ذهنی، سیستم عصبی مرکزی[18] فرمان‌های حرکتی را پیش از آنکه به سطح عصبی–عضلانی برسند، آماده و حفظ می‌کند؛ درنتیجه، باوجود نبود اجرای بدنی حرکت، پیامدهای آن (مثل نسخهٔ وابران[19]) ایجاد می‌شوند و

1. Mental Practice
2. Feltz, & Landers
3. Driskell, Copper & Moran
4. Cumming & Ramsey
5. Mental Imagery
6. Morris, Spittle & Watt
7. Guillot & Collet
8. Munzert, Lorey & Zentgraf
9. Roure
10. Macuga & Frey
11. Ehrsson, Geyer & Naito
12. Munzert
13. Jeannerod
14. Fadiga & Craighero
15. Courtine, Papaxanthis, Gentili & Pozzo
16. Bakker, de Lange, Stevens, Toni & Bloem
17. Gueugneau, Mauvieux & Papaxanthis
18. Central Nerve System
19. Efference Copy

برای تخمین وضعیت حرکتی آتی استفاده می‌شوند. تخمین وضعیت درمدت تمرین ذهنی، سیگنال‌های داخلی ایجاد می‌کند (والپرت، قهرمانی و جوردن[۱]، ۱۹۹۵؛ کاواتو[۲]، ۱۹۹۹) که عملکرد حرکات بعدی را افزایش می‌دهد (جنتایل، هان، شوویوفر و پاپاگزنتیز[۳]، ۲۰۱۰). در سطح محیطی، اجرای ذهنی پاسخ‌های خودکاری ایجاد می‌کند که با آنچه درمدت اجرای بدنی مشاهده می‌شود، مشابه است (گویلوت و کالت[۴]، ۲۰۰۸؛ گرنگون، گویلوت و کالت[۵]، ۲۰۱۱)؛ برای مثال، درهنگام تصویرسازی، فعالیت الکترومغناطیسی عضلات و تحریک مغناطیسی ترنس کرانیال[۶] وجود دارد و فرمان‌های حرکتی بدن درمدت اجرای ذهنی برنامه‌ریزی می‌شوند (گاندویا، ویلسون انگلیس و بوروک[۷]، ۱۹۹۷؛ استاینر و بایبلو[۸]، ۲۰۰۳).

اثربخشی تصویرسازی ذهنی عمدتاً به ظرفیت توانایی فرد در شکل‌دهی به تصاویر ذهنی باکیفیت وابسته است (مارفی، نوردین و کامینگ[۹]، ۲۰۰۸). به‌طورکلی، «توانایی تصویرسازی»[۱۰]به‌عنوان قابلیت فرد در شکل‌دهی به تصاویر واضح و قابل‌کنترل و حفظ آن‌ها تا زمان به‌کارگیری در تصویرسازی ذهنی تعریف می‌شود (هاردی، جونز و گولد[۱۱]، ۱۹۹۶؛ موریس[۱۲]، ۱۹۹۷). صاحب‌نظران معتقدند که در مطالعهٔ توانایی تصویرسازی باید ویژگی‌هایی چون وضوح[۱۳]، کنترل‌پذیری[۱۴]، مدت[۱۵]، سرعت[۱۶] و سهولت/دشواری[۱۷] مدنظر قرار گیرند (وات، موریس و اندرسون[۱۸]، ۲۰۰۴)؛ اما در ادبیات پژوهشی وضوح تصویرسازی بیشترین بحث را به‌خود اختصاص داده است و به شاخص‌های دیگر توانایی تصویرسازی کمتر توجه شده است (موران[۱۹]، ۱۹۹۳؛ موریس و همکاران، ۲۰۰۵؛ گویلوت، لوئیس و کالت[۲۰]، ۲۰۱۰).

ویژگی‌های زمانی ازجمله شاخص‌های توانایی تصویرسازی هستند که ازطریق زمان‌سنجی مدت تصویرسازی ذهنی و مقایسهٔ آن با اجرای بدنی می‌توانند بررسی شوند و بازتابی از توانایی کنترل‌پذیری و «دقت تصویرسازی»[۲۱] هستند (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۰). مفهوم زمان‌سنجی ذهنی[۲۲] به زمان موردنیاز برای پردازش تکالیف حسی–حرکتی برای استنباط محتوا و توالی زمانی عملیات شناختی اشاره دارد (گویلوت، هویک، لوئیس و کالت[۲۳]، ۲۰۱۲). براساس نظریهٔ اشمیت[۲۴] (۱۹۷۵)، آماده‌سازی حرکتی برپایهٔ پیش‌بینی وضعیت بدن استوار است. «مدل‌های فوروارد»[۲۵] وضعیت آتی بدن را پیش‌بینی می‌کنند و پیامدهای حسی، حرکت‌های آتی را برپایهٔ نسخهٔ وابران دستور حرکتی شبیه‌سازی

1. Wolpert, Ghahramani & Jordan
2. Kawato
3. Gentili, Han, Schweighofer & Papaxanthis
4. Guillot & Collet
5. Grangeon, Guillot & Collet
6. Transcranial Magnetic Stimulation
7. Gandevia, Wilson, Inglis & Burke
8. Stainear & Byblow
9. Murphy, Nordin & Cumming
10. Imagery Ability
11. Hardy, Jones & Gould
12. Morris
13. Vividness
14. Controllability
15. Duration
16. Speed
17. Ease/Difficulty
18. Watt, Morris, & Andersen
19. Moran
20. Guillot, Louis & Collet
21. Imagery Exactness
22. Mental Chronometry
23. Guillot, Hoyek, Louis & Collet
24. Schmidt
25. Forward Models

می‌کنند (میال و ولپرت[1]، ۱۹۹۶). با توجه به هم‌ارزی عملکردی تصویرسازی ذهنی و اجرای واقعی انتظار می‌رود که فرایندهای مشابهی درمدت تصویرسازی ذهنی رخ دهند (هولمز و کولینز[2]، ۲۰۰۱). درطول تصویرسازی ذهنی، مدل‌های فوروارد، اطلاعات فضایی و زمانی مشابه با آنچه را که در اجرای بدنی وجود دارد، فراهم می‌کنند که این امر باعث می‌شود زمان تصویرسازی غالباً تکرار زمان اجرای واقعی باشد (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲). علاوه‌براین، تصاویر ذهنی حرکتی، نظم زمانی، دستورات برنامه‌ریزی و محدودیت‌های بیومکانیک را که در حرکت واقعی مشاهده می‌شوند، حفظ می‌کنند (جانسون[3]، ۲۰۰۰). در نقطهٔ مقابل نیز نتایج مطالعات نشان می‌دهد که زمان و سرعت تصویرسازی بر زمان و سرعت اجرای واقعی متعاقب اثرگذار است (بوشکر، باکر و ریتبرگ[4]، ۲۰۰۰؛ لوییس، گویلوت، ماتون، دویون و کالت[5]، ۲۰۰۸؛ او و مانرویی-چندلر[6]، ۲۰۰۸)؛ بنابراین، کنترل زمان‌بندی تصویرسازی برای بهینه‌سازی زمان اجرای واقعی ضروری است. تصویرسازی زمان واقعی تنها راه دستیابی به اوج عملکرد نیست (او و مانرویی-چندلر، ۲۰۰۸) و زمان واقعی یا تصویرسازی آهسته و سریع می‌توانند به‌صورت متفاوتی برای دستیابی به پیامدهای خاص استفاده شوند (او و هال[7]، ۲۰۰۹). بااین‌وجود، سایر پژوهشگران معتقدند که مدت زمان بازنمایی حرکت در ذهن باید با زمان صرف‌شده برای اجرای واقعی متجانس باشد (هولمز و کولینز، ۲۰۰۱؛ گویلوت و کالت، ۲۰۰۵، ۲۰۰۸). این اصل درقالب «نظریهٔ تجانس زمانی»[8] بیان می‌کند که توانایی فرد در تصویرسازی مهارت‌های حرکتی در زمان واقعی، اساس تصویرسازی اثربخش است (وینبرگ و گولد[9]، ۱۹۹۵). در مطالعات بالینی نیز دشواری در حفظ ویژگی‌های زمانی حرکت درمدت تصویرسازی، اختلالی برای بیماران در توانایی تصویرسازی است (دکتی و بویسون[10]، ۱۹۹۰؛ سیریگو و همکاران[11]، ۱۹۹۶؛ مالوین، ریچاردز، دسروسیر و دویون[12]، ۲۰۰۴). به‌طورکلی، خطا در برآورد مدت زمان واقعی حرکت درطول تصویرسازی ممکن است با «بیش‌تخمینی»[13] یا «کم‌تخمینی»[14] زمان حرکت همراه باشد. ممکن است فرد به‌صورت ارادی سرعت تصویرسازی را تغییر دهد (برای مثال، تصویرسازی آهسته هنگام یادگیری مهارت)؛ اما دشواری در تخمین دقیق مدت زمان حرکت بیانگر توانایی تصویرسازی ذهنی پایین است و برای بهبود دقت زمان‌بندی نیاز به تمرین است (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲).

عوامل مختلفی ممکن است در خطای زمان‌بندی تصویرسازی نقش داشته باشند که خستگی بدنی از آن جمله است. خستگی ناشی از تمرینات بدنی منجر به تضعیف اجرا می‌شود که این امر ناشی از فرایندهای حرکتی و حسی است (اینوکا[15]، ۱۹۹۴). عوامل محیطی[16] درگیر در خستگی شامل نورون‌های حرکتی، اتصال عصبی-عضلانی، غشای پلاسمایی فیبرهای عضلانی (سارکولما)[17]، سیستم انقباضی،

1. Miall & Wolpert
2. Holmes & Collins
3. Johnson
4. Boschker, Bakker & Rietberg
5. Louis, Guillot, Maton, Doyon & Collet
6. O & Munroe-Chandler
7. O & Hall
8. Temporal Congruence Theory
9. Weinberg & Gould
10. Decety & Boisson
11. Sirigu
12. Malouin, Richards, Desrosiers & Doyon
13. Overestimation
14. Underestimation
15. Enoka
16. Peripheral
17. Sarcolemna Membrane

جفت‌شدن تحریک-انقباض، تجمع متابولیت‌ها و تخلیه سوخت هستند (کیرکندال[1]، ۱۹۹۰). خستگی، نیروی عضلانی بیشینه را کاهش می‌دهد (گاندویا[2]، ۲۰۰۱)، بر هماهنگی حرکتی تأثیر می‌گذارد (اشمید، اسکیپاتی و پوزو[3]، ۲۰۰۶) و حس حرکت را کاهش می‌دهد (والش و همکاران[4]، ۲۰۱۰). چند مکانیسم برای احتمال تأثیر خستگی بر ویژگی‌های تصویرسازی ذهنی وجود دارد؛ برای مثال، خستگی تحریک‌پذیری دوک عضلانی را که نقش مهمی در ادراک حرکت و پوزیشن مفاصل ایفا می‌کند، کاهش می‌دهد (تیلور، باتلر و گاندویا[5]، ۲۰۰۰)؛ ازاین‌رو، منجر به خطای یکپارچگی بازخورد حسی می‌شود (پایلارد[6]، ۲۰۱۲). به‌همین‌ترتیب، خستگی بر ادراک بدنی ممکن است اثرگذار باشد و سبب به‌هم‌ریختگی طرحوارهٔ بدن (پایلارد، ۲۰۱۲؛ لوری و همکاران[7]، ۲۰۰۹) و تغییرات فعالیت شبکه‌های عصبی در مغز (ست‌کلایر گیبسون[8] و همکاران، ۲۰۰۳) شود. با توجه به اینکه تصویرسازی توسط فرایندهای مرکزی پشتیبانی می‌شود و به‌صورت جداگانه وضعیت واقعی بدن را مطابق با نوع تصویرسازی تلفیق می‌کند (گویلوت و همکاران، ۲۰۰۵)، میزان تأثیرپذیری عملکرد تصویرسازی از خستگی بدنی محل بحث و سؤال قرار می‌گیرد.

در برخی مطالعات، تأثیرات خستگی مرکزی و محیطی و تغییرات عملکرد عصبی-عضلانی بعد از تمرینات طولانی بررسی شده‌اند (برای مثال، گندویا و همکاران[9]، ۱۹۹۶؛ میلت[10] و همکاران، ۲۰۰۲)؛ اما پژوهش‌های اندکی درزمینهٔ اثرهای خستگی بدنی بر عملکرد ذهنی مانند کنترل پاسخ ارادی زمان‌بندی (هوارد، شی و هربرت[11]، ۱۹۸۲) یا تصویرسازی ذهنی (گویلوت و همکاران، ۲۰۰۵؛ دموگت و پاپاگزنتیز[12]، ۲۰۱۱؛ دی‌رینزیو، کالت، هویک و گویلوت[13]، ۲۰۱۲؛ کانسک[14] و همکاران، ۲۰۱۶) انجام شده‌اند. دراین‌راستا، گویلوت و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که خستگی عضلانی ناحیه‌ای دقت تصویرسازی حرکتی ورزشکاران را با توجه به برابربودن زمان تصویرسازی در قبل و بعد از خستگی، تغییر نمی‌دهد و سازمان‌دهی زمانی حرکت درطول بازسازی ذهنی در شرایط خستگی حفظ می‌شود که دلیل آن ممکن است اجرای تصویرسازی باشد با تکیه بر اطلاعات مرکزی ازسوی حافظهٔ رویه‌ای و تا اندازه‌ای کمتر، با رجوع به اطلاعات محیطی که بر وضعیت واقعی سیستم حرکتی بنا شده است. در مطالعهٔ دیگر، دموگت و پاپاگزنتیز (۲۰۱۱) مشاهده کردند که مدت زمان تصویرسازی حرکتی تکلیف نقطه‌گذاری بازو بین سه هدف، بعد از اجرای بدنی خسته‌کننده فقط در عضو خسته کاهش یافت (زمان اجرای ذهنی عضو مقابل غیرخسته تغییر نداشت) که این کاهش ازطریق تغییرات اعمال‌شده در مدل فوروارد توضیح داده شد؛ زیرا، مدل فوروارد نسخهٔ وابران فرمان‌های حرکتی نامناسب و وضعیت مختل بازو را که هر دو در اثر خستگی ایجاد می‌شوند، به‌عنوان ورودی دریافت می‌کند؛ براین‌اساس، دموگت و پاپاگزنتیز (۲۰۱۱) نتیجه‌گیری کردند که مدت زمان تصویرسازی نمی‌تواند

1. Kirkendall
2. Gandevia
3. Schmid, Schieppati & Pozzo
4. Walsh
5. Taylor, Butler & Gandevia
6. Paillard
7. Lorey
8. St Clair Gibson
9. Gandevia
10. Millet
11. Howard, Shea & Herbert
12. Demougeot & Papaxanthis
13. Di Rienzo, Collet, Hoyek & Guillot
14. Kanthack

نسبت به ادراک خستگی عمومی بدن حساس باشد. در بررسی این ادعا، دی‌رینزیو و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که خستگی عمومی ناشی از تمرین بدنی خسته‌کنندهٔ شنا، زمان‌بندی اجرای ذهنی را کوتاه‌تر کرده است. کانسک و همکاران (۲۰۱۶) در ۱۰ بازیکن بسکتبال، تأثیر تصویرسازی حرکتی ایستا و پویا را بر دقت پرتاب آزاد بسکتبال در شرایط بدون خستگی و بلافاصله بعد از خستگی ناشی از آزمون دوی افزایشی رفت‌وبرگشتی ۲۰ متری (شاتل) تا سرحد واماندگی، بررسی کردند. براساس یافته‌های پژوهش کانسک و همکاران، مدت زمان تصویرسازی در هر دو وضعیت بدون خستگی و خستگی، برای هر دو نوع تصویرسازی ذهنی (ایستا و پویا) کوتاه‌تر از مدت زمان اجرای واقعی پنج پرتاب آزاد بسکتبال بود؛ اما مدت زمان هر دو نوع تصویرسازی در هر دو شرایط بدون خستگی و خستگی مشابه بود. درنهایت، تصویرسازی پویا در وضعیت بدون خستگی و تصویرسازی ایستا در وضعیت خستگی منجر به عملکرد پرتاب بهتری شدند. به‌طورکلی، مطالعات تجربی انجام‌شده در این زمینه نه‌تنها محدود هستند، بلکه حاوی یافته‌های پراکنده‌ای نیز هستند.

علاوه‌براین، عوامل دیگری نظیر سطح تبحر و نوع تصویرسازی ذهنی ممکن است در خطای زمان‌بندی تصویرسازی ذهنی نقش داشته باشند. ورزشکاران ممکن است دراثر سطح تبحر بالاتر یا پایین‌تر، درجهٔ آگاهی بیشتر یا کمتری دربارهٔ پیچیده‌گی فنی مهارت‌های حرکتی داشته باشند؛ ازاین‌رو، هنگامی‌که ورزشکاران ملزم به بازنمایی ذهنی دقیق مهارت‌های حرکتی هستند، ورزشکاران نخبه ممکن است اجرای دقیق‌تری داشته باشند. مطالعات اولیه نشان می‌دهند که بین سطح تبحر و تصویرسازی ذهنی ارتباط وجود دارد (مک‌اینتایر و موران، ۱۹۹۶؛ اویشی، کاسای و میشیما[1]، ۲۰۰۰). یافته‌های پژوهش رید[2] (۲۰۰۲) نشان داد که شیرجه‌روهای نخبه در تصویرسازی اجرای رقابتی خود دقیق‌تر هستند. بااین‌حال، در بررسی ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی و تمرین واقعی در گروهی از ژیمناست‌ها و بازیکنان تنیس خبره، همهٔ ورزشکاران به‌طور ثابت زمان بیشتری برای تصویرسازی صرف کردند و قادر به بازتولید ذهنی زمان واقعی حرکت‌ها نبودند (گویلوت، کالت و دیتمار[3]، ۲۰۰۴). در برخی دیگر از مطالعات، اختلال در زمان‌بندی تصویرسازی در ورزشکاران نخبه گزارش شده است (اورلیاژوت و سیلو[4]، ۱۹۹۸؛ کالملز و فورنیر[5]، ۲۰۰۱).

حتی، مانزرت[6] (۲۰۰۸) بین مدت زمان اجرای واقعی و ذهنی بازی شبیه‌سازی‌شدهٔ بدمینتون ارتباط نظام‌مندی مشاهده نکرد. در مطالعهٔ وی، خطای زمان‌بندی ذهنی دراثر تجربهٔ تکلیف کاهش یافت؛ اما این کاهش خطا مستقل از سطح تبحر بود. باوجود شواهد ناهم‌خوان، یافته‌های مطالعات عصب‌شناختی نشان می‌دهد که فرایندهای عصبی در تصویرسازی ذهنی افراد ماهر و غیرماهر متفاوت هستند (لوتز، اسکلر، تان، براون و بیربومر[7]، ۲۰۰۳؛ راس، کچ، راجییری، لیبر و لپریستو[8]، ۲۰۰۳؛ میلتون، سمال و سولودکین[9]، ۲۰۰۸؛ گویلوت، لوییس و کالت[10]، ۲۰۰۹).

1. Oishi, Kasai & Maeshima
2. Reed
3. Guillot, Collet & Dittmar
4. Orliaguet & Coello
5. Calmels & Fournier
6. Munzert
7. Lotze, Scheler, Tan, Braun & Birbaumer
8. Ross, Tkach, Ruggieri, Lieber & Lapresto
9. Milton, Small, & Solodkin
10. Guillot, Louis & Collet

به‌طور عمده، دو منبع اطلاعات حسی شامل اطلاعات حس بینایی و حس حرکت، در عملکرد حرکتی مهم هستند (اشمیت و لی[1]، ۱۹۹۹). این اطلاعات حسی در فرایند تصویرسازی ذهنی نیز پردازش می‌شوند و ماهیت این اطلاعات نوع تصویرسازی ذهنی را (تصویرسازی بینایی و حرکتی) مشخص می‌کند (موریس و همکاران، ۲۰۰۵). براساس مطالعات تجربی، حس حرکت نه‌تنها در تصویرسازی حرکتی، بلکه در تصویرسازی بینایی نیز (درونی و بیرونی) بازنمایی می‌شود (کالو و هاردی[2]، ۲۰۰۴). ماهونی و آونر[3] (۱۹۷۷) تصویرسازی بینایی درونی و بیرونی را چنین تعریف کردند: «تصویرسازی درونی نیازمند تخمینی از پدیده‌شناسی زندگی واقعی است مانند اینکه فرد تصور کند واقعاً درون بدن خود قرار دارد و حس‌هایی را تجربه کند که انتظار می‌رود در موقعیت واقعی تجربه شود. در تصویرسازی بیرونی، فرد خود را از منظر یک مشاهده‌کنندهٔ بیرونی می‌نگرد» (ص. ۱۳۷). براساس یافته‌های پژهشی، درطول مراحل اولیهٔ یادگیری مهارت‌های حرکتی جدید، استفاده از تصویرسازی حرکتی در مقایسه با تصویرسازی بینایی با دشواری بیشتری همراه است؛ اما با تمرین می‌توان آن را بهبود داد (هاردی و کالو[4]، ۱۹۹۹؛ گویلوت و همکاران، ۲۰۰۴). یافته‌های پژوهش گویلوت و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که درطول تصویرسازی حرکتی نسبت به بینایی، ژیمناست‌ها و بازیکنان تنیس خبره بیش‌تخمینی بیشتری را تجربه می‌کنند که نشان می‌دهد افراد هنگام شکل‌دهی تصاویر حرکتی، در ارزیابی نشانه‌های حس پیکری به نسبت نشانه‌های بینایی با دشواری بیشتری روبه‌رو هستند. یافته‌های مشابهی برای سایر تکالیف حرکتی مانند پرش عمودی نیز گزارش شده است (گویلوت و همکاران[5]، ۲۰۰۵). بااین‌وجود، در پژوهشی روی ورزشکاران نخبه تفاوتی بین ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی حرکتی و بینایی مشاهده نگردید (ویلیامز، گویلوت، دی‌رینزیو و کامینگ[6]، ۲۰۱۵). فری[7] (۲۰۰۳) معتقد است که تصویرسازی حرکتی می‌تواند بازنمایی بهتری در مقایسه با تصویرسازی بینایی برای یادگیری زمان‌بندی حرکت فراهم کند؛ زیرا، تصویرسازی حرکتی ممکن است مرتب‌سازی و زمان‌بندی تغییرات نسبی را در حس‌هایی که توسط حرکت استخراج می‌شود ، تسهیل کند. علاوه‌براین، در مطالعات اخیر، تفاوتی بین زمان تصویرسازی حرکتی به دو صورت ایستا و پویا گزارش نشده است (کانسک و همکاران، ۲۰۱۶). افزون‌براین، مقایسهٔ زمان اجرای بدنی و ذهنی مهارت‌های حرکتی در ورزشکاران نخبه نیز بیانگر آن بود که هر دو نوع تصویرسازی بینایی درونی و بیرونی به الگوی زمان‌سنجی مشابهی منتهی می‌شوند (کالملز، هولمس، لوپز و نامن[8]، ۲۰۰۶؛ ویلیامز و همکاران، ۲۰۱۵). این یافته نشان می‌دهد که اطلاعات حس بینایی، چه از منظر درونی و چه از منظر بیرونی، با سازوکار مشابهی در فرایند تصویرسازی ذهنی پردازش می‌شوند.

به‌طورکلی براساس آنچه گذشت، ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی به‌عنوان شاخص‌هایی از توانایی و دقت تصویرسازی ذهنی، ممکن است تحت‌تأثیر خستگی بدنی، سطح تبحر یا نوع تصویرسازی ذهنی قرار گیرند و شواهد پژوهشی باوجود تأیید این اثرپذیری، نتایج ناهم‌خوانی را فراهم کرده است. با توجه به نقش زمان‌بندی اجرای ذهنی و اثرگذاری آن

1. Schmidt & Lee
2. Callow & Hardy
3. Mahoney & Avener
4. Hardy & Callow
5. Guillot, Haguenauer, Dittmar & Collet
6. Williams, Guillot, Di Rienzo & Cumming
7. Fery
8. Calmels, Holmes, Lopez & Naman

بر اجرای بدنی متعاقب، شناخت کامل این موضوع برای طراحی مداخلات تصویرسازی ذهنی اثربخش برای اهداف یادگیری و عملکردی برای روان‌شناسان ورزشی، مربیان و ورزشکاران اهمیت بسیاری دارد. برای پرداختن به این مهم، پژوهش حاضر به بررسی تأثیر یک جلسه خستگی بر ویژگی‌های زمانی انواع تصویرسازی ذهنی در شناگران ماهر و غیرماهر پرداخته است.

روش شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر ازنوع نیمه‌تجربی با طرح دو گروهی پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. در این پژوهش، ویژگی‌های زمانی اجرای شنای کرال سینهٔ ۱۰۰ متر در سه مقطع زمانی شامل سنجش‌های پایه، قبل و بعد از اعمال پروتکل خسته‌کننده، در دو گروه شناگران مرد ماهر و غیرماهر سنجیده شد. پروتکل تمرینی شامل یک جلسه شنای آزاد با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه تا رسیدن به حد واماندگی بود.

شرکت کنندگان

شرکت‌کننده‌های پژوهش تعداد ۳۰ شناگر مرد (۱۵ غیرماهر و ۱۵ ماهر) در دامنهٔ سنی ۱۸ تا ۲۴ سال بودند که به‌صورت تصادفی ساده ازبین شناگران هیئت شنای استان گلستان در سال ۱۳۹۵ انتخاب شدند. شرکت‌کننده‌های غیرماهر ازبین شناگران غیررقابتی و مسلط به سه مهارت شنای کرال سینه، کرال پشت و قورباغه و شرکت‌کننده‌های ماهر ازبین شناگران رقابتی که برای حضور در مسابقات استانی و کشور به تمرین می‌پرداختند، انتخاب شدند. معیار انتخاب شرکت‌کننده‌ها سلامتی بدن (نداشتن آسیب‌دیدگی)، نداشتن سابقهٔ اختلالات عصبی-عضلانی و سطوح بالای وضوح تصویرسازی ذهنی بود. تعداد شرکت‌کننده‌ها با توجه به مقادیر گزارش‌شده در مطالعات مشابه قبلی، برای سطح اطمینان ۹۵ درصد و توان آماری ۰/۸۰ برای تحلیل واریانس محاسبه شد (گویلوت و همکاران، ۲۰۰۵؛ دی-رینزیو و همکاران، ۲۰۱۲).

ابزار و شیوهٔ گردآوری داده‌ها

اطلاعات مربوط به مشخصات فردی شرکت‌کننده‌ها با استفاده از یک فرم پژوهشگرساخته شامل پنج سؤال به‌ترتیب برای تعیین سن، سابقهٔ ورزشی، سابقهٔ رقابتی، سابقهٔ سلامت جسمی و روانی و سابقهٔ استفاده از تمرینات ذهنی و تصویرسازی ذهنی گردآوری شد.

پرسش‌نامهٔ وضوح تصویرسازی حرکتی- نسخهٔ دوم

در پژوهش حاضر، برای سنجش وضوح تصویرسازی ذهنی از پرسش‌نامهٔ وضوح تصویرسازی حرکتی- نسخهٔ دوم[1] (روبرتس، کالو، هاردی، مارک‌لند و برینگر[2]، ۲۰۰۸) استفاده شد. این پرسش‌نامه از ۱۲ ماده برای سنجش وضوح تصویرسازی در ۱۲ مهارت حرکتی مختلف تشکیل شده است و سه نوع تصویرسازی ذهنی را (بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی) اندازه‌گیری می‌کند. در این پرسش‌نامه، فرد مهارت‌های حرکتی ارائه‌شده در پرسش‌نامه را با توجه به دستورالعمل، با تأکید بر سه نوع تصویرسازی انجام می‌دهد و وضوح تصاویر ذهنی را گزارش می‌کند. جمع نمرات ۱۲ ماده به‌عنوان شاخص وضوح تصویرسازی درنظر گرفته می‌شود. پاسخ‌های این پرسش‌نامه روی پیوستار لیکرت پنج‌درجه‌ای از یک (اصلاً تصویری وجود ندارد) تا پنج (کاملاً روشن و واضح) نمره‌دهی می‌شود. دامنهٔ نمرات بین ۱۲ تا ۶۰ متغیر است و نمرات بالاتر نشان‌دهندهٔ وضوح تصویرسازی بالا و توانایی بالاتر فرد در خلق تصاویر ذهنی طبیعی قلمداد می‌شود. روایی سازه و پایایی

1. Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ-2)
2. Roberts, Callow, Hardy, Markland & Bringer

نسخهٔ فارسی این پرسش‌نامه در ایران نیز تأیید شده است و ضریب آلفای کرونباخ برای تعیین همسانی درونی این ابزار برای تصویرسازی بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی، به‌ترتیب ۰/۸۶، ۰/۹۱ و ۰/۹۵ گزارش شده است (رستمی، رهنما، سهرابی، خیام باشی و بمبئی[1]، ۲۰۱۱).

زمان‌سنج

مدت زمان اجرای مهارت حرکتی به‌صورت بدنی و ذهنی، با استفاده از زمان‌سنج دیجیتالی استاندارد با برند سیتیزن[2] ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد.

مقیاس آنالوگ بینایی

برای سنجش توانایی شرکت‌کننده‌ها در کنترل اجرای ذهنی، از سه مقیاس آنالوگ بینایی[3] (وی.ای. اس.) ۱۰ سانتی‌متری متناسب با دستورالعمل تصویرسازی ذهنی (بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی) استفاده شد. فرد براساس ارزیابی خود از اجرای ذهنی، میزان کنترل خود را روی پیوستار از صفر (صفر درصد درونی/ بیرونی/ حرکتی) تا ۱۰ سانتی‌متر (۱۰۰ درصد درونی/ بیرونی/ حرکتی) مشخص می‌کند. نمرهٔ فرد با اندازه‌گیری فاصله از دامنهٔ پایین در واحد سانتی‌متر تعیین می‌شود. در مطالعات تصویرسازی ذهنی، به‌کارگیری این نوع ابزار برای سنجش کنترل‌پذیری اجرای ذهنی متداول است (برای مثال، اسپیتل و موریس[4]، ۲۰۰۷). همبستگی نمرات مقیاس آنالوگ بینایی با شاخص‌های عصبی-زیستی تصویرسازی ذهنی نظیر فعالیت الکترومغناطیسی عضلات و فعالیت الکتریکی پوست، به‌ترتیب ۰/۸۵ و ۰/۹۲ گزارش شده است که نشان‌دهندهٔ روایی مطلوب این ابزار است.

همچنین، ضریب بازآزمایی این ابزار بین ۰/۸۱ تا ۰/۸۹ گزارش شده است (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۰).

دستگاه ضربان‌سنج

برای کنترل شدت تمرین، ضربان قلب شرکت‌کننده‌ها درطول جلسهٔ تمرین خسته‌کننده به‌وسیلهٔ نوار حسگر ضربان قلب اندازه‌گیری شد. این نوار حسگر از تجهیزات جانبی ساعت ورزشی با نشان تجاری پلار[5] (مدل آر.سی.تری. جی.پی.اس.[6]) ساخت کشور آلمان است که پیش از شروع تمرین روی قفسهٔ سینه نصب می‌شود و درطول تمرین، اندازه‌گیری دقیقی از ضربان قلب را روی صفحهٔ نمایش ساعت ارائه می‌کند. این دستگاه ضدآب است و تولیدکننده، خطای سنجش ضربان قلب در آن را یک درصد گزارش کرده است. در پژوهش حاضر، دامنهٔ ضربان قلب هدف درطول تمرین براساس حدکثر ضربان قلب شرکت‌کننده‌ها روی دستگاه تنظیم گردید؛ به‌طوری‌که درصورت کاهش سطح فعالیت، صدای اخطار دستگاه فعال می‌شد؛ بدین‌ترتیب، پس از شروع تمرین و رسیدن ضربان قلب به آستانهٔ هدف، سطح فعالیت و بار تمرینی کنترل شد.

مقیاس اصلاح‌شدهٔ بورگ

ضربان قلب شاخص معتبری برای کنترل شدت تمرین شمرده می‌شود؛ اما تفاوت‌های فردی در تحمل فشار و خستگی ناشی از تمرین ممکن است زمان رسیدن به واماندگی را تحت‌تأثیر قرار دهند (بورگ[7]، ۱۹۹۸)؛ بنابراین، در پژوهش حاضر علاوه‌بر ضربان قلب، میزان درک فشار شرکت‌کننده‌ها با استفاده از مقیاس اصلاح‌شدهٔ بورگ[8] (سی.آر. ۱۰) هر پنج دقیقه یک بار و در انتهای پروتکل تمرینی (هنگامی‌که فرد اعلام واماندگی می‌کند) سنجیده شد. درجه‌بندی این

1. Rostami, Rahnama, Sohrabi, Khayambashi & Bambae
2. Citizen
3. Visual Analogue Scale
4. Spittle & Morris
5. Polar
6. RC3 GPS
7. Borg
8. CR10

مقیاس بین صفر تا ۱۰ است و به‌صورت شفاهی اجرا می‌شود (بورگ، ۱۹۹۸).

پژوهش حاضر در دی ماه سال ۱۳۹۵ در محل استخر معلم در شهر گرگان اجرا گردید. برای اجرای پژوهش ابتدا هماهنگی‌های لازم با هیئت شنای استان گلستان برای شناسایی شرکت‌کننده‌های بالقوه (شناگران ماهر و غیرماهر) انجام شد. پس از مشخص‌شدن نفرات بالقوه، ابتدا تعداد ۶۰ شناگر (۳۰ ماهر و ۳۰ غیرماهر) به‌صورت تصادفی ساده از فهرست اولیه انتخاب شدند. سپس، به‌صورت انفرادی با افراد تعیین‌شده تماس گرفته شد و درصورت آسیب‌دیده‌نبودن فرد، توضیحات لازم درخصوص پژوهش شامل ماهیت و اهداف و ضرورت پژوهش، مدت زمان موردنیاز و نحوهٔ اجرا، محرمانه‌بودن اطلاعات گردآوری‌شده، اختیاری‌بودن مشارکت در پژوهش و تأمین هزینه‌ها، توسط پژوهشگر به آنان ارائه شد. افراد داوطلب (۴۰ شناگر شامل ۲۰ ماهر و ۲۰ غیرماهر) طی زمان‌بندی ارائه‌شده در محل استخر حاضر شدند. ابتدا همهٔ توضیحات لازم برای آشنایی کامل با فرایند پژوهش به شرکت‌کننده‌ها ارائه گردید و از آنان خواسته شد درصورت تمایل، فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش و مشخصات فردی را تکمیل کنند. سپس، آموزش‌های لازم درخصوص نحوهٔ انجام انواع تصویرسازی ذهنی (بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی) و تکمیل پرسش‌نامه‌ها ارائه گردید و برای اطمینان از اینکه شرکت‌کننده‌ها استفاده از انواع تصویرسازی ذهنی را فراگرفته‌اند (اسپیتل، ۲۰۰۱)، از آنان خواسته شد طی سه کوشش، مهارت کرال سینهٔ ۵۰ متر را با استفاده از تصویرسازی بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی تصویرسازی کنند و مقیاس‌های آنالوگ بینایی را تکمیل نمایند. با توجه به انطباق اجراهای ذهنی با دستورالعمل‌های تصویرسازی، در ادامه از آن‌ها خواسته شد روی یک صندلی، راحت بنشینند و مطابق دستورالعمل ارائه‌شده، پرسش‌نامهٔ وضوح تصویرسازی حرکتی را تکمیل کنند. با توجه به لزوم کنترل وضوح تصویرسازی ذهنی، تعداد ۳۰ شناگر (۱۵ ماهر و ۱۵ غیرماهر) از افرادی که نمرات بالاتر از حد متوسط (۳۶ <) در پرسش‌نامهٔ وضوح تصویرسازی حرکتی کسب کردند، به‌عنوان نمونهٔ اصلی پژوهش انتخاب شدند.

در ادامه، اندازه‌گیری‌های پژوهش شامل سنجش مدت زمان اجرای بدنی انجام شد. در اجرای بدنی، از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد پس از انجام پروتکل گرم‌کردن استاندارد (دویدن، حرکات کششی ایستا و پویا به‌مدت ۱۰ دقیقه)، در موقعیت مناسب در لبهٔ استخر قرار بگیرند و طی سه کوشش که فاصلهٔ استراحت فعال مناسبی بین آن‌ها لحاظ شده بود (چهار تا شش دقیقه)، اجرای مهارت کرال سینهٔ ۱۰۰ متر را به‌اختیار خود آغاز کنند. پژوهشگر زمان شروع و اتمام را اندازه‌گیری و ثبت کرد و زمان بهترین اجرا، رکورد فرد درنظر گرفته شد و از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد پروتکل سردکردن استاندارد را (حرکات فعال برای کاهش ضربان قلب، حرکات کششی ایستا و ماساژ درکل به‌مدت ۱۰ دقیقه) اجرا کنند. در ادامه، پس از سه روز، مرحلهٔ اصلی پژوهش اجرا شد. این مرحله شامل گرم‌کردن، سنجش‌های پیش‌آزمون، اعمال پروتکل تمرینی، سنجش‌های پس‌آزمون و سردکردن بود. گرم‌کردن و سردکردن مطابق با جلسهٔ سنجش‌های پایه اجرا گردید؛ با این تفاوت که پس از گرم‌کردن از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد طی یک کوشش شنای کرال سینهٔ ۱۰۰ متر را اجرا کنند. قرارگیری این کوشش به‌دلیل ایجاد درک درست از زمان‌بندی اجرای بدنی بود (دی‌رینزیو و همکاران، ۲۰۱۲). سنجش‌های پیش‌آزمون پس‌آزمون شامل اجرای ذهنی مهارت کرال سینهٔ ۱۰۰ متر، به‌صورت بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی بود که مطابق با آموزش‌های فراهم‌شده در ابتدای پژوهش انجام شد و از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد روی یک صندلی، راحت بنشینند و زمان‌سنج را با دستی که ترجیح می‌دهند بگیرند و انگشت خود را روی

دکمهٔ شروع بگذارند و سپس، چشمان خود را ببندند و به اختیار خود هنگام آغاز و اتمام تصویرسازی، دکمهٔ زمان‌سنج را فشار دهند و سعی کنند زمان و تکنیک اجراهای ذهنی به‌طور دقیق مطابق با اجرای بدنی آن‌ها باشد. تأکید کلامی بر انطباق اجرای ذهنی و بدنی، با توجه به تأثیر آگاهی ضمنی بر اجرای ذهنی ضروری است (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲). در ادامه، پژوهشگر زمان اندازه‌گیری‌شده را به‌عنوان مدت زمان اجراهای ذهنی ثبت کرد و از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد بلافاصله پس از هر اجرای ذهنی، مقیاس‌های آنالوگ بینایی مربوط به دستورالعمل‌ها را درجه‌بندی نمایند. اثر ترتیب و انتقال سه نوع اجرای ذهنی به‌وسیلهٔ همترازسازی متقابل[1] و با استفاده از طرح مربع لاتین تعیین و کنترل شد. ذکر این نکته لازم است که کوشش‌هایی که در آن شرکت‌کننده‌ها نمرات پایین‌تر از هشت را روی مقیاس آنالوگ بینایی گزارش کردند، به‌عنوان کوشش‌های نامعتبر درنظر گرفته شدند (اسپیتل و موریس، ۲۰۰۷) و تکرار گردید. در ادامه، پروتکل تمرینی که شامل شنای آزاد با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه تا رسیدن به حد واماندگی بود، اجرا شد. بدین‌صورت‌که پس از نصب نوار حسگر ضربان قلب و کنترل ارتباط آن با ساعت ورزشی، از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد در استخر شنای استاندارد قرار بگیرند و شروع به شنا کنند و شدت شنای خود را تا دامنهٔ ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه بالا ببرند و تا سرحد رسیدن به خستگی به شنای خود ادامه دهند. ضربان قلب به‌صورت مستمر و میزان درک فشار هر پنج دقیقه یک بار درطول تمرین بدنی وامانده‌ساز کنترل شد و درصورت نیاز، تغییرات لازم برای حفظ شدت تمرین اعمال گردید. این توضیح لازم است که سنجش‌های پس‌آزمون ۱۸۰ ثانیه پس از اتمام پروتکل تمرینی و بازگشت ضربان قلب به حالت اولیه اجرا شد.

1. Counterbalance

روش پردازش داده‌ها

برای خلاصه‌سازی و توصیف مشخصات فردی و متغیرها از روش‌های آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف استاندارد، جدول و نمودار استفاده شد. خطای زمان‌بندی حرکت در اجراهای ذهنی از حاصل تفریق اجراهای ذهنی (بینایی درونی، بینایی بیرونی و حرکتی) از زمان اجرای بدنی محاسبه گردید که در آن علامت ↑ نشان‌دهندهٔ بیش‌تخمینی و علامت ↓ نشان‌دهندهٔ کم‌تخمینی زمان در اجرای ذهنی است. با توجه به اینکه گروه غیرماهر و ماهر مدت زمان اجرای بدنی مشابهی نداشتند، ازاین‌رو، برای طبیعی‌سازی تغییرات درصد خطای زمان‌بندی محاسبه شد و به‌عنوان متغیر وابسته در تحلیل‌ها استفاده گردید. درصد خطای زمان‌بندی از حاصل‌ضرب میزان تغییرات هر مقطع در ۱۰۰، تقسیم بر مدت زمان اجرای بدنی محاسبه گردید. با توجه به تعداد مشاهدات در هر توزیع که کمتر از ۵۰ مورد بود، برای بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو–ویلک[2] استفاده شد. تجانس واریانس داده‌ها بین گروه‌ها با استفاده از آزمون لوین[3] بررسی شد. با برقراری مفروضه‌های آمار پارامتریک، از تحلیل واریانس مختلط[4] با طرح دوخستگی (پیش‌آزمون/ پس‌آزمون) × دو سطح تبحر (غیرماهر/ ماهر) × سه نوع اجرای ذهنی (درونی/ بیرونی/ حرکتی) برای تحلیل اثر متغیرهای مستقل بر درصد خطای زمان‌بندی اجرای ذهنی استفاده شد که در آن خستگی عامل درون‌گروهی و سطح تبحر و نوع اجرای ذهنی عوامل بین‌گروهی درنظر گرفته شدند. برای انجام مقایسه‌های تعقیبی بین‌گروهی از آزمون حداقل تفاوت معنادار فیشر[5] (ای. اس. دی.) و برای مقایسه‌های درون‌گروهی از آزمون تی جفت‌شده استفاده شد. در پژوهش حاضر،

2. Shapiro-Wilk
3. Levene's Test
4. Mixed Models Analysis of Variance
5. Fisher's Least Significant Difference

مطابق با پیشنهاد کوهن[1] (۱۹۸۸)، مقدار ۰/۲ به‌عنوان اندازهٔ اثر کوچک، مقدار ۰/۵ به‌عنوان اندازهٔ اثر متوسط و مقدار ۰/۸ به‌عنوان اندازهٔ اثر بزرگ درنظر گرفته شدند. تمامی تحلیل‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از بستهٔ آماری برای علوم اجتماعی[2] (اس.پی.اس.اس.) نسخهٔ ۲۲ انجام شد.

یافته‌ها

شرکت‌کننده‌های پژوهش در گروه غیرماهر و ماهر، به‌ترتیب دارای میانگین سنی ۲۰/۳۷ سال (SD=۱/۵۹) و ۲۲/۵۹ سال (SD=۱/۴۶) و سابقهٔ ورزشی ۲/۲۹ سال (SD=۱/۷۷) و ۶/۸۲ سال (SD=۲/۰۹) بودند. آزمون تی برای گروه‌های مستقل، تفاوت معناداری را بین سن دو گروه غیرماهر و ماهر نشان نداد (P=۰/۱۰۳، t(۲۸)=۱/۴۸۷).

در مرحلهٔ گزینش شرکت‌کننده‌ها با توجه به دامنهٔ نمرات ابزار (۱۲ تا ۶۰)، وضوح تصویرسازی بینایی درونی گروه غیرماهر (SD=۱/۲۲، M=۵۲/۴۱) و ماهر (SD=۰/۶۳، M= ۵۱/۹۱)، وضوح تصویرسازی بینایی بیرونی گروه غیرماهر (SD=۱/۳۶، M=۵۰/۹۵) و ماهر (SD=۰/۶۲، M=۵۲/۹۵) و وضوح تصویرسازی حرکتی گروه غیرماهر (SD=۱/۴۲، M=۵۵/۴۱) و ماهر (SD=۰/۴۷، M=۵۵/۳۴) درحد مطلوب قرار داشتند. آزمون تی برای گروه‌های مستقل تفاوت معناداری را بین وضوح تصویرسازی بینایی درونی (P=۰/۷۵۳، t(۲۸)=۰/۴۲۹)، بینایی بیرونی (P=۰/۱۵۱، t(۲۸)=-۱/۶۹۴) و حرکتی (P=۰/۸۵۳، t(۲۸)=۰/۲۱۸) دو گروه غیرماهر و ماهر نشان نداد.

نمرات گزارش‌شده برای کنترل نوع اجرای ذهنی در پیش‌آزمون در گروه غیرماهر، برای تصویرسازی بینایی درونی (SD=۰/۶۸، M=۸/۴۵)، بینایی بیرونی (SD=۰/۵۲، M=۸/۵۹) و حرکتی (SD=۰/۵۱، M=۸/۵۹) و در گروه ماهر، برای تصویرسازی بینایی درونی (SD=۰/۶۳، M=۸/۹۱)، بینایی بیرونی (SD=۰/۶۲، M=۸/۹۵) و حرکتی (SD=۰/۴۷، M=۹/۳۴) و همچنین، در پیش‌آزمون در گروه غیرماهر برای تصویرسازی بینایی درونی (SD=۰/۵۴، M=۸/۵۷)، بینایی بیرونی (SD=۰/۴۹، M=۸/۷۱) و حرکتی (SD=۰/۴۶، M=۸/۷۴) و در گروه ماهر برای تصویرسازی بینایی درونی (SD=۰/۵۸، M=۸/۹۹)، بینایی بیرونی (SD=۰/۵۷، M=۹/۰۳) و حرکتی (SD=۰/۴۴، M=۹/۳۶) بیانگر این بود که شرکت‌کننده‌های دو گروه غیرماهر و ماهر اجرای سه نوع تصویرسازی ذهنی را در دو مقطع اندازه‌گیری پیش‌آزمون و پس‌آزمون مطابق با دستورالعمل‌های ارائه‌شده انجام داده‌اند.

جدول یک آماره‌های توصیفی مربوط به زمان اجرا، خطای زمان‌بندی و درصد خطا در اجراهای ذهنی را برای دو گروه غیرماهر و ماهر در مقاطع اندازه‌گیری پایه، پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر زمان اجرا، خطای زمان‌بندی و درصد خطای زمان‌بندی در این جدول، گروه غیرماهر در پیش‌آزمون در هر سه نوع تصویرسازی ذهنی تخمین زمان کمتری از زمان اجرای بدنی داشت؛ درحالی‌که گروه ماهر در هر سه اجرای ذهنی، زمان بیشتری از زمان اجرای بدنی داشت. به‌طور مشابه، گروه غیرماهر در پس‌آزمون در هر سه نوع تصویرسازی ذهنی، زمان کمتری از زمان اجرای بدنی نشان داد و گروه ماهر نیز در هر سه نوع اجرای ذهنی را با زمان بیشتری از زمان اجرای بدنی اجرا نمود. در هر دو گروه غیرماهر و ماهر، تغییرات خطای زمان‌بندی و به‌تبع آن درصد

1. Cohen
2. Statistical Package for Social Sciences

خطای زمان‌بندی، از پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش نشان داد (جدول یک).

در ابتدای تحلیل‌های استنباطی، آزمون تی برای گروه‌های مستقل نشان داد که زمان اجرای بدنی گروه غیرماهر (M=۵۹/۲۸، SD=۰/۸۳) نسبت به گروه ماهر (M=۵۵/۰۹، SD=۰/۵۱) به‌طور معناداری بیشتر است (t(۲۸)=۱۸/۰۲، P<۰/۰۰۱). در جدول دو، نتایج تحلیل واریانس مختلط با طرح دوآزمون (اثر خستگی) × دو سطح تبحر × سه نوع اجرای ذهنی برای تحلیل اثر متغیرهای مستقل بر درصد خطای زمان‌بندی اجرای ذهنی آمده است. براساس این تحلیل‌ها، اثر اصلی خستگی بر درصد خطای زمان‌بندی اجرای ذهنی معنادار بود ($F_{(۱,۲۶)}$=۱۹/۴۷، P<۰/۰۰۱، η^2=۰/۴۲)؛ به‌طوری‌که درصد خطا برای کل شرکت‌کننده‌ها از ۶/۲۷ درصد در پیش‌آزمون به ۱۳/۲۶ درصد در پس‌آزمون افزایش یافت (شکل یک). اثر اصلی سطح تبحر بر درصد خطای زمان‌بندی اجرای ذهنی معنادار بود ($F_{(۱,۲۸)}$=۳۵/۲۸، P< ۰/۰۰۱، η^2=۰/۵۸۸)؛ به‌طوری‌که درصد خطای گروه غیرماهر (۱۴/۴۷ درصد) بیشتر از گروه ماهر (۵/۰۶ درصد) بود (شکل دو). اثر اصلی نوع اجرای ذهنی نیز بر درصد خطای زمان‌بندی اجرای ذهنی معنادار بود (η^2=۰/۱۶۳، $F_{(۲,۲۷)}$=۴/۹۹، P=۰/۰۲۲). براساس نتایج آزمون ال.اس.دی. برای مقایسهٔ زوجی بین سه اجرای ذهنی، درصد خطای زمان‌بندی در تصویرسازی بینایی درونی (M=۹/۱۱) و بیرونی (M=۸/۵۵) به‌طور معناداری کمتر از تصویرسازی حرکتی (M=۱۱/۶۴) بود (P<۰/۰۵)؛ اما بین درصد خطای زمان‌بندی تصویرسازی بینایی درونی و بیرونی تفاوت معنادار وجود نداشت (P>۰/۰۵، شکل سه). علاوه‌براین، اثر تعاملی خستگی و سطح تبحر ازلحاظ آماری معنادار بودند ($F_{(۲,۲۶)}$=۲۲/۵۳، P<۰/۰۰۱، η^2=۰/۴۹۵) و در هر دو گروه غیرماهر (t(۱۴)=۹/۳۸، P<۰/۰۰۱) و ماهر (t(۱۴)=۴/۹۲، P=۰/۰۰۸)، درصد خطای زمان‌بندی به‌طور معناداری از پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش داشت (گروه غیرماهر از ۹/۲۳ درصد به ۱۹/۷۲ درصد و گروه ماهر از ۳/۳۲ درصد به ۶/۸۱ درصد، شکل چهار). همچنین، اثر تعاملی خستگی و نوع اجرای ذهنی ازلحاظ آماری معنادار بودند ($F_{(۲,۲۶)}$=۸/۴۷، P=۰/۰۰۱، η^2=۰/۳۰۶) و در هر سه نوع تصویرسازی بینایی درونی (t(۲۹)=۳/۶۸، P=۰/۰۰۱)، بینایی بیرونی (t(۲۹)=۳/۱۵، P=۰/۰۰۱) و حرکتی (t(۲۹)=۵/۸۴، P<۰/۰۰۱) درصد خطای زمان‌بندی به‌طور معناداری از پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش داشت (بینایی درونی از ۶/۶۳ درصد به ۱۱/۵۹ درصد، بینایی بیرونی از ۶/۲۱ درصد به ۱۰/۹۰ درصد، حرکتی از ۵/۹۸ درصد به ۱۷/۳۰ درصد، شکل پنج). درنهایت، اثر تعاملی هر سه عامل خستگی، سطح تبحر و نوع اجرای ذهنی نیز بر درصد خطای زمان‌بندی، ازلحاظ آماری معنادار بود ($F_{(۴,۲۶)}$=۹/۶۸، P<۰/۰۰۱, η^2=۰/۳۳۱)؛ به‌طوری‌که در گروه غیرماهر درصد خطای تصویرسازی بینایی درونی (t(۱۴)=۴/۷۱، P<۰/۰۰۱)، بینایی بیرونی (t(۱۴)=۶/۵۵، P<۰/۰۰۱) و حرکتی (t(۱۴)=۱۱/۹۶، P<۰/۰۰۱) از پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش معنادار داشت (شکل شش) و در گروه ماهر نیز به‌طور مشابه، درصد خطای زمان‌بندی تصویرسازی بینایی درونی (t(۱۴)=۲/۴۱، P=۰/۰۲۶)، بینایی بیرونی (t(۱۴)=۲/۱۵، P=۰/۰۳۹) و حرکتی (t(۱۴)=۳/۵۷، P=۰/۰۰۱) از پیش‌آزمون به پس‌آزمون افزایش معنادار نشان داد (شکل شش).

براساس مقادیر اندازهٔ اثر به‌دست‌آمده برای اثر اصلی و تعاملی متغیرهای مستقل (جدول دو)، نوع اجرای ذهنی، اندازهٔ اثر کوچکی بر درصد خطای زمان‌بندی داشت (η^2=۰/۱۶۳)؛ درحالی‌که خستگی (η^2=۰/۴۲۰)، تعامل خستگی و نوع اجرای ذهنی (η^2=۰/۳۰۶) و تعامل خستگی، سطح تبحر و نوع

اجرای ذهنی (η^2=۰/۳۳۱)، اندازهٔ اثر کوچک تا متوسط و سطح تبحر (η^2=۰/۵۸۸) و تعامل خستگی و سطح تبحر (η^2=۰/۴۹۵)، اندازهٔ اثر متوسطی بر درصد خطای زمان‌بندی داشتند.

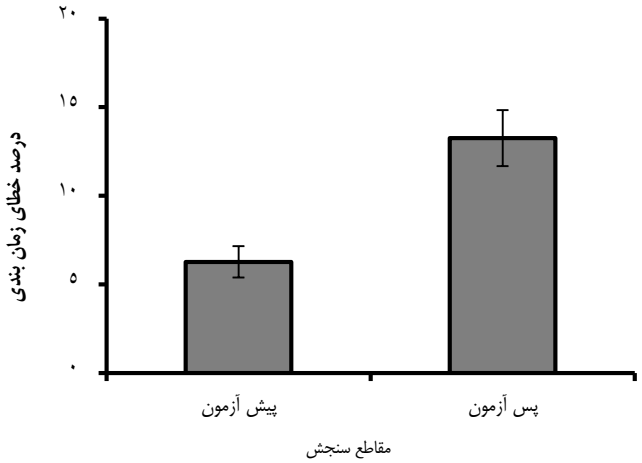
جدول ۱. ویژگی‌های زمانی اجرای مهارت کرال سینهٔ ۱۰۰ متر در شناگران ماهر و غیرماهر در مراحل مختلف اندازه‌گیری

ویژگی‌های زمانی		سطح تبحر	نوع اجرا	پایه/ پیش‌آزمون		پس‌آزمون		تغییرات پیش‌آزمون- پس‌آزمون	
				میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
زمان اجرا (ثانیه)		غیرماهر	بدنی	۵۹/۲۸	۰/۸۳	–	–	–	–
			ذهنی- بینایی درونی	۵۲/۶۳	۰/۹۵	۴۸/۵۷	۰/۹۸	۴/۰۶↓	۰/۲۷
			ذهنی- بینایی بیرونی	۵۳/۰۹	۰/۷۹	۴۸/۹۱	۰/۸۷	۴/۱۸↓	۰/۲۹
			ذهنی- حرکتی	۵۵/۷۱	۰/۹۷	۴۵/۲۹	۰/۶۵	↓ ۱۰/۴۲	۰/۳۶
		ماهر	بدنی	۵۵/۰۹	۰/۵۱	–	–	–	–
			ذهنی- بینایی درونی	۵۶/۲۱	۰/۶۴	۵۷/۹۱	۰/۷۲	۱/۷۰↑	۰/۱۳
			ذهنی- بینایی بیرونی	۵۶/۱۸	۰/۶۹	۵۷/۴۶	۰/۷۸	۱/۲۸↑	۰/۱۱
			ذهنی- حرکتی	۵۸/۳۶	۰/۹۵	۶۱/۱۵	۱/۰۹	۲/۷۹↑	۰/۱۹
خطای زمان‌بندی (ثانیه)		غیرماهر	ذهنی- بینایی درونی	۶/۶۵↓	۰/۳۲	↓ ۱۰/۷۱	۰/۳۵	۴/۰۶↑	۰/۲۷
			ذهنی- بینایی بیرونی	۶/۱۹↓	۰/۲۸	↓ ۱۰/۳۷	۰/۳۱	۴/۱۸↑	۰/۲۹
			ذهنی- حرکتی	۳/۵۷↓	۰/۳۵	↓ ۱۳/۹۹	۰/۲۹	↑ ۱۰/۴۲	۰/۳۶
		ماهر	ذهنی- بینایی درونی	۱/۱۲↑	۰/۱۹	۲/۸۲↑	۰/۲۳	۱/۷۰↑	۰/۱۳
			ذهنی- بینایی بیرونی	۱/۰۹↑	۰/۲۱	۲/۳۷↑	۰/۲۵	۱/۲۸↑	۰/۱۱
			ذهنی- حرکتی	۳/۲۷↑	۰/۳۴	۶/۰۶↑	۰/۴۳	۲/۷۹↑	۰/۱۹
٪ خطای زمان‌بندی		غیرماهر	ذهنی- بینایی درونی	↓ ۱۱/۲۲	۰/۷۹	↓ ۱۸/۰۷	۰/۹۸	۶/۸۵↑	۰/۵۸
			ذهنی- بینایی بیرونی	↓ ۱۰/۴۴	۰/۵۸	↓ ۱۷/۴۹	۰/۹۵	۷/۰۵↑	۰/۶۴
			ذهنی- حرکتی	۶/۰۲↓	۰/۷۳	↓ ۲۳/۶۰	۱/۳۲	↑ ۱۷/۵۸	۰/۹۹
		ماهر	ذهنی- بینایی درونی	۲/۰۳↑	۰/۴۷	۵/۱۲↑	۰/۶۷	۳/۰۹↑	۰/۴۲
			ذهنی- بینایی بیرونی	۱/۹۸↑	۰/۵۳	۴/۳۰↑	۰/۴۹	۲/۳۲↑	۰/۲۵
			ذهنی- حرکتی	۵/۹۴↑	۰/۷۱	↑ ۱۱/۰۱	۰/۹۹	۵/۰۶↑	۰/۴۷

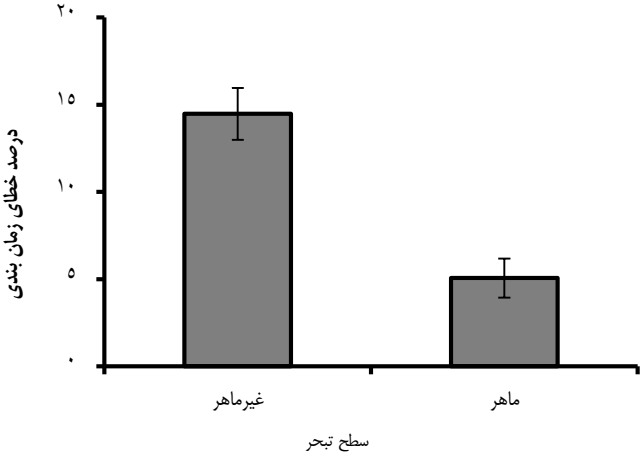
توجه: ارقام سیاه، زمان اجرای بدنی در مقطع سنجش پایه است. ↑ بیانگر افزایش و ↓ بیانگر کاهش در میزان تغییرات است.

جدول ۲. خلاصه نتایج تحلیل اثر خستگی، سطح تبحر و نوع اجرای ذهنی بر درصد خطای زمان‌بندی اجرای بدنی

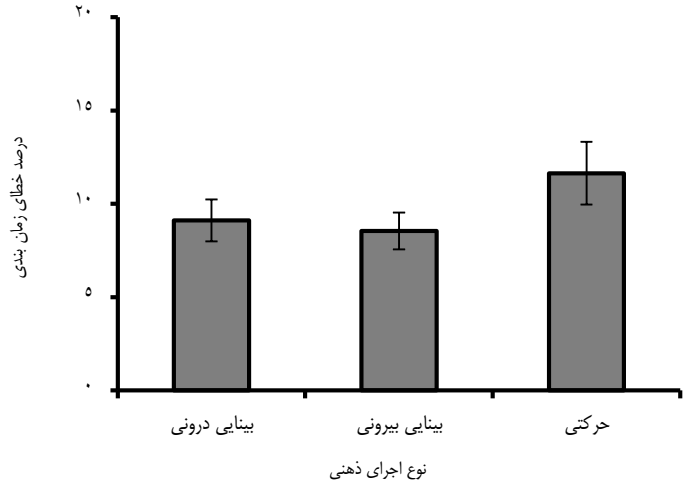
منبع تغییر	آماره اف	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معناداری	مجذور اتا
خستگی	۱۹/۴۷	۱	۲۶	<۰/۰۰۱	۰/۴۲۰
سطح تبحر	۳۵/۲۸	۱	۲۸	<۰/۰۰۱	۰/۵۸۸
نوع اجرای ذهنی	۴/۹۹	۲	۲۷	۰/۰۲۲	۰/۱۶۳
خستگی × سطح تبحر	۲۲/۵۳	۲	۲۶	<۰/۰۰۱	۰/۴۹۵
خستگی × نوع اجرای ذهنی	۸/۴۷	۳	۲۶	۰/۰۰۱	۰/۳۰۶
خستگی × سطح تبحر × نوع اجرای ذهنی	۹/۶۸	۴	۲۶	<۰/۰۰۱	۰/۳۳۱



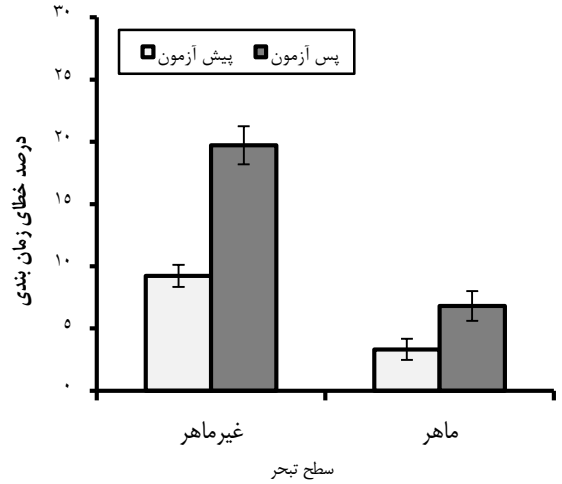
شکل ۱. تغییرات درصد خطای زمان‌بندی برای اثر اصلی خستگی بدنی



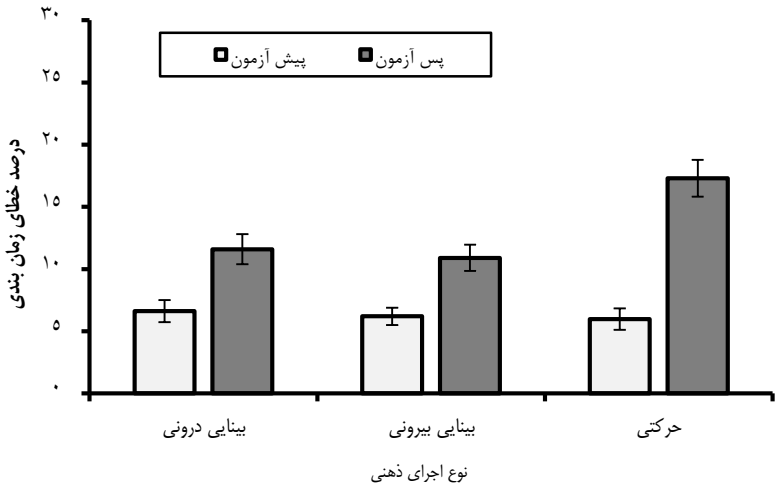
شکل ۲. تغییرات درصد خطای زمان‌بندی برای اثر اصلی سطح تبحر



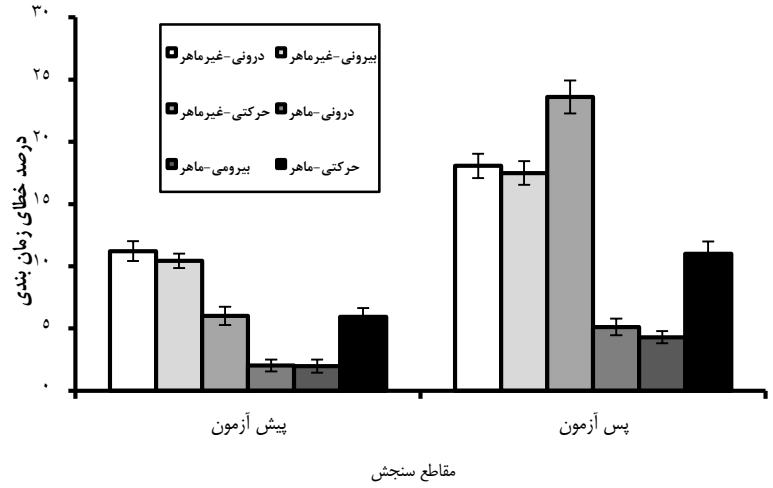
شکل ۳. تغییرات درصد خطای زمان‌بندی برای اثر اصلی نوع اجرای ذهنی



شکل ٤. تغییرات درصد خطای زمان‌بندی برای اثر تعاملی خستگی و سطح تبحر



شکل ۵. تغییرات درصد خطای زمان‌بندی برای اثر تعاملی خستگی و نوع اجرای ذهنی



شکل ٦. تغییرات درصد خطای زمان‌بندی برای اثر تعاملی خستگی، سطح تبحر و نوع اجرای ذهنی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی تأثیر خستگی محیطی بر ویژگی‌های زمانی انواع تصویرسازی ذهنی در شناگران غیرماهر و ماهر بود. دراین‌راستا، درصد خطای زمان‌بندی مهارت در اجرای ذهنی که صرف‌نظر از جهت خطا (کم‌تخمینی و بیش‌تخمینی) شاخصی عینی از دقت تصویرسازی ذهنی فراهم می‌کند، به‌عنوان متغیر وابسته درنظر گرفته شد و اثر خستگی، سطح تبحر و نوع تصویرسازی ذهنی بر آن تحلیل شد. در این بخش، برای درک بهتر اثرهای خستگی، ابتدا

درخصوص تفاوت‌های موجود در خطای زمان‌بندی انواع تصویرسازی ذهنی در گروه‌های غیرماهر و ماهر بحث می‌شود.

یافته‌های اولیهٔ پژوهش نشان داد که شناگران غیرماهر در زمان‌بندی تصویرسازی ذهنی مهارت حرکتی دچار کم‌تخمینی و شناگران ماهر دچار بیش‌تخمینی هستند. براساس مطالعات قبلی، بیش‌تخمینی در ورزشکاران ماهر شایع است (اورلیاژوت و سیلو، ۱۹۹۸؛ کالملز و فورنیر، ۲۰۰۱؛ گویلوت و همکاران، ۲۰۰۴، ۲۰۰۵؛ کالملز و همکاران، ۲۰۰۶) که یافته‌های پژوهش حاضر نیز از آن حمایت می‌کند؛ برای مثال، بیش‌تخمینی در ورزشکاران ماهر گلف (اورلیاژوت و سیلو، ۱۹۹۸)، ژیمناستیک (کالملز و فورنیر، ۲۰۰۱؛ گویلوت و همکاران، ۲۰۰۴، ۲۰۰۵؛ کالملز و همکاران، ۲۰۰۶) و تنیس (گویلوت و همکاران، ۲۰۰۴) در مطالعات قبلی گزارش شده است. افزون‌براین، زمان‌سنجی ذهنی مهارت‌های حرکتی مختلف در مطالعاتی که در ورزشکاران سطوح مهارتی پایین‌تر انجام شده است (دموگت و پاپاگزنتیز، ۲۰۱۱؛ دی‌رینزیو و همکاران، ۲۰۱۲؛ لوئیس، کالت، چمپلی و گویلوت[1]، ۲۰۱۲؛ ویلیامز و همکاران، ۲۰۱۵؛ کانسک و همکاران، ۲۰۱۶)، نشان می‌دهد که زمان‌بندی تصویرسازی ذهنی به کم‌تخمینی گرایش دارد که با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. خطای زمان‌بندی در تصویرسازی ذهنی ورزشکاران غیرماهر و ماهر به این حقیقت مربوط است که افراد ماهر دراثر تمرین زیاد، دانش فنی کاملی از مهارت‌ها به‌دست می‌آورند و تصویرسازی ذهنی را با جزئیات بیشتری اجرا می‌کنند و این امر باعث طولانی‌شدن مدت زمان تصویرسازی ذهنی می‌شود. علاوه‌براین، ورزشکاران سطح متوسط دانشی جزئی از مهارت دارند و معمولاً برای جفت‌کردن عناصر مختلف مهارت برای تصویرسازی، زمان بیشتری صرف می‌کنند. درنهایت، افراد غیرماهر و مبتدی که فرایند یادگیری‌شان را ادامه می‌دهند، اطلاعات محدودی از مهارت دارند که این امر منجر به بازنمایی ذهنی سریع، بی‌دقت و کم‌تخمینی در طول تصویرسازی ذهنی می‌شود (گویلوت و همکاران، ۲۰۱۲). صرف‌نظر از جهت خطا (کم‌تخمینی و بیش‌تخمینی)، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطح تبحر بر درصد خطای زمان‌بندی اثرگذار است و ورزشکاران ماهر در مقایسه با همتایان غیرماهر خود درصد خطای کمتری دارند. به‌عبارت‌دیگر، گروه ماهر از دقت تصویرسازی بیشتری برخوردار بود که با این یافته با یافته‌های مطالعات قبل هم‌خوانی دارد (مک‌اینتایر و موران، ۱۹۹۶؛ اویشی و همکاران، ۲۰۰۰؛ رید، ۲۰۰۲؛ لوئیس و همکاران، ۲۰۱۲؛ ویلیامز و همکاران، ۲۰۱۵). دقت در زمان‌بندی تصویرسازی ذهنی با تمرین بهبود می‌یابد (هاردی و کالو، ۱۹۹۹؛ گویلوت و همکاران، ۲۰۰۴)؛ ازاین‌رو، دور از انتظار نیست که ورزشکاران ماهر در مقایسه با ورزشکاران غیرماهر از خطای کمتر و دقت بیشتری در زمان‌بندی تصویرسازی ذهنی برخوردار باشند. گروه ورزشکاران موردمطالعه در پژوهش حاضر ازنظر سطح رقابتی درحد مسابقات استانی و کشوری بودند؛ بنابراین، ممکن است نتایج این پژوهش درمورد ورزشکاران نخبهٔ سطوح بالاتر صادق نباشد و مطالعات آتی می‌توانند با مقایسهٔ ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی در ورزشکاران سطوح رقابتی مختلف این تفاوت‌ها را شناسایی کنند.

نتایج پژوهش حاضر درخصوص نوع اجرای ذهنی نشان داد که تصویرسازی حرکتی با درصد خطای زمان‌بندی بیشتری نسبت به تصویرسازی بینایی درونی و بیرونی همراه است. این نتایج با یافته‌های مطالعهٔ گویلوت و همکاران (۲۰۰۴) هم‌خوانی دارد؛ اما با شواهد ارائه‌شده در پژوهش‌های گویلوت و همکاران (۲۰۰۵) و ویلیامز و همکاران (۲۰۱۵) ناهمسو است. دلیل این ناهم‌خوانی‌ها

1. Louis, Collet, Champely & Guillot

را می‌توان به‌طور عمده به تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های مهارت‌های حرکتی انتخاب‌شده برای شرکت‌کننده‌ها نسبت داد. مهارت‌های حرکتی موردمطالعه در این پژوهش‌ها شامل پرش عمودی متوالی درجا (گویلوت و همکاران، ۲۰۰۵) و مهارت‌های ورزشی مختلف (ویلیامز و همکاران، ۲۰۱۵) بوده‌اند که شرکت‌کننده‌ها در فرایند انجام پژوهش با آن‌ها آشنا شده‌اند؛ درحالی‌که گویلوت و همکاران (۲۰۰۴) همانند پژوهش حاضر مهارت‌های حرکتی تمرین‌شده را مطالعه کرده‌اند. براساس شواهد موجود، خطای زمان‌بندی در بازنمایی اطلاعات حس حرکت در مقایسه با حس بینایی بیانگر آن است که در شکل‌دهی تصاویر حرکتی، سازمان‌دهی نشانه‌های حس حرکت به نسبت نشانه‌های بینایی دشوارتر است (گویلوت و همکاران، ۲۰۰۴). بااین‌وجود، تصویرسازی حرکتی ممکن است مرتب‌سازی و زمان‌بندی تغییرات نسبی را در حس‌هایی که توسط حرکت استخراج می‌شود، تسهیل کند و بدین‌وسیله بازنمایی بهتری در مقایسه با تصویرسازی بینایی برای یادگیری زمان‌بندی حرکت فراهم کند (فری، ۲۰۰۳). افزون‌براین، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بین درصد خطای زمان‌بندی تصویرسازی بینایی درونی و بیرونی تفاوتی وجود ندارد. این یافته‌ها با نتایج مطالعات کالملز و همکاران (۲۰۰۶)، دی‌رینزیو و همکاران (۲۰۱۲) و ویلیامز و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. الگوی زمان‌سنجی مشابه بین تصویرسازی بینایی درونی و بیرونی نشان می‌دهد که سازوکار پردازش اطلاعات حس بینایی، چه از منظر درونی و چه از منظر بیرونی، در فرایند تصویرسازی ذهنی همسان است.

نتایج پژوهش حاضر دربارهٔ تأثیر خستگی نشان داد که نه‌تنها اثر اصلی خستگی، بلکه اثرهای تعاملی آن با سطح تبحر و نوع اجرای ذهنی نیز بر درصد خطای تخمین معنادار است. بدین‌مفهوم که خستگی منجر به افزایش خطای زمان‌بندی هر سه نوع اجرای ذهنی در هر دو گروه غیرماهر و ماهر شده است. با درنظرداشتن جهت خطا (کم‌تخمینی در گروه غیرماهر و بیش‌تخمینی در گروه ماهر)، می‌توان چنین بیان کرد که در گروه غیرماهر، خستگی باعث کاهش زمان تصویرسازی ذهنی شده است (کم‌تخمینی بیشتر)؛ درحالی‌که در گروه ماهر، خستگی منجر به افزایش زمان تصویرسازی شده است (بیش‌تخمینی بیشتر). با توضیحی که پیش‌تر ارائه گردید، می‌توان این نتایج را چنین تفسیر کرد که ورزشکاران غیرماهر و مبتدی در شرایط خستگی، بازنمایی ذهنی سریع‌تر و بی‌دقت‌تری را از شرایط عادی به‌اجرا می‌گذارند؛ درحالی‌که ورزشکاران ماهر در شرایط خستگی، برای پردازش و بازنمایی دقیق اطلاعات مرتبط با مهارت مجبور به صرف زمان بیشتری می‌شوند و اجرای ذهنی آن‌ها را با بیش‌تخمینی بیشتری همراه می‌سازد. بااین‌حال، میزان اثرپذیری خطای تخمین در گروه غیرماهر و گروه ماهر و نیز در سه نوع اجرای ذهنی متفاوت بود. با توجه به مقادیر تغییرات درصد خطای تخمین از پیش‌آزمون به پس‌آزمون (جدول یک)، گروه غیرماهر دراثر خستگی، دو تا سه برابر تغییرات بیشتری در مقایسه با گروه ماهر تجربه کرد. علاوه‌براین، تغییرات تصویرسازی حرکتی در مقایسه با تصویرسازی بینایی درونی و بیرونی به‌مراتب بالاتر بود. بدین‌مفهوم‌که حس حرکتی تأثیرپذیری بیشتری از خستگی ناشی از تمرینات بدنی داشته است. چند سازوکار برای تأثیر خستگی بر ویژگی‌های تصویرسازی ذهنی در ادبیات پژوهشی پیشنهاد شده است. سازوکار اول مربوط به خطای یکپارچگی بازخورد حسی در شرایط خستگی است. در فرایند یکپارچگی بازخورد حسی، سیستم عصبی مرکزی دروندادهای حسی را انتخاب، تقویت، مهار و مقایسه می‌کند و درقالب الگوی منعطف و قابل‌تغییر برای برنامهٔ حرکتی آتی سازمان‌دهی و یکپارچه می‌سازد (پایلارد، ۲۰۱۲). در شرایط خستگی تحریک‌پذیری دوک عضلانی کاهش می‌یابد و طی آن، حرکت و

وضعیت مفاصل به‌درستی ادراک نمی‌شود (تیلور و همکاران، ۲۰۰۰) و در یکپارچگی بازخورد حسی دچار اختلال می‌شود (پایلارد، ۲۰۱۲)؛ ازاین‌رو، اطلاعات حسی موردپردازش در فرایند تصویرسازی ذهنی به‌هنگام خستگی، برپایهٔ یکپارچگی بازخورد حسی مختل‌شده استوار است و از این طریق ممکن است زمان‌بندی تصویرسازی ذهنی نیز با اختلال روبه‌رو شود. علاوه‌براین، در شرایط خستگی، ادراک بدنی مختل می‌شود و باعث به‌هم‌ریختگی طرحوارهٔ بدن (لوری و همکاران، ۲۰۰۹؛ پایلارد، ۲۰۱۲) و تغییر فعالیت شبکه‌های عصبی در مغز (ست‌کلایر گیبسون و همکاران، ۲۰۰۳) می‌شود. با توجه به اینکه تصویرسازی ذهنی برپایهٔ فرایندهای اعصاب مرکزی استوار است و به‌صورت مجزا وضعیت واقعی بدن را مطابق با نوع تصویرسازی تلفیق می‌کند (گویلوت و همکاران، ۲۰۰۵)، بنابراین میزان تأثیرپذیری انواع تصویرسازی از خستگی بدنی ممکن است متفاوت باشد.

نتایج پژوهش حاضر درخصوص اثرهای خستگی بر ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی با یافته‌های پژوهش‌های دموگت و پاپاگزنتیز (۲۰۱۱) و دی‌رینزیو و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت کامل دارد. دموگت و پاپاگزنتیز (۲۰۱۱) گزارش کردند که مدت زمان تصویرسازی حرکتی تکلیف نقطه‌گذاری بازو بین سه هدف، بعد از اجرای بدنی خسته‌کننده در عضو خسته کاهش یافت. همچنین، دی‌رینزیو و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که خستگی عمومی ناشی از تمرین بدنی خسته‌کنندهٔ شنا (مشابه با پژوهش حاضر)، زمان‌بندی اجرای ذهنی را کوتاه‌تر کرد. بااین‌وجود، نتایج پژوهش حاضر با شواهد پژوهش گویلوت و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر اینکه تفاوت معناداری بین مدت زمان تصویرسازی ذهنی در قبل و بعد از خستگی مشاهده نشد، ناهم‌خوان است. متفاوت‌بودن نوع مهارت، سطح تبحر و مدت زمان موردنیاز برای تکمیل تکلیف، از دلایل احتمالی این ناهم‌خوانی است.

به‌طورکلی، براساس شواهد موجود در ادبیات پژوهشی، سطح مهارت، نوع تصویرسازی و خستگی محیطی ناشی از تمرینات بدنی، بر ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی که شاخصی عینی از توانایی تصویرسازی ذهنی به‌شمار می‌روند، اثرگذارهستند؛ اما الگوی ثابتی در یافته‌های گزارش‌شده درخصوص اثرهای این عوامل وجود ندارد. درراستای بررسی این ابهامات، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در اجرای تصویرسازی ذهنی، ورزشکاران غیرماهر با کم‌تخمینی و ورزشکاران ماهر با بیش تخمینی روبه‌رو هستند و دقت تصویرسازی در ورزشکاران ماهر بیشتر از ورزشکاران غیرماهر است. ورزشکاران در تصویرسازی حرکتی با خطای زمان‌بندی بیشتری نسبت به تصویرسازی بینایی روبه‌رو بودند و درنهایت، خستگی محیطی ناشی از انجام تمرینات بدنی باعث افزایش خطای زمان‌بندی برای هر سه نوع تصویرسازی ذهنی و برای هر دو گروه غیرماهر و ماهر شد؛ به‌طوری‌که تصویرسازی حرکتی ورزشکاران غیرماهر بیشترین تأثیر را از خستگی دریافت کرد. یافته‌های پژوهش حاضر در طراحی مداخله‌های شناختی مبتنی بر تصویرسازی برای درک پیامدهای حاصل از آن دارای اهمیت است. با توجه به اهمیت ساختار زمانی تصویرسازی و اثرهای آن بر اجرای بدنی متعاقب (بوشکر و همکاران، ۲۰۰۰؛ لوییس و همکاران، ۲۰۰۸؛ او و مانروئی–چندلر، ۲۰۰۸)، نیاز است که ورزشکاران، مربیان و مشاوران روان‌شناسی ورزشی به اثربخشی انواع تصویرسازی ذهنی در بهبود زمان اجرا برای ورزشکاران سطوح مهارتی مختلف توجه نمایند. در انتها، با توجه به محدودیت پژوهش حاضر در به‌کارگیری شاخص‌های عصبی–فیزیولوژیک به‌همراه سنجش‌های صورت‌گرفته، توصیه می‌شود که در مطالعات آتی برای اعتباربخشی

بیشتر به نتایج، از این اندازه‌گیری‌ها نیز بهره گرفته شود. برای اطلاعات بیشتر درخصوص شاخص‌های عصبی–فیزیولوژیک تصویرسازی ذهنی، به پژوهش گویلوت، لوئیس و کالت (۲۰۱۰) مراجعه شود. علاوه‌براین، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی، اثرهای انواع خستگی (ذهنی، بدنی و غیره) به‌صورت واحد و نیز به‌صورت متوالی بر ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی تکالیف مختلف حرکتی و ورزشی مطالعه شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی‌آباد کتول می‌باشد. پژوهشگران از حمایت‌های مالی این واحد دانشگاهی کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Bakker, M., de Lange, F. P., Stevens, J. A., Toni, I., & Bloem, B. R. (2007). Motor imagery of gait: A quantitative approach. *Experimental Brain Research*, 179, 497–504.
2. Borg, G. (1998) *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human Kinetics.
3. Boschker, M. S. J., Bakker, F. C., & Rietberg, M. B. (2000). Retroactive interference effects of mentally imagined movement speed. *Journal of Sports Sciences*, 18, 593-603.
4. Callow, N., & Hardy, L. (2004). The relationship between kinesthetic imagery and different visual imagery perspectives. *Journal of Sports Sciences*, 22, 167-77.
5. Calmels, C., & Fournier, J. F. (2001). Duration of physical and mental execution of gymnastic routines. *The Sport Psychologist*, 15, 142-50.
6. Calmels, C., Holmes, P., Lopez, E., & Naman, V. (2006). Chronometric comparison of actual and imaged complex movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 38, 339-48.
7. Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
8. Courtine, G., Papaxanthis, C., Gentili, R., & Pozzo, T. (2004). Gait-dependent motor memory facilitation in covert movement execution. *Cognitive Brain Research*, 22, 67–75.
9. Cumming, J., & Ramsey, R. (2008). Imagery interventions in sport. In S. Mellalieu & S. Hanton (Eds.), Advances in applied sport psychology: A review (pp. 5–36). London, UK: Routledge.
10. Decety, J., & Boisson, D. (1990). Effect of brain and spinal cord injuries on motor imagery. *European Archives in Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 240, 39-43.
11. Demougeot, L., & Papaxanthis, C. (2011). Muscle fatigue affects mental simulation of action. *Journal of Neuroscience*, 31, 10712–20.
12. Di Rienzo, F., Collet, C., Hoyek, N., & Guillot, A. (2012). Selective effect of physical fatigue on motor imagery accuracy. *PLoS ONE*, 7(10), 47207.
13. Driskell, J. E., Copper, C., & Moran, A. (1994). Does mental practice enhance performance? *Journal of Applied Psychology*, 79(4), 481–92.
14. Ehrsson, H. H., Geyer, S., & Naito, E. (2003). Imagery of voluntary movement of fingers, toes, and tongue activates corresponding body-part-specific motor representations. *Journal of Neurophysiology*, 90, 3304 –16.
15. Enoka, R. M. (1994). Neuromechanical Basis of Kinesiology. Champaign, IL: Human Kinetics.
16. Fadiga, L., & Craighero, L. (2004). Electrophysiology of action representation. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 21, 157–69.

17. Feltz, D. L., & Landers, D. M. (1983). The effects of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis. *Journal of Sport Psychology*, 5, 25-57.
18. Fery, Y. A. (2003). Differentiating visual and kinesthetic imagery in mental practice. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 57, 1-10.
19. Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81, 1725–89.
20. Gandevia, S. C., Allen, G. M., Butler, J. E., & Taylor, J. L. (1996). Supraspinal factors in human muscle fatigue: Evidence for a suboptimal output from the motor cortex. *Journal of Physiology*, 490, 529–36.
21. Gandevia, S. C., Wilson, L. R., Inglis, J. T., & Burke, D. (1997). Mental rehearsal of motor tasks recruits alpha-motoneurones but fails to recruit human fusimotor neurones selectively. *Journal of Physiology*, 505, 259–66.
22. Gentili, R., Han, C. E., Schweighofer, N., & Papaxanthis, C. (2010). Motor learning without doing: Trial-by-trial improvement in motor performance during mental training. *Journal of Neurophysiology*, 104, 774-83.
23. Grangeon, M., Guillot, A., & Collet, C. (2011). Postural control during visual and kinesthetic motor imagery. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36, 47–56.
24. Gueugneau, N., Mauvieux, B., & Papaxanthis, C. (2009). Circadian modulation of mentally simulated motor actions: implications for the potential use of motor imagery in rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23, 237–45.
25. Guillot, A., & Collet, C. (2005). Duration of mentally simulated movement: A review. *Journal of Motor Behavior*, 37, 10-20.
26. Guillot, A., & Collet, C. (2008). Construction of the motor imagery integrative model in sport: A review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1, 31-44.
27. Guillot, A., & Collet, C. (2008). Construction of the motor imagery integrative model in sport: A review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1, 31–44.
28. Guillot, A., Collet, C., & Dittmar, A. (2004). Relationship between visual vs. kinesthetic imagery, field dependence-independence and complex motor skills. *Journal of Psychophysiology*, 18, 190-9.
29. Guillot, A., Haguenauer, M., Dittmar, A., & Collet, C. (2005). Effect of a fatiguing protocol on motor imagery accuracy. *European Journal of Applied Physiology*, 95(2-3), 186-90.
30. Guillot, A., Hoyek, N., Louis, M., & Collet, C. (2012). Understanding the timing of motor imagery: Recent findings and future directions. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 5, 3-22.
31. Guillot, A., Louis, M., & Collet, C. (2009). Neural mechanisms for expertise in mental imagery. *Cognitive Sciences*, 4, 31-48.
32. Guillot, A., Louis, M., & Collet, C. (2010). Neurophysiological substrates of motor imagery ability. In A. Guillot & C. Collet (Eds.), The neurophysiological foundations of mental and motor imagery (pp. 109-123). New-York: Oxford University Press.
33. Hardy, L., & Callow, N. (1999). Efficacy of external and internal visual imagery perspectives for the enhancement of performance on tasks in which form is important. *Journal of Sport Exercise Psychology*, 21(2), 95–112.
34. Hardy, L., Jones, G., & Gould, D. (1996).Understanding psychological preparation for sport: Theory and

practice of elite performers. West Sussex, England: Wiley.
35. Holmes, P. S., & Collins, D. J. (2001). The PETTLEP approach to motor imagery: A functional equivalence model for sport psychologists. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13, 60-83.
36. Howard, R. M., Shea, C. H., & Herbert, W. G. (1982). The effect of fatigue on the control of a coincident timing response. *Journal of General Psychology*, 106, 263–271.
37. Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage*, 14, 103–9.
38. Johnson, S. H. (2000). Thinking ahead: The case for motor imagery in prospective judgments of prehension. *Cognition*, 74, 33-70.
39. Kanthack, T. F. D., Guillot, A., Altimari, L. R., Nunez Nagy, S., Collet, C., & Di Rienzo, F. (2016). Selective efficacy of static and dynamic imagery in different states of physical fatigue. *PLoS ONE*, 11(3), 149654.
40. Kawato, M. (1999). Internal models for motor control and trajectory planning. *Current Opinion in Neurobiology*, 9, 718 –27.
41. Kirkendall, D. T. (1990). Mechanisms of peripheral fatigue. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22, 444–9.
42. Lorey, B., Bischoff, M., Pilgramm, S., Stark, R., Munzert, J., & Zentgraf, K. (2009). The embodied nature of motor imagery: The influence of posture and perspective. *Experimental Brain Research*, 194, 233–43.
43. Lotze, M., Scheler, G., Tan, H. R. M., Braun, C., & Birbaumer, N. (2003). The musician's brain: Functional imaging of amateurs and professionals during performance and imagery. *NeuroImage*, 20, 1817-29.
44. Louis, M., Collet, C., Champely, S., & Guillot, A. (2012). Differences in motor imagery time when predicting task duration in alpine skiers and equestrian riders. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(1), 86-93.
45. Louis, M., Guillot, A., Maton, S., Doyon, J., & Collet, C. (2008). Effect of imagined movement speed on subsequent motor performance. *Journal of Motor Behavior*, 40, 117-32.
46. MacIntyre, T., & Moran, A. (1996). Imagery validation: How do we know athletes are imaging during mental practice. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8, 132.
47. Macuga, K. L., & Frey, S. H. (2012). Neural representations involved in observed, imagined, and imitated actions are dissociable and hierarchically organized. *Neuroimage*, 59, 2798–807.
48. Mahoney, M., & Avener, M. (1977). Psychology of the elite athlete: An exploratory study. *Cognitive Therapy and Research*, 1, 135–41.
49. Malouin, F., Richards, C. L., Desrosiers, J., & Doyon, J. (2004). Bilateral slowing of mentally simulated actions after stroke. *Neuroreport*, 15, 1349-53.
50. Miall, R. C., & Wolpert, D. M. (1996). Forward models for physiological motor control. *Neural Networks*, 9, 1265-79.
51. Millet, G. Y., Lepers, R., Maffiuletti, N. A.,Babault, N., Martin, V., & Lattier, G. (2002). Alterations of neuromuscular function after an ultramarathon. *Journal of Applied Physiology*, 92, 486–92.
52. Milton, J., Small, S. L., & Solodkin, A. (2008). Imaging motor imagery: Methodological issues related to expertise. *Methods*, 45, 336-41.
53. Moran, A. (1993). Conceptual and methodological issues in the measurement of mental imagery skills in athletes. *Journal of Sport Behavior*, 16, 156-70.
54. Morris, T. (1997). Psychological skills training in sport: An overview (2nd Ed.). Leeds: National Coaching Foundation.

55. Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). Imagery in sport. Champaign, IL: Human Kinetics.
56. Munzert, J. (2008). Does level of expertise influence imagery durations in open skills? Played versus imagined durations of badminton sequences. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 6, 24-38.
57. Munzert, J., Lorey, B., & Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews*, 60, 306–26.
58. Murphy, S. M., Nordin, S. M., & Cumming, J. (2008). Imagery in sport, exercise and dance. In T. Horn (Ed.), Advances in Sport and Exercise Psychology (3rd ed., pp. 297-324). Champagne, IL: Human Kinetics.
59. O, J., & Munroe-Chandler, K. J. (2008). The effects of image speed on the performance of a soccer task. *The Sport Psychologist*, 22, 1-17.
60. O, J., & Hall, C. (2009). A quantitative analysis of athletes' voluntarily use of slow-motion, real time and fast motion images. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21, 15-30.
61. Oishi, K., Kasai, T., & Maeshima, T. (2000). Autonomic response specificity during motor imagery. *Journal of Physiology and Anthropology and Applied Human Science*, 19, 255-61.
62. Orliaguet, J. P., & Coello, Y. (1998). Differences between actual and imagined putting movements in golf: A chronometric analysis. *International Journal of Sport Psychology*, 29, 157-69.
63. Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: A review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36, 162–76.
64. Reed, C. L. (2002). Chronometric comparisons of imagery to action: Visualizing versus physically performing springboard dives. *Memory and Cognition*, 30, 1169-78.
65. Roberts, R., Callow, N., Hardy, L., Markland, D., & Bringer, J. (2008). Movement imagery ability: Development and assessment of a revised version of the vividness of movement imagery questionnaire. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30, 200-21.
66. Ross, J. S., Tkach, J., Ruggieri, P. M., Lieber, M., & Lapresto, E. (2003). The mind's eye: Functional MR imaging of golf motor imagery. *American Journal of Neuroradiology*, 24, 1036-44.
67. Rostami, M., Rahnama, N., Sohrabi, M., Khayambashi, K., & Bambae, A. (2011). The study of validity and reliability of the Persian version of the vividness of movement imagery questionnaire-second version. *Olympic*, 54, 129-39. (In Persian)
68. Roure, R., Collet, C., Deschaumes-Molinaro, C., Delhomme, G., Dittmar, A., Vernet-Maury, E. (1999). Imagery quality estimated by autonomic response is correlated to sporting performance enhancement. *Physiology & Behavior*, 66, 63–72.
69. Schmid, M., Schieppati, M., & Pozzo, T. (2006). Effect of fatigue on the precision of a whole-body pointing task. *Neuroscience*, 139, 909–20.
70. Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-60.
71. Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (1999). Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
72. Sirigu, A., Duhamel, J. R., Cohen, L., Pillon, B., Dubois, B., & Agid, L. (1996). The mental representation of hand movements after parietal cortex damage. *Science*, 273, 1564-8.
73. Spittle, M. (2001). Preference for Imagery Perspective, Imagery Perspective Training and Task Performance (Unpublished doctoral dissertation). Victoria University, Australia.

74. Spittle, M., & Morris, T. (2007). Internal and external imagery perspective measurement and use in imagining open and closed sport skills: An exploratory study. *Perceptual and Motor Skills*, 104, 387–404.
75. St Clair Gibson, A., Baden, D. A., Lambert, M. I., Lambert, E. V., Harley, Y. X., Hampson, D., …, & Noakes, T. D. (2003). The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Medicine*, 33, 167–76.
76. Stinear, C. M., & Byblow, W. D. (2003). Motor imagery of phasic thumb abduction temporally and spatially modulates corticospinal excitability. *Clinical Neurophysiology*, 114, 909–14.
77. Taylor, J. L., Butler, J. E., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, 83, 106–15.
78. Walsh, L. D., Gandevia, S. C., & Taylor, J. L. (2010). Illusory movements of a phantom hand grade with the duration and magnitude of motor commands. *Journal of Physiology*, 588, 1269–80.
79. Watt, A. P., Morris, T., & Andersen, M. B. (2004). Issues in the development of a measure of imagery ability in sport. *Journal of Mental Imagery*, 28(3), 149-80.
80. Weinberg, R. S., & Gould, D. (1995). Foundations of sport psychology. Champaign, IL: Human Kinetics.
81. Williams, S. E., Guillot, A., Di Rienzo, F., & Cumming, J. (2015). Comparing self-report and mental chronometry measures of motor imagery ability. *European Journal of Sport Science*, 15(8), 703-11.
82. Wolpert, D. M., Ghahramani, Z., & Jordan, M. I. (1995). An internal model for sensorimotor integration. *Science*, 269, 1880–2.

استناد به مقاله

دانا، ا.، رفیعی، ص.، و صالحیان، م. ح. (۱۳۹۷). تأثیر خستگی محیطی بر ویژگی‌های زمانی تصویرسازی ذهنی در شناگران غیرماهر و ماهر. مجله مطالعات روان‌شناسی ورزشی، شماره ۲۳، ص. ۲۰۴-۱۷۹. شناسه دیجیتال: 10.22089/spsyj.2017.4468.1468

Dana, A., Rafiee, S., & Salehian, M. S. (2018). The Effect of Peripheral Fatigue on Temporal Properties of Mental Imagery among Unskilled and Skilled Swimmers. Journal of Sport Psychology Studies, 23; Pp: 179-204. In Persian. Doi: 10.22089/spsyj.2017.4468.1468

The Effect of Peripheral Fatigue on Temporal Properties of Mental Imagery among Unskilled and Skilled Swimmers

Amir Dana[1], Saleh Rafiee[2], Mir Hamid Salehian[3]

Received: 2017/07/11 **Accepted: 2017/11/06**

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of peripheral fatigue on temporal properties of mental imagery among unskilled and skilled swimmers. To this end, 30 male swimmers (15 skilled and 15 unskilled) in age range of 18 to 24 years old were randomly selected and their imagery duration (internal visual, external visual, kinesthetic) in the 100 meters front crawl before and after peripheral fatigue (free style swimming exercise with 70% of maximum heart rate intensity until exhaustion) were measured. The data were analyzed using mixed Anova at 95% confidence level. Based on the results, imagery accuracy of skilled athletes was higher than unskilled and timing error in kinesthetic imagery was more than visual imagery. The fatigue enhanced timing error for all three imagery types and both unskilled and skilled groups. Conclusion is that controlling of imagery timing in fatigue condition is necessary for interventions' effectiveness.

Keywords: Mental Imagery, Timing, Swimming, Fatigue, Expertise Level

1. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran (Corresponding Author) Email: amirdana@iaut.ac.ir
2. Assistant Professor of Motor Behavior, Sport Science Research Institute of Iran
3. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran