تأثیر ترکیب روش‌های تمرینی مشاهدهٔ عمل، تصویرسازی حرکتی و تمرین جسمانی بر استواری حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله

ربابه مهاجری[1]، پونه مختاری[2]، امیر شمس[3]

۱. کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۲. استادیار دانشگاه ازاد اسلامی واحد تهران مرکز
۳. استادیار پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۶

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ترکیب روش‌های تمرینی مشاهدهٔ عمل، تصویرسازی حرکتی و تمرین جسمانی بر استواری حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله بود. نمونهٔ آماری پژوهش حاضر را ۶۴ دانشجوی دختر رشتهٔ تربیت بدنی با دامنهٔ سنی ۲۸ـ۲۰ سال تشکیل دادند که به‌صورت تصادفی به چهار گروه ۱۶ نفری (گروه تمرین جسمانی، گروه تمرین جسمانی ـ مشاهدهٔ عمل، گروه تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی و گروه مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی) تقسیم شدند. پروتکل اجرای پژوهش شامل: سه مرحلهٔ پیش از تمرین (پیش‌آزمون)، مرحلهٔ تمرین و مرحلهٔ آزمون (پس‌آزمون) بود. در این پژوهش، الگوی درون‌مرحله ترکیبی از چرخش داخلی و خارجی ساق پای راست و چپ به‌طور هم‌زمان بود، به‌صورتی که هر دو پا روی سطح افقی و حول محور عمودی بدن، هم‌زمان به سمت داخل و خارج بدن (نسبت به مرکز بدن) حرکت می‌کردند. الگوی هماهنگی برون‌مرحله نیز شامل حرکت دورانی هریک از پاها روی سطح سهمی و حول محور عرضی بود. به‌منظور تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح $P<0.05$ استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که روش ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی در هر دو حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله، دارای عملکرد بهتر و معناداری نسبت به گروه های دیگر می‌باشد ($P<0.001$). همچنین، گروه ترکیبی تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی نیز عملکرد بهتر و معناداری نسبت به گروه‌های تمرین جسمانی و مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی دارد ($P<0.05$). براساس نتایج پژوهش حاضر به مربیان پیشنهاد می‌شود جهت یادگیری این نوع مهارت‌های حرکتی و صرفه‌جویی در وقت و هزینه، از روش ترکیبی تمرین جسمانی ـ مشاهدهٔ عمل بهره گیرند.

واژگان کلیدی: استواری، حرکات درون‌مرحله، حرکات برون‌مرحله، هماهنگی، تمرین جسمانی، مشاهدهٔ عمل، تصویرسازی حرکتی

* نویسنده مسئول Email: amirshams85@gmail.com

مقدمه

یادگیری و اجرای موفقیت‌آمیز یک حرکت یا مهارت ورزشی شامل: تعامل مؤلفه‌های بسیاری مانند پردازش و جمع‌آوری مؤثر و کارآمد اطلاعات حسی، استفاده از استراتژی‌های صحیح تصمیم‌گیری قبل از حرکت و فعال‌سازی فرایندهای کنترلی حین و پس از اجرای حرکت می‌باشد (۱)؛ لذا، نحوهٔ کنترل مطلوب و اجرای هماهنگ حرکات و مهارت‌های ورزشی از اهمیت فراوانی برخوردار است. یکی از خصوصیات حرکات هماهنگ، دارابودن ویژگی‌های زمانی یا فضایی مشخص و معین است. براین‌اساس، پژوهشگران حرکات هماهنگ را به دو دستهٔ حرکات هماهنگ درون‌مرحله[1] و برون‌مرحله[2] تقسیم نموده‌اند. حرکات درون‌مرحله دارای ویژگی‌های زمانی و فضایی مشابهی هستند؛ اما حرکات برون‌مرحله در یک یا هر دو ویژگی فضایی و زمانی با یکدیگر تفاوت دارند (۱،۲). همچنین، حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله با توجه به فاز نسبی حرکت نیز تعیین می‌شوند. بدین‌ترتیب، وقتی که فاز نسبی در دو اندام مجری حرکت ۰ درجه باشد، الگوی حرکت به‌شکل درون‌مرحله بوده و زمانی که فاز نسبی آن‌ها ۱۸۰ درجه باشد، الگوی هماهنگی حرکت برون‌مرحله است (۳،۴). یکی از ویژگی‌های مهم اجرای مهارت‌های حرکتی بین عضوی این است که دو اندام تمایل دارند در یک زمان، کار یکسانی را انجام دهند؛ لذا، منطقی به‌نظر می‌رسد که تلاش‌های اولیهٔ فرد، مبین تمایل دو اندام به ایجاد الگوی فضایی و زمانی یکسانی باشد (۵).

ازسوی‌دیگر، آگاهی از فرایندهای دخیل در فراگیری مهارت‌های حرکتی تاحدود زیادی به پیشرفت دانش بشر در زمینهٔ کنترل و یادگیری حرکت وابسته است. با توجه به این که یادگیری، کنترل و اجرای هماهنگ حرکات، از مؤلفه‌ها و فاکتورهای ضروری در انجام فعالیت‌های ورزشی محسوب می‌شود؛ لذا، بررسی این عوامل و نیز تطابق آن با محرک‌ها و تغییرات محیطی بسیار بااهمیت می‌باشد (۴،۱). براین‌اساس، توجه به اصول و قوانین اجرای مهارت‌های حرکتی، تأثیر به‌سزایی در چگونگی آموزش این مهارت‌ها دارد (۶). در چند سال اخیر، تأثیر فرایندهای شناختی بر یادگیری مهارت‌های حرکتی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. به‌طوری که آن‌ها علاوه‌بر یادگیری مهارت‌های حرکتی از طریق تمرین جسمانی، دو استراتژی بسیار بااهمیت را در این‌خصوص ارائه نموده‌اند که شامل روش‌های تمرینی مشاهدهٔ عمل[3] و تصویرسازی حرکتی[4] می‌باشد (۷). براساس نظر گاتی[5] و همکاران، مشاهدهٔ عمل شامل مشاهدهٔ حرکتی است که توسط فرد دیگری اجرا می‌شود (۱).

1. In-phase
2. Anti-phase
3. Action observation (AO)
4. Motor imagery (MI)
5. Gatti

پژوهشگران معتقد هستند که مشاهدهٔ عمل در طول فرایندهای یادگیری حرکتی می‌تواند یادگیری مهارت حرکتی را از طریق اثرگذاری بر الگوی هماهنگی اندام‌ها یا رشد بازنمایی حرکت تسهیل‌سازی نماید (۱،۸). به‌دلیل نقش عمدهٔ بینایی در یادگیری مهارت، نمایش مهارت یکی از قوی‌ترین ابزارهایی است که پژوهشگران از آن به‌منظور انتقال اطلاعات مرتبط با مهارت به فراگیر در یک زمان کوتاه استفاده می‌کنند (۹). براساس نظر شیا[1] و همکاران، نمایش و مشاهدهٔ مهارت موجب تسهیل اکتساب آن مهارت می‌شود و این امر، به‌خصوص در مراحل اولیهٔ یادگیری، به تولید الگوهای حرکتی کمک می‌کند (۱۰). کارول و باندورا[2] نیز با ارائهٔ نظریهٔ وساطت شناختی[3] بیان کردند که مشاهدهٔ مهارت، یکی از روش‌های رایج برای فراهم‌کردن اطلاعات دربارهٔ روش اجرای مهارت حرکتی است (۱۱). این روش منجر به پیدایش و توسعهٔ بازنمایی شناختی یا ادراکی توسط مشاهده‌گر می‌شود و به‌عنوان یک مرجع به او کمک می‌کند تا یک رفتار را کسب کند. براین‌اساس، فراگیر نمایشی شناختی از مهارت به‌دست می‌آورد و از آن استفاده می‌کند تا حرکت را تنظیم کرده و آن را به‌عنوان معیاری صحیح در جهت شناسایی خطای خود در انجام مهارت مورد استفاده قرار دهد (۱۲). ازسوی‌دیگر، طرفداران دیدگاه ادراک مستقیم بینایی[4] معتقد هستند که در این چشم‌انداز، خود عمل به‌طور مستقیم درک می‌شود و نیازی به واسطهٔ شناختی برای تبدیل مشاهده به عمل وجود ندارد و دستگاه بینایی قادر است اطلاعات بینایی را به‌طور خودکار پردازش نماید (۱۳). کارول و باندورا عنوان نمودند هنگامی که فرد مدل را مشاهده می‌کند، تعمیم‌پذیری یا قوانین مرتبط با اجرا و یادگیری تکلیف را تقلید و شبیه‌سازی می‌کند (۱۱). این قوانین برای به‌وجودآوردن راهبردهای شناختی که عملکرد آن‌ها را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد مؤثر می‌باشند. ازسوی‌دیگر، به‌نظر گاتی و همکاران، تصویرسازی حرکتی شامل فرایندهای شناختی در طول تصورکردن حرکت درحال‌اجرا، بدون هرگونه برون‌داد حرکتی است (۱). بلوسی[5] و همکاران نیز معتقد هستند که تصویرسازی حرکتی به‌عنوان توانایی مرور ذهنی اعمال و مهارت‌های حرکتی ساده و پیچیده در مغز تعریف می‌شود که در آن، حرکتی به‌لحاظ جسمانی انجام نمی‌شود (۸). تصویرسازی حرکتی شامل تصویرسازی حرکتی جنبشی[6] و بینایی[7] است. تصویرسازی حرکتی جنبشی به تصویرسازی توالی‌های حسی منجر به اجرای حرکت مربوط می‌باشد. به‌طوری که فرد به‌لحاظ درونی، تمامی حس‌های جنبشی مرتبط با حرکت را شبیه‌سازی می‌کند. در تصویرسازی

1. Shea et al.
2. Carol and Bandora
3. Cognitive mediation theory
4. Direct perception view of vision
5. Bellucci
6. Kinesthetic motor imagery (KIM)
7. Visual motor imagery (VIM)

حرکتی بینایی، فرد خود را در حال اجرای حرکت می‌بیند. به‌طوری که محیط واقعی برای وی تصویرسازی می‌شود (۱۳،۱۴). پژوهشگران مختلفی اظهار نموده‌اند با توجه به آن که تصویرسازی حرکتی شامل حس حرکت و احساس نیرو یا تلاش در طول مرور حرکات می‌باشد؛ لذا می‌توان از آن به‌عنوان یک روش تمرینی بااهمیت نام برد (۱۵).

به‌طورکلی، پژوهشگران با این ایده موافق هستند که هر دو روش تمرینی مشاهدهٔ عمل و تصویرسازی حرکتی به‌عنوان پدیده‌های شناختی مرتبط با یادگیری مهارت، توسط مکانیزم‌های مشابه با اجرای واقعی حرکت در ارتباط هستند؛ بنابراین، می‌توان آن‌ها را به‌عنوان کارکردهای برون‌خط[1] سیستم حرکتی در نظر گرفت (۸). مطالعات تصویربرداری مغزی، هم‌پوشانی را میان مکانیزم‌ها و الگوهای فعالیت مغزی درگیر در تصویرسازی حرکتی (۱۶)، مشاهدهٔ حرکت (۱۷) و اجرای واقعی عمل نشان داده‌اند (۱۸). این مطالعات عصب‌شناختی بیانگر این هستند که در این روش‌های تمرینی، مناطقی از قبیل ناحیهٔ حرکتی مکمل، لوب‌های آهیانه‌ای بالایی و پایینی، کرتکس پیش‌حرکتی شکمی و پشتی، نواحی پیش‌حرکتی، جیروس پیشانی خلفی، جیروس گیجگاهی فوقانی، کرتکس حرکتی اولیه، نواحی حسی اولیه و ثانویه، عقده‌های قاعده‌ای و مخچه درگیر می‌باشند (۱۹،۲۰). همچنین، مطالعات حاکی از این هستند که این روش‌های تمرینی، مکانیزم‌های مشابهی در عملکرد سیستم نرون‌های آینه‌ای[2] دارند (۱۶،۲۱)؛ لذا، اعتقاد بر این است که سیستم نرون‌های آینه‌ای در بازنمایی حرکت، اجرای حرکت و نیز مشاهدهٔ حرکت فعال می‌شوند (۲۰). براساس مطالعات و آزمایشات تصویربرداری مغزی مشخص می‌شود که در افراد بزرگسال سالم، فعال‌سازی سیستم نرون‌های آینه‌ای در طول مشاهدهٔ عمل، ارتباط تنگاتنگی با تجربهٔ فرد دارد (۲۲). علاوه‌براین، گاتی و همکاران در مطالعه‌ای با هدف مقایسهٔ مشاهدهٔ عمل و تصویرسازی حرکتی حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله با استفاده از متغیرهای کینماتیک اجرای حرکت دریافتند که مشاهدهٔ عمل نسبت به تصویرسازی حرکت، روش بهتری برای یادگیری مهارت‌های درون‌مرحله و برون‌مرحله می‌باشد (۱). همچنین، در مطالعهٔ دیگری بلوسی و همکاران با استفاده از تحلیل متغیرهای کینماتیک در اجرای یک تکلیف هماهنگی دودستی پیچیده دریافتند که یادگیری این نوع مهارت‌های حرکتی با استفاده از ترکیب تمرین جسمانی و تصویرسازی حرکتی نسبت به روش‌های دیگر از جمله مشاهدهٔ مهارت، بسیار بهتر است (۸). کیم[3] و همکاران نیز در یادگیری مهارت ضربهٔ گلف به نتایج مشابهی دست یافتند (۲۳). در مغایرت با این یافته‌ها، ساکاموتو[4]

1. Off-line
2. Mirror neurons system (MNS)
3. Kim
4. Sakamoto

و همکاران (۲۴) گزارش کردند که ترکیب روش‌های تمرینی مشاهدهٔ عمل و تصویرسازی حرکتی می تواند به اجرای بهتر مهارت منجر شود. همچنین، جنتیلی[1] و همکاران نیز در مطالعه‌ای کینماتیک که در آن افراد بازوی راست خود را به سمت اهداف مختلفی در سطح فرونتال حرکت می‌دادند دریافتند روش‌های تمرین جسمانی و تصویرسازی حرکتی منجر به پیشرفت عملکرد آن‌ها می‌شود (به‌ترتیب منجر به کاهش در مدت‌زمان حرکت و افزایش در حداکثر شتاب مهارت شد) (۱۴). مطالعهٔ دیگری که توسط نایبرگ[2] و همکاران با استفاده از تکلیف ضربه‌زدن توسط انگشتان دست انجام شد نشان داد افرادی که تمرین جسمانی یا تصویرسازی حرکتی داشتند، به‌طور معناداری عملکرد حرکتی خود را افزایش دادند (۲۵). ازسوی‌دیگر، جرگ[3] و همکاران طی مطالعهٔ خود نشان دادند که تصویرسازی حرکتی دارای محدودیت‌هایی در کاربرد آن می‌باشد و چنین محدودیت‌هایی می‌تواند بر یادگیری مهارت اثرگذار باشد (۱۵). هنگامی که فراگیر در توانایی تصویرسازی حرکتی بینایی و جنبشی عملکرد بالایی داشته باشد، تصویرسازی حرکتی اثرات بیشتری دارد.

مطالعات نشان داده‌اند که تفاوت‌های فردی در توانایی به‌کارگیری تصویرسازی حرکتی وجود دارد (۱۵) و توانایی توسعهٔ بازنمایی اجرای تکلیف با افزایش سن کاهش می‌یابد (۲۶). سطح مهارت فراگیر نیز می‌تواند بر تصویرسازی حرکتی اثرگذار باشد و برخلاف افراد نخبه، یک فرد مبتدی نمی‌تواند بازنمایی حرکتی بینایی اجرای مهارت را به‌خوبی توسعه دهد (۱۶). علاوه‌براین، یکی از مشکلات رایج در طول دورهٔ اجرای تصویرسازی حرکتی این است که نمی‌توان یک شاخص عینی مناسب را مورد استفاده قرار داد تا بتوان درمورد این که فراگیر چقدر بر تکلیف موردنظر تمرکز داشته است قضاوت صحیحی نمود. براساس نظر پپادلیس[4] و همکاران (۲۷) و جرگ و همکاران (۱۵)، چنین محدودیت-هایی سبب به‌وجودآمدن این سؤال شده است که آیا تصویرسازی حرکتی، روشی مناسب برای تسهیل-سازی یادگیری مهارت می‌باشد؟ براساس آنچه ارائه شد، متأسفانه تاکنون تأثیر تسهیل‌سازی روش های مختلف تمرینی مشاهدهٔ عمل، تصویرسازی حرکتی، تمرین جسمانی و روش‌های ترکیبی آن‌ها بر ویژگی‌های کینماتیک حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله به‌طور دقیق مورد بررسی قرار نگرفته است و پژوهش‌های اندک انجام‌شده نیز به نتایج متناقضی دست یافته‌اند؛ بنابراین هدف از پژوهش حاضر، تعیین تأثیر ترکیب روش‌های مختلف مشاهدهٔ عمل، تصویرسازی حرکتی و تمرین جسمانی بر استواری حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله با ارزیابی متغیرهای کینماتیک آن‌ها بود.

1. Gentili
2. Nyberg
3. Greeg
4. Pepadelis

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مطلعات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون بود. جامعهٔ آماری آن را دانشجویان دختر رشتهٔ تربیت‌بدنی تشکیل دادند که از میان آن‌ها یک نمونهٔ ۶۴ نفری با دامنهٔ سنی ۲۸ـ۲۰ سال براساس روش نمونه‌گیری دردسترس و با توجه به شاخص‌های ورود و خروج شرکت کننده‌ها از پژوهش انتخاب گردیدند و به‌صورت تصادفی به چهار گروه ۱۶ نفری تقسیم شدند. گروه های موردمطالعه شامل: گروه تمرین جسمانی به‌عنوان گروه شاهد، گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی، گروه ترکیبی تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی و گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی بودند. معیارهای ورود شرکت‌کننده‌ها به پژوهش نیز عبارت بودند از: داشتن بینایی کامل و عدم استفاده از عینک، نداشتن هرگونه بیماری مرتبط با سیستم عصبی مرکزی و محیطی، انتخاب جنس دختر به‌عنوان نمونهٔ آماری، نداشتن سابقهٔ مصرف داروهای خواب‌آور و روان‌گردان، نداشتن سابقهٔ آشنایی با دستگاه تحلیل حرکت، کسب نمرات بالاتر از ۴۰ در پرسش‌نامهٔ تجدیدنظرشدهٔ تصویرسازی حرکتی (MIQ-R)[1]و نمرات بالاتر از ۴۴ در پرسش‌نامهٔ وضوح تصویرسازی حرکتی-دو (VMIQ-2)[2]. ذکر این نکته ضروری است که تمامی این معیارها از طریق پرسش‌نامهٔ جمعیت‌شناختی کنترل شدند.

پروتکل اجرای پژوهش حاضر شامل سه مرحله برای تمامی گروه‌ها بود که عبارت هستند از: ۱. مرحلهٔ قبل از تمرین:[3]در طول این مرحله هریک از شرکت‌کنندگان در اتاقی که دستگاه تحلیل حرکت قرار دارد، روی یک صندلی به‌صورت کاملاً راحت می‌نشستند. در این مرحله، به‌مدت ۹۰ فیلم‌هایی از مهارت موردنظر روی پردهٔ دستگاه ویدئو پروژکتور همراه با توضیحات کلامی در ارتباط با آن به شرکت‌کننده‌ها ارائه می‌گردید. حرکت موردنظر نیز تنها یک‌بار توسط آزمونگر به شرکت‌کننده‌ها نشان داده می‌شد. درانتها نیز از شرکت‌کننده‌ها پرسیده می‌شد که آیا مهارت موردنظر را به‌طور دقیق درک و استنباط نموده‌اند یا خیر؟ و اگر سؤال یا مشکلی در درک حرکت داشتند توسط آزمونگر به آن‌ها توضیح داده می‌شد. نکتهٔ حائزاهمیت این است که هیچ‌یک از افراد شرکت‌کننده، مهارت موردنظر را در این مرحله اجرا نمی‌کرد (۱). در پایان این مرحله از تمامی افراد شرکت‌کننده پیش‌آزمون گرفته شد. ۲. مرحلهٔ تمرین:[4] در این مرحله، افراد شرکت‌کننده در هر گروه براساس پروتکل‌های درنظر-گرفته‌شده برای آن‌ها در سه جلسهٔ ۳۰ دقیقه‌ای مهارت موردنظر را انجام دادند (۲۳). ذکر این نکته

1. Motor imagery questionnaire-revised (MIQ-R)
2. Vividness motor imagery questionnaire-2 (VMIQ-2)
3. Pre-training stage
4. Training stage

دارای‌اهمیت است که برای تمامی گروه‌های موردمطالعه، به‌جای تعداد تکرارها، صرفاً زمان تمرین (۳۰ دقیقه) ثابت در نظر گرفته شد. براین‌اساس، گروه تمرین جسمانی مهارت خواسته‌شده را در جلسات موردنظر تمرین می‌نمود. گروه مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی نیز یک کلیپ ویدئویی از اجرای مهارت توسط یک فرد ماهر را به‌مدت ۱۵ دقیقه در هر جلسه در سه نمای چپ، راست و روبه‌رو مشاهده می‌نمود و در ۱۵ دقیقهٔ بعدی، مهارت موردنظر را اجرا می‌کرد. همچنین، گروه ترکیبی تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی نیمی از زمان خود را تمرین جسمانی کرد و بخش دیگر را به تصویرسازی حرکتی اختصاص داد. در این گروه، افراد شرکت‌کننده در جلسهٔ اول ۲۰ دقیقه تمرین جسمانی و ۱۰ دقیقه تصویرسازی حرکتی داشتند تا شکل و ساختار کلی حرکت را فرا گیرند. درادامه و در جلسهٔ دوم، این زمان به‌طور مساوی بین هر دو روش تمرینی تقسیم شد. در جلسهٔ سوم نیز ۱۰ دقیقه تمرین جسمانی و ۲۰ دقیقه تصویرسازی حرکتی انجام شد. این نسبت‌ها با توجه به مبتدی‌بودن آزمودنی‌ها و عدم توانایی آن‌ها نسبت به افراد خبره در استفاده از تصویرسازی و مشاهدهٔ مهارت انتخاب شدند (۶،۹). گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی نیز نیمی از زمان خود را به مشاهدهٔ کلیپ ویدئویی اختصاص داد و بخش دیگر را به تمرین جسمانی اجرای مهارت پرداخت. درنهایت، گروه ترکیبی تصویرسازی حرکتی ـ مشاهدهٔ عمل نیز نیمی از زمان خود را به تصویرسازی حرکتی و نیمی دیگر را به مشاهدهٔ کلیپ ویدئویی اجرا اختصاص داد. در این مرحله، هیچ‌گونه بازخوردی از سوی آزمونگر برای شرکت کنندگان ارائه نشد. همچنین، سه جلسه تمرین درنظرگرفته‌شده در این پروتکل، براساس پروتکل تمرینی کیم و همکاران (۲۰۱۱) (۲۳) انتخاب شدند. ۳. مرحلهٔ آزمون[1]: ۴۸ ساعت پس از پایان مرحلهٔ تمرین، مارکرهای مخصوص ارزیابی کینماتیک حرکت به انتهای استخوان پنجمین انگشت پای راست، قوزک پای راست، زانوی پای راست (اپی کندیل جانبی)، سطح خلفی استخوان پاشنهٔ پای راست، انتهای استخوان پنجمین انگشت پای چپ، قوزک پای چپ، زانوی پای چپ (اپی کندیل جانبی)، سطح خلفی استخوان پاشنهٔ پای چپ و استخوان خاصره وصل شد. در این مرحله نیز هیچ‌گونه بازخوردی از سوی آزمونگر ارائه نگردید (۱).

الگوی حرکت درون‌مرحله در این پژوهش شامل چرخش داخلی و خارجی ساق پای راست و چپ به‌صورت هم‌زمان بود (۲۸)؛ طوری که هر دو پا روی سطح افقی و حول محور عمودی بدن، هم‌زمان به سمت داخل و خارج از بدن (نسبت به مرکز بدن) حرکت می‌کردند. الگوی هماهنگی حرکت برون‌مرحله نیز حرکت دورانی هریک از پاها روی سطح سهمی (ساجیتال) و حول محور عرضی (فرونتال) بود. به‌طور طبیعی، زمانی که یک پا به سمت جلو دوران دارد، پای دیگر به سمت عقب

1. Execution stage

حرکت می‌کند. مبدا اصلی دوران پاها از مفصل ران است؛ اما تغییرات زاویه‌ای مفصل مچ پای راست در حین حرکت، مخالف تغییرات زاویه‌ای مفصل مچ چپ می‌باشد. درنهایت، تغییرات زاویه‌ای مچ پا ـ زانوی پای راست و چپ افراد براساس فاز نسبی تغییرات زاویه θ در نرم‌افزار متلب[1] محاسبه گشت و به‌عنوان میزان استواری (یادگیری) افراد مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله هرچه تغییرات فاز نسبی در حرکات درون‌مرحله به ۰ درجه نزدیک‌تر باشد، فرد دارای استواری (یادگیری) بیشتری است. در حرکات برون‌مرحله نیز هرچه تغییرات فاز نسبی به ۱۸۰ درجه نزدیک‌تر باشد، فرد مهارت را با استواری (یادگیری) بیشتری فرا گرفته است.

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات از موارد زیر استفاده شد:

- پرسشنامۀ جمعیت‌شناختی: از این پرسشنامه جهت کنترل معیارهای ورود و خروج شرکت‌کنندگان استفاده شد.
- پرسش‌نامۀ تجدیدنظرشدۀ تصویرسازی حرکتی (MIQ-R): این پرسش‌نامه که به‌منظور کنترل توانایی تصویرسازی شرکت‌کنندگان به‌کار رفت، دارای هشت سؤال و دو مؤلفۀ حرکتی و بینایی در مقیاس هفت امتیازی لیکرت می‌باشد و در ایران توسط سهرابی و همکاران اعتباریابی شده است (۳۸). آن‌ها روایی این پرسش‌نامه را در مؤلفۀ حرکتی ۰/۷۸ـ۰/۵۳ و در مؤلفۀ بینایی ۰/۷۸ـ۰/۶۵ گزارش کردند. همچنین، پایایی این پرسش‌نامه ۰/۷۷ـ۰/۷۳ در نظر گرفته شده است.
- پرسش‌نامۀ وضوح تصویرسازی حرکتی-دو (VMIQ-2): این پرسش‌نامه نیز که جهت کنترل توانایی تصویرسازی شرکت‌کنندگان مورد استفاده قرار گرفت، توسط رابرتس[2] و همکاران مورد ارزیابی مجدد قرار گرفت و پایایی و روایی آن در سطح بالایی به‌دست آمد (۳۹). این ابزار شامل تصورکردن ۱۲ حرکت می‌باشد که دارای مؤلفه‌های تصویرسازی بینایی درونی، تصویرسازی بینایی بیرونی و تصویرسازی جنبشی است. در ایران نیز این پرسش‌نامه توسط رستمی و همکاران اعتباریابی شده است (۴۰). در این مطالعه، پژوهشگران روایی پرسش‌نامه را ۰/۸۵ـ۰/۷۰ و پایایی آن را ۰/۹۶ـ۰/۸۵ گزارش نمودند.
- دوربین فیلم‌برداری سونی مدل DEH07: این دوربین جهت تهیۀ فیلم از اجرای یک فرد ماهر و نمایش آن به تمامی گروه‌ها در مرحلۀ پیش از تمرین مهارت و نیز برای نمایش به گروه‌های مشاهدۀ عمل در مرحلۀ اجرای مهارت استفاده شد.
- دستگاه ویدئو پروژکتور پاناسونیک مدل LX22: که به‌منظور نمایش فیلم تهیه‌شده به شرکت-کنندگان مورد استفاده قرار گرفت.

1. MATLAB
2. Roberts

- به‌منظور تحلیل متغیرهای کینماتیک مرتبط با حرکات هماهنگ درون‌مرحله و برون‌مرحله از دستگاه تحلیل حرکت مدل وایکن[1] استفاده شد. این دستگاه ساخت شرکت وایکن است و برای اندازه‌گیری اطلاعات کینماتیک حرکات مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستگاه تحلیل حرکت دارای شش دوربین با قابلیت تصویربرداری ۱۰۰۰ هرتز در ثانیه می‌باشد.
- از مارکرهای مخصوص به‌منظور تعیین مفاصل لگن، زانو، مچ پا و انگشت پنجم پای شرکت‌کننده ها استفاده گردید.
- نرم‌افزار کرتکس جهت تحلیل داده‌های اولیهٔ دستگاه تحلیل حرکت به‌کار رفت.
- نرم‌افزار متلب نیز جهت تحلیل نهایی داده‌های حاصل از دستگاه تحلیل حرکت استفاده شد.

از شاخص‌های آمار توصیفی نظیر میانگین و انحراف استاندارد جهت توصیف داده‌ها استفاده شد و روش‌های آمار استنباطی نظیر آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی بونفرونی به‌کار رفت. همچنین، از آزمون کلموگروف - اسمیرنف به‌منظور بررسی وضعیت طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لوین برای بررسی تجانس واریانس‌ها در سطح معناداری $P<0.05$ استفاده شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد سن افراد هر گروه به‌طور مجزا در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱ـ میانگین و انحراف استاندارد سن، قد و وزن افراد در چهار گروه موردمطالعه

ویژگی‌های موردارزیابی گروه‌ها	سن (سال) (M±SD)	قد (متر) (M±SD)	وزن (کیلوگرم) (M±SD)
تمرین جسمانی (n=۱۶)	۲۴/۴۳±۱/۸۸	۱/۶۲±۰/۱۱	۶۶/۲۰±۳/۵۰
مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی (n=۱۶)	۲۶/۱۲±۱/۲۷	۱/۵۹±۰/۱۲	۶۴/۴۰±۴/۳۰
تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی (n=۱۶)	۲۵/۷۷±۱/۴۴	۱/۶۱±۰/۱۵	۶۲/۵۰±۳/۱۰
مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی (n=۱۶)	۲۵/۲۹±۱/۷۰	۱/۶۳±۰/۱۳	۶۵/۲۰±۴/۳۰

براساس اطلاعات ارائه‌شده در جدول فوق، گروه تمرین جسمانی دارای میانگین سنی ۲۴/۴۳±۱/۸۸ سال، گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی دارای میانگین سنی ۱۲/۲۶±۱/۲۷ سال، گروه تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی دارای میانگین سنی ۲۵/۷۷±۱/۴۴ سال و گروه مشاهدهٔ

1. Vicon

عمل ـ تصویرسازی حرکتی دارای میانگین سنی ۱/۷۰±۲۵/۲۹ سال می‌باشند. اطلاعات و نتایج توصیفی متغیرهای موردمطالعه شامل: مؤلفه‌های حرکتی، بینایی و نمرهٔ کلی پرسش‌نامهٔ تصویرسازی حرکتی (MIQ-R)، نمرهٔ کلی پرسش‌نامهٔ وضوح تصویرسازی حرکتی-دو (VMIQ-2) و تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانوی افراد موردمطالعه در حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله به تفکیک گروه‌های آزمایشی در جداول۲ تا ۴ ارائه شده است.

جدول۲ـ میانگین و انحراف استاندارد نمرات مرتبط با پرسش‌نامه‌های تصویرسازی حرکتی (MIQ-R) و وضوح تصویرسازی حرکتی-دو (VMIQ-2)

ویژگی‌های موردارزیابی گروه‌های آزمایشی	مؤلفهٔ حرکتی MIQ-R	مؤلفهٔ بینایی MIQ-R	نمرهٔ کلی MIQ-R	نمرهٔ کلی MIQ-2
تمرین جسمانی	۲۱/۰۵±۱/۶۶	۲۱/۷۴±۱/۷۱	۴۲/۷۹±۳/۳۷	۴۸/۲۰±۴/۷۷
مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی	۲۱/۷۴±۱/۹۳	۲۰/۸۷±۲/۲۴	۴۲/۶۲±۴/۱۷	۴۶/۴۷±۳/۹۴
تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی	۲۱/۸۲±۲/۳۱	۲۲/۴۳±۱/۹۱	۴۴/۲۵±۴/۲۲	۴۷/۴۰±۴/۷۶
مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی	۲۱/۲۵±۱/۹۵	۲۱/۱۴±۲/۲۵	۴۳/۳۹±۴/۲۰	۴۸/۴۷±۲/۷۸

براساس اطلاعات ارائه‌شده در جدول۲، تمامی افراد شرکت‌کننده در گروه‌های موردمطالعه دارای نمرات بالایی در پرسش‌نامهٔ وضوح تصویرسازی حرکتی-دو و پرسش‌نامهٔ تصویرسازی حرکتی (MIQ-R) و مؤلفه‌های حرکتی و بینایی آن می‌باشند. بدین معنی که آن‌ها قادر به انجام تصویرسازی حرکتی هستند. همچنین، در این بخش به‌منظور تعیین اختلاف معنادار نمرات پرسش‌نامه‌های موردارزیابی میان گروه‌های موردمطالعه، از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. نتایج این آزمون نشان می‌دهد که اختلاف معناداری میان گروه‌های موردمطالعه در نمرات پرسش‌نامه‌های ارزیابی‌شده وجود ندارد. براین‌اساس، نمرهٔ مؤلفهٔ حرکتی پرسش‌نامهٔ MIQ-R با $F_{(3,60)}=$ 0.949 و P=0.421، نمرهٔ مؤلفهٔ بینایی پرسش‌نامهٔ MIQ-R با $F_{(3,60)}=$ 1.704 و P=0.268، نمرهٔ کلی پرسش نامهٔ MIQ-R با $F_{(3,60)}=$ 1.188 و P=0.362 و نمرهٔ کلی پرسش‌نامهٔ وضوح تصویرسازی حرکتی-دو با $F_{(3,60)}=$ 0.708 و P=0.567 در گروه‌های موردمطالعه معنادار نمی‌باشد. اطلاعات توصیفی مرتبط با متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو در گروه‌های موردمطالعه در حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله در جدول۳ ارائه شده است.

جدول۳ـ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو در حرکات درون‌مرحله در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر مورد ارزیابی / گروه‌های آزمایشی	تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو			
	پیش‌آزمون حرکات درون‌مرحله	پس‌آزمون حرکات درون‌مرحله	پیش‌آزمون حرکات برون‌مرحله	پس‌آزمون حرکات برون‌مرحله
تمرین جسمانی	۸۹/۵۶±۴/۶۰	۴۸/۷۶±۶/۶۹	۱۱۶/۵۴±۳/۹۸	۱۴۷/۷۰±۹/۷۷
مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی	۸۹/۵۳±۴/۶۴	۳۵/۱۰±۴/۱۷	۱۱۶/۰۶±۵/۰۱	۱۵۶/۶۰±۷/۲۵
تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی	۸۷/۵۴±۴/۴۷	۴۱/۸۳±۴/۹۴	۱۱۸/۰۷±۵/۳۴	۱۵۶/۲۶±۶/۵۰
مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی	۸۹/۳۷±۳/۵۳	۷۰/۱۶±۵/۰۹	۱۱۷/۷۳±۵/۳۶	۱۳۴/۴۶±۵/۵۷

براساس اطلاعات ارائه‌شده در جدول۳، گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی در پس‌آزمون حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله، در تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو دارای بهترین عملکرد می‌باشند و گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی ضعیف‌ترین عملکرد را دارند.

ابتدا، نمرات به‌دست‌آمده در مرحلهٔ پیش‌آزمون با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج این آزمون نشان می‌دهد که میانگین عملکرد گروه‌ها در حرکات درون‌مرحله با $F_{(3,60)}=0.773$ و $P=0.258$ و در حرکات برون‌مرحله با $F_{(3,60)}=1.797$ و $P=0.158$ در تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو معنادار نمی‌باشد؛ لذا، نسبت به عدم تأثیرگذاری پیش‌آزمون بر نتایج پس‌آزمون اطمینان حاصل می‌شود. درنهایت، به‌منظور تحلیل اطلاعات مربوط به پس‌آزمون حرکات درون‌مرحله، از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که بین میانگین متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو با $F_{(3,60)}=123.161$ و $P<0.001$ در گروه‌های موردمطالعه تفاوت معناداری وجود دارد (جدول۴).

جدول۴ـ خلاصهٔ نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه جهت مقایسهٔ میانگین متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو در پس‌آزمون حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله

متغیرهای موردارزیابی	منابع تغییر	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	P
متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو در حرکات درون‌مرحله	بین گروهی	۱۰۳۸۹/۷۳۳	۳	۳۴۶۳/۲۴۴	۱۲۳/۱۶۱	۰/۰۰۱*
	درون‌گروهی	۱۵۷۴/۷۰۰	۶۰	۲۸/۱۲۰		
	مجموع	۱۱۹۶۴/۴۳۳	۶۳	--------		
متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو در حرکات برون‌مرحله	بین گروهی	۸۰۲۰/۱۰۰	۳	۲۶۷۳/۳۷۶	۵۵/۴۴۱	۰/۰۰۱*
	درون‌گروهی	۲۷۰۰/۳۳۳	۶۰	۴۸/۲۲۰		
	مجموع	۱۰۷۲۰/۴۳۳	۶۳	--------		

*معناداری در سطح $P<0.05$

با توجه به معناداربودن آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه، به‌منظور بررسی محل تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان می‌دهد که تفاوت میان گروه مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی با گروه‌های تمرین جسمانی، تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی و مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی معنادار است (P=0.001). به‌طوری که این گروه در متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو دارای عملکرد بهتری هستند. همچنین، گروه تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی نیز با دو گروه تمرین جسمانی و مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی دارای تفاوت معناداری است (P=0.008). درنهایت، تفاوت میان گروه تمرین جسمانی و گروه مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی نیز معنادار می‌باشد. به‌طوری که گروه تمرین جسمانی دارای عملکرد بهتری نسبت به این گروه است (P=0.013).

همچنین، نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه در حرکات برون‌مرحله نیز نشان می‌دهد که بین میانگین متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو با $F_{(3,60)}=55.441$ و $P<0.001$ در گروه‌های موردمطالعه تفاوت معناداری وجود دارد (جدول۴). به‌منظور تعیین تفاوت معنادار میان گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج این آزمون نشان می‌دهد که تفاوت میان گروه مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی با گروه‌های تمرین جسمانی، تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی و مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی معنادار است (P=0.002). به‌طوری که این گروه در متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو دارای عملکرد بهتری می‌باشند. همچنین، گروه تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی نیز با دو گروه تمرین جسمانی و مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی

دارای تفاوت معناداری است (P=0.019). درنهایت، تفاوت میان گروه تمرین جسمانی و گروه مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی نیز معنادار می‌باشد. بدین معنی که گروه تمرین جسمانی، عملکرد بهتری نسبت به این گروه دارد (P=0.023).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، مقایسهٔ تأثیر ترکیب روش‌های مختلف مشاهدهٔ عمل، تصویرسازی حرکتی و تمرین جسمانی بر استواری حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله بود. نتایج پژوهش نشان داد روش ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی دارای تفاوت معناداری نسبت به گروه‌های ترکیبی تصویرسازی حرکتی ـ تمرین جسمانی، مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی و روش تمرین جسمانی در یادگیری و استواری حرکات درون‌مرحله بود. همچنین، بر مبنای یافته‌ها مشخص می‌شود که اجرای گروه ترکیبی تصویرسازی حرکتی ـ تمرین جسمانی نسبت به گروه‌های مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی و روش تمرین جسمانی دارای استواری بهتر و معناداری می‌باشد. درنهایت، گروه روش تمرین جسمانی نیز دارای اجرای معنادار و بهتری نسبت به گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی است.

نتایج به‌دست‌آمده در این قسمت با یافته‌های پژوهش گاتی و همکاران (۱)، کیم و همکاران (۲۳)، ادواردز[1] و همکاران (۲۹) و فادیگا[2] و همکاران (۳۰) هم‌سو است. این پژوهشگران نیز در مطالعات خود دریافتند روش تمرینی مشاهدهٔ عمل همراه با تمرین جسمانی، دارای اثرات بهتری بر یادگیری تکالیف و مهارت‌های مورداستفاده در پژوهش‌های آن‌ها است. دراین‌خصوص، گاتی و همکاران (۱) مطالعه‌ای را با هدف مقایسهٔ مشاهدهٔ عمل و تصویرسازی حرکتی حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله با استفاده از متغیرهای کینماتیک اجرای حرکت انجام دادند. تکلیف مورداستفاده در این مطالعه شامل حرکات دست و پای راست و چپ در جهت‌های مشابه و مخالف بود. نتایج نشان داد مشاهدهٔ عمل نسبت به تصویرسازی حرکت، روش بهتری برای یادگیری مهارت‌های درون‌مرحله و برون‌مرحله می باشد. همچنین، کیم و همکاران (۸) نیز پژوهشی را با هدف بررسی تفاوت‌های موجود در تسهیل‌سازی روش‌های تمرینی مشاهدهٔ عمل و تصویرسازی حرکتی در یادگیری مهارت ضربهٔ گلف انجام دادند. نتایج نشان داد که روش ترکیبی مشاهدهٔ عمل و تمرین جسمانی، منجر به یادگیری بهتر و مؤثرتر مهارت ضربهٔ گلف می‌شود. براساس نظر این پژوهشگران، هر دو روش تمرینی مشاهدهٔ عمل و

1. Edwards
2. adiga

تصویرسازی حرکتی باعث فعال‌سازی سیستم نرون‌های آینه‌ای می‌شود؛ اما روش مشاهدهٔ عمل، فعال-سازی بهتر و مؤثرتری را در سیستم عصبی مرکزی ایجاد می‌نماید. این پژوهشگران اظهار نمودند برخلاف روش تصویرسازی حرکتی، حین مشاهدهٔ عمل، افراد مدلی را مشاهده می‌کنند و قادر به مقایسهٔ عملکرد خود نسبت به آن می‌باشند؛ بنابراین، قادر به ارائهٔ عملکرد بهتری نسبت به روش تصویرسازی حرکتی می‌باشند. همچنین، آن‌ها در مطالعات خود ذکر نمودند که مشاهدهٔ عمل منجر به فراخوانی بهتر و معنادارتر الگوهای حرکتی خواهد شد.

دراین‌رابطه، رایت[1] و همکاران (۳۱) و دکین و پروتئو[2] (۳۲) بیان کردند که تحت شرایط روش مشاهدهٔ عمل، اجراکننده با فرایندهایی که با شناسایی و اصلاح خطا مرتبط است مواجه می‌شود. درنتیجه، حداقل برخی از فعالیت‌های شناختی مرتبط با روش مشاهدهٔ عمل مشابه با آن‌هایی است که فرد هنگام انجام تمرین جسمانی تجربه می‌کند؛ اما این یافته که روش مشاهدهٔ عمل به‌تنهایی به اندازهٔ روش ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی مؤثر نمی‌باشد بیان می‌کند که مشاهده‌کننده قادر نیست به‌طور کامل تمامی فرایندهای لازم را که از طریق روش ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی فراهم می‌شوند تجربه نماید. براساس نظر شیا و همکاران (۳۳)، یک تفاوت اساسی بین روش مشاهدهٔ عمل و تمرین جسمانی این است که نیازهای این دو تمرین در مرحلهٔ پردازش اجرای پاسخ متفاوت است. به‌طور مشخص، مشاهده‌کننده نیازی به انجام پردازش‌های مربوط به اجرای حرکت یا استفاده از بازخورد حسی ندارد؛ لذا، می‌توان اظهار کرد که ترکیب تمرین جسمانی و مشاهدهٔ عمل با فرایندهای مربوط به خود احتمالاً می‌تواند پتانسیلی بسیار قوی در اجرا و یادگیری مهارت در گروه تمرین ترکیبی باشد؛ زیرا افراد با ترکیب این دو نوع تمرین، احتمالاً نیازهای لازم برای اجرایی مشابه با هر دو روش را کسب می‌کنند. ازسوی‌دیگر، نتایج مطالعهٔ حاضر با یافته‌های تسوکازاکی[3] و همکاران (۳۴)، بلوسی و همکاران (۸) و ساکاموتو و همکاران (۲۳) ناهم‌خوان است. این پژوهشگران دریافتند که در یادگیری تکالیف و مهارت‌های موردارزیابی آن‌ها، روش‌های تمرین جسمانی و تصویرسازی حرکتی نسبت به روش تمرینی مشاهدهٔ عمل بسیار مؤثرتر می‌باشد. براین‌اساس، بلوسی و همکاران (۸) مطالعه‌ای را با هدف بررسی ترکیب روش‌های مشاهدهٔ عمل، تصویرسازی حرکتی و اجرای واقعی مهارت و ارزیابی متغیرهای کینماتیک اجرای حرکت انجام دادند. در این مطالعه، پژوهشگران افراد شرکت‌کننده را با استفاده از یک تکلیف هماهنگی دودستی پیچیده مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد یادگیری مهارت‌های پیچیدهٔ حرکتی با استفاده از ترکیب تمرین جسمانی و تصویرسازی حرکتی نسبت به

1. Wright
2. Deakin & Proteau
3. Tsukazaki

روش‌های دیگر از جمله مشاهدهٔ مهارت، بسیار بهتر است. این پژوهشگران سطح مهارت آزمودنی‌ها را از دلایل به‌دست‌آمدن چنین نتیجه‌ای عنوان نموده‌اند. ساکاموتو و همکاران (۲۴) نیز پژوهشی را با هدف بررسی ترکیب تصویرسازی حرکتی و مشاهدهٔ عمل و تعیین نواحی مغزی مشترک آن‌ها انجام دادند. تکلیف موردنظر در این مطالعه شامل حرکت دمبل‌زدن، تحلیل داده‌های الکترومایوگرافی (EMG)[1]و تحریک مغناطیسی جمجمه‌ای (TMS)[2]بود. نتایج این مطالعه نشان داد روش ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی می‌تواند به اجرای بهتر مهارت منجر شود. این پژوهشگران بیان نمودند براساس مطالعات عصب‌شناختی مناطقی مانند ناحیهٔ حرکتی مکمل، لوب‌های آهیانه‌ای بالایی و پایینی، کرتکس پیش‌حرکتی شکمی و پشتی، نواحی پیش‌حرکتی، جیروس پیشانی خلفی، جیروس گیجگاهی فوقانی، عقده‌های قاعده‌ای و مخچه در روش تصویرسازی حرکتی و مشاهدهٔ عمل فعال می‌شوند؛ لذا، ترکیب این روش‌ها با هم که در آن‌ها اکثر مناطق حسی و حرکتی مغز فعال می‌شوند، به عملکرد بهتر و مؤثرتری منجر خواهد شد. آن‌ها در تبیین یافته‌های مطالعهٔ خود اظهار کردند که تصویرسازی حرکتی هنگامی به بهترین نتیجه دست می‌یابد که در ترکیب با تمرین جسمانی مورد استفاده قرار گیرد. براین‌اساس، اگر ایجاد فعالیت الکتریکی که در حین انجام تصویرسازی حرکتی صورت می‌گیرد همراه با تمرین جسمانی باشد، مؤثرتر خواهد بود. مگیل[3](۶) نیز معتقد است تصور انجام یک حرکت باعث افزایش جریان خون مغزی، به‌ویژه در مناطق مربوط به برنامه‌ریزی حرکت می‌شود؛ لذا، تصویرسازی حرکتی می‌تواند با فراخوانی برنامهٔ حرکتی مربوط به ایجاد حداکثر نیرو در یک مفصل و تغییر آن به‌صورت‌هایی چون برداشتن مهار از مراکز کورتیکال، فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و یا تغییر در نسبت فعال‌شدن عضلات آگونیست، آنتاگونیست و سینرژی، در افزایش نیروی عضلانی مؤثر باشد.

ازسوی‌دیگر، می‌توان به نوع مهارت، مدت‌زمان تمرین و تفاوت‌های فردی در مطالعهٔ حاضر اشاره نمود و گفت که شاید از عوامل مربوط به ناهم‌سوبودن نتایج به‌دست‌آمده با مطالعات انجام‌شده باشند. دراین‌راستا، دی بنی[4]و همکاران (۲۶) و جرگ و همکاران (۱۵) نیز در مطالعات خود اظهار نمودند تفاوت‌های فردی در توانایی به‌کارگیری تصویرسازی حرکتی وجود دارد و توانایی توسعهٔ بازنمایی اجرای تکلیف با افزایش سن کاهش می‌یابد. همچنین، سونین[5]و همکاران (۳۵) معتقد هستند که یکی از عوامل مؤثر در یادگیری مهارت‌های درون‌مرحله و برون‌مرحله، مسألهٔ درجات آزادی حرکت

1. Electromyography (EMG)
2. Transcranial magnetic stimulation (STM)
3. Magill
4. De Beni et al.
5. Swinnen et al.

موردارزیابی است. با توجه به آن که درجات آزادی براساس نوع تکلیف، سطح مهارت و شرایط محیطی تعیین می‌شود؛ لذا در مراحل اولیهٔ یادگیری یک مهارت حرکتی، فرد از تعداد درجات آزادی می‌کاهد تا بتواند شرایطی را فراهم کند که ساختار کلی مهارت را فراگیرد. این امر در الگوهای حرکتی درون-مرحله و برون‌مرحله نیز دیده می‌شود. درنهایت، با افزایش سطح مهارت افراد، تعداد درجات آزادی مهارت آموخته‌شده نیز افزایش می‌یابد؛ لذا، این امر باعث می‌شود تا افراد، مهارت حرکتی را با تنوع بیشتری اجرا کنند و قابلیت تطبیق مهارت با شرایط محیطی جدید را کسب نمایند. براین اساس، روش مشاهدهٔ عمل همراه با تمرین جسمانی، احتمالاً چنین فرایند مؤثری را در فراگیری مهارت‌های درون‌مرحله و برون‌مرحله ایجاد نموده‌اند. علاوه‌براین، کارولینا و ولف[1] نیز معتقد هستند که روش تمرینی مشاهدهٔ عمل منجر به پیدایش و توسعهٔ بازنمایی شناختی یا ادراکی توسط مشاهده‌گر می‌شود و به‌عنوان مرجعی به فرد کمک می‌کند تا یک رفتار را قبل از این که کاملاً فعال شود کسب کند (۳۶)؛ ازاین‌رو، فراگیر نمایشی شناختی از مهارت به‌دست می‌آورد و از آن استفاده می‌کند تا حرکت را تنظیم کرده و آن را به‌عنوان معیاری صحیح در جهت شناسایی خطای خود در انجام مهارت مورد استفاده قرار دهد.

ازسوی‌دیگر، پژوهشگران دو مدل را برای توصیف مکانیزم‌های عصبی زیربنایی در یادگیری مهارت‌های حرکتی بین عضوی پیشنهاد نموده‌اند (۳۷). در مدل اول، دو مدار موازی در ویژگی‌های حرکتی و فضایی یادگیری مهارت مؤثر می‌باشند. براین‌اساس، هماهنگی ویژگی‌های فضایی یادگیری از طریق بخش پیشانی ـ آهیانه‌ای مرتبط با مدار استریاتوم ـ مخ[2] و هماهنگی ویژگی‌های حرکتی یادگیری از طریق بخش حسی ـ حرکتی اولیهٔ مرتبط با مدار استریاتوم ـ مخ موردحمایت قرار می‌گیرد. در مدل دوم، بیان شده است که در طول مرحلهٔ یادگیری اولیه (مرحلهٔ کلامی ـ شناختی)، حلقهٔ کرتکس ـ استریاتوم ـ تالاموسی و حلقهٔ کرتکس ـ استریاتوم ـ مخ به‌طور موازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۸). اعتقاد بر این است که تعامل میان این دو سیستم برای ایجاد مسیرهای حرکتی موردنیاز جهت یادگیری مهارت‌های جدید بسیار بااهمیت هستند. هنگامی که پدیده تحکیم[3] اتفاق می‌افتد، بازنمایی حرکتی مهارت آموخته‌شده در هر دو حلقه قابل‌تشخیص می‌باشد؛ لذا، روش ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی و تاحدودی روش ترکیبی تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی، احتمالاً براساس

1. Carolina & Wulf
2. Striatum-cerebellar circuit

چنین فرایندهایی منجر به عملکرد بهتر در یادگیری، استواری و اجرای مهارت‌های درون‌مرحله می‌شود (۲،۴).

همچنین، نتایج مربوط به حرکات برون‌مرحله نشان داد بین میانگین متغیر تغییرات فاز نسبی زاویهٔ θ مچ پا ـ زانو در الگوی حرکات درون‌مرحله در گروه‌های موردمطالعه تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نیز بیانگر این بود که تفاوت میان گروه تمرین جسمانی ـ مشاهدهٔ عمل با گروه‌های دیگر معنادار است. به‌طوری که این گروه عملکرد بهتر و استوارتری نسبت به گروه‌های تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی، مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی و روش تمرین جسمانی داشتند. همچنین، یافته‌ها نشان داد عملکرد گروه تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی دارای تفاوت معناداری نسبت به دو گروه روش تمرین جسمانی و مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی بود. درنهایت، تفاوت میان گروه تمرین جسمانی و گروه مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی نیز معنادار گزارش شد. به‌طوری که گروه تمرین جسمانی دارای عملکرد بهتری نسبت به این گروه بود. نتایج به‌دست‌آمده در این قسمت با یافته‌های گاتی و همکاران (۱)، کیم و همکاران (۲۳)، ارتل[1] و همکاران (۳۹) و فادیگا و همکاران (۳۰) هم‌سو است. این پژوهشگران نیز در مطالعات خود دریافتند روش تمرینی مشاهدهٔ عمل همراه با تمرین جسمانی، دارای اثرات بهتر و مؤثرتری بر یادگیری تکالیف و مهارت‌های مورد‌استفاده در پژوهش‌های آن‌ها می‌باشد. دراین‌خصوص، گاتی و همکاران (۱) در مطالعهٔ خود با هدف مقایسهٔ مشاهدهٔ عمل و تصویرسازی حرکتی حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله با استفاده از متغیرهای کینماتیک اجرای حرکت دریافتند شیوهٔ تمرینی مشاهدهٔ عمل نسبت به روش تمرینی تصویرسازی حرکت، روش بهتری برای یادگیری مهارت‌های درون‌مرحله و برون‌مرحله می‌باشد. این پژوهشگران اظهار نمودند در حین تمرین به روش مشاهدهٔ عمل، ناحیهٔ کرتکس پیش‌حرکتی شکمی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای فعال می‌شود. طوری که دروندادهای بینایی را به مرکز حرکتی مخابره می‌کند. درنهایت، این امر منجر به ایجاد رد حافظه‌ای بسیار قوی در مغز خواهد شد. فادیگا و همکاران (۳۰) نیز مطالعه‌ای را با هدف بررسی آسان‌سازی حرکتی در طول اجرای روش مشاهدهٔ عمل انجام دادند. در این مطالعه، تمامی افراد شرکت‌کننده در حین اجرای تکلیف گرفتن با دست با زاویهٔ آرنج ۹۰ درجه، با استفاده از روش تحریک مغناطیسی جمجمه‌ای (TMS) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد مسیرهای عصبی مشاهدهٔ عمل و تمرین جسمانی، مشابه بوده و گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی دارای عملکرد بهتری نسبت به گروه‌های دیگر می‌باشند. این پژوهشگران بیان کردند هنگامی که افراد شرکت‌کننده، مدل یا فرد دیگری را مشاهده می‌کنند، تعمیم‌پذیری یا قوانین مرتبط با اجرا و یادگیری

1. Ertelt

تکلیف را تقلید و شبیه‌سازی می‌کنند و درنتیجه، این قوانین برای به‌وجودآوردن راهبردهای شناختی که عملکرد آن‌ها را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد مؤثر است.

براساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر به‌نظر می‌رسد اجرای ضعیف گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی نسبت به گروه‌های دیگر در پس‌آزمون ممکن است به این دلیل باشد که دانش به‌دست‌آمده و نیز فرایندهای لازم برای تولید حرکت در روش‌های ترکیبی با تمرین جسمانی به‌طور ویژه مفیدتر و بیشتر از دانش به‌دست‌آمده از روش تمرینی مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی به‌تنهایی است. ازسوی‌دیگر، ازآن‌جا که این گروه دسترسی مستقیم به پردازش خروجی و بازخورد مربوط را ندارند، احتمالاً کمتر قادر به تنظیم صحیح سیستم حرکتی خواهند بود (۳۳). همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد گروه ترکیبی تمرین جسمانی ـ تصویرسازی حرکتی دارای عملکرد بهتری نسبت به گروه‌های تمرین جسمانی و مشاهدهٔ عمل ـ تصویرسازی حرکتی بود. مطالعات بسیاری در زمینهٔ مکانیزم‌های عصبی موجود در روش تمرین تصویرسازی حرکتی و تمرین جسمانی انجام شده است. برخی از پژوهشگران اعتقاد دارند که تصویرسازی حرکتی تنها در برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی حرکت نقش دارد و در حین تصویرسازی حرکتی، هیچ فعالیت عضلانی صورت نمی‌گیرد. طبق نظر آن‌ها، تغییرات نرونی که پس از تصویرسازی حرکتی در سطوح برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی حرکت اتفاق می‌افتد، احتمالاً منطقهٔ کورتیکال حرکتی مغزی اولیه را فعال می‌کند و این برنامهٔ تغییریافته می‌تواند از طریق عمل بر مدارهای نخاعی منجر به افزایش فعالیت نرون‌های حرکتی و درنتیجه، افزایش قدرت و عملکرد شود (۳۹). پژوهشگران دیگری نیز عنوان نموده‌اند که تصویرسازی حرکتی، نه‌تنها در برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی حرکت نقش دارد، بلکه در فاز اجرایی نیز مؤثر بوده و مشابه تمرین جسمانی عمل می‌کند (۴۰). دراین‌راستا، آن‌ها با کاربرد روش‌هایی مانند تصویربرداری رزونانس مغناطیسی و توموگرافی از راه انتشار پوزیترون نشان دادند که مناطق قشر مغزی که در برنامه‌ریزی و کنترل حرکتی نقش دارند در حین تصویرسازی حرکتی نیز فعال می‌شوند.

به‌طورکلی، نظریه‌ها و تئوری‌های متفاوتی برای بررسی نحوه و چگونگی تسهیل‌سازی یادگیری مهارت از طریق روش‌های مشاهدهٔ عمل و تصویرسازی ارائه شده‌اند. باندورا (۲) با ارائهٔ نظریهٔ وساطت شناختی[1] اظهار نمود الگودهی و مشاهدهٔ عمل، یکی از روش‌های رایج برای فراهم‌آوردن اطلاعات دربارهٔ روش اجرای مهارت حرکتی است. براین‌اساس، مشاهدهٔ عمل منجر به پیدایش و توسعهٔ بازنمایی شناختی یا ادراکی توسط مشاهده‌گر می‌شود و به‌عنوان مرجعی به وی کمک می‌کند تا یک رفتار را قبل از این که کاملاً فعال شود کسب کند. باندورا (۲) و کارولینا و ولف (۱۲) نیز معتقد هستند وقتی

1. Cognitive mediation theory

فردی الگویی را مشاهده می‌کند، اطلاعات مرتبط با حرکت مشاهده‌شده را به رمزهای سمبولیک حافظه‌ای ترجمه می‌کند. این رمزها اساس یک تصویر یا رد را در حافظه تشکیل می‌دهند. دلیل ترجمهٔ اطلاعات حرکتی به تصویر شناختی حافظه نیز این است که مغز بتواند اطلاعات را مرور نموده و آن‌ها را سازماندهی کند. براین‌اساس، فراگیر نمایشی شناختی از مهارت را به‌دست می‌آورد و از آن استفاده می‌کند تا حرکت را تنظیم کند و آن را به‌عنوان معیاری صحیح در جهت شناسایی خطای خود در انجام مهارت مورد استفاده قرار دهد. در ارتباط با تصویرسازی حرکتی نیز نظریهٔ روانی ـ عصبی ـ عضلانی عنوان می‌کند وقتی افراد حرکات را بدون اجرای واقعی آن‌ها تجسم می‌کنند، تکانه های عصبی مشابه با اجرای آشکار در مغز و عضلات اتفاق می‌افتد؛ بنابراین، تصویرسازی ذهنی واضح، عصب‌دهی در عضلات را مشابه اجرای جسمانی واقعی ایجاد می‌نماید. براین‌اساس، پژوهشگران دریافتند فعالیت‌های عضلانی ثبت‌شده توسط دستگاه الکترومایوگرافی در تصویرسازی و تمرین جسمانی مهارت، مشابه هستند. با این تفاوت که دامنهٔ آن در روش تصویرسازی ذهنی کمتر است. یکی دیگر از سازوکارهایی که اثر تسهیل‌کنندهٔ تصویرسازی حرکتی را توجیه می‌کند، نظریهٔ یادگیری نمادین است. براساس مبانی نظری موجود در این نظریه، تصویرسازی به فرد اجازه می‌دهد تا توالی حرکات را به‌عنوان مؤلفه‌های نمادین (سمبولیک) تکلیف تمرین نماید. این نظریه، یادگیری ناشی از تصویرسازی را با یادگیری شناختی مرتبط می‌داند و به درک الگوی حرکت اشاره داد. شالوده و بنیان این نظریه این است که تصویرسازی ممکن است به‌عنوان سیستم کدگذاری برای کمک به درک و کسب الگوی حرکت ورزشکاران عمل نماید. تمامی حرکاتی که توسط ورزشکار انجام می‌شود باید در سیستم عصبی مرکزی رمزگذاری و رمزگردانی شود و بدین‌سان، ورزشکار دارای یک طرح اولیه برای اجرای حرکات خود می‌گردد؛ لذا، طرفداران این نظریه معتقد هستند تصویرسازی ذهنی، عملکرد را از طریق کمک به افراد برای طرح اولیه یا کدگذاری حرکات در مؤلفه‌های نمادین تسهیل می‌نماید؛ بنابراین، حرکات مشابه‌تر و شاید خودکار شوند. این نظریه بیان می‌کند که تصویرسازی ذهنی به افراد اجازه می‌دهد تا برای اجرا در یک روش شناختی آماده شوند.

پیام مقاله: به‌طورکلی، براساس نتایج مطالعهٔ حاضر مبنی بر عملکرد بهتر گروه ترکیبی مشاهدهٔ عمل ـ تمرین جسمانی نسبت به گروه‌های دیگر به مربیان، متخصصان و پژوهشگران حوزهٔ رفتار حرکتی پیشنهاد می‌شود جهت یادگیری این نوع مهارت‌های حرکتی و صرفه‌جویی در وقت و هزینه، از روش ترکیبی تمرین جسمانی ـ مشاهدهٔ عمل بهره گیرند.

منابع

1) Gatti R, Tettamanti A, Gough M, Riboldi E, Marinoni L, Buccino G. Action observation versus motor imagery in learning a complex motor task: A short review of literature and a kinematics study. Neuroscience Letters; 2013, 37– 42.

2) Magill R A. Motor Learning: Concepts and applications. M. VaezMousavi & M. Shpjaei (Trans). Bamdad Publication; Tehran, 2007.

3) Levin O, Suy E, Huybrechts J, Vangheluwe S, Swinnen S P. Bimanual coordination involving homologous and heterogonous joint combinations: When lower stability is associated with higher flexibility. Behavioral Brain Research. 2004; 437–45.

4) Temprado J J, Swinnen S P, Carson R G, Tourment A, Laurent M. Interaction of directional, neuromuscular and egocentric constraints on the stability of preferred bimanual coordination patterns. Human Movement Science. 2003; 339-63.

5) Kelso J A S, Zanone P G. Coordination dynamics of learning and transfer across different effectors systems. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2002; 776–97.

6) Magill R A. Motor learning and control: Concepts and applications. 8th ed. New York, USA: Mc Grow Hill; 2011.

7) Flanagan J R, Johansson R S. Action plans used in action observation. Nature. 2003; 769–71.

8) Bellucci F, Gasparrini L, Vannucchi M, Baccini M. A combination of motor imagery, action observation and motor execution is highly effective for the acquisition of a complex coordination behavior. Italian Journal of Physiotherapy. 2011; 3-11.

9) Schmidt R A, Lee T D. Motor control and learning: A behavioral emphasis. Human kinetics. 2011.

10) Shea CH, Wright D L, Wulf G, Whitacre C. Physical and observational practice afford unique learning opportunities. Journal of Motor Behavior. 2000; 32: 27-36.

11) Carroll W R, Bandura A. Representational guidance of action production in observational learning: A causal analysis. Journal of Motor Behavior. 1990; 22: 85-97.

12) Carolina G, Wulf G. Enhancing motor learning through dayed practice: Contributions of observation and dialogue. Research Quarterly for Exercise and Sport. 2007; 78: 197-203.

13) Mokhtari P, Shojaei M, Dana A. The effect of observational practice on the badminton volley service learning: The role of self–efficacy. Journal of Harekat. 2007; 32: 117-31.

14) Gentili R, Papaxanthis C, Pozzo T. Improvement and generalization of arm motor performance through motor imagery practice. Neuroscience. 2006; 137(3): 761-72.

15) Gregg M, Hall C, Butler A. The MIQ-RS: A suitable option foe examining movement imagery ability. Evidence Based Complement Alternate Medicine. 2010; 7(2): 249-57.

16) Nair D G, Purcott K L, Fuchs A, Steinberg F, Kelso J A. Cortical and cerebellar activity of the human brain during imagined and executed unimanual and bimanual action sequences: A functional MRI study. Brain Research: Cognitive Brain Research, 2003; 15(3): 250–60.
17) Buccino G, Lui F, Canessa N, Patteri I, Lagravinese G, Benuzzi F, et al. Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: An FMRI study. J Cogn Neurosci. 2004; 16(1): 114–26.
18) Roosink M, Zijdewind I. Corticospinal excitability during observation and imagery of simple and complex hand tasks: Implications for motor rehabilitation. Behavioural Brain Research. 2010; 213(1): 35–41.
19) Rossini P M, Rossi S, Pasqualetti P, Tecchio F. Corticospinal excitability modulation to hand muscles during movement imagery. Cerebral Cortex. 1999; 9(2): 161–167.
20) Small S L, Buccino G, Solodkin A. The mirror neuron system and treatment of stroke. Developmental Psychobiology. 2012; 54(3): 293–310.
21) Nedelko V, Hassa T, Hamzei F, Schoenfeld M A, Dettmers C. Action imagery combined with action observation activates more corticomotor regions than action observation alone. Journal of Neurologic Physical Therapy. 2012; 36(4): 182-8.
22) Calvo-Merino B, Glaser D E, Grèzes J, Passingham R E, Haggard P. Action observation and acquired motor skills: An FMRI study with expert dancers. Cerebral Cortex. 2005; 15(8): 1243–9.
23) Kim T O, Cruz A, Ha J. Differences in leaning facilitatory effect of motor imagery and action observation of golf putting. Journal of Applied Sciences, 2011; 11(1): 151-6.
24) Sakamoto M, Muraoka T, Mizuguchi N, Kanosue K. Combining observation and imagery of an action enhances human corticospinal excitability. Neuroscience Research, 2009; 65(1): 23–7.
25) Nyberg L, Eriksson J, Larsson A, Marklund P. Learning by doing versus learning by thinking: An FMRI study of motor and mental training. Neuropsychologia. 2006; 44(5): 711–7.
26) De Beni R, Pazzaglia F, Gardini S. The generation and maintenance of visual mental images: Evidence for image type and aging. Brain Cognition. 2007; 63(3): 271-8.
27) Pepadelis C, Kourtidou-Papadeli C, Bamidis P, Albani M. Effects of imagery training on cognitive performance and use of physiological measurement tool mental effort. Brain Cognition. 2007; 64(1): 74-85.
28) Arazeshi N, Mokhtari P, VaezMousavi M. The effect of the level of athlete's mastery on pattern stability in in-phase and anti-phase movements. Motor Behavior. 2012; 10: 77-90.
29) Edwards M G, Humphreys G W, Castiello U. Motor facilitation following action observation: A behavioral study in prehensile action. Brain Cognition. 2003; 53(3): 495-502.

30) Fadiga L, Fogassi L, Pavesi G, Rizzolatti G. Motor facilitation during action observation: A magnetic stimulation study. Journal of Neurophysiology. 1995; 73(6): 2608-11.

31) Wright D, Yuhua L, Coady W. Cognitive processes related to contextual interference and observational learning: A replication of Blandin, Proteau, and Alain (1994). Research Quarterly for Exercise and Sport: Health Module. 1997; 106-109.

32) Deakin J M, Proteau L. The role of scheduling in learning through observation. Journal of Motor Behavior. 2000, 32: 268-76.

33) Shea CH, Wright D L, Wulf G, Whitacre C. Physical and observational practice afford unique learning opportunities. Journal of Motor Behavior. 2000, 32: 27-36.

34) Tsukazaki I, Uehara K, Morishita T, Ninomiya M, Funase K. Effect of observation combined with motor imagery of a skilled hand-motor task on motor cortical excitability: Difference between novice and expert. Neuroscience Letters. 2012; 96–100.

35) Swinnen S P, Young D E, Walter C B, Serrien D J. Control of asymmetrical bimanual movements. Exp Brain Res. 1991; 85(1): 163-73.

36) Carolina G, Wulf G. Enhancing motor learning through dayed practice: Contributions of observation and dialogue. Research Quarterly for Exercise and Sport. 2007; 78: 197-203.

37) Dayan E, Cohen L G. Neuroplasticity sub-serving motor skill learning. Neuron. 2011; 443–54.

38) Doyon J, Benali H. Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills. Current Opinion in Neurobiology. 2005; 161–7.

39) Ertelt D, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. Neuroimage. 2007; 36(2): 164-73.

40) Perrin P h, Gauchard, Cyril P, Claude J. Effect of physical activity and sporting activities on balance control in elderly people. British Journal of Sports Medicine. 1999; 33: 121-6.

ارجاع دهی به روش ونکوور

مهاجری ربابه، مختاری پونه، شمس امیر. تأثیر ترکیب روش‌های تمرینی مشاهدهٔ عمل، تصویرسازی حرکتی و تمرین جسمانی بر استواری حرکات درون‌مرحله و برون‌مرحله. رفتار حرکتی. زمستان ۱۳۹۴؛ ۷(۲۲): ۳۰-۱۰۹.

The combination effect of action observation, motor imagery and physical training differences methods on stability of in-phase and anti-phase movements

R. Mohajeri[1], P. Mokhtari[2], A. Shams[3]

1. M.Sc. of Islamic Azad University Reseach and Sciences Tehran Branch
2. Assistance Professor at Islamic Azad University Central Tehran Branch
3. Assistance Professor at Sport Science Research Institute (SSRI)*

Received date: 2015/04/22 **Accepted date: 2015/10/18**

Abstract

The purpose of this research was to examine the combination effect of action observation, motor imagery and physical training differences methods on stability of in-phase and anti-phase movements. The statistical sample included 64 girl students in physical education field with age range of 20-28 years old. Subjects were divided randomly in four experimental groups (action observation-physical training, physical training-motor imagery, action observation-motor imagery and physical training) based on inclusion and exclusion criteria. The training protocol was consisted 3 stages such as pre-training (pre-test), training and Execution (post-test) Stages. Results showed that the action observation– physical training combination group in both in-phase and anti-phase movements has better performance than other groups ($P<0.001$). Furthermore, the physical training – motor imagery combination group has better performance than physical training and action observation- motor imagery combination groups ($P<0.05$). Based on present research results could be recommended to coaches that used the action observation– physical training combination method for learning of these motor skills types.

Keywords: Stability, In-Phase Movements, Anti-Phase Movements, Coordination, Action Observation, Physical Training, Motor Imagery

*Corresponding author E-mail: amirshams85@gmail.com