

Effect of Different Mental Imagery Speeds on the Motor Performance: Investigation of the Role of Mirror Neurons

Sajad Parsaei^{1}, Nahid Shetab Boushehri¹, Masoumeh Shojaei², Rasool Abedanzadeh¹*

¹Department of Sport Psychology, Faculty of Physical Education, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

²Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education, Alzahra University, Tehran, Iran.

*Corresponding Author:
Sajad Parsaei, Department of Sport Psychology, Faculty of Physical Education, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Email:
sajadparsaei93@gmail.com

Received: 30 Jun, 2016

Accepted: 17 Aug, 2016

Abstract

Background and Objectives: Imagery is a cognitive process playing a vital role in the programming and execution of movements and can be used as a tool for learning motor skills, retraining movements, and also clinical applications. The purpose of this study was to investigate the effect of different mental imagery speeds on motor performance and to evaluate the role of the mirror neurons.

Methods: This research was carried out as a semi-experimental study using pretest-posttest design. Forty female students (mean age, 22 ± 1.12), were selected by purposeful sampling and assigned to four groups (fast-speed, equal-speed, low-speed imagery, and control). Following the basketball dribble function in pretests, the subjects performed imagery for 4 consecutive days, then, they were tested for real dribble function. In the end, the brain waves of the participants were recorded during the imagery, and the mirror neuron response were recorded using an electroencephalography system. The data were analyzed using intragroup analysis of variance. The significant level was considered 5%.

Results: All the imagery groups progressed in their performance ($p \leq 0.05$). In terms of the size effect, the low-speed and equal-speed imagery groups showed better performance compared to the fast-speed imagery group. Additionally, it was revealed that mirror neurons had higher function in the low-speed imagery group.

Conclusion: The results of this study showed that mirror neurons within the premotor cortex are an important neural mechanism in the brain activity pattern, which causes the effectiveness of imagery in the improvement of motor skills.

Keywords: Mirror neurons; Imagery; Athletic performance; Mental practice; Students.

تأثیر سرعت‌های مختلف تصویرسازی ذهنی بر عملکرد حرکتی: بررسی نقش نورون‌های آینه‌ای

سجاد پارسای^{۱*}، ناهید شتاب بوشهری^۱، معصومه شجاعی^۱، رسول عابدان‌زاده^۱

چکیده

زمینه و هدف: تصویرسازی، فرآیندی شناختی است که نقش مهمی در برنامه‌ریزی و اجرای حرکات دارد و می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای یادگیری مهارت‌های حرکتی، بازآموزی حرکات و نیز موارد بالینی به کار رود. هدف از انجام پژوهش حاضر تأثیر سرعت‌های مختلف تصویرسازی ذهنی بر عملکرد حرکتی و بررسی نقش نورون‌های آینه‌ای می‌باشد.

روش بررسی: این پژوهش به‌صورت نیمه‌تجربی با استفاده از طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون انجام شد. ۴۰ نفر از دانشجویان دختر (با میانگین سنی $22 \pm 1/12$ سال) به روش نمونه‌گیری هدفمند، انتخاب و در چهار گروه (تصویرسازی با سرعت زیاد، تصویرسازی با سرعت برابر، تصویرسازی با سرعت آهسته و کنترل) قرار گرفتند. پس از اجرای دریل بسکتبال در پیش‌آزمون، آزمودنی‌ها به مدت ۴ روز متوالی به تصویرسازی پرداختند، سپس اجرای واقعی دریل به عمل آمد. در پایان، امواج مغزی شرکت‌کنندگان در هنگام تصویرسازی، و واکنش نورون‌های آینه‌ای از طریق دستگاه الکتروانسفالوگرافی ثبت گردید. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس درون‌گروهی تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری، ۵٪ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: همه گروه‌های تصویرسازی در اجرای خود پیشرفت داشتند ($p < 0/05$). با توجه به اندازه اثر؛ گروه تصویرسازی آهسته و برابر، عملکرد بهتری را نسبت به گروه تصویرسازی سریع نشان دادند. همچنین مشخص گردید نورون‌های آینه‌ای در گروه تصویرسازی آهسته، فعالیت بیشتری دارند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد نورون‌های آینه‌ای موجود در قشر پیش‌حرکتی به‌عنوان یک مکانیسم عصبی بسیار مهم در الگوی فعالیت مغزی می‌باشد که باعث اثربخشی تصویرسازی در بهبود مهارت‌های حرکتی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: نورون‌های آینه‌ای؛ تصویرسازی؛ عملکرد ورزشی؛ تمرین ذهنی؛ دانشجویان.

گروه روانشناسی ورزش، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات:

سجاد پارسای، گروه روانشناسی ورزش، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:
sajadparsaei93@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۹

تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۲۶

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Parsaei S, Shetab Boushehri N, Shojaei M, Abedanzadeh R. Effect of different mental imagery speeds on the motor performance: Investigation of the role of mirror neurons. Qom Univ Med Sci J 2017;11(7):21-29. [Full Text in Persian]

مقدمه

روش‌های مختلفی برای آموزش و تمرین مهارت‌های حرکتی وجود دارد. از آنجا که بیشتر مهارت‌ها شامل عوامل بدنی و شناختی است، لذا دانشمندان رفتار حرکتی و روانشناسی ورزش بیان کرده‌اند علاوه بر تمرین بدنی، مداخله‌های شناختی مانند تصویرسازی نیز می‌تواند یادگیری مهارت‌ها را تسهیل کند (۱). درخصوص سودمندی استفاده از تصویرسازی ذهنی، اتفاق نظر زیادی وجود دارد، ولی آنچه در بین دانشمندان این حیطه مورد تردید بوده، میزان سودمندی و نیز شیوه استفاده از آن است. از طرفی، تصویرسازی در افراد مختلف، برای اهداف مختلف و در موقعیت‌های مختلف، متفاوت است (۲). تصویرسازی، فرآیندی شناختی است که نقش مهمی در برنامه‌ریزی و اجرای حرکات داشته و در بسیاری از مواقع نیز می‌توان از آن به‌عنوان ابزاری برای یادگیری مهارت‌های حرکتی، بازآموزی، همچنین بهبود عملکرد حرکتی در موارد بالینی و موقعیت‌های ورزشی استفاده کرد (۳). در غیاب دستورالعمل‌های خاص، سرعتی که یک حرکت به‌صورت ذهنی تصور می‌شود با زمان واقعی آن همبستگی دارد؛ یعنی دوره زمانی اعمال و حرکات ذهنی باید با زمانی که جهت اجرای حرکت مشابه صرف شود، همبستگی داشته باشد (۴). Debarnote و همکاران در تحقیقی در ارتباط با ضربه آهسته انگشت دست (Finger Tapping)، دریافتند هر دو نوع تصویرسازی سریع و زمان برابر، تأثیر معنی‌داری بر اجرا داشته، ولی در کل تصویرسازی سریع تأثیر بیشتری نسبت به تصویرسازی زمان برابر دارد (۵).

Holmes & Collins در تحقیقی نشان دادند فرآیند تصویرسازی با افزایش هم‌ارزی کارکردی (Equivalence Functional) بین تصویرسازی و اجرای حرکت، به بهبود عملکرد حرکات کمک خواهد کرد. با توجه به اصل هم‌ارزی کارکردی؛ فرآیندهای عصبی مشابهی در اجرای عملکرد حرکتی، بازنمایی ذهنی و مشاهده یک عمل درگیر هستند (۶).

روش‌های نقشه‌برداری مغزی نشان داده‌اند تصویرسازی؛ شبکه‌های قشری و زیرقشری را همانند آنچه که زمان انجام عمل واقعی فعال می‌شود، درگیر می‌کند.

این مناطق شامل بخش حرکتی مکمل قدامی، مخچه، لوب پیشانی، عقده‌های قاعده‌ای و قشر پیش‌حرکتی قدامی و قشر پیش‌حرکتی خلفی - جانبی می‌باشد (۷).

اجرای یک تکلیف حرکتی و تصویرسازی آن، خصیصه‌های عملکردی و زمانی متعدد مشابهی را نشان می‌دهند و به‌نظر می‌رسد قشر پیش‌حرکتی و ناحیه حرکتی مکمل در هر دو نوع تمرین ذهنی و تمرین جسمانی درگیرند (۸). در ادبیات تصویربرداری عصبی در انسانها، برخی از سلول‌های موجود در ناحیه قشر پیش‌حرکتی به سیستم نورون‌های آینه‌ای (Mirror neuron system) معروف است.

نورون‌های آینه‌ای، گروهی از نورون‌های ماده خاکستری مغز هستند و هنگامی که یک فرد عملی را انجام می‌دهد و یا زمانی که یک نفر دیگر در حال انجام فعالیتی است و فرد دیگری آن عمل را می‌بیند فعال می‌شود (۹، ۱۰). شواهد وجود نورون‌های آینه‌ای در انسان به‌وسیله آزمایش‌های انجام گرفته با فنون مختلف مانند EEG, MEG, TMS, MRI, PET به‌طور غیرمستقیم فراهم شده است (۱۱). نورون‌های آینه‌ای، اطلاعات حسی به‌دست آمده از اعمال حرکتی دیگران را در قالب حرکتی مشابه انتقال می‌دهند تا مشاهده‌گران، خود بتوانند همان عمل را اجرا کنند. سطح رسیدن به انتزاع نیز به‌وسیله این نورون‌ها مشخص می‌شود؛ یعنی حتی این نورون‌ها به‌صورت انتزاعی هم فعال می‌شوند. مثلاً زمانی که ما به گرفتن اشیا با دست، پا یا دهان فکر می‌کنیم و آنها را در ذهن خود تصور می‌کنیم، نورون‌های آینه‌ای می‌توانند فعال شوند (۱۲). Nedelko و همکاران در تحقیقی نشان دادند سرکوب ریتم میو در قشر پیش‌حرکتی و قشر آهیانه‌ای در هر دو حالت قابل مشاهده بوده و تصویرسازی صورت می‌گیرد که نشان‌دهنده فعالیت نورون‌های آینه‌ای می‌باشد (۱۳).

با توجه به نتایج متناقض در مورد برتری سرعت‌های مختلف تصویرسازی و تحقیقات با جنبه توصیفی و کمی در مطالعه حاضر، پژوهشگر در پی بررسی این سؤال است که آیا سرعت‌های مختلف تصویرسازی (سریع، آهسته و واقعی) منجر به تغییر سرعت اجرای حرکت می‌شود؟ آیا نورون‌های آینه‌ای در هنگام سرعت‌های مختلف تصویرسازی نقش دارند؟

روش بررسی

این پژوهش نیمه تجربی با استفاده از طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون در ۴ گروه (تصویرسازی آهسته‌تر از سرعت واقعی، تصویرسازی برابر با سرعت واقعی، تصویرسازی سریع‌تر از سرعت واقعی و گروه کنترل بدون تصویرسازی) انجام شد. جامعه آماری این پژوهش را دانشجویان دختر دانشگاه شهید چمران اهواز تشکیل می‌دادند. از بین جامعه مورد نظر، تعداد ۴۸ نفر با توجه به امکانات تیم تحقیق به صورت نمونه‌گیری هدفمند (کسانی که سابقه انجام بازی بسکتبال را نداشتند) انتخاب شدند. آزمون تعیین سطح مهارت به صورت شفاهی (سؤال کردن در مورد عدم انجام بازی بسکتبال) و نیز انجام چند حرکت مرتبط با بازی بسکتبال (شوت آزاد و پاس سینه بلند) در دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه شهید چمران برگزار شد تا افرادی که سابقه بازی بسکتبال را ندارند انتخاب شوند.

معیار ورود به تحقیق شامل عدم سابقه انجام بازی بسکتبال بود. از تمام شرکت‌کنندگان خواسته شد تا پرسشنامه وضوح تصویرسازی را تکمیل کنند. پس از محاسبه نمرات اکتسابی شرکت‌کنندگان، تعداد ۸ نفر که کمتر از ۳۰٪ نمره از این پرسشنامه را کسب کرده بودند و توانایی تصویرسازی پایینی داشتند از فرآیند تحقیق کنار گذاشته شده و ۴۰ نفر دیگر با میانگین سنی $22 \pm 1/12$ سال و با استفاده از نمرات اکتسابی از پرسشنامه وضوح تصویرسازی، به صورت همگن در چهار گروه (تصویرسازی با سرعت آهسته، تصویرسازی با سرعت برابر، تصویرسازی با سرعت سریع و گروه کنترل بدون انجام تکلیف) قرار گرفتند. محل انجام تحقیق و جمع‌آوری داده‌ها در سالن تربیت‌بدنی و آزمایشگاه رفتار حرکتی دانشگاه شهید چمران و در محدوده زمانی آذرماه تا اسفندماه سال ۱۳۹۴ بود.

ابزار مورد استفاده

- پرسشنامه ویرایش شده تصویرسازی حرکت (Movement Imagery Questionnaire - Revised): این پرسشنامه توسط Hall، طراحی و از ۸ آیتم تشکیل شده است که افراد میزان وضوح بازنمایی ذهنی حسی - حرکتی و تصاویر دیداری خود را گزارش می‌کنند. این پرسشنامه، تصویرسازی را در دو خرده‌مقیاس تصویرسازی حرکتی و بینایی (هر کدام ۴ آیتم

در یک مقیاس هفت ارزشی)، بررسی می‌کند. اعتبار و پایایی پرسشنامه توسط سهرابی و همکاران تأیید شده و روایی و پایایی آن به ترتیب ۰/۷۳ و ۰/۷۷ گزارش شده است (۱۴).

- **آزمون دریل بسکتبال:** در یک خط مستقیم به طول ۱۶/۵ متر، مخروط‌هایی به فاصله ۲/۴۵ سانتی‌متر از یکدیگر قرار می‌گیرد. آزمودنی توپ را در یک مسیر مارپیچ و از بین مخروط‌ها دریل می‌کند. مسیر رفت و برگشت به ثانیه به عنوان امتیاز آزمودنی لحاظ می‌گردد (۱۵).

- **دستگاه ثبت امواج مغزی:** ابزار مورد استفاده این تحقیق برای انجام ثبت مغزی در هنگام تصویرسازی شامل سخت‌افزار نورو/ بیوفیدبک چهار کاناله Vilstus و نرم‌افزار Biosses (ساخت کشور انگلستان) می‌باشد. این تکنیک شامل: اخذ سیگنال به وسیله الکترودهای سطحی، بهبود سیگنال (معمولاً تقویت و حذف نویز)، چاپ سیگنال و آنالیز آن است. این دستگاه با استفاده از الکترودهایی که در سطح و روی پوست سر قرار می‌گیرند، سیگنال‌های الکتریکی مغز را ثبت می‌کند. الکترودها به منظور دریافت سیگنال در مکان‌های خاصی از سر قرار می‌گیرند. خروجی این الکترودها به ورودی تقویت‌کننده دستگاه متصل شده و پس از انجام تقویت و فیلتر شدن، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

قبل از آغاز مراحل آزمون؛ درباره تصویرسازی و کاربرد آن در جنبه‌های گوناگون، به شرکت‌کنندگان توضیح داده شد. ابتدا شرکت‌کنندگان اجرای دریل بسکتبال را توسط فرد ماهر در این زمینه مشاهده کردند. سپس یک پیش‌آزمون از آنها گرفته شد و هر فرد سه بار مهارت دریل بسکتبال را اجرا کرد و بهترین رکورد او ثبت گردید. پس از انجام پیش‌آزمون، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا پرسشنامه تجدیدنظر شده تصویرسازی حرکت را تکمیل کنند. به منظور اجتناب از تأثیر توانایی تصویرسازی افراد بر نتایج پژوهش، آزمودنی‌های برحسب نمره‌های اکتسابی از پرسشنامه تصویرسازی MIQ-R، به چهار گروه همگن (شامل: تصویرسازی آهسته‌تر از سرعت واقعی، تصویرسازی برابر با زمان واقعی، تصویرسازی سریعتر از زمان واقعی و گروه کنترل) تقسیم شدند. تصویرسازی براساس مدل Guillot & Collet (سال ۲۰۰۸) انجام گرفت.

پس از پایان مرحله اکتساب و زمانی که آزمودنی‌ها به سرعت موردنظر در تصویرسازی (با توجه به گروهی که در آن قرار دارند) دست یافتند هر فرد به‌طور جداگانه به محل تمرین برده شد و درحالی‌که راحت و در کمال آرامش روی صندلی در زمین بسکتبال نشسته بود، از او خواسته شد (با توجه به گروهی که در آن قرار گرفته)، حرکت دیده‌شده را تصویرسازی کند. در حین تصویرسازی با استفاده از دستگاه الکتروانسفالوگرافی از نقاط C3, C4, Cz که جایگاه اصلی نورون‌های آینه‌ای را نشان می‌دهد (۱۶)، ثبت امواج مغزی گرفته شد و اطلاعات آن ثبت گردید. از میانگین \pm انحراف معیار به‌عنوان آمار توصیفی استفاده گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱، آزمون شاپیرو-ویلک (جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها)، آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه (برای بررسی همگن بودن گروه‌ها در توانایی تصویرسازی)، تحلیل واریانس مرکب، آزمون پیگردی بونفرونی (برای تعیین جایگاه تفاوت‌ها در هر یک از سرعت‌های تصویرسازی) و آزمون تحلیل واریانس (برای نشان دادن واکنش نورون‌های آینه‌ای در نواحی و سرعت‌های مختلف) تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری، $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه طبق جدول شماره ۱، تفاوت معنی‌داری بین توانایی تصویرسازی گروه‌های مختلف وجود نداشت.

جدول شماره ۱: نتایج مربوط به تحلیل واریانس یک‌راهه میزان توانایی تصویرسازی گروه‌های مختلف

p	f	گروه		
		تصویرسازی حرکتی	تصویرسازی بینایی	کل
		میانگین \pm انحراف معیار	میانگین \pm انحراف معیار	میانگین \pm انحراف معیار
۰/۴۰۲	۰/۴	۱۸/۱ \pm ۱/۸	۲۲/۴ \pm ۱	۴۰/۶ \pm ۲/۹
۰/۵۱۰	۱/۱	۱۷/۷ \pm ۰/۸	۲۲/۲ \pm ۰/۸	۳۹/۹ \pm ۱/۲
۰/۴۷۷	۰/۷	۱۸ \pm ۱	۲۰/۲ \pm ۰/۸	۳۸/۴ \pm ۱/۷
۰/۳۸۹	۰/۸	۱۷/۹ \pm ۱/۳	۲۱/۳ \pm ۱/۱	۳۸/۸ \pm ۲/۲
		کنترل		

مشاهده نشد (جدول شماره ۲).

در هر یک از گروه‌ها، تصویرسازی با سرعت‌های متفاوت باعث بهبود اجرای حرکت شد، ولی این بهبودی در گروه کنترل

جدول شماره ۲: توزیع سرعت اجرای حرکت در شرایط مختلف سرعت تصویرسازی

گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
	میانگین \pm انحراف معیار	میانگین \pm انحراف معیار
سرعت آهسته	۲۸/۱ \pm ۱/۸	۲۱/۴ \pm ۱/۱
سرعت برابر	۲۸/۱ \pm ۱/۶	۲۱/۹ \pm ۰/۹
سرعت زیاد	۲۷/۴ \pm ۱/۴	۲۴/۶ \pm ۱/۸
کنترل	۲۸/۳ \pm ۱/۷	۲۷/۹ \pm ۱/۴

طبق جدول شماره ۳، چون اثر تعاملی معنی‌دار بود از اثرات اصلی صرف‌نظر شد. در ادامه، از یک طرح تحلیل واریانس درون گروهی با اندازه‌گیری تکراری روی عامل مراحل اندازه‌گیری

جدول شماره ۳: نتایج تحلیل واریانس مرکب برای تعیین تأثیر سرعت‌های مختلف تصویرسازی، بر عملکرد دریل بسکتبال از پیش‌آزمون - پس‌آزمون

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	f	سطح معنی‌داری	مجذور اتا
زمان اندازه‌گیری	۳۳۱/۵	۲	۱۶۵/۷	۱۴۹/۸	۰/۰۰۰۱°	۰/۸۰۶
گروه	۳۲۱/۱	۳	۱۰۷/۶	۲۷/۲	۰/۰۰۰۱°	۰/۶۹۴
زمان اندازه‌گیری × گروه	۱۵۳/۳	۶	۲۵/۸	۲۳/۱	۰/۰۰۰۱°	۰/۶۵۸

این نتایج نشان داد بین سرعت تصویرسازی آهسته با سریع حرکت تأثیر داشت. اگرچه هر یک از سرعت‌های تصویرسازی بر زمان اجرای حرکت مؤثر بود، اما براساس جدول شماره ۳، اندازه اثر (مجذور اتا) سرعت تصویرسازی آهسته و برابر، بیشتر از سرعت سریع بود که نشان‌دهنده کارایی بهتر سرعت‌های تصویرسازی در افراد مبتدی در این تحقیق می‌باشد. نتایج آزمون پیگردی بونفرونی نیز حاکی از تأیید این نتایج بود.

این نتایج نشان داد بین سرعت تصویرسازی آهسته با سریع حرکت تأثیر داشت. اگرچه هر یک از سرعت‌های تصویرسازی بر زمان اجرای حرکت مؤثر بود، اما براساس جدول شماره ۳، اندازه اثر (مجذور اتا) سرعت تصویرسازی آهسته و برابر، بیشتر از سرعت سریع بود که نشان‌دهنده کارایی بهتر سرعت‌های تصویرسازی در افراد مبتدی در این تحقیق می‌باشد. نتایج آزمون پیگردی بونفرونی نیز حاکی از تأیید این نتایج بود.

جدول شماره ۴: نتایج تحلیل واریانس درون گروهی در اجرای حرکت در گروه‌های مختلف، طی سرعت‌های متفاوت تصویرسازی

گروه	جمع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	f	p	مجذور اتا
سرعت آهسته	۴۳۹/۵	۲	۲۱۹/۷	۱۶۳/۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۴۸
سرعت برابر	۳۷۶/۹	۲	۱۸۸/۴	۱۲۶/۶	۰/۰۰۰۱	۰/۹۳۴
سرعت زیاد	۳۱/۹	۲	۱۵/۹	۳۰/۸	۰/۰۰۰۱	۰/۷۷۴
کنترل	۰/۱	۲	۰/۱	۰/۰	۰/۹۵۶	۰/۱

برای مشخص کردن سرعت‌های مختلف تصویرسازی بر نورون آینه‌ای استفاده گردید.

طبق جدول شماره ۵، چون اثر تعاملی معنی‌دار بود، از اثرات اصلی صرف‌نظر شد. در ادامه از یک طرح تحلیل واریانس درون گروهی با اندازه‌گیری تکراری روی عامل مراحل

جدول شماره ۵: نتایج تحلیل واریانس مرکب برای تعیین تأثیر سرعت‌های مختلف تصویرسازی، بر نورون آینه‌ای از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	f	سطح معنی‌داری	مجذور اتا
زمان اندازه‌گیری	۱۴/۱	۱	۱۴/۱	۶۷/۷	۰/۰۰۰۱°	۰/۷۱۵
گروه	۲/۳	۲	۱/۱	۵/۱	۰/۰۱°	۰/۳۱۹
زمان اندازه‌گیری × گروه	۱/۹	۲	۰/۹	۴/۵	۰/۰۲°	۰/۲۵۳

از طرفی، ناحیه C3 فقط در گروه تصویرسازی آهسته ($p=۰/۰۱$) فعال شد، ولی در دو گروه دیگر سرکوب ریتم میو دیده نشد (جدول شماره ۶).

سرکوب ریتم میو در نواحی C4 و Cz در هر سه گروه مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$)، که نشان‌دهنده فعال شدن نورون‌های آینه‌ای در این مناطق بود.

جدول شماره ۱: یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس درون‌گروهی با اندازه‌گیری تکراری در هر یک از گروه‌های تمرینی در نورون آینه‌ای

مجذور تا	ناحیه Cz				ناحیه C4				ناحیه C3				گروه
	p	t	تصویرسازی	base line	p	t	تصویرسازی	base line	p	t	تصویرسازی	base line	
۰/۸۳۷	°/۰۰۰	۱۰/۳	۳/۷±۱/۱	۴/۷±۱/۲	°/۰۰۰	۱۰/۳	۳/۴±۱/۱	۴±۱/۲	°/۰۱	-۰/۸	۳/۶±۱/۵	۴/۵±۱/۷	سرعت آهسته
۰/۶۹۷	°/۰۰۱	۷/۲	۳/۹±۰/۹	۴/۸±۱/۱	°/۰۰۳	۱۱/۴	۲/۹±۱/۱	۳/۷±۱	۰/۱۶۱	۱/۵	۳/۸±۰/۸	۴/۱±۰/۶	سرعت برابر
۰/۴۴۹	°/۰۱۵	۶/۴	۲/۹±۰/۹	۴±۱/۱	°/۰۴۶	۵/۱	۲/۹±۰/۹	۳/۷±۱/۱	۰/۴۳۵	۲/۳	۳/۴±۰/۷	۳/۷±۰/۷	سرعت زیاد

بحث

هدف از انجام این پژوهش، مقایسه اثر سرعت‌های مختلف تصویرسازی بر عملکرد حرکتی و بررسی نقش نورون‌های آینه‌ای بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد تصویرسازی در هر سه گروه با سرعت آهسته، سرعت برابر و سرعت زیاد باعث پیشرفت در اجرای مهارت می‌شود، اما با توجه به اندازه اثر (مجذور تا)، بهترین عملکرد مربوط به گروه‌های تصویرسازی با سرعت آهسته و سرعت برابر بود. این نتایج با یافته‌های O و Munroe-Chandler (سال ۲۰۰۸) همخوانی داشت. در تحقیقی که آنها در طی یک‌روز انجام دادند نشان داده شد همه گروه‌های حاضر در مطالعه، کاهش را در زمان اجرا داشته‌اند (۱۷). همچنین نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های پژوهش Hall که نشان می‌داد هنگام یادگیری یک مهارت حرکتی جدید، استفاده از تصویرسازی زمان آهسته و واقعی تقریباً به‌صورت مساوی و بیشتر از تصویرسازی با سرعت زیاد، کاربرد بیشتر و مناسب‌تری دارد، همخوانی داشت (۱۸). از طرفی، همه گروه‌های تصویرسازی توانستند عملکرد خود را در مرحله پس‌آزمون بهبود بخشند، اما با میزان متفاوت، مطابق با نظریه انگیزشی؛ تصویرسازی می‌تواند توجیه شود. این نظریه بیان می‌کند تفاوت عملکرد گروه‌ها در اثر سطوح انگیزشی متفاوت در مراحل مختلف است.

همچنین Syer و Connolly بیان کردند هنگامی که یک ورزشکار برای اولین تلاش‌ها یک برنامه حرکتی را از لحاظ ذهنی مرور کرده، بهتر است از تصویرسازی با سرعت آهسته استفاده کند. به کمک تصویرسازی با سرعت آهسته، یک ورزشکار می‌تواند روی جنبه‌های ویژه‌ای از حرکت تمرکز کرده و مشکلات حرکتی را برطرف کند (۱۹). نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های Guillot و Collet که اظهار کردند ورزشکاران حرفه‌ای، زمان تصویرسازی دقیقی را دارند (۲) و نیز نتایج Louis و همکاران که اثر همگون‌سازی (Assimilation effect) که بیان

می‌کند تصویرسازی با سرعت‌های مختلف منجر به انجام عمل با همان سرعت در اجرای واقعی و عملی می‌شود را در تحقیق خود نشان دادند (۲۰) و نیز یافته‌های زمانی ثانی و همکاران در مورد عملکرد تصویرسازی بازیکنان ماهر فوتبال که نشان داد گروه تصویرسازی سریع، عملکرد بهتری را نسبت به سایر گروه‌ها دارد (۷)، همچنین با یافته‌های فتحی و همکاران که در تحقیقی با عنوان "تغییر در سرعت تصویرسازی یک توالی حرکتی خودکار شده و تأثیر آن بر عملکرد ورزشی" نشان دادند تصویرسازی سریع نسبت به تصویرسازی آهسته دارای مزیت در بهبود مدت‌زمان عملکرد می‌باشد (۲۱)، همخوانی نداشت. شاید بتوان دلیل ناهمخوانی را در سطح مهارت شرکت‌کنندگان در تکالیف مورد استفاده در پژوهش آنها توجیه کرد؛ زیرا شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر همگی افراد مبتدی در زمینه بازی بسکتبال بودند و تکلیف مورد استفاده در مطالعه حاضر یک تکلیف جدید برای شرکت‌کنندگان بود؛ درحالی‌که شرکت‌کنندگان در تحقیقات گفته‌شده، افراد ماهری بودند که تکلیف مورد استفاده برای آنها یک تکلیف نسبتاً ساده بود. نتایج دیگر این پژوهش نشان داد نورون‌های آینه‌ای در هنگام تصویرسازی مهارت حرکتی، فعال می‌شوند. این نتایج با یافته‌های Filimon و همکاران که نقش نورون‌های آینه‌ای را در شرایط اجرا، مشاهده و تصویرسازی حرکات دسترسی بررسی کردند (۲۲)، همچنین Nedelko و همکاران که فعالیت‌های مرتبط با سن را در نواحی سیستم نورون‌های آینه‌ای در هنگام مشاهده و تصویرسازی عمل بررسی کردند (۱۳)، همخوانی داشت. این یافته‌ها بیان می‌کنند هنگامی که ما به‌صورت انتزاعی به یک عملکرد حرکتی فکر می‌کنیم و آن را در ذهن خود تصور می‌کنیم، سیستم نورون‌های آینه‌ای فعال می‌شود. نورون‌های آینه‌ای به‌سادگی، نشان‌دهنده نورون‌های تدارکاتی با یک طبقه‌بندی خاص هستند که به میزان وسیعی در قشر پیش‌حرکتی مغز پخش شده و قبل از اجرای حرکت و

نتیجه‌گیری

طبق نتایج این مطالعه، می‌توان گفت احتمالاً نورون‌ها آینه‌ای موجود در قشر پیش‌حرکتی، به‌عنوان یکی از مکانیسم‌های عصبی بسیار مهم در الگوی فعالیت مغزی بوده که باعث اثربخشی تصویرسازی در بهبود مهارت‌های حرکتی می‌شوند.

از آنجایی که در تحقیق حاضر جهت ثبت امواج مغزی، از دستگاه EEG استفاده گردید، لذا در تحقیقات بعدی می‌توان از ابزاری مثل fMRI که قابلیت بسیار گسترده‌تری را دارد، استفاده کرد تا بتوان مناطق بیشتری از مغز را مورد بررسی قرار داد. علاوه بر این پیشنهاد می‌گردد چنین تحقیقی در افراد با سطوح مهارت مختلف و در آزمودنی‌های پسر، همچنین در مورد مهارت‌های مختلف دیگر نیز انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از اداره ورزش و جوانان استان خوزستان که حمایت مالی این تحقیق را (برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران اهواز، به شماره ۹۵۴۳۶۴۱) برعهده داشتند و نیز از تمامی شرکت‌کنندگان در این تحقیق که صبورانه با ما همکاری نمودند، کمال تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

زمانی که فرد حرکت را به‌صورت ذهنی مرور می‌کند، به شکل بسیار مؤثری فعال می‌شوند. تصویرسازی از طریق فعال کردن نورون‌های آینه‌ای در تولید بازنمایی مهارت‌های حرکتی، مؤثر است و موجب تولید بازنمایی از حرکت در حافظه می‌شود. همچنین می‌توان گفت تصویرسازی از طریق فعال کردن نورون‌های آینه‌ای موجب رمزگذاری حرکات موردنیاز برای انجام مهارت در مغز می‌شود. بنابراین، این رمزگذاری حرکات در مغز به تسهیل مهارت حرکتی منجر می‌گردد. از طرفی، تصویرسازی سبب خلق یک برنامه حرکتی در سیستم عصبی مرکزی شده و این برنامه حرکتی منجر به ایجاد یک دستور کار مغزی برای انجام صحیح حرکت می‌شود (۲۳).

نتایج دیگر این تحقیق نشان داد در گروه تصویرسازی آهسته، فعالیت نورون‌های آینه‌ای بیشتر از دو گروه دیگر بوده است. این یافته تا حدودی در راستای نتایج Calvo و همکاران بود. آنها عنوان کردند فعالیت سیستم نورون‌های آینه‌ای در افرادی که مهارت را بهتر آموخته و آن را بهتر اجرا می‌کنند، نسبت به افرادی که مهارت را کسب نکرده و یا در سطح پایین‌تر اجرا می‌کنند، بیشتر و قوی‌تر صورت می‌گیرد (۲۴).

References:

- Magill RA, Anderson D. Motor learning and control: Concepts and applications. 9th ed. New York: McGraw-Hill; 2010.
- Guillot A, Collet C. Construction of the motor imagery integrative model in sport: A review and theoretical investigation of motor imagery use. *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2008;1(1):31-44.
- Cumming J, Williams SE. The role of imagery in performance. In: Murphy S, editor. *Handbook of sport and performance psychology*. New York: Oxford University Pub; 2012. p. 213-32.
- Malouin F, Richards CL, Durand A, Doyon J. Reliability of mental chronometry for assessing motor imagery ability after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(2):311-9.
- Debarnot U, Louis M, Collet C, Guillot A. How does motor imagery speed affect motor performance times? Evaluating the effects of task specificity. *Appl Cogn Psychol* 2011;25(4):536-40.
- Holmes PS, Collins DJ. The PETTLEP approach to motor imagery: A functional equivalence model for sport psychologists. *J Appl Sport Psychol* 2001;13(1):60-83.
- Zamani Sani SH, Farsi A, Abdoli B. Effect of different speeds of motor mental imagery on performance. *J Res Rehabil Sci* 2013;9(7):1189-1199. [Full Text in Persian]

8. Munzert J, Lorey B, Zentgraf K. Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Res Rev* 2009;60(2):306-26.
9. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996;3(2):131-41.
10. Rozzi S, Ferrari PF, Bonini L, Rizzolatti G, Fogassi L. Functional organization of inferior parietal lobule convexity in the macaque monkey: Electrophysiological characterization of motor, sensory and mirror responses and their correlation with cytoarchitectonic areas. *Eur J Neurosci* 2008;28(8):1569-88.
11. Rizzolatti G, Fabbri-Destro M, Cattaneo L. Mirror neurons and their clinical relevance. *Nat Clin Pract Neurol* 2009;5(1):24-34.
12. Fogassi L. The mirror neuron system: How cognitive functions emerge from motor organization. *J Econ Behav Organ* 2011;77(1):66-75.
13. Nedelko V, Hassa T, Hamzei F, Weiller C, Binkofski F, Schoenfeld MA, et al. Age-independent activation in areas of the mirror neuron system during action observation and action imagery. *Restor Neurol Neurosci* 2010;28(6):737-47.
14. Sohrabi M, Farokhi A, Bahram A, Arghami NR. Comparison of physical training and mental imagery with blocked and random arrangement on performance and learning of pursuit task. *J Sport Biosci* 2004;4(2):61-76. [Full Text in Persian]
15. Haddavi F, Farahani A, Izadi A. Measurement, assessment and evaluation in physical education. Tehran: Hatmi Pub; 2013. [Text in Persian]
16. Kim JY, Park JW, Kim SY. EEG mu rhythms during action observation are modulated by emotional valence. *Acta Neuropsychol* 2016; 14(2):131-40.
17. Jenny O, Munroe-Chandler KJ. The effects of image speed on the performance of a soccer task. *Sport Psychol* 2008;22(1):1-12.
18. Hall C. A quantitative analysis of Athletes' voluntary use of slow motion, real time, and fast motion images. *J Appl Sport Psychol* 2009;21(1):15-30.
19. Syer J, Connolly C. Sporting body, sporting mind: An athlete's guide to mental training. New York: Simon & Schuster, Limited; 1998.
20. Louis M, Guillot A, Maton S, Doyon J, Collet C. Effect of imagined movement speed on subsequent motor performance. *J Mot Behav* 2008;40(2):117-32.
21. Fathizade A, Mohammadzadeh JH. Effect of new motor imagery tasks on the duration of its implementation. *J Develop Motor Learn – Sports* 2013;5(4):125-45. [Full Text in Persian]
22. Filimon F, Nelson JD, Hagler DJ, Sereno MI. Human cortical representations for reaching: mirror neurons for execution, observation, and imagery. *Neuroimage* 2007;37(4):1315-28.
23. Popescu A. The effect of different imagery ratios on learning and performing a gymnastic floor routine. [MSc Theses]. Eastern Michigan University; 2005.
24. Calvo-Merino B, Glaser DE, Grezes J, Passingham RE, Haggard P. Action observation and acquired motor skills: An fMRI study with expert dancers. *Cereb Cortex* 2005;15(8):1243-9.