Advances in Cognitive Sciences
Vol 21, No. 2, Summer 2019
Research Article
Pages 132-140

Effects of model type on mirror neurons activity during a motor skill observation

Ramin Ashraf [1*], Behrouz Abdoli[2], Reza Khosrowabadi[3], Alireza Farsi[2]

1. PhD Student in Motor Learning, Faculty of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Faculty of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Institute for Cognitive and Brain Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Recieved: 4 Aug. 2019
Revised: 21 Aug. 2019
Accepted: 21 Aug. 2019

Keywords
Modeling
Mu rhythm suppression
Mirror neuron
Motor skill

Corresponding author
Ramin Ashraf, Faculty of Sport Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Email: R_ashraf@sbu.ac.ir

doi.org/10.30699/icss.21.2.132

Abstract

Introduction: The aim of the present study was to investigate the effect of self-modeling, skilled model and novice model on the activity of mirror neurons.

Methods: The current research was a semi-experimental study with an intergroup design. Twenty-one male students (mean age: 19.16 years) in three experimental conditions: 1. self-modeling, 2. skilled model observation, and 3. novice model observation attended in the study. The task of interest was a golf putting task. After providing pre-training considerations, instructions, and initial training in putting skill with emphasis on important stages and tips, the volunteers performed 10 golf putts and their performance was used for providing video tapes for display during recording of brain electrical waves. The second stage was to record the brain electrical waves by observing three types of models. In this recording, 10 10-second videos of golf putting were watched. The operation was repeated three times in the form of counterbalance: within-participant order; 1. by viewing their performance filmed in the previous stage, 2. by viewing skilled model performances (skilled golfer) and 3. by viewing novice model performances (beginning golfers in putting task). To measure the mu rhythm suppression, ratios of the mu rhythm power during the observed conditions relative to the power over the baseline condition at C3, C4 and CZ scalp locations were used.

Results: Two-way within-subject analysis of variance (ANOVA) showed that the mu rhythm suppression was significantly different among experimental conditions. The results of paired comparisons also indicated that in, self-modeling, suppression of mu rhythm was significantly higher than the other two conditions.

Conclusion: Some of the findings indicate that due to the discrepancy between the ability to perform movement with the observed model execution, the activity of the mirror neurons was lower in the skilled and novice models. The cause of greater mirror neurons activity in self-modeling conditions was also discussed in terms of the Bandura's cognitive-social theory and model-observer similarity.

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸
صفحات ۱۴۰-۱۳۲
مقاله پژوهشی

تأثیر نوع الگو بر فعالیت نورون‌های آینه‌ای حین مشاهده یک مهارت حرکتی

رامین اشرف[1*]، بهروز عبدلی[2]، رضا خسروآبادی[3]، علیرضا فارسی[2]

۱. دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. دانشیار دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. استادیار پژوهشکده علوم شناختی و مغز، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۳
اصلاح نهایی: ۱۳۹۸/۰۵/۳۰
پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۳۰

واژه‌های کلیدی
الگودهی
سرکوب ریتم Mu
نورون‌های آینه‌ای
مهارت حرکتی

نویسنده مسئول
رامین اشرف، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، تهران، ایران
ایمیل: R_ashraf@sbu.ac.ir

doi.org/10.30699/icss.21.2.132

چکیده

مقدمه: مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر مشاهده الگوی ماهر، الگوی مبتدی و خودالگودهی بر فعالیت نورون‌های آینه‌ای انجام گرفت.

روش کار: این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی با طرح درون‌گروهی بود، که با شرکت ۲۱ نفر دانشجوی پسر با میانگین سنی ۱۹/۱۶ سال در سه موقعیت آزمایشی ۱. مشاهده خودالگودهی، ۲. مشاهده الگوی ماهر و ۳. مشاهده الگوی مبتدی اجرا شد. تکلیف مورد نظر، مهارت پات گلف بود. بعد از ارائه دستورالعمل و آموزش اولیه مهارت با تأکید بر مراحل و نکات مهم و اجرای چند ضربه، شرکت‌کنندگان ۱۰ ضربه پات گلف انجام دادند و از اجرای آنها برای تهیه نوارهای ویدئویی برای نمایش در حین ثبت امواج الکتریکی مغز، فیلم‌برداری شد. مرحله دوم، ثبت امواج الکتریکی مغز حین مشاهده سه نوع الگو بود. در این ثبت، ۱۰ فیلم ۱۰ ثانیه‌ای از ضربه پات گلف مشاهده شد. این عملیات سه بار به شکل موازنه متقابل تکرار شد؛ ۱. با مشاهده اجراهای خود که در مرحله قبلی فیلم‌برداری شده بود، ۲. مشاهده اجراهای الگوی ماهر (گلف‌باز ماهر) ۳. مشاهده اجراهای الگوی مبتدی (فرد مبتدی در مهارت پات گلف). برای اندازه‌گیری سرکوب ریتم Mu از نسبت توان ریتم Mu در حالت مشاهده به توان ریتم Mu در حالت پایه در نواحی مغزی C3، C4 و Cz استفاده شد.

یافته‌ها: آزمون آماری تحلیل واریانس درون گروهی دو راهه نشان داد که سرکوب ریتم Mu بین موقعیت‌های آزمایشی تفاوت معناداری دارد. نتیجه مقایسه‌های زوجی نیز حاکی از آن بود که در موقعیت خودالگودهی، سرکوب ریتم Mu به طور معناداری بیش‌تر از دو موقعیت دیگر بود.

نتیجه‌گیری: بخشی از یافته‌ها بیانگر آن است که به علت عدم تطابق بین توانایی اجرای حرکت با اجرای الگوی مشاهده شده، فعالیت نورون‌های آینه‌ای در موقعیت‌های الگوی ماهر و الگوی مبتدی پایین‌تر بوده است. علت فعالیت بیشتر نورون‌های آینه‌ای در موقعیت خودالگودهی نیز در چهارچوب نظریه شناختی_اجتماعی Bandura و شباهت الگو_مشاهده‌گر بحث و تبیین شد.

مقدمه

این واقعیت که انسان قادر به کسب دانش و مهارت‌های جدیدی است، باعث علاقه‌مندی زیاد به روش‌های یادگیری و متغیرهای مهم شده است. یکی از اهداف اصلی در یادگیری حرکتی، شناخت متغیرهای مستقلی است که میزان یادگیری را بالا برده، یا مختل کرده و یا نقشی در آن ندارند (۱). بدین منظور، پژوهشگران شروع به مقایسه سودمندی برنامه‌های تمرینی در یادگیری تکالیف مختلف کردند. در این راستا، مرور یافته‌های حاصل از مطالعات علوم روان‌شناختی و حرکتی معاصر، چندین متغیر مستقل سودمند و کارآمد را در یادگیری مهارت‌های حرکتی نشان می‌دهد که یکی از این متغیرها یادگیری مشاهده‌ای است (۲). یادگیری مشاهده‌ای یا یادگیری از الگو، استفاده از نمایش به عنوان وسیله‌ای

برای انتقال اطلاعات در مورد چگونگی اجرای یک مهارت می‌باشد (۱). الگودهی، مولفه حیاتی در نظریه شناختی_اجتماعی Bandura است و اشاره به تغییرات رفتاری، شناختی و عاطفی در نتیجه مشاهده یک یا چند الگو دارد (۳). آزمایش‌های عکس‌برداری عصبی نشان می‌دهند که مجموعه‌ای از ساختارهای عصبی مشترک، هم در اجرای عمل و هم در مشاهده عمل فعال می‌شوند. این مفهوم با این نتایج هم‌راستاست که نشان داده‌اند متغیرهایی که از طریق تمرین جسمانی بر یادگیری تأثیر گذارند، به شیوه‌ای مشابه بر یادگیری مشاهده‌ای مؤثرند (۲). مرور مطالعات مرتبط با یادگیری مشاهده‌ای نشان می‌دهد که عوامل زیادی در مؤثر بودن مداخلات مشاهده‌ای نقش دارند. پیشینه مطالعاتی این زمینه نشان می‌دهد که پژوهشگران به این عامل مهم در مداخلات مشاهده‌ای علاقه‌مند هستند که «چه کسی» مفیدترین الگو برای مشاهده است (۴). انواع معمول الگودهی که توسط پژوهشگران استفاده شده شامل مشاهده الگوی ماهر و الگوی مبتدی است. نوع دیگر، استفاده از مداخلات خودالگودهی است (۵).

خودالگودهی، شکلی از یادگیری مشاهده‌ای است با این تمایز که مشاهده‌گر و مشاهده‌شونده، یک نفر هستند، یعنی افراد خود را در حال اجرای رفتاری مشاهده کرده و سپس رفتار مورد نظر را تکرار می‌کنند (۶). عواملی در خودالگودهی وجود دارند که نشان می‌دهند مشاهده خود می‌تواند الگوی مطلوبی برای یادگیری مهارت باشد. از دیدگاه عصب‌شناختی Holmes و Calmels، مشاهده خود می‌تواند مطابقت کارکردی بیشتری از لحاظ فعال‌سازی عصبی بین اجرای عمل و مشاهده عمل نسبت به مشاهده فرد دیگر داشته باشد (به نقل از ۵). خودالگودهی از جنبه روان‌شناختی هم الگوی مطلوبی محسوب می‌شود. از این لحاظ، سازه‌های روان‌شناختی همچون خودکارآمدی و دیگر فرآیندهای خودتنظیمی با مشاهده‌ی تجارب ماهرانه راه‌اندازی می‌شوند (۵). همچنین Dowrick (۲۰۱۲)، Ste-Marie و همکاران (۲۰۱۱) معتقدند زمانی که یادگیرنده الگوی خود را مشاهده می‌کند، راهبردهای تکنیک الگودهی را به طور مؤثرتری مورد پردازش و استفاده قرار می‌دهد (۵، ۶). نظریه شناختی_اجتماعی Bandura نیز از مشاهده‌یِ خود به عنوان الگوی مطلوب، حمایت می‌کند. بر اساس این نظریه، مشاهده الگو تضمین نمی‌کند که یادگیری صورت خواهد گرفت یا اینکه رفتار یادگرفته شده بعداً به عمل در خواهد آمد. به عبارتی، به نظر Bandura چندین عامل بر یادگیری جانشینی و عملکرد رفتارهای یادگرفته شده تأثیر دارند که یکی از این عوامل، شباهت الگو و مشاهده‌گر است. هرچه مشاهده‌کننده‌ها بیشتر شبیه الگوها باشند، احتمال اینکه مشاهده‌گرها اعمال مشابه الگوها را برای خودشان مناسب بدانند، بیشتر است. همچنین، مشابهت الگو_مشاهده‌گر، منجر به تقویت فرآیندهای توجه و یادداریِ یادگیریِ مشاهده‌ای می‌شود. طبق این نظریه، بالاترین میزان شباهت الگو_مشاهده‌گر زمانی رخ می‌دهد که شخص الگوی خودش باشد (۳). علی‌رغم این امر، برخی پژوهشگران معتقدند استفاده از الگوی ماهر، روش بهتری است و معتقدند که این الگو در مقایسه با الگوی غیرماهر، منجر به اجرای بهتری می‌شود (۷، ۸). از طرفی، برخی صاحب‌نظران بر اساس شواهدی، استفاده از الگوی مبتدی را پیشنهاد داده‌اند؛ چرا که در چنین موقعیتی، مشاهده‌گر به طور فعال در حل مسئله درگیر خواهد شد و این امر برای یادگیری سودمند است (۹، ۱۰).

با وجود چنین دیدگاه‌هایی در مورد این که چه کسی مطلوب‌ترین الگو برای مشاهده است به بحث زیربنای مکانیسم یادگیری مشاهده‌ای، یعنی نورون‌های آینه‌ای می‌رسیم تا ببینیم این نورون‌های ویژه با مشاهده کدام نوع الگو بیشتر فعال می‌شوند. نورون‌های آینه‌ای طبقه‌ای از نورون‌ها هستند که ابتدا در قشر پیش‌حرکتی میمون‌ها، در سال ۱۹۹۲ کشف شدند. این نورون‌ها هم در زمان اجرای عمل حرکتی خاص و هم در زمان مشاهده اجرای همان عمل توسط فردی دیگر فعال می‌شوند (۱۱). پژوهشگران با استفاده از تصویربرداری ارتعاش مغناطیسی کارکردی و جریان خون نواحی مختلف مغز با تکالیف متعدد به این نتیجه رسیدند که مغز انسان نیز دارای نورون‌های آینه‌ای است (۱۲). همچنین، این شواهد نشان می‌دهد که جایگاه این نورون‌ها (لوب آهیانه‌ای تحتانی، قشر پیش‌حرکتی شکمی، شکنج تحتانی پیشانی) در مغز انسان با میمون همپوشی دارد (۱۳). کشف سیستم نورون‌های آینه‌ای یافته‌ای مهم در مورد یادگیری مشاهده‌ای است و تصور می‌شود که این سیستم نقش مهمی در درک اعمال دیگران دارد و می‌تواند مسئول توانایی ما برای یاد گرفتن از طریق مشاهده کردن و تقلید اعمال دیگران باشد و زیربنای مکانیسم یادگیری مشاهده‌ای است (۱۴، ۱۵). این نورون‌ها اساس مکانیسم تبدیل ادراکی_حرکتی هستند و امکان تبدیل اطلاعات بینایی به فرامین حرکتی را فراهم می‌کنند (۱۶).

داده‌های مطالعات مرتبط با مهارت‌های حرکتی نشان می‌دهند که فعالیت سیستم نورون‌های آینه‌ای می‌تواند ناشی از درجه انطباق بین اعمال مشاهده شده و توانایی‌های حرکتی مشاهده‌گر باشد. همچنین، شواهد رو به رشدی وجود دارد که نشان می‌دهد که فعالیت این سیستم به تجارب حرکتی مشاهده‌گر از عمل معینی وابسته است (۱۷). یک شاخص از فعالیت نورون‌های آینه‌ای که به طور گسترده در مطالعات انسانی استفاده شده است، سرکوب ریتم Mu (۱۳-۸ هرتز) می‌باشد. در حالت استراحت، نورون‌ها در منطقه حسی_حرکتی به شکل همزمان شلیک می‌کنند که منجر به نوسانات با دامنه بزرگ امواج الکتریکی مغز در ریتم فرکانسی

می‌شود. زمانی که افراد حرکتی را مشاهده می‌کنند این نورون‌ها به شکل ناهمزمان شلیک می‌کنند و توان باند Mu کاهش می‌یابد. این سرکوب، به نام سرکوب ریتم Mu شناخته شده است. سرکوب ریتم Mu بازتاب تعدیل نواحی حسی_حرکتی توسط نورون‌های آینه‌ای است که ترجمه پردازش اطلاعات حیاتی مربوط به ادراک به عمل را نشان می‌دهد (۱۸، ۱۹). نتایج یک فراتحلیل نشان می‌دهد که قویاً می‌توان از ریتم Mu به عنوان فعالیت سیستم آینه‌ای انسان استنباط کرد (۲۰).

Calvo-Merino و همکاران (۲۰۰۵)، با مطالعه فعالیت نورون‌های آینه‌ای در حیطه مشاهده مهارت‌های حرکتی و ورزشی دریافتند زمانی که بالرین‌ها، حرکات مشابه سبک خود را می‌دیدند فعالیت نورون‌های آینه‌ای‌شان بیشتر از زمانی بود که حرکات با سبک غیرمشابهی را می‌دیدند (۲۱). همچنین Kim و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که فعالیت نورون‌های آینه‌ای در گروه کمان‌گیران ماهر بیشتر از گروه مبتدی در حین مشاهده عمل تیراندازی با کمان توسط فرد ماهر است (۱۷). با وجود این که به بحث خودالگودهی و رابطه آن با فعالیت نورون‌های آینه‌ای پرداخته نشده است، در برخی مطالعات استنباط شده است که بهبود در عملکرد در نتیجه مداخلات خودالگودهی، به دلیل فعال شدن سیستم آینه‌ای است (۲۲). همچنین در مطالعه دیگر، توضیح احتمالی برای اکتساب سریع مهارت را وجود نورون‌های آینه‌ای دانسته‌اند. بر این اساس که نورون‌های آینه‌ای برای توضیح اکتساب مهارت از طریق تقلید پیشنهاد شده است (۲۳، ۲۴). این پژوهشگران یکی دیگر از علل خودکاری در نتیجه مداخله الگودهی را کارکرد همدلی نورون‌های آینه‌ای قلمداد کردند (۲۳، ۲۵).

همان‌طور که بیان شد مطالعات مرتبط با الگودهی، صرفاً به بررسی تأثیر مشاهده الگوهای ماهر و آشنا بر فعالیت نورون‌های آینه‌ای پرداخته‌اند. از طرفی، با وجود این که خودالگودهی از لحاظ نظری و روان‌شناختی روش بهتری در مقایسه با دیگر روش‌های الگودهی ذکر شده، زیربنای عصبی این روش بررسی نشده است. لذا، در این مطالعه قصد داریم تا با مقایسه تأثیر مشاهده سه نوع الگو، تفاوت در فعالیت نورون‌های آینه‌ای در حین مشاهده الگوی ماهر، الگوی مبتدی و خودالگودهی که قصد نشان دادن اجرای مهارت حرکتی را دارند را مقایسه نماییم. یافته‌های این مطالعه می‌تواند زیربنای اساسی برای نظریه‌هایی باشند که الگوی ماهر، الگوی مبتدی و خودالگودهی را بر دیگری ترجیح می‌دهند، به عبارت دیگر، می‌تواند شاهدی محکم از دیدگاه سیستم آینه‌ای به عنوان اساس عصبی یادگیری مشاهده‌ای، بر این متغیر مهم در یادگیری حرکتی و به شکل ویژه‌تر بر یادگیری مشاهده‌ای باشد که «چه کسی» مفیدترین الگو برای مشاهده است.

روش کار

مطالعه حاضر شامل یک طرح درون گروهی با سه مرحله آزمایشیِ مشاهده الگوی ماهر، الگوی مبتدی و خودالگودهی بود. شرکت‌کنندگان به تعداد ۲۱ نفر از بین افراد داوطلب با دامنه سنی ۱۸ الی ۲۰ سال و میانگین سنی ۱۹/۱۶ سال انتخاب شدند. همه شرکت‌کنندگان انتخاب شده با بینایی طبیعی یا اصلاح شده با عینک، راست دست و بدون مشکلات عصب‌شناختی بودند. همچنین هیچ گونه آشنایی با تکلیف نداشتند. رضایت‌نامه آگاهانه که توسط کمیته اخلاق در پژوهش زیستی دانشگاه شهید بهشتی با کد IR.SBU.ICBS ۹۶/۱۰۲۷ طراحی شده بود از شرکت‌کنندگان اخذ شد. از شرکت‌کنندگان خواسته شده بود خارج از پروتکل آزمایشی، مهارت پات گلف را مشاهده و تمرین نکنند. لذا علاوه بر این دو مورد ذکر شده، درخواست خود فرد برای انصراف از ادامه پژوهش، شاخص‌های خروج از پژوهش بودند.

نخستین گام، تدارک محل فیلم‌برداری از ضربات پات گلف شرکت‌کنندگان بود. بدین منظور، کف آزمایشگاه علوم رفتاری و شناختی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه شهید بهشتی با موکتی به ابعاد ۲×۷ متر که حفره و محل ضربه پات بر روی آن ترسیم شده بود مفروش گردید. ابزار مورد نیاز که چوب گلف و توپ‌های گلف بودند نیز تهیه شدند. تکلیف مورد نظر در این مرحله، ضربه پات گلف و هدایت توپ به سمت حفره‌ای با فاصله ۴ متر از محل ضربه بود. قبل از شروع ضربات پات گلف، ملاحظات پیش از تمرین، ارائه دستورالعمل و آموزش اولیه مهارت ضربه پات ارائه شد. سپس شرکت‌کنندگان ۱۰ ضربه پات گلف انجام دادند و از اجرای آنها در این ۱۰ ضربه با استفاده از دوربین فیلم‌برداری سونی (Sony Cyber-shot DSC-W830) ساخت کشور ژاپن، برای تهیه نوارهای ویدئویی جهت نمایش در حین ثبت امواج الکتریکی مغز، از نمای روبه‌رو با زاویه ۴۵ درجه فیلم‌برداری شد. مرحله دوم، ثبت امواج الکتریکی مغز با مشاهده سه نوع الگو بود. همه ثبت‌ها، قبل از ظهر و پیش از صرف ناهار صورت گرفت. در این ثبت، بعد از نصب کلاه بر اساس روش بین المللی استاندارد ۲۰-۱۰، و تزریق ژل مخصوص و نصب الکترودها، شرکت‌کنندگان بعد از آماده شدن و فشار دادن یکی از دکمه‌های موش‌واره، ۱۰ فیلم ۱۰ ثانیه‌ای از ضربه پات گلف و نتیجه ضربه با فاصله‌های تصادفی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ هزارم ثانیه بین هر ضربه را مشاهده کردند. این عملیات سه بار به شکل موازنه متقابل تکرار شد؛ یک بار با مشاهده اجراهای خود که در مرحله قبلی فیلم‌برداری شده بود، یک بار با مشاهده اجراهای الگوی ماهر (اجراهای یک گلف‌باز ماهر) و یک بار نیز با مشاهده اجراهای الگوی مبتدی (فردی که همانند او در این مهارت نوآموز بود). فاصله بین مشاهدات

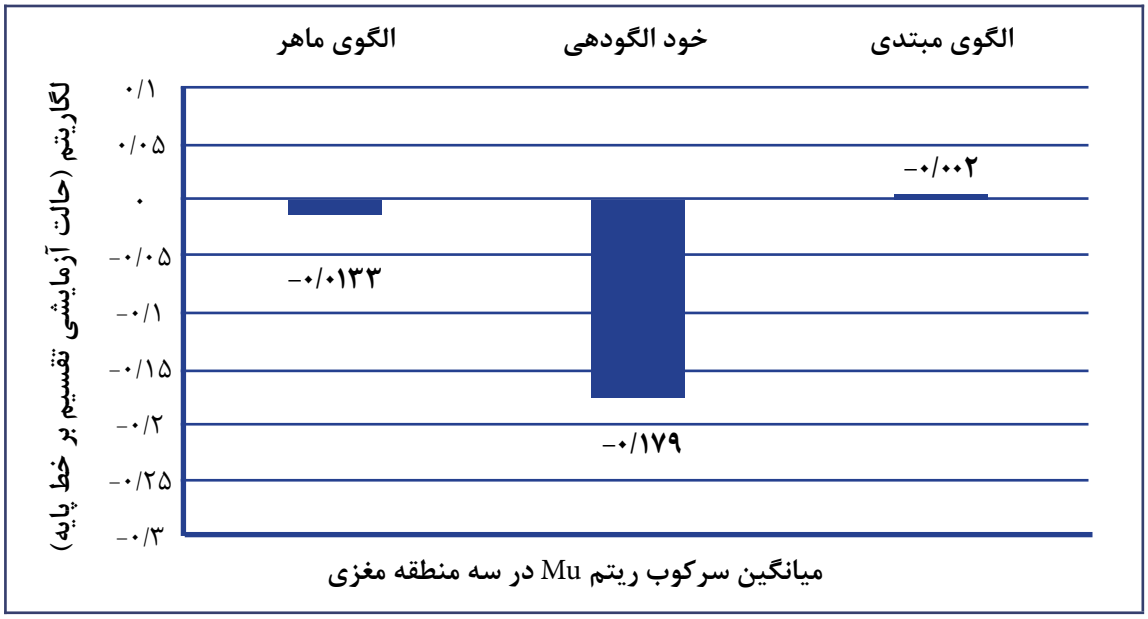
۳ موقعیت آزمایشی نیز ۲۰ ثانیه بود. در هر ۳ نوع فیلم، مکان، ابزار و زاویه فیلم‌برداری شده به طور کامل یکسان بودند. ثبت‌ها با دستگاه ثبت امواج الکتریکی مغز (الکتروانسفالوگرام) به نام Psychlab EEG8 محصول شرکت Contact Precision Instruments در پژوهشکده علوم شناختی و مغز دانشگاه شهید بهشتی تهران صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سرکوب ریتم Mu می‌بایست توان ریتم Mu در حالت پایه و حالت مشاهده در نواحی C3، C4 و Cz محاسبه می‌شد. قبل از محاسبه این توان‌ها مرحله پیش پردازش به منظور حذف نویزهای ناشی از پلک زدن، حرکت چشم، حرکت سر و... به وسیله جعبه ابزار (EEG LAB) که بر روی نرم‌افزار MATLAB نصب شده بود، صورت گرفت. توان‌ها بر اساس تکنیک تغییر سریع فوریه (Fast Fourier transform) محاسبه شدند. سرکوب ریتم Mu به صورت نسبت توان Mu در موقعیت آزمایشی (برای مثال، مشاهده) به توان Mu در حالت خط‌پایه (فاصله منفی یک ثانیه تا مثبت یک ثانیه بعد از شروع تکلیف) محاسبه شد که این نسبت به عنوان فعالیت نورون‌های آینه‌ای شناخته شده است. این نسبت به علت کنترل تغییرپذیری در توان مطلق در نتیجه تفاوت‌های فردی همچون ضخامت جمجمه و مقاومت الکترودها صورت می‌گیرد. همچنین به علت این که نسبت داده‌ها در نتیجه محدوده پایین، به طور ذاتی غیرطبیعی هستند، یک تبدیل لگاریتمی نیز برای تحلیل استفاده شد. نسبت لگاریتمی کمتر از صفر نشانگر سرکوب، مقدار صفر نشانگر عدم سرکوب و مقدار بزرگ‌تر از صفر نشاندهنده افزایش است. داده‌های امواج الکتریکی مغز با آزمون تحلیل واریانس درون گروهی ۳ (موقعیت آزمایشی: مشاهده اجرای خود، مشاهده اجرای الگوی ماهر و مشاهده اجرای الگوی مبتدی) × ۳ (منطقه مغزی: C3، C4 و Cz) تحت نرم‌افزار SPSS-25 بررسی شدند. سطح معناداری P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

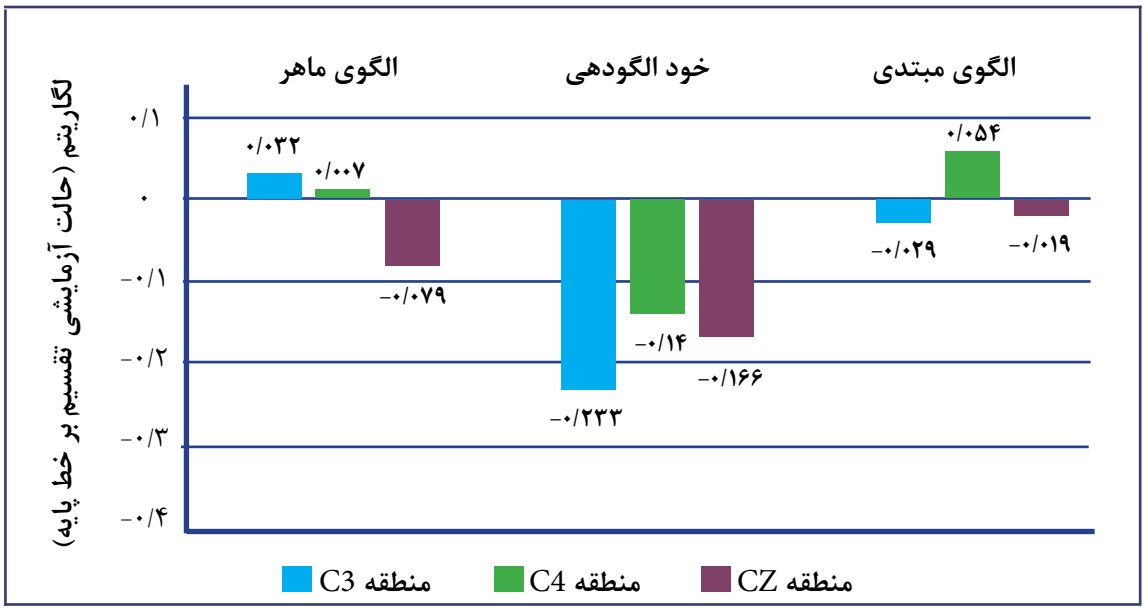
با توجه به برقرار بودن پیش فرض‌هایی همچون طبیعی بودن توزیع داده‌ها، همگنی ماتریس واریانس_کواریانس متغیرهای مستقل و مفروضه کرویت از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. بدین ترتیب تحلیل واریانس دو راهه درون گروهی برای سنجش تأثیر سه نوع مداخله (مشاهده الگوی از خود، مشاهده الگوی ماهر و مشاهده الگوی مبتدی) در سه منطقه حسی_حرکتی مغز (C3، C4 و Cz) بر سرکوب ریتم Mu استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که اثر متغیر اصلی موقعیت آزمایشی معنادار بود (جدول ۱). با این حال، اثر اصلی مناطق مغزی و همچنین تعامل موقعیت آزمایشی و مناطق مغزی معنادار نبود.جدول ۱ مقایسه دو به دوی موقعیت آزمایشی با تعدیل آلفا بر اساس تعداد موقعیت، نشان داد که موقعیت خودالگودهی با داشتن سرکوب ریتم Mu بیشتر در مناطق C3 (۰/۱۹۱±۰/۲۳۳-)، C4 (۰/۳۲۱±۰/۱۴-) و Cz (۰/۱۶۷±۰/۱۶۶-) تفاوت معناداری با میزان سرکوب ریتم Mu موقعیت الگوی ماهر در مناطق C3 (۰/۲۱۱±۰/۰۳۲)، C4 (۰/۲۷۲±۰/۰۰۷) و Cz (۰/۲۰۷±۰/۰۷۹-) و موقعیت الگوی مبتدی در مناطق C3 (۰/۲۹۵±۰/۰۲۹-)، C4 (۰/۲۵۷±۰/۰۵۴) و Cz (۰/۱۹۵±۰/۰۱۹-) داشت، در صورتی که موقعیت‌های الگوی ماهر و موقعیت الگوی مبتدی تفاوت معناداری با هم در سرکوب ریتم Mu در مناطق مذکور نداشتند. سرکوب ریتم Mu بر اساس میانگین سه منطقه مغزی و همچنین به تفکیک هر منطقه در هر سه موقعیت آزمایشی به ترتیب در نمودار ۱ و ۲ ترسیم شده است.

جدول ۱. خلاصه نتایج تحلیل واریانس دو راهه درون‌گروهی

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	آماره آزمون	P	اندازه اثر
موقعیت	۱/۲۸۲	۲	۸/۷۵	٭۰/۰۰۱	۰/۳۰۴
مناطق مغزی	۰/۱۳۸	۲	۱/۴۹۹	۰/۲۳۶	۰/۰۷
تعامل موقعیت و مناطق مغزی	۰/۱۹۰	۴	۰/۹۸۸	۰/۴۱۹	۰/۰۴۷



نمودار ۱. میزان سرکوب ریتم Mu در موقعیت‌های آزمایشی بر اساس میانگین سه منطقه مغزی



نمودار ۲. میزان سرکوب ریتم Mu در موقعیت‌های آزمایشی به تفکیک هر سه منطقه مغزی

بحث

هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر خودالگودهی، الگوی ماهر و الگوی مبتدی بر فعالیت نورون‌های آینه‌ای در افراد مبتدی بود. نتایج فعالیت نورون‌های آینه‌ای در هر سه موقعیت حاکی از فعالیت بیشتر این نورون‌ها در موقعیت خودالگودهی بود. این سرکوب بیشتر ریتم Mu در موقعیت آزمایشی که نسبت به خط پایه استنباط شده است، در هر سه منطقه حسی_حرکتی C3، C4 و Cz مشاهده شد. همچنین تفاوتی بین موقعیت‌های الگوی ماهر و الگوی مبتدی مشاهده نشد. مطالعه حاتمی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که فعالیت نورون‌های آینه‌ای در موقعیت مشاهده الگوی ماهر بیشتر از موقعیت مشاهده الگوی غیرماهر بود (۲۶). این یافته در تناقض با یافته‌های مطالعه حاضر است. یکی از علل ناهمخوانی را می‌توان به بحثی در مورد نحوه محاسبه سرکوب ریتم Mu دانست. در این راستا، Hobson و Bishop (۲۰۱۶) در مورد این که آیا ریتم Mu شاخص خوبی برای اندازه‌گیری سیستم نورون آینه‌ای انسان است بحثی را مطرح کردند. بر اساس نظر این پژوهشگران، ویژگی کلیدی طراحی مطالعات سرکوب ریتم Mu، مقایسه موقعیت آزمایشی با موقعیت خط پایه است که انتظار می‌رود

سیستم نورون‌های آینه‌ای در موقعیت خط پایه فعال نشود. به همین علت، نحوه انتخاب خط پایه برای محاسبه ریتم Mu، حیاتی و مهم است، لذا در این مطالعه به اهمیت روش‌شناسی خط پایه پرداخته شده است و بیان شد که استفاده از خط پایه استراحت روش مناسبی برای محاسبه ریتم Mu نیست، بلکه باید از خط پایه درون‌تکلیفی استفاده کرد. بدین معنی‌که به جای ثبت امواج مغزی در حین دو دقیقه مشاهده یک نقطه ثابت به عنوان خط پایه، باید از بخشی از خود تکلیف که محرک هنوز ظاهر نشده است استفاده کرد (۲۷). لذا به نظر می‌رسد یکی از علل تفاوت در ناهمخوانی یافته‌های مطالعه حاضر با مطالعه حاتمی و همکاران، استفاده از خط پایه متفاوت برای استنباط فعالیت نورون‌های آینه‌ای است، چرا که در مطالعه حاضر از خط پایه درون تکلیفی و در مطالعه آنان از خط پایه استراحت استفاده شده بود. عدم تفاوت بین فعالیت نورون‌های آینه‌ای در دو موقعیت الگوی ماهر و الگوی مبتدی با یافته‌های مطالعات Calvo-Merino و همکاران (۲۰۰۵) و Kim و همکاران (۲۰۱۱) همخوان می‌باشد. بخشی از مطالعه Calvo-Merino و همکاران (۲۰۰۵)، مربوط به گروه مبتدی بود که هر دو نوع حرکات باله و کاپوریا را مشاهده کردند. نتایج این بخش حاکی از عدم تأثیر نوع محرک (مشاهده عکس‌های حرکات ماهرانه باله و مشاهده عکس‌های حرکات ماهرانه کاپوریا) بر فعالیت نورون‌های آینه‌ای شرکت‌کنندگان مبتدی بود (۲۱). همچنین Kim و همکاران (۲۰۱۱) به این نتیجه دست یافتند که فعالیت نورون‌های آینه‌ای شرکت‌کنندگان مبتدی در مهارت تیراندازی با کمان، در زمان مشاهده اجرای کمانداران ماهر، کمتر از افراد ماهر می‌باشد (۱۷).

علت فعالیت کمتر نورون‌های آینه‌ای در دو موقعیت مشاهده الگوی ماهر و الگوی مبتدی که همخوان با مطالعات ذکر شده است را می‌توان به موضوع ذخیره حرکتی مربوط دانست. در این راستا، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد که تنها اعمالی که در ذخیره حرکتی ما هستند بر فعالیت سیستم نورون‌های آینه‌ای مؤثرند (۲۸). به عبارت دیگر، زمانی که عمل اجرا شده توسط الگو، جزء ذخیره حرکتی مشاهده‌گر نیست، فعالیت نورون‌های آینه‌ای پایین است. همچنین پیشنهاد شده است که فعال شدن سیستم نورون‌های آینه‌ای می‌تواند مربوط به درجه‌ای از انطباق بین اعمال مشاهده شده و قابلیت حرکتی مشاهده‌گر باشد (۱۷). بدین معنی که، زمانی مشاهده یک الگو بر فعالیت نورون‌های آینه‌ای مؤثر است که مشاهده‌گر بین اجرای الگوی مشاهده شده و قابلیت حرکتی خود مشابهتی بیابد. لذا به نظر می‌رسد شرکت‌کنندگان مطالعه حاضر در موقعیت‌های الگوی ماهر و الگوی مبتدی، بدین علت فعالیت نورون‌های آینه‌ای کمتری داشتند که حرکت اجرا شده توسط الگو را در ذخیره حرکتی خود نداشتند و همچنین، مقدار انطباق بین اجرای مشاهده شده پات گلف و توانایی خود در اجرای همان حرکت را بسیار پایین دریافته‌اند. به عبارتی دیگر، چون در تکلیف پات گلف مهارتی نداشتند و هنوز این تکلیف را یاد نگرفته بودند فعالیت نورون‌های آینه‌ای نیز کمتر بوده است.

یافته مهم و بسیار متفاوت این مطالعه، سرکوب بیشتر ریتم Mu در موقعیت خودالگودهی است. در این مورد، مطالعاتی وجود دارند که می‌توان آنها را به نحوی به این یافته پژوهش حاضر ارتباط داد. برای مثال، Gastaut (۱۹۵۱)، زمانی که هنوز نورون‌های آینه‌ای کشف نشده بودند، گزارش کرد ریتم Mu در زمانی که فرد خود را بر روی صفحه نمایش می‌بیند، بلوکه می‌شود (۲۹). مطالعاتی نیز وجود دارند که استنباط کرده‌اند با مشاهده خود، نورون‌های آینه‌ای تحت تأثیر قرار گرفته‌اند، با وجود این که ثبت امواج الکتریکی مغز نداشته‌اند. Coulson و همکاران (۲۰۰۶)، با روش خودالگودهی، قصد بهبود نقص لبخند بعد از فلج اعصاب صورت را داشتند، آنان بعد از تمرین خودالگودهی به بهبود چشمگیری دست یافتند و احتمال دادند که دیدن لبخند خود در نوار ویدئویی، نورون‌های آینه‌ای را برای تسهیل تقلید عمل سوق می‌دهد (۲۲). Coulson و همکاران (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای دیگر به نتایج مشابهی با روش خودالگودهی دست یافتند و توضیح احتمالی برای اکتساب سریع این مهارت را وجود نورون‌های آینه‌ای دانسته‌اند. بر این اساس که نورون‌های آینه‌ای برای توضیح اکتساب مهارت از طریق تقلید پیشنهاد شده است، برای مثال تقلید ذاتی صورت، در حرکات صورت بین مادران و نوزادان با سن ۴۲ دقیقه گزارش شده است (۲۳، ۲۴). این پژوهشگران یکی دیگر از علل خودکاری در نتیجه مداخله الگودهی را کارکرد همدلانه نورون‌های آینه‌ای قلمداد کردند؛ با استناد به مطالعه Leslie و همکاران (۲۰۰۴) که پاسخ‌های عاطفیِ همدلی در سیستم لیمبیک را به نورون‌های آینه‌ای مربوط دانسته‌اند (۲۳، ۲۵). این نتایج همسو با یافته مطالعه حاضر است که با مشاهده خود در موقعیت خودالگودهی، فعالیت نورون‌های آینه‌ای بیشتر شده است.

این یافته‌ها از لحاظ نظری به نظریه یادگیری شناختی_اجتماعی Bandura نیز مربوط است. Bandura (۱۹۷۷) معتقد است توجه، آغازگر فرآیند الگودهی است، توجه به عنوان یک مکانیسم انتخابی تعیین می‌کند که چه اطلاعاتی، بازنمایی شناختی مهارت را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین این سؤال مطرح می‌شود که کدام عامل تعیین می‌کند که چه چیزی مورد توجه قرار بگیرد؟ (۳۰). به عقیده Bandura، مهم‌ترین عامل مؤثر بر یادگیری جانشینی و عملکرد رفتارهای یادگرفته شده شباهت

الگو و مشاهده‌گر است. هرچه مشاهده‌کننده‌ها بیشتر شبیه الگوها باشند، احتمال این که مشاهده‌گرها اعمال مشابه الگوها را برای خودشان مناسب بدانند، بیشتر است. همچنین مشابهت الگو_مشاهده‌گر، منجر به تقویت فرآیندهای توجه و یادداری یادگیری مشاهده‌ای می‌شود که در نتیجه، فواید یادگیری از طریق فرآیند مشاهده افزایش می‌یابد. طبق این نظریه، بالاترین میزان شباهت الگو_مشاهده‌گر زمانی رخ می‌دهد که شخص الگوی خودش باشد (۳). به عبارتی زمانی که مشابهت بین الگو_مشاهده‌گر زیاد باشد، مشاهده‌گر بیشتر به مهارت و تکلیف مشاهده شده توجه می‌کند. لذا به نظر می‌رسد که این همان اتفاقی است که در یافته پژوهش حاضر در موقعیت خودالگودهی رخ داده است. به عبارتی، شرکت‌کنندگان در موقعیت خودالگودهی، با مشاهده خود در حال اجرای مهارت پات گلف، به علت مشابهت بالا، بیشتر از دو موقعیت دیگر به الگو (خود) توجه کرده‌اند، اتفاقی که در مطالعه Gastaut (۱۹۵۱) نیز رخ داده است.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که خودالگودهی به دلیل بالاترین شباهت بین الگو_مشاهده‌گر، منجر به توجه بیشتر در حین مشاهده مهارت و در نتیجه فعالیت بیشتر نورون‌های آینه‌ای می‌شود، حتی زمانی که مشاهده‌گر حرکت مشاهده شده را در ذخیره حرکتی خود نداشته باشد. نورون‌های آینه‌ای به عنوان مکانیسم زیربنایی یادگیری مشاهده‌ای ذکر شده‌اند، لذا فعال‌سازی بیشتر آنها می‌تواند ملاحظات تمرینی مهمی در یادگیری مهارت‌های حرکتی داشته باشد. لذا توصیه می‌گردد مربیان با استفاده از مداخلات خودالگودهی در یادگیری مهارت‌های حرکتی و ورزشی، باعث واکنش بیشتر نورون‌های آینه‌ای و در نهایت بهبود فرآیند یادگیری مشاهده‌ای شوند. هر چند برای تعمیم این نتایج و این نتیجه‌گیری به یادگیری مهارت‌های حرکتی و ورزشی نیاز به مطالعاتی است که شامل فرآیند یادگیری همراه با اندازه‌گیری فعالیت نورون‌های آینه‌ای در مراحل مختلف باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود از دیگر مداخلات خودالگودهی مثل خود مرورگری مثبت و خودالگودهی پیش‌خوراند نیز استفاده شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از پایان‌نامه دکتری مصوب در دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه شهید بهشتی تهران با عنوان «تأثیر خودالگودهی، الگوی ماهر و الگوی در حال یادگیری بر فعالیت نورون‌های آینه‌ای و یادگیری یک تکلیف حرکتی» استخراج شده است و ثبت امواج مغزی در پژوهشکده علوم شناختی و مغز این دانشگاه صورت گرفته است. لذا نویسندگان مراتب تشکر خود را از مسئولین و کارکنان این پژوهشکده و همچنین از همه شرکت‌کنندگان در این پژوهش اعلام می‌نمایند.

References

1. Schmidt RA, Lee TD, Winstein C, Wulf G, Zelaznik HN. Motor control and learning: A behavioral emphasis. 6th ed. Champaign: Human Kinetics;2018.

2. Wulf G, Shea C, Lewthwaite R. Motor skill learning and performance: A review of influential factors. Medical education. 2010;44(1):75-84.

3. Schunk DH. Learning theories: An educational perspective. 6th ed. London: Pearson;2012.

4. Ste-Marie DM, Law B, Rymal AM, Jenny O, Hall C, McCullagh P. Observation interventions for motor skill learning and performance: An applied model for the use of observation. International Review of Sport and Exercise Psychology. 2012;5(2):145-176.

5. Ste-Marie DM, Vertes K, Rymal AM, Martini R. Feed forward self-modeling enhances skill acquisition in children learning trampoline skills. Frontiers in Psychology. 2011; 2:155.

6. Dowrick PW. Self-model theory: Learning from the future. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science. 2012;3(2):215-230.

7. McCullagh P, Meyer KN. Learning versus correct models: Influence of model type on the learning of a free-weight squat lift. Research Quarterly for Exercise and Sport. 1997;68(1):56-61.

8. Landers DM, Landers DM. Teacher versus peer models: Effects of model's presence and performance level on motor behavior. Journal of Motor Behavior. 1973;5(3):129-139.

9. Martens R, Burwitz L, Zuckerman J. Modeling effects on motor performance. Research Quarterly. American Alliance for

Health, Physical Education and Recreation. 1976;47(2):277-291.

10. Hebert EP, Landin D. Effects of a learning model and augmented feedback on tennis skill acquisition. Research Quarterly for Exercise and Sport. 1994;65(3):250-257.

11. Gazzaniga MS. The cognitive neurosciences. 4th ed. Cambridge: MIT Press;2009.

12. Rosenbaum DA. Human motor control. 2nd ed. Cambridge: Academic Press;2009.

13. Aziz-Zadeh L, Koski L, Zaidel E, Mazziotta J, Iacoboni M. Lateralization of the human mirror neuron system. Journal of Neuroscience. 2006;26(11):2964-2970.

14. Cattaneo L, Rizzolatti G. The mirror neuron system. Archives of Neurology. 2009;66(5):557-560.

15. Van Gog T, Paas F, Marcus N, Ayres P, Sweller J. The mirror neuron system and observational learning: Implications for the effectiveness of dynamic visualizations. Educational Psychology Review. 2009;21(1):21-30.

16. Lago-Rodríguez A, Cheeran B, Koch G, Hortobagy T, Fernandez-del-Olmo M. The role of mirror neurons in observational motor learning: An integrative review. European Journal of Human Movement. 2014; 32:82-103.

17. Kim YT, Seo JH, Song HJ, Yoo DS, Lee HJ, Lee J, et al. Neural correlates related to action observation in expert archers. Behavioural Brain Research. 2011;223(2):342-347.

18. Alhajri N, Hodges NJ, Zwicker JG, Virji-Babul N. Mu suppression is sensitive to observational practice but results in different patterns of activation in comparison with physical practice. Neural Plasticity. 2018; 2018:8309483.

19. Oberman LM, Hubbard EM, McCleery JP, Altschuler EL, Ramachandran VS, Pineda JA. EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. Cognitive Brain Research. 2005;24(2):190-198.

20. Fox NA, Bakermans-Kranenburg MJ, Yoo KH, Bowman LC, Cannon EN, Vanderwert RE, et al. Assessing human mirror activity with EEG mu rhythm: A meta-analysis. Psychological Bulletin. 2016;142(3):291-313.

21. Calvo-Merino B, Glaser DE, Grèzes J, Passingham RE, Haggard P. Action observation and acquired motor skills: An FMRI study with expert dancers. Cerebral Cortex. 2004;15(8):1243-1249.

22. Coulson SE, Adams RD, O'Dwyer NJ, Croxson GR. Physiotherapy rehabilitation of the smile after long-term facial nerve palsy using video self-modeling and implementation intentions. Otolaryngology—Head and Neck Surgery. 2006;134(1):48-55.

23. Coulson SE, Adams RD, O'Dwyer NJ, Croxson GR. Use of video self-modelling and implementation intentions following facial nerve paralysis. International Journal of Therapy and Rehabilitation. 2006;13(1):30-35.

24. Meltzoff AN. Elements of a developmental theory of imitation. In: Meltzoff AN, Wolfgang P, editors. The imitative mind: Development, evolution, and brain bases. Cambridge: Cambridge University Press;2002. pp. 19-41.

25. Leslie KR, Johnson-Frey SH, Grafton ST. Functional imaging of face and hand imitation: Towards a motor theory of empathy. Neuroimage. 2004;21(2):601-607.

26. Hatami. F, Tahmasbi. F, sheikhi. S. The effects of model skill level on Mu
rhythm suppression in basketball lay-up shot. Motor Behavior. 2017;9(28):141-154. (Persian)

27. Hobson HM, Bishop DV. Mu suppression–a good measure of the human mirror neuron system? Cortex. 2016; 82:290-310.

28. Stevens JA, Fonlupt P, Shiffrar M, Decety J. New aspects of motion perception: selective neural encoding of apparent human movements. Neuroreport. 2000;11(1):109-115.

29. Gastaut H. Electrocorticographic study of the reactivity of rolandic rhythm. Neurological Review (Paris). 1952;87(2):176-182.

30. Bandura A. Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. 1st ed. New Jersy: Prentice Hall;1986.