

(مقاله پژوهشی)

## بررسی مقایسه‌ای یادگیری حرکتی صریح و ضمنی دست غالب و غیر غالب در جوانان

وحید نجاتی<sup>۱\*</sup>، سارا ایزدی نجف‌آبادی<sup>۲</sup>، زهرا انتظاری<sup>۳</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** چگونگی عملکرد نیم‌کره‌های مغزی برای ایجاد حرکات، یکی از چالش‌برانگیزترین مباحث علوم اعصاب می‌باشد که در مطالعات مختلف با نتایج متفاوتی همراه است. تفاوت عملکرد دست غالب و غیرغالب جهت بررسی عملکرد نیم‌کره‌های مغزی مورد استفاده است. هدف این مطالعه بررسی تفاوت دست غالب و غیر غالب در یادگیری توالی حرکتی صریح و ضمنی می‌باشد.

**روش بررسی:** ۶۰ نفر از دانشجویان دانشگاه شهید بهشتی در دو گروه ۳۰ نفره (یادگیری صریح و ضمنی) شرکت کردند. هر گروه خود به دو گروه ۱۵ تایی تقسیم شد. گروهی با دست غالب و گروهی با دست غیرغالب تمرین را انجام می‌داد. ابزار مورد استفاده، تکلیف زمان عکس‌العمل متوالی است که در آن افراد گروه صریح از توالی ظهور محرک‌ها آگاهی داشتند و افراد گروه ضمنی بدون اطلاع تکلیف را انجام می‌دادند.

**یافته‌ها:** مقایسه خطا و زمان پاسخ در مراحل منظم در تکالیف یادگیری صریح و ضمنی در دست راست با دست چپ تفاوت معناداری را نشان نداد. سرعت یادگیری صریح از یادگیری ضمنی دست غالب بیشتر است ( $p=0/016$ ).

**نتیجه‌گیری:** یادگیری حرکتی صریح و ضمنی دست غالب و غیرغالب یکسان می‌باشد، بنابراین احتمالاً مناطق مغزی مربوط به یادگیری حرکتی با هر دو دست با یکدیگر همپوشانی دارد. یادگیری صریح بیشتر در دست راست نیز می‌تواند به علت غالب بودن نیم‌کره چپ در یادگیری صریح باشد.

**کلید واژگان:** یادگیری حرکتی صریح، یادگیری حرکتی ضمنی، دست غالب، دست غیرغالب.

۱- استادیار علوم اعصاب شناختی.

۲- کارشناس ارشد کاردرمانی.

۳- کارشناس ارشد تربیت بدنی.

۱- گروه روان‌شناختی، پژوهشکده علوم شناختی و مغز، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲- گروه کاردرمانی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران.

۳- گروه تربیت بدنی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

\* نویسنده مسؤل:

وحید نجاتی؛ پژوهشکده علوم شناختی و مغز، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

تلفن: ۰۲۱-۲۹۹۰۲۳۳۹

Email: nejati@sbu.ac.ir

## مقدمه

دو نیم‌کره مغزی از نظر ساختار کلی تشریحی بسیار شبیه هم هستند، اما کارکرد متفاوتی دارند (۱، ۲). اصطلاح طرفی شدن مغز (Brain Lateralization) به این حقیقت بر می‌گردد که عملکرد نیم‌کره‌های مغزی یکسان نیست و هر کدام برای عملکردهای خاصی تخصصی شده‌اند. مطالعه‌ها نشان داده‌اند که نیم‌کره چپ (نیم‌کره‌ای که به عنوان نیم‌کره غالب در اکثر افراد شناخته می‌شود) در تمام عملکردهای زبانی شامل: خواندن، نوشتن، درک و تولید کلام، و پردازش توالی‌ها (زبانی و حرکتی) نقش غالب دارد و نیم‌کره راست ظرفیت بالاتری در پردازش اطلاعات بینایی و فضایی دارد (۳). چگونگی عملکرد نیم‌کره‌ها برای ایجاد حرکات، یکی از چالش‌انگیزترین مباحث مطرح در علوم اعصاب می‌باشد. بسیاری از پژوهشگران بر این باور هستند که نیم‌کره چپ برای انجام اعمال حرکتی تخصصی شده است و فرمولهای حرکتی مربوط به هر دو سمت بدن در نیم‌کره چپ قرار دارد (۴). بیماران جراحی قطع جسم پینه‌ای (Callosotomy) در ماه‌های اول در ایجاد حرکات ارادی دست چپ مشکل دارند که مبین نیاز آنها به کنترل نیم‌کره چپ است (۵). به علاوه بعضی مطالعات تصویربرداری مغز از افراد راست‌دست در حین انجام عملکردهای ساده نشان داده‌اند که فعالیت قشر حرکتی دو طرفه در حرکات با دست چپ غیرغالب بیشتر است و برعکس در حرکات تولید شده با دست راست فعالیت محدود به نیم‌کره چپ است (۶). این مطلب مبین عملکرد نیم‌کره راست در فعالیت‌های حرکتی اندام سمت چپ است که در برخی مطالعات دیگر نیز به آن اشاره‌هایی شده است. میر (Mier) و همکارانش در مطالعه خود نشان دادند که در یادگیری حرکتی دست راست و چپ یکسری مناطق مغزی مشترک اعم از قشر پیش‌حرکتی، آهیانه فوقانی و تحتانی، پیشانی تحتانی، حسی حرکتی و تالاموس درگیر می‌باشد. با این وجود شواهد روشنی وجود دارد که در تکالیف دست

راست قشر حرکتی اولیه چپ و قسمت قدامی مخچه راست درگیر است و در تکالیف دست چپ قشر حرکتی اولیه راست و قسمت قدامی مخچه چپ درگیر است (۷). برتری دستی یکی از فاکتورهای مشخص‌کننده تخصصی شدن نیم‌کره‌هاست و مطالعات مربوط به برتری دستی و تفاوت عملکرد دست غالب و غیرغالب از جمله مطالعاتی است که جهت پی‌بردن به چگونگی عملکرد نیم‌کره‌های مغزی از آن استفاده می‌شود. تاکنون مطالعات مختلفی جنبه‌های مختلف در تفاوت عملکرد نیم‌کره‌ها و دست غالب و غیرغالب، شامل: قدرت (۸)، مهارت‌های حرکتی ظریف (۹)، یادگیری حرکتی (۹، ۱۰، ۷) را مورد بررسی قرار داده‌اند. این مطالعات نشان داده‌اند که در افراد راست‌دست، دست غالب عملکرد بهتر و یادگیری بهتری نشان می‌دهد. هر چند که، میزان تفاوت راست-چپ در قدرت گریپ و تفاوت سرعت با عدم تقارن در میزان یادگیری مهارت ارتباطی ندارد، به عبارتی عدم تقارن در یادگیری حرکتی مهارت با قدرت و سرعت حرکتی قابل توجیه نمی‌باشد (۱۰). با وجود مدارکی که نشان‌دهنده تفاوت دو دست در یادگیری و عملکرد حرکتی می‌باشند، عدم تفاوت عملکرد دو دست در یادگیری حرکتی نیز در برخی مطالعات مشاهده شده است که ممکن است به علت خاستگاه‌های مغزی کنترل‌کننده عملکرد دستها باشد. عدم تفاوت دست راست و چپ در یادگیری حرکتی و تخصصی شدن نیم‌کره چپ برای یادگیری حرکتی با وارد کردن تحریکاتی به قشر حرکتی اولیه در نیم‌کره‌های راست و چپ در حین انجام تکالیف با دست راست و چپ مشخص شده است (۱۱). از جمله مباحثی که در خصوص عملکرد نیم‌کره‌های مغزی کمتر مورد توجه قرار گرفته است، تفاوت دو دست در انواع مختلف یادگیری حرکتی می‌باشد. یادگیری یکی از فرایندهای شناختی پیچیده است که به طور کلی به دو طبقه اصلی تقسیم می‌شود: یادگیری صریح

و تفاوت آنها در دست راست و چپ پرداخته باشد، یافت نشد.

سؤال اصلی مطالعه حاضر این است که آیا بین یادگیری صریح و ضمنی دست غالب و غیرغالب تفاوت وجود دارد؟ اهمیت این موضوع در این است که در صورت کشف این تفاوت می توان در یادگیری حرکتی و توان بخشی راهبردهای یادگیری متفاوتی را برای دست راست و چپ تجویز نمود. نتایج این مطالعه در تکمیل مطالعه های مربوط در این زمینه می تواند به توان بخشی مبتنی بر شواهد در کلینیک های توان بخشی نظیر کاردرمانی و فیزیوتراپی که مداخلاتی در حیطه یادگیری حرکتی انجام می دهند، کمک کند. چرا که به درمانگران در انتخاب بهترین شیوه یادگیری حرکتی در دست ها و ارائه هر چه بهتر و بیشتر خدمات توان بخشی به مراجعان کمک می کند.

#### روش بررسی

تعداد ۶۰ نفر از دانشجویان خوابگاه های کوی دانشگاه شهید بهشتی، متشکل از ۱۱ مرد و ۴۹ زن، به شیوه در دسترس و داوطلبانه در طرح شرکت کردند. افراد شرکت کننده در طرح در بازه سنی ۲۶-۲۱ با میانگین (۱/۰۱۴) ۲۴/۲۳ و میزان تحصیلات آنها ۱۴ الی ۱۸ سال با میانگین (۰/۷۵۱) ۱۷/۷۵ بود. افراد به شیوه تصادفی ساده به ۲ گروه ۳۰ تایی یادگیری صریح و یادگیری ضمنی تقسیم شدند و هر گروه نیز به روش تصادفی ساده به دو گروه ۱۵ تایی آموزش دیده با دست غالب و دست غیرغالب تقسیم شدند. معیارهای ورود افراد به مطالعه: راست دست بودن، نداشتن مشکلات شنوایی و بینایی، عدم وجود پاتولوژی حرکتی در اندام فوقانی، عدم وجود اختلالات نورولوژی (پارکینسون، آلزایمر، سکتة مغزی، ضربه مغزی، صرع)، رضایت به شرکت در آزمون بود. معیارهای خروج افراد از مطالعه: ذخیره نشدن داده های نمونه ها در کامپیوتر به علت مشکلات

(Declarative/Explicit) و یادگیری ضمنی (None declarative / Implicit). این دو نوع یادگیری، چه از نظر عملکردی و چه از نظر مناطق مغزی درگیر، از یکدیگر مجزا هستند (۱۲). یادگیری صریح به یادگیری حقایق و خاطرات شخصی بر می گردد و دسترسی به آنها به صورت آگاهانه امکان پذیر است (۱۲)، و وقتی یادگیری حرکتی از این نوع است که به یادگیرنده در مورد هدف و نحوه انجام تکلیف حرکتی توضیحات کامل داده شود، و فرد بتواند چگونگی انجام تکلیف را بیان کند (۱۳). یادگیری ضمنی به تمام انواع فرایندهای یادگیری نا آگاهانه اطلاق می شود. در روند یادگیری حرکتی اگر فرد یادگیرنده تکلیف را بدون اطلاع از آنچه باید یاد بگیرند، انجام دهد، یادگیری ضمنی خواهد بود.

در رابطه با عدم تقارن نیم کره ای در یادگیری صریح توالی حرکتی، نشان داده شده است که یادگیری صریح توالی حرکتی، تغییراتی را در نیم کره همان سویی در افراد راست دست به همراه دارد، که احتمالاً به علت درگیری قشر پریتال خلفی راست در فرایند یادگیری است (۱۴). با این وجود با توجه به درگیری بیشتر مناطق مغزی در نیم کره چپ، نیم کره چپ به عنوان نیم کره غالب در یادگیری صریح شناخته می شود. بررسی یادگیری ضمنی توالی حرکتی نیز نشان داده است که بدون توجه به دستی که تکلیف را انجام می دهد، نیم کره راست نقش غالب را بازی می کند (۱۵، ۱۶)، هر چند که گرفتن و همکاری در سال ۲۰۰۲ اعلام کردند که شباهت میان مناطق مغزی درگیر در انجام تکالیف یادگیری ضمنی با دست راست و دست چپ نشان دهنده غالب بودن نیم کره چپ در یادگیری ضمنی (بدون توجه به اینکه تکالیف با کدام دست انجام می شوند) در افراد راست برتر است (۱۷). با وجود این مدارک در بررسی تفاوت دو نیم کره در یادگیری صریح و یادگیری ضمنی، مطالعه ای که به بررسی هم زمان دو نوع یادگیری حرکتی صریح و ضمنی

سبز، آبی، قرمز) روی صفحه نمایشگر کامپیوتر ظاهر می‌شوند و فرد بایستی با انگشت اشاره دست (غالب یا غیرغالب) به محرک‌ها، با فشار دادن کلید هم‌رنگ پاسخ دهد. روی صفحه کلید کامپیوتر چهار عدد دکمه برای پاسخ‌گویی به رنگها تعبیه شده است (کلید P برای رنگ آبی، کلید Q برای رنگ زرد، کلید Z برای رنگ سبز، و کلید M برای رنگ قرمز) و برچسب هر رنگ روی آن چسبانده شده است. هر مرحله (بلوک) در این آزمایش از ۱۰ توالی تشکیل شده است و هر توالی شامل ۸ محرک (مربع رنگی) می‌باشد. در روند پژوهش در جلسه ارزیابی ۱۰ بلوک به افراد ارائه شد. تمامی بلوکها به جز بلوک دوم و هشتم از توالی مشخص تبعیت می‌کردند. توالی مشخص و الگوی ظاهر شدن مربعها به صورت زرد، سبز، زرد، آبی، قرمز، سبز، آبی، زرد می‌باشد. در این نسخه، جهت کاهش احتمال استفاده از استراتژی‌های صریح، حین انجام تکلیف حرکتی مربوط به یادگیری ضمنی، از طریق پی بردن آزمودنی به توالی حرکتی، فاصله زمانی بین پاسخ به یک محرک تا ظهور محرک بعدی صفر تنظیم شده است. زمان هر مرحله آزمایش (بر حسب هزارم میلی‌ثانیه) و تعداد پاسخ‌های غلط به محرک‌های هدف با هر دو دست چپ و راست به صورت مجزا توسط نرم‌افزار اندازه‌گیری می‌شود. زمان پاسخ معیاری از سرعت یادگیری و تعداد پاسخ‌های غلط معیاری از دقت یادگیری در نظر گرفته می‌شود (۲۰ و ۲۱). روایی و پایایی ابزار با توجه به استفاده از آن در مطالعات متعدد خارجی و وابسته نبودن آن به فرهنگ تأیید می‌شود (۲۲) و از طرفی ثبت اطلاعات (زمان به هزارم میلی‌ثانیه و خطا به تعداد) توسط رایانه، منجر می‌شود که خطای انسانی در ثبت دخیل نباشد.

پس از مشخص شدن نمونه‌ها، آنها به چهار گروه تقسیم شدند که دو گروه تمرین یادگیری ضمنی و دو گروه دیگر تمرین یادگیری صریح را انجام می‌دادند و از هر کدام از این

نرم‌افزاری و کامپیوتری، عدم علاقه به ادامه کار و همکاری بود.

یکی از معمول و مهمترین ابزارهایی که در مطالعه‌های رفتاری برای مطالعه عملکردهای یادگیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، زمان عکس‌العمل متوالی (Serial Reaction Time Task) است که به وسیله نیشن (Nissen) و بولمر (Bullemer) (۱۹۸۷) مطرح گردید. این نوع تکلیف حرکتی دارای دو جزء حرکتی و شناختی است و لازم است که آزمون‌شونده به یک محرک شناختی مثلاً محرک بینایی یا شنوایی پاسخ حرکتی دهد (۱۳). در نوع استاندارد SRTT و بر اساس پارادایم اصلی نیشن و بولمر، یک محرک بینایی ساده در چهار مکان به طور افقی روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود، هر کدام از این مکان‌ها به یک دکمه بر روی صفحه کلید مربوط می‌شود که شرکت‌کنندگان باید با دیدن محرک، با فشار دادن کلید مربوطه به آن پاسخ دهند. این آزمایش به دو شکل قابل انجام است: در یک حالت، محرکها با ترتیب مشخصی فعال می‌شوند (توالی منظم) و در حالت دوم، فعال شدن محرکها کاملاً تصادفی (توالی نامنظم) است (۱۳). در صورت تکرار تحریک ارائه شده، سرعت پاسخ‌گویی آزمودنی سریعتر می‌شود. این کاهش در دو مرحله منظم و نامنظم صورت می‌گیرد. کاهش زمان در مراحل منظم، بیانگر بعضی تخمین‌ها در مورد ظهور محرک بعدی و یادگیری است (۱۸). یادگیری نیز به صورت کاهش زمان کلی انجام آزمایش خود را نشان می‌دهد، یعنی با تکرار آزمایش، آزمون‌شونده آن را در زمان کوتاهتری انجام می‌دهد. مقیاس دیگری که برای یادگیری در نظر گرفته می‌شود، کاهش خطای آزمودنی در پاسخ به محرک هدف است که نمودی از دقت اجرای تکلیف است (۱۹).

در این مطالعه از نسخه فارسی نرم‌افزار زمان عکس-العمل متوالی استفاده شد. این ابزار توسط مرکز پژوهشی علوم اعصاب شناختی رفتار تهیه شده است. نرم‌افزار به این صورت است که محرکها به صورت مربع‌های رنگی (زرد،

(غالب و غیر غالب) بر کاهش زمان پاسخ و کاهش تعداد خطا مورد بررسی قرار گرفت.

#### یافته‌ها

تفاوت کاهش خطا در یادگیری صریح و ضمنی دست غالب با استفاده از آزمون تی مستقل معنادار نشد ( $p=0/234$ ,  $t(15/668)=-1/238$ ) اما تفاوت کاهش زمان پاسخ در یادگیری صریح و ضمنی دست غالب با استفاده از آزمون تی مستقل معنادار شد ( $t(28)=-2/571$ ,  $p=0/016$ ). مقایسه میانگین‌های کاهش زمان پاسخ، نشان می‌دهد که میزان کاهش زمان پاسخ در یادگیری صریح بیشتر از یادگیری ضمنی است یا به عبارتی سرعت یادگیری صریح ( $5/94 \pm 19/44$ ) در دست غالب بیشتر از یادگیری ضمنی ( $9/29 \pm 12/1$ ) است.

تفاوت کاهش خطا در یادگیری صریح و ضمنی دست غیر غالب با استفاده از آزمون تی مستقل معنادار نمی‌باشد ( $p=0/396$ ,  $t(21/706)=-0/866$ ). تفاوت کاهش زمان پاسخ در یادگیری صریح و ضمنی دست غیر غالب با استفاده از آزمون تی مستقل معنادار نشد ( $p=0/42$ ,  $t(28)=0/818$ ).

تفاوت کاهش خطا در یادگیری صریح دست غالب و غیر غالب با استفاده از آزمون تی مستقل معنادار نمی‌باشد ( $p=0/548$ ,  $t(16/228)=-0/613$ ). تفاوت کاهش زمان پاسخ در یادگیری صریح با دست غالب و غیر غالب با استفاده از آزمون تی مستقل معنادار نشد ( $p=0/983$ ,  $t(28)=-0/021$ ). تفاوت کاهش خطا در یادگیری ضمنی دست غالب و غیر غالب با استفاده از آزمون تی مستقل معنادار نمی‌باشد ( $p=0/058$ ,  $t(19/97)=2/007$ ). تفاوت کاهش زمان پاسخ در یادگیری ضمنی با دست غالب و غیر غالب با استفاده از آزمون تی مستقل معنادار نشد ( $p=0/184$ ,  $t(28)=1/363$ ).

گروه‌ها، یک گروه تمرین را با دست غالب (راست) و یک گروه با دست غیر غالب (چپ) انجام دادند.

برای انجام تست، آزمودنی روی صندلی پشتی‌دار در مقابل کامپیوتر می‌نشست و تست را با انگشت اشاره دست غالب یا غیر غالب (بر اساس گروه قرار گرفته در آن) انجام می‌داد. نرم‌افزار ارائه شده در تمامی گروه‌ها کاملاً یکسان و شامل ۱۰ مرحله (بلوک) بود که هر مرحله از ۱۰ توالی تشکیل شده و هر توالی شامل ۸ محرک (مربع رنگی) بود. در مجموع می‌توان گفت هر فرد در هر بلوک ۸۰ بار بر دکمه‌ها ضربه زده و در کل مطالعه تعداد ضربه‌ها به ۸۰۰ می‌رسید. تنها تفاوتی که در روند کار وجود داشت، این بود که در گروه یادگیری صریح، ترتیب موجود در توالی‌های حرکتی به آزمودنی اطلاع داده می‌شد. به این صورت که پیش از بلوک اول، ترتیب ظهور رنگ‌ها به آن‌ها داده می‌شد و از آن‌ها خواسته می‌شد که ترتیب رنگ‌ها را حفظ کنند. به افراد این گروه گفته می‌شد که «هر مربع که ظاهر شد، کلید هم‌رنگ آن را فشار بده، سعی کن این کار را با سرعت و دقت هر چه بیشتر انجام دهی». در گروه یادگیری ضمنی هیچ اطلاعاتی در مورد ترتیب محرک‌ها داده نمی‌شد و فقط به آن‌ها گفته می‌شد که «هر مربع که ظاهر شد، کلید هم‌رنگ آن را فشار بده و سعی کن این کار را با سرعت و دقت هر چه بیشتر انجام دهی». در حین انجام تکلیف، بعد از هر بلوک (تعداد کل بلوک‌ها=۱۰)، چند دقیقه استراحت داده می‌شد. هر آزمودنی در یک جلسه که حدوداً ۱۵ الی ۲۰ دقیقه به طول می‌انجامید، مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای تحلیل داده‌ها از نسخه ۱۹ نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون تی مستقل جهت مقایسه میزان تفاوت در زمان پاسخ (کاهش زمان پاسخ یا افزایش سرعت پاسخ) و تعداد خطا (کاهش خطا) در اولین و آخرین بلوک، استفاده شد و اثر شرایط یادگیری (صریح و ضمنی) و دست یادگیرنده

جدول ۱: مقایسه یادگیری حرکتی صریح با ضمنی در دست غالب با غیر غالب

| سطح معناداری   |          | آماره تی       |          | دست غیر غالب   |               | دست غالب       |               |              |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|---------------|----------------|---------------|--------------|
| کاهش سرعت پاسخ | کاهش خطا | کاهش سرعت پاسخ | کاهش خطا | کاهش زمان پاسخ | کاهش خطا      | کاهش زمان پاسخ | کاهش خطا      |              |
| ۰/۹۸۳          | ۰/۵۴۸    | -۰/۰۲۱         | -۰/۶۱۳   | -۱۹/۳۸۱±۹/۴۵۷۲ | ۰/۲±۱/۱۴۶۴    | -۱۹/۴۴ ± ۵/۹۸  | -۰/۴۶۶۷±۴/۰۵۱ | صریح         |
| ۰/۱۸۴          | ۰/۰۵۸    | ۱/۳۶۳          | ۲/۰۰۷    | -۱۶/۶۳۶±۸/۹۱۳۳ | -۰/۳۳۳±۱/۰۹۳۱ | -۱۲/۱± ۹/۲۹    | ۰/۸۶۶۷±۰/۹۹۰۴ | ضمنی         |
|                |          |                |          | ۰/۸۱۸          | -۰/۸۶۶        | -۲/۵۷۱         | -۱/۲۳۸        | آماره تی     |
|                |          |                |          | ۰/۴۲           | ۰/۳۹۶         | ۰/۰۱۶          | ۰/۲۳۴         | سطح معناداری |

## بحث

استفاده نمود، چرا که هیچ برتری مشخصی در انواع یادگیری در دست غیر غالب مشاهده نشد. تاکنون مطالعاتی به بررسی مناطق مغزی درگیر در یادگیری صریح و ضمنی پرداخته‌اند و آنها را مجزا از یکدیگر دانسته‌اند. تصویربرداری مغز انسان و مطالعات آسیب‌های مغزی نیز نشان داده‌اند که یادگیری صریح شکنج میانی قطعه گیجگاهی (میانی و خلفی) (۲۳)، قطعه پیشانی (نواحی پیش پیشانی شامل قشر پیش پیشانی خلفی طرفی چپ و میانی راست و چپ با عملکرد غالب در سمت چپ (۲۴-۲۶)، و سینگولیت قدامی (۲۵، ۲۶)، نواحی حرکتی و پیش‌حرکتی مکمل (۲۴)، ناحیه آهیانه‌ای-پس سری راست (۲۵)، هیپوکامپ، تالاموس، مخچه چپ (۲۵)، و هسته‌های قاعده‌ای (۲۷) را درگیر می‌کند. با وجود تمامی نواحی درگیر در یادگیری صریح، از آنجایی که یادگیری ضمنی از ناحیه پیش پیشانی آغاز می‌شود و عملکرد این ناحیه بیشتر از سایر مناطق است (۲۴) و از سوی دیگر این منطقه در

نتایج این مطالعه نشان داد که دقت یادگیری حرکتی در دو دست (غالب و غیر غالب) و تحت شرایط یادگیری متفاوت (صریح و ضمنی) تغییری نمی‌کند. همچنین این مطالعه بیانگر عدم تفاوت دو دست در سرعت یادگیری است، در حالی که سرعت یادگیری صریح در دست غالب بیشتر از سرعت یادگیری ضمنی است. بر این اساس نتیجه کاربردی که می‌توان از یافته‌های پژوهش حاضر ارائه داد، این است که در آموزش مهارت حرکتی به دست غالب می‌توان از شیوه آموزش صریح استفاده نمود، خصوصاً در مواردی که سرعت از اجزای مهم توالی حرکتی باشد، تشریح ترتیب توالی‌ها از اهمیت برخوردار می‌شود؛ در صورتی که سرعت اهمیت نداشته باشد و هدف اصلی آموزش مهارت دقت باشد، تشریح ترتیب توالی نمی‌تواند بر افزایش دقت مؤثر باشد. به‌علاوه در آموزش توالی حرکتی به دست غیر غالب می‌توان از هر دو شیوه یادگیری

از سرعت حرکت و خطا، شاخصی از دقت حرکت است، لذا سرعت حرکتی در یادگیری صریح دست غالب (نیم‌کره چپ) بهتر بود و این تفاوت در خطا نشان داده نشد.

از نتایج دیگر مطالعه حاضر عدم تفاوت یادگیری صریح و ضمنی در دست غیر غالب است. از سویی به نظر می‌رسد که عملکرد دست غیر غالب (چپ) به‌طور هم‌زمان توسط نیم‌کره راست و چپ کنترل می‌شود (۶)، و از سوی دیگر نیم‌کره راست در یادگیری ضمنی و نیم‌کره چپ در یادگیری صریح نقش غالب را ایفا می‌کنند؛ نقش کنترلی هم‌زمان دو نیم‌کره بر دست غیر غالب در هنگام انجام تکالیف یادگیری حرکتی صریح و ضمنی می‌تواند اثر تداخلی در عملکرد ایجاد کند و منجر به عدم تفاوت این دو نوع یادگیری در دست غیر غالب شود.

از آنجایی که هیچ مطالعه‌ای که به مقایسه انواع یادگیری حرکتی (صریح یا ضمنی) در هر کدام از دست‌های غالب و غیر غالب پردازد، یافت نشده است، امکان مقایسه دقیق‌تر نتایج با مطالعات پیشین وجود ندارد. سایر نتایج حاصل از این مطالعه تصدیق‌کننده نتایج برخی از مطالعه‌های گذشته مبنی بر عدم تفاوت عملکرد دو دست در یادگیری حرکتی (صریح و ضمنی) می‌باشد. این امکان وجود دارد که عدم تفاوت عملکرد دو دست در یادگیری حرکتی اعم از صریح و ضمنی به‌علت خاستگاه‌های مغزی کنترل‌کننده عملکرد دست‌ها باشد. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، در عملکردهای ساده حرکتی فعالیت قشر حرکتی دو طرفه در حرکات با دست چپ غیر غالب بیشتر است و برعکس در حرکات تولید شده با دست راست فعالیت محدود به نیم‌کره چپ است (۶). بر این اساس نقش نیم‌کره چپ در کنترل حرکات دو اندام و غلبه نیم‌کره چپ در یادگیری صریح می‌تواند منجر به عملکرد یکسان اندام‌ها در تکالیف یادگیری حرکتی صریح شود. از سوی دیگر نقش غالب نیم‌کره راست در یادگیری ضمنی، درگیری آن در یادگیری حرکتی دست

نیم‌کره چپ فعال‌تر از نیم‌کره راست است (۲۴، ۲۷)، تصور می‌شود که نیم‌کره چپ و به‌طور اختصاصی قشر پیش‌پیشانی نقش غالب در یادگیری صریح دارد.

همچنین مدارک نشان می‌دهند که یادگیری ضمنی خصوصاً یادگیری ضمنی توالی حرکتی به شبکه‌های مغزی وسیعی وابسته است که در درجه اول شامل قطعه پیشانی (۲۸) (حرکتی و پیش‌حرکتی خصوصاً نواحی حرکتی اولیه (Primary Motor Area (M1)) (۲۳) و پیش‌حرکتی قدامی راست (۱۵)، شکنج پیشانی چپ (۱۷)) است؛ به‌علاوه قشر بینایی راست و چپ (۱۵)، قسمت قدامی و میانی قطعه گیجگاهی داخلی (۲۳)، قشر آهیانه‌ای خلفی راست (۲۵) و نواحی زیر قشری شامل تالاموس (خصوصاً راست) (۱۵)، مخچه و عقده‌های قاعده‌ای (۲۷) (پوتامن و کودیت قدامی راست (۱۵) نیز در یادگیری ضمنی درگیر هستند. با توجه به اینکه اکثر مناطق مغزی درگیر در یادگیری ضمنی ذکر شده در نیم‌کره راست قرار دارند، این طور به نظر می‌رسد که نیم‌کره راست نسبت به نیم‌کره چپ در یادگیری ضمنی غالب است.

در این مطالعه، نقش غالب نیم‌کره چپ در یادگیری صریح منجر شد که یادگیری صریح دست غالب (راست) که توسط نیم‌کره چپ کنترل می‌شود (۶) بهتر از یادگیری ضمنی شود. به‌علاوه از آنجایی که به نظر می‌رسد خاستگاه مغزی یادگیری صریح قشر پیش‌پیشانی است و یادگیری ضمنی به وسیله قشر حرکتی اولیه میانجی‌گری می‌شود (۲۴)، و میزان طرفی شدگی در قشر پیش‌پیشانی، به‌علت سطح تکاملی پیشرفته‌تر آن، بیشتر از قشر حرکتی اولیه است، عملکرد بهتر در شرایط یادگیری صریح دور از انتظار نیست.

نکته قابل توجه دیگر در این است که نیم‌کره چپ در حرکات سرعتی (۲۹) و نیم‌کره راست در حرکات دقتی (۳۰) غالب هستند. از آنجایی که کاهش زمان پاسخ شاخصی

حاضر ناهمخوان است (۱۷). گسترده‌گی قشر حرکتی دست (بازنمایی قشری دست) در نیم‌کره غالب که فضای بیشتری برای رمزگردانی قشری مهارت‌های حرکتی در دست غالب فراهم می‌کند و غالب بودن نیم‌کره چپ در بیش از ۹۰ درصد افراد نیز مدرکی بر تخصصی‌شدن نیم‌کره چپ در عملکردهای حرکتی است (۳۱).

این در حالی است که مطالعات دیگری نتایج متضادی به‌دست آورده‌اند. چو (Cho) و همکارانش با بررسی تفاوت دست غالب و غیر غالب در افراد راست‌دست دریافتند که ظرفیت یادگیری مهارت در اندام غالب راست‌دستان بیشتر است، هر چند که این عدم تقارن با تفاوت در سرعت و قدرت حرکتی اندام‌ها قابل توجیه نیست (۱۰). به‌علاوه مشخص شده است که قدرت دست راست و چپ در افراد راست‌دست با یکدیگر تفاوت دارد (دست راست قدرت بیشتری دارد)، در حالی‌که در چپ-دستان تفاوتی بین قدرت دست راست و چپ وجود ندارد (۸).

محدودیت این تحقیق به عدم استفاده از تکنیک‌های تصویر برداری عملکردی مغز حین انجام تکالیف یادگیری صریح و ضمنی با دست راست و چپ بر می‌گردد. همچنین از آنجایی‌که عدم تقارن نیم‌کره‌ها، با تفاوت عملکرد دست راست و چپ بین افراد راست‌دست، چپ‌دست و بدون برتری طرفی نیز مشخص است، توصیه می‌شود که مطالعات مشابه در مقایسه افراد راست‌دست و چپ‌دست نیز انجام گردد. با توجه به مطالب فوق همچنان لزوم انجام مطالعات بیشتر و دقیق‌تر در زمینه یادگیری صریح و ضمنی و تفاوت عملکرد نیم‌کره‌ها و مناطق مغزی هم در افراد راست‌دست و هم در افراد چپ‌دست احساس می‌شود.

### نتیجه‌گیری

یادگیری صریح بیشتر در دست راست می‌تواند بیانگر اهمیت دست غالب در یادگیری‌های صریح باشد که در آموزش‌های حرکتی باید مد نظر قرار گیرد.

چپ، به همراه مدارک نشان‌دهنده نقش نیم‌کره همان سویی در یادگیری ضمنی یک دستی (۲۸) و در نتیجه اثر نیم‌کره راست در یادگیری ضمنی دست راست می‌تواند توجیه‌کننده عدم تفاوت دو دست در موضوع یادگیری حرکتی ضمنی باشد.

در مطالعه‌ای علاوه بر اینکه عدم تفاوت دست راست و چپ در یادگیری حرکتی مطرح شده بود، مناطق مغزی که در انجام تکلیف حرکتی با هر دو دست در هر دو نیم‌کره فعال می‌شوند شامل قشر پیش‌حرکتی/ پریتال فوقانی و تحتانی/ پیشانی تحتانی/ حسی حرکتی و تالاموس، مناطق مغزی فعال در انجام تکلیف با دست راست شامل قشر حرکتی اولیه چپ و قسمت قدامی منحنی راست و مناطق مغزی فعال در انجام تکلیف با دست چپ شامل قشر حرکتی اولیه راست و قسمت قدامی منحنی چپ معرفی شدند. این مطالعه نشان داد که شباهت زیادی در عملکرد دست راست و چپ، چه از نظر رفتاری و چه از نظر مناطق مغزی درگیر وجود دارد (۷). عدم تفاوت دست راست و چپ در یادگیری حرکتی و تخصصی‌شدن نیم‌کره چپ برای یادگیری حرکتی با وارد کردن تحریکاتی به قشر حرکتی اولیه در نیم‌کره‌های راست و چپ در حین انجام تکالیف با دست راست و چپ مشخص شده است (۱۱). تخصصی‌شدن نیم‌کره چپ در یادگیری حرکتی با بررسی یادگیری توالی حرکتی دست غیر غالب در افراد راست‌دست و جریان خون مغزی آنها تقویت شد. در این مطالعه، مناطق مغزی درگیر در یادگیری حرکتی و به طور اختصاصی یادگیری ضمنی با دست چپ مشخص شدند (ناحیه حرکتی مکمل چپ، شکنج فوقانی پیشانی چپ). مقایسه این مناطق با مناطق مغزی درگیر در یادگیری ضمنی با دست راست از مطالعات دیگر نزدیکی این مناطق را به یکدیگر نشان داد. البته با این که این مطالعه بر عدم تفاوت دو دست در یادگیری حرکتی اشاره دارد، ولی از آنجایی‌که برتری نیم‌کره چپ در یادگیری ضمنی توالی حرکتی اشاره دارد، با مطالعه



- 1-Past, present, and future of neuropsychology. In: Renee LP, Neill LO, Davis AS, eds. The handbook of pediatric neuropsychology. New York: Springer; 2011. p. 78.
- 2-Hans J, Donkelaar T, Van Domberg P, Eling P, Keyser A, Kusters B, et al. The cerebral cortex and complex cerebral functions. In: Donkelaar HJ. Clinical neuroanatomy: brain circuitry and its disorders. New York: Springer; 2011. p. 755.
- 3-Cognition: Methods and Processes. In: Grieve JJ, Gnanasekaran L. Neuropsychology for occupational therapists: cognition in occupational performance. 3rd ed. Oxford: Blackwell Pub; 2008.
- 4-Serrien DJ, Ivry RB, Swinnen SP. Dynamics of hemispheric specialization and integration in the context of motor control. *Nat Rev Neurosci* 2006 ;7(2):160-6.
- 5-Sperry, R. Brain research: some head-splitting implications. *Voice* 1966;15:11-6.
- 6-Kawashima R, Yamada K, Kinomura S, Yamaguchi T, Matsui H, Yoshioka S, et al. Regional cerebral blood flow changes of cortical motor areas and prefrontal areas in humans related to ipsilateral and contralateral hand movement. *Brain Res* 1993;623(1):33-40.
- 7-van Mier H, Tempel LW, Perlmutter JS, Raichle ME, Petersen SE. Changes in brain activity during motor learning measured with PET: effects of hand of performance and practice. *J Neurophysiol* 1998;80(4):2177-99.
- 8-Armstrong CA, Oldham JA. A comparison of dominant and non-dominant hand strengths. *J Hand Surg Br* 1999;24(4):421-5.
- 9-Garry MI, Kamen G, Nordstrom MA. Hemispheric differences in the relationship between corticomotor excitability changes following a fine-motor task and motor learning. *J Neurophysiol* 2004;91(4):1570-8.
- 10-Cho J, Park KS, Kim M, Park SH. Handedness and Asymmetry of Motor Skill Learning in Right-handers. *J Clin Neurol* 2006;2(2):113-7.
- 11-Schambra HM, Abe M, Luckenbaugh DA, Reis J, Krakauer JW, Cohen LG. Probing for hemispheric specialization for motor skill learning: a transcranial direct current stimulation study. *J Neurophysiol* 2011;106(2):652-61.
- 12-Hirsch S. ERP Correlates of Procedural Learning: Designing a Task for Children with Autism [dissertation]. Middletown: Wesleyan Univ.; 2010
- 13-Nejati V, Ashayeri H, Garousi Farshi MT, Aghdasi MT. [The role of explicit knowledge of sequence in motor sequence learning]. *Res Sport Sci* 2007;11:161-71. [In Persian]
- 14-Avanzino L, Pelosin E, Tacchino A, Giannini A, Bove M. The role of ipsilateral hemisphere in explicit motor sequence learning. A TMS study. *Acta Physiol* 2011;203(Suppl688)
- 15-Rauch SL, Savage CR, Brown HD, Curran T, Alpert NM, Kendrick A, et al. A PET investigation of implicit and explicit sequence learning. *Hum Brain Mapp* 1995;3(4):271-86.
- 16-Halsband U, Lange RK. Motor learning in man: a review of functional and clinical studies. *J Physiol Paris* 2006; 99(4-6):414-24.
- 17-Grafton ST, Hazeltine E, Ivry RB. Motor sequence learning with the nondominant left hand. A PET functional imaging study. *Exp Brain Res* 2002;146(3):369-78.
- 18-Nejati V, Garousi Farshi MT, Ashayeri H, Aghdasi MT. Dual task interference in implicit sequence learning by young and old adults. *Int J Geriatr Psych* 2008; 23 (8), 801-804.
- 19-Nejati, V., Garousi Farshi, M., Ashayeri, H., & Aghdasi, M. Comparison of dependency to attention for implicit sequential motor learning in young and elderly groups. *FEYZ* 2007; 11(2): 53-59. [In Persian]
- 20-Nejati V, Ashayeri H, Garousi MT, Aghdasi MT. Dual Task Interference in Explicit and Implicit Sequence Learning in Youth and Elderly. *Adv cog sci*,2007; 9(1 (33)): 33-39 [In Persian]
- 21-Nejati V, Ashayeri H, Garousi MT, Aghdasi MT Comparing Implicit Of Sequential Motor Learning In Elderly Versus Youth. *Salmand* 2007; 2 (4): 286-292.[In Persian]
- 22-Green RE, Shanks DR. On the existence of independent explicit and implicit learning systems: an examination of some evidence. *Mem Cognit* 1993;21(3):304-17.
- 23-Schendan HE, Searl MM, Melrose RJ, Stern CE. An FMRI study of the role of the medial temporal lobe in implicit and explicit sequence learning. *Neuron* 2003;37(6):1013-25.
- 24-Ashe J, Lungu OV, Basford AT, Lu X. Cortical control of motor sequences. *Curr Opin Neurobiol* 2006;16(2):213-21.
- 25-Ghilardi M, Ghez C, Dhawan V, Moeller J, Mentis M, Nakamura T, et al. Patterns of regional brain activation associated with different forms of motor learning. *Brain Res* 2000; 871(1):127-45.

- 26-Destrebecqz A, Peigneux P, Laureys S, Degueldre C, Del Fiore G, Aerts J, et al. Cerebral correlates of explicit sequence learning. *Brain Res Cogn Brain Res* 2003;16:391-8.
- 27-Wilkinson L, Khan Z, Jahanshahi M. The role of the basal ganglia and its cortical connections in sequence learning:evidence from implicit and explicit sequence learning in Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 2009;47(12):2564-73.
- 28-Honda M, Deiber MP, NK Ibáñez V , Pascual-leone A, Zhuang P, Hallet M. Dynamic cortical involvement in implicit and explicit motor sequence learning. A PET study. *Brain* 1998;121(Pt11):2159-73.
- 29-Sabaté M, González B, Rodríguez M. Brain lateralization of motor imagery: motor planning asymmetry as a cause of movement lateralization. *Neuropsychologia* 2004;42(8):1041-9.
- 30-Stockel T, Weigelt M. Brain lateralisation and motor learning: Selective effects of dominant and non-dominant hand practice on the early acquisition of throwing skills. *Laterality* 2011;17(1):1-20.
- 31-Volkman J, Schinitzler A,Witte OW, Freund H. Handedness and asymmetry of hand representation in human motor cortex. *J Neurophysiol* 1998;79(4):2149-54.

## Comparison of Implicit and Explicit Motor Learning with Dominant and Non Dominant Hand in Youth

Vahid Nejati<sup>1\*</sup>, Sara Izadi-Najafabadi<sup>2</sup>, Zahra Entezari<sup>3</sup>

1-Assistant Professor of Cognitive Neuroscience.

2-MSc of Occupational Therapy.

3-MSc of Physical Education

1-Department of Cognitive Neuroscience, Shahid Beheshti University, Velenjak, Teharn, Iran.

2-Department of Occupational Therapy, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran.

3-Department of Physical Education, Shahid Beheshti University, Teharn, Iran.

\*Corresponding Author:

Vahid Nejati; Department of Cognitive Neuroscience, Shahid Beheshti University, Velenjak, Teharn, Iran.

Tel: +9821-29902339

Email: nejati@sbu.ac.ir

### Abstract

**Background and Objective:** How brain hemispheres control movement is one the most challenging in neuroscience and is faced with opposite views. Comparing dominant and non dominant hand is of the methods used to investigate hemispheres function. The goal of this study was to compare implicit and explicit motor learning with dominant and non dominant hand.

**Subjects and Methods:** Sixty students of Shahid Beheshti university were divided into two groups (n=15 each): implicit and explicit, participated in this study. One group performed the task with dominant hand and the other with non dominant hand. The task used in this study was Serial Reaction Time Task in which participants in explicit group were aware of the sequences of stimulants and those of implicit group were unaware.

**Results:** Comparing response error and time in regular blocks in explicit and implicit learning tasks with dominant and non dominant hand showed no significant differences except in implicit and explicit learning speed of dominant hand. Speed of explicit learning was higher than in implicit learning (P=0.016).

**Conclusion:** Implicit and explicit motor learning of dominant and non dominant hand are similar. Therefore it may be possible that brain parts involving in implicit learning overlap with those of explicit learning. More explicit learning in right hand may be the result of left hemisphere dominance in explicit learning.

**Keywords:** Explicit motor learning, Implicit motor learning, Dominant hand, Non dominant hand.

► Please cite this paper as:

Comparison of Implicit and Explicit Motor Learning with Dominant and Non Dominant Hand in Youth. Nejati V, Izadi Najafabadi S, Entezari Z. Jundishapur Sci Med J 2013;12(2):177-187

Received: Dec 5, 2009

Revised: Dec 12, 2009

Accepted: Jan 13, 2013