فصلنامه علمی ـ پژوهشی عصب روانشناسی
سال دوم، شماره دو، (پیاپی ۷)، زمستان ۱۳۹۵

Neuropsychology
Vol. 2, No.2, (Series 7), Winter 2017

تأثیر دست برتری و دشواری تکلیف هماهنگی دودستی بر امواج مغزی نواحی قشری افراد راست و چپ‌دست

***حدیث غلامپور[۱]، محمدرضا دوستان[۲]**

۱. کارشناس ارشد رفتار حرکتی، دانشگاه آزاد شوشتر، شوشتر، ایران.

۲. مربی گروه رفتار حرکتی دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

(تاریخ وصول: ۹۵/۱۰/۱۶ ـ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۳)

The effect of dominant hand and bimanual coordination task difficulty on the brainwave of cortical areas in right and left-handed persons

***Hadis Gholampour[1], Mohammadreza Doostan[2]**

1. M.A in Motor Behavior, Tehran University, Iran.

2. Instructor of Motor Behavior, Ahvaz Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

Received: (Jan. 05, 2016) **Accepted: (Feb. 11, 2016)**

چکیده:

مقدمه: با توجه بااینکه تکالیف هماهنگی دودستی امری روزمره و غالب است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر دست برتری و دشواری تکلیف هماهنگی دودستی بر امواج مغزی نواحی حرکتی اولیه و ناحیه حرکتی مکمل (نقاط C3 و C4) بود. **روش:** پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است؛ که در آن تعداد ۱۰ زن راست‌دست و ۱۰ زن چپ‌دست با میانگین سنی ۴۲/۸ به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. تمامی شرکت‌کنندگان پنج تکلیف هماهنگی دودستی با دشواری متفاوت را انجام دادند. در حین انجام تکالیف هماهنگی دودستی فعالیت امواج مغزی ناحیه C3 و C4 توسط دستگاه EEG اندازه‌گیری شد. **یافته‌ها:** طبق نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب و آزمون تعقیبی تی مستقل در ناحیه C3 بین گروه راست‌دست و چپ‌دست هنگام حالت استراحت در توان موج گاما تفاوت معنی‌داری بود. همچنین در ناحیه C4 بین گروه راست‌دست و چپ‌دست در سطوح دشواری ۴ و ۵ تکلیف هماهنگی دودستی در توان موج دلتا در ناحیه C4 تفاوت معنی‌دار وجود داشت. **نتیجه‌گیری:** فعالیت بیشتر در نواحی حرکتی اولیه و ناحیه حرکتی مکمل (نقاط C3 و C4) حین انجام تکلیف هماهنگی دودستی صورت گرفته است و این فعالیت بیشتر امواج در این نواحی با افزایش پیچیدگی تکلیف و دشوارتر شدن آن نیز افزایش یافته است. همچنین این یافته‌های نقش ناحیه حرکتی اولیه و همچنین ناحیه حرکتی مکمل در حرکات هماهنگی دودستی را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: دست برتری، هماهنگی دودستی، موج گاما، موج دلتا.

Abstract:

Introduction: bimanual coordination tasks routine and dominant. So, the aim of this study was investigating the effect of handedness and bimanual coordination task difficulty on the brainwave of cortical areas. **Methods:** The present study is of semi-experimental type. 20 women (10 left and 10 right-handed) with a mean age of 42/8 years That were selected by Purposive sampling. Each of the participants did a five-difficulty level of bimanual coordination tasks. **Findings:** according to the results of analysis of variance and independent t-test in c3 between right and left-hand group there was a significant difference in gamma wave. And in level 5&4 of bimanual coordination task difficulty between two groups in delta waves there was a significant difference too. **Conclusion**: There was a high activity in the motor cortex, supplementary motor area (C3 & C4) during bimanual coordination task. This activity of wave increasing with enhancement tasks difficulty. This finding shown the important role of Supplementary motor area in bimanual coordination.

KeyWord: dominant hand, bimanual coordination, waves, gamma, delta wave.

***نویسنده مسئول:** حدیث غلامپور

E-mail: nsafzaly@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

انسان در بسیاری از فعالیت‌های روزانه نظیر لباس پوشیدن دکمه‌های پیراهن، بستن کفش و بسیاری دیگر نیازمند استفاده از هردو دست به‌طور هماهنگ است. استفاده از دودست به‌طور هم‌زمان به دو شکل انجام می‌شود، نخست هر دودست در یک‌زمان یک حرکت مشابه انجام می‌دهند مانند رانندگی کردن یا دودست در یک‌زمان اعمال متفاوتی را انجام می‌دهند در این زمان الگوهای این حرکات ازنظر فضایی و زمانی با یکدیگر متفاوت و هماهنگی بین آن‌ها دچار اختلال می‌شود (مولوی و همکاران، ۱۳۹۰). حرکات دودستی شامل تنوعی از اعمال هماهنگ، اعم از الگوهای ابتدایی که به‌طور خودکار عمل می‌کنند تا الگوهای پیچیده که مستلزم تمرین هستند تا بامهارت انجام شوند، می‌باشند (اشمیت و لی، ۲۰۰۵). برتری جانبی از عوامل درونی مهم در اجرای حرکتی محسوب می‌شود و اگرچه اولویت‌های برتری متفاوت‌اند، ولی درنهایت یک‌طرف غالب می‌شود و عملکرد مؤثرتری نسبت به‌طرف دیگر در هنگام یادگیری دارد. افراد معمولاً ترجیح می‌دهند در انجام یک مهارت حرکتی از یک دست بیشتر استفاده کنند که به‌عنوان دست غالب یا دست برتر[1] شناخته می‌شود (متو و باربیتو، ۲۰۰۳). نیمکره مغز باید بر دیگری غالب باشد تا رفتارهای خاصی به شکل مطلوب رخ دهد و تسلط یک سمت بدن «برتری جانبی» را دلیل طبیعی بودن سازمان عصبی می‌داند و اختلال در آن را باعث اختلال در یادگیری می‌داند. اعمال نواحی کنترل حرکات معمولاً در یک نیمکره مغز نسبت به نیمکره مقابل تکامل‌یافته‌ترند؛ بنابراین این نیمکره، نیمکره غالب نامیده می‌شود. نواحی حرکتی کنترل دست‌ها نیز در ۹۰٪ افراد در نیمکره چپ غالب است و بنابراین بیشتر افراد راست‌دست هستند (گایتون، ۲۰۱۱، ترجمه سپهری و همکاران، ۱۳۹۱). همان‌طور که می‌دانیم قشر مغز تکامل‌یافته‌ترین قسمت مغز بوده و مسئول فرآیندهای درک و شناخت و اعمال حرکتی ارادی است (علویان، ۱۳۷۶). شمار زیادی از پژوهش‌ها درزه **۲۳** نواحی درگیر مغز در هماهنگی دودستی انجام شده است. این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که EEG از حساسیت بیشتری نسبت به ساختارهای عمیق مغز برخوردار است (مالمیو[2]، ۲۰۱۲).

درزمینه‌ی مهارت‌های هماهنگی بین دودست در بیماران کلستومی[3] بیان می‌کند که بخش کردن قسمت‌های جسم پینه‌ای تعامل بین دودست را به‌طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد و آسیب CC منجر به عملکرد دودستی معیوب می‌شود.

1 Dominant Hand

2 Malmivuo

4 Callostomy

Archive of SID
.SID.ir

یافته‌ها نشان می‌دهد که انجام کار دودستی به ویژگی ساختمان میکروسکپی قشر MI و ناحیه اکسی پیتال CC نیز مربوط می‌شود. رادو[1] و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود در مورد بیمارانی که از ناحیه مخچه[2] آسیب‌دیده‌اند بیان می‌کند این افراد نمی‌توانند در تکالیف مجرد از قبیل ضربه زنی یک‌دستی، دقت زمانی را حفظ کنند درحالی‌که افراد سالم در حین کشیدن دایره می‌توانند این دقت زمانی را حفظ کنند. به‌طور متناوب زمان‌بندی برآیند احتمالاً برهم‌کنش بین نیمکره‌ای در طول جسم پینه‌ای متکی است. در طول ضربه دودستی با انگشت، بیماران کلستومی نشانه زمانی را رعایت می‌کنند ولی هنگام ترسیم دایره ناموفق هستند. تصور بر این است که هماهنگی دودستی حالتی پیش‌فرض از سیستم کنترل است به‌گونه‌ای که حرکات یک‌دستی نیازمند سرکوب اندام مقابل دارند (هولینگ[3] و همکاران، ۲۰۱۰). این حرکات شامل عملکرد تخصصی نیمکره‌ها برای به انجام رساندن یک رفتار حرکتی معطوف به هدف است که با استفاده از یکپارچگی حرکتی اندام چپ و راست با یک ماهیت کنترلی کاربردی صورت می‌گیرد (سوینن، ۲۰۱۵). در پژوهش حاضر دودسته افراد که ازنظر ویژگی دست برتری باهم تفاوت دارند با ایجاد تغییرات حرکات دودستی از ساده تا دشواری تکلیف را موردبررسی قرار گرفت و هم‌زمان با استفاده از تحلیل EEG چند ناحیه از قشر مغز و بررسی امواج مغزی در مورد نواحی مختلف مغز درگیر در الگوهای هماهنگی دودستی، بررسی شد همچنین تغییرات امواج چند ناحیه قشری، در افراد چپ‌دست با افراد راست‌دست مقایسه شد. پژوهشگر با انجام این مطالعه درصدد پاسخگویی به این سؤال اساسی است که دست برتری و دشواری تکلیف هماهنگی دودستی بر نواحی قشری چه تأثیری خواهد داشت؟

روش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بوده و ازلحاظ هدف، در زمره پژوهش‌های کاربردی است جامعهٔ آماری آن را کارمندان زن دانشگاه علوم پزشکی با میانگین سنی ۴۲/۸ تشکیل دادند. شرکت‌کنندگان ابتدا به‌صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند و از میان آن‌ها ۲۰ نفر به‌صورت هدفمند با ملاک داشتن دامنه بینایی طبیعی، نداشتن مشکل جسمانی و حرکتی انتخاب شدند. از سیاهه دست برتری ادینبورگ برای ارزیابی دست برتری استفاده شده است که از بین جامعه مذکور تعداد ۱۰ نفر راست‌دست و ۱۰ نفر چپ‌دست انتخاب و در دو گروه ۱۰ نفرِ راست‌دست و چپ‌دست قرار گرفتند.

در این مطالعه از بیوفیدبک چهارکاناله Vilistus و نرم‌افزار Biosses ساخت کشور انگلستان استفاده شد. الکتروآنسفالوگرافی

1 Radow
1. Cerebellum
2. Houweling

www.SID.ir

(EEG) روشی از ثبت غیرتهاجمی فعالیت ترکیبی دسته بزرگی از نورون‌هاست که معمولاً پتانسیل‌های الکتریکی در الکترودهای واحد نسبت به یک الکترود بی‌طرف که معمولاً بر روی لاله گوش قرار داده می‌شود را ثبت می‌کند. سیگنال‌های فرعی که ممکن است سیگنال‌های EEG را تخریب کند، فعالیت عضلات جمجمه‌ای و چهره‌ای است. برای مثال اگر شخصی چشمانش را حرکت دهد، سیگنال‌های نسبتاً شدیدی از عضلات چشم به‌طور متوالی بر سیگنال‌های EEG غلبه کرده و آن‌ها را غیرقابل محاسبه می‌کند. این وضعیت به‌طور آشکاری نیازمند همکاری و مساعدت آزمودنی است؛ بنابراین از آزمودنی‌ها خواسته شد حتی‌الامکان عضلات چهره‌ای خود را در حین انجام تحقیق شل نگه دارند. هم‌زمان با تکلیف هماهنگی دودستی ثبت‌های مغزی از نواحی C3، C4 بر اساس سیستم ۲۰-۱۰ الکتروآنسفالوگرافی برای هر آزمودنی انجام شده است که این کار به‌وسیله متخصص و کارشناس مربوطه در نواحی موردنظر انجام گرفت.

تمامی شرکت‌کنندگان ابتدا توسط آزمونگر با موارد آزمون و نحوه کشیدن هر یک از الگوها و همچنین الکترودهای دستگاه ثبت امواج مغزی (EEG) آشنایی پیدا کردند. از مترونوم شنیداری برای هماهنگ کردن تعداد خطوط در هر دست استفاده شده است. پژوهش حاضر با استفاده از دو دستگاه از قلم نوری G-Note 7100 با مارک Genius مجهز به صفحه حسگر با دقت 2000LPI که به دو دستگاه لب تاپ با پورت USB اتصال می‌یافت و با چند برنامه رایانه‌ای رقمی کننده اجرا شد. شرکت‌کنندگان در محیطی ساکت و آرام که تداخلی با برنامه تکلیفی آن‌ها نداشته باشد، تکلیف هماهنگی دودستی را با صدای مترونوم در ۵ سطح مختلف دشواری به شرح زیر انجام می‌دادند:

تکلیف اول: رسم دو دایره یکسان: این تکلیف طوری طراحی شده بود که شرکت‌کنندگان هر دو گروه چپ‌دست و راست‌دست در یک حرکت هم‌زمان دودستی به ترسیم دو دایره با سرعت‌های برابر دودست می‌پرداختند. در این حرکت، هم‌زمان با هر صدای مترونوم دوایر ترسیم می‌شد. به‌طوری‌که این کار باید ۳۰ بار در ۳۰ ثانیه و به‌طور پیاپی با هر صدای مترونوم تکرار می‌شد.

تکلیف دوم و سوم: تفاوت در اندازه حرکت دست‌ها: در این تکلیف نامتقارنی تکلیف دودستی ازنظر اندازه حرکت دست‌ها بود. این تکلیف طوری طراحی شده بود که آزمودنی‌ها در یک حرکت هم‌زمان دودستی به ترسیم دایره می‌پرداختند ولی اندازه حرکت یکی از دست‌ها دو برابر دست دیگر بود. بدین معنا که با هر صدای مترونوم یک دست دایره‌ای بزرگ و دست دیگر دایره‌ای کوچک ترسیم می‌کرد (قطر دایره بزرگ دو برابر قطر دایره کوچک بود). این تکلیف در شرایط معاوضه الگوها بین هر دست به‌عنوان دشواری سوم در نظر گرفته شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

تکلیف چهارم و پنجم تفاوت در نوع تکلیف رسم شده هر دست: در این آزمایش نامتقارنی تکلیف دودستی از نوع تکلیف در هر دست بود. این تکلیف طوری طراحی شده بود که آزمودنی‌ها در یک حرکت هم‌زمان دودستی با هر صدای مترونوم به ترسیم خط با یک دست و ترسیم دایره با دست دیگر می‌پرداختند. این تکلیف در شرایط معاوضه الگوها بین هر دست به‌عنوان دشواری پنجم در نظر گرفته شده است.

ابزار

نرم‌افزارهای بررسی هماهنگی دودستی: دستگاه مورداستفاده پژوهش حاضر در کار دوستان و همکاران (۱۳۹۲) استفاده شده است. نرم‌افزار هماهنگی دودستی مشابه با ایوری و همکاران (۲۰۰۴) طراحی شد. طراحی برنامه به‌گونه‌ای است که آزمونگر می‌تواند هم قطر دایره و هم قطر ناحیه قابل‌قبول را تغییر دهد؛ بنابراین برنامه پتانسیل تغییر اندازه‌ی حرکت موردنظر را دارد. همچنین پس از ترسیم دوایر موردنظر بر روی الگو چند خروجی را به‌صورت عددی به ما می‌دهد. این اعداد عبارت‌اند از تعداد دوایر رسم شده، تعداد پیکسل‌های (نقاط) ترسیم‌شده، تعداد و درصد نقاط خارج محدوده (خارج از دایره بزرگ)، تعداد و نقاط داخل محدوده (داخل دایره کوچک)، تعداد نقاط قابل‌قبول (درصد صحیح روی الگوی موردنظر). در پژوهش حاضر تمام محاسبات برحسب درصد قابل‌قبول در نظر گرفته شد. نرم‌افزار ترسیم خط برنامه رایانه‌ای رقمی کننده‌ای است که میزان انحراف از الگو را برحسب درجه تبدیل به اعداد قابل‌تحلیل می‌نماید. برنامه طوری طراحی شده است که تنها یک دستگاه قلم نوری و حسگر مربوط به آن برای اجرا به لپ‌تاپ موردنظر متصل می‌شود؛ بنابراین تنها حرکت یک دست را ثبت می‌کند. برای پوشش این مسئله برنامه موردنظر بر روی دو لپ‌تاپ نصب‌شده و هرکدام از لپ‌تاپ‌ها به یک دستگاه حسگر قلم نوری متصل می‌شود. نهایتاً برای محاسبه‌ی میزان صحیح بودن حرکت هماهنگی دودستی از داده‌های دو لپ‌تاپ میانگین گرفته شده است تا حرکت هر دودست موردمحاسبه و نهایتاً مورد تحلیل قرار گیرد. پایایی «نرم‌افزار هماهنگی دودستی» در این پژوهش، توسط با روش آزمون- باز آزمون ۰/۸۹ به‌دست‌آمده است.

یافته‌ها

جهت اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که سطح معناداری در تمام گروه‌ها بزرگ‌تر از ۰/۰۵ بود؛ پس توزیع داده‌ها نرمال است. یافته‌های توصیفی متغیرهای تحقیق شامل میانگین و انحراف معیار امواج مغزی به شرح ذیل است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. آمار توصیفی مربوط به توان امواج در ناحیه F3 و f4 قشر مغزی در دو گروه چپ‌دست‌ها و راست‌دست‌ها

ناحیه c3									
گروه	سطح دشواری تکلیف		دلتا	تتا	آلفا	SMR	بتا ۱	بتا ۲	گاما
راست‌دست	بیس‌لاین	میانگین	۴/۵۲	۴/۷۹	۴/۲۷	۳/۴۴	۲/۸۲	۲/۴۴	۰/۷۸
		انحراف استاندارد	۰/۴۶	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۶۷	۰/۴۳	۰/۶۳	۰/۲
	دشواری ۱	میانگین	۴/۸۶	۴/۹۵	۳/۸۸	۳۰/۱۸	۲/۹۸	۲/۶۱	۰/۹۷
		انحراف استاندارد	۰/۷	۰/۵۷	۰/۵	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۳
	دشواری ۲	میانگین	۵/۱۱	۵/۴۲	۴/۰۲	۳/۱۴	۲/۷۸	۲/۳۶	۱/۱
		انحراف استاندارد	۰/۵۲	۰/۵۶	۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۳۱	۰/۲۸
	دشواری ۳	میانگین	۴/۹۴	۵/۱۸	۴/۱۳	۳/۱۴	۲/۵۹	۲/۵۹	۱/۰۷
		انحراف استاندارد	۰/۷۱	۰/۵۴	۰/۳۲	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۳۱
	دشواری ۴	میانگین	۴/۹۷	۵/۱۴	۴/۰۵	۳/۱	۲/۶۹	۲/۶۴	۱/۲۹
		انحراف استاندارد	۰/۶۲	۰/۷۲	۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۳۶
	دشواری ۵	میانگین	۴/۸۷	۵/۱۷	۴/۰۷	۳/۲۶	۲/۶۵	۲/۶۰	۱/۱۳
		انحراف استاندارد	۰/۷۷	۱/۱۵	۰/۳۸	۰/۵۶	۰/۳۲	۰/۳۸	۰/۳۴
چپ‌دست	بیس‌لاین	میانگین	۴/۴۷	۴/۶۵	۴/۲	۳/۱۳	۲/۷۴	۲/۸۲	۱/۳۶
		انحراف استاندارد	۰/۸۹	۰/۸۱	۰/۴	۰/۳۱	۰/۴	۰/۳۹	۰/۵۴
	دشواری ۱	میانگین	۵/۱۲	۴/۸۲	۳/۹۳	۲/۸۶	۲/۶۹	۲/۵۶	۱/۲۲
		انحراف استاندارد	۰/۴۲	۰/۵۹	۰/۴۷	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳	۰/۲۳
	دشواری ۲	میانگین	۴/۶۷	۴/۹۴	۴/۱	۲/۹۵	۲/۷۷	۲/۴۲	۱/۱۹
		انحراف استاندارد	۰/۵۲	۰/۶۵	۰/۵۷	۰/۳۲	۰/۲	۰/۳۲	۰/۳۸
	دشواری ۳	میانگین	۵/۲۶	۵/۳	۳/۹۵	۲/۹۷	۲/۶۳	۲/۵	۱/۱۴
		انحراف استاندارد	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۴۶	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۲۱
	دشواری ۴	میانگین	۵/۰۸	۵/۰۱	۴	۲/۹۳	۲/۷	۲/۵۱	۱/۲۶
		انحراف استاندارد	۰/۶۶	۰/۴۶	۰/۵۷	۰/۴۲	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۳۱
	دشواری ۵	میانگین	۴/۹۹	۴/۸۸	۴	۳/۰۱	۲/۷۲	۲/۶۵	۱/۳
		انحراف استاندارد	۰/۴۳	۰/۷۶	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۳۳
ناحیه c4									

Archive of SID

www.SID.ir

راست‌دست	بیس‌لاین	میانگین	۴/۷۵	۵/۳۲	۴/۱۰	۳/۵۳	۳/۰۹	۲/۸۵	۲/۸
		انحراف استاندارد	۰/۷۱	۱/۰۱	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۵	۰/۵۱	۰/۳۷
	دشواری ۱	میانگین	۴/۷۵	۵/۴۲	۴/۰۷	۳/۱۳	۳	۳/۰۳	۲/۷۹
		انحراف استاندارد	۰/۸۴	۰/۷۱	۰/۵۶	۰/۴۱	۰/۵۶	۰/۶۵	۰/۵۹
	دشواری ۲	میانگین	۵	۵/۳۱	۴/۱۳	۳/۱۲	۲/۸۴	۳/۴۵	۲/۶۶
		انحراف استاندارد	۰/۷۸	۰/۵۹	۰/۶	۰/۵۳	۰/۴۸	۱/۲	۰/۳
	دشواری ۳	میانگین	۴/۹۶	۵/۳۲	۴/۴۲	۲/۸۸	۳/۰۴	۲/۹۸	۳/۰۶
		انحراف استاندارد	۰/۷۹	۰/۸۲	۰/۴۶	۰/۳۳	۰/۲۶	۰/۴۲	۰/۳۵
	دشواری ۴	میانگین	۴/۵۷	۵/۲۸	۴/۲۲	۳/۰۱	۲/۸۷	۲/۹۵	۲/۴۶
		انحراف استاندارد	۰/۴۸	۰/۸۹	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۲۴	۰/۷۷
	دشواری ۵	میانگین	۴/۹۹	۵/۳۳	۴/۱۹	۳/۲۸	۲/۸۷	۳/۰۲	۲/۹۳
		انحراف استاندارد	۰/۳۶	۱/۰۱	۰/۷۶	۰/۴۶	۰/۴۹	۰/۴۲	۰/۵۵
چپ‌دست	بیس‌لاین	میانگین	۴/۴۷	۴/۷۴	۴/۰۹	۳/۱۴	۲/۷۹	۲/۶۱	۲/۴۱
		انحراف استاندارد	۰/۹۵	۰/۹	۰/۶۱	۰/۸۵	۰/۵۸	۰/۴۸	۰/۸۲
	دشواری ۱	میانگین	۵/۴۷	۴/۶۹	۴/۱۷	۲/۶۴	۲/۵۹	۲/۳۷	۲/۶
		انحراف استاندارد	۰/۸	۰/۷۱	۰/۶۵	۰/۴۴	۰/۵۸	۰/۴۸	۰/۸۶
	دشواری ۲	میانگین	۴/۹۴	۵/۲۱	۴/۱۵	۲/۶۳	۲/۵۶	۲/۲۴	۲/۶۶
		انحراف استاندارد	۱/۱	۰/۷۴	۰/۶۹	۰/۶۳	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۸۳
	دشواری ۳	میانگین	۴/۹۴	۵/۴۱	۴/۲۲	۲/۸۵	۲/۴۴	۲/۴۴	۲/۹۴
		انحراف استاندارد	۱/۰۴	۰/۷۴	۰/۹۴	۰/۶۵	۰/۴۶	۰/۳۸	۱/۲۵
	دشواری ۴	میانگین	۵/۵۹	۴/۹۴	۴/۰۷	۲/۸۹	۲/۴۵	۲/۶	۲/۸۹
		انحراف استاندارد	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۷۱	۰/۶۵	۰/۲۹	۰/۴۳	۰/۹۵
	دشواری ۵	میانگین	۵/۵۶	۵/۲۱	۳/۸۵	۲/۹۴	۲/۵۹	۲/۴۸	۲/۴۱
		انحراف استاندارد	۰/۷۵	۱/۰۹	۰/۴۶	۰/۶۴	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۷۸

جهت بررسی بین توان امواج مغزی در ناحیه ی c3 و c4 طی انجام تکالیف حرکتی دودستی با دشواری‌های مختلف در افراد راست‌دست و چپ‌دست از آزمون تحلیل واریانس ۲ (گروه) × ۶ (دشواری) برای هر موج به‌طور جداگانه در قسمت c3 و c4 مغز استفاده شد. کاه نتایج آن به شرح ذیل است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس با سنجش مکرر در توان امواج مغزی در ناحیه‌ی C3 و c4 طی انجام تکالیف حرکتی دودستی با دشواری‌های مختلف در افراد راست‌دست و چپ‌دست

		ناحیه C3			ناحیه C4		
ریتم	منبع تغییرات	درجه آزادی	مقدار F	سطح معنی‌داری	درجه آزادی	مقدار f	p
دلتا	موج	۵	۴/۳۹	۰/۰۰۱	۵	۱/۹	۰/۱
	موج × گروه	۵	۱/۷۸	۰/۱۲	۵	۲/۵۴	۰/۰۳
	گروه	۹۰			۹۰		
تتا	موج	۲/۹۲	۲/۶۷	۰/۰۴۸	۳/۲۱	۲/۰۴	۰/۱۱
	موج × گروه	۲/۹۲	۲/۹۳	۰/۰۴	۳/۲۱	۱/۱۸	۰/۳۲
	گروه	۵۲/۶۵			۰/۵۷		
آلفا	موج	۵	۲/۵۱	۰/۰۳	۵	۰/۶۹	۰/۶۳
	موج × گروه	۵	۰/۴۵	۰/۸	۵	۰/۴۶	۰/۸
	گروه	۹۰			۹۰		
SMR	موج	۳/۴۳	۳/۳۸	۰/۰۱	۵	۴/۳۵	۰/۰۰۱
	موج × گروه	۳/۴۳	۰/۳۶	۰/۸	۵	۱/۱۸	۰/۳۲
	گروه	۶۱/۸۷			۹۰		
بتای پایین	موج	۵	۲/۴	۰/۰۴	۲/۸۷	۱/۴۶	۰/۲۳
	موج × گروه	۵	۱/۵۳	۰/۱۸	۲/۸۷	۰/۵۷	۰/۶۲
	گروه	۹۰			۵۱/۷۵		
بتای بالا	موج	۲/۳۹	۲/۷۲	۰/۰۳	۲/۶۵	۰/۲۶	۰/۸۲
	موج × گروه	۲/۳۹	۲/۹	۰/۰۵۶	۲/۶۵	۲/۵۴	۰/۰۷
	گروه	۴۳/۱۷			۴۷/۷۳		
گاما	موج	۲/۲۶	۲/۱۴	۰/۱۲	۵	۱/۲۷	۰/۲۸
	موج × گروه	۲/۲۶	۳/۸۲	۰/۰۲	۵	۱/۷۳	۰/۱۳
	گروه	۴۰/۸۳			۹۰		

با توجه به جدول (۲) نتایج آزمون تحلیل واریانس با سنجش مکرر در توان امواج مغزی در ناحیه‌ی C3 طی انجام تکالیف حرکتی دودستی اثر تعامل× گروه برای امواج تتا و گاما معنی‌دار بود (به

Archive of SID

www.SID.ir

ترتیب p=۰/۰۴ و p=۰/۰۲). بدین منظور برای بررسی برای بررسی اثر تعامل× گروه از آزمون تی مستقل برای امواج قشر مغزی ناحیه C3 استفاده شده است که نتایج آن به شرح ذیل است.

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی جایگاه تفاوت توان امواج تتا و گاما در ناحیه C3 طی انجام تکالیف حرکتی دودستی با دشواری‌های مختلف در گروه‌های چپ‌دست و راست‌دست

موج	سطح دشواری	درجه آزادی	t	سطح معنی‌داری
تتا	استراحت	۱۴/۴۳	۰/۴۵	۰/۶۵
	دشواری ۱	۱۸	۰/۸۹	۰/۳۸
	دشواری ۲	۱۸	۰/۱۵	۰/۸۷
	دشواری ۳	۱۸	-۱/۸۸	۰/۰۷
	دشواری ۴	۱۸	-۱/۶۹	۰/۱
	دشواری ۵	۱۸	-۰/۳۳	۰/۷۴
گاما	استراحت	۱۸	-۳/۱۸	۰/۰۰۵
	دشواری ۱	۱۸	-۲/۰۳	۰/۰۵۷
	دشواری ۲	۱۸	-۰/۶۳	۰/۵۳
	دشواری ۳	۱۸	-۰/۵۵	۰/۵۸
	دشواری ۴	۱۸	-۰/۱۴	۰/۸۸
	دشواری ۵	۱۸	-۱/۰۸	۰/۲۹

با توجه جدول ۳، آزمون تی مستقل نشان داده است که در ناحیه C3 بین گروه راست‌دست و چپ‌دست در هیچ‌کدام از سطوح دشواری در توان امواج تتا و گاما تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. فقط در حالت استراحت بین گروه راست‌دست و چپ‌دست در توان موج گاما تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p=۰/۰۰۵). با توجه به میانگین گروه‌ها در حالت استراحت در توان موج گاما مشاهده می‌شود که در حالت استراحت میانگین توان موج گاما در گروه راست‌دست (۰/۷۸) و گروه چپ‌دست (۱/۳۶) است که با توجه به میانگین گروه‌ها مشاهده شده است که توان موج گاما در حالت استراحت در گروه چپ‌دست بالاتر است.

با توجه به جدول شماره ۲ نتایج آزمون تحلیل واریانس با سنجش مکرر در توان امواج مغزی در ناحیه‌ی C4 طی انجام تکالیف حرکتی دودستی با دشواری‌های مختلف در افراد راست‌دست و چپ‌دست نشان داد که اثر عامل فقط برای موج SMR معنی‌دار بود و نیز اثر تعامل× گروه برای فقط برای موج دلتا معنی‌دار بود (به ترتیب p=۰/۰۰۱ و p=۰/۰۳). بدین منظور برای بررسی اثر تعامل× گروه از آزمون تی

Archive of SID

www.SID.ir

مستقل برای امواج قشر مغزی ناحیه C4 استفاده شده که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون تی وابسته برای بررسی جایگاه تفاوت توان امواج دلتا در ناحیه C4 طی انجام تکالیف حرکتی دودستی با دشواری‌های مختلف در گروه‌های چپ‌دست و راست‌دست

سطح دشواری	درجه آزادی	T	سطح معنی‌داری
استراحت	۱۸	۰/۷۶	۰/۴۵
دشواری ۱	۱۸	-۱/۹۴	۰/۰۶
دشواری ۲	۱۸	۰/۱۴	۰/۸۸
دشواری ۳	۱۸	۰/۰۵	۰/۹۵
دشواری ۴	۱۸	-۴/۱۵	۰/۰۰۱
دشواری ۵	۱۸	-۲/۱۶	۰/۰۴

با توجه جدول ۶، آزمون تی وابسته نشان داده است که بین گروه راست‌دست و چپ‌دست در سطوح دشواری ۴ و ۵ در توان موج دلتا در ناحیه C4 تفاوت معنی‌دار وجود دارد (به ترتیب p=۰/۰۰۰۱ و p=۰/۰۴). با توجه به میانگین گروه‌ها در دو سطح دشواری ۴ و ۵ در توان موج دلتا مشاهده می‌شود که در سطح دشواری ۴ میانگین توان موج دلتا در گروه راست‌دست (۴/۵۷) و گروه چپ‌دست (۵/۵۹) است. همچنین در سطح دشواری ۵ میانگین توان موج دلتا در گروه راست‌دست (۴/۹۹) و گروه چپ‌دست (۵/۵۶) است که با توجه به میانگین گروه‌ها مشاهده شده است که توان موج دلتا در دو سطح دشواری ۴ و ۵ در گروه چپ‌دست بالاتر است.

نتیجه‌گیری و بحث

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر دست برتری و دشواری تکلیف هماهنگی دودستی بر امواج مغزی نواحی حرکتی اولیه و ناحیه حرکتی مکمل (نقاط C3 و C4) طبق تقسیم نواحی ۲۰-۱۰ بود. فعالیت در نواحی حرکتی اولیه و ناحیه حرکتی مکمل (نقاط C3 و C4) حین انجام تکلیف هماهنگی دودستی صورت گرفته است و این فعالیت امواج در این نواحی با افزایش پیچیدگی تکلیف و دشوارتر شدن آن نیز افزایش یافته است. این یافته‌ها با مطالعات منظمی که توسط کورتیس و همکاران (۲۰۱۴) در زمینه نواحی درگیر در دست برتری با ترجیح غیرثابت دست صورت گرفته است همخوان است که بیان می‌کند در برنامه‌ریزی و شروع حرکت دودستی ممکن است ناحیه حرکتی مکمل (SMA) و نواحی اصلی حرکتی فعالیت بیشتری داشته باشند. به نظر می‌رسد که ناحیه پیش حرکتی نقش مهمی در برنامه‌ریزی و هماهنگی پیشرفته توالی‌های حرکتی دوطرفه‌ی پیچیده‌ایفا می‌کند. با توجه به اینکه نورون‌های این ناحیه در حین مرحله

Archive of SID

www.SID.ir

برنامه‌ریزی یک حرکت فعال است که مرور ذهنی یک حرکت همان الگوی فعالیت عصبی را در ناحیه پیش حرکتی و قشر آهیانه خلفی ایجاد می‌کند که در صورت اجرای حرکت واقعی رخ می‌داد (گایتون، ۱۳۸۴). یافته‌های این پژوهش از طرف دیگری نیز با تحقیق سوینن و همکاران (۲۰۱۰) که بیان می‌کنند نواحی پیش حرکتی آهیانه ای گزینه‌های اصلی برای رمزگذاری حرکات انتزاعی و پیشرفت تعادل هماهنگی حرکتی هستند و بیشترین میزان را در سلسله‌مراتب اجرای حرکت شامل می‌شوند و همچنین تحقیق میستر و همکاران (۲۰۱۰) که نشان داده‌اند فعالیت نورونی در SMA طی تکالیف دودستی افزایش می‌یابد.

در این تحقیق تمرکز اصلی ما بر نواحی درگیر در هماهنگی دودستی در دو گروه چپ‌دست و راست‌دست بود که نتایج نشان داده است چپ‌دست‌ها نسبت به راست‌دست‌ها فعالیت بیشتری در توان امواج مغزی در نقاط C3 و C4 دارند و همان‌طور که قبلاً ذکر شد این نقاط شامل ناحیه حرکتی اولیه و ناحیه حرکتی مکمل می‌باشند. به‌طور مشخص‌تر، قشر پیش حرکتی حرکات هماهنگ آموخته شده را که شامل توالی پیچیده‌ای از عضلات است، سازمان‌دهی می‌کند. به‌طور مثال اگر اجرا کننده تصمیم بگیرد یک گام بردارد، تصمیم درباره اینکه کدام عضلات، به چه ترتیبی و با چه درجه‌ای منقبض شوند در قشر پیش حرکتی گرفته می‌شود. حرکاتی که به‌طور ناخودآگاه (در درون) آغاز می‌شوند، عمدتاً توسط SMA کنترل می‌شوند (در حقیقت وقتی که افراد آماده انجام حرکت هستند EEG پتانسیل بریت شیفت یا پتانسیل اولیه منفی آن‌ها را ثبت کرده و نشان داده شده است که با فعالیت ناحیه SMA مرتبط است). همچنین این ناحیه در فعال‌سازی برنامه‌های حرکتی درگیر در زنجیره‌های یاد گرفته شده نقش دارد. فعالیت بیشتر این ناحیه حتی در طول تکالیف دودستی نامتقارن در مقایسه با حرکات آینه‌ای گزارش شده است، (تویوکورا[1] و همکاران ۱۹۹۹). این ایده که ناحیه SMA مخصوص حرکات دودستی است زمانی قوت می‌گیرد که افزایش فعالیت در نورون‌های این ناحیه در طول حرکات دودستی، در حرکات یک دستی هرکدام از دست‌ها گزارش نشده است (دانچین[2] و همکاران ۱۹۹۸). این یافته‌ها با تحقیقات سرین و همکاران (۲۰۱۲) و حکیمی، خداپناهی، حیدری (۱۳۹۰) همخوان و با تحقیق میکویژن، اسکورویداس و کاراناسکین (۲۰۱۵) و علی پور و همکاران (۱۳۹۳) ناهمخوان است. سرین و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که راست‌دست‌ها یک الگوی جانبی شدن را دارند درحالی‌که چپ‌دست‌ها یک الگوی سازمانی دوجانبه در طول فعالیت‌های متقارن را دارند. دامنه‌های نامتقارنی تکلیف هماهنگی دودستی با مشخصات نیمکره‌ای منجر به درگیری بیشتر

1 Toyokura
2 Dhanchin

www.SID.ir

نیمکره غیر غالب حرکتی شده است. همچنین ارتباطات رفتاری-مغزی تأکید بر این دارند که برنامه‌ریزی پاسخ صرف‌نظر از دست برتری به‌صورت قوی در نیمکره چپ اتفاق می‌افتد درحالی‌که نیمکره حرکتی غالب اجرای پاسخ را به عهده دارد. به‌طورکلی نتایج آن‌ها نشان داده است که برنامه‌ریزی حرکتی ماهر ممکن است ترجیحاً در نیمکره چپ ایجاد شود. حکیمی، خداپناهی، حیدری (۱۳۹۰) در تحقیق خود نشان دادند که توانایی‌های دیداری- فضایی و انعطاف‌پذیری شناختی با دست برتری رابطه‌ای معنادار دارند. هم‌خوانی تفسیرهای نهایی پژوهش آن‌ها درزمینه‌ی متغیرهای مرتبط با چپ برتری در جمعیت غیر بالینی، مبنی بر توانایی‌های بالای دیداری- فضایی در افراد چپ برتر و کاهش انعطاف‌پذیری شناختی در این افراد است. میکویژن، اسکورویداس و کاراناسکین (۲۰۱۵)، در یک پژوهش تفاوت‌های دست برتر (راست) و دست غیربرتر (چپ) در متغیرهای اجرای حرکتی (سرعت و دقت)، متوجه شدند که با افزایش سختی تکلیف از حالت یک‌دستی به دودستی، زمان واکنش افزایش یافت و شتاب اجرا به‌طور قابل‌توجهی کاهش پیدا کرد. تعویض دست تنها در میانگین شتاب حرکت و در تغییرپذیری درون فردی دقت (که در هر دو مورداجرای دست چپ بدتر شد)، معنی‌دار بود. به‌علاوه، تغییرپذیری مسیر حرکت (دقت) در دست راست طی اجرای یک دستی و دودستی تکلیف کمتر بود. از علل ناهمخوانی می‌توان به نوع تکلیف و همچنین سن شرکت‌کنندگان اشاره کرد که در تحقیق میکوبژن و همکاران سرعت و دقت حرکت در یک فعالیت یک دستی سنجیده شد درحالی‌که تکلیف ما فعالیت هماهنگی دودستی بود.

به‌طورمعمول نیمکره چپ، حرکات دست راست و نیمکره راست، حرکات دست چپ را اداره می‌کند (استکی و همکاران، ۱۳۸۶). در افراد راست‌دست حدود ۹۶ درصد و در افراد چپ‌دست حدود ۷۰ درصد، نیمکره‌ی چپ غالب و مسلط است. (لاتاش، ۲۰۰۸، ترجمه دوستان و همکاران، ۱۳۹۴). اندازه‌گیری‌های مغز در کالبدشکافی نشان می‌دهد که نیمکره چپ تقریباً بزرگ‌تر از نیمکره راست است. علاوه بر این نیمکره راست رشته‌های عصبی دراز فراوانی دارد که مناطق بسیار دور از هم را در مغز را به هم ارتباط می‌دهد. حال آنکه در نیمکره چپ رشته‌های بسیار کوتاه‌تر فراوانی است که ارتباط‌های بسیار زیادی را در یک منطقه محدود میسر می‌کنند. هرگاه مستقیم به روبرو چشم بدوزیم محرک‌های واقع در سمت چپ نقطه‌ی تثبیت، به نیمکره راست و محرک‌های سمت راست نقطه‌ی تثبیت، به نیمکره چپ می‌روند. نیمکره چپ، حرکات دست راست و نیمکره راست، حرکات دست چپ را اداره می‌کند (اتکینسون[1]، ۱۹۶۶، استکی و همکاران، ۱۳۸۶). چپ‌دستی صفتی خنثی نیست، اما درواقع مزیت-

1 Atkinson

Archive of SID
.SID.ir

های قطعی را برای جمعیت چپ‌دست به ارمغان می‌آورد. این مزیت چپ‌دست‌ها نسبت به راست‌دست‌ها در فعالیت‌های رقابتی بین افراد، همچنین در انجام تکالیف دودستی، به‌خصوص آن‌ها که نیاز به هماهنگی بین فرآیندهای بینایی و حرکتی هستند، ثبت شده است (کورتیس و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به دیدگاه‌های سنتی در مورد دوگانگی بین نیمکره‌های مغز، نیمکره‌ی راست بیشتر در فعالیت‌های فضایی مثل ایجاد خطاهای حرکت کوچک‌تر (لنهارد و هافمن، ۲۰۰۷) و در مقابل نیمکره‌ی چپ، بیشتر در فعالیت‌های زمانی مثل پردازش متوالی سریع‌تر (تالال، میلر و فیچ، ۱۹۹۳) درگیر هستند.

در این پژوهش چپ‌دست‌ها (نیمکره راست) فعالیت مغزی بالاتری نسبت به راست‌دست‌ها حین فعالیت هماهنگی دودستی در دشواری‌های ۴ و ۵ داشته‌اند که این تکالیف شماره ۴ و ۵ شامل رسم دایره با یک دست و رسم خط با دست دیگر بود و ازلحاظ فضایی و زمانی با هم متفاوت بودند؛ به‌عبارت‌دیگر نامتقارنی فضایی داشته‌اند. بررسی موج نگاره‌های برقی مغز نشان می‌دهد در خلال فعالیت‌های کلامی فعالیت الکتریکی نیمکره چپ افزایش می‌یابد، درحالی‌که در خلال فعالیت فضایی، فعالیت الکتریکی نیمکره راست بیشتر می‌شود. نیمکره‌ی چپ در تشخیص خصوصیات و تقلیل مجموعه، به عناصر تشکیل‌دهنده تخصص دارد و نیمکره‌ی راست در سازمان‌دهی عناصر ایفای نقش می‌کند. به‌عبارت‌دیگر نیمکره‌ی چپ معمولاً از پردازش سریالی به معنی عنصر به عنصر در هرلحظه استفاده می‌کند و نیمکره‌ی راست پردازش هم‌زمان و بر اساس تشابه را به کار می‌برد؛ یعنی نوع پردازش نیمکره‌ی راست برای ادراک فضایی و نیمکره‌ی چپ برای فعالیت‌هایی مانند زبان که ازنظر زمانی سازمان‌دهی شده‌اند، مناسب‌تر است (استکی و همکاران، ۱۳۸۶). این احتمال وجود دارد که چپ‌دست‌ها به دلیل استفاده از نیمکره راست و همچنین استفاده از نیمکره غالب (نیمکره چپ) فعالیت امواج مغزی بالاتری نسبت به راست‌دست‌ها داشته باشند.

نتیجه‌گیری کلی: در پژوهش حاضر فعالیت بیشتر در نواحی حرکتی اولیه و ناحیه حرکتی مکمل (نقاط C3 و C4) حین انجام تکلیف هماهنگی دودستی صورت گرفته است و این فعالیت بیشتر امواج در این نواحی با افزایش پیچیدگی تکلیف و دشوارتر شدن آن نیز افزایش یافته است. همچنین فعالیت این امواج در گروه چپ‌دست بالاتر از گروه راست‌دست بود. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان نتایج مطالعات قبلی مبنی بر نقش ناحیه حرکتی اولیه و همچنین ناحیه حرکتی مکمل در حرکات هماهنگی دودستی را تأیید کرد. همچنین با توجه به یافته‌های به دست آمده میزان فعالیت با توجه به سطح دشواری افزایش پیدا می‌کند؛ که می‌توان نتیجه گرفت که تکالیف هماهنگی دودستی که در آن‌ها هر دست الگوی فضایی متفاوتی را ترسیم

Archive of SID

www.SID.ir

می‌کند (در این تحقیق الگوی دایره–خط) از دشواری بالاتری نسبت به تکالیف با الگوی زمانی متفاوت برخوردارند.

منابع

استکی، مهناز، عشایری، حسن، برجعلی، احمد، تبریزی، مصطفی، دلاور، علی. (۱۳۸۶). مقایسه اثربخشی دو روش آموزش دو نیمکره مغز و آموزش موسیقی در بهبود عملکرد حساب نارسایی دانش‌آموزان دختر. پژوهش در حیطه کودکان استثنایی. سال هفتم. شماره ۴. ص ۴۲۵–۴۴۸.

حکیمی کلخوران، مریم. خداپناهی، محمد کریم. حیدری، محمود. (۱۳۹۰). رابطه دست برتری با توانایی‌های دیداری– فضایی و انعطاف‌پذیری شناختی. مجله علوم رفتاری. دوره ۵، شماره ۱، ص ۸۳–۸۹.

دوستان، محمدرضا. بویری، کبری. زیلایی بویری، مریم. صیفوریان، مهدی. (۱۳۹۲). بررسی انتقال حرکت دودستی نامتقارن به حالت عکس آن: تحلیلی بر نظریه‌های حرکات دودستی. مجله رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزش. ۵۶۴–۵۵۳.

صالحی، کاووس. (۱۳۹۴). رشد و تکامل حرکتی. تهران. انتشارات آزاده. صفحه ۶۹–۶۸.

علویان، مؤید؛ لسان پزشکی، محبوب. (۱۳۷۶). اورژانس‌های طب داخلی. تهران. انتشارات سماط. صفحه ۴۱۸.

علی پور، احمد. علی‌اکبری، مهناز. ایمانی فر، حمیدرضا. زراعتکار، احسان. (۱۳۹۳). بررسی اثر دست برتری، جنسیت و سن بر ادراک زمان. فصلنامه روان‌شناختی شناختی، دوره ۲، شماره ۲.

گایتون، آرتور. هال، جان. (۱۳۸۴). فیزیولوژی پزشکی گایتون، جلد دوم، بیگدلی، محمدرضا و همکاران. نشر طبیب.

گایتون، آرتورسی. (۲۰۱۱). فیزیولوژی پزشکی گایتون/هال. ترجمه سپهری، حوری؛ قاسمی، کامران؛ فرج زاده، علی. (۱۳۹۱). انتشارات اندیشه رفیع.

لاتاش. مارک، ال. (۲۰۱۲). اصول کنترل حرکتی. ترجمه محمدرضا دوستان، معصومه هاشمی، سارا شمشیری، خلیل علوی، (۱۳۹۴). انتشارات حتمی. چاپ اول.

مگیل، ریچارد ای. (۲۰۰۵). یادگیری حرکتی (مفاهیم و کاربردها). مترجمان: واعظ موسوی، محمدکاظم. شجاعی، معصومه. (۱۳۹۴). انتشارات بامداد کتاب.

Archive of SID

www.SID.ir

مولوی، عابدین؛ حیرانی، علی؛ یدی تبار، هادی. (۱۳۹۰). اثر افزایش سن و تجربه والیبال بر عملکرد تکلیف هماهنگی دودستی مداوم. نشریه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی ایران، دوره ۶، صفحه ۳-۲

Donchin, O., Gribova, A., Steinberg, O., Bergman, H., & Vaadia, E. (1998). Primary motor cortex is involved in bimanual coordination. Nature, 395(6699), 274-278.

Houweling, S., van Dijk, B. W., Beek, P. J., & Daffertshofer, A. (2010). Cortico-spinal synchronization reflects changes in performance when learning a complex bimanual task. Neuroimage, 49(4), 3269-3275.

Ivry, R., Diedrichsen, J., Spencer, R., Hazeltine, E., & Semjen, A. (2004). A cognitive neuroscience perspective on bimanual coordination and interference. In Neuro-behavioral determinants of interlimb coordination (pp. 259-295). Springer US.

Kourtis, D., De Saedeleer, L., & Vingerhoets, G. (2014). Handedness consistency influences bimanual coordination: a behavioural and electrophysiological investigation. Neuropsychologia, 58, 81-87.

Kourtis, D., De Saedeleer, L., & Vingerhoets, G. (2014). Handedness consistency influences bimanual coordination: a behavioural and electrophysiological investigation. Neuropsychologia, 58, 81-87.

Lenhard, A. and Hoffmann, J. (2007) Constant error in aiming movements without visual feedback is higher in the preferred hand. Laterality, 12, 227 - 238.

Malmivuo, J. (2012). Comparison of the properties of EEG and MEG in detecting the electric activity of the brain. Brain topography, 25(1), 1-19.

Mapp, A. P., Ono, H., & Barbeito, R. (2003). What does the dominant eye dominate? A brief and somewhat contentious review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *65*(2), 310-317.

Marquez, J., Conley, A., Karayanidis, F., Lagopoulos, J., & Parsons, M. (2015). Anodal direct current stimulation in the healthy aged: Effects determined by the hemisphere stimulated. Restorative Neurology and Neuroscience. 33: 509-519

Meister, I. G., Foltys, H., Gallea, C., & Hallett, M. (2010). How the brain handles temporally uncoupled bimanual movements. Cerebral Cortex, bhq048.

Rueda-Delgado, L.M., Solesio-Jofre, E., Serrien, D.J., Mantini, D., Daffertshofer, A., and Swinnen, S. P. (2014). Understanding bimanual coordination across small time scales from an electrophysiological perspective. Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 47: 614-635.

Serrien, D. J., Sovijärvi-Spapé, M. M., & Farnsworth, B. (2012). Bimanual control processes and the role of

Archive of SID

www.SID.ir

handedness. Neuropsychology, 26(6), 802 .

Serrien, D. J., Sovijärvi-Spapé, M. M., & Farnsworth, B. (2012). Bimanual control processes and the role of handedness. Neuropsychology, 26(6), 802 .

Swinnen SP, Gooijers J, Leuven K, Leuven, Belgium. (2015). bimanual coordination: Introduction to systems. Brain mapping. 2:475-82.

Swinnen, S. P., Vangheluwe, S., Wagemans, J., Coxon, J. P., Goble, D. J., Van Impe, A., & Wenderoth, N. (2010). Shared neural resources between left and right interlimb coordination skills: the neural substrate of abstract motor representations. Neuroimage, 49(3), 2570-2580.

Tallal, P, Miller, S, Fitch, R. L. (1993). Neurobiological Basis of Speech: A Case for the Preeminence of Temporal Processing. Annals of the New York Academy of Sciences. 682: 27-47.

Toyokura, M., Muro, I., Komiya, T., & Obara, M. (1999). Relation of bimanual coordination to activation in the sensorimotor cortex and supplementary motor area: analysis using functional magnetic resonance imaging. Brain research bulletin, 48(2), 211-217.

Archive of SID

www.SID.ir