پژوهش‌نامهٔ مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی سال هجدهم/ شماره سی و ششم / پاییز و زمستان

دریافت: ۹۸/۰۲/ ۱۹ پذیرش: ۹۹/ ۰۲/ ۲۰ ص ص: ۲۲۵-۲۱۵

تاثیر توالی تمرین بر انتقال یادگیری بین عضوهای ناهمسان در تکلیف زمان واکنش انتخابی

شهزاد طهماسبی بروجنی*[۱]، معصومه رحیمی زاده[۲]، بنفشه قاهری[۳]

چکیده

مقدمه: بررسی انتقال دوسویه یکی از مباحثی است که مدت‌ها مورد توجه پژوهشگران حیطهٔ کنترل حرکتی بوده ولی اینکه در تکلیف زمان واکنش نیز می توان شاهد بروز انتقال دوسویه بود، مساله‌ای است که به آن پرداخته نشده است. لذا، هدف تحقیق حاضر بررسی انتقال دوسویه در تکلیف زمان واکنش انتخابی بود.

روش شناسی: تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون-پس‌آزمون با یک گروه کنترل بود. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در سه گروه ۱۵ نفره (تمرین با دو دست ، تمرین با دوپا و کنترل) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها به مدت سه جلسه (در طول یک هفته) و هر جلسه سه بلوک ۲۵ کوششی تمرین زمان واکنش انتخابی را انجام دادند و برای ارزیابی زمان واکنش، از دستگاه زمان واکنش مدل RT-888 و همچنین از پرسشنامه ادینبورگ برای مشخص کردن دست برتر و پای برتر آزمودنی‌ها استفاده شد. داده‌های حاصل با استفاده از آزمون آماری تی‌وابسته و آزمون تحلیل واریانس مرکب در سطح معناداری ۰/۰۵ ≥P تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان‌دهنده تفاوت معناداری بین گروه‌های تمرینی در مقایسه با گروه کنترل بود. تمرین زمان واکنش منجر به تفاوت معنی داری در گروه تمرین با دو دست (دست‌ها P=۰/۰۰۱ و پاها P=۰/۰۰۱) و دو پا (دست‌ها P=۰/۰۰۱ و پاها P=۰/۰۰۵) شد.

بحث و نتیجه گیری: در تکلیف زمان واکنش، تمرین با یک عضو می‌تواند برای عضوی دیگر (حتی) با ویژگی‌های آناتومیکی متفاوت سودمند باشد.

واژگان کلیدی: انتقال دوسویه، زمان واکنش، عضوهای ناهمسان.

۱ . دانشیار، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول: تلفن :۶۱۱۱۸۸۴۶ ، پست الکترونیکی:shahzadtahmaseb@ut.ac.ir)

۲ . کارشناس ارشد گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳ . دکتری کنترل حرکتی، گروه علوم رفتاری و شناختی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۱- مقدمه

انتقال دوسویه که به عنوان انتقال مداخله‌گر یا آموزش متقابل شناخته می‌شود، پدیده‌ای است که در آن تجربه ای که توسط یک اندام آموزش دیده به دست می‌آید به عضو همسان و متشابه آموزش ندیده منتقل می‌شود. به همین ترتیب، آموزش‌هایی که با یک عضو انجام می‌شود می‌تواند در انجام همان کار در هنگام استفاده از اندام آموزش ندیده، تأثیر مثبتی داشته باشد(۱). اولین مطالعات در زمینه انتقال دوسویه صد سال پیش انجام گرفت. از آن زمان، مطالعات به بررسی جهت انتقال دوسویه، بررسی نوع تکلیف بر انتقال دوسویه و استفاده از انتقال دوسویه در توانبخشی بیماران سکته مغزی، پرداختند(۲). پژوهش‌ها در زمینه‌ی یادگیری و پیشرفت حرکتی انسان نشان می‌دهد که پیشرفت سریع‌تر مبتدیان در یادگیری مهارت‌های ورزشی و برتری افراد ماهر در اجرای تکنیک‌های ورزشی، به بکارگیری اندام‌های مختلف بدن و فعال‌سازی سیستم اعصاب مرکزی و محیطی برای ایجاد هماهنگی و تنظیم حرکات اندام بستگی دارد(۳). استفاده از هر دو دست و یا هر دو پا در رشته‌های مختلف مانند شنا، ژیمناستیک، بسکتبال، والیبال و نیز مهارت‌های غیرورزشی مانند نواختن پیانو و تایپ کردن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(۴). بنابراین بحث انتقال در این زمینه بدین شکل مطرح می‌شود که انتقال می‌تواند باعث به وجود آمدن بینش بزرگتری در سازماندهی سیستم ادراکی باشد، زیرا در زمینه‌هایی با هم اشترک دارند و ادراک به تشخیص اطلاعات درست و مفید بستگی دارد. از سویی انتقال نشان می‌دهد که اطلاعات فراهم شده از یک بخش از بدن می‌توانند با بخش دیگری از بدن به اشتراک گذاشته شوند. این انتقال می‌تواند در ترکیبی از ویژگی‌های مختلف نظیر سرعت، اثر جاذبه و دامنه حرکت نیز صورت گیرد (۵). بر این اساس، پژوهشگران، انتقال یادگیری را اثر تجربه قبلی بر یادگیری یک مهارت جدید یا اجرای آن در زمینه‌ای جدید می‌دانند. نوعی از انتقال، به صورت دوسویه[1] می‌باشد و وقتی یادگیری تکلیف در عضو تمرین نکرده در اثر تمرین با عضو دیگر صورت گیرد یعنی انتقال دوسویه رخ داده است(۶). برخی از نظریه پردازان فکر می‌کنند که انتقال دوسویه، بنیاد شناختی دارد. آنان فکر می‌کنند که آنچه منتقل می‌شود، اطلاعات شناختی مهمی است که مربوط به رسیدن به هدف است. این دیدگاه عناصر شناختی مشترک با نظریه عناصر مشابه ثورانداِیک شباهت‌هایی دارد. تشریح این دیدگاه این است که اگر فردی در مهارتی با دست راست تبحر پیدا کرد، زمانی که بخواهد با دست چپ تمرین کند، نیازی به دوباره آموختن عنصر شناختی " چه باید کرد؟" نخواهد داشت. او با تمرین با دست چپ را نسبت به زمانی که هرگز با دست راست تمرین نکرده بود از سطحی بالاتر آغاز کرد. آزمایشی که کهل و رونکر[2](۱۹۸۰) اجرا کردند، توضیح شناختی انتقال دوسویه را حمایت کرد(۶, ۷). یکی از کاربردهای مهم انتقال دوسویه برای ورزشکارانی است که یک دست یا پای آنها دچار آسیب‌دیدگی شده است و برای مدتی نمی‌توانند از آن اندام استفاده کنند. بنابراین، تمرین با اندام سالم ممکن است دوره‌ی نقاهت اندام مصدوم را کوتاه و از افت عملکرد آن بکاهد(۸). برای مثال تمرین و یادگیری شوت کردن با پا و انتقال این یادگیری به عمل پرتاب با دست می‌تواند نمونه‌ای از انتقال دوسویه باشد. همچنین، انتقال دوسویه می‌تواند به دو صورت متقارن (انتقال مساوی در دو جهت) و نامتقارن (برتری یک سمت بدن در انتقال) روی دهد(۱, ۹). پیشتر با ارائۀ نظریه‌ها و مدل‌های مختلف، سعی شده است که به توضیح علل انتقال دوسویه و پیش‌بینی جهت این انتقال پرداخته شود. فرضیه‌ی برتری پویایی[3] بیان می‌کند که نیم‌کره چپ به کنترل حرکت (پویایی) و

1 . Bilateral transfer
2 . Kohl and Roenker
3 . Dynamic dominance hypothesis

نیم‌کره راست به کنترل موقعیت (ایستایی) اختصاص دارد(۱۰). در فرآیند انتقال، همواره دو چالش پیش روی سیستم عصبی–عضلانی وجود دارد. نخست اینکه برای انتقال نیاز به شباهت در سیستم ادراکی است و دوم اینکه ظهور انتقال به ظرفیت‌های متفاوت تشخیص اطلاعات از نظر آناتومیکی بستگی دارد(۹). به بیانی دیگر، انتقال دوسویه می‌تواند توسط شباهت آناتومیکی و هم‌ارزی عملکردی[1]حمایت شود. در مورد اول، انتقال ممکن است به اجزای آناتومیکی مشابه با ظرفیت‌های مشابهی برای تشخیص اطلاعات بستگی داشته باشد و در مورد دوم، انتقال ممکن است به شباهت عملکردی اندام مختلف (بدون در نظر گرفتن شباهت آناتومیکی آن‌ها) بستگی داشته باشد(۹). توضیح آناتومیکی انتقال به اجزای آناتومیکی مشابه شامل اندام و عضلات بستگی دارد. به عنوان مثال نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد یادگیری یک مهارت جابه‌جایی عبور از مانع، فقط در عضلات خم‌کننده پاها اتفاق می‌افتد(۱۰). از سوی دیگر، توضیحات انتقال بین عضوی بر اساس هم‌ارزی عملکردی، بر شباهت زیرسیستم‌های ادراکیِ اجزای آناتومیکی، نه بر شباهت اجزای آناتومیکی، تمرکز می‌کنند. بر این اساس انتقال می‌تواند از اندام فوقانی به اندام تحتانی و برعکس نیز اتفاق بیفتد(۱۱). به طوری‌که با وجود تفاوت‌های آناتومیکی در اندام مورد استفاده به دلیل عملکرد مشابه آن‌ها، دسته نورون‌های یکسانی در مغز فعال می‌شوند که مربوط به آن حرکت خاصی هستند که توسط اندام مختلف اجرا می‌شود(۹). در تحقیقی که توسط کلسو و زنون[2](۲۰۰۲) به بررسی یادگیری و انتقال دینامیک هماهنگی در سیستم‌های مختلف بالاتنه و پایین‌تنه پرداخته شده است، آزمودنی‌ها به یادگیری فاز تعیین شده بینایی (یعنی اینکه محرک‌های بینایی در این پژوهش در فاز بین صفر درجه تا ۱۸۰ درجه (هر ۱۵ درجه یک محرک) ارائه می‌شد) در رابطه با دست‌ها یا پاها پرداختند. نتایج نشان داد فاز نسبی اولیه که توسط یکی از سیستم های بالاتنه یا پایین تنه انجام می‌شود به طور خودبه‌خود به سیستم دیگری که تمرین نکرده است، انتقال می‌یابد. انتقال نه تنها بهبود در عملکرد را نشان داد بلکه اصلاح در سیستم اولیه درگیر در هماهنگی را نیز موجب شد(۱۱). لی و کارل[3](۲۰۰۷) نشان دادند که انتقال بین عضوی به تکلیف مورد مطالعه بستگی دارد؛ بطوری که تکالیف ساده مثل گرفتن، بلندکردن اشیای کوچک یا پیش‌بینی زمان‌بندی به‌طور متقارن انتقال می‌یابد، درحالی‌که در حرکات پیچیده‌تر، انتقال عموماً نامتقارن است. دلایل ممکن برای این نتایج عبارتند از تفاوت در پردازش تکلیف از نظر پیچیدگی مهارت و تاثیر ویژگی‌های خاصی از تکلیف مثل مداومت در اجرا. در این پژوهش انتقال از دست غیر غالب به غالب بیشتر از حالت معکوس اتفاق افتاد که احتمالا به دلیل سرعت بیشتر انتقال داده‌ها از نیمکره راست به چپ بود(۲). استفان و هاجنال[4](۲۰۱۱) به بررسی انتقال بین عضوی با توجه به هم ارزی عملکردی و شباهت آناتومیکی پرداختند. آنها دریافتند که انتقال با تمرین در عضوهای مختلف از نظر اناتومیکی با شرایط عملکردی مشابه ارتباط دارد۹). در تحقیق دیگری لند[5]و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تاثیر تمرین فیزیکی و تصویرسازی ذهنی بر انتقال دوسویه در یک تکلیف ضربه زدن متوالی پرداختند که نتایج نشان داد تمرین فیزیکی نسبت به تصویر سازی ذهنی در تسهیل انتقال بین عضوی، مؤثرتر است(۱). در پژوهش‌های داخلی مرتبط نیز نشان داده شده است که انتقال یادگیری در مهارت سرویس کوتاه بدمینتون و دریبل بسکتبال به صورت متقارن است(۱۴).

1 . Functional equivalence
2 . Kelso & Zanone
3 . Lee & Carroll
4 . Stephen & Hajnal
5 . Land

یکی از جنبه‌های مهم اجرای ماهرانه، پردازش سریع و دقیق اطلاعات است که شاخص آن زمان واکنش است(۱۵, ۱۶). زمان واکنش، فاصلهٔ زمانی بین ارائهٔ محرک تا شروع پاسخ و نشان‌دهندهٔ زمان صرف شده برای شروع حرکت است و خود حرکت را در بر نمی‌گیرد۶). زمان واکنش دارای دو بخش پیش حرکتی که فرایندهای شناختی، ادراکی و تصمیم گیری در آن در گیرند و بخش حرکتی است، که شامل درگیر شدن عضلات در اجرای عمل می‌باشد(۶). بنابراین، با توجه به اینکه زمان واکنش یک مهارت شناختی و روانی- حرکتی است، یکی از عوامل مهم در اجرای بسیاری از فعالیت‌های ورزشی به حساب می‌آید(۱۵, ۱۶). به طوری که در موقعیت‌های بی‌شماری می‌تواند تعیین کنندهٔ موفقیت و شکست فردی یا تیمی شود و حتی در زندگی روزمره نیز گاهی می‌تواند یک واکنش سریع و به موقع از یک اتفاق ناگوار جلوگیری کند(۱۷). زمان واکنش شامل سه نوع ساده[1] انتخابی[2] و افتراقی[3] است۶). در این میان، به نظر می‌رسد زمان واکنش انتخابی یکی از توانایی‌هایی است که انسان می‌تواند با تمرین آن را بهبود ببخشد(۱۸). با توجه به بررسی‌های انجام شده، هنوز تناقض‌هایی در نتایج مطالعات در زمینه انتقال بین عضوی از لحاظ برتری و غیربرتری وجود دارد و نیز مشخص نیست که در صورت بهبود زمان واکنش آیا انتقال به اندام دیگر چه عضو همسان و چه غیرهمسان صورت می‌گیرد یا خیر؟ عدم پاسخ به این گونه پرسش‌ها می‌تواند باعث به وجود آمدن چالشی بزرگ برای پژوهشگران در ارائهٔ نظریه‌ای برای توضیح انتقال بین عضوی و نیز پیدا کردن روش‌هایی برای بیشترین انتقال بین عضوی شود. با توجه به اهمیت زمان واکنش در موقعیت‌های مختلف ورزشی و نیز منافعی که انتقال دوسویه می‌تواند در بهبود عملکرد افراد و کمک به ورزشکاران در زمان آسیب داشته باشد، هنوز مطالعه‌ای در زمینه امکان بروز انتقال دوسویه در تکلیف زمان واکنش صورت نگرفته است. به علاوه، اغلب پژوهش‌ها به بررسی انتقال دوسویه به طور جداگانه در اندام فوقانی یا اندام تحتانی پرداخته‌اند و مطالعات در زمینه انتقال بین عضوی از اندام فوقانی به تحتانی و برعکس انگشت شمار هستند. همچنین این مسأله که جهت انتقال در اندام‌هایی که از لحاظ آناتومیکی متفاوت هستند، به چه صورت است و در صورت بروز انتقال، تمرین با کدام عضو به تسهیل بیشتری در انتقال منجر می‌شود، در هاله‌ای از ابهام است. پاسخ به این سوال‌ها علاوه بر کمک به شکل‌گیری شیوه‌های تمرینی موثرتر و بهینه‌تر می‌تواند در کامل کردن توضیحات مرتبط با بحث انتقال بین عضوی مؤثر باشد. به این ترتیب پژوهش حاضر قصد دارد که به بررسی انتقال بین عضوی در تکلیف زمان واکنش انتخابی بپردازد و در صورت مشاهده انتقال مشخص کند که انتقال مؤثرتر از اندام فوقانی به اندام تحتانی صورت می‌گیرد یا برعکس.

روش شناسی

روش پژوهش

طرح تحقیق از نوع پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل بوده و روش آن از نوع نیمه تجربی می‌باشد.

جامعه و نمونه آماری

1 . Simple reaction time
2 . Choice reaction time
3 . Discriminative reaction time

۴۵ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه تهران با دامنهٔ سنی ۲۸-۲۴ سال که همگی راست دست و راست پا و غیرورزشکار بودند به صورت دردسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی با توجه به نمره پیش آزمون در سه گروه کنترل، تمرین با دودست و تمرین با دوپا (هر گروه ۱۵ نفر) همگن‌سازی شدند (با توجه به اینکه در کدام یک از اندام بالا یا پایین تنه عملکرد بهتری داشتند در گروه‌ها قرار گرفتند).

ابزار اندازه‌گیری

برای اندازه‌گیری زمان واکنش از دستگاه اندازه‌گیری زمان واکنش مدل RT-888 استفاده شد. این دستگاه قابلیت ارائه دو نوع محرک بینایی و شنوایی را دارد و با استفاده از آن می‌توان هر سه نوع زمان واکنش (ساده، انتخابی و افتراقی) را اندازه‌گیری کرد. محرک بینایی این دستگاه شامل سه رنگ از نور (آبی، سبز و قرمز) و محرک شنوایی متشکل از سه دامنه از صدا (۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ هرتز) می‌باشد. دستگاه داری یک LCD است که تعداد خطاها و تعداد کوشش‌ها را نمایش می‌دهد و داده‌های بدست آمده از هر آزمایش را هم به صورت مجزا و هم به صورت میانگین ثبت می‌کند. دستگاه دارای دو شاسی دستی و دو پدال پایی می‌باشد که می‌تواند زمان‌واکنش دودست یا دوپا و یا یک دست و یک پا را به طور همزمان اندازه‌گیری کند. از این دستگاه هم به صورت اتوماتیک و هم به صورت دستی می‌توان استفاده کرد. برای ارزیابی روایی این ابزار، از روش روایی همزمان با دستگاه سنجش زمان‌واکنش YAGAMI YB – 1000 استفاده شد که بین زمان‌های واکنش حاصل از این دو دستگاه همبستگی بالایی (r=۰/۷) وجود داشت(۱۹). همچنین از پرسشنامه ادینبورگ برای مشخص کردن دست برتر و پای برتر آزمودنی‌ها استفاده شد. برای بررسی قابلیت اعتماد و اعتبار پرسشنامهٔ دست برتری ادینبورگ در ایران در پژوهش فتح (۱۳۸۴) روایی محتوایی پرسشنامه توسط اساتید دانشگاه تایید شده است. همچنین پایایی آن با بازآزمایی ۶۸٪ ذکر شده است. همچنین در پژوهش علی پور و هریس برای بررسی پایایی از همبستگی با پرسشنامه چاپمن استفاده شد که ۷۵٪ بدست آمد(۲۰).

نحوه اجرای پژوهش

نخست از آزمودنی‌ها خواسته شد که فرم رضایت نامه اخلاقی و اطلاعات فردی را پر کنند. سپس با استفاده از آزمون ادینبورگ برتری عضوی در دست و پای آزمودنی‌ها مشخص گردید. در پیش‌آزمون و به منظور ارزیابی زمان واکنش انتخابی، آزمودنی‌ها در وضعیتی راحت روی یک صندلی که در یک متری از دستگاه قر ار داشت، نشستند و شاسی‌ها در دست و پدال‌ها در زیر پای آن‌ها قرار داده شد. برای ارزیابی زمان واکنش انتخابی دست‌ها از آزمودنی‌ها خواسته شد که با روشن شدن چراغ قرمز بلافاصله با دست راست و با روشن شدن چراغ آبی بلافاصله با دست چپ کلید شاسی را فشار دهند. برای اندازه‌گیری زمان‌واکنش انتخابی پاها نیز به همین ترتیب از آن‌ها خواسته شد تا پدال‌های زیر پای خود را بفشارند. زمان پیش دوره در هر کوشش ۵-۲ ثانیه در نظر گرفته شد(۲۱). پس از شرح روند اجرای آزمون، ۵ کوشش تمرینی به منظور آشنایی آزمودنی‌ها با شرایط آزمون اجرا شد و پس از آن، پنج کوشش زمان واکنش انتخابی با دو دست و پنج کوشش زمان واکنش انتخابی با دوپا ثبت و میانگین هر یک از آن‌ها برای هر فرد محاسبه گردید(۲۲). پس از ارزیابی زمان واکنش انتخابی دست‌ها و پاها در انجام پیش آزمون، آزمودنی‌ها وارد دوره تمرینی خود شدند. این دوره شامل سه روز تمرین زمان واکنش انتخابی با دستگاه اندازه‌گیری زمان واکنش مدل RT-888 ، هر روز شامل سه بلوک تمرینی ۲۵ کوششی ارائه محرک و پاسخ بود. بین هر بلوک

۵ دقیقه استراحت داده می‌شد(۲۱). آزمودنی‌ها با توجه به گروهی که در آن قرار داشتند، تمرین زمان واکنش با دو دست یا تمرین زمان واکنش با دو پا را در طی سه روز تمرینی انجام دادند. پس از پایان دوره تمرین، بلافاصله پس آزمون مشابه با پیش آزمون گرفته شد.

آزمون‌های آماری

برای توصیف داده‌ها، از میانگین و انحراف معیار استفاده شد. به منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویک و برای بررسی تجانس گروه‌ها از آماره لون استفاده شد. برای بررسی تفاوت آزمودنی‌ها در نمرات پیش‌آزمون از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. آزمون تی وابسته و تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌های تکراری برای مقایسه میانگین‌های پیش آزمون و پس آزمون در بین گروه‌ها و پیشرفت درون گروهی مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین از آزمون تعقیبی توکی برای تشخیص اختلاف میان گروه‌ها استفاده شد. در تمامی تحلیل‌ها سطح معناداری P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد. از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ برای رسم نمودارها استفاده گردید.

یافته‌ها

در جدول شمارهٔ یک، اطلاعات توصیفی مربوط به میانگین نمرات زمان واکنش آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرینی و گروه کنترل نشان داده شده است. با بررسی نتایج آزمون شاپیرویک و لون نشان داده شد که داده‌ها دارای توزیع طبیعی و متجانس هستند (به ترتیب P =۰/۷۵۵ و P =۰/۲۲۴) بنابراین از روش‌های آماری پارامتریک مربوطه استفاده شد.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار زمان واکنش انتخابی دست‌ها و پاها در گروه‌های مختلف

گروه ها (n = 15)	عضو	آزمون	میانگین	انحراف معیار
تمرین با دست‌ها	دست‌ها	پیش آزمون	۰/۴۲۷	۰/۰۱۴
		پس آزمون	۰/۳۴۹	۰/۰۱۳
	پاها	پیش آزمون	۰/۵۱۷	۰/۰۲۵
		پس آزمون	۰/۴۰۴	۰/۰۲۰
تمرین با پاها	دست‌ها	پیش آزمون	۰/۳۹۷	۰/۰۱۸
		پس آزمون	۰/۳۴۸	۰/۰۲۰
	پاها	پیش آزمون	۰/۴۸۳	۰/۰۲۵
		پس آزمون	۰/۴۳۷	۰/۰۲۲
کنترل	دست‌ها	پیش آزمون	۰/۴۷۰	۰/۰۱۷
		پس آزمون	۰/۴۹۶	۰/۰۲۲
	پاها	پیش آزمون	۰/۵۸۶	۰/۰۳۱
		پس آزمون	۰/۵۴۱	۰/۰۲۲

با توجه به معنی دار بودن آزمون کرویت موخلی در گروه‌های تمرینی (گروه تمرینی دودست P=۰/۰۴۶ ، ۱۰۵/۶۶۰=(۷۷) x^2 و گروه تمرینی دوپا P=۰/۰۰۱ ، ۱۲۸/۸۳۷=(۷۷) x^2)، شاخص های (F) مربوط به اثر گرین هاوس گیسر در نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری تکراری گزارش شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری بر روی عامل مرحله نشان داد که در گروه‌های تمرینی تفاوت معنی‌داری بین مراحل مختلف یافت شد (گروه تمرینی دودست P=۰/۰۰۰۵، ۹/۳۱۱=$F_{۵/۲۵۶ ,۷۳/۵۹۰}$) (گروه تمرینی دوپا P=۰/۰۰۰ ، ۱۵/۰۴۶=$F_{۴/۲۹۴ ,۶۰/۱۱۲}$). سپس برای بررسی روند پیشرفت گروه‌های تمرینی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. در گروه‌های تمرینی، عملکرد آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرینی گروه تمرینی دودست از پیش-آزمون دست (۰/۴۲۷±۰/۱۴) به پس‌آزمون دست (۰/۳۴۹±۰/۰۱۳) (P=۰/۰۱۰) و پیش‌آزمون پا (۰/۵۱۷±۰/۰۲۵) به پس‌آزمون پا (۰/۴۰۴±۰/۰۲۰) (P=۰/۰۰۳) و عملکرد آزمودنی‌ها در گروه تمرینی دوپا از پیش‌آزمون دست (۰/۳۹۷±۰/۰۱۸) به پس‌آزمون دست (۰/۳۴۸±۰/۰۲۰) (P=۰/۰۰۱) و پیش‌آزمون پا (۰/۴۸۳±۰/۰۲۵) به پس-آزمون پا (۰/۴۳۷±۰/۰۲۲) (P=۰/۰۲۹) ؛ که در جدول ۲ قابل مشاهده هستند.آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌های تکراری، اثر بلوک های تمرینی را معنادار (p<۰/۰۵) نشان داد یعنی هر دو گروه تمرینی توانسته‌اند با استفاده از کوشش‌های تمرینی بر دقت و سرعت عملکرد خود اضافه کنند.

جدول۲. تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌های تکراری

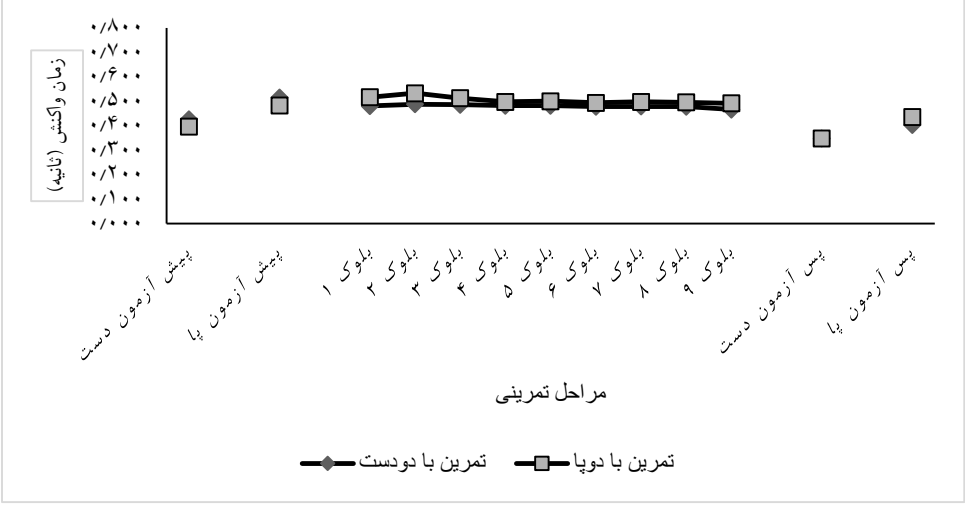
گروه‌ها	عضو	مراحل		خطا استاندارد	اختلاف میانگین‌ها	معنی‌داری
دو دست	دست	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۰/۰۲۳	-۰/۰۹۰	۰/۰۱۰
	پا			۰/۰۲۶	۰/۱۱۳	۰/۰۰۳
دوپا	دست	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	۰/۰۱۷	-۰/۰۸۷	۰/۰۰۱
	پا			۰/۰۱۴	۰/۰۴۷	۰/۰۲۹

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه تفاوت معناداری بین پیش آزمون دست‌ها و پیش آزمون پاها در گروه‌های تمرینی دودست و کنترل (در دست‌ها P=۰/۲۴۵، ۱/۴۱۲=$F_{۱ ,۲۸}$) (در پاها P=۰/۲۱۸، ۱/۵۸۷=$F_{۱ ,۲۸}$) و همچنین گروه تمرینی دوپا و گروه کنترل در دست‌ها P=۰/۰۷۱، ۳/۵۱۴=$F_{۱ ,۲۸}$) (در پاها P=۰/۰۸۲، ۳/۲۴۸=$F_{۱ ,۲۸}$) نشان نداد. بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون تی وابسته بین زمان واکنش گروه تمرین با دست‌ها در پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معناداری وجود داشت که این معناداری به ترتیب در دست‌ها و پاها (با توجه به اینکه در گروه تمرینی با دست، عضو پا هیچگونه تمرینی نداشت) برابر با (p <۰/۰۰۱ ، ۶/۸۲۸=t(۱۴)) و (P=۰/۰۰۱ ، ۴/۴۴۰=t(۱۴)) بود. همچنین بین پیش آزمون و پس آزمون گروه تمرین با پاها تفاوت معناداری وجود داشت که این سطح معناداری به ترتیب در دست‌ها (با توجه به اینکه در گروه تمرینی با پا قرار داشتند) و پاها برابر با (P=۰/۰۰۱ ، ۴/۲۸۸=t(۱۴)) و (P=۰/۰۰۵ ، ۳/۳۴۶=t(۱۴)) بود (جدول۳). این نتایج در حالی بدست آمد که تفاوت معناداری در پیش آزمون و پس آزمون گروه کنترل در دست‌ها و پاها مشاهده نشد (P=۰/۳۰۷ ، ۱/۰۶۱- =t(۱۴)) (P=۰/۴۸۶ ،

t(۱۴)=۰/۷۱۶). نتایج فوق نشان‌دهنده انتقال زمان واکنش از دست‌ها به پاها در گروه تمرینی دست‌ها و انتقال زمان واکنش از پاها به دست‌ها در گروه تمرینی پاها می‌باشد (نمودار ۱).

جدول۳. نتایج آزمون تی وابسته زمان واکنش گروه های آزمایش و کنترل

گروه ها (n = 15)	عضو	t	df	p-value
تمرین با دست‌ها	دست‌ها	۶/۸۲۸	۱۴	p<۰/۰۰۱
	پاها	۴/۴۴۰	۱۴	۰/۰۰۱
تمرین با پاها	دست‌ها	۴/۲۸۸	۱۴	۰/۰۰۱
	پاها	۳/۳۴۶	۱۴	۰/۰۰۵
کنترل	دست‌ها	-۱/۰۶۱	۱۴	۰/۳۰۷
	پاها	۰/۷۱۶	۱۴	۰/۴۸۶



نمودار۱. تمرینی زمان واکنش انتخابی

بحث و نتیجه‌گیری

با وجود آنکه برخی از پژوهش‌ها از بروز انتقال دوسویه حمایت می‌کنند، تاکنون مطالعه‌ای در زمینه وقوع آن در زمان واکنش صورت نگرفته است. همچنین، اکثر مطالعات در حیطه انتقال دوسویه، تنها به بررسی تاثیر مداخلات بر اندام بالا یا پایین تنه و انتقال بین اندام مشابه پرداخته بودند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرین باعث بهبود زمان واکنش انتخابی دست‌ها و پاها می‌شود و همچنین این پیشرفت بین اعضای بالا و پایین تنه منتقل گردید؛ به طوری که کاهش زمان واکنش دست‌ها، کاهش زمان واکنش پاها را در پی داشت و برعکس، کاهش زمان واکنش پاها موجب کاهش زمان واکنش در دست‌ها شد. با توجه به داده‌های بدست آمده می‌توان به این نتیجه رسید که درصد انتقال بین عضوهای ناهمسان از دست به پا بیشتر است. نتایج پژوهش حاضر با تحقیقات کلسو و زنون(۲۰۰۲) و استفان و همکاران(۲۰۱۱) همسو می‌باشد. همانطور که پیش‌بینی شده است انتقال دوسویه نتیجه فاکتورهای شناختی و حرکتی است. بنابراین نتایج بدست توسط دو نظریه به خوبی شرح داده می‌شود که شامل توضیح شناختی و حرکتی برای توضیح مکانیسم انتقال دوسویه است. توضیح شناختی تاکید دارد که در یادگیری تکلیف توسط مبتدی عناصر شناختی دخالت دارند برای مثال درک هدف مهارت و شناخت تکنیک‌هایی برای بهینه‌سازی حرکات موفقیت‌آمیز(۲۳). یکی از دلایل این انتقال احتمالا به افزایش بازنمایی تجربیات شناختی انتقال دوسویه مربوط می‌شود. آنچه در انتقال دوسویه منتقل می‌شود اطلاعات مهم شناختی می‌باشد که مربوط به رسیدن به هدف است(۶). بر اساس ایـن نظریه شناختی، حتی اگر فرض کنیم پاسخ به محرک با دست با پاسخ با پا متفاوت باشد، با این حال عناصری از این تکلیف در هر دو پاسخ مشترک است که این عناصر مشترک سبب می‌شوند عضوی که هیچ گونه تمرینی نداشته است نیز بهبود عملکرد را تجربه نماید. دومین توضیح مربوط به کنترل حرکتی است که بیان می‌کند یک برنامه حرکتی عمومی برای یک طبقه از حرکات وجود دارد که مهارت حرکتی مورد نظر در آن طبقه قرار دارد. عضلات به عنوان پارامتری از برنامه حرکتی هستند بنابراین برنامه حرکتی، عضله مشخصی را برای اجرای مهارت حرکتی انتخاب نمی‌کند. بر اساس این ویژگی برنامه حرکتی عمومی، هنگامی که مهارت با عضله مشخصی یادگرفته می‌شود، برنامه حرکتی که آن مهارت را کنترل می‌کند، نیز یادگرفته می‌شود و اکنون برای استفاده در تولید مهارت با اندام دیگر در دسترس است(۲۴, ۲۵). در نتیجه برنامه حرکتی که در اثر تمرین با دست‌ها در مغز ایجاد می‌شود، به پاها نیز منتقل شده و پاها نیز توانایی‌شان در این تکلیف بالا می‌رود و همین‌طور برعکس این عمل نیز صادق می‌باشد. علاوه بر این مطالعات نشان داده است که دلیل احتمالی دیگری مربوط به انتقال مؤلفه‌های حرکتی تکلیف بین نیمکره‌های مغز است که نشان می‌دهد انتقال دوسویه در مغز صورت می‌گیرد. این تبادل اطلاعات بطور گسترده توسط پل مغزی[1]و جسم پینه‌ای[2]صـورت می‌گیرد و امکان انتقال اطلاعات از نیمکره راست به چپ و برعکس را فراهم می‌کند و در نتیجه باعث می‌شود مؤلفه‌های حرکتی تکلیف به اندام مقابل یا اندام دیگری نیز منتقل شوند(۶, ۲۶). توجیه دیگر برای انتقال، می‌تواند هم ارزی عملکردی باشد. نقش هم‌ارزی عملکردی در انتقال ممکن است پایه‌های قوی در سازماندهی قشر حسی–حرکتی داشته باشد. یکی از مفاهیم هم‌ارزی عملکردی در اجزای آناتومیکی متفاوت بدن انسان ممکن است مربوط به جنبه‌های مختلف انتقال باشد که در قشر انتزاعی و سطوح قشری مغز اتفاق می‌افتد(۲۷). به طور قطع، در مقابل مفاهیم سنتی برای سازماندهی ساختمان جسم از قشر حسی–حرکتی در مغز، به نظر می رسد برای بعضی از تکالیف، تنها قسمت‌های

1 . Pons
2 . Corpus callosum

از قشر برای عملکرد ، فعال می شود(۲۸). اخیرا نظریه های عصبی ، سیستم عصبی را به عنوان یک رشته اعصاب در نظر گرفته‌اند که مشکلات سازگاری حرکتی را توسط سازماندهی مجدد حل می‌کنند تا بتوانند حرکت جدیدی را انجام دهند(۲۹). از این رو به نظر می‌رسد هر دو دلایل عصبی و رفتاری، هم‌ارزی عملکردی را به عنوان پایه‌ای قوی در انتقال می‌دانند حتی زمانی که هم‌ارزی آناتومیکی موجود نباشد(۹). بنابراین زیرسیستم‌های ادراکی مانند بکار بردن نوع عضلات برای حرکت مورد نظر و برنامه حرکتی ایجاد شده برای الگوی حرکتی اندام مورد نظر که فرد برای الگوی تکلیف زمان واکنش در دست استفاده می‌کند، در الگوی تکلیف زمان واکنش پا نیز بکار می‌روند. از این رو می‌توان گفت زمانی که فرد به تمرین تکلیف زمان واکنش با دست می‌پردازد این الگو به پاها انتقال پیدا می‌کند و برعکس. در پژوهش‌های علوم اعصاب نشان داده شد مؤلفه‌های حرکتی مختلف در دو نیمکره‌ی مغزی به صورت اختصاصی پردازش می‌شوند. طبق این نظریه‌ی اختصاصی، نیمکره چپ اصولاً مسئول کنترل زمانی و توالی حرکات (کنترل مسیر حرکت) و تنظیم جنبه‌های پویایی حرکت (کنترل نیرو) است؛ درحالی که جهت‌یابی فضایی و هماهنگی اعمال (کنترل موقعیت نهایی و دقت هدفگیری) در نیمکره‌ی راست پردازش می‌شود و همچنین فرضیه‌ی برتری پویایی کنترل حرکتی بیان می‌کند حرکات ارادی به وسیله‌ی دو سیستم اندام / نیمکره‌ی مغزی ویژه کنترل می‌شوند و هر کدام از نیمکره‌ها ویژگی‌های متفاوتی از اجرای تکلیف را کنترل می‌کنند، که نتایج موجود با این نظریات همراستا می باشند(۳۰). مطالعات انتقال دوسویه اطلاعاتی در مورد فرایندهای سطح بالاتر از کنترل حرکتی انسان ارائه می‌دهد که می‌تواند به طور مستقیم برای بهینه‌سازی فرایندهای یادگیری حرکتی استفاده شود. در تمرین ورزشی، یافته‌های پژوهش‌ها در زمینهٔ انتقال دوسویه می‌تواند برای بهبود تکنیک‌های آموزش و یا برنامه‌های مهارت‌های خاص ورزشی مفید باشد. در زمینهٔ توانبخشی (به عنوان مثال، پس از سکته مغزی)(۱, ۲)، اثرات انتقال دوسویه ممکن است به بهبود یا حفظ توانایی اندام آسیب دیده با استفاده از جلسات تمرینی با دست یا پای سالم کمک کند. پژوهش‌های پیشین انتقال دوسویه به طور مکرر نشان داد که الگوی انتقال دوسویه می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای به صورت متقارن یا نامتقارن بین عضوهای همسان انتقال یابد. این یافته‌ها به وضوح نشان می‌دهد که انتقال در عضوهای غیر همسان نیز اتفاق می‌افتد. زیرا تمرین با دست‌ها موجب بهبودی عملکرد در پاها نیز شد و بالعکس. با توجه به اینکه در زمینه انتقال بین عضوهای ناهمسان پژوهش‌های اندکی انجام گرفته، می‌توان به بررسی این نوع از انتقال دوسویه در دیگر مهارت های ورزشی مثل شوت، پرتاب‌ها پرداخت. بنابراین از موارد کاربرد این پژوهش می‌توان به این نکته اشاره کرد که انجام تمرینات زمان واکنش در یک عضو می تواند منجر به بهبود و کاهش زمان واکنش در عضو دیگر در حتی عضو ناهمسان شود . همچنین در ورزشکاران آسیب دیده نیز می‌تواند به عنوان یک روش توانبخشی در دوران استراحت در نظرگرفته شود.

تقدیر و تشکر

با تشکر از دانشجویان دانشگاه تهران و مسئولین آزمایشگاه رفتار حرکتی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران که در این پژوهش مشارکت داشتند.

References

1. Land WM, Liu B, Cordova A, Fang M, Huang Y, Yao WX. Effects of physical practice and imagery practice on bilateral transfer in learning a sequential tapping task. PloS one. 2016;11(4):e0152228.
2. Lee M, Carroll TJ. Cross Education. Sports Medicine. 2007;37(1):1-14.
3. Sangdel, H., (1993). Physiology Sports. Vol. 1. Tehran, National Olympic Committee of the Islamic Republic of Iran, 55. [Persian]
4. Hoseini M, Sohrabi M. A Study on Bilateral Transfer Symmetry of Cognitive & Motor Components in Soccer Kicking. Journal of Motor Behavior. 2014;6(16):169-80.

5. Doustan, M., Baghernezhad, Z. Evaluation of learning and transfer of complex bimanual task asymmetrical in combination of features of speed, effect of gravity and amplitude of movement. Journal of Sport Management and Motor Behavior, 2020; 16(31): 252-235.

6. Magill RA, Anderson D. Motor learning and control: Concepts and applications: McGraw-Hill New York; 2007.

7. Kohl RM, Roenker DL. Bilateral transfer as a function of mental imagery. Journal of Motor Behavior. 1980;12(3):197-206.
8. Hosseini,. M., Sohrabi,. M., Fooladian,. J. (2014) Investigation of symmetry of two-way transmission of cognitive and motor components in a soccer kick. Motion behavior, 6(16), 169-180. [Persian]
9. Stephen DG, Hajnal A. Transfer of calibration between hand and foot: Functional equivalence and fractal fluctuations. Attention, Perception, & Psychophysics. 2011;73(5):1302-28.
10. Rosenbaum DA. Human motor control: Academic press; 2009.
11. Arzamarski R, Isenhower RW, Kay BA, Turvey M, Michaels CF. Effects of intention and learning on attention to information in dynamic touch. Attention, Perception, & Psychophysics. 2010;72(3):721-35.
12. Hedel H, Biedermann M, Erni T, Dietz V. Obstacle avoidance during human walking: transfer of motor skill from one leg to the other. The Journal of physiology. 2002;543(2):709-17.
13. Kelso J, Zanone P-G. Coordination dynamics of learning and transfer across different effector systems. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2002;28(4):776.
14. Ghaderi,.F.B., Bagherzadeh,.F., (2007). The study of bilateral transfer in basketball dribbling skill from superior hands to non-rectors and vice versa in female students of Tehran University. Movement, 26(26). [Persian]
15. Gholami, A., Farrokhi, A., (2005). Effect of target determination on selective reaction time. olympics, 13(2), 85-93. [Persian]
16. Bagherzadeh, F., Sheikh, M., Tahmasebi Borujeni, Sh., Shahbazi, M.,(2004), A review of two-way transmission of badminton service from superior hands to non-superior hands and vice versa. Movement, (21), 45-50. [Persian]
17. Grouios G. On the reduction of reaction time with mental practice. Journal of Sport Behavior. 1992;15(2):141.
18. Schimidt RA. Motor Learning and Performance from Principles to Practice. Illionis: Human Kineticks Publishers Inc. 1991.

19. Asghari, M.J., Dejhkam, M., Azad Fallah, P., (2009) Compare nerve-psychological functioning (reaction time) of addicts and normal people. Clinical psychology research and counseling, 10(1). [Persian]

20. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. Neuropsychologia. 1971;9(1):97-113.

21. Ando S, Kida N, Oda S. Practice effects on reaction time for peripheral and central visual fields. Perceptual and Motor Skills. 2002;95(3):747-51.

22. Kirsch W, Hoffmann J. Asymmetrical intermanual transfer of learning in a sensorimotor task. Experimental brain research. 2010;202(4):927-34.

23. Kidgell DJ, Frazer AK, Pearce AJ. The Effect of Task Complexity Influencing Bilateral Transfer. International Journal of Exercise Science. 2017;10(8):1174-83.

24. Magill R. Motor learning and control: McGraw-Hill Publishing; 2010.

25. Perez M, Tanaka S, Wise S, Sadato N, Tanabe H, Willingham D, et al. Neural substrates of intermanual transfer of a newly acquired motor skill. Current Biology. 2007;17(21):1896-902.

26. Du Toit P, Kruger P, De Wet K, Van Vuuren B, Joubert A, Lottering M, et al. Transfer effects of eye-hand co-ordination skills from the right to the left cerebral hemispheres in South African schoolboy rugby players: sport. African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance. 2006;12(1):41-9.

27. Fabri M, Polonara G. Role of the corpus callosum in the interhemispheric transfer of. Brain mapping research developments. 2008:73.

28. Sanes JN, Donoghue JP. Plasticity and primary motor cortex. Annual review of neuroscience. 2000;23(1):393-415.

29. Kleim JA, Jones TA, Schallert T. Motor enrichment and the induction of plasticity before or after brain injury. Neurochemical research. 2003;28(11):1757-69.

30. Stöckel T, Wang J. Transfer of short-term motor learning across the lower limbs as a function of task conception and practice order. Brain and cognition. 2011;77(2):271-9.

The Effect of Training Sequence on the Transfer of Learning between Dissimilar Limbs in the Choice Reaction Time Task

Shahzad Tahmasebi Boroujeni [1*], Masoumeh Rahimizadeh [2], Banafshe Ghaheri[3]

Abstract

Purpose and Research field: Investigating bilateral transfer has drawn considerable attention among researchers studying motor control for a long time. However, the fact that bilateral transfer can also be seen in a reaction time task is an issue that has not been addressed. Therefore, the current study aimed to investigate the bilateral transfer in a choice reaction time (CRT) task.

Methodology: The present research was a semi-experimental study with a pretest-posttest design and a control group. Participants were randomly divided into three groups of 15 individuals (training by hands, training by legs, and control groups). Participants in the experimental groups practiced the choice reaction time task in three sessions (during a week), and each session consisted of three blocks of 25 trials. To evaluate CRT, the RT-888 device was used. The Edinburgh questionnaire was also utilized to determine the participants' dominant hands and legs. Data were analyzed using an independent samples t-test and multivariate analysis of variance at a significance level of $p < 0.05$.

Results: The results showed a significant difference between the experimental and the control groups. The groups training with hands (hands P = 0/001, legs P = 0/001) and legs (hands P = 0/001, legs P = 0/005) showed significantly shorter CRTs compared to the control group. Moreover, the CRT significantly decreased in the post-test in both experimental groups.

Conclusion: The effect of practice on reaction time could transfer through limbs, despite their anatomical differences.

Keywords

Reaction time, Bilateral transfer, Dissimilar Limbs.

1 . Associate Professor, Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author: Tel:61118846; Email: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir)

2 . M.A. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.

3 . Ph.D. Department of Behavioral and Cognitive Sciences in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.