برتری جانبی در انتقال نامتقارن قدرت و سرعت در کودکان: با توجه به نقش نیمکره‌های مغزی

بهروز عبدلی[۱]، علیرضا فارسی[۲]، مصطفی تیموری خروی[*]، اتلا شجاع[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: هدف از تحقیق نیمه تجربی حاضر، مقایسه برتری جانبی در انتقال دو سویه قدرت و سرعت در کودکان ۱۱ تا ۱۳ ساله بود.

مواد و روش‌ها: آزمودنی‌ها شامل ۲۸ کودک (۰/۶۲ ± ۱۱/۶ سال) بود که از بین مدارس راهنمایی شهرستان کاشمر، انتخاب شدند و در ۲ گروه ۱۴ نفره قرار گرفتند. یک گروه با دست راست تمرین قدرتی و با دست چپ تمرین سرعتی و گروه دیگر با دست چپ تمرین قدرتی و با دست راست تمرین سرعتی انجام دادند. آزمودنی‌ها به مدت ۴ هفته تمرین کردند که هر هفته شامل ۳ جلسه بود.

یافته‌ها: نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که در میزان انتقال قدرت بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. میزان انتقال قدرت از دست چپ به راست بیشتر از میزان انتقال قدرت از دست راست به چپ بود (P = ۰/۰۲۳). با وجود این، در متغیر سرعت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر و تخصص نیمکره راست در کنترل قدرت، به نظر می‌رسد که میزان انتقال قدرت از دست چپ به راست بیشتر از میزان انتقال از دست راست به چپ می‌باشد.

کلید واژه‌ها: انتقال نامتقارن، برتری جانبی، قدرت، سرعت، نیمکره‌های مغز

ارجاع: عبدلی بهروز، فارسی علیرضا، تیموری خروی مصطفی، شجاع اتلا. **برتری جانبی در انتقال نامتقارن قدرت و سرعت در کودکان: با توجه به نقش نیمکره‌های مغزی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۲؛ ۹ (۲): ۲۷۷-۲۶۶.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۲

مقدمه

از آن‌جا که زندگی همه موجودات، به ویژه انسان به یادگیری وابسته است، انسان باید برخی رفتارهای لازم را یاد بگیرد یا آن‌ها را تغییر دهد. عوامل مختلفی در یادگیری انسان نقشی مؤثر دارند که یکی از مهم‌ترین مباحث در این زمینه انتقال یادگیری است (۱). یکی از موضوعات قابل توجه در مبحث انتقال، انتقال دو سویه (Bilateral transfer) است. به طور نظری، وقتی که انتقال یادگیری به یادگیری یک تکلیف اما با اعضایی دیگر مربوط می‌شود به انتقال دو سویه معروف است (۲) که می‌تواند متقارن یا نامتقارن باشد. هنگامی که مقدار

مقاله حاضر با حمایت مالی دانشگاه شهید بهشتی و از بخش اعتبار پژوهشی جناب آقای دکتر بهروز عبدلی انجام شد.

* کارشناس ارشد، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسؤول)
Email: m.tymuri3@gmail.com

۱- دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- کارشناس ارشد، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

انتقال از عضو راست به چپ یا از چپ به راست برابر باشد، انتقال متقارن است (Symmetry transfer)، اما هنگامی که در اثر تمرین میزان انتقال از یک سمت بدن به سمت دیگر بیشتر باشد، انتقال نامتقارن (Asymmetry transfer) رخ خواهد داد (۳).

در توضیح علت انتقال دو سویه نامتقارن، نظریه‌های متعددی مطرح شده است، اما مشهورترین آن‌ها سرریز شدن حرکتی و برنامه‌ریزی حرکتی است. نظریه سرریز شدن حرکتی متکی بر رویه‌های عصبی و فیزیولوژی عصبی انتقال حرکت است. اگرچه علایم و نشانه‌های حرکتی در مسیرهای هرمی و برون هرمی دگرسو هستند، به عبارت دیگر هر عضو توسط نیمکره مقابل کنترل می‌شود (به نقل از Bennet) (۱)، با این حال به نحو چشمگیری انتقال همسو نیز وجود دارد. نخستین اثر پاسخ حرکتی از قشر حرکتی سمت چپ مغز بر نورون‌های حرکتی کنترل کننده اندام‌های راست بدن است، اما در عین حال علایم سرریز شدن حرکتی همسو نیز وجود دارد که نورون‌های حرکتی نخاع را تحریک کرده و سبب کنترل بخش چپ بدن می‌شود (به نقل از Guyton و Hall) (۱). بررسی‌های کلینیکی تأثیر آسیب موضعی مغز بر اجرای حرکات دست، تفاوت‌هایی را بین سیستم‌های کنترل حرکتی دو نیمکره راست و چپ نشان داده است که این موضوع از روی توانایی‌های باقی‌مانده عضو همسو بعد از آسیب عروق موضعی تخمین زده می‌شود (۴).

علاوه بر این، اطلاعات به دست آمده از تاکی توسکوپ (Tochitoscopic viewing test) نشان می‌دهد که پردازش اطلاعات در دو نیمکره مغز متفاوت است. استفاده از روش‌های دیگر مانند پتانسیل‌های فراخوانده، FMRI (Functional magnetic resonance imaging)، PET (Positron emission tomography)، EEG (Electroencephalography)، آموزش شنود دو گوشی و روش‌های بررسی رفتاری نیز اطلاعات بسیاری را در رابطه با کارکرد متفاوت نیمکره‌ها ارایه می‌دهد؛ به طوری که در حال حاضر می‌توان با قاطعیت اظهار نمود که دو نیمکره مغز سبک‌های کارکردی و شناختی متفاوتی دارند. با وجود یافته‌های یاد شده، در مورد مکانیزم‌های وقوع، زمان شروع و تثبیت آن اتفاق نظر وجود ندارد (۵).

دستاوردهای علوم عصب‌شناختی نشان می‌دهند که دو نیمکره مغز برای پردازش ویژگی‌های خاصی از حرکات متمایز شده‌اند (۶). Robinson و همکاران در مطالعه‌ای برای بررسی تأثیر آسیب عروقی نیمکره راست و چپ روی حداکثر سرعت و درجه قدرت فلکشن انگشت نشان دادند که آسیب‌های نیمکره راست با کاهش قدرت، در حالی که آسیب‌های نیمکره چپ با کاهش سرعت به هنگام اجرای هر یک از تکالیف فلکشن انگشت دست همراه است. بنابراین اعتقاد بر این است که نیمکره چپ برای کنترل حرکات سریع تخصص نسبی دارد؛ در حالی که نیمکره راست اهمیت بیشتری در کنترل حرکات آهسته‌تر مقاومتی دارد (۷)؛ چرا که شواهد موجود از ارتباط مثبت بین سرعت حرکت و فعالیت عصبی در کورتکس حسی- حرکتی سمت مقابل (۹، ۸)، حمایت می‌کند.

بنابراین این سؤال مطرح می‌شود که آیا نیمکره خاصی برای کنترل سرعت حرکات ارادی وجود دارد؟ مدارک موجود از چالاکی دست راست به هنگام اجرای حرکات سرعتی متنوع حمایت می‌کند (۱۰). در تحقیقاتی که داوطلبان راست دست به اجرای فلکشن انگشت با حداکثر سرعت پرداختند، نشان داده شد که در افراد عادی نسبت به افراد دچار آسیب مغزی، دست راست قادر به سرعت حرکت بیشتری نسبت به دست چپ است و در تحقیق دیگر وقتی آزمودنی‌ها دوایر را با هر دو دست می‌کشیدند، دست راست نسبت به دست چپ سریع‌تر بود (به نقل از Rousselle و Swinnen) (۴). این نتایج به برتری نیمکره چپ در کنترل حرکات سریع اشاره دارد که شاید به یک ناحیه ویژه عملکردی، برای طراحی و اجرای حرکات سریع ارادی مربوط می‌شود.

حال می‌توان فرض مطالعه حاضر را در ارتباط با جهت انتقال نامتقارن تدوین کرد. بر اساس شواهد موجود، از آن‌جایی که انتقال نامتقارن به واقع رخ می‌دهد و نیمکره راست حرکات سمت چپ بدن و نیمکره چپ حرکات سمت راست بدن را کنترل می‌کند و در نهایت، تخصص هر نیمکره

www.mui.ac.ir

برای توانایی‌های خاص (برای مثال، نیمکره چپ مغز برای کنترل حرکات سرعتی و نیمکره راست مغز برای کنترل حرکات قدرتی)، محققین در مطالعه حاضر فرض می‌کنند که شاید میزان انتقال سرعت از دست راست به چپ و میزان انتقال قدرت از دست چپ به راست بیشتر خواهد بود.

با وجود این‌که یکی از فرضیه‌های اساسی در زمینه انتقال، بر این فرض استوار است که فرایند انتقال از طریق انتقال مؤلفه‌های حرکتی تکلیف در بین نیمکره‌ها در مغز صورت می‌گیرد (۱۱)، تحقیقی که به بررسی جهت بیشترین انتقال با توجه به نقش و اثر نیمکره‌ها بپردازد، وجود ندارد و اکثر مطالعاتی که در این زمینه انجام شده است جهت انتقال نامتقارن را با توجه به عادت استفاده از دست (دست برتر و غیر برتر) بررسی کرده‌اند و گزارش داده‌اند که جهت انتقال نامتقارن می‌تواند از دست برتر به غیر برتر (۱۲، ۲) و یا از دست غیر برتر به برتر باشد (۱۵-۱۳). به عنوان مثال Ghaderi و همکاران در مهارت دریبل بسکتبال، جهت انتقال دو طرفه را به نسبت بیشتری از دست غیر برتر به دست برتر گزارش کردند (۱۶). بیشتر مطالعاتی که به بررسی جهت انتقال قدرت پرداخته‌اند جهت آن را از دست برتر به غیر برتر گزارش کرده‌اند (۲).

Farthing و همکاران اولین تحقیق را در زمینه تأثیر جهت انتقال روی آموزش انتقال طرفی قدرت انجام دادند (۲). آن‌ها همچون مطالعه حاضر پیش‌بینی کردند که میزان انتقال از دست چپ به دست راست بیشتر خواهد بود، اما دلایل پیش‌بینی آن‌ها متفاوت با تحقیق حاضر بود. آن‌ها بیان کردند که با توجه به این‌که میزان انتقال با افزایش در قدرت عضلات تمرین کرده نسبت به تمرین نکرده متناسب است و از طرفی با توجه به ضعیف‌تر بودن دست چپ نسبت به دست راست، عضلات دست چپ در اثر تمرین قدرتی افزایش بیشتری خواهد داشت و در نتیجه انتقال به دست راست بیشتر خواهد بود (۲)، اما محققین در مطالعه حاضر این فرض را بر این اساس عنوان کردند که میزان انتقال از دست چپ به راست بیشتر خواهد بود؛ چرا که نیمکره راست در کنترل حرکات قدرتی تخصص عمل دارد. در خصوص چگونگی جهت این انتقال دو سویه، در ارتباط با عوامل آمادگی جسمانی (مانند قدرت و سرعت)، هنوز به طور قطع نمی‌توان دلیل محکم و قانع کننده‌ای بیان کرد، اما شواهد نشان می‌دهد که ریشه این موضوع در سیستم اعصاب مرکزی یافت می‌شود؛ یعنی انتقال دو سویه یک مهارت، بین دو نیمکره مغز که اجزای حرکتی یک مهارت را منتقل می‌کند، انجام می‌گیرد (۱).

حال با توجه به این موضوع که هر سمت بدن توسط نیمکره سمت مقابل کنترل می‌شود و از آن‌جایی که هر نیمکره مغز توانایی حرکتی خاصی را کنترل می‌کند، بنابراین بر این اساس سؤالات زیر مطرح خواهند شد. آیا انجام یک دوره تمرین قدرتی در سمت چپ با انتقال بیشتر قدرت به سمت راست همراه خواهد بود؟ آیا انجام یک دوره تمرین سرعتی در سمت راست با انتقال بیشتر سرعت به سمت چپ همراه خواهد بود؟ احتمال می‌رود که نتایج این تحقیق را بتوان برای استفاده در مواردی مانند فیزیوتراپی، بهبود عملکرد در افراد معلول، یادگیری و برنامه‌ریزی جلسات تمرین به کار برد.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق در مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی بود. آزمودنی‌های این تحقیق ۲۸ دانش‌آموز پسر راست دست مقطع دوم راهنمایی با دامنه سنی ۱۱ تا ۱۳ سال [۱۱/۶ = میانگین (سال)، ۰/۶۲ = انحراف استاندارد] بودند که از بین دانش‌آموزان مدارس راهنمایی شهرستان کاشمر به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه تمرینی تقسیم شدند. یک گروه با دست راست تمرین قدرتی و با دست چپ تمرین سرعتی (RSLV یا Right-hand strength left-hand velocity) و گروه دیگر با دست راست تمرین سرعتی و با دست چپ تمرین قدرتی را انجام می‌دادند (Right-hand velocity left-hand strength یا RVLS). معیارهای ورود شامل نداشتن سن پایین‌تر یا بالاتر از محدوده سنی انتخاب شده، عدم وجود پاتولوژی حرکتی در اندام فوقانی و به همراه آوردن برگه رضایت از

طرف والدین به منظور شرکت در تحقیق بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز عدم همکاری نمونه‌ها و ناتوانی در اتمام تکلیف حرکتی و عدم حضور نمونه‌ها در جلسات پژوهش بود.

ابزار اندازه‌گیری

دینامومتر دستی (شکل ۱)، ساخت شرکت ژاپن مدل T.K.K.5710B با دامنه اندازه‌گیری صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم می‌باشد که برای ارزیابی قدرت عضلات فلکسور دست و انگشتان استفاده می‌شود. این ابزار به گونه‌ای طراحی شده است که برای دامنه‌های سنی مختلف قابل تنظیم می‌باشد.

شکل ۱. دینامومتر دستی

آزمون ضربه زدن با دست (Tapping) (شکل ۲) که برای اندازه‌گیری سرعت عضلات مچ و دست استفاده می‌شود. ارزیابی در این ابزار به این گونه است که با شروع کار فرد به مدت ۱۲ ثانیه با سرعت هر چه تمام‌تر به کلید فاصله لپ‌تاپ ضربه می‌زند. تعداد ضربات در این بازه زمانی نشان دهنده میزان عملکرد سرعت مچ و انگشت دست فرد است. علاوه بر این، آزمون مذکور تعیین کننده الگوی برتری جانبی می‌باشد؛ بدین نحو که سرعت حرکتی بالای یک دست نسبت به دست دیگر نشان دهنده برتری نیمکره مخالف آن دست می‌باشد. اعتبار این آزمون ۰/۹۵ و روایی آزمون مذکور ۰/۹ می‌باشد (۱۷).

روش اجرا

ابتدا یک برگه رضایت‌نامه و یک برگه مشخصات فردی در اختیار هر یک از افراد قرار داده شد تا با همکاری والدین در منزل تکمیل گردد. به علت محدودیت در جذب آزمودنی به جای سازماندهی آزمودنی‌ها در ۴ گروه مستقل، در دو گروه به روش همانندسازی متقابل (Counter balance) سازماندهی شدند؛ به این صورت که یک گروه با دست راست تمرین سرعتی و با دست چپ تمرین قدرتی انجام می‌دادند و گروه دیگر با دست راست تمرین قدرتی و با دست چپ تمرین سرعتی انجام دادند. عضلات انتخابی برای تمرین سرعت شامل عضلات مچ و دست و برای تمرین قدرت عضلات گرفتن دست بود. دوره تمرینی شامل ۱۲ جلسه تمرین سرعتی و قدرتی بود که به مدت ۴ هفته هر هفته ۳ جلسه (روزهای زوج) اجرا می‌شد.

شکل ۲. آزمون ضربه زدن با دست

زمان در نظر گرفته شده برای تمرین قدرتی، ۴۰ دقیقه و برای تمرین سرعتی، ۲۰ دقیقه بود. ابتدا در جلسه‌ای که دو روز قبل از شروع دوره تمرینی بود، ارزیابی اولیه به عمل آمد. برای ارزیابی سرعت دست، آزمودنی‌ها پشت لپ‌تاپ قرار می‌گرفتند و انگشت سبابه خود را روی کلید فاصله کیبورد قرار می‌دادند، بعد از شنیدن علامت «رو» از طرف آزمونگر که همراه با شروع کار نرم‌افزار تپینگ بود با سرعت تمام به مدت ۱۲ ثانیه به کلید فاصله کیبورد ضربه می‌زدند و نرم‌افزار تعداد ضربات آن‌ها در این بازه زمانی را به عنوان معیاری برای ارزیابی ثبت می‌کرد. این عمل ۲ بار برای هر دو دست انجام شد و بیشترین مقدار آن به عنوان رکورد آزمودنی در هر کدام از دست‌ها ثبت شد. برای ارزیابی قدرت، آزمونگر دینامومتر دستی را مطابق با دست آزمودنی‌ها تنظیم می‌کرد و آن را

برای ارزیابی بعدی ثبت می‌کرد. سپس آزمودنی دینامومتر را به صورتی در دست می‌گرفت که صفحه شمارشگر آن رو به بیرون بود. در این حالت با حداکثر قدرت با خم کردن انگشتان خود به آن نیرو وارد می‌کرد. این عمل ۲ بار با هر دو دست تکرار شد و بیشترین مقدار آن به عنوان رکورد آزمودنی در هر یک از دست‌ها ثبت شد.

افراد به صورت تصادفی به دو گروه ۱۴ نفره تقسیم شدند. در هر جلسه تمرینی افراد هر دو گروه به اجرای هر دو نوع تمرین قدرتی و سرعتی می‌پرداختند. افراد هر گروه به روش همانندسازی متقابل به اجرای تمرینات می‌پرداختند؛ به این صورت که گروهی که در یک جلسه با دست راست تمرین قدرتی را شروع می‌کرد و در انتها به تمرین سرعتی با دست چپ می‌پرداخت در جلسه بعدی ابتدا تمرین سرعتی را با دست چپ شروع می‌کرد وجلسه تمرینی خود را با تمرین قدرتی با دست راست خاتمه می‌داد. با این روش اثر خستگی و دیگر متغیرهای اثرگذار روی هر دو نوع تمرین قدرتی و سرعتی کنترل شد. تمرین قدرتی در هر جلسه شامل دو نوع، تمرین قدرتی با وزنه‌های آزاد و تمرین با حلقه‌های لاستیکی مخصوص تقویت عضلات گرفتن دست (شکل ۳) می‌شد.

شکل ۳. حلقه‌های لاستیکی تقویت عضلات دست

برنامه تمرین قدرتی با وزنه‌های آزاد با ۱۴ تکرار بیشینه شروع شد و در هفته بعد با ۱۲ تکرار بیشینه ادامه یافت و سپس در دو هفته آخر با ۱۰ تکرار بیشینه خاتمه یافت. این رویکرد به هنگام استفاده از حلقه‌های لاستیکی نیز رعایت شد به این صورت که با افزایش قدرت عضلات گرفتن دست، حلقه‌های قوی‌تر جایگزین حلقه‌های ضعیف‌تر می‌شد و با این رویکرد تا حد ممکن ملاحظات آسیب‌شناختی، به علت دامنه سنی پایین آزمودنی‌ها رعایت شد. برنامه تمرین سرعتی در هر جلسه به این صورت بود که افراد تمرینی شبیه به آزمون ضربه زدن به کلید فاصله صفحه کلید را با انگشت اشاره انجام می‌دادند. برای تمرین، صفحه لپ‌تاپ روی فوم طراحی و کلید فنری همانند کلید فاصله کیبورد شبیه‌سازی شد. هفته آغازین تمرین با ۸ ثانیه زمان برای تمرین در هر ست شروع شد. افراد در این بازه زمانی با شنیدن علامت «رو» به تعداد ممکن به کلید مورد نظر ضربه می‌زدند. هفته دوم با ۱۰ ثانیه و دو هفته آخر با ۱۲ ثانیه تمرین مورد نظر انجام شد. دو روز بعد از آخرین جلسه تمرینی از آزمودنی‌ها ارزیابی ثانویه، همانند ارزیابی اولیه به عمل آمد. برای بررسی میزان انتقال، میزان افزایش قدرت و سرعت در دو دست چپ و راست تمرین نکرده آزمودنی‌ها با هم مقایسه شد.

روش‌های آماری

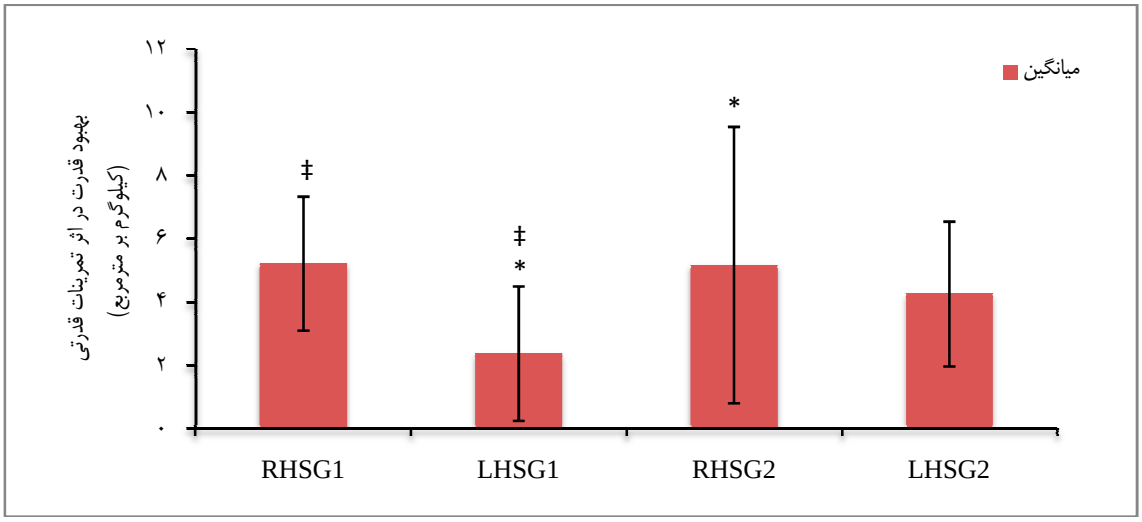
برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. آزمون ANOVA برای بررسی تفاوت‌های گروهی و آزمون تعقیبی Tukey برای بررسی تفاوت‌های بین گروه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. آزمون برابری واریانس‌ها با آزمون Levin مشخص شد و آزمون Shapiro-Wilk برای رعایت نرمال بودن داده‌ها و شرایط آزمون آماری پارامتریک انجام گردید.

یافته‌ها

نتایج مربوط به تأثیر تمرین قدرتی

میانگین و انحراف استاندارد قدرت دست راست و چپ گروه‌ها در نمودار ۱ مشاهده می‌شود.

برای بررسی تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها در دست راست و چپ متغیر قدرت از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. یعنی ۴ فاکتور قدرت دست راست و چپ گروه اول و دست راست و چپ گروه دوم به عنوان متغیرهای وابسته وارد شدند.



نمودار ۱. میزان بهبود قدرت دست گروه‌ها در اثر تمرین قدرتی

قدرت دست راست گروه اول (RHSG1)، قدرت دست چپ گروه اول (LHSG1)، قدرت دست راست گروه دوم (RHSG2)، قدرت دست چپ گروه دوم (RHSG2)
علامت * نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین قدرت دست چپ گروه اول و دست راست گروه دوم (LHSG1 و RHSG2)
علامت ‡ نشان دهنده تفاوت معنی‌داری بین قدرت دست چپ و راست گروه اول (RHSG1 و LHSG1) می‌باشد.

همان طور که نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد، بین گروه‌های تحقیق در زمینه قدرت تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($F_{(۵۰،۳)}$ = ۳/۴۵۲ ،P = ۰/۰۲۳). برای مشخص کردن محل معنی‌داری از آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین قدرت دست گروه اول و دوم وجود دارد. قدرت دست راست گروه دوم که با دست چپ تمرین قدرتی انجام دادند بیشتر از قدرت دست چپ گروه اول بود که با دست راست تمرین قدرتی انجام دادند (P = ۰/۰۳۹) است. همچنین نتایج آزمون تعقیبی بین قدرت دست راست و چپ گروه اول تفاوت معنی‌داری را نشان داد که برتری به نفع قدرت دست راست بود (P = ۰/۰۳۷).

جدول ۱. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه

	جمع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	Sig
تقابل	۸۴/۰۸۲	۳	۲۸/۰۲۷	۳/۴۵۲	۰/۰۲۳
خطا	۴۰۵/۹۵۵	۵۰	۸/۱۱۹		

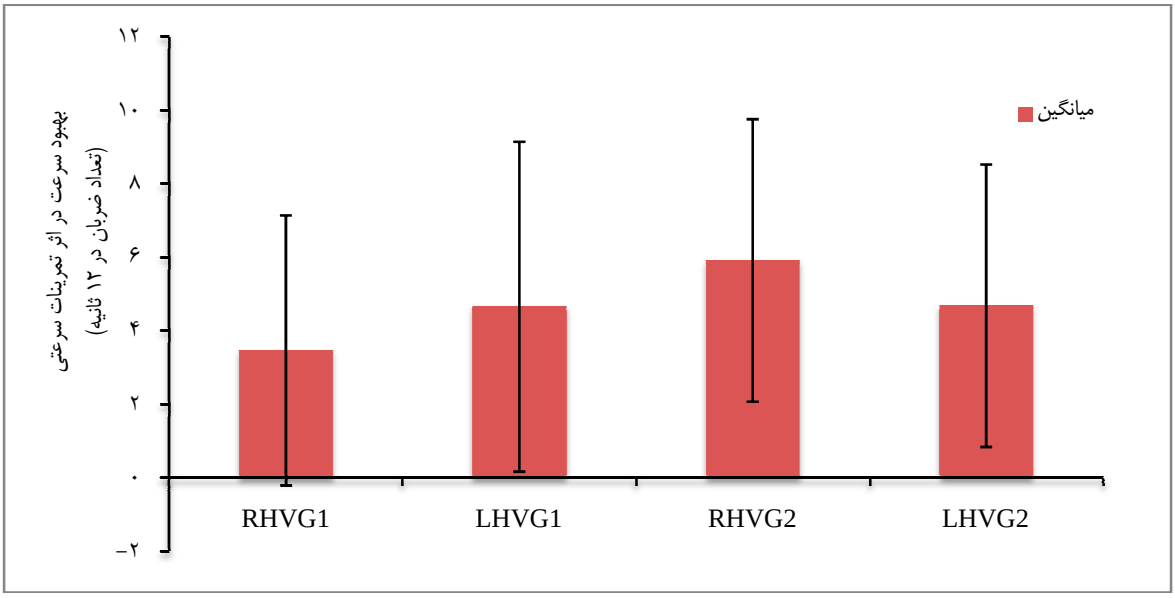
نتایج مربوط به تأثیر تمرین سرعتی

میانگین و انحراف استاندارد قدرت دست راست و چپ گروه‌ها در نمودار ۲ مشاهده می‌شود.

برای بررسی تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها در دست راست و چپ در متغیر سرعت از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. یعنی ۴ فاکتور سرعت دست راست و چپ گروه اول و دست راست و چپ گروه دوم به عنوان متغیرهای وابسته وارد شدند. نتایج آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، نتایج عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها را در متغیر مورد نظر نشان می‌دهد. هر چند نمودار ۲، برتری دست چپ گروه ۲ (گروهی که با دست راست تمرین سرعتی انجام داد) را نسبت به دست راست گروه اول (گروهی که با دست چپ تمرین سرعتی انجام می‌دادند) نشان می‌دهد، اما این تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد.

بحث

با توجه به این‌که توانایی‌های حرکتی مانند سرعت، قدرت، چابکی و ... زیربنای مهارت‌های حرکتی را تشکیل می‌دهند و توجه به این موضوع که هر یک از این توانایی‌ها توسط نیمکره خاصی کنترل می‌شود و هر نیمکره حرکات عضو مقابل را کنترل می‌کند، محققین در مطالعه حاضر، این طور فرض کردند که برتری در جهت انتقال توانایی‌های حرکتی



نمودار ۲. میزان بهبود سرعت دست در گروه‌های تمرینی در اثر تمرین سرعتی

سرعت دست راست گروه اول (RHVG1)، سرعت دست چپ گروه اول (LHVG1)، سرعت دست راست گروه دوم (RHVG2)، سرعت دست چپ گروه دوم (LHVG2)

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه

	جمع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	Sig
تقابل	۳۷/۴۵۱	۳	۱۲/۴۸۴	۰/۷۶۱	۰/۵۲۱
خطا	۸۵۸/۰۰۰	۵۰	۱۶/۴۱۱		

به نیمکره‌ای که برای آن توانایی تخصص عمل یافته، بستگی دارد؛ چرا که عوامل مؤثر در ایجاد انتقال دو طرفه ارتباطات و رابطه‌های بین دو نیمکره مغز می‌باشد که به طور عمده در جسم پینه‌ای قرار دارد و موجب انتقال یادگیری به نیمکره دیگر مغز می‌شود (۱۶). تحقیقات اندکی در خصوص انتقال عوامل آمادگی جسمانی مانند قدرت و سرعت صورت گرفته است. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که با انجام تمرینات ورزشی می‌توان به انتقال عوامل آمادگی جسمانی کمک کرد.

در مورد نقش نیمکره راست در متغیر قدرت، باید توجه داشت که نیمکره راست کمتر در کنترل حرکات سرعتی مهارت دارد و بیشتر در کنترل حرکات با سرعت پایین به کار گرفته می‌شود و فعالیتش با افزایش سرعت حرکت افزایش نمی‌یابد (۱۸). Robinson و همکاران نیز که به بررسی تأثیرات آسیب عروقی نیمکره راست و چپ روی سرعت و قدرت فلکشن انگشتان پرداخته‌اند نیز این طور عنوان می‌کنند که نیمکره راست اهمیت زیادی در کنترل حرکات آهسته‌تر قدرتی دارد (۷). بنابراین با توجه به کنترل جانبی اندام‌ها توسط نیمکره‌ها و برتری نیمکره راست در تنظیم حرکات قدرتی، احتمال وجود برتری در جهت انتقال نامتقارن قدرت از چپ به راست نسبت به انتقال آن از راست به چپ وجود دارد. ریشه انتقال نامتقارن در این متغیر آمادگی جسمانی، در فیزیولوژی نیز یافت می‌شود؛ به طوری که افزایش در قدرت یک عضو یا اعضایی که در تمرین شرکت نکرده‌اند، در نتیجه تمرین گروه عضلات قرینه آن‌ها دیده می‌شود (۱۶).

نتایج تحقیق حاضر در زمینه جهت انتقال نامتقارن قدرت نشان داد که در متغیر قدرت بین تمامی گروه‌های مورد بحث تفاوت معنی‌داری وجود دارد و آزمون تعقیبی نیز تفاوت معنی‌داری را بین میزان افزایش قدرت دست راست گروه ۲ (RHSG2) که با دست چپ تمرین قدرتی انجام دادند و

www.mui.ac.ir

میزان افزایش قدرت دست چپ گروه ۱ که با دست راست (LHSG1) تمرین قدرتی را انجام می‌دادند، نشان داد. همان طور که مشاهده شد، میزان افزایش قدرت دست راست گروه ۲ بیشتر از میزان افزایش قدرت دست چپ گروه ۱ بود. بنابراین بر اساس نتایج برتری انتقال قدرت از طرف چپ بدن به طرف راست بدن تأیید می‌شود. با وجود این‌که تحقیقات زیادی مانند Shima و همکاران (۱۹)، و Jackson و Turner (۲۰) در زمینه انتقال نامتقارن قدرت انجام شده و همه آن‌ها انتقال قدرت را تأیید می‌کنند و همچنین مطالعاتی وجود دارد که تخصص عمل یافتگی نیمکره چپ را برای حرکات سرعتی و نیمکره راست را برای حرکات قدرتی نشان می‌دهند، اما مطالعه‌ای در زمینه بررسی جهت انتقال عوامل آمادگی جسمانی مانند سرعت و قدرت با توجه به نقش و اثر نیمکره‌های مغزی، در دست نیست. با این حال چندین مطاله در زمینه جهت انتقال با توجه به شروع تمرین با دست برتر و غیر برتر انجام شده است و برخی جهت انتقال را از دست برتر به غیر برتر (۲۱، ۱۲، ۲) و برخی دیگر جهت انتقال را از دست غیر برتر به برتر گزارش کرده‌اند (۱۴، ۱۳). به عنوان مثال Farthing و همکاران (۲)، Criscimagna-Hemminger و همکاران (۲۱) و همچنین Teixeira و Caminha (۳) جهت انتقال قدرت را از دست برتر به غیر برتر گزارش کردند. آن‌ها بیان کردند که تمرین با دست برتر که در این تحقیق دست راست بود، می‌تواند اطلاعات را در نیمکره چپ به صورتی نمایش دهد که برای هر دو دست چپ و راست استفاده شود. در مقابل به نظر می‌رسد که یادگیری با دست غیر برتر بر اجزایی در نیمکره غیر برتر تکیه دارد که تنها در حرکات همان دست استفاده می‌شود (۲۱). بنابراین نتایج مطالعه آن‌ها با فرض ما همخوانی ندارد.

Ghaderi و همکاران در مهارت دریبل بسکتبال، جهت انتقال دو طرفه را به نسبت بیشتری از دست غیر برتر به دست برتر گزارش کردند (۱۶). همچنین نتایج مطالعه Haaland و Hoff نشان داد که تمرین با پای غیر برتر افزایش معنی‌داری را در اجرای مهارت‌های حرکتی هر دو طرف بدن ایجاد می‌کند (۱۴). Senff و Weigelt نیز در تحقیقی که آزمودنی‌های آن کودکان ۱۱ تا ۱۴ سال بودند، از آزمودنی‌ها خواستند که سکه‌ها را با عضوی از یک طرف بدن روی اهدافی در سمت مقابل میز قرار دهند. بچه‌هایی که این عمل را ابتدا با دست غیر برتر شروع کردند، بعد از آن اجرای بهتری با هر دو دست داشتند (۱۵).

در مطالعه Stockel و Weigelt که شامل دو گروه آزمودنی بود، هر دو گروه حرکت پرتاب کردن را انجام می‌دادند. گروه اول حرکت پرتابی را در مهارت بسکتبال انجام می‌دادند که نیاز به اطلاعات فضایی و زمانی داشت و بنابراین بر دقت تأکید می‌کرد و گروه دوم حرکت پرتابی را در مهارت هندبال انجام می‌دادند که تأکید بر سرعت رهایی بود. نتایج نشان داد که تمرین با دست غیر برتر برای اکتساب پرتاب در بسکتبال که بر دقت تأکید دارد، مناسب است و تمرین با دست برتر برای اکتساب پرتاب در هندبال که پرتابی قدرتی است، مناسب است (۶). بنابراین Stockel و Weigelt این مفهوم را بر حسب برتری جانبی مغز و برنامه‌های تمرینی دو سویه قابل بحث می‌دانند (۶). در همین راستا Birbaumer (۲۲) و Serrien و همکاران (۲۳) این موضوع را به وسیله انتقال اجزای حرکتی یک مهارت خاص توضیح می‌دهند، در این مورد انتقال قوی‌تر اجزای یک مهارت فضایی- بصری از دست غیر برتر به برتر وجود دارد. این مفهوم از یافته‌های جدید در تحقیقات علوم اعصاب، مبنی بر پردازش‌های تخصصی اجزای حرکتی متمایز در دو نیمکره مغز، حمایت می‌کند.

در زمینه سرعت، مطالعات زیادی در زمینه نقش کنترلی نیمکره چپ برای کنترل سرعت وجود دارد که مهارت بالای دست راست را به هنگام اجرای مهارت‌های حرکتی سریع تکرار شونده نشان می‌دهد. مثال‌هایی از این مهارت‌های حرکتی نامتقارن اندام‌های انتهایی بدن، حرکات پی در پی انگشتان و سرعت ضربه زدن با یک انگشت است (به نقل از Edwards و Todor) (۴). این شواهد از برتری نیمکره چپ در کنترل حرکات سرعتی حمایت می‌کند. در زمینه جهت انتقال نامتقارن سرعت، نتایج تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌ها در متغیر مورد نظر نشان نداد. با این وجود نمودار ۲ میزان افزایش بیشتر سرعت دست چپ

www.mui.ac.ir

گروه ۲ را که با دست راست تمرین سرعتی (LHVG2) انجام می‌دادند نسبت به میزان افزایش سرعت دست راست گروه ۱ که با دست چپ تمرین سرعتی (RHVG1) انجام می‌دادند را نشان می‌دهد.

در ارتباط با توانایی سرعت، مطالعه‌ای که به بررسی جهت انتقال سرعت بپردازد، انجام نشده است. عدم معنی‌داری در این متغیر را شاید بتوان به برنامه تمرین سرعتی نسبت داد؛ چرا که میزان افزایش سرعت نه تنها بین گروه‌های مورد بحث معنی‌دار نبوده است حتی بین دو دست تمرینی و غیر تمرینی نیز معنی‌دار نیست که این موضوع عدم تأثیرگذاری پروتکل تمرین سرعتی را نشان می‌دهد. برنامه تمرین سرعتی نسبت به قدرتی مدت زمان کمتری را به خود اختصاص می‌داد و افراد در هر جلسه به صورت میانگین ۲۰ دقیقه به تمرین سرعتی می‌پرداختند و بنا به قوی‌تر بودن پیشینه در زمینه این متغیر، بیشتر زمان برنامه تمرین به تمرین قدرتی اختصاص داده شد و به دلیل دامنه سنی پایین آزمودنی‌ها اختصاص زمان بیشتر به تمرین غیر اخلاقی بود.

در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در جهت انتقال قدرت از چپ به راست مشاهده شد، اما در زمینه جهت انتقال سرعت، نتایج تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در توضیح چگونگی جهت انتقال نامتقارن می‌توان عنوان کرد که مکانیسم‌های عصبی مرکزی درگیر با تحریک در بخش‌هایی از کورتکس در طول انقباض‌های ارادی عضو تمرین کرده باعث ایجاد تسهیل در عضو طرف مقابل می‌شوند (۲۴). در حمایت از این مکانیسم‌ها Hortobagyi و همکاران گزارش کردند که انقباض‌های یک طرفه بازو تغییرات پیچیده‌ای را در گذرگاه حرکتی‌ای که بازوی طرف مقابل را کنترل می‌کند به وجود می‌آورد (۲۵). همچنین برخی مطالعات مکانیزم‌های عصبی مسؤول در برتری نیمکره چپ در کنترل حرکات سریع و مکرر دست در افراد راست دست را به فرایندهایی که برنامه‌ریزی سرعت را کنترل می‌کنند، نسبت می‌دهند و ارتباط مثبتی را بین سرعت حرکت و فعالیت عصبی در کورتکس حسی حرکتی سمت مقابل (۲۶، ۹، ۸، ۷) گزارش می‌کنند. از سوی دیگر شواهدی دال بر درگیر شدن هایپرتروفی عضلانی در انتقال متقاطع مشاهده نشده است (۲۰). بنابراین شاید بخش اعظم انتقال از طریق فرایندهای شناختی صورت می‌گیرد.

یک مدل عمومی، از عدم تقارن مغز و تخصص عمل یافتگی نیمکره‌ای پیشنهاد می‌کند که دو نیمکره شاید در اجرای مهارت‌های حرکتی خاصی درگیر هستند، این مفهوم با فرضیه تسلط دینامیکی کنترل حرکتی قابل بررسی است که فرض می‌کند حرکات ارادی به وسیله دو سیستم نیمکره/عضو تخصص عمل یافته کنترل می‌شوند (۲۷). بر این اساس فرض می‌شود، سیستم مغز چپ/ دست راست در کنترل برخی حرکات مانند حرکات پویای تعقیبی و سیستم مغز راست/ دست چپ در کنترل برخی دیگر مانند وضعیت نهایی و دقت یک حرکت بهتر عمل کند (۶).

بر این اساس و با توجه به پیشینه، انجام تمرینات سرعتی با دست راست می‌تواند سبب تقویت این مکانیزم‌ها شود و از آن‌جایی که نتایج مطالعه حاضر در زمینه سرعت معنی‌دار نبود، انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه برای اثبات فرض فوق ضروری به نظر می‌رسد. با این حال و با توجه به نتایج، انجام تمرینات قدرتی با دست چپ شاید بتواند به میزان بیشتری این مکانیزم‌ها و ارتباطات را تقویت کند و منجر به انتقال بیشتری به عضو مقابل شود.

نتیجه‌گیری

در توضیح کاربرد نتایج مطالعه حاضر، از دیدگاه ورزش درمانی می‌توان عنوان کرد، هنگام آسیب‌دیدگی یک اندام یا قسمتی از یک نیمکره مغز، می‌توان با تمرین صحیح، قسمت دیگر آن اندام یا آن قسمت از مغز را فعال ساخت. همچنین باید توجه داشت، ورزشکارانی که بتوانند از هر دو عضو برای اجرای مهارت‌های حرکتی خود استفاده کنند، قادر هستند در اجرای مهارت‌های خود موفق‌تر از دیگران عمل کنند. همچنین با تعیین جهت بیشترین انتقال در مهارت‌های مختلف، به ویژه در مهارت‌هایی که دو عضو قرینه برای کارایی بیشتر به کار می‌روند، می‌توان از طریق تمرین با عضوی که بیشترین انتقال را به عضو دیگر دارد، زمان و انرژی مورد نیاز برای

یادگیری آن مهارت را کاهش داد.

محدودیت‌ها

۱. یکی از محدودیت‌های مهم در این تحقیق، عدم توانایی کنترل انگیزش افراد دو گروه به هنگام تمرین بود.

۲. از آن‌جایی که در تحقیق حاضر میزان افزایش قدرت یا سرعت یک دست (چپ یا راست) در یک گروه با میزان افزایش قدرت یا سرعت دست مخالف (راست یا چپ) در گروه دیگر مقایسه می‌شود، محدودیت دیگر تحقیق، عدم توانایی همگن کردن دست راست با دست چپ یا بر عکس، در افراد دو گروه بود.

پیشنهادها

۱. از آن‌جایی که برای اثبات موضوع مطرح شده به مطالعات بی‌شمار دیگری نیاز است، پیشنهاد می‌شود در مورد سایر متغیرهای توانایی حرکتی نیز مطالعاتی انجام شود.

۲. آزمودنی‌های تحقیق حاضر را تنها پسران تشکیل دادند و با توجه به این‌که ممکن است جنسیت نیز بر توانمندی‌های قدرتی و سرعتی تأثیر بگذارد و همچنین مطالعات تفاوت‌هایی را در عملکردهای دو نیمکره مغزی در دو جنس گزارش کرده‌اند، بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی اثر جنسیت نیز بررسی شود.

۳. در مطالعه حاضر همه افراد راست دست انتخاب شدند و از آزمون برتری دستی Edinburgh استفاده نشد؛ چرا که محققیق میزان افزایش در قدرت و سرعت دست تمرین نکرده راست را با دست تمرین نکرده چپ مقایسه می‌کنند و بر این اساس پیش‌بینی می‌شد که تفاوت در قدرت و سرعت اولیه احتمالی در نتایج تأثیرگذار نباشد، اما به دلیل تفاوت‌های شناختی و ذهنی می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد. با این وجود بهتر است که افراد هر دو گروه نصف راست دست و نصف چپ دست انتخاب شوند که به علت محدودیت آزمودنی چپ دست این اقدام صورت نگرفت و یا به صورت علمی‌تر از آزمون دست Edinburgh استفاده شود، بنابراین از آن‌جایی که در بررسی فرض تحقیق این مطالعه در ابتدای راه هستیم، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات بعدی در این زمینه ملاحظات ذکر شده لحاظ شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر با حمایت مالی دانشگاه شهید بهشتی و از بخش اعتبار پژوهشی جناب آقای دکتر بهروز عبدلی انجام شد. با سپاس از ایشان، از تمامی آزمودنی‌های تحقیق حاضر نیز که با علاقه در تحقیق شرکت کردند و همچنین اولیا و مربیان آن‌ها و همچنین اداره آموزش و پرورش استان خراسان رضوی که نهایت همکاری را در تحقیق حاضر داشتند، کمال سپاسگزاری را داریم.

References

1. Keshavarzi Hr, Farokhi A. The effects of strengthening exercise on dominant and non - dominant leg. Harakat 2006; (27): 129-36. [In Persian].
2. Farthing JP, Chilibeck PD, Binsted G. Cross-education of arm muscular strength is unidirectional in right-handed individuals. Med Sci Sports Exerc 2005; 37(9): 1594-600.
3. Teixeira LA, Caminha LQ. Intermanual transfer of force control is modulated by asymmetry of muscular strength. Exp Brain Res 2003; 149(3): 312-9.
4. Agnew JA, Zeffiro TA, Eden GF. Left hemisphere specialization for the control of voluntary movement rate. Neuroimage 2004; 22(1): 289-303.
5. Jameei SB, Kiani M, Joghataei MT, Hadadian M, Siroos Sh. Comparative assessment of functional cerebral lateralization of mentally retarded children having mental age of 5 to 6 years old with normal ones. Rehabilitation 2003; 3(11): 6-14. [In Persian].
6. 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; 1-20.
7. Robinson LM, Fitts SS, Kraft GH. Laterality of performance in fingertapping rate and grip strength by hemisphere of stroke and gender. Arch Phys Med Rehabil 1990; 71(9): 695-8.
8. Khushu S, Kumaran SS, Tripathi RP, Gupta A, Jain PC, Jain V. Functional magnetic resonance imaging of the primary motor cortex in humans: response to increased functional demands. J Biosci 2001; 26(2): 205-15.

9. Sadato N, Ibanez V, Campbell G, Deiber MP, Le BD, Hallett M. Frequency-dependent changes of regional cerebral blood flow during finger movements: functional MRI compared to PET. J Cereb Blood Flow Metab 1997; 17(6): 670-9.

10. Swinnen SP, Jardin K, Meulenbroek R. Between-limb asynchronies during bimanual coordination: effects of manual dominance and attentional cueing. Neuropsychologia 1996; 34(12): 1203-13.

11. Magill R. Motor Learning and Control: Concepts and Applications. 9th ed. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2007.

12. Kumar S, Mandal MK. Bilateral transfer of skill in left- and right-handers. Laterality 2005; 10(4): 337-44.

13. Weigelt M. Practice Variability effects on Bilateral Transfer for a Novel Ball Bouncing Task [MSc Thesis]. Charlottesville, VA: University of Virginia; 2003.

14. Haaland E, Hoff J. Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. Scand J Med Sci Sports 2003; 13(3): 179-84.

15. Senff O, Weigelt M. Sequential effects after practice with the dominant and non-dominant hand on the acquisition of a sliding task in schoolchildren. Laterality 2011; 16(2): 227-39.

16. Ghaderi FB, Bagherzadeh FA, Aminian Razavi TD, Gholam Alizadeh R. The study of the effect of bilateral transfer between performed versus non-performed hand in basketball dribbling in female students of Tehran University. Harakat 2006; (26): 139-50. [In Persian].

17. Bahrami H, Nejati V, Pouretemad H. A comparative study on the motor speed and lateralization in children and adolescents with developmental stuttering and their normal peers. J Res Rehabil Sci 2012; 8(2): 237-48.

18. Jancke L, Peters M, Schlaug G, Posse S, Steinmetz H, Muller-Gartner H. Differential magnetic resonance signal change in human sensorimotor cortex to finger movements of different rate of the dominant and subdominant hand. Brain Res Cogn Brain Res 1998; 6(4): 279-84.

19. Shima N, Ishida K, Katayama K, Morotome Y, Sato Y, Miyamura M. Cross education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. Eur J Appl Physiol 2002; 86(4): 287-94.

20. Jackson SW, Turner DL. Prolonged muscle vibration reduces maximal voluntary knee extension performance in both the ipsilateral and the contralateral limb in man. Eur J Appl Physiol 2003; 88(4-5): 380-6.

21. Criscimagna-Hemminger SE, Donchin O, Gazzaniga MS, Shadmehr R. Learned dynamics of reaching movements generalize from dominant to nondominant arm. J Neurophysiol 2003; 89(1): 168-76.

22. Birbaumer N. Motor learning: passing a skill from one hand to the other. Curr Biol 2007; 17(23): R1024-R1026.

23. 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.

24. Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis. J Appl Physiol 2004; 96(5): 1861-6.

25. Hortobagyi T, Taylor JL, Petersen NT, Russell G, Gandevia SC. Changes in segmental and motor cortical output with contralateral muscle contractions and altered sensory inputs in humans. J Neurophysiol 2003; 90(4): 2451-9.

26. Blinkenberg M, Bonde C, Holm S, Svarer C, Andersen J, Paulson OB, et al. Rate dependence of regional cerebral activation during performance of a repetitive motor task: a PET study. J Cereb Blood Flow Metab 1996; 16(5): 794-803.

27. Wang J, Sainburg RL. The dominant and nondominant arms are specialized for stabilizing different features of task performance. Exp Brain Res 2007; 178(4): 565-70.

Laterality in asymmetric transfer of strength and velocity in children considering brain hemispheres

Behrouz Abdoli[1], Alireza Farsi[2], Mostafa Teymuri Kheravi*, Otella Shoja[3]

Original Article

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to compare laterality in the asymmetric transfer of strength and velocity in children with 11 to 13 years of age.

Materials and Methods: In this semi-empirical study, 28 students (mean age, 11.6 ± 0.62 years), who were recruited from junior high schools of Kashmar, Iran, were divided into two groups of 14 each. One group practiced strength training with the right hand and speed training with the left hand and in another group the usage of hands were reversed, meaning that strength training was practiced with the left hand and speed training with the right one. Participants had practiced for 3 sessions a week over a 4-week period.

Results: The results of one-way ANOVA showed that there was significant difference in magnitude of strength transfer between the two groups. The magnitude of strength transfer from the left hand to right one was significantly greater than the vise versa (P = 0.029). However in "Velocity" variable, there was no significant difference.

Conclusion: According to results of this study and specialization of right hemisphere in control of strength, it seems that the magnitude of strength transfer from left hand to right hand is greater than the opposite direction.

Keywords: Asymmetric transfer, Laterality, Strength, Velocity, Brain hemispheres

Citation: Abdoli B, Farsi A, Teymuri Kheravi M, Shoja O. **Laterality in asymmetric transfer of strength and velocity in children considering brain hemispheres.** J Res Rehabil Sci 2013; 9(2): 266-77.

Received date: 13/03/2013 Accept date: 23/05/2013

* Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: m.tymuri3@gmail.com
1- Associate Professor, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3- Department of Motor Behavior, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran