

تاثیر یک دوره برنامه تمرینی منتخب تحت شرایط تکلیف دوگانه و منفرد بر انعطاف پذیری شناختی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی

حمیده جهانبخش^۱، مهدی سهرابی^۲، علیرضا صابری کاخکی^۳، عزت خداشناس^۴

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۰۸

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر یک دوره برنامه تمرینی منتخب تحت شرایط تکلیف دوگانه و منفرد بر انعطاف پذیری شناختی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی انجام شد. روش پژوهش، نیمه آزمایشی و از نوع طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون- فالوآپ با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش شامل دانش‌آموزان پسر مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی شهر اهواز بود. از جامعه مذکور، نمونه‌ای به حجم ۳۹ نفر که واجد شرایط ورود به مطالعه بودند، به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شد و پس از انجام آزمون ساخت دنباله به عنوان پیش‌آزمون، به صورت تصادفی به ۳ گروه: تمرین تکلیف دوگانه (۱۳ نفر)، تمرین تکلیف منفرد (۱۳ نفر) و کنترل (۱۳ نفر) تقسیم شدند. سپس دو گروه تجربی، برنامه تمرینی منتخب با شرایط متفاوت را به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای انجام دادند. در انتها از همه افراد با استفاده از آزمون ساخت دنباله پس‌آزمون و دو ماه بعد نیز آزمون فالوآپ به عمل آمد. تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل کوواریانس یکراهه و همچنین آزمون تی وابسته نشان داد که در پس‌آزمون، انعطاف‌پذیری شناختی در گروه تکلیف دوگانه برتر از هر دو گروه تکلیف منفرد و کنترل بود ($P < 0.05$). در آزمون فالوآپ، این برتری تنها نسبت به گروه کنترل باقی ماند. همچنین، گروه تکلیف منفرد در پس‌آزمون تنها از گروه کنترل برتر بود ($P < 0.05$). در مقایسه با رویکردهای تکلیف منفرد، تمرینات مبتنی بر رویکردهای تکلیف دوگانه می‌تواند

۱. دانشجوی گروه دکتری رشد حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲. استاد گروه رفتار حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران (نویسنده مسئول) sohrabi@um.ac.ir

۳. دانشیار گروه رفتار حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۴. استادیار گروه کودکان، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

منجر به بهبود بیشتر انعطاف‌پذیری شناختی کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی شود، لذا بهره‌گیری از این روش در برنامه‌ریزی کلاس‌های فعالیت‌بدنی برای این گروه از کودکان پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: تکلیف دوگانه، تکلیف منفرد، انعطاف‌پذیری شناختی، اختلال هماهنگی رشدی.

مقدمه

اختلال هماهنگی رشدی^۱ با میانگین شیوع ۶٪، یک اختلال حرکتی رایج در بین کودکان سنین مدرسه می‌باشد (فونگ^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). در واقع مشخصه اصلی اختلال هماهنگی رشدی، اختلال در سطح اجرای مهارت‌های حرکتی است که بطور قابل توجهی از سن و توانایی‌های هوشی کودک پایین‌تر است. این اختلال تاثیر منفی بر فعالیت‌های روزانه فرد دارد، به گونه‌ای که اصطلاحاً به این افراد "دست و پا چلفتی"^۳ گفته می‌شود (آکادمی اطفال آمریکا، ۲۰۱۵). کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی طیف گسترده‌ای از مشکلات ادراکی- حرکتی، مشکلات تعادلی و کنترل پاسچر، نقص در پیش‌بینی حرکتی، نقص در پردازش بینایی- فضایی نشان می‌دهند (اسچوت، الرجب و کلوتزیر، ۲۰۱۶). اختلال هماهنگی رشدی یک مشکل منفرد و مجرد نیست که فقط شامل مشکلات حرکتی باشد. مشکلات حرکتی می‌توانند منجر به مشکلات شناختی در این گروه از افراد شود (آسونیتا، کوتزوکی، کورتزیز و چاریتو^۴، ۲۰۱۲). در واقع همزمان با رشد کودکان با اختلال هماهنگی رشدی مشکلاتی در حوزه کارکردهای اجرایی^۵ آنها ظاهر می‌گردد (معمارمقدم، ۱۳۹۵). کارکردهای اجرایی طیف وسیعی از فرآیندها یا مهارت‌های شناختی سطح بالا هستند که شناخت و رفتار هدفمند را هدایت می‌کنند، این کارکردها تحت کنترل داوطلبانه و آگاهانه هستند (لئونارد، برناردی، هیل و هنری^۶، ۲۰۱۵). کارکردهای اجرایی از طریق فرآیندهایی

1. Developmental Coordination Disorder
2. Fong
3. Clumsy
4. American Psychiatric Association
5. Schott, El-Rajab, & Klotzbier
6. Asonitou, Koutsouki, Kourtessis, & Charitou
7. Executive Function
8. Leonard, Bernardi, Hill, & Henry

مانند حافظه فعال، بازداری و انعطاف پذیری در خودتنظیمی و رفتار هدفمند نقش دارد. نقص در این فرآیندها بر توانایی کودک در انتخاب رفتار درست اثر می‌گذارد (زمانی فروشانی، زرگر، و مهرابی‌زاده هنرمند، ۱۳۹۷).

استفاده از کارکردهای اجرایی نیازمند تلاش می‌باشد. در واقع ادامه کار به جای تغییر، تلاش بیشتر به جای مقاومت، عمل کردن خودکار به جای توجه به مرحله بعدی کار آسان‌تر است. نظر کلی بر این است که سه دسته اصلی از کارکردهای اجرایی وجود دارد (گری، ۲۰۱۶). حافظه کاری شامل ذخیره موقت و دستکاری اطلاعات در ذهن فرد است. بازداری یا مهار که شامل کنترل عمل قبل از پاسخ طبیعی است و انعطاف‌پذیری شناختی (تغییر وضعیت، انعطاف‌پذیری ذهنی یا تغییر وضعیت ذهنی که ارتباط نزدیکی با خلاقیت دارند) که اجازه انعطاف در مواجهه با مشکلات بوسیله انطباق و سازگاری با نیازهای مختلف تکلیف را می‌دهد (لئونارد و همکاران، ۲۰۱۵؛ گری، ۲۰۱۶). از این گروه‌ها، کارکردهای اجرایی سطح بالاتر نظیر استدلال، حل مسئله و برنامه‌ریزی ساخته می‌شوند. یکی از مولفه‌های اصلی کارکردهای اجرایی، انعطاف‌پذیری شناختی است که شامل توانایی تغییر توجه بین افکار یا اعمال جایگزین وابسته به تغییرات محیط فرد است که نیازمند خواسته‌ها، قوانین یا اولویت‌های جدید می‌باشد. عدم انجام این فعالیت‌ها، موجب انعطاف‌ناپذیری ذهنی، مداومت در اعمال ناموفق یا نامناسب به علاوه مشکلات در تنظیم خروجی‌های حرکتی می‌شود (گری، ۲۰۱۶). این مولفه در مواجهه با تغییرات محیطی و تولید ایده‌های جدید و مبتکرانه است (ناجیان و نجاتی، ۱۳۹۶). در واقع، انعطاف‌پذیری شناختی توانایی سازگار کردن رفتار و فکر در پاسخ به شرایط محیطی است. این توانایی رابطه بسیار نزدیکی با شناخت و روابط بین فردی دارد (زمانی فروشانی و همکاران، ۱۳۹۷).

نتایج مطالعات مروروی حاکی از وجود مشکلات واضح در کارکردهای اجرایی از جمله برنامه‌ریزی؛ بازداری پاسخ، حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی می‌باشد. قابل ذکر است که میزان اختلال کارکردهای اجرایی در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی نسبت به کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی نقص توجه بیشتر است (ویلسون^۲ و همکاران، ۲۰۱۳).

-
1. Gray
 2. Wilson

با توجه به مشکلات بیان‌شده و اهمیت نقش فرآیندهای شناختی در کارکردهای اجرایی، ارائه مداخلات موثر برای بهبود کارکردهای اجرایی اهمیت ویژه‌ای دارد. رویکردها و مداخلات مختلفی برای بهبود مشکلات شناختی این دسته از کودکان وجود دارد. در این میان فعالیت‌های جسمانی می‌تواند نقش مهمی در بهبود نواقص کودکان مبتلا به اختلال ایفا کند. به عنوان مثال، تسای، وانگ و تسنگ^۱ (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر ۱۰ هفته تمرینات فوتبال بر کارکردهای اجرایی و توجه در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی پرداختند، به این نتیجه رسیدند که آموزش فوتبال منجر به پیشرفت‌های قابل توجهی در کارکرد اجرایی و توجه در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی می‌شود (تسای و همکاران، ۲۰۱۲).

از طرفی اخیراً رویکرد بوم‌شناختی یا رویکرد شناختی- حرکتی روی برنامه‌ریزی و اجرای حرکت و استفاده از مهارت‌های شناختی در مداخلات تاکید می‌کند (ساگدن^۲، ۲۰۰۷). در صورتی که اکثر مقالات موجود در زمینه تاثیر مداخلات مختلف در کودکان با اختلال هماهنگی رشدی، روش تمرینی تک‌بعدی و تکلیف منفرد را مورد بررسی قرار داده‌اند. این در حالی است که در زندگی روزمره، عمده کارها، به صورت تکلیف دوگانه انجام می‌شود (الهنیدی، اسماعیل و ال‌سعید^۳، ۲۰۱۶). در واقع فرد در اکثر موقعیت‌های روزانه در یک شرایط دوگانه قرار دارد. در یک وضعیت تکلیف دوگانه، شخص دو تکلیفی که نیازمند توجه است را همزمان انجام می‌دهد. کودکان در حال رشد می‌توانند توجه خود را بین وظایف بطور نرمال تقسیم کنند به گونه‌ای که هیچ کدام از تکالیف تحت تاثیر قرار نگیرد (الهنیدی و همکاران، ۲۰۱۶)، اما کودکان با اختلال هماهنگی رشدی به دلیل تغییرپذیری زیاد در عملکرد حرکتی، خودکاری کمتری در اجرای تکالیف حرکتی خود نشان می‌دهند که این کاهش خودکاری در تکالیف حرکتی باعث افزایش نیازهای توجهی و به نوبه خود می‌تواند در شرایطی که کودک همزمان دو کار را انجام

-
1. Tsai, Wang, & Tseng
 2. Sugden
 3. Elhinidi, Ismaeel, & El-Saeed
 4. Dual-Task

می دهد، اثر بگذارد. در واقع این کودکان در شرایط دو گانه نسبت به همسالان سالم خود عملکرد ضعیف تری دارند (چرننگ، لیانگ، چن و چن، ۲۰۰۹).

موقعیت تکلیف دو گانه نیاز به انجام همزمان تکالیف پیچیده دارد و با استفاده از روش تکلیف دو گانه که یک تکلیف شناختی را با تکلیف حرکتی ترکیب می کند، بر نقش شناخت و تمرکز تاکید می شود (زیلسترا، افکس، اسکلتون، لاندین آلسون و زیلسترا، ۲۰۰۸). نظریه های اخیر تکلیف دو گانه پیشنهاد می کنند که حل تداخل بین تکالیف تحت شرایط دو گانه، نیازمند کارکردهای اجرایی است، به گونه ای که ترتیب پردازش تکالیف را برنامه ریزی کند، پردازش تکالیف را متوقف کند و دوباره آغاز کند و بین جریان های پردازش تکالیف جابجا شود. در این راستا مطالعات نشان داده اند که مداخلات با تمرین های شناختی و حرکتی در یک دوره کوتاه باعث بهبود کارکردهای اجرایی می شود (تسای و همکاران، ۲۰۰۹). در واقع مداخلات تکلیف دو گانه می تواند عملکرد شناختی را نیز بهبود بخشد (الهنیدی و همکاران، ۲۰۱۶). به عنوان مثال فرناندز، روچا، سانتوز و تاوارس^۳ (۲۰۱۵)، در تحقیق خود نشان دادند که تمرین تکلیف دو گانه در مقایسه با تمرین تکلیف منفرد برای کنترل تعادل و کارکردهای اجرایی مزایایی بهتری به همراه دارد.

کارکردهای اجرایی با طیفی وسیعی از فعالیت های زندگی روزمره مرتبط است، بطوری که در افراد با توانایی کارکرد اجرایی بالا، احتمالاً سلامت جسمی و روانی بهتر، تحصیلات بالاتر، درآمد بیشتر، ارتباطات بیشتر، اجتماعی تر بودن و لذت بیشتر از زندگی دیده می شود. لذا، اهمیت کارکرد اجرایی با تمام حوزه های زندگی به ویژه در سنین کودکی، جایی که کارکرد اجرایی پیش بینی کننده موفقیت در زندگی آینده است، مرتبط می باشد (گری، ۲۰۱۶). با توجه به این مطالب، ارزیابی و توسعه مداخلاتی که نقص کارکردهای اجرایی را در اوایل زندگی هدف قرار داده و برای جلوگیری از مشکلات طولانی مدت کاربرد دارند، حیاتی است. با وجود ضعف ها و کاستی هایی که در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی وجود داد، تحقیقات نشان داده اند که می توان با انتخاب و استفاده مناسب از مداخلات در جهت بهبود و درمان این نقص ها تلاش کرد.

1. Cherg, Liang, Chen, & Chen
2. Zijlstra, Ufkes, Skelton, Lundin-Olsson, & Zijlstra
3. Fernandes, Rocha, Santos, & Tavares

از طرفی باتوجه به اهمیت و مزایای تمرین در شرایط تکلیف دوگانه، اکثر مطالعات موجود در زمینه کودکان با اختلال هماهنگی رشدی تنها از روش‌های حرکتی استفاده کرده‌اند و تاکنون به بررسی اثر تمرینات دوگانه حرکتی شناختی روی کارکردهای اجرایی به ویژه انعطاف‌پذیری شناختی این کودکان پرداخته نشده است؛ تحقیق حاضر به دنبال پاسخ به این سوال است که آیا کودکان با اختلال هماهنگی رشدی، پس از شرکت در تمرینات مبتنی بر رویکرد تکلیف دوگانه نسبت به رویکرد تکلیف منفرد، عملکرد شناختی و به ویژه انعطاف‌پذیری شناختی بالاتری خواهند داشت؟

روش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های نیمه‌آزمایشی است و از نوع طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون-فالوآپ با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش را دانش‌آموزان پسر ۹-۷ ساله مقطع ابتدایی شهر اهواز تشکیل دادند. نمونه‌گیری با توجه به ماهیت مطالعه، داوطلبانه بود. در این مطالعه تعیین حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار پ‌اس^۱ انجام گرفت که حجم کل نمونه با استفاده از این نرم‌افزار و با در نظر گرفتن توان آماری ۰/۸۰ و سطح معناداری ۰/۰۵ (دو دامنه)؛ ۳۹ نفر برآورد شد. در این پژوهش معیارهای ورود شامل موارد زیر بود: (۱) تشخیص رسمی با اختلال هماهنگی رشدی براساس معیارهای دستورالعمل آماری و تشخیصی اختلالات روانی نسخه پنجم^۲ (اسمیت‌انگلسمن، شوماخر، دل‌باستیتا، هوسکنز و گیوز، ۲۰۱۵)، (۲) دامنه سنی بین ۷ تا ۹ سال، (۳) بهره هوشی نرمال و متوسط. همچنین معیارهای خروج عبارت بودند از: (۱) تشخیص رسمی اختلالات اوتیسم، بیش‌فعالی - کم‌توجه، اختلالات عصب‌شناختی و فیزیکی، (۲) دریافت هرگونه مداخله فیزیکی یا کاردرمانی، (۳) عدم مشارکت منظم در جلسات تمرینی.

بعد از اطمینان از معیارهای ورود به تحقیق و تایید پزشک متخصص، تعداد ۳۹ کودک پسر با اختلال هماهنگی رشدی به صورت تصادفی در ۳ گروه: ۱- تمرین تعادلی تکلیف منفرد ۲- تمرین تعادلی تکلیف دوگانه و ۳- کنترل بدون هرگونه مداخله، تقسیم شدند. روش مطالعه و مداخله پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاقی پژوهش‌های زیستی دانشگاه

1. PASS

2. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition

3. Smits-Engelsman, Schoemaker, Delabastita, Hoskens, & Geuze

فردوسی مشهد تایید شد (IR.MUM.FUM.REC.1397.12). همچنین قبل از غربالگری و جمع آوری اطلاعات، روند مطالعه برای هر شرکت کننده و والدین توضیح داده شد و فرم رضایتنامه برای شرکت در مطالعه توسط والدین تکمیل شد.

نسخه اصلاح شده پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی فرم والدین^۱: این پرسشنامه ابزاری رایج جهت تشخیص کودکان ۵ تا ۱۵ ساله دچار اختلال هماهنگی رشدی است. طبق راهنمای نمره گذاری این آزمون کودکان ۵ سال تا ۷ سال و ۱۱ ماه نمره بین ۱۵ تا ۴۶ و کودکان ۸ ساله تا ۹ سال و ۱۱ ماه اگر نمره بین ۱۵ تا ۵۵ کسب کنند به عنوان مشکوک به داشتن اختلال هماهنگی رشدی قابل شناسایی هستند. ویلسون و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای بیان کرد که حساسیت این پرسشنامه در تشخیص درست وجود اختلال معادل ۰/۸۵/۶ و دقت در تشخیص درست عدم وجود اختلال معادل ۰/۷۰/۸ می باشد (ویلسون و همکاران، ۲۰۰۹). این پرسشنامه در داخل کشور نیز توسط صالحی، افسرده بخشایش، موحدی، و قاسمی (۱۳۹۰) اعتباریابی شد و ضریب آلفای کرونباخ آن تا ۰/۸۵ و همچنین ضریب پایایی آن ۰/۸۳ گزارش شده است و توسط سایر محققین نیز بکار گرفته شده است (جهانبازی، صائمی، شتاب‌بوشهری و دوستان، ۱۳۹۷). در مطالعه حاضر، از این پرسشنامه برای شناسایی کودکان مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی استفاده شد.

آزمون بروینکس اوزرتسکی^۲: این آزمون یک مجموعه آزمون هنجار مرجع است که عملکرد حرکتی کودکان ۴/۵ تا ۱۴/۵ سال را ارزیابی می کند. مجموعه کامل این آزمون از هشت خرده آزمون تشکیل شده است که تبحر حرکتی یا اختلالات حرکتی درشت و ظریف را ارزیابی می کند. روایی این آزمون ۰/۸۴ گزارش شده است (بروینکس^۳، ۲۰۰۵). در مطالعه حاضر از این آزمون جهت بررسی عملکرد حرکتی و غربال کودکان مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی استفاده شد.

آزمون ماتریس‌های پیشرونده رنگی ریون^۴: آزمون ماتریس‌های پیشرونده رنگی ریون، جهت ارزیابی هوش عمومی کودکان مورد استفاده قرار می گیرد. این آزمون، یک آزمون غیر کلامی برای کودکان ۴ تا ۹ ساله می باشد که توانایی فرد در حل مسئله بدون تکیه بر

1. DCDQ'07
2. Bruininks-Oseretsky test
3. Bruininks
4. Raven's Coloured Progressive Matrices test

اطلاعات قبلی را ارزیابی می‌کند. در این تست، کودک باید قطعات مفقود شده در یک مجموعه از اشکال را انتخاب کند. این آزمون با آزمون استنفورد بینه و وکسلر بین ۴۰ تا ۷۴ درصد و قابلیت اعتبار آن در سنین بالاتر ۷۰ درصد تا ۹۰ درصد گزارش شده است (عابدی، ملک‌پور، مولوی، و امیری، ۲۰۰۷). در مطالعه حاضر، از این آزمون برای بررسی و انتخاب کودکان با سطح هوش نرمال استفاده شد.

آزمون ساخت دنباله^۱: در این پژوهش به منظور سنجش انعطاف‌پذیری شناختی، از آزمون ساخت دنباله استفاده شد. این آزمون قلم-کاغذی دارای دو قسمت است. در قسمت اول از فرد خواسته می‌شود به صورت صعودی یک سری اعداد را که به طور تصادفی در صفحه نوشته شده است، از کوچک به بزرگ به هم وصل کند. در قسمت دوم از فرد خواسته می‌شود که با حداکثر سرعت ممکن، اعداد و حروف را به صورت صعودی و متناوب به هم وصل کند. به طور مثال عدد ۱ را به الف و عدد ۲ را به ب و وصل نماید. تفاوت مدت زمان لازم برای تکمیل مرحله اول و دوم به عنوان شاخص کارایی فرد در آزمون و میزان انعطاف‌پذیری شناختی فرد در نظر گرفته می‌شود. روایی ملاکی و پایایی این آزمون در پژوهش‌های صورت گرفته مطلوب گزارش شده است (زمانی فروشانی، ۱۳۹۷).

در این مطالعه، پس از هماهنگی با مدارس، از معلمان خواسته شد که کودکان ۷ تا ۹ ساله مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی را معرفی کنند، سپس از والدین کودکان مشکوک خواسته شد نسخه اصلاح شده پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی فرم والدین را پر کنند. براساس امتیاز کودک در نسخه اصلاح شده پرسشنامه اختلال هماهنگی رشدی فرم والدین، کودکان مشکوک به اختلال هماهنگی رشدی مشخص شدند (معیار B). سپس دو نفر متخصص به صورت فردی کودکان را با استفاده از آزمون حرکتی بروینکس-اوزرتسکی در یک اتاق آرام ارزیابی کردند و کودکانی که نمره زیر یک انحراف استاندارد (۰/۱۶) را کسب کردند (معیار A)، برای بررسی معیارهای خروج به پزشک و روانپزشک متخصص ارجاع داده شدند. همچنین IQ کودکان بررسی شد و کودکانی که در سطح نرمال بودند (IQ بالاتر از ۷۰)، برای ادامه فرآیند تحقیق در نظر گرفته شدند. بعد از اطمینان

1. Abedi, Malekpour, Moulavi, & Amiri
2. Trail Making Test

از معیارهای ورود به تحقیق، تعداد ۳۹ کودک پسر با اختلال هماهنگی رشدی به صورت تصادفی در ۳ گروه: ۱- تمرین تحت شرایط تکلیف منفرد ۲- تمرین تحت شرایط تکلیف دوگانه و ۳- کنترل بدون هرگونه مداخله، تقسیم شدند.

سپس گروه‌های تجربی به مدت هشت هفته (۲۴ جلسه) در برنامه تمرینات منتخب که به صورت سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای در هفته انجام می‌شد، شرکت کرد. در این مدت گروه کنترل برنامه تمرینی ورزشی هدف‌داری را دنبال نمی‌کرد. مداخله تمرینی شامل مجموعه‌ای از تمرینات بدنی بود که با هدف بهبود تعادل و کارکردهای اجرایی به صورت پیشرونده طراحی شد. برنامه تمرینی مطابق با پیشنهادات در رویکرد تکلیف محور با تاکید بر تقویت مهارت‌های تعادلی و ابتدا در بافت بسته و همراه با سپری شدن جلسات تمرین، حرکت به سمت پیچیده‌تر شدن و محیط باز و همچنین مطابق با طبقه‌بندی تکالیف حرکتی جنتایل^۱ (۱۹۸۷) طراحی شد (مگیل^۲، ۲۰۱۱). تمرینات تعادلی به شکل تکلیف منفرد و تکلیف دوگانه، در سالن ورزشی و زیر نظر یک مربی متخصص و دو کارشناس ارشد تربیت بدنی به عنوان کمک مربی برگزار شد. جهت افزایش تمایل و انگیزه کودکان برای تمرین، فعالیت‌های حرکتی، چالش برانگیز اما لذت‌بخش انتخاب شدند. فعالیت‌ها شامل مقدار زیادی تکرار بودند. برنامه تمرینی شامل گرم کردن (۱۰ دقیقه)، تمرین‌های اصلی تعادلی (۳۰ دقیقه) و سرد کردن (۵ دقیقه) بود. برنامه تمرینی گروه تکلیف منفرد شامل حفظ تعادل روی یک پا، حفظ تعادل حین راه رفتن و زیر مجموعه تمرینات مرتبط با تقویت تعادل در حین ایستادن و راه رفتن بود. نحوه انتخاب تمرینات به گونه‌ای بود که بتوان در خانه و مدرسه بدون نیاز به امکانات و تجهیزات خاصی انجام داد. تکالیف حرکتی گروه تکلیف دوگانه مشابه گروه تکلیف منفرد بود با این تفاوت که شرکت‌کنندگان در گروه تکلیف دوگانه تحت تمرینات حرکتی - شناختی دوگانه قرار گرفتند و یک سری تکالیف شناختی، را همزمان با تکالیف تعادلی حرکتی اولیه اجرا کردند، درحالی‌که گروه تکلیف منفرد فقط تمرینات تعادلی را انجام دادند. تکالیف شناختی شامل تکالیفی مانند شمارش اعداد، بخاطر سپردن مجموعه‌ای از اعداد یا حروف، شرح تصاویر، نامگذاری‌های مختلف و تکالیف تشخیص دیداری بود که به شکل ساده تا پیچیده و براساس برنامه تمرین شناختی

1. Gentile
2. Magill

سیلسوپادول، سیو، شاموی کوک و ولوکات^۱ (۲۰۰۶) و پلام^۲ و همکاران (۲۰۱۲) تعدیل و طراحی شد.

از تمام شرکت کنندگان هر سه گروه قبل از شروع مداخله تمرینی، بلافاصله بعد از پایان دوره مداخله تمرینی و دو ماه بعد از پس‌آزمون به عنوان اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون، پس‌آزمون و فالوآپ، آزمون ساخت دنباله گرفته شد. در نهایت داده‌های مربوط به هر سه گروه توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل گردید. از آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه، آزمون تی وابسته و نیز آزمون پیگردی بونفرونی برای بررسی اثربخشی مداخلات تمرینی استفاده شد.

نتایج

جدول شماره ۱، میانگین و انحراف معیار برخی از متغیرهای فردی شرکت کنندگان در گروه‌های آزمایشی و عدم وجود تفاوت معنادار بین افراد در ابتدای تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی شرکت کنندگان

ویژگی‌های فردی	گروه‌ها (میانگین \pm انحراف معیار)		
	تکلیف دوگانه	تکلیف منفرد	کنترل
سن (سال)	۸/۵۹ \pm ۰/۸۲	۸/۶۱ \pm ۰/۸۳	۸/۴۱ \pm ۰/۸۶
قد (سانتیمتر)	۱۲۹/۵۳ \pm ۴/۸۴	۱۲۹/۴۶ \pm ۳/۵۰	۱۲۸/۷۶ \pm ۳/۱۹
وزن (کیلوگرم)	۲۷/۶۹ \pm ۶/۱۴	۲۷/۳۸ \pm ۴/۲۹	۲۶/۹۲ \pm ۳/۸۱
طول پا	۶۶/۷۶ \pm ۲/۷۷	۶۶/۶۹ \pm ۲/۳۲	۶۶/۰۷ \pm ۱/۷۵
BMI	۱۶/۴۰ \pm ۳/۰۱	۱۶/۲۹ \pm ۲/۱۶	۱۶/۱۷ \pm ۱/۶۹
IQ	۹۰/۹۲ \pm ۱۱/۴۵	۸۹/۳۰ \pm ۶/۰۱	۸۴/۴۶ \pm ۸/۵۵
DCDQ	۴۴/۹۲ \pm ۵/۰۲	۴۲/۶۱ \pm ۴/۲۹	۴۳/۵۳ \pm ۴/۳۳
Oseretsky (درصد)	6.00 \pm 3.62	۷/۰۰ \pm ۳/۶۰	۵/۹۲ \pm ۳/۸۶
تعداد (نفر)	۱۳	۱۳	۱۳
جنسیت	مرد	مرد	مرد

*در سطح $p \leq 0/05$ معنادار است.

1. Silsupadol, Siu, Shumway-Cook, & Woollacott
2. Plummer

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار گروه‌های آزمایشی در مراحل مختلف

مولفه	گروه‌ها	مراحل آزمایش (زمان ثانیه))			سطح معناداری	
		پیش آزمون	پس آزمون	فالوآپ	پیش تا پس آزمون	پیش تا فالوآپ
تکلیف دو گانه	تکلیف منفرد	±۲/۲۶	±۳/۴۱	±۳/۴۹	*۰/۰۰۰۱	*۰/۰۰۰۹
		۱۰۲/۸۴	۹۳/۲۳	۹۸/۷۷		
انعطاف پذیری شناختی	تکلیف منفرد	±۲/۷۲	±۳/۶۶	±۱/۸۵	*۰/۰۰۰۱	۰/۰۹
		۱۰۱/۶۲	۹۶/۰۸	۱۰۰/۴۶		
کنترل	کنترل	±۲/۶۲	±۲/۸۵	±۳/۳۶	۰/۰۸	۰/۱۰
		۱۰۳/۶۹	۱۰۳/۴۶	۱۰۲/۳۸		

*در سطح $p \leq 0.05$ معنادار است

جدول شماره ۲، میانگین و انحراف معیار گروه‌های آزمایشی در مراحل مختلف تحقیق در متغیر انعطاف پذیری شناختی می‌باشد. با توجه به سطح معناداری در مورد تفاوت‌های درون گروهی گزارش شده در جدول شماره ۲، مشخص شد که انعطاف پذیری شناختی برای هر دو گروه تکلیف دو گانه و منفرد، از پیش آزمون تا پس آزمون بطور معناداری بهبود یافته است، در حالی که در گروه کنترل، تفاوت درون گروهی، معنادار گزارش نشد. همچنین، تفاوت‌های درون گروهی از پیش آزمون تا فالوآپ، تنها در گروه تکلیف دو گانه گزارش شد.

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس یک راهه برای بررسی تأثیر برنامه تمرینی منتخب تحت شرایط تکلیف دو گانه و منفرد بر انعطاف پذیری شناختی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی

مرحله	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	df فرضیه	df خطا	آماره‌ها		
					F	P	اندازه اثر
پس آزمون	اثر پیش آزمون	۵۵/۳۴	۱	۳۵	۵/۳۲	*۰/۰۲۷	۰/۱۳
	اثر گروه	۶۲۳/۷۶	۲	۳۵	۳۳/۱۶	*۰/۰۰۰۱	۰/۶۵
فالوآپ	اثر پیش آزمون	۲۶/۳۰	۱	۳۵	۴/۰۳	۰/۰۵۲	۰/۱۰
	اثر گروه	۱۱۹/۶۵	۲	۳۵	۹/۱۷	*۰/۰۰۱	۰/۳۴

*در سطح $p \leq 0.05$ معنادار است

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس یکراهه روی داده‌های انعطاف پذیری شناختی در مرحله پس آزمون همراه با کنترل داده‌های مربوط به مرحله پیش آزمون به عنوان متغیر همپراش،

نشان داد که اثر اصلی گروه معنادار بود ($F_{(2,35)}=33/16$ ، $P=0/0001$ ، $\eta^2_{\text{partial}}=0/65$). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در پس‌آزمون، برنامه تمرینی تکلیف دوگانه ($93/23 \pm 3/41$) نسبت به برنامه تمرین تکلیف منفرد ($96/08 \pm 3/66$ ؛ $P=0/024$) و گروه کنترل ($103/46 \pm 2/85$ ؛ $P=0/0001$)، بطور معناداری انعطاف‌پذیری شناختی را بهبود داده بود. برنامه تمرینی تکلیف منفرد نیز نسبت به گروه کنترل، انعطاف‌پذیری شناختی را بطور معناداری بهبود داده بود ($P=0/0001$ ؛ جدول شماره ۳).

در مرحله فالوآپ، نتایج آزمون تحلیل کواریانس یکراهه همراه با کنترل داده‌های مربوط به مرحله پیش‌آزمون به عنوان متغیر همپراش، نشان داد که همچنان اثر اصلی گروه معنادار بود ($F_{(2,35)}=9/17$ ، $P=0/001$ ، $\eta^2_{\text{partial}}=0/34$). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد دو گروه آزمایشی تکلیف دوگانه ($98/77 \pm 3/49$) و منفرد ($100/46 \pm 1/85$) مشابه هم عمل کردند ($P=0/14$). گروه تمرین تکلیف دوگانه نسبت به گروه کنترل ($3/36 \pm 3/38$ ؛ $P=0/0001$) انعطاف‌پذیری شناختی بالاتری را نشان داد، به هر حال، بین برنامه تمرینی تکلیف منفرد و گروه کنترل تفاوت معناداری یافت نشد ($P=0/12$ ؛ جدول شماره ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثربخشی تمرینات منتخب در بهبود انعطاف‌پذیری شناختی کودکان دارای اختلال هماهنگی رشدی بود. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد بین گروه‌های تجربی و کنترل در انعطاف‌پذیری شناختی تفاوت معناداری وجود دارد. در واقع نتایج نشان داد که برنامه تمرینی منتخب در هر دو شرایط تکلیف منفرد و دوگانه موجب بهبود انعطاف‌پذیری شناختی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی شد. بطور کلی نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات تسای و همکاران (۲۰۰۹)، تسای و همکاران (۲۰۱۲)، و مرادی و شایان‌نوش‌آبادی (۱۳۹۷) که اشاره داشتند مداخلات حرکتی موجب بهبود کارکردهای اجرایی در کودکان اختلال هماهنگی رشدی می‌شود، همراستاست. مداخله تمرینی شامل مجموعه‌ای از تمرینات بدنی بود که با هدف بهبود تعادل و کارکردهای اجرایی به صورت پیش‌رونده و مطابق با پیشنهادات در رویکرد تکلیف‌محور، ابتدا در بافت بسته و همراه با سپری شدن جلسات تمرین، حرکت به سمت پیچیده‌تر شدن و محیط باز و

همچنین مطابق با طبقه‌بندی تکالیف حرکتی جنتایل (۱۹۸۷) (مگیل، ۲۰۱۱)، طراحی شد. در نتیجه همراه با پیشرفت سطح مهارت کودک و جلسات، تمرینات از شکل ساده تبدیل به پیچیده شد. تغییرات ناشی از فعالیت بدنی را می‌توان به عنوان یک مکانیسم احتمالی برای تغییر در این مولفه عنوان کرد. تحقیقات نشان داده‌اند که پس از انجام فعالیت‌های جسمانی، افزایش قابل توجهی در حجم ماده خاکستری و سفید مغز در کر تکس پیش‌قدمی و گیجگاهی اتفاق می‌افتد که موجب انعطاف‌پذیری عصبی در مغز می‌گردد. لذا می‌توان نتیجه گرفت، انجام فعالیت‌های جسمانی فرآیندهای مرتبط با انعطاف‌پذیری عصبی را تسهیل کرده و از این طریق توانمندی فردی را برای پاسخ‌گویی به خواسته‌های جدید و تطابق رفتاری افزایش می‌دهد (ناجیان و نجاتی، ۱۳۹۶).

مطالعات صورت گرفته پیرامون عصب‌شناسی فعالیت حرکتی، حاکی از این است که حرکت و ورزش بر روی رشد سلول‌های مغز اثر می‌گذارد و با تأثیر بر روند نرون‌زایی، موجب تحریک و تغییرات ساختاری و کارکردی مستقل در سیستم عصبی می‌گردند. این تغییرات شامل آزادسازی عوامل رشدی مانند عامل عصب‌زای برخاسته از مغز^۱ و به دنبال آن بهبود یادگیری و حافظه می‌شود. علاوه بر این فعالیت‌های جسمانی، منجر به افزایش میزان انتقال‌دهنده‌های عصبی از جمله سرتونین، نورآدرنالین و استیل‌کولین می‌شود که این عوامل نقش مهمی در انعطاف‌پذیری مغز و کارکردهای شناختی بازی می‌کند (ناجیان و نجاتی، ۱۳۹۶).

نتیجه دیگر پژوهش حاکی از این بود که بین دو گروه تمرینی تکلیف دو گانه و تکلیف منفرد، در انعطاف‌پذیری شناختی در پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود داشت. در واقع طبق یافته‌ها، برنامه تمرینی تکلیف دو گانه با تمرکز بر تکالیف تعادلی و شناختی، انعطاف‌پذیری شناختی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی را بطور موثرتری بهبود بخشید. این نتایج با نتایج تحقیقات فالبو، کوندلو، کاپرانیکا و پسه^۲ (۲۰۱۶)، فرناندز و همکاران (۲۰۱۵) که نشان دادند تمرین تکلیف دو گانه در مقایسه با تمرین تکلیف منفرد برای کارکردهای اجرایی مزایایی بهتری به همراه دارد، همراستاست. چندین توضیح برای یافته‌ها و نتایج مطالعه حاضر وجود دارد. نخست اینکه از لحاظ نظری، حل تداخل بین تکالیف تحت شرایط دو گانه،

1. BDNF

2. Falbo, Condello, Capranica, Forte, & Pesce

نیازمند کارکردهای اجرایی است به گونه‌ای که کارکردهای اجرایی، ترتیب پردازش تکلیف را برنامه‌ریزی کند، پردازش تکلیف را متوقف کند و دوباره آغاز کند و بین جریان‌های پردازش تکلیف جابجا شود. در واقع تکلیف دوگانه نسبت به تکلیف منفرد به پردازش‌های عصبی اضافی در مناطق قشری مغز متکی است. به نظر می‌رسد تداخل بین پردازش تکلیف، علت اصلی نیاز به کارکردهای اجرایی در تکلیف دوگانه می‌باشد. از آنجایی که کارکردهای اجرایی در تکلیف دوگانه نسبت به تکلیف منفرد بیشتر درگیر هستند، آنها باید منجر به افزایش فعالیت عصبی شوند.

نتایج مطالعات حاکی از ارتباط کارکردهای اجرایی با قشر پیش حرکتی می‌باشد. از طرفی به وضوح نشان داده شده است که قشر پیش حرکتی تحت تاثیر مداخلات شناختی و حرکتی می‌تواند بهبود یابد که این خاصیت شکل‌پذیری قشر پیش حرکتی و ارتباطش با کارکردهای اجرایی می‌تواند توجیه‌کننده اثر مثبت تمرینات منتخب تحت شرایط تکلیف دوگانه نسبت به تکلیف منفرد بر انعطاف‌پذیری شناختی باشد. در واقع این نوع مداخلات می‌تواند عملکرد شناختی را بهبود بخشد (فراسر^۱ و همکاران، ۲۰۱۷).

گزارش‌ها حاکی از این است که در هر دو گروه بزرگسالان و سالمندان، افراد در موقعیت‌های تکلیف دوگانه، در برخی پردازش‌های اجرائی (طرح‌ریزی، بازداری و تغییرپذیری) درگیر می‌شوند. تحقیقات گسترده‌ای بر رابطه بین این پردازش‌های اجرائی با قشر پیش‌پیشانی تاکید دارند. این مطالعات همچنین نشان داده‌اند که عملکرد شناختی این بخش از مغز می‌تواند به وسیله مداخلات تمرینی شناختی/حرکتی بهبود یابد. تحقیقات همچنین نشان داده‌اند که افراد برای کنترل تکلیف دوگانه تعادل و راه رفتن، می‌بایست در فرآیندهای کارکردهای اجرائی درگیر شوند (فراسر و همکاران، ۲۰۱۷). در واقع تکلیف شناختی مانند فعالیت حرکتی می‌تواند عملکرد مغز را نیز تحت تاثیر قرار دهد و منجر به فعال‌سازی اصلاح شده مناطق لیمبیک و پیش‌آهیانه ای مغز شود (ناجیان و نجاتی، ۱۳۹۶) و در نتیجه می‌تواند منجر به بهبود برخی از شاخص‌های شناختی نظیر حافظه کاری، توجه و کارکردهای اجرایی گردد (فراسر و همکاران، ۲۰۱۷).

برنامه‌های تمرینی تکلیف دوگانه، مکانیزم‌های کنترلی آگاهانه و استراتژی‌های توجه را هدف قرار می‌دهد و در نتیجه منجر به کاهش کنترل خودکار در طول فعالیت می‌شود.

1. Fraser

کنترل خودکار حرکت، مستلزم درگیری ناحیه حرکتی مکمل است. این ناحیه اطلاعات ورودی فراوانی را از عقده‌های قاعده‌ای دریافت می‌کند. تاثیر برنامه‌ها و مداخلات تکلیف دو گانه ممکن است به کارآمدی توجه در تولید شکل‌پذیری عصبی در قشر حرکتی و قشر حسی حرکتی اولیه و به دنبال آن حافظه حرکتی بیانجامد (الهنیدی و همکاران، ۲۰۱۶).

در نهایت می‌توان بیان نمود که مداخله تمرینی به روش تکلیف دو گانه بر انعطاف‌پذیری شناختی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی اثر مثبتی داشته است. از طرفی با توجه به اهمیت و نقش کارکردهای اجرایی در موفقیت‌های تحصیلی و فعالیت‌های روزمره و همچنین در کنترل رفتارهای نامناسب، انتخاب و استفاده مناسب از این مداخلات در جهت بهبود و درمان این نقص می‌تواند موثر باشد. همچنین از آنجایی که در فعالیت‌های روزانه، حتی برای کودکان موقعیت‌های چندگانه زیادی وجود دارد، این یافته پیامدهای بالینی مهمی دارد و پیشنهاد می‌شود که برنامه تمرینی تحت شرایط تکلیف دو گانه برای این جمعیت طراحی گردد.

می‌توان گفت مطالعه حاضر یک مطالعه نوآورانه است، زیرا جز اولین مطالعاتی است که اثر تمرینات منتخب تحت شرایط تکلیف دو گانه را بر انعطاف‌پذیری شناختی کودکان با اختلال هماهنگی رشدی بررسی می‌کند. با این وجود چندین محدودیت وجود دارد: نخست اینکه تعداد کم نمونه در هر گروه می‌تواند نتایج مطالعه به خصوص آزمون‌های آماری انجام شده و تعمیم یافته‌ها را محدود کند. در نتیجه مطالعات بیشتری با تعداد نمونه بالاتر برای تایید یافته‌های مطالعه حاضر و مشخص شدن تفاوت واقعی بین دو روش تمرینی، لازم می‌باشد. یکی دیگر از محدودیت‌های مطالعه حاضر، طول مدت مداخله می‌باشد که احتمالاً کوتاه بوده و در نتیجه مداخلات طولانی‌تر و بلند مدت تری برای روش شدن اثرات روش تمرینی دو گانه نیاز است. همچنین با اینکه برنامه‌های تمرینی براساس مرتبط‌ترین مطالعات طراحی شد (سیلسوپادول و همکاران، ۲۰۰۶؛ پلامر و همکاران، ۲۰۱۲) پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای انجام شود که در آن برنامه گروه تکلیف منفرد شامل تمرین شناختی قبل و یا بعد از تمرینات تعادلی باشد. از آنجایی که مطالعات گذشته نشان داده‌اند که روش تمرینی تکلیف دو گانه تحت تاثیر سن است و در بزرگسالان اثرات بیشتری دارد (اسوان، اتانی، لوبرت، شفرت و دونیر^۱، ۲۰۰۴) انجام مطالعه‌ای با هدف مقایسه اثربخشی این روش

1. Swan, Otani, Loubert, Sheffert, & Dunbar

تمرینی در بزرگسالان و کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی پیشنهاد می‌شود. در پایان پیشنهاد می‌شود تاثیر مداخلات تکلیف دوگانه بر سایر کارکردهای اجرایی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از رساله دکترای نویسنده اول و به راهنمایی نویسنده‌های دوم و سوم، مستخرج شده است. محققان از تمامی شرکت کنندگان که صبورانه در مراحل تمرین شرکت کرده، و همچنین خانواده‌های محترم آنها، کمال تقدیر و تشکر را دارند.

منابع

- جهانبازی، ز.، صائمی، ا.، شتاب بوشهری، ن.، دوستان، م. (۱۳۹۷). تأثیر آرایش تمرینی و فراوانی بازخورد بر یادگیری حرکتی کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی. فصلنامه روانشناسی افراد استثنایی، ۸(۳۲)، ۲۰۹-۱۸۱.
- زمانی فروشانی، ن.، زرگر، ی.، مهرابی زاده هنرمند، م. (۱۳۹۷). اثربخشی مداخله شناختی بر بهبود کارکردهای اجرایی و خودتنظیمی کودکان دارای مشکلات رفتاری برونی سازی. مجله تحقیقات نظام سلامت، ۱۴(۴)، ۴۶۵-۴۵۷.
- صالحی، ح.، افسرده بخشایش، ر.، موحدی، ا.، قاسمی، و. (۱۳۹۰). ویژگی‌های روان‌سنجی نسخه فارسی سیاهه اختلال هماهنگی رشد حرکتی در پسران ۶-۱۱ ساله. فصلنامه روانشناسی افراد استثنایی، ۱(۴)، ۱۶۱-۱۳۵.
- مرادی، ه.، شایان نوش آبادی، ا. (۱۳۹۷). تاثیر دو شیوه مختلف سازماندهی تمرین جسمانی بر کارکردهای اجرایی در کودکان مبتلا به اختلال هماهنگی رشدی. شفای خاتم، ۶(۴)، ۴۴-۳۴.
- معمارمقدم، م. (۱۳۹۵). مقایسه تأثیر برنامه تمرینی منتخب و تمرین هوازی بر تبحر حرکتی، کنش‌های اجرایی و غلظت سرمی فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز در کودکان مبتلا به اختلال نارسایی توجه / فزون کنشی. رساله دکترای منتشر نشده، دانشگاه فردوسی مشهد.

ناجیان، ع.، نجاتی، و. (۱۳۹۶). تأثیر توانبخشی شناختی مبتنی بر حرکت بر بهبود توجه پایدار و انعطافپذیری شناختی کودکان مبتال به اختلال نقص توجه و بیش فعالی. فصلنامه علمی- پژوهشی طب توانبخشی. ۶(۴)، ۲۱-۱.

- Abedi, A., Malekpour, M. P., Moulavi, H., & Arizahr Amiri, S. H. (2007). Compare neuropsychological features young children with neuropsychological/development learning disabilities and normal, preschool. *Res Exceptional Children*, 2(10), 38-48.
- American Psychiatry Association (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (fifth edition). Washington DC: American Psychiatry Association (DSM-5).
- Asonitou, K., Koutsouki, D., Kourtessis, T., & Charitou, S. (2012). Motor and cognitive performance differences between children with and without developmental coordination disorder (DCD). *Research in developmental disabilities*, 33(4), 996-1005.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351.
- Bruininks, R. H. (2005). *Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency*: AGS Publishing Circle Pines, MN.
- Chen, Y. Y., Chen, C. H., Wang, C. C., Liaw, L. J., Guo, L. Y., & Wu, W. L. (2012). Comparison of dynamic balance under dual and simple task conditions in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(8), 633-637.
- Cherng, R. J., Liang, L. Y., Chen, Y. J., & Chen, J. Y. (2009). The effects of a motor and a cognitive concurrent task on walking in children with developmental coordination disorder. *Gait & Posture*, 29(2), 204-207.
- Elhinidi, E. I. M., Ismaeel, M. M. I., & El-Saeed, T. M. (2016). Effect of dual-task training on postural stability in children with infantile hemiparesis. *Journal of physical therapy science*, 28(3), 875-880.
- Falbo, S., Condello, G., Capranica, L., Forte, R., & Pesce, C. (2016). Effects of physical-cognitive dual task training on executive function and gait performance in older adults: a randomized controlled trial. *BioMed research international*, 2016. doi.org/10.1155/2016/5812092.
- Fernandes, Á., Rocha, N., Santos, R., & Tavares, J. M. R. (2015). Effects of dual-task training on balance and executive functions in Parkinson's disease: A pilot study. *Somatosensory & motor research*, 32(2), 122-127.
- Fong, S. S., Guo, X., Cheng, Y. T., Liu, K. P., Tsang, W. W., Yam, T. T., ... & Macfarlane, D. J. (2016). A novel balance training program for children with developmental coordination disorder: a randomized controlled trial. *Medicine*, 95(16).
- Fraser, S. A., Li, K. Z. H., Berryman, N., Desjardins-Crépeau, L., Lussier, M., Vadaga, K., ... & Bherer, L. (2017). Does combined physical and cognitive training improve dual-task balance and gait outcomes in sedentary older adults?. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 688.

- Gray, S. I. (2016). Developing and evaluating the feasibility of an active training game for smart-phones as a tool for promoting executive function in children. *Unpublished doctoral dissertation*, The University of Edinburgh.
- Leonard, H. C., Bernardi, M., Hill, E. L., & Henry, L. A. (2015). Executive functioning, motor difficulties, and developmental coordination disorder. *Developmental neuropsychology*, 40(4), 201-215.
- Magill, R. A., & Anderson, D. I. (2007). *Motor learning and control: Concepts and applications* (Vol. 11). New York: McGraw-Hill.
- Plummer-D'Amato, P., Cohen, Z., Daege, N. A., Lawson, S. E., Lizotte, M. R., & Padilla, A. (2012). Effects of once weekly dual-task training in older adults: A pilot randomized controlled trial. *Geriatrics & gerontology international*, 12(4), 622-629.
- Schott, N., El-Rajab, I., & Klotzbier, T. (2016). Cognitive-motor interference during fine and gross motor tasks in children with Developmental Coordination Disorder (DCD). *Research in developmental disabilities*, 57, 136-148.
- Silsupadol, P., Siu, K. C., Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2006). Training of balance under single-and dual-task conditions in older adults with balance impairment. *Physical therapy*, 86(2), 269-281.
- Smits-Engelsman, B., Schoemaker, M., Delabastita, T., Hoskens, J., & Geuze, R. (2015). Diagnostic criteria for DCD: Past and future. *Human movement science*, 42, 293-306.
- Sugden, D. (2007). Current approaches to intervention in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(6), 467-471.
- Swan, L., Otani, H., Loubert, P. V., Sheffert, S. M., & Dunbar, G. L. (2004). Improving balance by performing a secondary cognitive task. *British Journal of Psychology*, 95(1), 31-40.
- Szameitat, A. J., Schubert, T., Müller, K., & Von Cramon, D. Y. (2002). Localization of executive functions in dual-task performance with fMRI. *Journal of cognitive neuroscience*, 14(8), 1184-1199.
- Tsai, C. L. (2009). The effectiveness of exercise intervention on inhibitory control in children with developmental coordination disorder: Using a visuospatial attention paradigm as a model. *Research in Developmental Disabilities*, 30(6), 1268-1280.
- Tsai, C. L., Wang, C. H., & Tseng, Y. T. (2012). Effects of exercise intervention on event-related potential and task performance indices of attention networks in children with developmental coordination disorder. *Brain and cognition*, 79(1), 12-22.
- Wilson, B. N., Crawford, S. G., Green, D., Roberts, G., Aylott, A., & Kaplan, B. J. (2009). Psychometric properties of the revised developmental coordination disorder questionnaire. *Physical & occupational therapy in pediatrics*, 29(2), 182-202.
- Wilson, P. H., Ruddock, S., Smits-Engelsman, B. O. U. W. I. E. N., Polatajko, H., & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in

- developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(3), 217-228.
- Zijlstra, A., Ufkes, T., Skelton, D. A., Lundin-Olsson, L., & Zijlstra, W. (2008). Do dual tasks have an added value over single tasks for balance assessment in fall prevention programs? A mini-review. *Gerontology*, 54(1), 40-49.