

تأثیر تمرین پر خطا و کم خطا بر یادگیری و انتقال مهارت پرتاب دارت نوجوانان دختر کم توان ذهنی

امین قمری^۱، جعفر محمدی^۲، مرضیه محمدی^۳

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد*

۲. دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

۳. کارشناس ارشد دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۰۴

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر دو برنامه تمرینی کم خطا و پر خطا بر مهارت پرتاب دارت در نوجوانان دختر دارای ناتوانی‌های ذهنی می‌باشد. بدین منظور، ۲۴ آزمودنی به صورت نمونه‌گیری دردسترس انتخاب گردیده و براساس نمرات پیش‌آزمون به دو گروه تقسیم شدند. میانگین ۱۰ اجرا به‌عنوان پیش‌آزمون، یک هفته قبل از مرحله اکتساب از تمام آزمودنی‌ها در فاصله ۳/۵ متر گرفته شد. گروه کم خطا مرحله اکتساب را در چهار فاصله مختلف از کمترین به سمت بیشترین فاصله و گروه پر خطا به صورت معکوس تمرین کردند. آزمون یادداری و انتقال دوگانه، ۴۸ ساعت بعد از مرحله اکتساب انجام شد. نتایج مربوط به خطای متغیر و مطلق با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری و آزمون t مستقل محاسبه شد. یافته‌ها نشان داد که در مرحله اکتساب (P=0.001) و یادداری (P=0.002)، تفاوت معناداری در خطای متغیر بین دو گروه وجود دارد. همچنین مشخص شد که در آزمون انتقال دوگانه، هم خطای مطلق (P=0.025) و هم خطای متغیر (P=0.001) در گروه کم خطا به طور معناداری کمتر از گروه پر خطا می‌باشد. به طور کلی براساس نتایج پژوهش، به‌ویژه آزمون انتقال دوگانه به‌عنوان یک معیار معتبرتر، برنامه‌های تمرینی که خطاها را محدود می‌کنند سودمند بوده و پیشنهاد می‌شود که از این رویکرد جهت بهبود دقت، ثبات و همسانی اجرا در افراد دارای اختلال ذهنی استفاده شود.

واژگان کلیدی: کم توان ذهنی، کم خطا، پر خطا، انتقال دوگانه

مقدمه

از جمله اهداف پژوهش‌های علمی، کمک به افراد دارای مشکلات شناختی و حرکتی مانند افراد با ناتوانی‌های ذهنی، افراد با مشکلات فلج مغزی، سندروم داون و دیگر اختلالات جسمی و ذهنی است تا با طرح محیط‌های مناسب و متفاوت برای این جامعه از افراد، مهارت‌های حرکتی آن‌ها را توسعه و بهبود بخشند. یکی از اختلالات رایج در کودکان، ناتوانی ذهنی^۱ است که به‌عنوان ناکارآمدی ذهنی، عدم رشد ذهنی یا ناتوانی در یادگیری توصیف شده است (۱). افراد دارای ناتوانی‌های ذهنی مشکلاتی در ارتباط با پردازش اطلاعات پیچیده و یادگیری مهارت‌های جدید دارند (۲). پژوهش‌ها نشان داده است که این افراد از لحاظ رشدی و اجرای مهارت‌های حرکتی در مقایسه با افراد عادی محدودیت‌های جدی دارند (۳،۴). با این وجود، پژوهشگران نشان داده‌اند که افراد با اختلالات حرکتی و شناختی می‌توانند از یادگیری بدون خطا برای بهبود سطح مهارت‌های حرکتی سود ببرند (۵،۶).

براساس پژوهش‌های گذشته (۷،۸)، یادگیری ضمنی و ایجاد دانش رویه‌ای^۳ زیربنای استفاده از طرح یادگیری بدون خطا در افراد دارای ناتوانی‌های ذهنی می‌باشد. طبق نظریه^۴ بازگماری^۴ مسترز^۵ و مکسول^۶ (۲۰۰۸)، محدود کردن محیط برای به حداقل رساندن خطا باعث یادگیری ضمنی مهارت، بدون نیاز به راهبردهای حرکتی دیگر جهت تصحیح خطا می‌شود و مستقل از حافظه کاری است (۹). این موضوع از دیدگاه تکاملی ربر^۷ (۱۹۹۲) در رابطه با فرایندهای ضمنی سرچشمه می‌گیرد. وی استدلال کرد که فرایندهای ضمنی به‌خاطر قدمت تکاملی‌شان، قدرت بیشتری نسبت به فرایندهای آشکار (که از نظر تکاملی جدیدتر هستند) دارند؛ بنابراین، کمتر تحت تأثیر اختلال سن و هوش قرار می‌گیرند و تغییرپذیری بین فردی کمتری دارند (۱۰)؛ لذا، احتمالاً افراد ناتوان ذهنی می‌توانند بدون درگیری فرایندهای شناختی پیچیده برای کسب مهارت، از طرح یادگیری بدون خطا سود ببرند. دیدگاه‌های سنتی رویکرد متفاوتی در ارتباط با خطاهای یادگیری حرکتی دارند. طبق نظریه^۸ حلقه بسته آدامز^۸ (۱۹۷۱)، وقتی یک خطا ایجاد می‌شود، بازخورد حاصل از آن با بازخورد ناشی از حرکت صحیح تفاوت دارد؛ بنابراین می‌تواند باعث افزایش قدرت رد ادراکی^۸ ناصحیح گردد. با وجود این، هرگونه تفاوت بین رد ادراکی گذشته و بازخورد ناشی از حرکت،

-
1. Intellectual disability
 2. Errorless learning
 3. Procedural knowledge
 4. Investment theory
 5. Masters
 6. Maxwell
 7. Reber
 8. Adams

نشان‌دهنده وجود خطا است که این موضوع باعث تقویت فردی می‌شود (۱۱). همچنین براساس نظریه طرح‌واره اشمیت^۱ (۱۹۷۵)، تولید و ایجاد حرکات، چه صحیح و چه اشتباه مفید هستند؛ زیرا طرح‌واره، قانونی است که براساس رابطه میان تمام اجزای ذخیره‌شده (اطلاعاتی درمورد شرایط اولیه، پارامترها، بازخورد افزوده و پیامدهای حسی حرکت) به وجود می‌آید و این رابطه به همان اندازه که درمورد حرکات صحیح صحت دارد، درمورد حرکات اشتباه نیز صادق است (۱۲)؛ از این رو، هر دو نظریه به اهمیت خطاها طی اکتساب مهارت اشاره می‌کنند. براساس این رویکردها و با توجه به لزوم دانش آشکار اولیه، یادگیرنده از نظر شناختی در تدوین، فرمول‌بندی کردن و آزمایش راهبردهای مختلف در آغاز یادگیری درگیر می‌شود (۱۳)؛ بنابراین، به علت شرایط خاص افراد ناتوان ذهنی، در کارایی این رویکردها تردید وجود دارد. بعضی از پژوهشگران معتقد هستند که یادگیری می‌تواند بدون انباشتگی قوانین و دانش آشکار اولیه (که قابل کلامی شدن هستند) رخ دهد (۷، ۸، ۱۴، ۱۵). مسترز (۱۹۹۲) فرض کرد که اگر دانش آشکار بتواند از طریق رویکردهای یادگیری ضمنی به حداقل برسد؛ لذا، اجراکننده با احتمال کمتری تمرکز هوشیارانه در دانش زیربنایی مهارت خواهد داشت. در نتیجه، در ابتدا برای فراهم کردن یادگیری ضمنی در یادگیرندگان و جلوگیری از دخالت مکانیسم‌های اخباری در طول یادگیری حرکتی، باید حافظه حرکتی را با یک تکلیف شناختی درگیر کرد (۱۴). با توجه به محدودیت‌های احتمالی پروتکل‌های تکلیف دوگانه در اکتساب، مکسول و همکاران (۲۰۰۱) یک پروتکل تمرینی دیگر را به نام "یادگیری بدون خطا" پیشنهاد دادند (۸). با وجود این اصطلاح، پولتن و زاخری^۲ (۲۰۰۷) توضیح دادند که یادگیری بدون خطا، اشاره به حداقل کردن خطاها دارد (مخصوصاً در شروع تمرین) نه جلوگیری از ایجاد هرگونه خطا (۱۶). یادگیری کم خطا به عنوان یک راهبرد جدید در برنامه‌های یادگیری حرکتی ضمنی باعث کسب مهارت‌های حرکتی مستقل از سازوکارهای شناختی پیچیده و حافظه کاری^۳ می‌شود (۱۷) که این فرایندها در افراد ناتوان ذهنی دچار نقص هستند (۱۸)؛ از این رو، با توجه به مطالب بالا و اثربخشی برنامه یادگیری بدون خطا در افراد سالم (۷، ۸، ۱۵، ۱۹، ۲۰، ۲۱) و افراد با ناتوانی‌های حرکتی و شناختی خاص از قبیل افراد آلزایمر (۶)، کودکان عادی با طبقه‌بندی سطوح حرکتی (۲۲) و مهارت بنیادی درشت در کودکان ناتوان ذهنی (۵، ۲۳) و نیز معدود بودن مطالعات مربوط به برنامه‌های یادگیری ضمنی، به ویژه یادگیری کم خطا در افراد با ناتوانی‌های ذهنی، این پژوهش به بررسی یادگیری مهارت حرکتی پرتاب دارت با رویکرد بدون خطا در نوجوانان ناتوان ذهنی پرداخته

-
1. Schmidt
 2. Poolton & Zachry
 3. Working memory

است. کارآمدی برنامه یادگیری کم خطا در داخل کشور، طی پژوهشی توسط حسن بارانی و همکاران (۲۴) بررسی شده است که یافته‌های آن‌ها نشان داد بزرگسالان گروه کم خطا، هم از لحاظ الگوی حرکت و هم از لحاظ دقت پرتاب در یک تکلیف پژوهشگر ساخته، بهتر از گروه پرخطا عمل کردند. اهمیت پژوهش حاضر، شناسایی نیازمندی‌های افراد کم توان ذهنی، بهره‌مندی آنان از کارآمدترین شیوه‌های یادگیری و تعیین شیوه مطلوب در یادگیری مهارت‌های حرکتی، ارتقای میزان یادگیری و خدمت به جامعه افراد کم توان ذهنی است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است. تعداد شرکت‌کنندگان در هر گروه با در نظر گرفتن مقادیر $\alpha=0.05$ و $\beta=0.1$ با انحراف معیار $4/5$ و حداقل اختلاف میانگین $5/5$ و نیز براساس فرمول
$$n = \frac{2(z\alpha + z1 - \beta)^2 S^2 P}{(\mu1 - \mu2)^2}$$
 تعیین حجم نمونه برای دو گروه مستقل، تعداد ۱۱ نفر محاسبه شد که به دلیل احتمال افت آزمودنی، تعداد نمونه در هر گروه ۱۲ نفر در نظر گرفته شد (۲۵)؛ بنابراین، ۲۴ دختر دارای ناتوانی ذهنی با دامنه سنی ۱۶ تا ۱۷ سال در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها براساس نمره‌های پیش‌آزمون (پس از مرتب‌کردن داده‌ها از بیشترین به کمترین مقدار به ترتیب زوج و فرد و به صورت تناوبی) به دو گروه تمرینی کم خطا و پرخطا با تعداد ۱۲ نفر تقسیم شدند. این افراد، آموزش پذیر بوده و بهره هوشی آن‌ها در دامنه ۶۰ تا ۷۵ قرار می‌گرفت. تمام آزمودنی‌ها راست دست بوه و مشکل جسمانی خاصی نداشتند. همچنین، با مهارت به کاررفته در این پژوهش آشنا نبودند.

تکلیف مورد نظر در این پژوهش، پرتاب دارت به مرکز دایره‌ای به قطر یک متر بود. از آنجایی که قد شرکت‌کنندگان در دامنه ۱۵۵ تا ۱۶۳ بود؛ لذا جهت تعدیل و سازگاری تکلیف با شرکت‌کننده، فاصله دارت از سطح زمین ۱۶۰ سانتی‌متر قرار داده شد. سپس، از شرکت‌کنندگان خواسته شد به اهداف مشخصی با فاصله‌های معین توسط پیکانک‌های دارت ضربه بزنند و دستورالعمل اضافی دیگری به آن‌ها داده نشد. در نهایت، هر آزمودنی ۱۵۰ کوشش (۱۲۰ کوشش در مرحله اکتساب و ۱۰ کوشش برای هریک از مراحل پیش‌آزمون، یادداری و انتقال دوگانه) انجام دادند.

یک هفته قبل از شروع تمرین، از آزمودنی‌های دو گروه پیش‌آزمون گرفته شد. هدف از این پیش‌آزمون، بررسی تفاوت اجرا در ابتدای پژوهش بود. آزمودنی‌ها باید در فاصله $3/5$ متر از صفحه دارت قرار می‌گرفتند و از این فاصله به سمت هدف توسط پیکانک ضربه می‌زد. میانگین ۱۰ اجرا برای هر فرد به عنوان پیش‌آزمون در نظر گرفته می‌شد.

سپس، پژوهش شامل مراحل اکتساب و یادداری همراه با انتقال تکلیف دوگانه بود. در مرحله اکتساب از آزمودنی‌ها خواسته شد در فواصل مختلف شامل ۱/۵، ۲، ۲/۵ و سه متر به اهداف ضربه بزنند. هر فاصله شامل ۳۰ کوشش بود که این کوشش‌ها در گروه کم خطا از کم‌ترین فاصله شروع شده و به تدریج، فواصل بیشتر می‌گردید (از ۱/۵ متر به سه متر). در صورتی که گروه پر خطا، تکلیف را از بیشترین فاصله به سمت کمترین فاصله (از سه متر به ۱/۵ متر) انجام می‌داد. هر فاصله به سه بلوک فرعی ۱۰ کوششی جهت اندازه‌گیری امتیازات و جلوگیری از خستگی آزمودنی‌ها تقسیم می‌شد که زمان استراحت بین بلوک‌های فرعی یک دقیقه بود. پس از ۳۰ کوشش در فاصله تعیین شده، آزمودنی به تمرین فاصله بعدی می‌پرداخت. آزمون یادداری به دلیل این که در یک فاصله نسبتاً سخت‌تر از مراحل اکتساب از هدف (۳/۵ متر) گرفته شد و این فاصله در گروه کم خطا نزدیک به آخرین فاصله تمرین شده بود؛ بنابراین، یادداری در ۴۸ ساعت بعد ارزیابی شد. آزمودنی بعد از انجام سه کوشش به عنوان کوشش‌های گرم کردن مانند پیش‌آزمون، در فاصله ۳/۵ متر از صفحه دارت قرار می‌گرفت و ۱۰ کوشش را اجرا می‌کرد. میانگین ۱۰ کوشش به عنوان یادداری در نظر گرفته می‌شد. آزمون انتقال دوگانه نیز در همان روز، بعد از ۱۰ دقیقه استراحت از یادداری انجام شد. در انتقال دوگانه، فرد در فاصله ۳/۵ متر از هدف، ۱۰ پرتاب اجرا می‌کرد که میانگین این ۱۰ کوشش محاسبه می‌شد. برای آزمون انتقال دوگانه نیز یادگیرنده باید هم‌زمان با اجرای تکلیف اصلی، تعداد صداهایی که از یک گوشی با فرکانس‌های ثابت برای هر دو گروه پخش می‌شد را بشمارد (تکلیف ثانویه). از آنجایی که فواصل مختلف در مرحله اکتساب توسط آزمودنی‌ها تمرین شد؛ لذا جهت درک میزان یادگیری، یک فاصله متفاوت و البته نزدیک به فواصل تمرین شده در مرحله اکتساب؛ یعنی فاصله ۳/۵ متر در آزمون‌ها در نظر گرفته شد که برای هر دو گروه یکسان بود.

دقت اجرا در پیش‌آزمون در طول اکتساب، یادداری و انتقال دوگانه با استفاده از میزان انحراف ضربه از هدف بررسی شد. برای این منظور از خطای مطلق و متغیر استفاده گردید. از آمار توصیفی به منظور طبقه‌بندی و تنظیم داده‌ها، محاسبه شاخص‌های مرکزی، پراکندگی، ترسیم نمودارها و تفکیک گروه‌ها استفاده گردید. در آمار استنباطی از آزمون‌های کلوموگروف اسمیرنوف جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، آزمون لون برای بررسی همگنی واریانس‌ها و از آزمون تی مستقل به منظور مقایسه پیش‌آزمون، یادداری و آزمون انتقال دوگانه استفاده شد. تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری نیز در مراحل اکتساب گروه‌ها به کار رفت. سطح معناداری آماری در تمام آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. اطلاعات جمع‌آوری شده به وسیله نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.

نسخه ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و برای ترسیم نمودار از نرم افزار اکسل استفاده شد.

نتایج

در این مطالعه، ۲۴ دختر دارای ناتوانی ذهنی با دامنه سنی ۱۶ تا ۱۷ سال شرکت داشتند که در دو گروه کم خطا و پرخطا تقسیم شدند؛ لذا، در هر گروه ۱۲ آزمودنی قرار گرفت. جدول ۱ میانگین خطای متغیر و مطلق در پرتاب دارت را برای دو گروه در مراحل مختلف نشان می دهد. در ادامه، به بررسی آمار استنباطی به منظور نشان دادن اختلاف در دو گروه در صورت وجود پرداخته می شود.

جدول ۱- توصیف آماری عملکرد پرتاب در مراحل مختلف در دو گروه کم خطا و پرخطا: خطای مطلق (میانگین خطای شعاعی) و تغییرپذیری (خطای متغیر)

نوع خطا گروه	خطای متغیر		خطای مطلق	
	کم خطا	پرخطا	کم خطا	پرخطا
پیش آزمون	۲۱/۱±۲۸/۸۹	۲۰/۲±۵۰/۰۲	۲۴/۲±۸۵/۲۳	۲۵/۲±۳۳/۴۷
	۵/۳*	۷/۰	۷/۲	۷/۵
بلوک اول	۵/۲±۹۲/۱۰	۱۷/۳±۵۱/۳۲	۱۰/۳±۱۰/۱۱	۲۰/۶±۳۹/۹۴
	۶/۷	۷/۱	۱۰/۴	۱۸/۳
بلوک دوم	۷/۳±۶۸/۰۰	۱۴/۲±۶۵/۹۴	۱۲/۲±۲۸/۹۷	۱۷/۴±۹۸/۴۸
	۱۰/۱	۸/۴	۹/۷	۱۰/۴
بلوک سوم	۸/۲±۳۹/۸۵	۱۲/۲±۹۴/۸۶	۱۴/۳±۳۲/۵۰	۱۵/۳±۱۰/۹۰
	۸/۷	۸/۰	۱۱/۰	۱۴/۰
بلوک چهارم	۱۰/۴±۲۰/۰۰	۱۰/۲±۵۳/۱۴	۱۶/۲±۸۸/۸۶	۱۲/۵±۱۰/۱۵
	۱۳/۵	۱۰/۳	۹/۹	۲۶/۴
یادداری	۱۱/۳±۶۳/۱۵	۱۵/۲±۵۱/۰۸	۱۷/۱±۴۸/۹۴	۱۸/۳±۴۷/۸۶
	۱۱/۶	۶/۶	۶/۵	۱۳/۲
انتقال دو گانه	۱۲/۳±۰۴/۵۱	۱۹/۲±۸۷/۱۶	۱۸/۲±۲۵/۰۲	۲۱/۴±۵۵/۳۰
	۱۳/۱	۷/۴	۷/۰	۱۴/۲

* عدد اول مربوط به میانگین همراه انحراف معیار و عدد دوم دامنه تغییرات است.

در مرحله پیش‌آزمون، نمرات خطای متغیر پرتاب دارت در گروه کم خطا به‌سوی هدف (۲۱/۱±۲۸/۸۹) بالاتر از نمرات خطای متغیر پرتاب دارت در گروه پر خطا (۲۰/۲±۵۰/۰۲) بود. باین‌وجود، آزمون تی مستقل در دو گروه تفاوت معناداری را نشان نداد ($t_{22}=0.974$, $P=0.341$). همچنین، آزمون تی مستقل در نمرات خطای مطلق نیز تفاوت معناداری را بین دو گروه نشان نداد ($t_{22}=0.503$, $P=0.620$). نتایج تحلیل نشان می‌دهد که گروه‌ها در اجرای تکلیف (در ابتدا) یکسان می‌باشند.

در مرحله اکتساب، آزمون کرویت موخلی^۱ در خطای متغیر ($Mauchly's W_5=0.719$, $P=0.234$) و خطای مطلق ($Mauchly's W_5=0.844$, $P=0.169$) معنادار نبود و هم‌خوانی ماتریس کواریانس خطای مربوط به متغیرهای وابسته تبدیل‌شده نرمال با یک ماتریس همانی پذیرفته می‌شود. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری در نمرات خطای متغیر با دو برنامه تمرینی کم خطا و پرخطا و چهار بلوک تمرینی در جدول ۲ نشان داده شده است. این جدول نشان می‌دهد که اثر معناداری در بلوک‌های تمرینی وجود ندارد ($F_{3,66}=1.874$, $P=0.143$)؛ اما تعامل بین بلوک و گروه، تفاوت معناداری را نشان می‌دهد ($F_{3,66}=30.445$, $P=0.001$). این موضوع با توجه به میانگین خطاهای متغیر و شکل ۱ نشان می‌دهد که آزمودنی‌ها در گروه کم خطا با افزایش فاصله از هدف در هر بلوک، خطای متغیر بیشتری را تجربه کرده‌اند. در گروه پرخطا با کاهش فاصله از هدف در بلوک اول به سمت بلوک‌های بعدی، از میزان خطای متغیر کاسته شده است. همچنین، تحلیل‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهند که در مرحله اکتساب، تفاوت معناداری بین دو گروه وجود دارد ($P=0.001$, $F_{1,22}=37.418$). به‌عبارت‌دیگر، در مرحله اکتساب، میانگین خطای متغیر در گروه کم خطا ($۸/۲±۰۶/۳۳$) به‌طور معناداری کمتر از میانگین خطای متغیر در گروه پرخطا ($۱۳/۲±۹۰/۳۵$) می‌باشد.

جدول ۲ نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری با دو برنامه تمرینی کم خطا و پرخطا و چهار بلوک تمرینی را در ارتباط با نمرات خطای مطلق در مرحله اکتساب نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۲ می‌توان دید، اثر معناداری در بلوک وجود ندارد ($F_{3,66}=0.419$, $P=0.740$). باین‌وجود، تعامل بین بلوک و گروه، تفاوت معناداری را نشان می‌دهد ($F_{3,66}=33.916$, $P=0.001$). این موضوع با توجه به میانگین خطای مطلق و شکل ۲ نشان می‌دهد که آزمودنی‌ها در گروه کم خطا با افزایش فاصله از هدف در هر بلوک، خطای مطلق بیشتر و در نتیجه، دقت کمتر داشته‌اند. درحالی‌که گروه پرخطا با کاهش فاصله از هدف در بلوک اول به سمت بلوک‌های بعدی، خطای مطلق کمتر و

در نتیجه، دقت بیشتری داشته‌اند. در حقیقت، این موضوع تعجب‌آور نیست؛ چراکه با تغییر فاصله، میزان دقت تغییر می‌کند. همچنین، تحلیل‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهند که تفاوت معناداری بین دو گروه در مرحله اکتساب مشاهده نمی‌شود ($F_{1,22}=4.120, P=0.055$)؛ بنابراین در مرحله اکتساب، در ارتباط با میانگین دقت در بلوک‌ها، بین دو گروه تفاوتی از لحاظ آماری وجود ندارد. در این مرحله، میانگین خطای مطلق در گروه کم‌خطا ($13/2 \pm 40/25$) کمتر از میانگین خطای مطلق در گروه پرخطا ($16/4 \pm 38/58$) می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تحلیل واریانس گروه‌های تمرینی: خطای مطلق (میانگین خطای شعاعی) و تغییرپذیری (خطای متغیر)

منابع خطا	درجه آزادی	خطای مطلق		خطای متغیر	
		F	سطح معناداری	F	سطح معناداری
جلسات تمرین	۳ و ۶۶	۰/۴۱۹	۰/۷۴۰	۱/۸۷۴	۰/۱۴۳
گروه تمرینی	۱ و ۲۲	۴/۱۲۰	۰/۰۵۵	۳۷/۴۱۸	۰/۰۰۱
مرحله *گروه	۳ و ۶۶	۳۳/۹۱۶	۰/۰۰۱	۳۰/۴۴۵	۰/۰۰۱

در مرحله یادداری، آزمون تی مستقل برای عملکرد دو گروه پرخطا و کم‌خطا برای پرتاب دارت در میزان خطای متغیر و خطای مطلق در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که این جدول نشان می‌دهد، در مرحله یادداری، تفاوت معناداری در اجرای دو گروه از لحاظ خطای متغیر مشاهده می‌شود ($t_{22}=3.560, P=0.002$). در این مرحله، میانگین خطای متغیر در آزمودنی‌های گروه کم‌خطا ($11/3 \pm 63/15$) کمتر از میانگین خطای متغیر در آزمودنی‌های شرکت‌کننده در گروه پرخطا ($15/2 \pm 51/08$) می‌باشد.

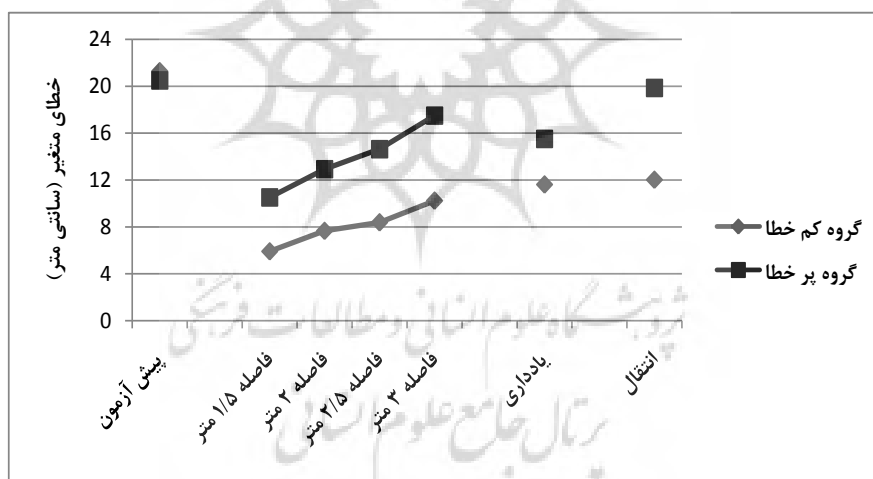
با توجه به خطای مطلق در یادداری (جدول ۳)، آزمون تی مستقل نشان داد که تفاوت معناداری میان دو گروه وجود ندارد ($t_{22}=0.799, P=0.433$)؛ بنابراین، دقت دو گروه از لحاظ آماری در مرحله یادداری تفاوت معناداری ندارد. میانگین خطای مطلق آزمودنی‌های گروه کم‌خطا ($17/1 \pm 48/94$) کمتر از خطای مطلق در آزمودنی‌های گروه پرخطا ($18/3 \pm 47/86$) می‌باشد؛ اما همان‌طور که تحلیل نشان داد، این تفاوت معنادار نیست.

در مرحله انتقال دوگانه، با توجه به خطای متغیر، آزمون t مستقل در مرحله انتقال تکلیف دوگانه نشان داد که تفاوت معناداری میان دو گروه وجود دارد ($t_{22}=6.585, P=0.001$). همچنین، میانگین گروه کم‌خطا در مرحله انتقال دوگانه ($12/3 \pm 04/51$) کمتر از میانگین گروه پرخطا ($19/2 \pm 87/16$) می‌باشد.

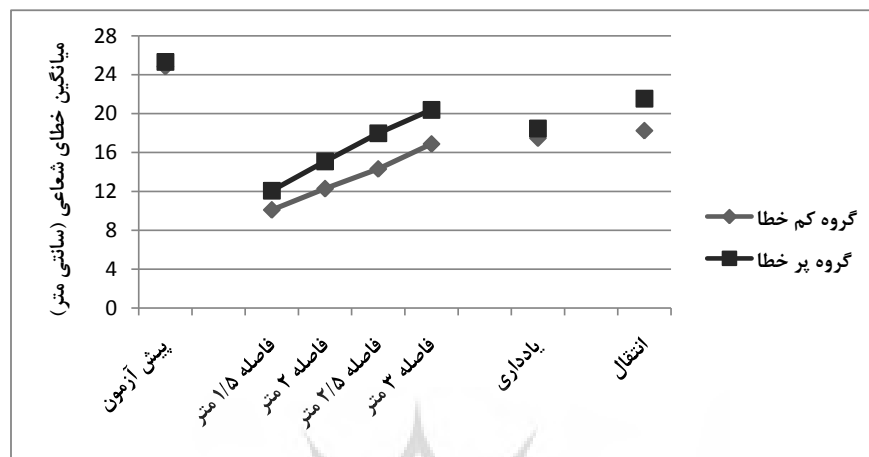
علاوه بر این، آزمون تی مستقل نشان داد که در اجرای دو گروه کم خطا و پر خطا، تفاوت معناداری در ارتباط با خطای مطلق مشاهده می‌شود ($t_{22}=2.404, P=0.025$). در ضمن، میانگین گروه کم خطا ($18/2 \pm 25/02$) کمتر از میانگین گروه پر خطا ($21/4 \pm 55/30$) می‌باشد. هر دو آزمون تی مستقل نشان دادند که اجرای گروه تمرینی کم خطا تحت شرایط تکلیف دوگانه با ثبات باقی ماند. در صورتی که اجرای گروه پر خطا تحت این شرایط تخریب شد.

جدول ۳- نتایج تحلیل تی مستقل گروه‌های تمرینی: خطای مطلق (میانگین خطای شعاعی) و تغییرپذیری (خطای متغیر)

مرحله آزمون	درجه آزادی	خطای مطلق		خطای متغیر	
		تی محاسبه شده	سطح معناداری	تی محاسبه شده	سطح معناداری
یادداری	۲۲	۰/۷۹۹	۰/۴۳۳	۳/۵۶۰	۰/۰۰۲
انتقال دوگانه	۲۲	۲/۴۰۴	۰/۰۲۵	۶/۵۸۵	۰/۰۰۱



شکل ۱- نمایش چگونگی عملکرد و پیشرفت گروه‌های تمرینی در خطای متغیر



شکل ۲- نمایش چگونگی عملکرد و پیشرفت گروه‌های تمرینی در میانگین خطای شعاعی (خطای مطلق)

بحث و نتیجه‌گیری

افراد دارای ناتوانی ذهنی، از لحاظ توانایی‌های شناختی و قابلیت‌های پردازش اطلاعات پیچیده دچار نقص هستند؛ بنابراین، دیدگاه‌های سنتی برای یادگیری مهارت‌های حرکتی که بر دانش آشکار اولیه در ابتدای کسب مهارت تأکید می‌کنند نمی‌توانند در این گروه از افراد کارساز باشند. به نظر می‌رسد طرح برنامه‌های یادگیری ضمنی به منظور کاهش وابستگی به فرایندهای شناختی در یادگیری در نوجوانان ناتوان ذهنی مفید باشد (۱۷). در همین راستا، هدف از پژوهش حاضر، بررسی استفاده از یک برنامه یادگیری حرکتی ضمنی برای یادگیری پرتاب دارت در نوجوانان ناتوان ذهنی می‌باشد. نتایج نشان داد که تعامل گروه - مرحله در مرحله اکتساب، هم برای خطای متغیر و هم برای خطای مطلق در دو گروه معنادار است. این موضوع نشان می‌دهد که هر دو گروه در یادگیری پیشرفت داشته‌اند. در حالی که در خطای مطلق در مرحله اکتساب، تفاوت معناداری بین دو گروه وجود نداشت. باین حال، تفاوت در خطای متغیر معنادار بود. همچنین در مرحله یادداری، تفاوت معناداری در خطای مطلق بین دو گروه مشاهده نشد؛ اما تفاوت معناداری در خطای متغیر بین دو گروه گزارش گردید. در آزمون انتقال دوگانه نیز هم برای خطای متغیر و هم برای خطای مطلق، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه گزارش شد.

نتایج تعامل نشان داد که دو گروه در مرحله اکتساب پیشرفت کرده‌اند و در نتیجه، میزان خطای مطلق و خطای متغیر کاهش پیدا کرده است؛ یعنی، دقت حرکت افزایش یافته است. این پیشرفت

در دقت حرکت با یافته‌های کاپیو و همکاران^۱ (۲۳) هم‌خوان می‌باشد. علاوه بر این، این یافته با یافته‌های مطالعات اشمیت و همکاران (۶) در زمان واکنش زنجیره‌ای در بیماران آلزایمر، مکسول و همکاران (۲۲) در ضربه گلف و کاپیو و همکاران (۵،۲۳) در پرتاب بالای دست هم‌سو است. اگرچه، در طول اکتساب و یادداری تفاوت معناداری بین دو گروه در خطای مطلق یافت نشد، با این وجود، نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در میزان خطای متغیر، هم در اکتساب و هم در یادداری بین گروه‌ها وجود دارد و این موضوع از یافته‌های پژوهش‌های گذشته مبنی بر مزیت بیشتر برنامه‌تمرینی کم خطا برای یادگیری حمایت می‌کند (۸،۱۹).

در پژوهش حاضر، یک آزمون پرتاب دارت با اجرای هم‌زمان یک تکلیف ثانویه شناختی (آزمون انتقال دوگانه) نیز از گروه‌ها گرفته شد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، عملکرد گروه‌های کم خطا با اجرای هم‌زمان تکلیف ثانویه شناختی مختل نشد. درحالی که نوجوانان ناتوان ذهنی در گروه تمرینی پرخطا، تحت تأثیر تکلیف دوگانه قرار گرفتند و عملکردشان تضعیف شد. این یافته‌ها با مطالعات قبلی که طرح‌های یادگیری حرکتی کم خطا را در بزرگسالان و کودکان در حال رشد بررسی کرده بودند هم‌راستا می‌باشد (۵،۸،۲۰،۲۲،۲۳). تفاوت عملکرد در آزمون انتقال دوگانه، یکی از ویژگی‌های مهم یادگیری کم خطا به‌شمار می‌رود. در واقع، این موضوع نشان می‌دهد که یادگیرنده تحت شرایط فشار روان شناختی (۱۹) و فیزیولوژیکی (۲۰) با برنامه‌تمرینی کم خطا نسبت به برنامه‌پرخطا سود بیشتری می‌برد و اجرای باثبات‌تری خواهد داشت. پژوهشگران استنباط می‌کنند که حافظه‌رویه‌ای از مهارت حرکتی با سطح هوشیارانه کمتر برای اجرای حرکت باعث این مزیت می‌شود (۹).

سازگاری بهتر برای پرتاب دارت به سمت فاصله بزرگتر در گروه‌های کم خطا (علی‌رغم وقفه زمانی ۴۸ ساعت بین آخرین جلسه تمرین و پس‌آزمون) می‌تواند در تفاوت بین گروه‌های کم خطا و پرخطا در اختلاف نمرات در پس‌آزمون سهیم باشد. با وجود این، براساس استفاده پژوهش‌های گذشته از یک گروه شبه تصادفی (۱۹)، تفاوت واضحی بین برنامه‌تمرینی پرخطا و برنامه‌تمرینی شبه تصادفی دریافت نشده است (۸). در برنامه‌اخیر، دشواری تکلیف در بلوک‌های مختلف تغییر می‌کرد؛ درحالی که کوشش‌های تمرینی در هر بلوک یکسان بود.

پژوهشگران بیان کرده‌اند که یادگیری بدون خطا، ویژگی‌هایی ضمنی را ارائه می‌کند (۸،۱۷). محیط تمرین در یادگیری بدون خطا برای به حداقل رساندن تعداد اشتباهات یادگیرنده تعدیل می‌شود؛ بنابراین، مقدار توجه مختص به پردازش آشکار قوانین و فرضیات زیربنایی عملکرد را به حداقل می‌-

رساند. همچنین، باعث عدم وابستگی به پردازش هشیار برای شناسایی و حذف خطاها می‌گردد. یادگیری ضمنی ممکن است نیاز به مقدار توجه کمی داشته و وابسته به مکانیسم‌های محدودی از توجه و حافظه کاری باشد.

در مقایسه با یادگیری پرخطا (که در آن شرکت‌کنندگان تعداد زیادی از خطاها را تجربه می‌کنند)، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که یادگیری کم‌خطا، اجرا را در طول یادداری افزایش می‌دهد و نقص‌های اجرا طی انجام یک تکلیف شناختی را هم‌زمان کاهش می‌دهد (۲۰). همچنین، بر مبنای یافته‌ها مشخص شده است مهارت‌هایی که به‌طور ضمنی یاد گرفته می‌شوند نسبت به مهارت‌هایی که به‌طور آشکار یاد گرفته می‌شوند، نیاز به کنترل توجه هم‌زمان کمتری دارند؛ بنابراین، وقتی یک اجراکننده مهارتی را کسب کرده و با استفاده از فرایندهای ضمنی آن را اجرا می‌کند و نیز از منابع شناختی ذخیره‌سود برده و این منابع را برای پردازش نیازهای محیطی اضافی به‌کار می‌برد (۱۴)، کنترل خودکار به‌عنوان کارکردی از مهارت طی فرایند یادگیری حرکتی پدیدار می‌شود. به‌نظر می‌رسد با استفاده از یادگیری ضمنی امکان دارد با به‌کارگیری حداقل کنترل توجه، حتی طی مراحل اولیه فرایند یادگیری حرکتی، مهارت‌ها را اجرا کرد. نتایج بیانگر این هستند که با کاهش تعداد خطاهای تمرین در مراحل اولیه یادگیری، بار پردازش شناختی طی اجرای مهارت‌های حرکتی کاهش پیدا می‌کند. به‌طوری که مهارت‌های کسب‌شده، کمتر مستعد تخریب به‌واسطه تکالیف شناختی ثانویه هستند (۵). به‌هرحال، از دیدگاه تکاملی ربر در ارتباط با یادگیری ضمنی (۱۰)، این نوع از یادگیری به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر سن یا هوش قرار نمی‌گیرد؛ بنابراین، دیدگاه تکاملی توضیح می‌دهد که چرا یافته‌های مشاهده‌شده ناشی از یادگیری ضمنی در یادگیرندگان بزرگسال برای نوجوانان با ناتوانی ذهنی در پژوهش حاضر صدق می‌کند.

از دیدگاه سیستم‌های پویا، تعامل بین ساختارهای درونی و محیطی، اصول رشد حرکتی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۶). توسعه الگوهای باثبات حرکتی، نتیجه سازگاری محدودیت‌های محیطی می‌باشد (۲۷)؛ بنابراین ممکن است هنگام به‌حداقل رساندن خطاهای تمرین، محدودیت‌های محیطی سازگاری بیشتری داشته باشند و باعث تسهیل الگوهای حرکتی باثباتی شوند.

یکی از عوامل روان‌شناختی محتمل در اثربخشی یادگیری کم‌خطا در افراد ناتوان ذهنی می‌تواند خودکارآمدی بالاتر در این گروه نسبت به گروه پرخطا باشد. موفقیت در اکتساب مهارت، به قضاوت اولیه افراد در مورد توانایی‌های‌شان کمک می‌کند (۲۸) و در نتیجه، منجر به تقویت اجرا در کسب مهارت‌های یادگرفته‌شده می‌شود. مطالعات بعدی در زمینه طرح یادگیری کم‌خطا در افراد دارای

ناتوانی ذهنی باید این مورد را مدنظر داشته باشند؛ بنابراین، با توجه به نتایج پژوهش حاضر و احتمال افزایش عوامل انگیزشی در یادگیری کم خطا، به واسطه افزایش مشارکت این نوجوانان در فعالیت‌های جسمانی و در نتیجه، بهبود مشارکت اجتماعی آن‌ها، زندگی فعال‌تری خواهند داشت. تفاوت بین خطای مطلق و خطای متغیر می‌تواند مهم باشد. اگرچه، دو یادگیرنده ممکن است دارای خطای مطلق یکسانی در اجرا باشند، می‌توان اظهار داشت یادگیرنده‌ای که تغییرپذیری کمتری در اجرا دارد عملکردش بهتر است. همان‌طور که نتایج پژوهش حاضر در مرحله اکتساب و یادداری نشان دادند، تغییرپذیری کمتر نشان‌دهنده الگوی حرکتی باثبات‌تری برای اجرای حرکت است. عدم اطمینان پژوهشگر از یکسان بودن شرایط روانی و میزان علاقه‌مندی آزمودنی طی مراحل اکتساب، پیش‌آزمون، یادداری و انتقال دوگانه، از محدودیت‌های پژوهش می‌باشد. با این وجود، پژوهش‌های بیشتری لازم است تا سودمندی یادگیری کم خطا را با توجه به خطای مطلق و خطای متغیر نشان دهد. همچنین، با لحاظ کردن گروه‌های بیشتر از جمله گروهی از آزمودنی‌ها که به تمرین متغیر با ترتیب تصادفی بپردازند و با در نظر گرفتن جلسات و فواصل بیشتری از تمرین در تکالیف دیگر روی افراد دارای ناتوانی‌های حرکتی و شناختی خاص می‌توان به بسط و توسعه این نتایج کمک کرد. همچنین علاوه بر فاصله از هدف، می‌توان تغییر اندازه هدف را نیز بررسی کرد. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که گروه کم خطا ظرفیت توجهی و نیاز شناختی کمتری را در هنگام اجرا داشته‌اند؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که یادگیری از طریق تمرین کم خطا در شرایط انجام هم‌زمان با تکالیف شناختی دیگر، کارآمدتر بوده و ثبات بیشتری را در اجرای تکلیف پرتاب دارت تجربه کرده‌اند.

پیام مقاله: حیطه یادگیری حرکتی سعی دارد تا رویکردها و روشهای مناسب را به منظور افزایش سطح یادگیری و دوباره یادگیری در افراد سالم و افزایش سطح توانایی اجرای حرکات در افراد دارای مشکلات جسمی و ذهنی بفهمد و در مداخلات تمرینی به کار برد. در تحقیق حاضر نشان داده شد، استفاده از رویکرد کم خطا به عنوان یک روش تسهیل‌سازی در شروع تمرین باعث بهبود یادگیری حرکتی در افراد با مشکلات ذهنی می‌شود و نوعی از یادگیری حرکتی ضمنی کسب می‌شود که تا حدودی مستقل از سازوکارهای شناختی پیچیده و حافظه کاری است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مساعدت بی‌دریغ مسئولان و معلمان محترم هنرستان همیاران صالح شهرستان مشهد و نیز تمامی کودکان شرکت‌کننده در این پژوهش و خانواده‌های آنان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- 1) Mercadante M T, Evans-Lacko S, Paula C S. Perspectives of intellectual disability in Latin American countries: Epidemiology, policy, and services for children and adults. *Current Opinion in Psychiatry*. 2009; 22(5): 469-74.
- 2) Schalock RL, Borthwick-Duffy SA, Bradley VJ, Buntinx WH, Coulter DL, Craig EM, Gomez SC, Lachapelle Y, Luckasson R, Reeve A, Shogren KA. Intellectual disability: Definition, classification, and systems of supports. 5th ed. American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. 444 North Capitol Street NW Suite 846, Washington, DC 20001; 2010. p. 315-18.
- 3) Vuijk P, Hartman E, Scherder E, Visscher C. Motor performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual functioning. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2010; 54(11): 955-65.
- 4) Westendorp M, Houwen S, Hartman E, Visscher C. Are gross motor skills and sports participation related in children with intellectual disabilities? *Research in Developmental Disabilities*. 2011; 32(3): 1147-53.
- 5) Capiro C M, Sit CH P, Poolton J M, Abernethy B, Masters R S W. Training a fundamental movement skill in children with disabilities. 18th International Symposium on Adapted Physical Activity; Paris, France. 2011 July: 4-8.
- 6) Schmitz X, Bier N, Joubert S, Lejeune C, Salmon E, Rouleau I, et al. The benefits of errorless learning for serial reaction time performance in Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2014; 39(2): 287-300.
- 7) Maxwell J, Masters R, Eves F. From novice to no know-how: A longitudinal study of implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*. 2000; 18(2): 111-20.
- 8) Maxwell J P, Masters R, Kerr E, Weedon E. The implicit benefit of learning without errors. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*. 2001; 54(4): 1049-68.
- 9) Masters R, Maxwell J. The theory of reinvestment. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. 2008; 1(2): 160-83.
- 10) Reber A S. The cognitive unconscious: An evolutionary perspective. *Consciousness and Cognition*. 1992; 1(2): 93-133.
- 11) Adams J A. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*. 1971; 3(2): 111-50.
- 12) Schmidt R A. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*. 1975; 82(4): 225.
- 13) Schmidt R A, Lee T D. *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2011. p. 430-31.
- 14) Masters R S W. Knowledge, knerves and know - how - the role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *Brit J Psychol*. 1992; 83: 343-58.

- 15) Lam W K, Masters R S, Maxwell J P. Cognitive demands of error processing associated with preparation and execution of a motor skill. *Consciousness and Cognition*. 2010; 19(4): 1058-61.
- 16) Poolton J M, Zachry T L. So you want to learn implicitly? Coaching and learning through implicit motor learning techniques. *International Journal of Sports Science and Coaching*. 2007; 2(1): 67-78.
- 17) Masters RS, Maxwell JP. 10 Implicit motor learning, reinvestment and movement disruption. *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice*. 2004 Feb; 20:207.
- 18) Van der Molen M, Van Luit J, Van der Molen M W, Jongmans M J. Everyday memory and working memory in adolescents with mild intellectual disability. *Journal Information*. 2010; 115(3): 207° 17.
- 19) Zhu F, Poolton J, Wilson M, Maxwell J, Masters R. Neural co-activation as a yardstick of implicit motor learning and the propensity for conscious control of movement. *Biological Psychology*. 2011; 87(1): 66-73.
- 20) Poolton J, Masters R, Maxwell J. Passing thoughts on the evolutionary stability of implicit motor behaviour: Performance retention under physiological fatigue. *Consciousness and Cognition*. 2007; 16(2): 456-68.
- 21) Capio C, Poolton J, Sit C, Holmstrom M, Masters R. Reducing errors benefits the field-based learning of a fundamental movement skill in children. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2013; 23(2): 181-8.
- 22) Maxwell J P, Masters R S W, Hammond J. Interactions between implicit/explicit learning and fundamental movement ability in children. 13th European College of Sports Science Annual Congress; Estoril, Portugal. 2008 July: 9-12.
- 23) Capio C, Poolton J, Sit C, Eguia K, Masters R. Reduction of errors during practice facilitates fundamental movement skill learning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2013; 57(4): 295-305.
- ۲۴) حسن‌بارانی فریبا، عبدلی بهروز، فارسی علیرضا. تأثیر یادگیری کم خطا پر خطا بر متغیرهای کینماتیکی اجرا در یک تکلیف پرتابی: یک مطالعه مقدماتی. نشریه پژوهش در علوم توانبخشی. ۱۳۹۲؛ ۹(۶): ۱-۱۳.
- 25) Pandey R M. Approaches to sample size calculation in comparative studies. *The Indian Journal of Pediatrics*. 1999; 66(4): 533-8.
- 26) Thelen E, Smith L B, Karmiloff-Smith A, Johnson M H. A dynamic systems approach to the development of cognition and action. *Nature*. 1994; 372(6501): 53.
- 27) Renshaw I, Davids K W, Shuttleworth R, Chow J Y. Insights from ecological psychology and dynamical systems theory can underpin a philosophy of coaching. *International Journal of Sport Psychology*. 2009; 40(4): 540-602.

28) Harter S. A model of intrinsic mastery motivation in children: Individual differences and developmental change. In Minnesota Symposia on Child Psychology. Volume 14. Hillsdale NJ: Erlbaum; 1981.

ارجاع دهی به روش ونکوور

قمری امین، محمدی جعفر، محمدی مرضیه. تأثیر تمرین پر خطا و کم خطا بر یادگیری و انتقال مهارت پرتاب دارت نوجوانان دختر کم توان ذهنی. رفتار حرکتی. پاییز ۱۳۹۴؛ (۲۱): ۲۶-۱۱۱.



The effect of errorless and error full practice on learning and transfer of dart throwing skill in adolescents with intellectual disabilities

A. Ghamari¹, J. Mohamadi², M. Mohamadi³

1. Ph.D. student at Ferdowsi University of Mashhad*
2. Ph.D. student at Ferdowsi University of Mashhad
3. M.Sc. of Ferdowsi University of Mashhad

Received date: 2014/10/26

Accepted date: 2015/06/14

Abstract

The aim of this study was to examine the effect of errorless and error full practice programs on dart throwing skill in girl adolescents with intellectual disabilities. 24 subjects with a convenience sampling selected and randomly divided into two groups based on the pre-test. One week prior to the acquisition phase of the experiment, average of ten pretest trials at a distance of 3.5 m was taken. Four different intervals during the acquisition phase was practiced that errorless group performed from the least to the greatest distance and error full group in reverse order. The retention and Dual transfer tests were completed 48 h after the acquisition. Performance was scored by absolute error and variable error. Data was analyzed with ANOVA with repeated measures and independent t-test. According to the error variable, significant differences were found between the two groups in the acquisition ($P=0.001$) and retention stage ($P=0.002$). In dual transfer test, both the absolute error ($P=0.025$) and the variable error ($P=0.001$) in errorless group were lower than error full group significantly. Overall, based on the results, especially the dual transfer test as a measure of more valid, practice programs in which errors are restricted are useful and this approach to improve the accuracy, stability and consistency of performance in individuals with intellectual disabilities is suggested.

Keywords: Intellectual disabilities, Errorless, Error full, Dual transfer

*Corresponding author

E-mail: aminghamary@gmail.com