

تأثیر یادگیری کم خطا و پرخطا بر متغیرهای کینماتیکی اجرا در یک تکلیف پرتابی: یک مطالعه مقدماتی

فریبا حسن‌بارانی*، بهروز عبدلی^۱، علی‌رضا فارسی^۲

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بررسی تفاوت اثر یادگیری کم خطا و پرخطا بر متغیرهای کینماتیکی اجرا.

مواد و روش‌ها: ۲۴ دانشجوی دختر در سه گروه کم خطا، پرخطا و ثابت قرار گرفتند. به گروه‌ها دستورالعمل نحوه پرتاب داده نشد. شرکت کنندگان گروه پرخطا به ترتیب از فواصل ۳/۵، ۳/۲۵، ۳، ۲/۷۵، ۲/۵ متری، گروه کم خطا عکس این فواصل و گروه ثابت، از فاصله ۳ متری از هدف به تمرین پرداختند. پس از سه روز تمرینی آزمون‌های اکسساب، یادداری و انجام شد. از دستگاه تجزیه و تحلیل حرکت برای جمع‌آوری داده‌های کینماتیک در تمام مراحل استفاده شد.

یافته‌ها: در آزمون یادداری، عملکرد پرتاب گروه کم خطا به طور معناداری بهتر از دو گروه دیگر بود و در آزمون انتقال گروه پرخطا دچار افت شد. در اجرای تکلیف ثانویه شناختی بین دو گروه کم خطا و ثابت تفاوت معناداری یافت نشد. در تحلیل متغیرهای کینماتیکی گروه کم خطا به الگوی ماهرانه تکلیف حرکتی مورد نظر نزدیک شد ولی گروه پرخطا فاصله زیادی تا اجرای الگوی ماهرانه تکلیف داشت.

نتیجه‌گیری: یادگیری کم خطا روشی کارآمد در یادگیری مهارت پرتابی تحقیق حاضر است.

کلیدواژه‌ها: یادگیری کم خطا، یادگیری پرخطا، متغیرهای کینماتیکی اجرا، مدل ماهر، توانبخشی روانشناسی عصب شناختی

ارجاع: حسن‌بارانی فریبا، عبدلی بهروز، فارسی علی‌رضا. تأثیر یادگیری کم خطا و پرخطا بر متغیرهای کینماتیکی اجرا در یک

تکلیف پرتابی: یک مطالعه مقدماتی. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۲؛ ۹ (۶): ۹۷۸-۹۹۰.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۲

*- دانشجوی دکتری کنترل حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسؤول) Email: f.hbarani@ut.ac.ir

۱- دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ایران

مقدمه

یادگیری به طور کلی به عنوان «تغییرات نسبتاً پایدار در رفتار فرد» تعریف می‌شود (۱). یادگیری فرآیند پیچیده‌ای است که در سیستم عصبی رخ می‌دهد و مستقیماً قابل مشاهده نیست (۱). مطالعات علوم ورزشی و توانبخشی به دنبال کارآمدترین روش‌ها برای یادگیری مهارت‌ها هستند. در این میان روشی که توجه بیشتری را در مطالعات درمانی و توانبخشی به خود جلب کرده است، یادگیری کم‌خطا (Errorless learning) است. یادگیری کم خطا روشی برای کاهش آزمون فرضیه‌ها در یادگیرندگان است و موجب حذف آگاهی از قواعد یادگیری یک مهارت که به آن فرآیند پنهان گفته می‌شود می‌گردد. در این نوع یادگیری یادگیرندگان طوری هدایت و راهنمایی می‌شوند که تنها حرکت‌های صحیح اجرا شوند و این کار را می‌توان با اعمال محدودیت‌هایی روی انتخاب عملیات مناسب انجام داد به طوری که میزان اشتباه کم شود. بعنوان مثال، یک پاسخ ساده فشار دادن کلید را می‌توان از قبل هدایت کرد تا جلوی خطای زمان‌بندی گرفته شود یا اینکه یادگیرنده به صورت فیزیکی طوری محدود شود که فقط بتواند اعمال درست را اجرا کند (۲). فواید یادگیری کم خطا در مطالعات غیر پزشکی توسط اندرسون و همکارانش مطرح شده است، در مطالعات پزشکی نیز تحقیقات زیادی صورت گرفته است که شامل جنون معنایی (Semantic dementia) (Jokel & Anderson)، زبان پریشی نامی در بیماری آلزایمر (Noonan (anomia) و همکاران، زبان پریشی (Raymer (aphasia) و همکاران و کنش پریشی گفتار (Whiteside (apraxia of speech) و همکاران و مواردی دیگر می‌باشد (۳). همچنین Tailby & Haslam در ابتدای مقاله خود بیان کردند که یکی از تکنیک‌هایی که در بازتوانی افراد با اختلالات و صدمات حافظه موفق بوده است یادگیری کم خطا است (۴). تمامی این تحقیقات نشان دادند که یادگیری کم خطا کاربرد بالینی حیاتی در زمینه توانبخشی روانشناسی عصب‌شناختی (neuropsychological Rehabilitation) دارد. برای

نشان دادن نقش این یادگیری در مهارت‌های حرکتی می‌توان به تحقیق Maxwell و همکارانش (۲۰۰۱) اشاره کرد، آن‌ها نشان دادند که راهنمایی یادگیرنده سهم فرآیندهای پنهان را به حداکثر میزان ممکن افزایش می‌دهد. آن‌ها بازیکنان مبتدی گلف را در یکی از سه گروه با برنامه‌های تمرینی مختلف قراردادند. گروه اول ۴۰۰ کوشش اکتساب را از فاصله‌ای نسبت به چاله انجام دادند که پس از هر ۵۰ بار کوشش، ۲۵ سانتی‌متر فاصله افزایش می‌یافت. گروه دوم از همان فواصل ولی به طور برعکس ضربه زدند و گروه سوم به طور تصادفی فاصله‌ها را می‌پیمود (۵). در پایان، عملکرد دو گروه پرخفا و تصادفی تحت بار تکلیف ثانویه شناختی بدتر شد که این پیشنهاد می‌کند هر دو گروه برای اجرای تکلیف اولیه به ظرفیت توجهی بیشتری احتیاج داشتند. در حالی که عملکرد گروه کم خطا با تحمیل تکلیف ثانویه بی‌تأثیر ماند که نشان‌دهنده وابستگی کمتر گروه کم خطا به وجود منابع حافظه کاری برای عملکرد تکلیف اولیه بود (۶). Maxwell و همکارانش (۲۰۰۱) اظهار داشتند گروهی که ضربه را از فاصله کم نسبت به هدف شروع کردند برای رسیدن به هدف تکلیف به درستی راهنمایی شده‌اند. نتیجه‌گیری Maxwell و همکارانش (۲۰۰۱) با آزمایش‌های دیگری با استفاده از تکالیف ضربه زدن در گلف و دربیبل در راگی (Dribbling in Rugby) (۷) و نیز در بیماران مبتلا به پارکینسون (۷) حین انجام فعالیت چکش‌زنی، مورد حمایت بیشتری قرار گرفت.

همان‌طور که گفته شد یادگیری فرآیند قابل مشاهده‌ای نیست و بنابراین برای استنباط یادگیری، متخصصان به رفتار قابل مشاهده فرد توجه می‌نمایند (۱۱). در یادگیری مهارت‌های حرکتی نیز برای مشاهده یادگیری، نحوه اجرای مهارت‌های حرکتی بررسی می‌شود. یکی از متغیرهای قابل استناد اجرا، کینماتیک حرکات اجرایی است که شامل پارامترهای سرعت، شتاب و دامنه حرکتی مفاصل و اندام‌های بدن می‌شود (۹). بنابراین برای بررسی کارآمدی (Efficiency) الگوی یادگرفته شده، بررسی متغیرهای کینماتیکی اجرا ضروری

تابلو اسنلن است. این تابلو از تعدادی حرف E لاتین با اندازه‌ها و جهات مختلف در نظر گرفته شده که این اندازه استاندارد شده است. از فاصله ۲۰ فوتی یا ۶ متری آزمودنی باید بتواند سطر آخر تابلو را مانند یک فرد دارای دید طبیعی به راحتی با هر دو چشم به طور همزمان (دید دوچشمی) و همین طور با چشم راست و چشم چپ به طور جداگانه (دید تک چشمی) ببیند (۱۲). برای تعیین پایایی این ابزار ۳۰ نفر به فاصله ۱ روز تحت بررسی قرار گرفتند و ضریب همبستگی $I=1$ نمایان‌گر پایایی حداکثر این چارت بود (۱۳). دستگاه استریو اپتیکال (مدل ۵۰۰۰، ساخت شرکت استریو اپتیکال، ایالت شیکاگو، کشور آمریکا)، یک ابزار اندازه‌گیری دقت بینایی است، این وسیله برای غربالگری افراد در ورود به تحقیق‌های ویژه و شناسایی افرادی که نیاز به رسیدگی تخصصی دارند طراحی گردیده است (۱۴). در تحقیق حاضر ۴ تست این وسیله مورد استفاده قرار گرفت، به طوری که پیش از شروع تحقیق و پس از تست اسنلن، هر شرکت‌کننده با این وسیله مورد آزمایش قرار می‌گرفت و چنانچه به طور عادی و یا اصلاح شده (با عینک و لنز خود)، مشکلی در اجرای تست‌ها نداشت، می‌توانست در تحقیق شرکت کند. پایایی آن با ۳۰ آزمودنی به فاصله ۱ روز مورد بررسی قرار گرفت و ضریب همبستگی ۰/۷۳. گزارش گردید (۱۳).

تکلیف تحقیق حاضر یک تکلیف محقق‌ساخته بود که هیچ‌گونه آسیب روانی و جسمانی به شرکت‌کنندگان وارد نمی‌کرد و به عنوان اختراع یک ورزش همگانی با شماره ثبت ۷۶۰۲۸ پذیرفته شده است. پایایی این دستگاه با مقایسه عملکردهای ۳۰ آزمودنی که از هرکدام ۱۲۵ کوشش در دو مرحله با شرایط کاملاً یکسان و فاصله زمانی سه روز ثبت شد به کمک ضریب همبستگی پیرسون مقایسه گردید و نتایج همبستگی به میزان ۰/۸۹ نشان داده شد که مقدار قابل قبولی است. همچنین فاصله‌ها و روش تکلیف بر اساس سطح نمونه‌ای از دانشجویان کارشناسی تربیت بدنی و غیر تربیت بدنی در آن مطالعه مقدماتی انجام شده است (۱۳). تکلیف مورد استفاده دارای دو هدف بود به گونه‌ای که هدف دوم،

است، البته روش‌های تمرینی در یادگیری یک مهارت می‌توانند در یادگیری متغیرهای کینماتیکی الگوی اجرایی تکلیف و کارآمدی مهارت تأثیرگذار باشند (۱۰). با توجه به تکنیک موفق یادگیری کم‌خطا در زمینه توانبخشی روانشناسی عصب‌شناختی و هم چنین ایده Maxwell و همکارانش، مبنی بر عدم وابستگی گروه کم خطا به حافظه کاری - یعنی عدم وابستگی به نظام یادداری که اطلاعات مورد نیاز برای فعالیت‌های شناختی پیچیده از قبیل فهم، یادگیری یا حل مسأله را پردازش و به طور موقت ذخیره می‌کند، این فرض پدیدار شد که شاید خطای کمتر فرصت بیشتری برای دست یافتن به متغیرهای کینماتیکی مناسب الگوی ماهرانه را ایجاد کند و همین طور ممکن است در گروه پرخطا، خطای زیاد، ظرفیتی برای یادگیری متغیرهای کینماتیکی باقی نگذارد که موجب عملکرد بدتر این گروه می‌شود.

بنابراین تحقیق حاضر درصدد بررسی این سؤال بود که آیا تأثیر یادگیری به شیوه تمرینی کم‌خطا، پرخطا و ثابت بر شکل‌گیری متغیرهای کینماتیکی اجرا متفاوت است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر نیمه تجربی با طرح پس‌آزمون و سه گروه آزمایشی بود که در آزمایشگاه رفتار حرکتی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی انجام شد. آزمودنی‌های تحقیق حاضر را ۲۴ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه شهید بهشتی با میانگین سنی 22 ± 2 تشکیل دادند که به طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و به صورت تصادفی و مساوی در سه گروه کم خطا، پرخطا و ثابت قرار گرفتند. افرادی اجازه ورود به این تحقیق را داشتند که مؤنث بوده، راست دست باشند، سابقه هیچ‌گونه تکلیف پرتابی نداشته باشند و هم چنین از سلامت کامل بینایی و ارتوپدی دست راست برخوردار باشند که این موارد توسط پرسش‌نامه اطلاعات فردی، مقیاس (اسنلن و استریو اپتیکال) Snellen & Stereo Optical مورد ارزیابی قرار گرفتند.

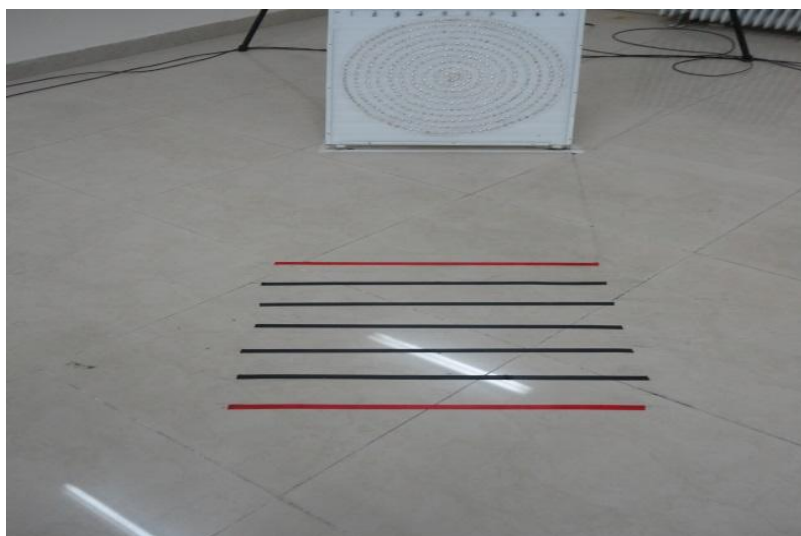
آزمون اسنلن برای دقت بینایی در نظر گرفته شده است. رایج‌ترین مقیاس اندازه‌گیری دقت بینایی در آمریکا استفاده از

می‌شد. اگر توپ در داخل محدوده برخورد می‌کرد ولی به صفحه هدف برخورد نمی‌کرد نمره صفر در نظر گرفته می‌شد. اگر توپ در داخل محدوده خورده و سپس به صفحه هدف برخورد می‌کرد با توجه به مکانی که خورده امتیاز مربوطه را می‌گرفت (شکل ۲). برای ضبط داده‌های کینماتیکی، از ۸ دوربین مادون قرمز (مدل Osprey، ساخت شرکت Motion Analysis، شهر سانتا رزا، ایالت کالیفرنیا، آمریکا) استفاده شد. دوربین‌ها به شکل دایره‌ای اطراف محیط تکلیف چیده شدند (شکل ۳).

صفحه هدف ساخته شده برای تکلیف مورد نظر، شامل ۱۰ دایره متحدالمركز بود. کوچکترین دایره ۱۰ امتیاز به خود اختصاص می‌داد و به ترتیب ۹ دایره بعدی امتیاز ۹ تا ۱ را داشتند. هدف اول، محدوده ضربه زدن توپ به زمین بود. این محدوده در فاصله‌ای نسبت به هدف اول قرار داشت و هم عرض هدف دوم بود (شکل ۱). توپ ابتدا باید در این محدوده و سپس به هدف دوم یا صفحه هدف برخورد می‌کرد، نحوه امتیازدهی این تکلیف به صورتی بود که اگر توپ در داخل محدوده به زمین برخورد نمی‌کرد امتیاز صفر در نظر گرفته



شکل ۱. تکلیف تحقیق



شکل ۲. نحوه اجرای تکلیف. فرد پشت خطوط سفید مشخص شده می ایستاد.



شکل ۳. چیدمان دوربین‌ها

اکتساب، شامل ۳ روز، هر روز شامل ۵ بلوک ۲۵ کوششی با ۵۰ ثانیه استراحت بین هر بلوک بود، قبل از شروع بلوک اول روز اول ۵ کوشش آزمایشی داده شد. الگوی اولیه پروتکل از تحقیق Singer و همکاران (۱۹۹۳) گرفته شد و سپس طبق مطالعه مقدماتی که برای یادگیری این تکلیف پرتابی انجام شده بود این پروتکل در نظر گرفته شد (۱۳). به هیچ کدام از

۵ مارکر انعکاسی روی زائده آخرمی شانه، زائده اپی کندیل آرنج، زائده نیزه‌ای زند زیرین (مچ)، برجستگی خاصه (ران)، مفصل کف دستی-انگشتی انگشت میانی دست راست قرار گرفتند (شکل ۴). قبل از ضبط داده‌های کینماتیکی هر دو کالیبره ایستا و پویا برای تعیین موقعیت و جهت‌یابی حجم ضبط کردن و فوکوس کردن دوربین‌ها انجام شد. مرحله

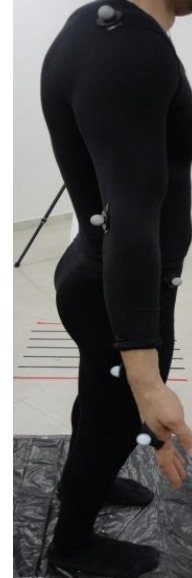
گروه‌ها دستورالعمل نحوه پرتاب داده نشد. فقط برای کنترل الگو به آن‌ها قبل از کوشش‌های آزمایشی گفته شد که توپ را از بالا طوری پرتاب کنند که ابتدا یک بار به زمین در محدوده مشخص شده برخورد کند و سپس به صفحه هدف اصابت کند. شرکت‌کنندگان گروه پرخطاب به ترتیب از فواصل ۳/۵، ۳/۲۵، ۳، ۲/۷۵، ۲/۵ متری، گروه کم‌خطا به طور برعکس در همین فواصل و گروه ثابت، فقط از فاصله ۳ متری از هدف دوم به تمرین پرداختند. در پایان مرحله اکتساب، آزمون اکتساب، ۱ بلوک ۱۰ کوششی از فاصله ۳ متری از همه گروه‌ها گرفته شد. در روز چهارم، ۱ بلوک ۱۰ کوششی آزمون یادداری از فاصله ۳ متری و آزمون انتقال از همان فاصله، همراه با یک تکلیف ثانویه برگزار شد، در تکلیف ثانویه شرکت‌کنندگان باید از عدد ۱۰۰۰، ۳ تا ۳ تا کم می‌کردند، به آن‌ها گفته می‌شد که هم صحت و هم سرعت شمارش مورد اهمیت است و سعی کنند هر دو تکلیف را تا حد امکان به درستی انجام دهند. پس از ضبط داده‌های کینماتیکی، آن‌ها به نرم افزار سه بعدی Cortex (ورژن ۲/۶، ساخت شرکت Motion Analysis، شهر سانتا رزا، ایالت کالیفرنیا، آمریکا) منتقل شدند. از یک فیلتر دو سوپیه باترورس ۶ هرتزی به منظور بریدن و جداکردن فراوانی‌ها به صورت مساوی بر سه، برای هموارکردن داده‌ها استفاده شد، سپس برای مقایسه داده‌ها با یکدیگر به وسیله نرم‌افزار متلب (ورژن ۷، ساخت شرکت MathWorks، شهر ناتیگ، ایالت ماساچوست، آمریکا) همه داده‌های کینماتیکی به روش درون‌یابی گوسی به تعداد داده‌های مدل ماهر نرمال شدند. داده‌های کینماتیکی در حالت سه بعدی جمع‌آوری شد با این حال به دلیل اینکه اطلاعات صفحه ساجیتال نمایش دقیق‌تری از مهارت را نشان می‌دهد، تنها پارامترهای کینماتیکی این صفحه (زاویه، سرعت، شتاب و دامنه حرکتی مفصل) مورد تجزیه و تحلیل بعدی قرار گرفت (۹). در این تحقیق کینماتیک دست راست، زاویه، سرعت زاویه‌ای، شتاب زاویه‌ای و دامنه حرکتی مفاصل شانه، آرنج و مچ به عنوان متغیرهای کینماتیکی الگو استخراج شدند. دامنه حرکتی

مفصل به عنوان تفاوت بین حداکثر فلکشن و حداکثر اکستنشن هر مفصل در نظر گرفته شد. نقطه شروع حرکت تعریف شد زمانی که مفصل آرنج در پایین‌ترین موقعیت نسبت به مفصل انگشت قرار داشت و نقطه پایان هنگامی که مفصل انگشت در جلوترین موقعیت خود قرار داشت. برای یافتن اجزای اصلی حرکت به یک فرد مبتدی قواعد اجرای تکلیف حرکتی گفته شد سپس وی ۱۰۰۰ کوشش تمرینی انجام داد و پس از اینکه به اصطلاح به فرد ماهری تبدیل شد یعنی تعداد پرتاب‌های بیشتری از او به هدف ۱۰ می‌خورد، یک بلوک ۱۰ کوششی از او آزمون گرفته شد، او در این آزمون توانست به میزان ۷۰ درصد پرتاب موفق انجام دهد، بنابراین پارامترهای کینماتیکی او جمع‌آوری شدند، سپس بین بلوک امتیازات و نمره هر متغیر کینماتیکی همبستگی دوسویه در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ گرفته شد (۹) و متغیرهایی که معنی‌دار درآمدند به عنوان اجزای اصلی حرکت برای تکلیف مورد نظر در نظر گرفته شدند، به طوری که حداکثر فلکشن و اکستنشن آرنج، حداکثر فلکشن و اکستنشن مچ، حداقل سرعت آرنج و حداکثر سرعت مچ به عنوان متغیرهای کینماتیکی اصلی الگوی حرکت شناخته شدند. متغیرهای کینماتیکی مورد نظر برای سه کوشش اول، وسط و آخر آزمون اکتساب، یادداری و انتقال هر آزمودنی محاسبه شدند، سپس اختلاف نمره هر متغیر در هر کوشش آزمودنی از نمره متغیر مورد نظر در فرد ماهر گرفته شد، میانگین نمرات اختلاف برای هر سه کوشش فرد در هر آزمون به عنوان نمره فرد در آن مرحله برای محاسبات بعدی و مقایسه بین گروه‌ها در نظر گرفته شد. از آمار توصیفی برای دسته‌بندی داده‌ها، از آزمون شاپیرو ویلک برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون لوین برای بررسی همسانی واریانس گروه‌ها استفاده شد. برای تحلیل دقت پرتاب و متغیرهای کینماتیکی از تحلیل واریانس مرکب (3×3) و برای مقایسه گروه‌ها در اجرای تکلیف ثانویه (سرعت و صحت شمارش) از تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد و برای تعیین محل معنی‌داری بین

یافته‌ها

مرحله اکتساب: پس از اینکه آزمون شاپیرو ویلک طبیعی بودن توزیع داده‌ها را در هر گروه نشان داد از آزمون تحلیل واریانس مختلط (۳*۳) با اندازه‌گیری‌های تکراری برای مقایسه نمره پرتاب گروه‌ها در روزهای تمرینی استفاده شد. آزمون تحلیل واریانس و مقایسه میانگین گروه‌ها نشان داد که نمره پرتاب در تمام گروه‌ها به طور معنی‌داری در روز سوم بهتر از روز دوم و روز دوم بهتر از روز اول بود (جدول ۱). اجرای تکلیف ثانویه شناختی: بین سه گروه در صحت شمارش تفاوت معنی‌دار بود ($F(2,21)=11/460, P=0/001, \eta^2=0/326$) و این تفاوت معنی‌داری بین دو گروه کم خطا و پرخطا ($P=0/02$) و پرخطا و ثابت ($P=0/001$) یافت شد (جدول ۳).

گروه‌ها از آزمون بونفرونی استفاده گردید. سطح معنی‌داری $P < 0/017$ در نظر گرفته شد.



جدول ۱. توصیف آماری عملکرد پرتاب در روزهای تمرینی در سه گروه کم خطا، پرخطا و ثابت

روز سوم $M \pm SD$	روز دوم $M \pm SD$	روز اول $M \pm SD$ **	گروه
۱۸۸/۲۵±۵/۲۳	۱۸۴/۵۰±۸/۰۸	۱۶۰/۳۷±۹/۰۵	کم خطا
۱۷۲/۲۵±۹/۲۶	۱۵۷/۷۵±۸/۱۱	۱۴۶/۳۷±۸/۰۷	پرخطا
۱۶۶/۱۲±۵/۳۵	۱۵۶/۷۵±۸/۰۳	۱۴۹/۶۲±۷/۲۲	ثابت
۱۷۵/۵۴±۱۱/۵۷	۱۶۶/۳۳±۱۵/۲۳	۱۵۲/۱۲±۹/۹۰	کل

** میانگین \pm انحراف استاندارد

جدول ۲. توصیف آماری متغیر عملکرد پرتاب در آزمون اکتساب، یادداری و انتقال در گروه کم خطا، پرخطا و ثابت

آزمون انتقال $M \pm SD$	آزمون یادداری $M \pm SD$	آزمون اکتساب $M \pm SD$ **	گروه
۴۹/۷۵±۵	۵۰/۷۵±۴/۴۶	۵۴/۳۷±۵/۳۷	کم خطا
۳۹/۲۵±۳/۳۷	۴۱/۵۰±۴/۱۴	۴۴/۷۵±۹/۶۶	پرخطا
۳۳±۴/۸۶	۳۸/۷۵±۶/۳۴	۴۷/۳۷±۸/۷۳	ثابت
۳۸/۳۳±۹/۲۹	۴۴±۷/۰۵	۴۸/۸۳±۸/۸۱	کل

** میانگین \pm انحراف استاندارد

جدول ۳. توصیف آماری متغیر دقت پرتاب در اجرای تکلیف ثانویه شناختی در گروه کم خطا، پرخطا و ثابت

سرعت شمارش $M \pm SD$	صحت شمارش $M \pm SD$ **	گروه
۱۳/۸۴±۳/۲۷	۰/۸۷±۰/۸۱	کم خطا
۱۰/۷۵±۲/۶۳	۰/۶۵±۰/۱۳	پرخطا
۱۱/۵۱±۴/۴۷	۰/۸۸±۰/۹۱	ثابت
۱۲/۰۳±۳/۶۴	۰/۸۰±۰/۱۴	کل

آرنج در آزمون یادداری بین گروه کم خطا و پرخطا، برای متغیر حداکثر سرعت میچ در آزمون یادداری و انتقال بین گروه کم خطا و پرخطا تفاوت معنی‌داری یافت شد ($P < 0.017$). نتایج آزمون‌های تی وابسته و مقایسه میانگین گروه‌ها نشان داد که در متغیرهای حداکثر اکستنشن آرنج، حداقل سرعت آرنج و حداکثر سرعت میچ فقط گروه کم خطا افت عملکرد تحت بار تکلیف ثانویه را نشان نداد ($P < 0.017$). برای مثال، نمودار ۱ میانگین متغیر حداکثر فلکشن آرنج برای گروه‌ها در مراحل آزمون را نشان می‌دهد.

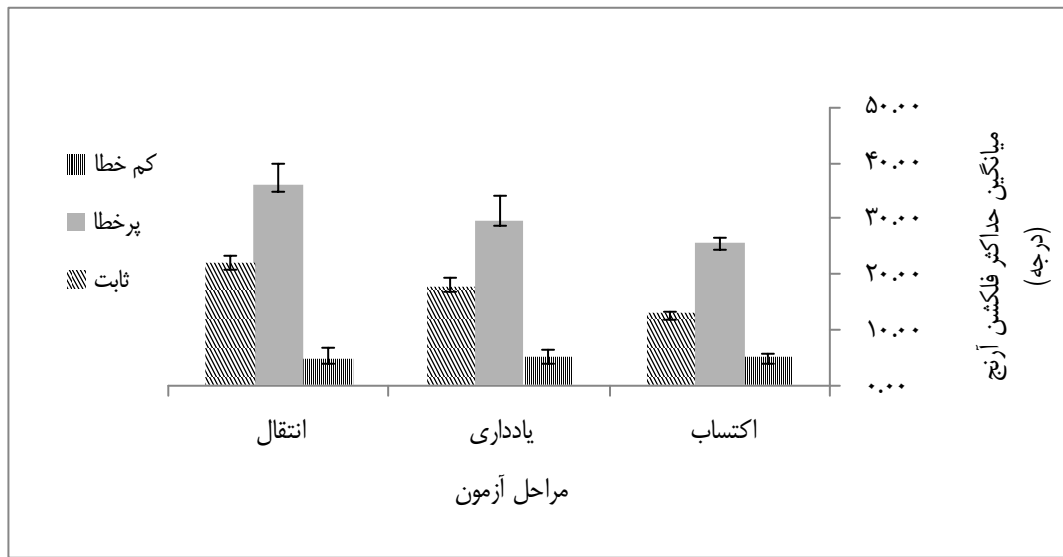
متغیرهای کینماتیکی: در متغیرهای مربوط به مفصل آرنج بین گروه کم خطا و پرخطا، کم خطا و ثابت و در متغیرهای مفصل میچ بین گروه کم خطا و پرخطا تفاوت معنی‌داری شد ($P < 0.05$). عملکرد گروه‌ها در متغیر حداقل سرعت آرنج و حداکثر سرعت میچ بین هر آزمون با آزمون دیگر معنی‌داری بود ($P < 0.05$) ولی در متغیر حداکثر فلکشن آرنج بین آزمون اکتساب و انتقال، در متغیر حداکثر اکستنشن آرنج بین آزمون انتقال با دو آزمون دیگر تفاوت معنی‌داری یافت شد ($P < 0.05$) (جدول ۴).

در متغیر حداکثر فلکشن آرنج بین گروه‌ها در هر سه آزمون، در متغیر حداقل سرعت آرنج در هر سه آزمون بین گروه کم خطا و پرخطا و کم خطا و ثابت، در متغیر حداکثر اکستنشن

جدول ۴: خلاصه نتایج تحلیل واریانس مرکب (3×3) برای بررسی عملکرد متغیرهای کینماتیکی در آزمون اکتساب، یادداری و انتقال در گروه کم خطا، پرخطا و ثابت

متغیر کینماتیکی	منبع تغییرات/متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری	مجذوراتا
حداکثر فلکشن آرنج	گروه	۷۷۴۹/۷۳۰	۲	۳۸۷۴/۸۶۵	۴۵/۶۷۸	*.۰/۰۰۰۱	۰/۸۱۳
	آزمون	۵۰۷/۶۹۴	۲	۲۵۳/۸۴۷	۱۰/۴۲۱	*.۰/۰۰۰۱	۰/۳۳۲
	گروه*آزمون	۲۷۳/۸۸۹	۴	۶۸/۴۷۲	۲/۸۱۱	*.۰/۰۳۷	۰/۲۱۱
حداکثر اکستنشن آرنج	گروه	۱۵۲۴۶۹/۸۷۳	۲	۷۶۲۳۴/۹۳۷	۱۳/۴۰۶	*.۰/۰۰۰۱	۰/۵۶۱
	آزمون	۴۰۰۷۲/۰۲۸	۲	۱۵۱۹/۳۴۲	۴۸/۵۹۸	*.۰/۰۰۰۱	۰/۶۹۸
	گروه*آزمون	۱۶۵۸۵۰/۸۰۶	۴	۴۱۴۶۲/۷۰۱	۱۰/۰۵۷	*.۰/۰۰۰۱	۰/۴۸۹
حداقل سرعت آرنج	گروه	۲۸۰۶۸/۲۳۵	۲	۱۴۰۳۴/۱۱۷	۱۸۹/۷۹۸	*.۰/۰۰۰۱	۰/۹۴۸
	آزمون	۶۹۷۱/۹۲۴	۲	۳۴۸۵/۹۶۲	۱۹۸/۹۹۱	*.۰/۰۰۰۱	۰/۹۰۵
	گروه*آزمون	۳۲۹۸/۵۶۱	۴	۸۲۴/۶۴۰	۴۷/۰۷۳	*.۰/۰۰۰۱	۰/۸۱۸
حداکثر فلکشن میچ	گروه	۲۴۵۹/۶۷۲	۲	۱۲۲۹/۸۳۶	۲/۳۱۲	۰/۱۲۴	۰/۱۸۰
	آزمون	۶۰/۱۱۱	۲	۳۰/۰۵۶	۱/۷۵۰	۰/۱۸۶	۰/۰۷۷
	گروه*آزمون	۱۳۲/۳۸۹	۴	۳۳/۰۹۷	۱/۹۲۷	۰/۱۲۴	۰/۱۵۵
حداکثر سرعت میچ	گروه	۲۴۵۱۳/۹۷۲	۲	۱۲۲۵۶/۹۸۶	۶/۰۴۸	*.۰/۰۰۸	۰/۳۶۵
	آزمون	۵۶۴۰/۱۹۴	۲	۲۸۲۰/۰۹۷	۶۹/۸۱۳	*.۰/۰۰۰۱	۰/۷۶۹
	گروه*آزمون	۱۷۲۷/۲۲۲	۴	۴۳۱/۸۰۶	۱۰/۶۹۰	*.۰/۰۰۰۱	۰/۵۰۴
حداکثر اکستنشن میچ	گروه	۶۷۶۷/۲۹۰	۲	۳۳۸۳/۶۴۵	۳/۵۸۴	*.۰/۰۴۶	۰/۲۵۴
	آزمون	۵۲/۰۰۰	۲	۲۶/۰۰۰	۱/۵۳۹	۰/۲۲۶	۰/۰۶۸
	گروه*آزمون	۱۵۲/۶۶۷	۴	۳۸/۱۶۷	۲/۲۶۰	۰/۰۷۹	۰/۱۷۷

* معنی داری در سطح ۰/۰۵



نمودار ۱: میانگین متغیر حداکثر فلکشن آرنج برای گروه‌ها در مراحل آزمون

در آزمون اکتساب و یادداری نشان داد که هر سه گروه به الگوی ماهرانه حداقل فلکشن آرنج نزدیک شده‌اند چون اختلاف کمی با الگوی ماهرانه داشتند. بدین ترتیب گروه‌ها در مرحله ۱ از یک الگوی حرکتی و شبیه به الگوی حرکتی ماهرانه استفاده کرده‌اند. در متغیر حداکثر اکستنشن آرنج که متغیر اصلی در تعیین میزان دامنه مفصل آرنج است فقط گروه پرخطا اختلاف زیادی با الگوی ماهرانه داشت و می‌تواند علت عملکرد بد گروه پرخطا به علت عدم پایداری دامنه مفصل آرنج باشد. در متغیرهای حداقل سرعت آرنج و حداکثر سرعت مچ، متغیرهای مربوط به لحظه رهایی توپ، تنها گروه کم خطا شبیه به الگوی ماهرانه عمل کرد، بنابراین گروه کم خطا تقریباً توانسته است به الگوی ماهرانه مفصل آرنج دست یابد اما گروه پرخطا هنوز فاصله زیادی تا یافتن الگوی اصلی دارد. گروه‌ها در متغیر حداکثر اکستنشن مچ، اجرایی شبیه به هم نشان دادند، به طوری که نتوانستند شبیه به مدل ماهر عمل کنند. در متغیر دوم مرحله ۱، یعنی حداکثر فلکشن مچ نیز گروه‌ها اختلاف زیادی با الگوی ماهر نشان دادند، می‌توان گفت که هر سه گروه نیاز به تمرین بیشتری برای دستیابی به الگوی صحیح دامنه حرکتی مچ دارند.

تحت تکلیف ثانویه شناختی متغیرهایی که به پایداری در اجرا نرسیده بودند ناپایداری شدیدی را نشان دادند. همان‌طور

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تفاوت اثر یادگیری حرکتی کم خطا و پرخطا بر متغیرهای کینماتیکی اجرا انجام شد. در این تحقیق شرکت‌کنندگان با روش‌های تمرینی مختلف یک مهارت حرکتی را آموختند و سپس روش تمرینی آن‌ها از نظر تأثیرگذاری بر یادگیری الگو و رسیدن به سطح ماهرانه مورد بررسی قرار گرفت. الگوی اصلی مهارت پرتابی به این صورت بود که ۱. قبل از شروع حرکت: زاویه آرنج و زیر بغل دست پرتاب تقریباً ۹۰ درجه و مفصل مچ در راستای مفصل آرنج قرار گیرد، ۲. شروع حرکت تا لحظه پرتاب: دست به طرف جلو و پایین حرکت کند و زمانی که زاویه آرنج از ۹۰ درجه بیشتر و از ۱۸۰ درجه کمتر شود توپ از انگشتان بدون هیچ زاویه‌ای در مچ دست رها گردد و ۳. پس از پرتاب: دست ادامه حرکت را کامل کند به طوری که آرنج تا ۱۸۰ درجه باز شده و حرکت دست به طرف جلو و پایین باشد. تجزیه و تحلیل متغیرهای کینماتیکی اجرا نشان داد که در مرحله ۱ متغیر حداقل فلکشن آرنج و حداکثر فلکشن مچ، در مرحله دوم متغیر حداکثر اکستنشن آرنج و در لحظه رهایی توپ متغیرهای حداقل سرعت آرنج و حداکثر سرعت مچ و در مرحله سوم متغیر حداکثر اکستنشن مچ متغیرهای تعیین‌کننده اجرای الگوی ماهرانه هستند، بررسی متغیرهای تعیین‌کننده

پرداخت، به طوری که افت عملکرد متغیرهای کینماتیکی در آزمون انتقال می‌تواند به دلیل سفتی عضلات برای تعمیم‌دهی حرکت در پاسخ به تکلیف ثانویه شناختی باشد که کاهش سرعت و شتاب را دربر می‌گیرد (۹). اما با توجه به مطالعات یادگیری حرکتی کم خطا و هم چنین نتایج تحقیق حاضر می‌توان توجه بهتری برای این مسئله مطرح کرد، به طوری که یادگیری کم خطا به دلیل ارتکاب خطای کمتر و آزمون فرضیه‌های شناسایی و اصلاح خطای کمتر مستقل از حافظه کاری عمل می‌کند (همسو با تحقیق Conroy و همکاران (۲۰۱۲)، Tailby & Haslam (۲۰۰۳)) و به صورت پنهان پردازش می‌شود، بنابراین کنترل هشیار کمتری حول حرکت صورت می‌گیرد که شرایط را برای یادگیری سریع‌تر الگوی حرکت فراهم می‌آورد (۹) و بدین ترتیب منجر به پایداری در الگوی حرکت و عدم افت عملکرد پرتاب تحت بار تکلیف ثانویه شناختی می‌شود (۱۵).

نتیجه‌گیری

به طور کلی با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان چنین نتیجه گرفت که در این تحقیق روش یادگیری کم خطا از فاصله کمتر به بیشتر و بدون دادن دستورالعمل به یادگیرنده باعث شد که یادگیرنده کم خطا به الگوی ماهرانه تکلیف نزدیک‌تر شود و منجر به امتیاز بهتر در مراحل مختلف گردد. در حالی که گروه پرخطا به علت خطای زیاد و انباشتگی منابع حافظه کاری در دستیابی به الگوی ماهرانه دچار تداخل شد، الگوی متفاوتی با الگوی اصلی تکلیف را اجرا کرد و منجر به یادگیری الگوی اشتباه یا ناپایدار شد. به عبارتی دیگر یادگیری کم خطا روشی کارآمد در یادگیری مهارت پرتابی تحقیق شناخته شد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود نتایج این تحقیق مطالعاتی در تحقیقات آتی در جهت بررسی بیشتر و بهتر یادگیری کم خطا در زمینه توانبخشی روانشناسی عصب شناختی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین برای مطالعه بیشتر متغیرهای کینماتیکی پیشنهاد

که Poolton و همکارانش (۲۰۰۵) بیان کردند که بررسی افت عملکرد متغیر کینماتیکی در آزمون انتقال می‌تواند نشان‌دهنده این مسأله باشد که یادگیری متغیر مورد نظر هنوز به پایداری خود نرسیده و تحت فشار تکلیف ثانویه شناختی تغییر می‌کند و منعطف بودن خود را از دست می‌دهد (۸). در متغیر حداکثر فلکشن آرنج، گروه‌ها پایداری در اجرا نشان دادند. در متغیر تعیین دامنه مفصل آرنج، یعنی متغیر حداکثر اکستنشن آرنج، تنها گروه کم خطا تغییر معنی‌دار در اجرا نشان نداد ولی گروه پرخطا و ثابت پایداری خود را از دست دادند. در متغیرهای مربوط به لحظه پرتاب توپ نیز هر دو گروه پرخطا و ثابت دچار ناپایداری شدند ولی گروه کم خطا ناپایداری معنی‌داری نشان نداد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که گروه کم خطا به الگوی ماهرانه تکلیف حرکتی مورد نظر نزدیک‌تر شده است، هرچند که هنوز نیازمند تمرین بیشتر برای رسیدن به الگوی ماهرانه و خودکار متغیرهای حرکتی حول مفصل مچ است. گروه پرخطا فاصله زیادی تا الگوی ماهرانه و اصلی حرکت دارد. گروه پرخطا و ثابت نیازمند تغییرپذیری بیشتر یا استفاده از درجات آزادی بیشتری برای اجرای کینماتیک صحیح حرکت هستند که در نتیجه تمرین بیشتر و البته تغییر شیوه تمرینی حاصل می‌شود. همچنین می‌توان یک ارتباط بین نمره پرتاب گروه‌ها با متغیرهای کینماتیکی مربوطه در هر آزمون نشان داد به طوری که هرچه این متغیرهای کینماتیکی منعطف‌تر شدند و به الگوی ماهرانه نزدیک‌تر شدند عملکرد پرتاب بهتر شده و منجر به کسب امتیازات بالاتر شده است. شاید به همین دلیل است که گروه کم خطا افت معنی‌داری تحت تکلیف ثانویه شناختی در نمره پرتاب نداشته چون تقریباً تمام متغیرهای کینماتیکی مفاصل موردنظر به الگوی پایداری رسیده‌اند و مقدار افت معمول هم به دلیل الگوی ناپایدار دامنه حرکتی مفصل مچ بوده است و به همین ترتیب افت گروه ثابت به دلیل ناپایداری الگوی مفصل مچ و حداقل سرعت آرنج است و افت شدید گروه پرخطا نیز به علت ناپایداری تقریباً تمام متغیرهای کینماتیکی بوده است. به طریق دیگر نیز می‌توان به بحث در این ارتباط

تمرین کوتاهی از مهارت در هر فاصله‌ای، قبل از شروع آزمون و یا روز تمرینی بر شیوه یادگیری اثر می‌گذاشت.

تشکر و قدردانی

از تمامی دانشجویان دانشگاه شهید بهشتی برای شرکت در این تحقیق و همچنین با توجه به این که این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است از اساتید دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی برای در اختیار گذاشتن محیط علمی و شرایط آزمایشگاهی مناسب سپاسگزاریم.

می‌شود که این متغیرها در آزمون‌های انتقال به فاصله جدید نیز سنجیده شوند.

محدودیت‌ها

عدم کنترل دقیق محقق بر تمرینات احتمالی ذهنی شرکت‌کنندگان در مورد تکلیف مورد نظر در خارج از جلسات تمرینی، عدم کنترل بر تغذیه و میزان خواب شرکت‌کنندگان و عدم کنترل بر اثر کاهش گرم کردن (Warm up decrement) در روزهای تمرینی و آزمون بود زیرا در روش تمرینی مورد نظر که گروه‌ها باید با ترتیب مشخص در فواصل مختلف تکلیف را اجرا می‌کردند و گرم کردن یعنی

References

- Schmidt RA. Motor learning & performance: From principles to practice. 1th Ed. Human Kinetics: 1991.
- Wulf G, Shea CH, Whitacre CA. Physical-guidance benefits in learning a complex motor skill. Journal of Motor Behavior 1998; 30 (4): 367-80.
- Conroy P, Ralph M. Errorless learning and rehabilitation of language and memory impairments, Neuropsychological Rehabilitation 2012; 22 (2): 137-137.
- Tailby R, Haslam C. An investigation of errorless learning in memory-impaired patients: Improving the technique and clarifying theory. Neuropsychologia. 2003;41(9):1230-40.
- Maxwell JP, Masters RSW, Kerr E, Weedon E. The implicit benefit if learning without errors. Quarterly Journal of experimental psychology 2001; 54 (A): 1049-68.
- McMahon KMA, Masters RSW. The effects of secondary tasks on implicit motor skill performance. International Journal of sport psychology 2002; 33 (3): 307-324.
- Masters RSW, Poolton JM, Maxwell JP. Stable implicit motor processes despite aerobic locomotor fatigue. Consciousness and Cognition. 2008; 17 (1): 335-338.
- Poolton JM, Maxwell JP, Masters RSW. The relationship between initial errorless learning conditions and subsequent performance. Human movement science. 2005; 24 (3): 362-378.
- Lam W, Maxwell JP, Masters RSW. Analogy versus explicit learning of a modified basketball shooting task: performance and kinematic outcomes. Journal of Sport Science. 2009; 27 (2):179- 91.
- Lohse KR, Sherwood DE, Healy AF. How changing the focus of attention affects performance , kinematics, and electromyography in dart throwing, Human Movement Science. 2010; 29(4): 542-55.
- Entezari z. Comparing the effect of video feedback with an emphasis on visual and verbal cues by random and block on acquisition and retention in pass skill in football. [Msc thesis]. Tehran, Iran: faculty of physical education and sport sciences, University of Shahid Beheshti, 2012. [In Persian].
- Siminghalam M, Alibakhshi H. The Investigation of Motor- frees Visual Perception Skills in Educable Children with Developmental Coordination Disorder in Tehran. Knowledge & Research in Applied Psychology. 2011; 12 (3): 71-78, [In Persian].
- Hasan Barani F. Comparing the Effects of Errorless, Errorful and Constant Groups on Effort, Accuracy and performance kinematics' variables in learning of a throwing task. . [Msc thesis]. Tehran, Iran: faculty of physical education and sport sciences, University of Shahid Beheshti, 2012. [In Persian].
- Stereo Optical Instrument. Method and Manual. 2000; [http:// www.stereooptical.com].
- Lam W, Maxwell JP, Masters RSW. Probing the reaction time of attention (motor) learning. journal of sport science 2010; 28(14):1543-54.

16. Baddeley A, Wilson BA. When implicit learning fails: Amnesia and the problem of error elimination. *Neuropsychologia*. 1994; 32 (1): 53-68.
17. Kaufman SB, DeYoung CG, Gray JR, Jiménez L, Brown J, Mackintosh N. Implicit learning as an ability. *Cognition*. 2010; 116 (3): 321-40.
18. Beilock SL, Carr TH. On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of experimental psychology: General*. 2001; 130 (4): 701-725.
19. Masters RSW. Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *The British journal of psychology*. 1992; 83(3): 343-358.
20. Masters RSW. Teorotical aspects of implicit learning in sport. *International Journal of sport psychology* 2000; 31(3): 530-541.
21. Masters RSW, Maxwell JP. Implicit motor learning, reinvestment and movement disruption: What you don't know won't hurt you? *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory and Practice*, London: Routledge 2004; 207- 228.
22. Masters RSW. Implicit motor learning and complex decision making in time constrained environments. *Journal of motor behavior*. 2008; 40(1):71-79.
23. Maxwell JP, Masters RSW, Eves FF. From novice to know-how: A longitudinal study of implicit motor learning. *Journal of sport science*. 2000; 18(2):111-120.
24. Maxwell JP, Masters RSW, Eves FF. The role of working memory in motor learning & performance, consciousness and cognition. 2003; 12(3): 376-402.
25. Orrell AJ, Eves FF, Masters RSW. Implicit motor learning of a balancing task, *Institute of Human performance. University of Hong Kong. Gait & Posture*. 2006; 23(1): 9-16.
26. Poolton , J. M. , J. P. Maxwell , R. S. W. Masters. Passing thoughts on the evolution-ary stability of implicit motor behavior: Peformance retention under physiological fatigue. *Consciousness and cognition*, 2007, 16(2): 456-468.
27. Zachry T. Effects of attentional focus on kinematics and muscle activation patterns as a function of expertise. [Msc thesis]. Las Vegas, USA: University of Nevada, 2005.

Effect of errorless and errorful learning on performance kinematic parameters in a throwing task: A pilot study

Fariba Hasan Barani^{*}, Behrouz Abdoli¹, Alireza Farsi²

Original Article

Abstract

Introduction: to study the differences between effect of errorless and errorful learning on performance kinematic parameters.

Materials and Methods: 24 female students involved in three errorless, errorful and constant groups. The throwing instruction was not given to the groups. Errorful group practiced respectively at 2.5, 2.75, 3, 3.25, 3.5 meters, errorless group practiced in contrast with errorful group and constant group only from 3 meter began to practice. After three days of practice, acquisition, retention and transfer tests were done. Motion analysis machine was used to collecting the kinematic data in all periods.

Results: in the retention test, the errorless group performance was significantly better than other two groups and in transfer test, the errorful group performance decreased. In performing of secondary cognitive task was not found significant differences between errorless and constant groups. In kinematic data analysis, the errorless group reached to the motor task skilled model but the errorful group was far from performance of motor task skilled model.

Conclusion: The errorless learning is an efficient method in throwing skill learning of this study.

Keywords: errorless learning, errorful learning, performance kinematic parameters, skilled model, neuropsychological Rehabilitation.

Citation: Hasan Barani F, Abdoli B, Farsi A. Effect of errorless and errorful learning on performance kinematic parameters in a throwing task: A pilot study. J Res Rehabil Sci 2014; 9(6):978-990.

Received date: 1/2/2013

Accept date: 23/8/2013

*- PhD student in motor control, faculty of physical education and sport sciences, university of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: f.hbarani@ut.ac.ir

1- Associated professor, Department of Motor behavior, faculty of physical education and sport sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2- Associated professor, Department of Motor behavior, faculty of physical education and sport sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran