

اثر تغییر پذیری تمرین بر کنترل پیش‌بینانه پاسچر در تکلیف دسترسی

فائزه محمدی سنجانی^{۱*}، معصومه شجاعی^۲، افخم دانشفر^۳

۱. کارشناس ارشد رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)

۲. دانشیار رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱/۲۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۸/۶

چکیده

تکلیف دسترسی یکی از تکالیف رایج برای بررسی سازوکارهای یادگیری است و جزو تکالیف روزانه زندگی انسان به‌شمار می‌رود. بهبود ثبات پاسچر می‌تواند در عملکرد این تکلیف تاثیر بگذارد. بدین منظور، هدف تحقیق حاضر مقایسه اثر تمرین ثابت (زمان واکنش ساده) و متغیر تصادفی (زمان واکنش انتخابی) بر بهبود کنترل پیش‌بینانه پاسچر افراد سالم در تکلیف دسترسی بود. در این تحقیق، ۱۶ دانشجوی دختر راست‌دست با میانگین سنی 27.18 ± 3.18 مشارکت کردند. برای ارزیابی بزرگی کنترل پیش‌بینانه پاسچر از شاخص سرعت متوسط و جابه‌جایی مرکز فشار پا با استفاده از صفحه نیرو قبل از شروع حرکت دسترسی استفاده شد. نتایج تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری‌های تکراری در سطح معناداری $P < 0.05$ نشان داد که تمرین متغیر تصادفی به افزایش جابه‌جایی و سرعت جابه‌جایی مرکز فشار قبل از شروع حرکت دسترسی منجر می‌شود، ولی این افزایش در آزمون اکتساب و یادداری معنادار نبود. بنابراین یافته‌های این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که تمرین متغیر تصادفی باعث افزایش ثبات پیش‌بینانه پاسچر شده است. اثر این تمرین بر کنترل پیش‌بینانه پاسچر می‌تواند در برنامه‌های توان‌بخشی به‌کار گرفته شود.

کلیدواژه‌ها: پیش‌خواند، تمرین متغیر تصادفی، تنظیم پیش‌بینانه پاسچر، زمان واکنش.

Effect of practice variability on anticipatory postural control during reaching task

Mohammadi Sanjani, F¹., Shojaei, M²., Daneshfar, A².

1. Master of Science, Motor Behaviour, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Alzahra University, Iran
2. Associate Professor, Motor Behaviour, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Alzahra University, Iran

Abstract

Introduction and purpose: Reaching movement is one of the common task for assessing learning mechanism and is daily task in human life, improvement in postural stability can influence the function of this task. In this term, the aim of current study was to compare constant (simple reaction time) and variable random practice (choice reaction time) on the improvement of anticipatory postural adjustment during reaching task in healthy people. **Methodology:** Sixteen right handed women with the mean age of (27.18 ± 3.18) participated in this study. For measuring magnitude of anticipatory postural control, centre of pressure displacement and centre of pressure velocity were evaluated by using force plate before reaching movement. **Results:** The results of mixed variance analysis in significant level of $p < 0.05$ showed that random variable practice increased cop displacement and velocity before reaching task, but this increase wasn't significant in acquisition and retention tests. **Discussion and Conclusion:** Therefore according to the results of this study, random variable practice improved anticipatory postural adjustment. Based on these results, effect of this practice on anticipatory postural control can be considered in rehabilitation programs.

Keywords: Feed Forward, Random Variable Practice, Anticipatory Postural Adjustment, Reaction Time.

مقدمه

نحوه اجرای حرکت‌های موجودات و عوامل مؤثر بر آن، از طریق علم کنترل حرکتی، که به مطالعه فرایندهای زیربنایی مسئول کنترل تعادل و اجرای مهارت‌های حرکتی می‌پردازد قابل بررسی است. براساس این مطالعه، حرکات مفاصل، به‌صورت بازتابی یا ارادی، از طریق عضلات اسکلتی، که تحت فرمان و کنترل سیستم عصبی هستند، به کنترل تعادل منتهی می‌شود (۱). از جمله نقش‌های مهم کنترل حرکتی، کنترل پاسچر در هنگام انجام فعالیت‌های روزمره زندگی است. نقص در سیستم کنترل پاسچر فعالیت‌های روزمره و کیفیت زندگی

*. f.m.sanjani@gmail.com

کودکان و بزرگسالان را کاهش می‌دهد. کنترل پاسچر مهارتی است که به اهداف دوگانه ثبات و جهت‌گیری بدن در جهت به نیاز تکلیف در محیط می‌پردازد (۲). انسان‌ها در طول زندگی دو نوع اصلی اغتشاش در تعادل را به‌طور پی‌درپی تجربه می‌کنند: اغتشاش نوع اول به‌صورت درونی وارد می‌شود؛ یعنی فرد به‌صورت ارادی این اغتشاش را ایجاد می‌کند، مانند حرکت سریع دست، بلندکردن پا و خم‌کردن بالاتنه؛ ولی اغتشاش نوع دوم به‌صورت خارجی توسط شیء یا فرد اعمال می‌شود. در هر دو نوع اغتشاش، پاسچر نیروهای پویا و بین‌بخشی ایجاد می‌کند تا مرکز فشار را به سطح اتکا نزدیک کند (۳). تمام فعالیت‌هایی که همراه با نوسان پاسچر هستند، تحت دو فرایند حلقه بسته (بازخورد) و حلقه باز (پیش‌خوراند) کنترل می‌شوند. زمانی که اغتشاش وارد شده به‌صورت داخلی باشد، مانند هنگامی که فرد شروع به گام برداشتن، گرفتن یک شیء می‌کند، سیستم عصبی مرکزی برای جلوگیری از اغتشاش حاصل از حرکت ارادی، تنظیم پیش‌بینانه پاسچر را به‌صورت پیش‌خوراند به‌نمایش می‌گذارد. تنظیم پیش‌بینانه پاسچر^۱ با عنوان کنترل پیش‌بینانه یا کنترل پیش‌خوراند پاسچر شناخته می‌شود (۴،۵). در این تحقیق، از اصطلاح معادل کنترل پیش‌بینانه پاسچر استفاده شده است. این سازوکار کنترلی با فعالیت عضله اصلی عمل‌کننده همراه است، به‌طوری‌که هماهنگی بین عضلات اصلی حرکت تکلیف و عضلات پاسچر بسیار مهم است و باید جایگاه مهمی در تحقیقات مربوط به علوم عصبی- حرکتی داشته باشد (۶). براساس تحقیق کوردو و نشنر (۱۹۸۲)، سازوکار کنترل پیش‌خوراند خاصیت شکل‌پذیری دارد و با تغییرات سرعت، جهت و وزن، قابل تعدیل است (۷). از این‌رو، تاک (۱۹۹۸) نشان داد که فرایندهای مخچه‌ای با کنترل پیش‌خوراند ارتباط دارند و پس از کسب مهارت کنترل پاسچر، در فرایند یادگیری درگیر می‌شوند؛ بنابراین، مخچه ناحیه ممکن برای تغییرات شکل‌پذیری ایجادشده در طی تمرین است. مشاهداتی که فارگت و لامار (۱۹۹۵) در بیماران آوران‌برداری‌شده (حسی و پوستی) انجام دادند نشان داد که کنترل پیش‌بینانه پاسچر در تکلیف بلندکردن وزنه با دو دست در این بیماران حفظ شده بود و یک حافظه حرکتی ثابت به‌وسیله فرایند یادگیری در آنها ساخته شده بود که سازوکار کنترل پیش‌بینانه پاسچر در غیاب درون‌داد‌های حسی هنوز وجود داشت. از این یافته می‌توان نتیجه گرفت که مدل کنترل به‌شیوه پیش‌خوراند آموختنی است.

لیو و همکاران (۸) در سال ۲۰۱۵، تحقیقی درباره تعداد جلسات تمرینی برای اکتساب کنترل پیش‌بینانه پاسچر در افراد سالم بزرگسال انجام دادند. آزمودنی‌ها حرکت دسترسی را به‌سمت یک هدف متحرک در ۶۰ کوشش (شش دسته ده کوششی) انجام دادند. کنترل پیش‌بینانه پاسچر به‌وسیله فعالیت الکتریکی عضلات و جابه‌جایی مرکز فشار اندازه‌گیری شده بود. آزمودنی‌ها شروع سریع جابه‌جایی خلفی مرکز فشار بین دسته کوشش ۲ تا ۶ و کاهش شروع فعالیت عضله درشت‌نی‌قدامی هم‌سو را بین دسته کوشش ۱ تا ۳ نشان دادند. در نتیجه، اکتساب فرایند کنترل پیش‌بینانه پاسچر بعد از ۵۰ کوشش تمرینی دیده شد. سیتو، یاماناکا، کاساهارا و فوکوشیما (۲۰۱۴) نشان دادند تمرینات تکراری در حرکات دسترسی، که اغتشاش در آنها به‌صورت درونی اعمال شده بود، نه تنها به بهبود کنترل پیش‌بینانه پاسچر منتهی شد، بلکه این مقدار بهبودی تا مدتی طولانی باقی ماند و به اندامی که

تمرین نکرده بود تعمیم داده شد؛ زیرا تمرینات تکراری به قوی شدن حافظه حرکتی و بازنمایی درونی منجر می‌شود (۹). تحقیق کانکار و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد یک جلسه تمرین گرفتن توپ باعث بهبود عملکرد پیش‌بینانه پاسچر می‌شود و فعالیت الکتریکی عضلات پیش‌بینی‌کننده قبل و بعد از تمرین نیز به‌طور معناداری تغییر کرد (۱۰). حرکت دسترسی تکلیفی رایج برای بررسی سازوکارهای یادگیری و یکی از فعالیت‌های مهم روزانه محسوب می‌شود. ثبات پاسچر در عملکرد حرکات دسترسی تأثیر می‌گذارد (۱۱). یکی از ویژگی‌های تمرین، که احتمال موفقیت در رسیدن به اجرای ماهرانه را افزایش می‌دهد، تغییرپذیری تمرین است. سازمان-دهی تمرین یکی از مهم‌ترین چالش‌های مربیان در طراحی تمرین است. در همین زمینه، یکی از روش‌های سازمان‌دهی، تمرین براساس آرایش تمرین است که به‌روش‌های تمرین ثابت و تمرین متغیر تصادفی انجام می‌گیرد. درخصوص تغییرپذیری تمرین پژوهش‌هایی درباره افراد سالم صورت گرفته که نشان داده است تمرین تصادفی به افت عملکرد در آزمون اکتساب و بهبود عملکرد در آزمون یادداری منجر می‌شود (۱۲)، درحالی‌که تحقیق دیگری درباره ورزش هندبال به‌کوشش روح‌اللهی و همکاران (۲۰۱۴) تفاوتی بین دو شیوه آرایش تمرین ثابت و تصادفی نشان نداده است (۱۳). پژوهش‌های انجام گرفته درباب تغییرپذیری تمرین بیشتر بر یادگیری مهارت‌های ورزشی و سنجش‌های نتیجه اجرا تمرکز کرده‌اند (۱۴)، اما تأثیر آن بر سنجش‌های فرآیند اجرا مثل نوسان مرکز فشار به‌طور واضح مورد ارزیابی قرار نگرفته است. تحقیقات انجام گرفته در زمینه یادگیری حرکتی نشان دادند که تمرین تصادفی اثر پایدارتری نسبت به تمرین ثابت دارد (۱). با توجه به تحقیقات انجام‌شده و خلأ مربوط به اثر نوع تمرین بر کنترل پیش‌بینانه پاسچر در آزمون اکتساب و یادداری، تحقیق حاضر، ضمن تأیید نتایج گذشته، به بررسی اثر نوع تمرین (تصادفی و ثابت) بر اکتساب و یادداری (بعد از ۲۴ ساعت بی‌تمرینی) کنترل پیش‌بینانه پاسچر قبل از شروع تکلیف دسترسی پرداخته است تا نتایج این تحقیق بتواند چارچوبی برای یادگیری کنترل پیش‌بینانه پاسچر در اجرای تکلیف دسترسی در افرادی باشد که دچار نقص در این فرآیند کنترل هستند و همچنین زیربنایی برای تعیین پارامترهای تمرینی مناسب در پروتکل تمرینی و درمانی فراهم کند.

روش‌شناسی

روش تحقیق حاضر نیمه‌تجربی است که به‌صورت آزمایشگاهی و با استفاده از طرح تحقیق بین‌گروهی عاملی ترکیبی با پیش‌آزمون-پس‌آزمون گروه‌های متغیر تصادفی انجام شد. ۱۶ نفر داوطلب با میانگین سنی $27/18 \pm 3/18$ سال، میانگین وزن $62/56 \pm 11$ کیلوگرم و میانگین قد $162/81 \pm 6/40$ سانتی‌متر براساس پرسش‌نامه جمعیت‌شناختی و دست برتری ادینبرگ (۱۵)، که دارای ویژگی‌های مورد نظر بودند، به‌عنوان نمونه انتخاب شدند و پس از ارائه توضیحات مربوط به چگونگی انجام آزمون توسط محقق، رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند. شرکت‌کننده‌ها از بین افراد سالم، که هیچ‌گونه پیشینه بیماری عصبی، عضلانی، شکستگی یا آسیب‌های استخوانی و مفصلی و سابقه مصرف دارو نداشتند، انتخاب شدند. برای سنجش متغیرهای کینتیک حرکت مانند سرعت و جابه‌جایی مرکز فشار از دستگاه صفحه نیرو با فرکانس هزار هرتز ساخت

شرکت دانش سالار ایرانیان استفاده شد. برای بررسی شروع حرکت دسترسی و سرعت دست از دستگاه شتاب‌سنج سه‌بعدی^۱ با فرکانس صد هرتز با قراردادن نشانگر در قسمت زائده استایلوئید زند اعلائی دست استفاده شد. گفتنی است داده‌های صفحه نیرو و شتاب‌سنج قبل از تحلیل از طریق فیلتر پایین‌گذر باتروورث با فرکانس هفت هرتز فیلتر شدند. برای تمرین زمان واکنش ساده و انتخابی از دستگاه زمان واکنش اتوماتیک RT- ۸۸۸ ساخت شرکت روان تجهیز سینا استفاده شد. قبل از انجام مرحله اصلی آزمایش، به منظور ارزیابی وضعیت و تعیین تعداد کوشش‌ها برای جلوگیری از تحیل بار اضافی بر شرکت‌کنندگان و برای مشخص کردن نوع پارامتر تمرین یک مطالعه مقدماتی اجرا شد. از آنجایی که هم جهت اغتشاش و هم مقدار اغتشاش بر کنترل پیش‌بینانه پا سچر تأثیر دارد (۳)، بعد از مطالعه مقدماتی جهت اغتشاش به عنوان پارامتر تمرینی تحقیق استفاده شد. تمرین در جهت اغتشاش شامل تمرین ثابت و متغیر تصادفی بود که توسط دستگاه زمان واکنش این تمرین داده شد نحوه انجام تمرین در ادامه توضیح داده شده است. در جلسه اول، قبل از اجرای کوشش‌ها از شرکت‌کنندگان آزمون دسترسی کارکردی دانکان (۱۶) به منظور تعیین بیشینه دسترسی هر فرد گرفته شد. قبل از اجرای تمرین شرکت‌کنندگان در جلسه پیش‌آزمون، که شامل ۱۰ کوشش بود. بعد از دیدن محرک به شیئی که روبه‌روی شانه قرار داشت دسترسی می‌یافتند.

در وضعیت اول که تمرین ثابت بود فرد تحت تکلیف زمان واکنش ساده باید با انگشت میانی (۱۷) به سمت یک هدف با سرعت زیاد، زمانی که محرک دیداری روشن می‌شد، حرکت دسترسی را انجام می‌داد. در وضعیت دوم که تمرین تصادفی بود فرد برای دسترسی از جایگاه هدف از قبل آگاه نبود و باید تحت تکلیف زمان واکنش دو انتخابی به سمت هدف که در دو جهت بالا و پایین قرار داشت بعد از دیدن محرک دیداری با انگشت میانی حرکت دسترسی را انجام می‌داد. هر دو گروه در سه جلسه پیش‌آزمون، پس از آزمون (بلافاصله بعد از آخرین جلسه تمرین)، یادداری بعد از ۲۴ ساعت مورد ارزیابی قرار گرفتند. تمرین با دست چپ (غیربرتر) شامل سه جلسه تمرینی بود که در هر جلسه هر شرکت‌کننده ۱۰۰ کوشش انجام می‌داد (۹). شرکت‌کنندگان روی صفحه نیرو می‌ایستادند، به طوری که پا به اندازه عرض شانه باز بود و دست‌ها در کنار بدن قرار داشت، برای همسان‌کردن کوشش‌ها جایگاه پا به وسیله یک علامت روی صفحه نیرو برای هر شخص قبل از اجرای کوشش‌ها مشخص می‌شد. از شرکت‌کنندگان خواسته شد که به منظور گرم‌کردن عضلات و جلوگیری از کوفتگی عضلانی، حرکات کششی انجام دهند. شرکت‌کنندگان به منظور آشنایی با تکلیف سه کوشش دسترسی انجام دادند. سیگنال شروع محرک بین ۲-۵ ثانیه بعد از اینکه شرکت‌کننده به جایگاه اولیه خود برمی‌گشت، به طور متغیر ارائه می‌شد (۱۸). به شرکت‌کنندگان گفته شد حرکت دسترسی را در حد امکان سریع و دقیق انجام دهند. کوشش‌های اشتباه (زمانی که جایگاه پاشنه پای شرکت‌کننده به اندازه ۲ سانتی‌متر و بیشتر از زمین جدا شود) تعریف شد. قبل از آزمایش، به شرکت‌کنندگان درباره کوشش‌های نادرست توضیحاتی داده شد. زمانی که کوشش اشتباه انجام شد، بلافاصله شرکت‌کننده از آزمونگر بازخورد

1- Gyroscope

دریافت می‌کرد که کوشش اجرا شده اشتباه است و باید آن را دوباره به‌طور صحیح انجام دهد. کوشش اشتباه ثبت نمی‌شد.

در این تحقیق T زمان شروع، و حداکثر سرعت خطی میچ دست مورد نظر بود. براساس تحقیق کوبیکی و همکاران در سال ۲۰۱۲ زمان شروع حرکت دسترسی (t.) زمانی بود که سرعت خطی دست ۰/۰۵ سرعت بیشینه دسترسی فرد شود. از آنجایی که صفحه نیرو با شتاب سنج هم‌زمان‌سازی شده بود، نوسان مرکز فشار هم‌زمان قبل از شروع حرکت (t.) که توسط شتاب‌سنج تعیین شده بود در فاصله زمانی بین ۵۰۰- تا ۰ میلی‌ثانیه (۱۵) در جهت خلفی-قدامی ثبت شد. شرکت‌کنندگان در هر جلسه تمرینی بعد از هر یک دسته کوشش، که شامل ۱۰ کوشش بود، ۲ دقیقه استراحت کردند تا از تأثیر خستگی بر عملکرد جلوگیری شود. در دسته کوشش آخر، (جلسه آخر) شرکت‌کنندگان در آزمون اکتساب تحت بررسی قرار گرفتند. آزمون اکتساب شامل ۱۰ کوشش بود و وضعیت آزمون کاملاً مشابه پیش‌آزمون در نظر گرفته شده بود. شرکت‌کنندگان بایست به یک هدف، که مستقیماً روبه‌روی شانه قرار داشت، بعد از محرک دیداری عمل دسترسی را انجام می‌دادند. بعد از ۲۴ ساعت استراحت، به‌منظور پیش‌گیری از اثر تمرین بر آزمون، شرکت‌کنندگان در آزمون یادداری با وضعیت مشابه پیش‌آزمون و آزمون اکتساب مشارکت کردند. شرکت‌کنندگان برای جلوگیری از اثر گرم‌کردن سه کوشش قبل از آزمون انجام دادند. آزمون یادداری شامل ۱۰ کوشش بود که هر دو گروه در جلسه آزمون یادداری تحت ارزیابی قرار گرفتند. برای جلوگیری از افت عملکرد ناشی از گرما، دمای اتاق بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. از آمار توصیفی میانگین و انحراف معیار برای رسم نمودارها استفاده شد. از تحلیل واریانس ترکیبی ۳*۲ با سنجش تکرار آزمون برای سنجش اثر تمرین بر سرعت متوسط و جابه‌جایی مرکز فشار در آزمون اکتساب و یادداری و از نرم‌افزار متلب و spss نسخه ۲۱ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها استفاده شد. جابه‌جایی و سرعت متوسط مرکز فشار در صفحه ساجیتال براساس فرمول ذیل محاسبه شده است (۱۹):

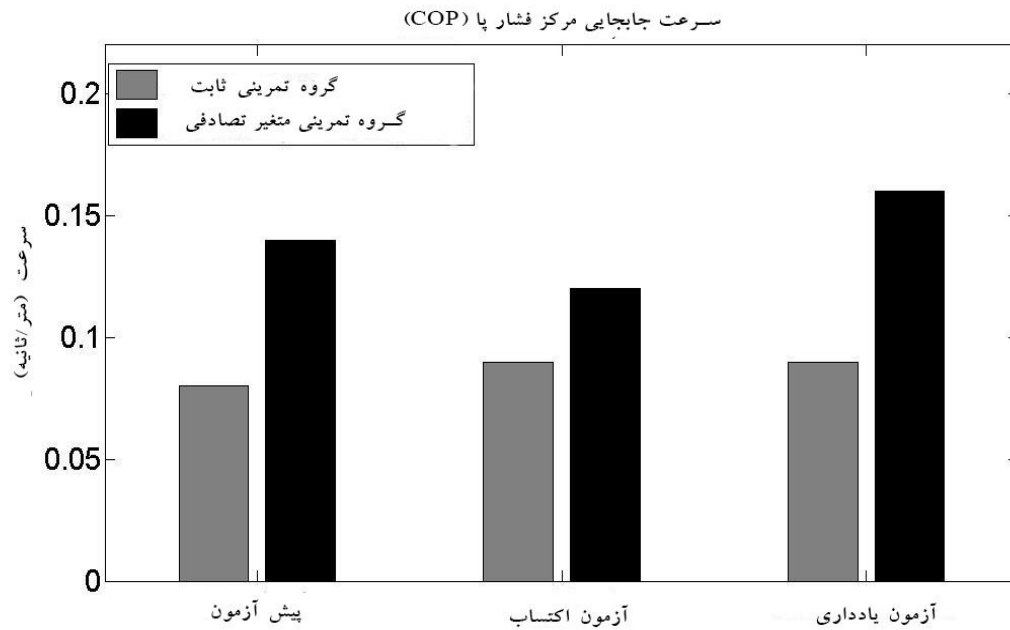
$$\delta_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{N-1}}$$

$$VCOPY = \frac{\sum_{i=2}^N |COPY(i) - COPY(i-1)|}{N \times \Delta t (sampling)}$$

یافته‌ها

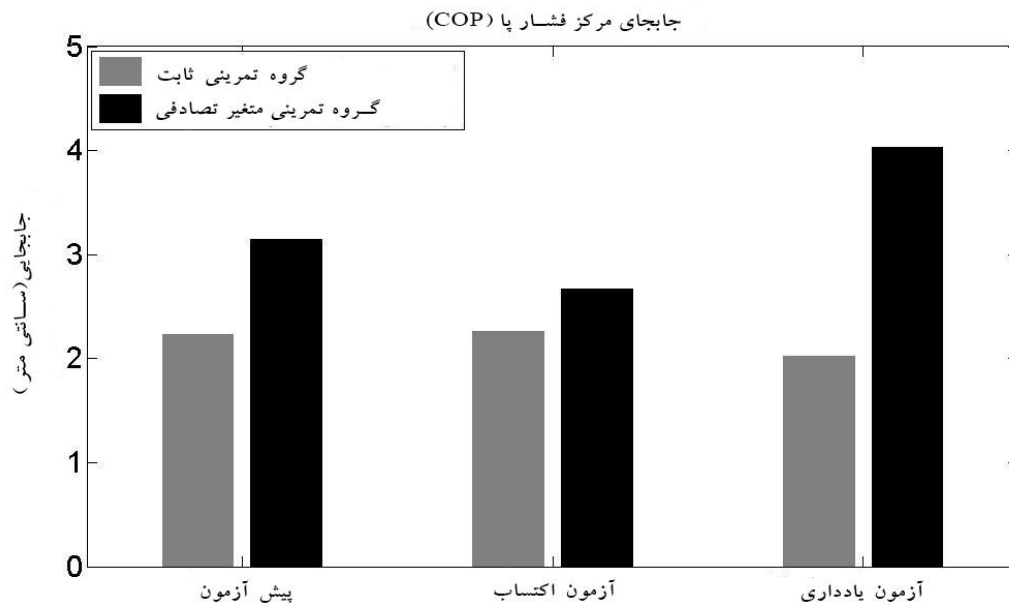
نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس ۳*۲ با اندازه‌گیری‌های تکراری سرعت جابه‌جایی مرکز فشار نشان داد که اثر اصلی آزمون $F_{(۱۲/۲)}=۳/۰۱, p=۰/۰۹, \eta^2=۰/۳۳$ و اثر آزمون و گروه $F_{(۱۲/۲)}=۲/۴۱, p=۰/۱۳, \eta^2=۰/۲۸$ معنادار نبود، ولی اثر اصلی گروه $F_{(۱/۱۳)}=۶/۳۴, p=۰/۰۲, \eta^2=۰/۳۲$ معنادار بود؛ به این معنی که با مقایسه میانگین‌ها، سرعت جابه‌جایی مرکز فشار در گروه متغیر تصادفی بیشتر از گروه ثابت بوده است. همان‌طور که

در نمودار ۱ مشاهده می‌کنید، در آزمون یادداری و اکتساب کنترل پیش‌بینانه پا سچر بهبود بیشتری در گروه تمرین متغیر تصادفی نسبت به گروه ثابت داشته است، ولی این بهبود معنادار نبوده است.



نمودار ۱. مقدار سرعت جا به جایی مرکز فشار در صفحه ساجیتال در دو گروه تمرین زمان واکنش ساده (ثابت) و تمرین زمان واکنش انتخابی (متغیر تصادفی) در پیش آزمون، پس آزمون و آزمون یادداری ۲۴ ساعت بعد از بی‌تمرینی قبل از شروع حرکت دسترسی. رنگ خاکستری گروه تمرین ثابت و رنگ مشکی گروه تمرین متغیر تصادفی.

نتایج تحلیل کواریانس ۲*۲ با تکرار سنجش عامل آزمون و کنترل پیش‌آزمون برای متغیر وابسته جابه‌جایی مرکز فشار نشان داد که اثر اصلی آزمون $F_{(1,11)}=0/429, p=0/52, \eta^2=0/04$ و اثر آزمون و گروه $F_{(1,11)}=5/60, p=0/9, \eta^2=0/3$ معنادار نبود، ولی اثر اصلی گروه $F_{(1,11)}=0/429, p=0/52, \eta^2=0/04$ بود؛ به این معنی که با مقایسه میانگین‌ها، جابه‌جایی مرکز فشار در گروه متغیر تصادفی بیشتر از گروه ثابت بوده است. همان‌طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌کنید، در آزمون یادداری و اکتساب کنترل پیش‌بینانه پا سچر بهبود بیشتری در گروه تمرین متغیر تصادفی نسبت به گروه ثابت داشته است، ولی این بهبود معنادار نبوده است.



نمودار ۲. مقدار جابه‌جایی مرکز فشار در صفحه ساجیتال در دو گروه تمرین زمان واکنش ساده (ثابت) و تمرین زمان واکنش انتخابی (متغیر تصادفی) در پیش‌آزمون، پس‌آزمون و آزمون یادداری ۲۴ ساعت بعد از بی‌تمرینی قبل از شروع حرکت دسترسی. رنگ خاکستری گروه تمرین ثابت و رنگ مشکی گروه تمرین متغیر تصادفی.

بحث

یکی از موضوع‌های مهمی که در بحث تعادل و یادگیری آن وجود دارد، کنترل پیش‌بینانه پا سچر است. این شیوه کنترل براساس اطلاعات پیش‌خوراند صورت می‌گیرد و فرایندی است یادگرفتنی و با تمرین بهبود پیدا می‌کند (۷). در این تحقیق، اثر نوع تمرین (تصادفی و ثابت) بر کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن در آزمون اکتساب و یادداری بررسی شد. نتایج به‌دست‌آمده در جابه‌جایی مرکز فشار نشان داد که گروه‌های تمرینی در آزمون اکتساب و یادداری اختلاف معناداری نداشتند، اگرچه مقدار جابه‌جایی مرکز فشار در گروه تمرین متغیر تصادفی بیشتر از گروه تمرین ثابت بود. در سرعت جابه‌جایی مرکز فشار نیز دو گروه در آزمون اکتساب و یادداری اختلاف معناداری نداشتند، ولی سرعت جابه‌جایی مرکز فشار در گروه تمرین متغیر تصادفی نسبت به گروه تمرین ثابت بیشتر بود. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات کوبیکی، پتریمنت، برنت بالانک، بالای و موری (۱۷)، سان، گورا و شی (۲۰)، سیتو و همکاران (۹)، کانکار و همکاران (۱۰) و کانکار و آرویین (۲۱) هم‌خوانی داشت که نشان دادند تمرین به بهبود کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن منجر می‌شود، ولی در تفکیک آزمون‌ها و مقایسه آنها مخالف پژوهش‌های برادبنت، کاروز، فورد و ویلیامز (۱۲)، پائولوس، سوئینن و بیتز (۲۲) بود. برادبنت و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که تمرین تصادفی به یادگیری بهتر پیش‌بینی ضربات تنیس منجر می‌شود. همین‌طور، پائولوس و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که گروه تمرین تصادفی در آزمون یادداری در تکلیف هماهنگی دودستی بهتر عمل کردند. محقق مانند تحقیقات گذشته افزایش جابه‌جایی مرکز فشار و سرعت جابه‌جایی مرکز فشار را بعد از تمرین مشاهده کرد (۹، ۱۰، ۲۰)، ولی این

افزایش در آزمون اکتساب و یادداری معنادار نبود. دلیل این معنادار نبودن شاید استفاده نکردن از طبقات برنامه‌های حرکتی متفاوت در تمرین تصادفی بود. از طرفی دیگر، در سال ۲۰۱۴ روح‌اللهی و همکاران (۱۳) در پژوهش خود در تکلیف هندبال به نتایجی مشابه دست یافتند و تحلیل آنها نشان داد تمرین تصادفی در مرحله اکتساب و یادداری و انتقال اثر معناداری نداشته است. دلیل به دست آمدن این نتیجه، تمرینی است که برنامه‌های حرکتی مختلف از طبقه حرکتی متفاوت ایجاد نمی‌کند. علاوه بر این نتایج، تحقیق جادیرا فیک، چئونگ، لی، مدیک و رازمان (۲۰۱۲) نشان داد که هر سه گروه تحت مداخله پژوهش آنها در مهارت‌های پیشرفت داشتند، ولی هیچ‌کدام در مرحله اکتساب، یادداری و انتقال اختلاف معناداری نداشتند. ممکن است یکی از دلایل مشابه بودن نتایج پژوهش مذکور با تحقیق حاضر استفاده از افراد ماهر در ورزش‌های با شدت، از آنجاکه دسترسی جزو فعالیت‌های روزمره و حرکتی فیلوژنتیک است با وجود تجربه کم در انجام تکلیف با دست غیربرتر، شرکت‌کنندگان می‌توانند در آن ماهر باشند، پس فقدان تفاوت در آزمون اکتساب و یادداری بین گروه‌ها می‌تواند به دلیل ماهر بودن شرکت‌کنندگان در تکلیف دسترسی باشد.

در سال ۲۰۱۴، کانکار و آرویین اثر یک جلسه تمرین گرفتن را بر بهبود فوری کنترل پیش‌بینانه پاسخ ۱۳ جوان سالم مطالعه کردند. مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون فوری شرکت‌کنندگان نشان داد که شروع فعالیت عضلات پیش‌بینی‌کننده کاهش و جابه‌جایی مرکز فشار افزایش یافت. افزایش جابه‌جایی مرکز فشار قبل از شروع حرکت گرفتن، به کاهش جابه‌جایی مرکز جرم بعد از شروع حرکت منجر شده بود که در نهایت به ثبات وضعیت بدنی منتهی شد. در تحقیق کانکار و آرویین (۲۱) و کانکار و همکاران (۱۰) اغتشاش وارد شده در هنگام آزمون به صورت بیرونی بوده است، ولی در تحقیق حاضر اغتشاش به صورت درونی وارد شده بود. بررسی بهبود کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن در حرکت سریع دست تحت زمان واکنش ساده^۱ و زمان واکنش انتخابی^۲ توسط کویبکی و همکاران در سال ۲۰۱۲ انجام شد. شرکت‌کننده‌های تحقیق ۱۶ نفر بزرگسال بودند، که در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تأخیری هرف ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن در هر دو گروه نسبت به گروه کنترل بهبود یافت، اما در گروه تمرین در واکنش انتخابی این بهبود به طور معناداری بیشتر از زمان واکنش ساده بود که نشان‌دهنده اثر تمرین بر تغییرات مرکزی در برنامه حرکتی بود. تمرین واکنش انتخابی در تحقیق کویبکی از نوع چهار انتخابی، ولی تحقیق حاضر از نوع دو انتخابی بود و به احتمال زیاد معنادار نبودن تمرین متغیر تصادفی در آزمون اکتساب و یادداری به دلیل کم بودن انتخاب‌ها و درگیری کمتر در تلاش شناختی در تمرین زمان واکنش انتخابی بوده است. بر اساس فرضیه تلاش شناختی، هر اندازه که تمرین تصادفی فرد را به تلاش شناختی بیشتری وادارد، به عملکرد بهتر در آزمون یادداری منجر می‌شود. فرضیه تلاش شناختی نیز به درگیری ذهنی و شناختی فرد درباره اجرا و یادگیری تکلیف می‌پردازد و برتری تمرین تصادفی را نسبت به تمرینات دیگر در تلاش شناختی نشان می‌دهد (۱۲). یافته‌های تحقیق به طور کلی نشان می‌دهد تمرین متغیر تصادفی به بهبود کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن نسبت به تمرین ثابت

1. Simple Reaction Time
2. Choice Reaction Time

منجر شده است. بنابراین، تغییرپذیری تمرین به صورت تصادفی به یادگیری پارامتر و توسعه طرح‌واره منتهی می‌شود. همان‌طور که گفته شده است، تغییرپذیری تمرین را می‌توان پیوستاری در نظر گرفت که از تمرین ثابت شروع و به تمرین متغیر ختم می‌شود. در تمرین ثابت تنها یک نوع پارامتر داریم، درحالی‌که در تمرین متغیر تصادفی پارامترهای متفاوتی وجود دارد که در این مطالعه جهت اغتشاش بررسی شد.

نتیجه‌گیری

بر اساس شواهد تحقیقی، تمرین ثابت به بهبود عملکرد منجر می‌شود، درحالی‌که تمرین متغیر تصادفی سبب پیشرفت یادگیری می‌شود. تمام تحقیقات انجام‌شده تا امروز درباره اثر تمرین بر کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن بوده است. تمام این پژوهش‌ها مؤید این است که سازوکار کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن با تمرین، قابل تعدیل و بهبود است. درباره اثر نوع تمرین و ماندگاری تمرین بر این سازوکار کنترلی شواهد کمی وجود دارد. این مطالعه اولین مطالعه‌ای است که به سهم خود نشان داد تمرین تصادفی به دلیل درگیرکردن فرد در تلاش شناختی که عاملی مهم در یادگیری حرکتی است، می‌تواند کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن را بهبود بخشد. نکته‌ای که در تمرین تصادفی به بهبود معنادار کنترل پیش‌بینانه پاسچر در آزمون یادداری می‌شود، افزایش تعداد واکنش‌های انتخابی است که ابزار آن خارج از دسترس محقق بود. بنابراین، تمرین تصادفی با بهبود کنترل پیش‌بینانه پاسچر می‌تواند به افزایش تعادل پاسچر و عملکرد تکالیف کارکردی روزانه منتهی شود و افرادی که دچار نقص در این فرایند کنترلی هستند می‌توانند از این تمرین بهره ببرند.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته رفتار حرکتی دانشگاه الزهراء(س) استخراج شده است. بدین وسیله از دانشجویان دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات و همه کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری رساندند سپاسگزاری و قدردانی می‌کنیم.

منابع

1. Magill, R., Anderson, D. (2013). Motor learning and control: concepts and applications. (10th Ed.). New York: McGraw-Hill
2. Dusing, S., C, Harbourne, R. T. (2010). Variability in postural control during infancy: Implications for development, assessment, and intervention. *Physical Therapy*. 90:1838-49.
3. Latash, M. (2013). *Fundamental of motor control*. (1th Ed). Science Direct.
4. Bernstein, N.A. (1967). *The coordination and regulation of movement* Oxford: pergamen.
5. Dufossé, M., Hugon, M., Massion, J. (1985). Postural forearm changes induced by Predictable in time or voluntary triggered unloading in man. *Experimental Brain Research*. 60(2):330-4.
6. Massion, J. (1992). *Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination*. *Progress Neurobiology*. 38:35-56.
7. Cordo, P.J., Nashner, L.M. (1982). Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *Journal Neurophysiology*. 47:287-302.
8. Liu, W.Y., Lin, Y.H., Lien, H.Y., Hsu, L.Y., Tsai, Y.J., Lia, C.F. (2015). Within-session acquisition of anticipatory postural adjustment during forward reaching task. *Clinical Neurology & Neurosurgery*. 129(51):553-7.
9. Saito, H., Yamanaka, M., Kasahara, S., Fukushima, J. (2014). Relationship between improvements in motor performance and changes in anticipatory postural adjustments during whole-body reaching training. *Human Movement Science*. 37:69-86.
10. Kanekar, N., Aruin, A.s., Lee, Y.J., Ganesan, M. (2015). Enhancement of anticipatory postural adjustments in older adults as a result of a single session of ball throwing exercise. *Journal of Experimental Brain Research*. 18:559-67

11. Le Bozec, S., Bouisset, S. (2004). Does postural chain mobility influence muscular control in sitting ramp pushes? *Experimental Brain Research*. 158:427-37.
 12. Broadbent, D.P., Causer, P.R., Ford, M., Williams, A. (2014). Contextual interference effect in perceptual-cognitive skills training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 47(6):1243-50.
 13. Rouhollahi, V., Rozan, M., Mehratra, A. (2014). effect of different practice schedules on learning and performance in Hnadball Tas. *American Journal of Sport Science*. 2(4):71-6.
 14. Schmidt, R. A., Lee, T. D. (2011). *Motor control and learning: A behavioural emphasis*. (5th Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
 15. Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory, *Neuropsychological*. 9(1):97-113.
 16. Duncan, pw. Weiner, D.K., Chandler. J., Studenski, S. (1990). Functional reach: A new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*. 45(6):192-7
 17. Kubicki, A., Petrement. G., Bonnetblanc, F., Ballay, Y., Mourey, F. (2012). Practice related improvements in postural control during arm movement in older adults: a preliminary study. *Journal of Gerontology*. 67(2):196-203
 18. Kaminski, T.R., Simpkins, S. (2001). The effect of stance configuration and target distance on reaching movement preparation. *Experimental Brain Research*. 136:439-46.
۱۹. مختاری نیا، حمیدرضا، کهریزی، صدیقه، سنجری، محمدعلی، پرنیان‌پور، محمد (۱۳۹۱). بررسی اثر تکرارپذیری ثبات پاسچرال دینامیک در افراد سالم و بیماران کمردرد مزمن غیر اختصاصی نشریه توانبخشی. دوره ۱۳، شماره ۴، ص: ۸-۱۹
20. Sun, R., Guerra, R., Shea, J.B. (2015). The Posterior shift of anticipatory postural adjustment in choice reaction step initiation. *Gait & Posture*. 41(4):894-8.
 21. Kanekar, N., Aruin, A.S. (2014). Improvement of anticipatory postural adjustments for balance control: Effect of a single training session. *Journal Electromyography & Kinesiology*. 25(2):400-5.
 22. Paweles, L., Swinnen, S.P., Beets, I.A. (2014). Contextual interference in complex Bimanual skill learning leads to better skill persistence. *Plos one*9 (6), pp: e100906.