


## Effect of Perturbation Training on Postural Control under Dual Task Condition

Faezeh Mohammadi Sanjani<sup>\*1</sup>, Masoumeh Shojaei<sup>2</sup>, Afkham Daneshfar<sup>2</sup> 

1. MSc in Motor Behavior, Department of Motor Learning and Control, Alzahra University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Motor Learning and Control, Alzahra University, Tehran, Iran

Received: 2018.April.28

Revised: 2018. May.22

Accepted: 2018.July.02

### Abstract

**Background and Aim:** Reaching is one of the common daily life tasks. Most of daily life activities, such as reaching, are performed simultaneously by cognitive tasks, and thus result in decline in performance of the main tasks. The aim of the present study was to investigate the effect of constant (simple reaction time) and random variable (choice reaction time) trainings on anticipatory postural adjustment under dual task conditions.

**Materials and Methods:** A total of 16 right handed young girls with an average age of (27.18± 3.18) participated in the current pre-test, post-test randomized group design research. To evaluate magnitude of anticipatory postural adjustment, center of pressure displacement and center of pressure mean velocity were measured using force plate before reaching movement initiation under dual task conditions. Data was analyzed using Matlab and SPSS softwares.

**Results:** The results of independent t-test of pre-test and post-test scores showed that, in constant training, mean velocity of center of pressure was greater than that of random variable training. Also, 2×2 combine variance analysis in the center of pressure displacement did not show significant differences between the two groups

**Conclusion:** According to the results, after constant training, anticipatory postural adjustment is improved under dual task conditions. This type of training leads to improvement of anticipatory postural adjustment after internal perturbation. Findings of the present study support Task-specific practice hypothesis evidence.

**Keywords:** Reaction time; Secondary task; Random training; Anticipatory postural adjustment

**Cite this article as:** Mohammadi.Sanjani. F, Shojaei.M, Daneshfar, A. Effect of perturbation training on postural control under dual task condition. J Rehab Med. 2019; 7(4): 177-184.

\* **Corresponding Author:** Faezeh Mohammadi Sanjani. Master of motor behavior, Department of motor learning and control, Alzahra University, Tehran, Iran  
Email: f.m.sanjani@gmail.com

DOI: 10.22037/jrm.2018.110897.1603

## اثر تمرین اغتشاشی بر کنترل پاسچر تحت تکلیف دوگانه‌شناختی

فائزه محمدی سنجانى\*<sup>۱</sup>، معصومه شجاعی<sup>۲</sup>، افخم دانشفر<sup>۲</sup>

۱. کارشناس ارشد رفتار حرکتی، گرایش یادگیری و کنترل حرکتی دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران

۲. دانشیار گروه رفتار حرکتی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۷/۰۴/۱۱ \*

بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۰۳/۰۱

\* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۰۲/۰۸

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

امروزه دسترسی یکی از تکالیف رایج روزانه زندگی می‌باشد و از آنجایی که اغلب تکالیف روزانه زندگی هم‌زمان با تکالیف شناختی همراه است، باعث افت عملکرد در تکلیف اصلی می‌شود. بهبود ثبات پاسچر باعث بهبود این عملکرد در شرایط متفاوت می‌باشد؛ بدین منظور هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تمرین ثابت (زمان واکنش ساده) و متغیر تصادفی (زمان واکنش انتخابی) بر کنترل پیش‌بینانه پاسچر تحت تکلیف دوگانه‌شناختی می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر ۱۶ دانشجوی دختر راست‌دست با میانگین سنی  $27,18 \pm 3,18$  سال در یک طرح تحقیق با پیش‌آزمون-پس‌آزمون گروه تصادفی شرکت 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 تحت تکلیف دوگانه‌شناختی استفاده شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار متلب و SPSS نسخه ۲۱ تجزیه و تحلیل شد.

#### یافته‌ها

یافته‌ها نشان داد نتایج آزمون تی مستقل از اختلاف نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه نشان داد که در گروه تمرین ثابت سرعت جابه‌جایی مرکز فشار تحت تکلیف دوگانه‌شناختی قبل از شروع حرکت بیشتر از گروه تمرین متغیر تصادفی بود ( $P < 0.05$ ). همچنین نتایج تحلیل واریانس ترکیبی  $2 \times 2$  در جابه‌جایی مرکز فشار بین دو گروه تمرین ثابت و تصادفی تفاوت معناداری نشان نداد ( $P < 0.05$ ).

#### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد بعد از تمرین ثابت کنترل پیش‌بینانه پاسچر تحت تکلیف دوگانه‌شناختی بهبود پیدا کرده است. این نوع تمرین باعث بهبود عملکرد کنترل پیش‌بینانه پاسچر بعد از وارد شدن اغتشاش حاصل از حرکت بدن شده است. نتایج تحقیق حاضر از فرضیه اصل اختصاصی بودن تمرین حمایت می‌کند.

#### واژه‌های کلیدی

زمان واکنش؛ تکلیف ثانویه؛ تمرین متغیر تصادفی؛ کنترل پیش‌بینانه پاسچر

نویسنده مسئول: فائزه محمدی سنجانى، کارشناس ارشد رفتار حرکتی، گرایش یادگیری و کنترل حرکتی دانشگاه الزهرا (س)

آدرس الکترونیکی: f.m.sanjani@gmail.com

نحوه اجرای حرکات موجودات و عوامل مؤثر بر آن، از طریق علم کنترل حرکتی که به مطالعه فرآیندهای زیربنایی مسئول کنترل تعادل و اجرای مهارت‌های حرکتی می‌پردازد، قابل بررسی می‌باشد. بر اساس این مطالعه، حرکات مفاصل به صورت بازتابی یا ارادی، از طریق عضلات اسکلتی که تحت فرمان و کنترل سیستم عصبی است، منجر به کنترل تعادل می‌شود.<sup>[۱]</sup> از جمله نقش مهم کنترل حرکتی، کنترل پاسچر در هنگام انجام فعالیت‌های روزمره زندگی است که نقص در سیستم کنترل پاسچر فعالیت‌های روزمره و کیفیت زندگی در کودکان و بزرگسالان را کاهش می‌دهد. کنترل پاسچر مهارتی است که به اهداف دوگانه ثبات و جهت‌گیری بدن نسبت به نیاز تکلیف در محیط می‌پردازد.<sup>[۲]</sup> انسان‌ها در طول زندگی دو نوع اصلی اغتشاش در تعادل را به طور متوالی تجربه می‌کنند. اغتشاش نوع اول به صورت درونی وارد می‌شود؛ یعنی فرد به صورت ارادی این اغتشاش را ایجاد می‌کند مانند حرکت سریع دست، بلند کردن پا و خم کردن بالا تنه، ولی اغتشاش نوع دوم به صورت خارجی توسط شی یا فرد اعمال می‌شود؛ در هر دو نوع اغتشاش، پاسچر به منظور نزدیک کردن مرکز فشار به سطح اتکا نیروهای پویا و بین بخشی ایجاد می‌کند تا مرکز فشار را به سطح اتکا نزدیک کند.<sup>[۳]</sup>

تمام فعالیت‌هایی که همراه با نوسان پاسچر می‌باشد، تحت دو فرآیند حلقه بسته (بازخورد) و حلقه باز (پیش‌خوراند) کنترل می‌شود. زمانی که اغتشاش وارد شده به صورت داخلی باشد مانند هنگامی که فرد شروع به گام‌برداری، گرفتن یا دسترسی به یک شی می‌کند، سیستم عصبی مرکزی برای جلوگیری از اغتشاش حاصل از حرکت ارادی، تنظیم پیش‌بینانه پاسچر را به صورت پیش‌خوراند به نمایش می‌گذارد. تنظیم پیش‌بینانه پاسچر<sup>۱</sup> تحت عنوان کنترل پیش‌بینانه و یا کنترل پیش‌خوراند پاسچر استفاده می‌شود.<sup>[۴-۵]</sup> در تحقیق حاضر از واژه معادل آن، کنترل پیش‌بینانه پاسچر استفاده شده است. این سازوکار کنترلی همراه با فعالیت عضله اصلی عمل‌کننده همراه می‌باشد، به طوری که هماهنگی بین عضلات اصلی حرکت تکلیف و عضلات پاسچر بسیار مهم است و باید جایگاهی مهمی در تحقیقات مربوط به علوم عصبی- حرکتی داشته باشد.<sup>[۶]</sup>

بر اساس تحقیق Cordo & Nashner (۱۹۸۲)، سازوکار کنترل پیش‌خوراند خاصیت شکل‌پذیری دارد و با تغییرات سرعت، جهت و وزن، قابل تعدیل می‌باشد.<sup>[۷]</sup> از این رو Tak (۱۹۹۸) نشان داد که فرآیندهای مخچه‌ای با کنترل پیش‌خوراند در ارتباط می‌باشد و پس از کسب مهارت کنترل پاسچر، در فرآیند یادگیری درگیر می‌باشد؛ بنابراین مخچه ناحیه ممکن برای تغییرات شکل‌پذیری ایجاد شده در طی تمرین می‌باشد. مشاهداتی که در رابطه با انسان توسط Farget & Lamar (۱۹۹۵) در بیماران آوران برداری شده (حسی و پوستی) انجام شد، به این نتیجه رسیدند که کنترل پیش‌بینانه پاسچر در تکلیف بلند کردن وزنه با دو دست در این بیماران حفظ شده است و یک حافظه حرکتی ثابت به وسیله فرآیند یادگیری در آنها ساخته شده که سازوکار کنترل پیش‌بینانه پاسچر در غیاب دروندادهای حسی هنوز وجود داشت. از این یافته می‌توان نتیجه گرفت که مدل کنترل به شیوه پیش‌خوراند قابل یادگیری می‌باشد.

در تحقیقی که توسط Yaquchi & Fujiwara (۲۰۱۲) در ۱۳ فرد سالم بزرگسال در تکلیف دور شدن دست از بدن انجام شد، نشان داده شد که انحراف توجه در پردازش حسی- حرکتی کنترل پیش‌بینانه پاسچر اثر منفی گذاشته است؛ به طوری که نواحی فعال مغز که مربوط به پردازش اطلاعات حسی می‌باشد، کاهش پیدا کرده است. این کاهش فعالیت منجر به تأخیر آمادگی حرکتی و شروع کنترل پیش‌بینانه شده است.<sup>[۸]</sup> Uemura و همکاران (۲۰۱۲) در ۵۷ فرد بزرگسال با میانگین سنی ۷۹ سال که ترس از افتادن داشتند، تکلیف شروع گام‌برداری را تحت تکلیف ثانویه ارزیابی کردند، آنها مشاهده کردند که شرکت‌کنندگانی که ترس از افتادن دارند، مرحله کنترل پیش‌بینانه پاسچر طولانی‌تری نسبت به گروه کنترل تحت تکلیف ثانویه شناختی داشتند، اما هیچ تفاوت معناداری بین گروه ترس از افتادن و گروه کنترل تحت تکلیف دیده نشد. توجه ظرفیت پردازش اطلاعات فرد است.<sup>[۹]</sup> فرضیه مربوط به ظرفیت پردازش اطلاعات این است که برای هر فردی محدود شده است و اجرای هر تکلیف به قسمتی از این ظرفیت نیازمند است؛ بنابراین، اگر دو تکلیف با هم انجام شود، چون ظرفیتی بیشتر از ظرفیت توجه کل نیاز دارد، عملکرد یکی از آن تکالیف تخریب می‌شود.<sup>[۱۰]</sup>

زندگی روزمره انسان‌ها شامل موقعیت‌های زیادی است که در آن افراد تکالیف شناختی و حرکتی را هم‌زمان با هم انجام می‌دهند. در نگاه اول، این موقعیت‌ها به نظر چالش‌برانگیز نمی‌باشد، اما عدم تمرین کافی در فرد، اجرای هم‌زمان تکلیف شناختی و حرکتی را مشکل‌ساز می‌کند. Olson و همکاران اظهار داشتند که اگر توجه خیلی کمی صرف جنبه حرکتی شده باشد، اعمال هم‌زمان تکلیف حرکتی و شناختی می‌تواند نتایج وخیم و افتادن بر روی زمین را به دنبال داشته باشد.<sup>[۱۱]</sup> در گذشته، کنترل پاسچر به عنوان یک وظیفه خودکار یا کنترل شده رفلکسی که از حداقل منابع توجهی استفاده می‌کند، بررسی می‌شد ولی مطالعه وولکالوت و همکاران پیشنهاد می‌کند که نیازهای توجهی مهمی برای کنترل پاسچر وجود دارد و این نیازها بسته به نوع فعالیت پاسچرال، سن افراد و توانایی تعادلی آنها متفاوت می‌باشد.<sup>[۱۲]</sup> از آنجایی که اکثر فعالیت‌های روزانه نیازمند به کنترل پاسچر مانند ایستادن، دسترسی، گرفتن و غیره به صورت تکلیف دوگانه انجام می‌شود و به ندرت به صورت مجرد مشاهده می‌شود، خودکاری در این مکانیزم کنترل می‌تواند منجر به بهبود این مهارت‌ها شود.<sup>[۱۳]</sup>

<sup>۱</sup> Anticipatory Postural Adjustment

تاکنون در مورد اثر تمرین ثابت و تصادفی بر کنترل پیش‌بینانه پاسچر در یک تکلیف کارکردی تحت تکلیف دوگانه‌شناختی زمانی که در ارتباط با اغتشاش ایجادشده درونی باشد، تحقیقی صورت نگرفته است و برای نشان دادن اینکه آیا تمرین و تعیین نوع تمرین منجر به خودکاری کنترل پیش‌خوراند می‌شود یا خیر، جای بررسی وجود دارد.

## مواد و روش‌ها

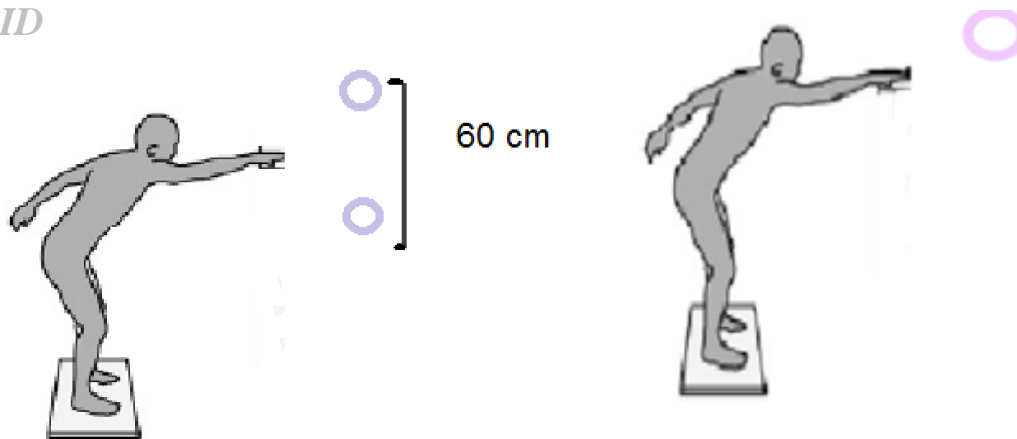
در مطالعه نیمه‌تجربی حاضر، ۱۶ دختر سالم شرکت کردند. طی فراخوان از دانشجویان دختر داوطلب در این تحقیق دعوت به عمل آمد و با توجه به معیار ورود و خروج، مطالعه انجام شد. داوطلبان با میانگین سنی  $27/18 \pm 3/18$  سال، میانگین جرم  $62/56 \pm 11$  کیلوگرم و میانگین قد  $162/81 \pm 6/40$  سانتی‌متر بر اساس پرسش‌نامه جمعیت‌شناختی و دست برتری Edinburgh<sup>[۱۴]</sup> که دارای ویژگی‌های مورد نظر بودند، به عنوان نمونه انتخاب شدند و پس از ارائه توضیحات مربوط به چگونگی انجام آزمون توسط محقق، رضایت‌نامه کتبی را امضا نمودند. شرکت‌کننده‌ها از بین افراد سالم که راست‌دست بودند و هیچ‌گونه پیشینه‌ای از بیماری عصبی، عضلانی، شکستگی یا آسیب‌های استخوانی و مفاصلی و سابقه مصرف دارو نداشتند، انتخاب شدند. از آزمون دسترسی کارکردی دانکان برای سنجش بیشینه دسترسی فرد برای حفظ تعادل در طول حرکت دسترسی انجام شد.<sup>[۱۵]</sup> برای سنجش متغیرهای کینتیک حرکت مانند سرعت و جابه‌جایی مرکز فشار از دستگاه صفحه نیرو با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز ساخت شرکت دانش‌ساز ایران استفاده شد. برای بررسی شروع حرکت دسترسی و سرعت دست از دستگاه شتاب‌سنج سه‌بعدی ۲ با فرکانس ۱۰۰ هرتز با قرار دادن نشانگر در قسمت زائده استایلوئید زند اعلائی دست استفاده شد.<sup>[۱۶]</sup> 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 شرایط و تعیین تعداد کوشش‌ها برای جلوگیری از بار اضافی وارد 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 پاسچر تاثیر دارد، جهت اغتشاش به عنوان پارامتر تمرینی تحقیق استفاده شد.<sup>[۱۷]</sup>

شرکت‌کنندگان به منظور آشنایی با تکلیف ۳ کوشش دسترسی انجام دادند. به شرکت‌کنندگان گفته شد حرکت دسترسی را در حد امکان سریع و دقیق انجام دهند. تمرین در جهت اغتشاش شامل تمرین ثابت (زمان واکنش ساده) و تصادفی (زمان واکنش انتخابی) می‌باشد. قبل از اجرای تمرین شرکت‌کنندگان در جلسه پیش‌آزمون که شامل ۱۰ کوشش بود، شرکت کردند.

در شرایط اول که تمرین ثابت بود، فرد تحت تکلیف زمان واکنش ساده باید با انگشت میانی<sup>[۱۶]</sup> به سمت یک هدف با سرعت زیاد زمانی که محرک دیداری روشن شد، حرکت دسترسی را انجام می‌داد. در شرایط دوم که تمرین تصادفی بود، فرد از جایگاه هدف برای دسترسی 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 دو جلسه پیش‌آزمون، و پس‌آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند. تمرین با دست چپ (غیربرتر) شامل ۳ جلسه تمرینی بود که در هر جلسه هر شرکت‌کننده ۱۰۰ کوشش انجام می‌داد. شرکت‌کنندگان بعد از هر یک دسته کوشش که شامل ۱۰ کوشش بود، ۲ دقیقه استراحت کردند تا از تاثیرات خستگی بر عملکرد جلوگیری شود.<sup>[۱۸]</sup> سیگنال شروع محرک بین ۵-۲ ثانیه بعد از اینکه شرکت‌کننده به جایگاه اولیه خود برمی‌گردد، به طور متغیر ارائه می‌گردد.<sup>[۱۹]</sup>

از شرکت‌کنندگان خواسته شد که جهت گرم کردن عضلات و جلوگیری از کوفتگی عضلانی، حرکات کششی ایستا انجام دهند. جلسه پس‌آزمون برای سنجش خودکاری کنترل پیش‌بینانه پاسچر تحت یک تکلیف ثانویه انجام شد، تعداد کوشش‌ها در جلسه پس‌آزمون شامل ۱۰ کوشش بود. به دلیل تاثیر حرکات فک و دهان بر نوسان مرکز فشار<sup>[۲۰]</sup>، در پس‌آزمون شرکت‌کننده‌ها به طور تصادفی از یکی از اعداد ۱۰۰، ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ که به آزمونگر داده شد، به طور معکوس سه تا سه قبل از شروع محرک با صدای بلند شمارش کردند و در هنگام شروع محرک و اجرای تکلیف به شمارش معکوس بدون صدا پرداختند و بعد از اتمام حرکت اعداد شمارش شده را با صدای بلند گفتند. برای جلوگیری از افت عملکرد ناشی از گرما دمای اتاق بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت.

در مطالعه حاضر، زمان شروع و حداکثر سرعت خطی مچ دست مورد نظر بود. بر اساس تحقیق کویکی و همکاران در سال ۲۰۱۲ زمان شروع حرکت دسترسی ( $t_0$ ) زمانی بود که سرعت خطی دست  $0/05$  سرعت بیشینه دسترسی فرد شود. جابه‌جایی و سرعت جابه‌جایی مرکز فشار با توجه به فرمول زیر به طور هم‌زمان قبل از شروع حرکت دسترسی ( $t_0$ ) در فاصله زمانی بین ۵۰۰- تا ۰ میلی‌ثانیه در صفحه ساجیتال ثبت گردید.<sup>[۱۷-۱۸]</sup>



تصویر ۲: تمرین زمان واکنش انتخابی

تصویر ۱: تمرین زمان واکنش ساده

از آمار توصیفی میانگین و انحراف معیار برای رسم نمودارها استفاده شد. از تحلیل واریانس ترکیبی ۲\*۲ برای سنجش اثر تمرین بر جابه‌جایی مرکز فشار و از آزمون تی مستقل برای سنجش معناداری نمره اختلاف پس‌آزمون-پیش‌آزمون سرعت جابه‌جایی مرکز فشار دو گروه استفاده شد. از نرم‌افزار متلب و SPSS نسخه ۲۱ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها استفاده شد. سطح معناداری برای آزمون‌ها  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد. جابه‌جایی و سرعت متوسط مرکز فشار در صفحه ساجیتال بر اساس فرمول زیر محاسبه شده است<sup>[۱۸]</sup>:

$$SDy = \frac{\sum_{i=1}^N \sqrt{(COPy(i) - COP\bar{y})^2}}{N \times \Delta t (\text{sampling})^{-1}}$$

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

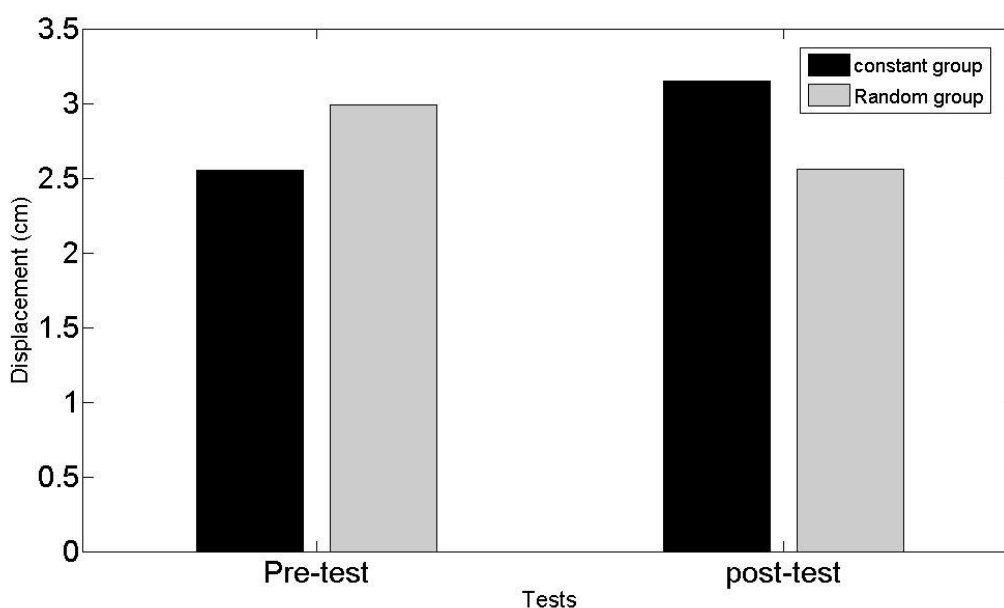
## یافته‌ها

نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس ۲\*۲ جابه‌جایی مرکز فشار نشان داد که اثر اصلی آزمون ( $F_{(14,1)}=0.05$ ,  $p=0.88$ ,  $\eta^2=0.004$ ) و اثر آزمون و گروه ( $F_{(14,1)}=0.95$ ,  $p=0.34$ ,  $\eta^2=0.06$ ) و اثر اصلی گروه ( $F_{(1,14)}=0.11$ ,  $p=0.73$ ,  $\eta^2=0.008$ ) معنادار نبود (جدول ۱). با مقایسه میانگین‌ها جابه‌جایی مرکز فشار در گروه ثابت بیشتر از گروه تصادفی بوده است، اما معنادار نیست. همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌کنید کنترل پیش‌بینانه پاسچر خودکاری بیشتری در گروه تمرین ثابت نسبت به گروه متغیر تصادفی تحت تکلیف دوگانه‌شناختی داشته است، ولی این خودکاری معنادار نبوده است.

جدول ۱. نتایج آزمون تحلیل واریانس ۲\*۲ جابه‌جایی مرکز فشار

سطح P	مقدار $\eta^2$	مقدار df	مقدار F	آزمون
۰/۸۸	۰/۰۰۴	۱۴	۰/۰۵	اثر اصلی آزمون
۰/۷۳	۰/۰۰۸	۱۴	۰/۱۱	اثر اصلی گروه
۰/۳۴	۰/۰۶	۱۴	۰/۹۵	اثر آزمون* گروه

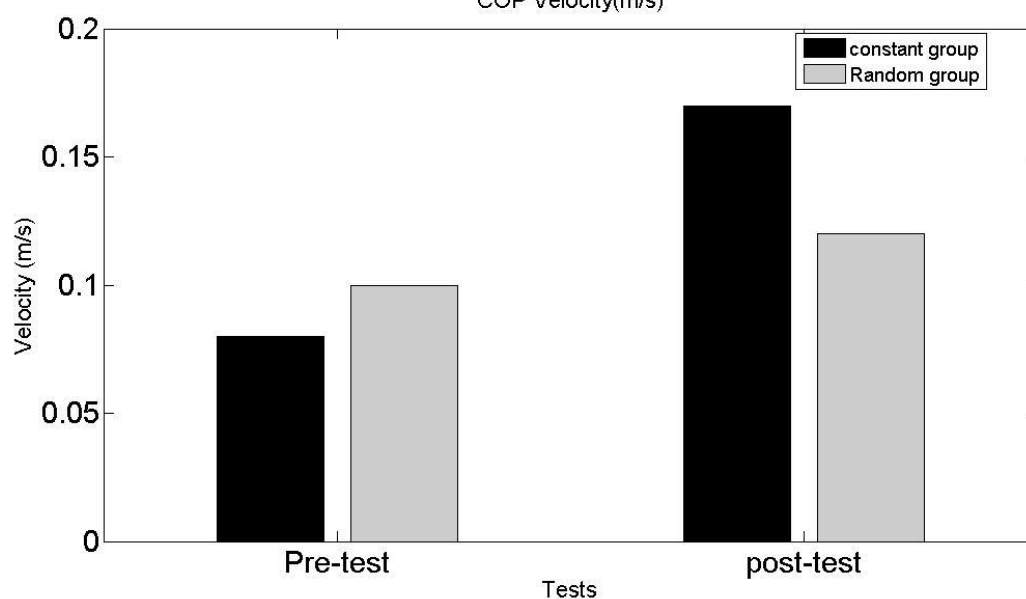
نمودار ۱: مقدار جابه‌جایی مرکز فشار در صفحه ساجیتال در دو گروه تمرین زمان واکنش ساده (ثابت) و تمرین زمان واکنش انتخابی (متغیر تصادفی)



نمودار ۱. مقدار جابه‌جایی مرکز فشار در صفحه ساجیتال در دو گروه تمرین زمان واکنش ساده (ثابت) و تمرین زمان واکنش انتخابی (متغیر تصادفی) در پیش‌آزمون و آزمون انتقال قبل از شروع حرکت دسترسی تحت تکلیف دوگانه‌شناختی، رنگ خاکستری گروه تمرین متغیر تصادفی و رنگ مشکی گروه تمرین ثابت است.

به دلیل معنادار بودن پیش‌آزمون دو گروه تمرین تصادفی و ثابت از نمره اختلاف پس‌آزمون و پیش‌آزمون دو گروه استفاده شد. نتایج آزمون تی مستقل از نمره اختلاف پس‌آزمون-پیش‌آزمون دو گروه نشان داد که گروه تمرین ثابت اثر معناداری بر خودکاری مهارت نسبت به گروه تمرین متغیر تصادفی داشت ( $P=0.005$ ). همان طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌کنید، خودکاری کنترل پیش‌بینانه در گروه تمرین ثابت بیشتر از گروه تمرین متغیر تصادفی تحت تکلیف دوگانه‌شناختی بوده است.

نمودار ۲: مقدار سرعت جابه‌جایی مرکز فشار در صفحه ساجیتال در دو گروه تمرین زمان واکنش ساده (ثابت) و تمرین زمان واکنش انتخابی (متغیر تصادفی)



**نمودار ۲.** مقدار سرعت جابه‌جایی مرکز فشار در صفحه ساجیتال در دو گروه تمرین زمان واکنش ساده (ثابت) و تمرین زمان واکنش انتخابی (متغیر تصادفی) در پیش‌آزمون، آزمون انتقال قبل از شروع حرکت دسترسی تحت تکلیف دوگانه‌شناختی، رنگ خاکستری گروه تمرین متغیر تصادفی و رنگ مشکی گروه تمرین ثابت است.

## بحث

یکی از موضوع‌های مهمی که در بحث تعادل و یادگیری آن وجود دارد، کنترل پیش‌بینانه پاسچر می‌باشد. این شیوه کنترل بر اساس اطلاعات پیش‌خوراند صورت می‌گیرد و فرآیندی است قابل یادگیری و با تمرین بهبود پیدا می‌کند. در مطالعه حاضر اثر تغییرپذیری تمرین بر بهبود کنترل پیش‌بینانه پاسچر تحت تکلیف دوگانه‌شناختی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که بین گروه تمرین ثابت و متغیر تصادفی در جابه‌جایی مرکز فشار تفاوت معناداری وجود داشت و گروه تمرینی ثابت مقدار جابه‌جایی بیشتری را نشان داده‌اند، در صورتی که این تفاوت بین دو گروه تمرینی در سرعت جابه‌جایی مرکز فشار به طور معنادار گزارش نشد. تحقیقات زیادی در زمینه تخریب کنترل تعادل حین انجام تکلیف هم‌زمان شناختی در سالمندان گزارش شده است<sup>[۹]</sup>، اما تاکنون تحقیقی که در رابطه با اثر نوع تمرین برای تعیین خودکاری کنترل تعادل پیش‌بینانه که تحت تکلیف ثانویه باشد، انجام نشده است. لازم به ذکر است افزایش مقدار جابه‌جایی مرکز فشار و سرعت جابه‌جایی مرکز تحت تکلیف ثانویه قبل از شروع حرکت دسترسی نشان‌دهنده بهبود کنترل پیش‌بینانه پاسچر می‌باشد.

نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های Good & Magill<sup>[۲۱]</sup>، Shia<sup>[۲۲]</sup>، Young<sup>[۲۳]</sup>، فارسی، عبدلی و قاسمیان<sup>[۲۴]</sup> مخالف بود، شاید دلیل ناهمسو بودن این نتایج این است که در این تحقیقات تمرین تصادفی شامل تغییر در برنامه حرکتی تعمیم‌یافته بوده و در تحقیق حاضر از تغییر در پارامتر استفاده شده است. نتایج این تحقیق مخالف نظریه بسط، بازسازی طرح عمل و نظریه تلاش شناختی است. بر اساس این فرضیه افزایش بار شناختی تکلیف و در نتیجه درگیری بیشتر حافظه کاری در طول دوره تمرین سبب کارآمدی بازیابی حافظه می‌گردد. بر اساس این فرضیه تمرین تصادفی نه تنها بر عملکرد تاثیر می‌گذارد، بلکه سبب اجرای مهارت‌ها با کارایی بیشتر، صرف تلاش ذهنی و نیاز به توجه کمتر می‌شود. فارسی و همکارانش در سال ۲۰۱۳ روی ۳۲ نفر تنیس‌باز اثر تغییرپذیری تمرین بر خودکاری مهارت را با تغییر در برنامه حرکتی تعمیم‌یافته متفاوت و پارامتر متفاوت سنجیدند و به این نتیجه رسیدند که تغییرپذیری در برنامه حرکتی تعمیم‌یافته نسبت به پارامتر باعث خودکاری بیشتر مهارت تحت تکلیف دوگانه‌شناختی می‌شود. از طرفی دیگر، تمرین تصادفی این تحقیق از تغییرپذیری پارامتر بسیار کمی برخوردار بود، شرکت‌کنندگان تحت زمان واکنش دو انتخابی تمرین می‌کردند، شاید دلیلی باشد بر این که تمرین تصادفی به مقدار کافی حافظه کاری فرد را دچار چالش نکرده بود تا بتواند اثرات آن را در خودکاری مهارت مشاهده کند.

از طرفی دیگر، با مرور ادبیات تحقیق مشاهده می‌شود که سازگاری حرکتی که منجر به تغییر در کنترل پیش‌خوراند پاسچر و یا کنترل پیش‌بینانه پاسچر می‌شود، به وسیله تمرین اتفاق می‌افتد و این تغییر در کنترل پیش‌بینانه پاسچر بستگی زیادی به نوع تمرین حرکتی دارد.<sup>[۲۵]</sup> در مطالعه حاضر تمرین ثابت اثر معناداری بر بهبود کنترل پیش‌بینانه پاسچر داشته است که دلیل آن می‌تواند اختصاصی تمرین کردن گروه تمرینی ثابت باشد. به دلیل اینکه شرایط آزمون با شرایط تمرین به طور مشابه بود، این نتیجه مطالعه از تحقیقات<sup>[۲۶]</sup> Travlos<sup>[۲۷]</sup> و عبدلی و شمسی‌پور، مدبری، شمس<sup>[۲۸]</sup> که اصل اختصاصی بودن تمرین را تایید می‌کند، حمایت می‌کند. معمولاً تمرین برای خودکاری تحت شرایط برنامه‌ریزی محرک پاسخ یکنواخت بسیار موثر است.<sup>[۲۹]</sup> در تحقیقی که حسن بارانی در ارتباط با آرایش نوع تمرین و اختصاصی بودن تمرین بر یادگیری یک مهارت پرتابی روی ۳۰ شرکت‌کننده انجام داد، نشان داد تمرین زمانی که به صورت اختصاصی باشد، باعث خودکاری بیشتری نسبت به زمانی که به صورت تصادفی است می‌شود. همان‌طور که در تحقیقی<sup>[۳۰]</sup> روی بیماران دچار کمردرد مزمن مشاهده شد، تمرین اختصاصی عضله عرضی شکمی در مقایسه با تمرینی که به طور غیراختصاصی انجام می‌شود و تمام عضلات شکم را درگیر می‌کند، منجر به کاهش بیشتری در شروع فعالیت الکتریکی عضله می‌شود و زمان‌بندی شروع کنترل پیش‌بینانه وضعیت بدن را بهبود بیشتری می‌بخشد.

## نتیجه‌گیری

در نتیجه می‌توان تمرین‌هایی که شامل پردازش کم‌تلاش و اختصاصی است را به مربیان و توانبخشان برای خودکاری مهارت حرکتی و کنترل تعادل پیشنهاد کرد. یافته‌های تحقیق حاضر ایده‌های جدیدی برای تحقیقات آینده در بردارد. با توجه به محدودیت‌های تحقیق حاضر، پیشنهاد می‌شود اثر تمرینات پارامترهای دیگری مانند مقدار اغتشاش بر خودکاری کنترل پیش‌بینانه پاسچر در تحقیقات آتی مورد بررسی قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

در پایان از آزمودنی‌های دانشگاه علوم تحقیقات و تمام کسانی که به نحوی ما را در انجام تحقیق حاضر یاری نمودند، تشکر می‌نماییم.

1. Magill, R., Anderson, D. *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. (10<sup>th</sup> Ed.). (2013). New York: McGraw-Hill
2. Dusing, S., C, Harbourne, R. T Variability in postural control during infancy: Implications for development, assessment, and intervention. *Physical Therapy*. (2010), 90, 1838–1849
3. Latash, M. *Fundamental of motor control*. (1<sup>th</sup> Ed). (2013). Science direct.
4. Bernstein, N.A. *The coordination and regulation of movement* Oxford: (1967).pergamen.
5. Dufossé. M., Hugon. M., Massion, J.. Postural forearm changes induced by Predictable in time or voluntary triggered unloading in man. *Experimental Brain Research*. (1985)60(2):330-4.
6. Massion, J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Progress Neurobiology* (1992). 38:35–56
7. Cordo, P.J., Nashner, L.M. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *Journal Neurophysiology*. (1982). 47:287–302
8. Yaquchi C, Fujiwara K "Effects of attentional dispersion on sensory-motor processing of anticipatory postural control during unilateral arm abduction". *Journal of Clinical Neurophysiology* (2012).123 (2012) 1361–1370
9. Uemura, K., Yamad, M., Nagai, K., Tanaka, B., Mori, S., Ichihashi, N. Fear of falling is associated with prolonged anticipatory postural adjustment during gait initiation under dual-task conditions in older adult. *Gait & Posture* 35 (2012) 282–286
10. Wickens CD. Attention and skilled performance. In: Holding DH, editor. *Human Skills*. NY: John Wiley & Sons. (1989) 71–105.
11. Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., and Gustafson, Y. "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet* 349, 617. doi: 10.1016/S0. (1997)140-6736(97)24009-2
12. Woollacott MH, Shumway-Cook A .Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait& Posture*, (2002) 16:1-14
13. Huang HJ, Mercer VS. Dual-task methodology: applications in studies of cognitive and motor performance in adult and children .(*Pediatr Phys Ther*. (2001).13(3):133-40
14. Oldfoeld, R.C..The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory, *Neuropsychological*, (1971)pp. 97–113
15. Duncan.pw, Weiner.D.K, Chandler.J, Studensk.S. "Functional reach: A new clinical measure of balance " .*Journal of Gerontology*, (1990)45, pp. M192–197
16. Kubicki A, Petrement G, Bonnetblanc F, Ballay Y, Mourey F."Practice related improvements in postural control during arm movement in older adults:a preliminary study". *Journal of Gerontology*. (2012). Feb;67(2):196-203
17. Latash.M. "Fundamental of motor control". (1<sup>th</sup> Ed). (2013)Science direct
18. Saito.H, Yamanaka.M, Kasahara.S, and Fukushima.J "Relationship between improvements in motor performance and changes in anticipatory postural adjustments during whole-body reaching training," *Human Movement Science*, vol. (2014). 37, pp. 69–86, 2014
19. Kaminski.TR, Simpkins S."The effect of stance configuration and target distance on reaching movement preparation".*Experimental Brain Research*, 136(2001), pp 439-446
20. Schmidt, R. A., & Lee, T. D.. *Motor control and learning: A behavioral emphasis (5th ed.)*. Champaign, IL: (2011)Human Kinetics.
21. Goode, S., & Magill, R.A. "Contextual interference effects in learning badminton serves". *Research Quarterly for Exercise and Sport*, (1986)57, PP:308-314
22. Shea.C.H. "Consistent and variable practice conditions: effects on relative and absolute timing". *Journal of motor behavior*. (2001)33 (2), PP: 139-152
23. Young Hwang.. "Experiencing greater contextual interference during practice impacts movement kinematics of Golf putt". *Doctroal dissertation* , Texas A & M University. (2004)P:5
24. Farsi, A, Abdoli, B, Ghasemian, M.[The effect of blocked and random pratice with the focous of the variability in parameter and generalized motor program on acquisition, retention and transfer of table tennis serve]. *Journal of motor learning and development*. (2013) 5(4).5-23. In persian
25. Tsao H, Hodges PW. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain.*Journal of Electromyography and Kinesiology*. (2008).18(4):559-67
26. Hassan barani,F, Abdoli, B, Modabberi, sh.[ the effect of specificity practice contextual interference in learning of throwing skill: Study of effortless processing]. *Journal of motor learning and development*. (2015)7(1) 41-55. In persian
27. Travlos, A. "Specificity and variability of practice, and contextual interference in aquisition and transfer of an underhand volleyball serve". *Journal of Perceptual and Motor Skills*, (2010). 110(1), pp:298-312
28. Abdoli, B., Shamsipour, D. P., Modaberi, S.H., Shams, A.. "The effect length of practice and using afferent information in physical and imagery practice on learning: Exploring the boundaries of the specificity of practice hypothesis". *World journal of sport science*, (2012)6(3), pp: 306-313
29. Schmidt R.A, Wrisberg K. *Motor learning and performance: a situation based learning approach (4<sup>th</sup> ed)*. Champaign, IL: (2008). Human Kinetics.
30. Tsao H, Hodges PW. Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Experimental Brain Research*; (2007). 181:537–46