

Research Paper

The Effect of Listening Task Complexity and Offline Learning on Postural Control



*Raziyeh Sajedi¹ , Parvaneh Shamsipour Dehkordi¹ , Leila Ghazaleh²

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.

2. Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.



Citation Sajedi R, Shamsipour Dehkordi P, Ghazaleh L. [The Effect of Listening Task Complexity and Offline Learning on Postural Control (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 11(4):640-655. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.4.12>

<https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.4.12>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

ABSTRACT

Background and Aims Postural control of the kinetic variable of motion plays an essential role in maintaining stability in daily activities. Dual tasks for studying balance or postural control are accompanied by cognitive tasks. The aim of the present study was to investigate the effect of listening task complexity and offline learning on postural control.

Methods Twenty-eight employees with an age range of 30-40 years from Alzahra University of Tehran (PBUH) were selected by available sampling and based on inclusion criteria and divided into three groups with different training distributions of 2 minutes, 15 minutes, and 24 hours with three levels of difficulty (easy, medium, and difficult). Each group performed three blocks of six attempts with each attempt time of 35 seconds, the interval between attempts of 20 seconds, and the time interval between blocks depending on the division of the group: 2 minutes, 15 minutes, and 24 hours with three difficulty levels. Findings were analyzed using a combined factor analysis of variance with repeated measures of three groups (mass, 15 minutes, and 24 hours) and three task levels (easy, moderate, and difficult) and the Bonferroni post hoc test.

Results Findings showed that the main effect of homework difficulty level and practice distribution was significant ($P=0.001$) and in the retention stage, there was a significant difference between the mean frequency power in the anterior-posterior direction in the low difficulty listening group and the high difficulty listening group. In the listening task, the interactive effect of task difficulty level in the distribution of practice was not significant. In the memorization stage, regarding the COP components (average frequency power in the anterior-posterior direction), the training group (24 hours), and in the listening task with an easy complexity level, the best condition was posture control, and in the training group (2 minutes) and in the listening task with difficult complexity level, the weakest condition was control posture. In the listening task with a high level of difficulty, the 24 hour training group had better average COP components than the mass training group and the 15 minute training group.

Conclusion It seems that distance training over mass training along with the parameters of strengthening motor memory increases cognitive effort and motivation. According to Hacken, Kelso, and Bondes hypothesis (progress-regression), educators should include homework in teaching instruction and from simple to difficult in the curriculum.

Keywords Rest period, Consolidation, Postural control task

Received: 11 Dec 2020

Accepted: 25 Feb 2021

Available Online: 23 Sep 2022

* Corresponding Author:

Raziyeh Sajedi

Address: Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (910) 8342114

E-Mail: r.sajedi@student.alzahra.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Postural control of the kinetic variable of motion and its importance is inseparable in order to maintain stability in static and dynamic activities. Adapting to a new postural challenge leads to a modified strategy, which changes with quantitative and qualitative reactions of the body. This adaptation process can be defined as consolidation that along with practice intervals, leads to improved motor responses. Improved performance is further enhanced by long-term memory over time and practice and repetition. Online changes are associated with repetitive movement while increasing off-line penetration depends on tracking the memory generated during training sessions [7].

The use of dual tasks to study balance or postural control is associated with cognitive tasks, where postural control is usually the primary task and any activity that requires cognitive processing is a secondary task. During dual tasks, posture control is performed automatically and attention is directed to the cognitive task. As a result, we will have impaired postural control stability during this type of activity [38]. Although research on postural control and dual tasks has increased in recent years, we need to examine whether offline learning intervals and the complexity of cognitive task affect postural control. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of listening task complexity and offline learning intervals on postural control.

Materials and Methods

This present study is applied and its method is quasi-experimental, in which 28 employees with an age range of 30-40 years were selected by available sampling and based on inclusion criteria and were divided into three groups with different training distributions of 2 minutes, 15 minutes and 24 hours with three levels of difficulty (easy, medium, and difficult). Experimental sessions were conducted in a room without any sound with sufficient light [23]. Model 9260AA force plate was used to analyze postural kinetic variables and assess the center of pressure of the foot (COP) and BIO WARE software was used to record information [26].

The posture task consisted of standing still on the force plate, legs shoulder-width apart, and arms at the side of the body while the cognitive task was performed.

Cognitive task

Three levels of complexity of the listening task: in the easy level, a string of letters was presented audibly and the participants were instructed to increase the total number of repetitions of a word that has already been selected. At the medium complexity level, the total number of repetitions of the word, and at the difficult level, the string of words separated by the phrase "next word" were divided into separate words, and participants were told to present the words in order after completion, remember the test, and say the desired sentence. The memorial session was held one week later. Each group performed three blocks of six attempts with each attempt time of 35 seconds, the interval between attempts of 20 seconds, and the time interval between blocks depended on the division of the groups 2 minutes, 15 minutes, and 24 hours with three difficulty levels. Findings were analyzed using a combined factor analysis of variance with repeated measures of three groups (mass, 15 minutes, 24 hours) and three task levels (easy, moderate, and difficult) and the Bonferroni post hoc test.

Results

Findings showed that the main effect of homework difficulty level and practice distribution was significant ($P=0.001$), and in the retention stage, there was a significant difference between the mean frequency power in the anterior-posterior direction in the low difficulty listening group and the high difficulty listening group. In the listening task, the interactive effect of task difficulty level in the distribution of practice was not significant. In the memorization stage, regarding the COP components (average frequency power in the anterior-posterior direction), the training group (24 hours), and in the listening task with an easy complexity level, the best condition was posture control, and in the training group (2 minutes) and in the listening task with difficult complexity level, the weakest condition was control posture. In the listening task with a high level of difficulty, the 24 hour training group had better average COP components than the mass training group and the 15 minute training group.

Discussion

The results showed that the effect of the ceiling on cognitive tasks did not increase much after passing the moderate to the difficult level of postural fluctuations. It seems that the advantages of distance training over mass training along with the parameters of strengthening motor memory increase cognitive effort and motivation. According to Hacken, Kelso, and Bondes hypothesis (progress-regression), educators should include homework in teaching instruction and from simple to difficult levels.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The ethical principles were observed in the article, such as the informed consent of the participants, the confidentiality of information, and the permission to the participants to cancel their participation in the research. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the Sport Sciences Research Institute (Ethical Code: IR.SSRI.REC 1399.804)

Funding

This study was extracted from the thesis MSc of the first author at the Faculty of Sport Sciences, [Alzahra University](#), Tehran, Iran. This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We thank all those who helped us in the realization of this research

مقاله پژوهشی

تأثیر پیچیدگی تکلیف شنیداری و فواصل تمرین آسایی بر کنترل پاسچر

*راضیه ساجدی^۱، پروانه شمسی‌پور دهکردی^۲، لیلا غزاله^۲

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران.

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران.



Citation Sajedi R, Shamsipour Dehkordi P, Ghazaleh L. [The Effect of Listening Task Complexity and Off Line Learning on Postural Control (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 11(4):640-655. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.4.12>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.4.12>

چکیده



مقدمه و اهداف: کنترل پاسچر متغیر کنیتیکی حرکت که نقش اساسی در حفظ ثبات در فعالیت‌های روزانه را دارد. تکالیف دوگانه برای مطالعه تعادل یا کنترل پاسچر همراه با تکالیف شناختی است. هدف از پژوهش حاضر، تأثیر پیچیدگی تکلیف شنیداری و فواصل تمرین آسایی بر کنترل پاسچر است.

مواد و روش‌ها: تعداد ۲۸ کارمند با دامنه سنی ۳۰ تا ۴۰ سال از دانشگاه الزهرا (س) تهران به صورت در دسترس و بر اساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب و در ۳ گروه با توزیع آزمایشی متفاوت ۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت با ۳ سطح دشواری (آسان، متوسط و دشوار) به طور تصادفی گمارده شدند. هر گروه ۳ بلوک ۶ کوششی که زمان هر کوشش ۳۵ ثانیه، فاصله میان کوشش‌ها ۲۰ ثانیه و فاصله زمانی میان بلوک‌ها بسته به تقسیم‌بندی گروه ۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت بود را با ۳ سطح دشواری اجرا کردند. یافته‌ها با استفاده از تحلیل واریانس عاملی مرکب با اندازه‌های تکراری ۳ گروه (انبوه، ۱۵ دقیقه‌ای و ۲۴ ساعت) و ۳ سطح تکلیف (آسان، متوسط و دشوار) و آزمون تعقیبی بونفرونی بررسی شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد اثر اصلی سطح دشواری تکلیف و توزیع آزمایش معنادار است ($P=0/001$) و در مرحله یادداری بین میانگین قدرت فرکانس در جهت قدمی خلفی در گروه آزمایش شنیداری با سطح دشواری پایین با گروه آزمایش شنیداری با سطح دشواری بالا تفاوت معنادار است. در تکلیف شنیداری اثر تعاملی سطح دشواری تکلیف در توزیع آزمایش معنادار نبود. در مرحله یادداری مؤلفه‌های مرکز فشار پا (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدمی خلفی) در گروه آزمایش با توزیع ۲۴ ساعت و در شرایط تکلیف شنیداری با سطح پیچیدگی آسان بهترین وضعیت کنترل پاسچر و در گروه آزمایش با توزیع ۲ دقیقه و در شرایط تکلیف شنیداری با سطح پیچیدگی دشوار ضعیف‌ترین وضعیت کنترل پاسچر را نشان داد. در شرایط تکلیف شنیداری با سطح دشواری بالا، گروه توزیع آزمایش بافاصله ۲۴ ساعت میانگین مؤلفه‌های مرکز فشار پا بهتری نسبت به گروه‌های توزیع آزمایش انبوه و توزیع آزمایش بافاصله ۱۵ دقیقه داشتند.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد مزایای تمرین فاصله‌دار نسبت به تمرین انبوه با پارامترهای تحکیم حافظه حرکتی، افزایش تلاش شناختی و انگیزه همراه است. باتوجه به مدل فرضیه هاکن و کلسو و باندز (پیشرفت/پسرفت)، مربیان در آموزش تکالیف و برای پیشرفت در یادگیری، باید آموزش را از سطح ساده به دشوار در برنامه آموزشی قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: دوره استراحت، تحکیم، کنترل قامت،

تاریخ دریافت: ۲۱ آذر ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۰۷ اسفند ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۱

* نویسنده مسئول:

راضیه ساجدی

نشانی: تهران، دانشگاه الزهرا (س)، دانشکده علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی.

تلفن: ۸۳۴۲۱۱۴ (۹۱۰) ۹۸+

رایانامه: r.sajedi@student.alzahra.ac.ir

مقدمه

کوشش‌های تمرینی جهت اطمینان از یادگیری بهینه نیاز دارند [۹]. همین امر سبب پردازش حافظه آنلاین و آفلاین همراه با بهبود عملکردی می‌شود.

تئوری هول^۵ درباره تأثیر توزیع آزمایش در عملکرد، ۲ فرضیه را بیان می‌کند: ۱. بیشتر فعالیت‌ها در جلسه تمرین، به دلیل افزایش شدید مهار واکنشی^۶ کارایی ضعیف‌تری دارند. ۲. زمان طولانی بین تمرین، فرصت بیشتری برای مقابله با اثر مهار واکنشی ایجاد می‌کند که در نتیجه سبب افزایش عملکرد یادگیری می‌شود [۹].

یادگیری بهتر در آزمایش فاصله‌دار نسبت به آزمایش انبوه است که به دلیل خستگی حاصل از آزمایش انبوه به صورت اثر منفی بر یادگیری و کاهش مقدار تلاش شناختی در هر کوشش با تمرین زیادتر از مقدار بحرانی معینی ادامه پیدا می‌کند. عامل مهم دیگر، نقش آزمایش فاصله‌دار در تحکیم حافظه با فرایند ذخیره‌سازی حافظه بلندمدت است. مهم‌ترین نکته همراه توزیع آزمایش در جلسات یادگیری، تأثیرات درون جلسه (آنلاین) و بیرون جلسات (آفلاین) تحت عنوان فواصل تمرین‌آسایی که این خود عاملی برای تحکیم حافظه حرکتی است، مورد توجه است. این نکته می‌تواند به پشتیبانی از این ایده کمک کند که شاید قوانین کلی تشکیل حافظه حرکتی را در کارهای مختلف هدایت کنند. علاوه بر این، با توجه به اینکه ویژگی‌های حرکتی ممکن است در مراحل یادگیری به طور مستقل از یکدیگر تغییر کنند، مهارت‌های حرکتی که به ورودی‌های حسی متعدد و هماهنگی چند مفصلی نیاز دارند، شاید فرصتی برای تفکیک اجزای حرکتی و بررسی روابط خاص احتمالی با یادگیری آنلاین/آفلاین را داشته باشند [۷، ۶].

فرضیه تحکیم حافظه، پیشنهاد می‌کند برای ذخیره‌سازی اطلاعات مرتبطی که برای یادگیری مهارت لازم است، فرایندهای عصبی زیست‌شیمیایی معینی در حافظه رخ می‌دهد. برای انتقال بازنمایی حافظه نسبتاً ناپایدار به بازنمایی حافظه نسبتاً پایدار، نیاز به مقدار مشخصی زمان بدون تمرین اضافی همان مهارت است. آزمایش فاصله‌دار زمینه‌ای برای به وقوع پیوستن فرایند تحکیم حافظه ایجاد می‌کند [۱۱].

افراد معمولاً طی فعالیت‌های روزمره خود تکالیف هم‌زمانی انجام می‌دهند که به سازوکارها و منابع شناختی مشترک نیاز دارد و انجام و تلفیق تکالیف پیچیده هم‌زمان را در دوران کودکی یاد می‌گیرند [۱۲]. افراد آگاهی کمی نسبت به سازوکار تعادل خود که معمولاً طی فعالیت‌های روزمره کنترل و هماهنگ می‌شود، دارند [۱۳].

به عبارت دیگر، افراد تعادل خود را حتی هنگام انجام هم‌زمان

حفظ وضعیت پاسچر در انسان امری پیچیده و ضروری است که برای غلبه بر گشتاورهای نیروی جاذبه نیاز به کنترل پیوسته سیستم عصبی-عضلانی دارد [۱]. برای اطمینان حفظ این توانایی در محیطی با انواع اغتشاشات، راهبرد کنترل تعادل در طول زندگی به صورت پیوسته بهبود می‌یابد، به گونه‌ای که در اواخر بزرگسالی خودبه‌خود سیر معکوسی را طی می‌کند [۲]. اگرچه به تدریج کنترل پاسچر در پایان دوره رشد کودکی تکامل می‌یابد، اما پیشرفت‌های بیشتر کنترل پاسچر در بزرگسالی به صورت پاسخ‌های خودکار رخ می‌دهد. از نظر دیدگاه حرکتی، تعادل مناسب برای انجام مهارت‌های پیچیده‌ای مانند حرکت [۳] ضروری است و به طور بالقوه یک مزیت عملکردی محسوب می‌شود [۴].

افراد طی دوران رشد تا زمانی که به الگوی مناسبی از کنترل پاسچر و بالیدگی سیستم‌های مشارکت‌کننده در این سازوکار برسند، با چالش‌های مختلف محیطی سازگار می‌شوند. یادگیری، فرایندی همراه با تغییرات عصبی زیست‌شیمیایی، آزمایش و تجربه است. برای آنکه یادگیری در حافظه بلندمدت شکل بگیرد، باید روندی همراه با زمان رخ دهد. به عبارت دیگر، حافظه حرکتی جدید به عنوان یک حالت ناپایدار در مدت زمان کوتاهی تشکیل می‌شود (درون جلسه)^۱ که از طریق یک فرایند وابسته به زمان به عنوان تحکیم به صورت پایدار شکل می‌گیرد [۵].

یادگیری مهارت حرکتی جدید با جلسه تمرین به پایان نمی‌رسد (درون جلسه) و تعریف اطلاعاتی که در طول جلسات تمرین به دست می‌آید، بعد از تمرین به صورت آفلاین (برون جلسه)^۲ ادامه می‌یابد. بهبود عملکرد بیشتر با تحکیم حافظه بلندمدت طی زمان، تمرین و تکرار است؛ بنابراین تغییرات درون جلسه (آنلاین) با تکرار حرکت در حالی که افزایش نفوذ بین جلسه‌ای (آفلاین) بستگی به ردیابی حافظه ایجادشده طی جلسات آموزشی است [۶، ۷]. سازگاری با یک چالش جدید پاسچری سبب ایجاد راهبرد اصلاح‌شده می‌شود که با فرایندهای کمی و کیفی بدن تغییر می‌یابد. این فرایند انطباق می‌تواند به عنوان تحکیم^۳ تعریف شود که پاسخ‌های حرکتی را بهبود می‌بخشد [۸].

در این راستا، تمرین و بالیدگی عوامل اثرگذار بر یادگیری هستند. مقدار تمرین، پارامتر مهم و اثرگذار بر اکتساب مهارت حرکتی نیست، بلکه مقدار تمرین با سایر متغیرهای شرایط تمرین از جمله توزیع آزمایش^۴ می‌تواند سبب یادگیری بهتر شود. آنچه که در توزیع آزمایش مطرح می‌شود، ساختار برنامه‌ریزی تمرین انبوه و فاصله‌دار با مقدار استراحتی است که افراد بین

1. On-Line
2. Off-Line
3. Consolidation
4. Practice Variability

5. Hulle
6. Reaction Inhibition

بر عملکرد بزرگسالان نیاز است. بنابراین پژوهشی در زمینه اجرا تکالیف دوگانه همراه پیچیدگی تکلیف شناختی با توزیع آزمایش انجام نشده است. به همین دلیل، هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر فواصل تمرین آسایی و پیچیدگی تکلیف شنیداری بر تحکیم تکلیف پاسچری است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر کاربردی و در زمره پژوهش‌های نیمه تجربی است. پس از دریافت کد اخلاق، ۳۰ فرد بزرگسال (۱۵ زن و ۱۵ مرد) با دامنه سنی (۳۰ تا ۴۰) سال که به‌طور داوطلبانه از دانشجویان و کارمندان دانشگاه الزهرا (س) و به‌صورت نمونه‌گیری دردسترس انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان براساس معیارهای ورود به مطالعه، از جمله سلامت کامل، مشکل پزشکی و عصب‌شناختی که بر کنترل پاسچر و عملکرد شناختی تأثیر گذارد، نداشته و فاقد آسیب اندام تحتانی، سیستم دهلیزی، نقص بینایی، شنوایی و به‌طور تصادفی در ۳ گروه آزمایشی قرار گرفتند.

آزمودنی‌ها از نظر سطح مهارت، در اجرای تکلیف موردنظر مبتدی بودند و هیچ‌گونه آشنایی قبلی با تکلیف نداشتند. جلسات آزمایشی در یک اتاق با دمای ۲۲ تا ۲۴ درجه و بدون هیچ صدایی همراه با نور کافی انجام شد [۲۰]. از فورس پلیت مدل AA ۹۲۶۰ با ابعاد ۵۰×۳۰ سانتی‌متر، ساخت کشور سوئیس و شرکت Kistler برای ثبت موقعیت لحظه‌ای متغیر مرکز فشار پا و از نرم‌افزار BIO WARE برای پردازش داده‌ها و محاسبه مؤلفه‌های مرکز فشار پا استفاده شد. داده‌های کینتیکی مرکز فشار پا با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰ هرتز جمع‌آوری شدند. به‌منظور حذف اثر سیگنال‌های ناخواسته، داده‌های مذکور با استفاده از فیلتر Butterworth (مرتبه ۴ و نقطه برش ۱۰) فیلتر شد [۲۰].

شرکت‌کنندگان یک جلسه آشنایی از تکالیف پاسچری را به‌صورت آزمایشی طی یک زمان کوتاه (حدوداً ۱۵ ثانیه‌ای) که روی فورس پلیت همراه با پای برهنه و موازی با عرض شانه‌ها و دست‌ها آزاد کنار بدن قرار بگیرد، داشتند [۱۹]. روند تکالیف شناختی قبل از انجام پروتکل آزمایشی، درحالی‌که شرکت‌کنندگان روی صندلی نشسته بودند، کاملاً توضیح داده شد و به‌طور آزمایشی انجام شد. هر گروه ۱۰ نفر بود که ۲ نفر به‌دلیل تمایل نداشتن به همکاری حذف شدند و درنهایت، شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی در ۳ گروه مجزا (گروه انبوه و ۱۵ دقیقه، ۹ نفر و گروه ۲۴ ساعت ۱۰ نفر) با توزیع ۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه، ۲۴ ساعت گمارده شدند.

ابزار و روش جمع‌آوری

تکلیف پاسچری

تکلیف پاسچری شامل ایستادن به‌صورت آرام روی فورس پلیت، پاها هم‌عرض شانه و بازوها در کنار بدن، درحالی‌که تکالیف

کارهای ثانویه حرکتی یا شناختی به‌صورت خودکار حفظ می‌کنند. چندین مطالعه تداخل یا کاهش عملکرد را در تکالیف اولیه یا ثانویه هنگام اجرای یک تکلیف دوگانه بررسی کرده‌اند [۱۵، ۱۴]. توانایی انجام یک تکلیف ثانویه هم‌زمان با فعالیت دیگر در بیشتر کارهای روزمره هنگام انجام یک تکلیف حرکتی بسیار مهم است، مانند زمانی که هم‌زمان راه می‌روید و صحبت می‌کنید یا حتی هنگامی که رانندگی می‌کنید. باوجود نظریه‌های مختلف، وولاکات و شاموی کوک ادعا می‌کنند منابع توجه موردنیاز کنترل پاسچری به ماهیت و پیچیدگی تکلیف و همچنین به سن و توانایی‌های تعادل فرد بستگی دارد [۱۶].

مطالعات زیادی در زمینه تداخل تکالیف دوگانه در کنترل پاسچر در گروه‌های سنی متفاوت منتشر شده است [۱۷]. همچنین پیرامون تأثیرات یک تکلیف شناختی هم‌زمان بر جابه‌جایی مرکز فشار پا، اختلاف نظر خاصی وجود دارد. بلنچرد و همکاران هنگامی که کودکان (۸ تا ۱۰ سال) یک تکلیف شناختی هم‌زمان را انجام می‌دهند (برای مثال، خواندن با صدای بلند و شمارش معکوس) و ریلی و همکاران هنگام انجام یک تکلیف حافظه فعال بصری در کودکان با سن مشابه، کاهش نوسان پاسچری را گزارش نکردند و فاوست و نیکولسون، هیچ تداخل تکلیف دوگانه‌ای بر متغیر جابه‌جایی مرکز فشار پا در کودکان ۱۱ و ۱۵ ساله طی دو پا مشاهده نکردند [۱۵، ۱۸، ۱۹].

ازسوی دیگر، افزایش پیچیدگی تکلیف شناختی، صرف‌نظر از سن و دشواری تکلیف پاسچری، عملکرد شناختی را کاهش می‌دهد. باوجوداین، دشواری تکلیف شناختی فقط باعث کاهش پایداری پاسچری در کودکان خردسال می‌شود که تکالیف پاسچری دشواری را انجام می‌دهند. نتایج پژوهش پلوسکایا و لژوا نشان داد، در اثر پیچیدگی تکالیف شناختی و حالت‌های حسی بر کنترل پاسچر در بزرگسالان جوان تکالیف شناختی بینایی سبب کاهش انحراف معیار مرکز فشار پا در جهت ML و تکالیف شناختی شنیداری به افزایش بی‌نظمی مرکز فشار پا منجر می‌شود. براین‌اساس می‌توان اظهار کرد، تقاضا به افزایش در یکپارچگی اطلاعات حسی حرکتی و حفظ کنترل پاسچر در نتیجه تغییر در تمرکز توجه است [۲۰].

کاسرو و همکاران طی اثر مداخله‌ای تکلیف دوگانه بر بهبود عملکرد شناختی و کنترل پاسچر در نوجوانان اظهار داشتند. تمرین با تکالیف دوگانه نسبت به تمرین تکلیف پاسچری مجرد سبب بهبود هر ۲ عملکرد شناختی و پاسچری در زمان کوتاه می‌شود [۲۱]. همان‌طور که ذکر شد میان پژوهشگران نتایج متناقضی در زمینه تأثیر تکالیف شناختی هم‌زمان بر کنترل پاسچر وجود دارد. در سال‌های اخیر میزان پژوهش در زمینه کنترل پاسچر و تکالیف دوگانه افزایش یافت، اما هنوز مطالعات بیشتری به بررسی تأثیر دشواری تکالیف شناختی و پاسچری

برای آزمودنی‌ها توضیحات کاملی در رابطه با نحوه انجام فعالیت ارائه شد. پس از آن فرم رضایت و پرسش‌نامه مشخصات فردی آزمودنی‌ها و پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت بدنی^۸ تکمیل شد. سپس شرکت‌کنندگان در ۳ گروه مجزا به‌گونه‌ای که گروه انبوه شامل ۹ نفر، گروه ۱۵ دقیقه شامل ۹ نفر و گروه ۲۴ ساعت شامل ۱۰ نفر به‌صورت تصادفی گمارده شدند. برای هر تکلیف ۳۵ ثانیه در نظر گرفته شد [۲۰، ۲۲].

گروه اول (S۱)

شرکت‌کنندگان درحالی‌که روی صفحه فورس پلیت ایستاده‌اند، ۱۸ کوشش را به‌صورت ۳ بلوک ۶ تایی همراه با تکالیف شناختی به این ترتیب که در بلوک اول ۶ کوشش آسان و بلوک دوم ۶ کوشش متوسط و بلوک سوم ۶ کوشش دشوار را در ۱ جلسه تمرینی تکمیل کردند. فاصله زمانی میان بلوک‌ها به‌صورت ۲ دقیقه و فاصله بین کوشش‌ها ۲۰ ثانیه‌ای در نظر گرفته شد [۲۱، ۲۳].

گروه دوم (S۲)

درحالی‌که وضعیت پاسچری خود را حفظ کرده‌اند، در این گروه نیز براساس چیدمان گروه اول ۳ بلوک ۶ تایی با فاصله ۱۵ دقیقه‌ای میان بلوک‌ها و در ۱ روز انجام شد [۲۲، ۲۴].

گروه سوم (S۳)

درحالی‌که شرکت‌کنندگان وضعیت پاسچری خود را حفظ کرده‌اند، در ۳ بلوک ۶ تایی به همان ترتیب سایر گروه‌ها تکالیف را انجام دادند. با این تفاوت که فاصله زمانی میان بلوک‌ها ۲۴ ساعت در نظر گرفته شد و طی ۳ روز متوالی ۱۸ کوشش را تکمیل کردند [۲۰، ۲۴].

از آمار توصیفی برای شاخص‌های میانگین، انحراف‌معیار استفاده شد. همچنین از شاخص‌های آمار استنباطی، تحلیل واریانس عاملی مرکب با اندازه‌های تکراری گروه (انبوه، ۱۵ دقیقه‌ای، ۲۴ ساعت) و ۳ سطح تکلیف (آسان، متوسط و دشوار) استفاده شد و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی محل تفاوت در گروه‌ها و در نهایت برای بررسی تجانس واریانس‌ها نیز از آزمون ماچلی استفاده شد. برای دسته‌بندی و مرتب کردن داده‌ها و نمودارهای توصیفی با استفاده از نرم‌افزار اکسل^۹ و کلیه عملیات آماری اعم از آمار توصیفی و استنباطی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح معناداری $\alpha=0.05$ انجام شد.

یافته‌ها

جدول شماره ۱ میانگین مؤلفه‌های مرکز فشار پا را در

8. (The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)
9. Excel

شناختی ارائه می‌شد، اجرا شد. قرار دادن پاهای شرکت‌کننده برای اطمینان از حفظ وضعیت یکسان در کل پروتکل آزمایشی ارزیابی شد.

تکالیف شناختی شنیداری

تکالیف شنیداری (۳ مورد) با سطح تقاضای شناختی متفاوت انجام شد [۲۰].

تکلیف شناختی شنیداری سطح آسان

جمله‌ای از متن یک کتاب به‌صورت شنیداری ارائه شد و به شرکت‌کنندگان دستورالعمل داده شد تا تعداد کل تکرار کلمه‌ای (برای مثال، کلمه سنا، عالم) که از قبل انتخاب شده بود را در سکوت شمارش کنند. در هر کارآزمایی آسان، ضبط متفاوتی برای از بین بردن امکان حفظ کردن در نظر گرفته شد. اگر نمره خطای شرکت‌کنندگان بیشتر از ۱ باشد، تکرار آزمون در پایان پروتکل آزمایشی انجام می‌شد.

تکلیف شناختی شنیداری سطح متوسط

در تکلیف متوسط، جمله‌ای از متن یک کتاب به‌صورت شنیداری ارائه شد و به شرکت‌کنندگان دستورالعمل داده شد که تعداد تکرار کل واژه از پیش انتخاب‌شده (برای مثال، یک مصوت و یک صامت یا واژه ش) را در جمله پخش‌شده بشمارند. در هر آزمون متوسط از ضبط متفاوتی برای از بین بردن امکان حفظ کردن استفاده شد. اگر شرکت‌کنندگان نتوانستند به‌ترتیب ۲ واژه یا بیشتر ذکر کنند، در پایان پروتکل آزمایشی آزمایش مجدداً انجام می‌شد.

تکلیف شناختی شنیداری سطح دشوار

تکلیف دشوار، جمله‌ای از متن کتاب انتخاب و کلمات تشکیل‌دهنده آن را با عبارت «کلمه بعدی» از هم جدا کردند و به کلمات جداگانه تقسیم شدند. به شرکت‌کنندگان گفته شد که کلمات را به‌ترتیب ارائه‌شده پس از اتمام آزمون به یاد آورند و جمله موردنظر را بگویند. برای مثال: «م-ن کلمه بعدی/ه-ر کلمه بعدی/و-ز کلمه بعدی/و-ز-ش کلمه بعدی/م-ی-ک-ن-م». جملات از ۴ تا ۶ کلمه تشکیل شده بودند. در هر دوره آزمایشی دشوار از ضبط متفاوتی استفاده شد. اگر شرکت‌کنندگان نتوانستند به‌ترتیب ۳ کلمه صحیح یا بیشتر ذکر کنند، در پایان پروتکل آزمایشی، آزمون مجدداً انجام می‌شد [۲۱].

جلسه یادداری

جلسه یادداری، ۱ هفته بعد به همان ترتیب جلسه اکتساب طی ۱۸ کوشش متوالی به‌صورت شناختی شنیداری در ۳ سطح دشواری (آسان، متوسط و دشوار) تکمیل شد.

جدول ۱. میانگین مؤلفه‌های مرکز فشار پا در گروه‌های توزیع آزمایش (۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه، ۲۴ ساعت) در شرایط پیچیدگی تکلیف شنیداری با سطوح آسان، متوسط و دشوار در مرحله یادداری (n=۲۸)

گروه‌های آزمایش	توزیع آزمایش	میانگین $\pm$ انحراف معیار				سطح بیضی
		میانگین قدرت / فرکانس / قدامی خلفی	میانگین قدرت / فرکانس / داخلی خارجی	میانگین قدرت / فرکانس / قدامی خلفی	میانگین قدرت / فرکانس / داخلی خارجی	
سطح تکلیف شنیداری آسان	۲ دقیقه	۰/۱۶ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۲۱ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۰۹ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۰۹ $\pm$ ۰/۰۳	۴۰/۷۳
	۱۵ دقیقه	۰/۱۰ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۱۴ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۰۷ $\pm$ ۰/۰۱	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۲	۳۳/۷۸
	۲۴ ساعت	۰/۰۶ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۰۶ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۰۶ $\pm$ ۰/۰۳	۱۶/۳۹
سطح تکلیف شنیداری متوسط	۲ دقیقه	۰/۱۶ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۲۷ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۱۳ $\pm$ ۰/۰۴	۴۸/۰۶
	۱۵ دقیقه	۰/۰۹ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۱۵ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۰۹ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۳	۳۵/۹۴
	۲۴ ساعت	۰/۰۶ $\pm$ ۰/۰۱	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۰۹ $\pm$ ۰/۰۳	۲۱/۷۴
سطح تکلیف شنیداری دشوار	۲ دقیقه	۰/۱۷ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۴۰ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۱۳ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۱۵ $\pm$ ۰/۰۳	۵۲/۲۱
	۱۵ دقیقه	۰/۱۳ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۱۸ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۳	۴۸/۱۸
	۲۴ ساعت	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۳	۰/۱۵ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۱۰ $\pm$ ۰/۰۲	۳۵/۶۷

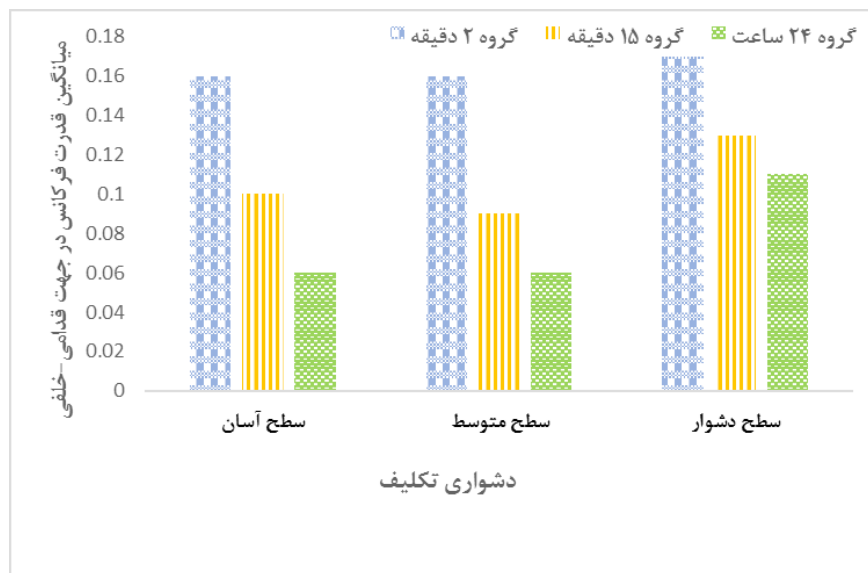
طب توانبخشی

جدول ۲. مقایسه مؤلفه‌های مرکز فشار پا در شرایط متفاوت پیچیدگی تکلیف شنوایی (آسان، متوسط و دشوار) و توزیع آزمایش (۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت) در مرحله یادداری (n=۲۸)

منبع	مجموع مجنورات	درجات آزادی	درجه آزادی خطا	میانگین مجنورات	F محاسبه شده	مجنور اتا	P
سطح دشواری تکلیف	۰/۲۴	۱/۴۶	۳۶/۶۴	۰/۰۱۶	۱۱/۵۴	۰/۳۲	۰/۰۰۱*
توزیع آزمایش	۰/۱۱۵	۲	۲۵	۰/۰۵۷	۳۸/۵۸	۰/۷۵	۰/۰۰۱*
سطح دشواری $\times$ توزیع آزمایش	۰/۰۰۷	۲/۹۳	۳۶/۶۴	۰/۰۰۲	۱/۵۶	۰/۱۱۱	۰/۲۱
سطح دشواری تکلیف	۰/۳۴	۲	۵۰	۰/۱۷	۱۹۰/۱۱	۰/۸۸	۰/۰۰۱*
توزیع آزمایش	۰/۲۵۳	۲	۲۵	۰/۱۲۶	۱۳۳/۱۶	۰/۹۲	۰/۰۰۱*
سطح دشواری $\times$ توزیع آزمایش	۰/۱۴۲	۲/۹۳	۳۶/۶۴	۰/۰۳۵	۳۹/۶۵	۰/۷۶	۰/۰۰۱*
سطح دشواری تکلیف	۰/۰۱۷	۲	۵۰	۰/۰۰۸	۷/۶۸	۰/۳۴	۰/۰۰۱*
توزیع آزمایش	۰/۲۵۳	۲	۲۵	۰/۱۲۶	۱۳۳/۱۶	۰/۹۲	۰/۰۰۱*
سطح دشواری $\times$ توزیع آزمایش	۰/۰۰۱	۴	۵۰	۰/۰۰۱	۰/۳۴	۰/۰۲	۰/۹۱
سطح دشواری تکلیف	۰/۰۳۷	۲	۵۰	۰/۰۱۹	۲۱/۸۸	۰/۴۶	۰/۰۰۱*
توزیع آزمایش	۰/۰۲۳	۲	۲۵	۰/۰۱۲	۸/۸۳	۰/۴۱	۰/۰۰۱*
سطح دشواری $\times$ توزیع آزمایش	۰/۰۰۲	۴	۵۰	۰/۰۰۱	۰/۵۹	۰/۰۴	۰/۶۶
سطح دشواری تکلیف	۳۴۴۵/۲۵	۲	۵۰	۱۷۳۲/۶۲	۵۲/۸۴	۰/۶۷	۰/۰۰۱*
توزیع آزمایش	۷۶۲۸/۲۳	۲	۲۵	۳۸۱۴/۱۱	۱۱۵/۳۵	۰/۹۰	۰/۰۰۱*
سطح دشواری $\times$ توزیع آزمایش	۲۵۳/۱۲	۴	۵۰	۶۳/۲۸	۱/۹۴	۰/۱۳	۰/۱۲

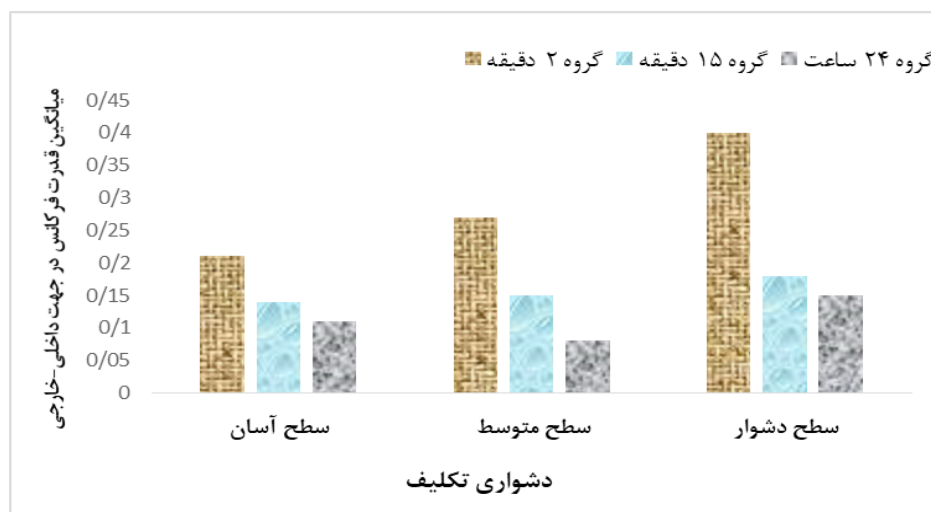
طب توانبخشی

* نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار است.



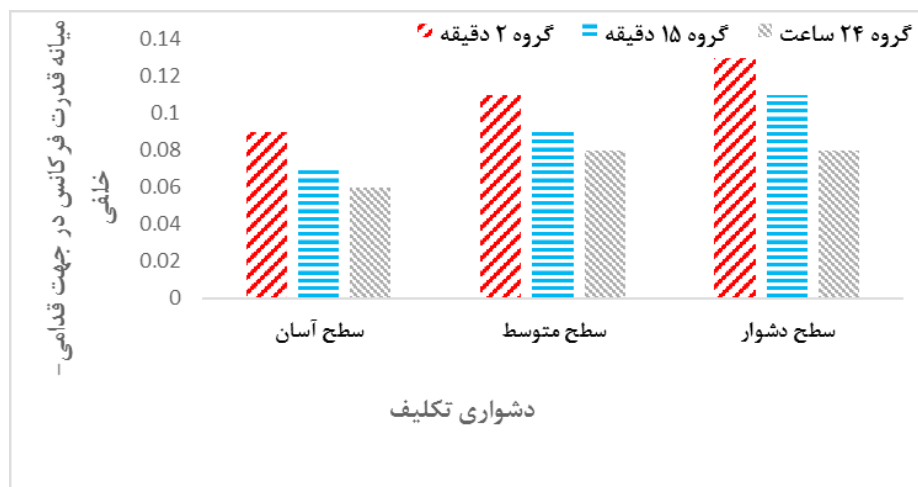
طبتوانبخش

تصویر ۱. میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی برای تکالیف شنیداری با سطح دشواری ساده، متوسط و دشوار



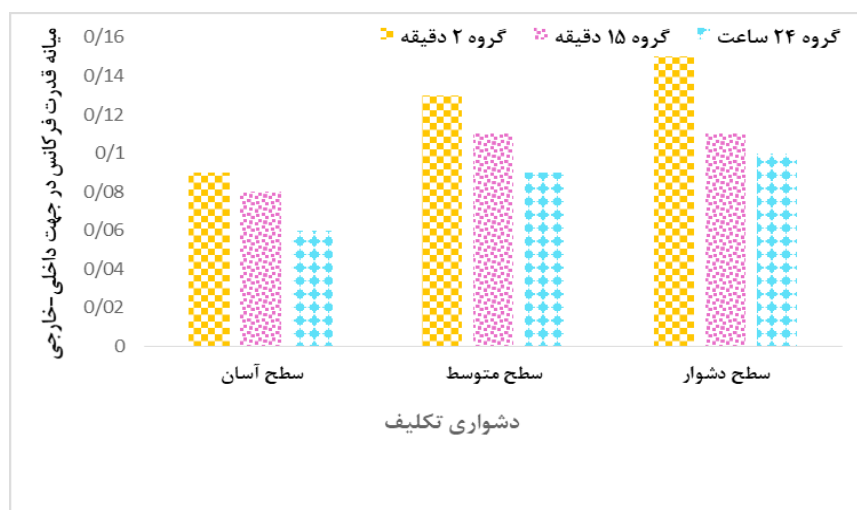
طبتوانبخش

تصویر ۲. میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی برای تکالیف شنیداری با سطح دشواری ساده، متوسط و دشوار



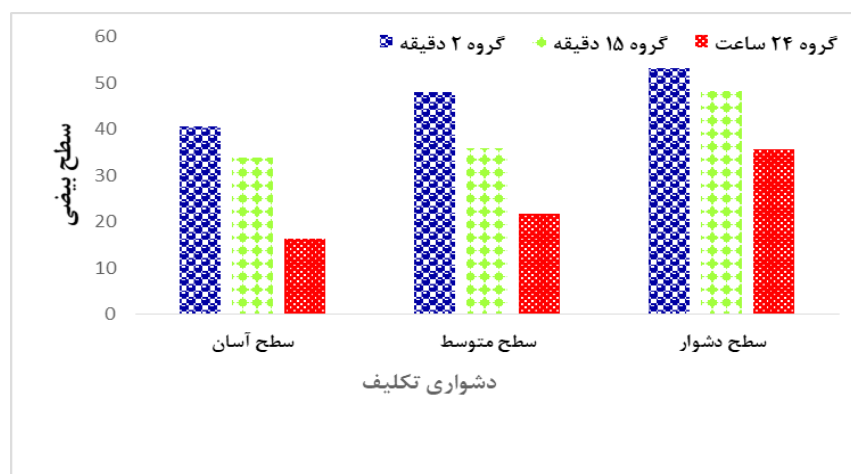
طبتوانبخش

تصویر ۳. میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی برای تکالیف شنیداری با سطح دشواری ساده، متوسط و دشوار



طب توانبخشی

تصویر ۴. میانۀ قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی برای تکالیف شنیداری با سطح دشواری ساده، متوسط و دشوار



طب توانبخشی

تصویر ۵. سطح بیضی برای تکالیف شنیداری با سطح دشواری ساده، متوسط و دشوار

توزیع آزمایش ۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت (۳× سطح دشواری تکلیف: ساده، متوسط و دشوار) با تکرار روی عامل سطح دشواری در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

باتوجه به اینکه طبق آزمون ماچلی برابری ماتریس واریانس/ کوواریانس بین گروهی رعایت نشده است. برای بررسی محل تفاوتها از آماره گرینهاوس گیزر استفاده شد. جدول شماره ۲ یافتهها نشان می دهد اثر اصلی سطح دشواری تکلیف در مؤلفه های مرکز فشار پا (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، میانۀ قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانۀ قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، سطح بیضی) معنادار است ($P=0/01$).

برای تعیین محل تفاوتها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. یافتهها نشان داد در مرحله یادداری مؤلفه های مرکز فشار پا (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، میانۀ قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانۀ قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، سطح بیضی) معنادار است ($P=0/01$).

گروه های توزیع آزمایش (۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه، ۲۴ ساعت) در شرایط متفاوت پیچیدگی تکلیف شمارش معکوس (آسان، متوسط و دشوار) در مرحله یادداری را نشان می دهد.

یافته های ارائه شده در جدول شماره ۱ نشان داد در مرحله یادداری میانگین مؤلفه های مرکز فشار پا (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، میانۀ قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانۀ قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، سطح بیضی) در گروه توزیع آزمایش ۲۴ ساعت و در شرایط پیچیدگی تکلیف شنیداری آسان، بهترین وضعیت کنترل پاسخ و در گروه توزیع آزمایش ۲ دقیقه و شرایط پیچیدگی تکلیف شنیداری دشوار، ضعیف ترین وضعیت کنترل پاسخ را نشان می دهند. گروه توزیع آزمایش ۲۴ ساعت در مؤلفه های مرکز فشار پا نسبت به گروه های توزیع آزمایش ۲ دقیقه و ۱۵ دقیقه بهتر عمل کردند.

نتایج حاصل از تحلیل واریانس عاملی مرکب ۳ (گروه های

قدامی خلفی، میانه قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی و سطح بیضی) در گروه آزمایش شنیداری با سطح دشواری پایین با گروه آزمایش شنیداری با سطح دشواری بالا تفاوت معنادار است ($P=0/001$).

بین میانگین مؤلفه‌های مرکز فشار پا (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، میانه قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانه قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی و سطح بیضی) در آزمایش شنیداری با سطح دشواری متوسط با آزمایش تمرین شنیداری با سطح دشواری بالا تفاوت معنادار است ($P=0/001$).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد در مرحله یادداری گروه آزمایش شنیداری با سطح دشواری بالا، ضعیف‌ترین عملکرد در مؤلفه‌های مرکز فشار پا (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، میانه قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانه قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، سطح بیضی) و گروه آزمایش شنیداری با سطح دشواری آسان، بهترین عملکرد در مؤلفه‌های مرکز فشار پا (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، میانه قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانه قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی و سطح بیضی) را داشت.

اثر اصلی توزیع آزمایش معنادار است ($P=0/001$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد گروه آزمایش با توزیع ۲۴ ساعت بهترین و گروه آزمایش با توزیع ۲ دقیقه ضعیف‌ترین عملکرد را داشت.

در تکلیف شنیداری اثر تعاملی سطح دشواری تکلیف در توزیع آزمایش معنادار نبود. مقایسه میانگین‌ها در جدول شماره ۱ و تصویرهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان داد در مرحله یادداری مؤلفه‌های مرکز فشار پا (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی، میانه قدرت فرکانس در جهت قدامی خلفی، میانه قدرت فرکانس در جهت داخلی خارجی و سطح بیضی) در گروه آزمایش با توزیع ۲۴ ساعت و در شرایط تکلیف شنیداری با سطح پیچیدگی آسان بهترین وضعیت کنترل پاسچر و در گروه آزمایش با توزیع ۲ دقیقه و در شرایط تکلیف شنیداری با سطح پیچیدگی دشوار ضعیف‌ترین وضعیت کنترل پاسچر را نشان می‌دهند. همچنین در شرایط تکلیف شنیداری با سطح دشواری بالا، گروه توزیع آزمایش با فاصله ۲۴ ساعت میانگین مؤلفه‌های مرکز فشار پا بهتری نسبت به گروه‌های توزیع آزمایش انبوه و توزیع آزمایش با فاصله ۱۵ دقیقه داشتند.

بحث

هدف این پژوهش، تأثیر فواصل تمرین آسایی و پیچیدگی

تکلیف شنیداری بر تحکیم تکلیف پاسچری است. یافته‌های مرحله اکتساب یادداری نشان داد اثر اصلی سطح دشواری در تکلیف شنیداری معنادار است. اثر اصلی توزیع آزمایش نیز در تمام گروه‌ها در مراحل اکتساب یادداری معنادار است. با استناد به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد، گروه آزمایشی ۲۴ ساعت همراه با تکلیف شناختی در سطح آسان بهترین عملکرد و گروه ۲ دقیقه با تکلیف شناختی در سطح دشوار ضعیف‌ترین عملکرد را داشتند.

یافته‌ها نشان داد اثر اصلی تقاضای شناختی و سطح بیضی نوسانات معنادار بود و می‌توان گفت با گذر از سطح متوسط دشواری تکالیف شناختی، کاهش نوسانات پاسچری را به همراه داشت. نتایج پیرامون تحقیق بر عملکرد بزرگسالان جوان با سطح پیچیدگی با نتایج پژوهش کاسابونا و همکاران، کاسرو همکاران، پولوسکایا و لژوا، استینز و همکاران، هاکسولد و همکاران، راپلی و همکاران همسو است [۱۴، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۴، ۲۵].

پولوسکایا و لژوا در پژوهش خود نشان دادند تکالیف شنوایی بی‌نظمی مرکز فشار پا را افزایش داد. براین اساس می‌توان اظهار کرد که تقاضا به افزایش در یکپارچگی اطلاعات حسی حرکتی و حفظ کنترل پاسچر در نتیجه تغییر در تمرکز و توجه است. نتایج آماری تفاوت میان سطوح دشواری را نشان داد، اما در اعداد مؤلفه سطح بیضی با گذشت از سطح متوسط به دشوار، افزایش چندانی ملاحظه نشد و می‌توان اذعان داشت با عبور از سطح متوسط به دشواری تغییر بیشتری در نوسان پاسچری ایجاد نمی‌شود و نوسان پاسچری، اثر سقف بالقوه را نشان می‌دهد [۲۰].

پژوهش کاسرو و همکاران به مقایسه عملکرد تکلیف دوگانه در نوجوان و جوان بزرگسال نشان داد، نوجوانان کنترل پاسچر را هنگام شرایط تکلیف پاسچری اولویت قرار می‌دهند، در حالی که یک مدل رقابت بین حوزهای در شرایط آسان پاسچری ظاهر می‌شود. هنگام انجام تکلیف آسان پاسچری (برای مثال، وضعیت دو پا) با یک تکلیف شناختی، کنترل و ثبات پاسچری خود را کاهش می‌دهند. باین حال، در طول انجام تکالیف پاسچر با دشواری بالا (برای مثال، موضع یک پا) آن‌ها با افزایش دشواری تکلیف شناختی، کنترل و ثبات پاسچری خود را کاهش نمی‌دهند [۲۶].

اولیور و همکاران، هنگام انجام یک تکلیف دوگانه، کاهش کنترل پاسچری را در کودکان ۷ ساله گزارش کردند. باین حال، در مطالعه آن‌ها انجام یک تکلیف دوگانه تأثیر مهمی در کنترل پاسچر در کودکان ۸ تا ۱۱ سال یا در بزرگسالان جوان نداشت و این نتایج می‌تواند حاکی بر اثر بالیدگی سازوکارهای شرکت‌کننده در کنترل پاسچر (بینایی، سیستم دهلیزی، گیرنده‌های حس عمقی و سیستم عصبی اسکلتی) در کنار آزمایش و تجربه با گذر زمان باشد [۲۲]. یافته‌ها در مرحله اکتساب با یافته‌های حاصل از

حرکتی مهارت جدید حداقل چند ساعت پس از اولین جلسه نیاز به زمان دارد [۱۷]. اگر جلسه تمرینی خیلی زود انجام شود (آزمایش انبوه)، تداخل بازگشتی روند تحکیم را مختل می‌کند و از تبدیل شدن تغییرات عصبی به یک حافظه بلندمدت پایدار جلوگیری می‌کند. فقط پس از اینکه ردیابی حافظه جلسه اول پایدار شود، می‌توان جلسه بعدی را در کنار ردیابی حافظه جلسه اول بازبازی و انطباق کرد. مطابق با تعریف یادگیری، تأثیرات مداوم یادگیری ممکن است با تجزیه و تحلیل مقیاس زمانی در طول زمان آزمایش [۱۰] نشان داده شود که ما در اینجا به تأثیر توزیع آزمایش پرداختیم [۳۸].

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاکی از اثر سقف در تکالیف شناختی بود که پس از گذر از سطح متوسط به دشوار نوسانات پاسخ‌دهی چندانی افزایش پیدا نمی‌کرد. تکالیف شناختی را می‌توان به تئوری‌های مدل رقابتی تکالیف دوگانه و نظریه‌های ظرفیت منابع توجهی و پردازش متفاوت تکالیف شناختی در حافظه کاری دانست. در انتها باید گفت که آزمایش فاصله‌دار در مرحله اکتساب یادداری سبب پیشرفت همراه سطح آسان تکالیف شناختی شد.

بنابراین مربیان و درمانگرانی که برای آموزش تلاش می‌کنند، ضروری است که باتوجه به نوع تکلیف و سن آزمودنی‌ها، نوع تکلیف شناختی و ظرفیت تعادل فرد با ارائه دستورالعمل‌های آموزشی مناسب موجبات پیشرفت افراد را فراهم کنند. پیشنهاد می‌شود گروه‌های سنی متفاوت کودکان، نوجوانان و سالمندان را بررسی و مقایسه کنند. همچنین تکالیف شناختی متفاوت همراه با دشواری تکالیف پاسخ‌دهی پژوهش شوند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه الزهرا (س) در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.SSRI.REC 1399.804 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه راضیه ساجدی با راهنمایی پروانه شمسی‌پور دهکردی و مشاوره لیلا غزاله در گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س) است. این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

پژوهش‌های چیاوکوفسکی و همکاران، عبدلی و همکاران همسو است [۲۸، ۲۷]. از آنجا که نیازمندی‌های توجهی تکالیف متعدد، متفاوت است، در تکالیف تعادلی که فرد با تکیه بر توانایی‌های ذاتی و درونی حرکت را انجام می‌دهد؛ کانون توجه می‌تواند نقش متفاوتی را ایفا کند.

اثر توزیع آزمایش (فاصله‌دار و انبوه) و سطح دشواری تکلیف شناختی (آسان، متوسط و دشوار) و نوع تکلیف تأثیر معناداری در جلسات اکتساب داشت. یافته‌های پژوهش با یافته‌های پژوهش کاسبونا و همکاران، کاسرو و همکاران، عزیز و همکاران و روبرتسون و همکاران همسو است [۲۳، ۲۶، ۲۹، ۳۰]. کاسبونا و همکاران اثر توزیع آزمایش را بر تکلیف تعادلی چالش‌برانگیز باتوجه به پیشرفت‌های عملکرد مرتبط با آموزش آزمایش فاصله‌دار همراه با مزایای دوره آفلاین را عنوان کردند [۳۱].

توزیع آزمایش فاصله‌دار در ۲ گروه ۱۵ دقیقه‌ای و ۲۴ ساعتی سبب تحکیم حافظه حرکتی در جلسات اکتساب یادداری شد. توضیحات نظری برای تأثیر توزیع آزمایش، به‌ویژه تئوری تغییرپذیری رمزگذاری و تئوری بازبازی مرحله‌ای مطرح شده است. تئوری تغییرپذیری رمزگذاری بیان می‌کند که افزایش فاصله بین ارائه محرک اولیه و ثانویه احتمال انطباق درزمینه‌های مختلف را افزایش می‌دهد. تنوع بیشتر در زمینه‌های حافظه موجب بازبازی بهتر می‌شود [۳۱]. این نظریه شناختی شباهت‌هایی با ساختار تداخل زمینه‌ای در یادگیری حرکتی دارد [۳۲].

ازسوی دیگر، تئوری بازبازی مرحله‌ای نشان می‌دهد اثرات توزیع آزمایش نتیجه فرایند بازبازی و فعال‌سازی مجدد آثار حافظه است. به‌طور خاص، در آزمایش انبوه ردیابی حافظه کوشش قبلی فعال است و هیچ بازبازی انجام نمی‌شود و موجب ناپایداری رد حافظه‌ای می‌شود. در آزمایش فاصله‌دار رد حافظه‌ای ایجاد شده در جلسه آزمایش همراه با خواب و استراحت و بازبازی مجدد سبب تحکیم و تقویت حافظه می‌شود. می‌توان اذعان داشت این فرایند بازبازی در آزمایش فاصله‌دار، ردیابی حافظه را تقویت می‌کند و در نتیجه باعث یادگیری بهتر می‌شود [۳۳].

پیشرفت‌های حالت آفلاین (یادگیری برون خط) زمانی رخ می‌دهد که فرد فعالیتی را انجام نمی‌دهد و تأثیر بسزایی را از خواب [۱۱، ۳۴، ۳۵] و افزایش عملکرد پس از یک دوره استراحت به دلیل از بین رفتن خستگی انباشته شده در طول تمرین می‌برد [۳۰، ۳۶، ۳۷]. سازوکارهای فرایند تحکیم به عوامل نوروپلاستیستی عصبی، به‌ویژه تنظیم استیل کولین هنگام خواب مرتبط است [۲۸]. شواهد عصبی و رفتاری از وجود چندین فرایند تحکیم حافظه حرکتی در مقیاس‌های زمانی مختلف پشتیبانی می‌کند [۱۷].

دوره زمانی دقیق برای تکامل شکل‌گیری و تحکیم حافظه کاملاً مشخص نیست، اما فرض شده است که فرایند تحکیم حافظه

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت یکسان داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمام کسانی که در انجام پژوهش حاضر ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

- [1] Agama S, Matsuyama Y, Hasegawa Y, Sakai Y, Ito Z, Ishiguro N, et al. Back muscle strength and spinal mobility are predictors of quality of life in middle-aged and elderly males. *European Spine Journal*. 2011; 20:954-61. [DOI:10.1007/s00586-010-1606-4] [PMID] [PMCID]
- [2] Malangré A, Blischke K. Sleep-related offline improvements in gross motor task performance occur under free recall requirements. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016; 10(2):134. [DOI:10.3389/fnhum.2016.00134] [PMID] [PMCID]
- [3] White O, Diedrichsen J. Flexible switching of feedback control mechanisms allows for learning of different task dynamics. *Plos One*. 2013; 8:e54771. [DOI:10.1371/journal.pone.0054771] [PMID] [PMCID]
- [4] Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*. 2011; 41(3):221-32. [DOI:10.2165/11538560-000000000-00000] [PMID]
- [5] Paik J, Ritter FE. Evaluating a range of learning schedules: Hybrid training schedules may be as good as or better than distributed practice for some tasks. *Ergonomics*. 2016; 59(2):276-90. [DOI:10.1080/00140139.2015.1067332] [PMID]
- [6] Pekny SE, Shadmehr R. Optimizing effort: Increased efficiency of motor memory with time away from practice. *Journal of Neurophysiology*. 2015; 113(2):445-54. [DOI:10.1152/jn.00638] [PMID] [PMCID]
- [7] Friedman J, Korman M. Offline optimization of the relative timing of movements in a sequence is blocked by retroactive behavioral interference. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016; 10:623. [DOI:10.3389/fnhum.2016.00623] [PMID] [PMCID]
- [8] Valle MS, Casabona A, Cavallaro C, Castorina G, Cioni M. Learning upright standing on a multiaxial balance board. *Plos One*. 2015; 10(1):e0142423. [DOI:10.1371/journal.pone.0142423] [PMID] [PMCID]
- [9] Magill R, Anderson D. ISE Motor learning and control: Concepts and applications. New York: McGraw-Hill; 2020. [Link]
- [10] Verhoeven FM, Newell KM. Unifying practice schedules in the timescales of motor learning and performance. *Human Movement Science*. 2018; 59:153-69. [DOI:10.1016/j.humov.2018.04.004] [PMID]
- [11] Simmons AL. Distributed practice and procedural memory consolidation in musicians' skill learning. *Journal of Research in Music Education*. 2012; 59(4):357-68. [DOI:10.1177/0022429411424798]
- [12] Shumway-Cook A, Woollacott M H. Motor control: Translating research into clinical practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. [Link]
- [13] Canning C G. The effect of directing attention during walking under dual-task conditions in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2005; 11(2):95-9. [DOI:10.1016/j.parkreldis.2004.09.006] [PMID]
- [14] Stins J F, Ledebt A, Emck C, Van Dokkum E H, Beek PJ. Patterns of postural sway in high anxious children. *Behavioral and Brain Functions*. 2009; 5:42. [DOI:10.1186/1744-9081-5-42] [PMID] [PMCID]
- [15] Reilly DS, Woollacott MH, van Donkelaar P, Saavedra S. The interaction between executive attention and postural control in dual-task conditions: Children with cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2008; 89(5):834-42. [DOI:10.1016/j.apmr.2007.10.023] [PMID]
- [16] 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):1-14. [DOI:10.1016/S0966-6362(01)00156-4] [PMID]
- [17] Smolen P, Zhang Y, Byrne J H. The right time to learn: Mechanisms and optimization of spaced learning. *Nature Reviews Neuroscience*. 2016; 17(2):77-88. [DOI:10.1038/nrn.2015.18] [PMID] [PMCID]
- [18] Kwon YH, Nam KS, Park JW. Identification of cortical activation and white matter architecture according to short-term motor learning in the human brain: Functional MRI and diffusion tensor tractography study. *Neuroscience Letters*. 2012; 520:11-5. [DOI:10.1016/j.neulet.2012.05.005] [PMID]
- [19] Blanchard Y, Carey S, Coffey J, Cohen A, Harris T, Michlik S, et al. The influence of concurrent cognitive tasks on postural sway in children. *Pediatric Physical Therapy*. 2005; 17(3):189-93. [DOI:10.1097/01.PEP.0000176578.57147.5d] [PMID]
- [20] Polskaia N, Lajoie Y. Reducing postural sway by concurrently performing challenging cognitive tasks. *Human Movement Science*. 2016; 46:177-83. [DOI:10.1016/j.humov.2015.12.013] [PMID]
- [21] Bustillo-Casero P, Cebrian-Bou S, Cruz-Montecinos C, García-Massó A. Effects of a dual-task intervention in postural control and cognitive performance in adolescents. *Motor Behavior*. 2020; 52(2):187-95. [DOI:10.1080/00222895.2019.1600467] [PMID]
- [22] Olivier I, Cuisinier R, Vaugoyeau M. Age-related differences in cognitive and postural dual-task performance. *Gait & Posture*. 2010; 32:494-9. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2010.07.008] [PMID]
- [23] Huxhold O, Schmiedek F, Lindenberger U. Dual-tasking postural control: Aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain Research Bulletin*. 2006; 69:294-305. [DOI:10.1016/j.brainresbull.2006.01.002] [PMID]
- [24] Casabona A, Stella Valle M, Cavallaro C, Castorina G, Cioni M. Selective improvements in balancing associated with offline periods of spaced training. *Scientific Reports*. 2018; 8(1):7836. [DOI:10.1038/s41598-018-26228-4] [PMID] [PMCID]
- [25] Riley MA, Baker AA, Schmit JM. Inverse relation between postural variability and difficulty of a concurrent short-term memory task. *Brain Research Bulletin*. 2003; 62:191-5. [DOI:10.1016/j.brainresbull.2003.09.012] [PMID]
- [26] Bustillo-Casero P, Villarrasa-Sapiñab I, García-Massó A. Effects of dual task difficulty in motor and cognitive performance: Mark Differences between adults and adolescents. *Human Movement Science*. 2017; 55:8-17. [DOI:10.1016/j.humov.2017.07.004] [PMID]

- [27] Chiviawsky S, Wulf G, Ávila L .An external focus of attention enhances motor learning in children with intellectual disabilities. *Intellectual Disability Research*. 2013; 57(7):627-34. [\[DOI:10.1111/j.1365-2788.2012.01569.x\]](#) [\[PMID\]](#)
- [28] Abdoli B, Farokhi A, Shamsipour Dehkordi P, Shams A. [The effect of internal and external attention focuses through the feedback an instructions on learning to maintain dynamic balance (Persian)]. *Motor Behavior*. 2012; 23(11):63-80. [\[Link\]](#)
- [29] Robertson EM, Pascual-Leone A, Miall RC. Current concepts in procedural consolidation. *Nature Reviews Neuroscience*. 2004; 5(7):576-82. [DOI:10.1038/nrn1426](#) [\[PMID\]](#)
- [30] Aziz W, Wang W, Kesaf S, Mohamed AA, Fukazawa Y, Shigemoto R. Distinct kinetics of synaptic structural plasticity, memory formation, and memory decay in massed and spaced learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2014; 111(1):E194-202. [\[DOI:10.1073/pnas.1303317110\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [31] Benjamin A S, Tullis J. What makes distributed practice effective? *Cognitive Psychology*. 2010; 61(3):228-47. [\[DOI:10.1016/j.cogpsych.2010.05.004\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [32] Lee TD. Contextual interference. Generalizability and limitations. In: Lee TD, editor. *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory, and Practice*. London: Routledge; 2012. [\[Link\]](#)
- [33] Kwon YH, Kwon JW, Lee MH. Effectiveness of motor sequential learning according to practice schedules in healthy adults; Distributed practice versus massed practice. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015; 27(3):769-72. [\[DOI:10.1589/jpts.27.769\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [34] Korman M, Raz N, Flash T, Karni A. Multiple shifts in the representation of a motor sequence during the acquisition of skilled performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2003; 100(21):12492-7. [\[DOI:10.1073/pnas.2035019100\]](#) [\[PMID\]](#) [\[PMCID\]](#)
- [35] Kang SHK, Pashler H. Learning painting styles: Spacing is advantageous when it promotes discriminative contrast. *Applied Cognitive Psychology*. 2012; 26(1):97-103. [\[DOI:10.1002/acp.1801\]](#)
- [36] Shams A, Vameghi R, Shamsipour Dehkordi P, Allafan N, Bayati M. The development of postural control among children: Repeatability and normative data for computerized dynamic posturography system. *Gait & Posture*. 2020; 78:40-8. [\[DOI:10.1016/j.gaitpost.2020.03.002\]](#) [\[PMID\]](#)
- [37] Shams A, Shamsipour Dehkordi P, Tahmasbi F, Sangari M. Are attentional instruction and feedback type affect on learning of postural and supra-postural tasks? *Neurological Sciences*. 2020; 41(7):1773-9. [\[DOI:10.1007/s10072-020-04278-9\]](#) [\[PMID\]](#)
- [38] de Lima AC, de Azevedo Neto RM, Teixeira LA. On the functional integration between postural and supra-postural tasks on the basis of contextual cues and task constraint. *Gait Posture*. 2010; 32(4):615-8. [\[DOI:10.1016/j.gaitpost.2010.09.003\]](#) [\[PMID\]](#)

This Page Intentionally Left Blank