Motor Behavior \ Research Paper **Volume 13, No 44, 2022 , Page 125 - 148**

The effect of practice distribution and cognitive task difficulty on postural task consolidation

Raziyeh Sajedi [1], Parvaneh Shamsipour Dehkoedi [2*], Leila GHazaleh[3]

1. Master of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Motor Behavior, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

Received: 2020/12/18 **Accepted: 2021/06/15**

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of cognitive difficulty and practice distribution on postural control task consolidation. 28 employees from Alzahra University of Tehran were selected based on the inclusion criteria and were randomly assigned to three groups with different training distributions of 2 minutes, 15 minutes and 24 hours with three levels of difficulty (easy, medium, difficult). Each group of 3 blocks performed 6 attempts of the cognitive countdown task, in which the time of each attempt was 35 seconds, the interval between attempts was 20 seconds and the time interval between blocks was 2 minutes, 15 minutes and 24 hours depending on the division of the group. COP data processing and calculation of its COP parameters were performed using MATLAB software. The Physical Activity Questionnaire (IPAQ) was also used to assess the level of physical activity. The results of combined analysis of variance with repeated measures showed that the main effect of task difficulty level and exercise distribution was significant ($p < 0.05$). The main effect of the training distribution is significant ($p < 0.05$). Statistical results showed that the 15-minute, 24-hour interval training distribution group with the best difficulty level had the best performance in the COP parameters and the 2-minute interval training distribution group with the highest difficulty level had the weakest performance. According to the findings of the present study, educators and trainers are recommended to combine the performance of motor homework with intervals of comfort training to promote learning.

Key words: Off line learning, Motor Memory, Countdown task

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Extended Abstract

Objectives

Postural control of the kinetic variable of motion, which plays an essential role in maintaining stability in daily activities. The capacity of the body to maintain its position in order to give balance and direction is known as postural control (1). The balance control technique is increasingly governed by central control and improves, until it takes intoxicated itself in late adulthood, to assure this capacity to sustain in an environment with a range of disruptions. (2, 3). People are adapted to different environmental challenges during growth until they reach a good pattern of postural control and controlling contributing systems in this mechanism. Compatibility with a new passage challenge causes a modified strategy that changes with quantitative and qualitative processes of the body. This adaptation process can be defined as consolidation that improves motor responses (4). Learning may be improved by combining the amount of practice with other aspects of practice settings, such as practice distribution. The most important point is accompanied by the distribution of practice at learning sessions, effects within the session (On-line) and outside of the meetings (Off-line), as practicing distances, which is the factor in consolidating motor memory (5).

According to recent studies, to investigate the effect of cognitive tasks in terms of control and balance of dual-tasks. Postural control is usually considered the main assignment and any activity that requires cognitive processing is a secondary assignment (2,3,6). Limited resource or capacity theories of attention are a typical approach to explain dual-task interference between motor and cognitive processes (1). According to these views, the brain's information-processing capability or processing resources are restricted. Any work necessitates the use of some of a person's attentional capability. The attentional demand of doing two activities at the same time is equal to the total of the component tasks' attentional demands. When the attentional demands of two concurrently executed activities exceed the available capacity, dual-task interference occurs (6). There are many studies on the interference of dual-task in postural control in different age groups. Also, there is a certain disagreement over the effects of a cognitive task simultaneously on the movement of the center of pressure (COP) (2, 3,6).

Finally, according to the benefits of distributed practice in learning and performance and research in postural control, but so far, there is no study to investigate the effect of training distribution on postural control. For this reason, the main purpose of this study is to investigate the effect of practice distribution and cognitive task difficulty on postural task consolidation.

Materials and methods

The present study was applied and semi-experimental. 28 adults (15 women and 15 men) with age range (35 ± 4.3 years, men were 35 ± 5.5 years) voluntarily selected from Alzahra University employees. Participants are based on entry criteria, including lack of damage that affects postural control. Not having trouble in the vision, atrial and sensible system, skeletal injury, such as deviation in the lower limb and column of the vertebrae, the lack of regular exercise and physical activity, and previous acquaintance were selected by research and randomly distributed in three groups of 2 minutes, distributed 15 minutes and distributed 24 hours. Each group of 3 blocks performed 6 attempts of the cognitive countdown task, in which the time of each attempt was 35 seconds, the interval between attempts was 20 seconds and the time interval between blocks was 2 minutes, 15 minutes, and 24 hours depending on the division of the group. The Kistler model force plate and MATLAB software were used to process Cop data and measure its variables to evaluate the desired variables of the instantaneous position of the center of pressure of the foot (Cop). Data were analyzed using a combined analysis of variance with repeated measures and the Bonferroni test.

Results

Findings showed that the main effect of the difficulty level of the task is significant ($p = 0.001$). Bonferroni's post hoc test was used to determine the differences. Findings showed that between the mean of COP parameters (mean frequency power in the anterior-posterior direction, mean frequency power in the internal-external direction, median frequency power in the anterior-posterior direction, median frequency power in the internal-external direction, ellipse area) in There was a significant difference between the countdown training group with a low difficulty level and the countdown training group with a high difficulty level. The main effect of distribution practice is significant ($p = 0.001$). Bonferroni's post hoc test was used to determine the differences. Findings showed that between the mean of COP parameters in the countdown task in the training group with 2-minute distribution and the training groups with 15-minute distribution and 24-hour training. Comparison of means showed that the training group with 24-hour distribution had the best and the training group with 2-minute distribution had the weakest performance. The interactive effect of task difficulty level * distribution practice was significant ($p = 0.001$). The training group with the 24-hour distribution and in the case of countdown task with easy difficulty level shows the best posture control situation and in the training group with 2-minute distribution and in the case of countdown task with difficult level show the weakest posture control situation.

Conclusion

The aim of this study was to investigate the effect of cognitive difficulty and practice distribution on postural control task consolidation. The statistical results of the acquisition sessions showed that the 24-hour interval training distribution group with easy difficulty level had the best performance and the 2-minute distribution group with high difficulty level had the weakest performance. Distant distribution of practice reduced error and improved performance in postural control parameters in acquisition sessions. Alternatively, the findings may indicate that surpassing a moderate level of difficulty may not yield further changes to postural sway, suggesting a potential ceiling effect. The results showed that the effect of the ceiling on cognitive tasks did not increase much after passing from moderate to difficult postural fluctuations. A change in attention is most likely to blame for the current experiment's outcomes. Shifting attention away from the body, according to the attentional focus literature, minimizes disturbance to the automatic motor control systems (reflexive and self-organizing) that regulate movement.

In the end, it should be said that distance training in the stage of acquisition led to progress along with an easy cognitive task level. Therefore, for educators and therapists who try to teach postural control, it is necessary that according to the type of task and the age of the subjects, the type of cognitive task by providing appropriate training instructions to lead to the development of individuals.

Keywords: Offline learning, Motor Memory, Countdown task

Reference

1. 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.
2. https://www.researchgate.net/publication/283543297_Learning_Upright_Standing_on_a_Multiaxial_Balance_Board
3. Sajedi R, Shamsipour Dehkordi P, Ghazaleh L. The effect of listening task complexity and off line learning on postural control. Journal of Rehabilitation Medicine.2021;1. doi: 10.22037 / jrm.2021.114721.258. (In Persian)
4. Shadhmehr R and Holcomb H. Neural correlates of motor memory consolidation, Science. 1997; 277: 821–825. doi: 10.1126/science.277.5327.821
5. Olivier I, Cuisinier R, Vaugoyeau M. Age-related differences in cognitive and postural dual-task performance. Gait Posture. 2010; 32: 494 - 499.
6. Polskaia N, Lajoie Y. Reducing postural sway by concurrently performing challenging cognitive tasks. 2016; 46: 117-83. doi: 10.1016/j.humov.2015.12.013.

تأثیر توزیع تمرین و دشواری تکلیف شناختی بر تحکیم تکلیف کنترل قامت

راضیه ساجدی[۱]، پروانه شمسی پور دهکردی[۲*]، لیلا غزاله[۳]

۱. کارشناسی ارشد، گروه رفتار حرکتی،دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا،تهران، ایران.
۲*. دانشیار،گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران(نویسنده مسئول).
۳. استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵**

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دشواری تکلیف شناختی و توزیع تمرین بر تحکیم تکلیف کنترل قامتی انجام شد. ۲۸ کارمند از دانشگاه الزهراء تهران براساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند و در سه گروه با توزیع تمرینی متفاوت ۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت با سه سطح دشواری (آسان، متوسط، دشوار) به‌طور تصادفی قرار گرفتند. هر گروه سه بلوک شش‌کوششی از تکلیف شناختی شمارش معکوس را که زمان هر کوشش ۳۵ ثانیه، فاصلهٔ میان کوشش‌ها ۲۰ ثانیه و فاصلهٔ زمانی میان بلوک‌ها بسته به تقسیم‌بندی گروه، ۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت بود، اجرا کردند. برای ارزیابی موقعیت لحظه‌ای مرکز فشار پا (COP) از فورس پلیت مدل کیستلر استفاده شد. پردازش داده‌های COP و محاسبه متغیرهای آن با استفاده از نرم‌افزار متلب انجام شد. از پرسشنامهٔ فعالیت بدنی (IPAQ) برای بررسی میزان فعالیت بدنی استفاده شد. نتایج تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌های تکراری نشان داد اثر اصلی سطح دشواری تکلیف و توزیع تمرین معنادار بود ($P < ۰/۰۵$). اثر تعاملی سطح دشواری تکلیف و توزیع تمرین معنادار بود ($P < ۰/۰۵$). نتایج آماری نشان داد گروه توزیع تمرین فاصله‌دار ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت با سطح دشواری آسان در مؤلفه‌های COP بهترین عملکرد را داشتند و گروه توزیع تمرین با فاصلهٔ ۲ دقیقه‌ای با سطح دشواری بالا ضعیف‌ترین عملکرد را داشتند. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، به مربیان و آموزش دهندگان توصیه می‌شود برای ارتقای یادگیری اجرای تکالیف حرکتی را با فواصل تمرین‌آسایی همراه کنند.

واژگان کلیدی: تمرین‌آسایی، حافظهٔ حرکتی، تکلیف شمارش معکوس.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

مقدمه

کنترل قامت[1] به‌عنوان توانایی بدن در حفظ موقعیت خود به‌منظور ایجاد تعادل و جهت گیری تعریف می‌شود (۲، ۱) و با دو مؤلفهٔ جهت‌یابی[2] و ثبات[3] وضعیت بدنی در موقعیت فضایی مطرح می‌شود. مؤلفهٔ جهت‌یابی، فرایندی سازمان‌یافته با تعامل بازخورد به استفاده از اطلاعات حسی همچون سیستم بینایی برای کنترل ارتباط میان بدن و پیرامون فرد، سیستم دهلیزی برای کنترل نیروی جاذبه و گیرنده‌های حسی-پیکری وابسته است که با یکدیگر ادغام می‌شوند (۴، ۳). همچنین مؤلفهٔ ثبات، قابلیت کنترل مرکز تودهٔ بدن در ارتباط با سطح اتکاست که به‌عنوان «تعادل» تعریف می‌شود (۶، ۵). پژوهشگران نشان داده‌اند که کنترل قامت نیازمند تمرین و یادگیری است و یادگیری به تکرار در مدت زمانی نیاز دارد که طی آن اختلاف بین هدف فعلی عملکرد و ارزیابی کاهش یابد (۸، ۷). چالش جدید قامتی سبب ایجاد راهبرد اصلاح‌شده می‌شود که با واکنش‌های کمّی و کیفی بدن تغییر می‌یابد. این فرایند انطباق می‌تواند به‌عنوان «تحکیم»[4] تعریف شود که پاسخ‌های حرکتی را بهبود می‌بخشد (۹). یادگیری یک مهارت حرکتی جدید با دورهٔ تمرین[5] به پایان نمی‌رسد و تعریف اطلاعاتی که در طول جلسات تمرین به دست می‌آید، بعد از تمرین به‌صورت تمرین‌آسایی[6] ادامه می‌یابد.

بهبود عملکرد بیشتر با تحکیم حافظهٔ بلندمدت طی زمان و تمرین و تکرار همراه است؛ بنابراین تغییرات درون جلسه با تکرار حرکت همراه است؛ درحالی‌که افزایش فاصله بین‌جلسه‌ای و درون‌جلسه‌ای با ردیابی حافظهٔ ایجادشده در طی جلسات آموزشی مرتبط است (۱۱، ۱۰). عوامل متعددی بر رفتارهای تعادلی تأثیرگذار هستند؛ از جمله عوامل تسریع و تسهیل‌کننده، یادگیری، تمرین و بالیدگی. مقدار تمرین، متغیر بسیار مهم و اثرگذار بر اکتساب مهارت حرکتی نیست؛ بلکه مقدار تمرین با سایر متغیرهای شرایط تمرین از جمله توزیع تمرین[7] می‌تواند سبب یادگیری بهتر شود. آنچه در توزیع تمرین مطرح می‌شود، مقدار استراحتی است که افراد بین کوشش‌های تمرین برای اطمینان از یادگیری بهینه نیاز دارند. توزیع تمرین با اصطلاحات تمرین انبوه[8] و فاصله‌دار[9] به‌عنوان تمایز برنامه‌ریزی تمرین در شرایط یادگیری مطرح می‌شود. برنامه‌ریزی تمرین انبوه در مقایسه با تمرین فاصله‌دار، جلسات آموزشی کوتاه‌تر همراه با تمرین بیشتر یا طولانی‌تر است؛ درصورتی‌که در تمرین فاصله‌دار به همان میزان زمان تمرین در جلسات بیشتر، ولی با زمان کمتر در دوره‌ای طولانی به‌منظور دستیابی به همان مقدار کلی تمرین پرداخته می‌شود (۱۲). در نظریهٔ پیشرفتهٔ هال[10] دو پیش‌بینی دربارهٔ تأثیر

1. Postural control
2. Stability
3. Orientation
4. Consolidation
5. On-line
6. Off-line
7. Practice variability
8. Massed
9. Distributed
10. Hull

مستقیم توزیع تمرین در عملکرد مطرح شده است: اول اینکه بیشتر فعالیت‌هایی که در جلسهٔ تمرین انجام می‌شوند، به‌دلیل افزایش شدید واکنش مهاری[1] کارایی ضعیف‌تری دارند؛ دوم اینکه زمان طولانی را بین تمرین و فرصت بیشتری را برای ممانعت با اثر واکنش مهاری ایجاد می‌کند که در نتیجه سبب افزایش عملکرد و یادگیری می‌شود (۱۴، ۱۳). در تلاش به‌منظور یافتن برنامهٔ بهینه‌تر برای یادگیری، مطالعاتی دربارهٔ جلسهٔ تمرین و پژوهش‌هایی که شامل جلسات متعدد تمرین می‌شوند، انجام شده است و پیشنهاد کرده اند تعداد جلسات تمرین افزایش و طول هر جلسه کوتاه تر شود (۱۵، ۸). بیشتر موسیقی‌دانان و معلم‌ها پذیرفته‌اند که توزیع جلسات آموزش نت موسیقی در چندین جلسه بهتر از فشرده‌بودن در یک جلسهٔ تمرینی است (۱۶). ورهوون و نیوول[2] (۱۴) به این نتیجه دست یافتند که انطباق متفاوتی از اثرات تمرینات انبوه و فاصله‌دار در طی یادگیری تکالیف حرکتی شکل می‌گیرد که با حداقل اثرات منفی حاصل از خستگی و فراموشی باعث می‌شود اثرات مثبت بر یادگیری و حافظه را برجسته کند. آنچه به یادگیری بهتر در تمرین فاصله‌دار در مقایسه با تمرین انبوه منجر می‌شود، خستگی تمرین انبوه است که به‌صورت اثر منفی بر یادگیری و کاهش مقدار تلاش شناختی در هر کوشش است که با تمرین زیادتر از مقدار بحرانی معینی ادامه پیدا می‌کند. عامل مهم دیگری که نقش تمرین فاصله‌دار را دوچندان می‌کند، تحکیم حافظهٔ حرکتی با فرایند ذخیره‌سازی حافظهٔ بلندمدت است (۱۴).

طبق مطالعات اخیر، برای بررسی اثرگذاری تکالیف شناختی در زمینهٔ کنترل قامت و تعادل از تکالیف دوگانه[3] استفاده می‌شود. کنترل قامت معمولاً تکلیف اصلی در نظر گرفته می‌شود و هر فعالیتی که به پردازش شناختی نیاز دارد، تکلیف ثانویه است. یکی از چالش‌های موجود در زندگی پیشرفته، انجام‌دادن چندین کار به‌صورت هم‌زمان در مدت زمان نسبتاً کوتاه است؛ بنابراین انجام‌دادن دو یا چند کار مانند رانندگی و مکالمه، راه‌رفتن و صحبت‌کردن یا گوش‌دادن هم‌زمان با نوشتن، وضعیت شناختی تکلیف دوگانه را ایجاد می‌کند و توجه تقسیم می‌شود (۱۸، ۱۷). اساس تکالیف دوگانه بر دو امر استوار است: الف- مقدار پردازش تکالیف مختلف متفاوت و ب- اعمال اضافه‌بار بر ظرفیت محدود توجه (۱۹). توجه به‌عنوان ظرفیت اطلاعات محدود بین چندین تکلیف هم‌زمان مطرح می‌شود و به این حقیقت اشاره می‌کند که چگونه یک فرد می‌تواند به‌طور هم‌زمان منابع ذهنی‌اش را به چندین عامل اختصاص دهد. توجه علاوه‌بر ظرفیت، نقشی محدودکننده به‌عنوان مخل کنترل تعادل نیز دارد. در ابتدا کنترل قامت پاسخی خودکار و ناهوشیارانه تلقی می‌شد، اما پژوهش‌های اخیر در این زمینه نشان داده‌اند که ساده‌ترین تا پیچیده‌ترین تکالیف براساس نیازهای توجهی طبقه‌بندی می‌شوند که بسته به نوع فعالیت قامتی، نوع تکلیف شناختی، سن افراد و توانایی‌های تعادلی آن‌ها متغیر است (۲۰). در این راستا

1. Reaction Inhibition
2. Verhoeven & Newell
3. Dual-Task

پژوهش الیور[1] و همکاران (۱۷) حاکی از تقسیم توجه و کاهش عملکردی در هر دو تکلیف قامتی و شناختی در نوجوانان بود. بلنچرد[2] (۲۱) جابه‌جایی COP کودکان هشت تاده‌ساله را هنگام انجام‌دادن تکلیف شناختی (بلندخواندن و وارونه‌شمردن) با تغییرپذیری مؤلفهٔ COP در متغیر جابه‌جایی گزارش کرد. از سوی دیگر، رایلی[3] و همکاران (۲۲) در پژوهش خود با استفاده از تکلیف دیداری در کودکان با سن مشابه تغییر چشمگیری را در متغیر جابه‌جایی COP مشاهده نکردند که نشان‌دهندهٔ تأثیر نوع تکلیف شناختی بر کنترل قامت است. برخی از مطالعات حاکی از افزایش نوسانات پاسچری با دشواری تکلیف شناختی هستند (۲۳، ۲۱)؛ درحالی‌که دیگر پژوهشگران اظهار کردند در شرایط دشواری سطح بالای تکالیف شناختی در بزرگسالان جوان، نوسانات قامتی کاهش می‌یابد (۲۴، ۲۳، ۱۷). پیش‌بینی اصلی این است که بزرگسالان مسن‌تر تعادل و پایداری را در عملکرد شناختی در تکلیف دوگانه اولویت‌بندی می‌کنند (۱۵). نتایج پژوهش استلا وال[4] و همکاران (۴) تغییرات عملکردی همراه با توزیع تمرین را که سبب تحکیم حافظه حرکتی و بهبود عملکردی شد، نشان داد. از سوی دیگر، کاسابونا[5] و همکاران (۲۵) نشان دادند یادگیری آفلاین و توزیع تمرین در تکلیف قامتی عملکرد را بهبود می‌بخشد، اما تیجیستروم[6] و همکاران (۸) بهبود و حفظ توانایی کنترل قامت را به میزان تکرار و مقدار تمرین مرتبط دانستند و برای فواصل تمرین‌آسایی بین تمرینات اهمیت کمتری قائل شدند.

با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده در زمینهٔ مطالعهٔ کنترل قامت و نظر به عوامل اثرگذار بر این پارامتر، طبق پژوهش‌های متعدد در حوزهٔ بازه‌های سنی متفاوت همراه با تکالیف شناختی گوناگون، هنوز به انجام‌شدن پژوهش‌های بیشتری در این زمینه به‌ویژه بررسی چگونگی تأثیر تکلیف شناختی بر کنترل قامت نیاز است. از سوی دیگر، مطالعات حاکی از مزایای توزیع تمرین در اجرا و یادگیری‌اند، ولی تاکنون در مطالعه‌ای به بررسی این موضوع روی کنترل قامت همراه با توزیع تمرین پرداخته نشده است؛ ازاین‌رو ضروری دانستیم به این سؤال پاسخ دهیم که آیا توزیع تمرین بر کنترل قامت نیز اثر مثبت دارد یا خیر؟ و اگر توزیع تمرین را با مداخلهٔ دشواری تکلیف شناختی همراه کنیم، چگونه می‌توان در فرایند توالی آموزش پیشرفت کرد؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر کاربردی و از نوع نیمه‌تجربی بود. پس از دریافت کد اخلاق از پژوهشگاه علوم ورزشی.IR) (SSRI.REC 1399.804، ۳۰ فرد بزرگسال (۱۵ زن و ۱۵ مرد) با میانگین سنی (زنان ۴/۳ ± ۳۵ سال و مردان ۵/۷ ± ۳۵ سال) داوطلبانه انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان براساس معیارهای ورود به مطالعه از جمله نداشتن آسیبی که بر عملکرد کنترل قامت تأثیرگذار باشد، نداشتن مشکل در سیستم بینایی، دهلیزی و حس

1. Olivier
2. Blanchard
3. Reilly
4. Stella Valle
5. Casabona
6. Tjernstr¨om

عمقی، آسیب‌دیدگی اسکلتی مانند انحراف در اندام تحتانی و ستون مهره‌ها، نداشتن سابقهٔ ورزش و فعالیت بدنی منظم و آشنایی قبلی با پژوهش انتخاب شدند. سپس به‌طور تصادفی در سه گروه آزمایشی توزیع ۲ دقیقه، توزیع ۱۵ دقیقه و توزیع ۲۴ ساعت قرار گرفتند. آزمودنی‌ها از نظر سطح مهارت در اجرای تکلیف مدنظر مبتدی بودند و با استفاده از پرسشنامهٔ فعالیت بدنی (IPAQ) میزان سطح فعالیت بدنی و مشخصات فردی شرکت‌کنندگان بررسی شد (۲۶).

تجهیزات و وسایل آزمایشگاه عبارت بودند از:

صفحهٔ نیروسنج: از صفحهٔ نیروسنج (force plate) مدل ۹۲۶۰AA با ابعاد ۳۰ * ۵۰ سانتی‌متر، ساخت کشور سوئیس و شرکت Kistler برای ثبت موقعیت لحظه‌ای مرکز فشار پا (COP) استفاده شد؛

نرم‌افزار بایو ور[1]: برنامه‌ای است که برای پردازش داده‌ها و محاسبهٔ مؤلفه‌های COP از جمله تمام اطلاعات کسب سیگنال و تجزیه و تحلیل صفحهٔ نیرو استفاده می‌شود.

جلسات آزمایشی در آزمایشگاه آنالیز حرکت با دمای ۲۲ تا ۲۴ درجه و بدون هیچ صدایی همراه با نور کافی انجام شد (۲۴، ۴). داده‌های کینتیکی COP با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰هرتز جمع‌آوری شدند. به‌منظور حذف اثر سیگنال‌های ناخواسته، داده‌های ذکرشده با استفاده از فیلتر باترورث[2] (مرتبهٔ چهار و نقطه برش ۱۰) فیلتر شدند (۲۳). شرکت‌کنندگان در یک جلسهٔ آشنایی با تکالیف قامتی، به‌صورت آزمایشی طی زمانی کوتاه (درحدود ۱۵ ثانیه) روی فورس پلیت همراه با پای برهنه و موازی با عرض شانه‌ها و دست‌ها آزاد کنار بدن قرار بگیرد، ایستادند (۲۱). روند تکالیف شناختی قبل از انجام‌دادن پروتکل آزمایشی درحالی‌که شرکت‌کنندگان روی صندلی نشسته بودند، به‌صورت کامل توضیح داده شد و آزمایشی انجام شد. هر گروه شامل ۱۰ نفر بود که دو نفردر روند تست‌گیری به‌دلیل تمایل‌نداشتن به همکاری از پژوهش خارج شدند و شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی در سه گروه مجزا (گروه‌های ۲ و ۱۵ دقیقه هرکدام ۹ نفر و گروه ۲۴ ساعت ۱۰ نفر) قرار گرفتند.

روند اجرای پژوهش

ابتدا در مطالعه‌ای مقدماتی یک نمونهٔ آزمایشی متشکل از هشت شرکت‌کننده برای تعیین سطح دشواری برای تکلیف شناختی کم‌کردن معکوس اعداد استفاده شد. از شرکت‌کنندگان درخواست شد دشواری هر تکلیف را با استفاده از مقیاس ده‌درجه‌ای لیکرت (تکمیل تکلیف بسیار آسان و تکمیل ده تکلیف بسیار دشوار) رتبه بندی کنند. سپس با استفاده از داده‌ها تکالیف شناختی بر این اساس رتبه‌بندی شدند (۲۳). برای آزمودنی‌ها توضیحات کامل دربارهٔ نحوهٔ انجام‌دادن فعالیت ارائه شد.

تکلیف قامتی: تکلیف قامتی به‌صورت ایستادن آرام روی فورس پلیت، پاها هم‌عرض شانه و بازوها در کنار بدن درحالی‌که تکالیف شناختی ارائه می‌شد، اجرا شد. قراردادن پاهای شرکت‌کننده برای اطمینان از حفظ وضعیت

1. BIO WARE
2. Butterworth

یکسان در کل پروتکل آزمایشی و استفاده‌نشدن از انگشتان در تکالیف شناختی ارزیابی شد.

تکالیف شمارش کم‌کردن معکوس اعداد: نمونهٔ آزمایشی پایلوت متشکل از هشت شرکت‌کننده (سه شرکت‌کننده در گروه تمرین انبوه با فاصلهٔ استراحت ۲ دقیقه، سه شرکت‌کننده در گروه تمرین انبوه با فاصلهٔ استراحت ۱۵ دقیقه و دو شرکت‌کننده در گروه تمرین فاصله‌دار با فاصلهٔ استراحت ۲۴ ساعت) برای تعیین سطح دشواری تکلیف شناختی شمارش معکوس اعداد استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل واریانس عاملی مرکب ۳ (گروه‌های توزیع تمرین ۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت) × ۳ (سطح دشواری تکلیف شناختی: آسان، متوسط و دشوار) با تکرار روی عامل سطح دشواری نشان داد که اثر سطح دشواری تکلیف برای میانگین مؤلفه‌های COP (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی ($F (2, 10) = 9.73, P = 0.004, \eta_p^2 = 0.66$)، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی ($F (2, 10) = 6.79, P = 0.014, \eta_p^2 = 0.58$)، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی ($F (2, 10) = 13.42, P = 0.001, \eta_p^2 = 0.73$)، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی ($F (2, 10) = 16.09, P = 0.001$)، سطح بیضی ($F (2, 10) = 9.82, P = 0.004, \eta_p^2 = 0.66$)) معنادار بود. یافته‌های آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد تفاوت بین میانگین مؤلفه‌های COP ($\eta_p^2 = 0.76$) در گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری پایین با گروه‌های تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری متوسط و بالا، معنادار بود. بین میانگین مؤلفه‌های COP در تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری متوسط با گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری بالا تفاوت معنادار بود. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری بالا ضعیف‌ترین عملکرد را در میانگین مؤلفه‌های COP و گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری آسان بهترین عملکرد را در میانگین مؤلفه‌های COP داشت.

همچنین از شرکت‌کنندگان درخواست شد دشواری هر تکلیف را با استفاده از مقیاس ده‌درجه‌ای لیکرت (تکمیل یک تکلیف بسیار آسان و تکمیل ده تکلیف بسیار دشوار) رتبه‌بندی کنند. سپس با استفاده از داده‌ها تکلیف شناختی بر این اساس رتبه‌بندی شد. نتایج رتبه‌بندی دشواری تکلیف با توجه به اظهارهای شرکت‌کنندگان نشان داد تکلیف کم‌کردن معکوس هفت‌رقمی در مقایسه با دو تکلیف دیگر هم نوسان قامتی بیشتر و هم‌دشوارتر برای شمارش بود. از طرفی هم اعداد کمتری شمارش می‌شد و هم اشتباه بیشتری در شمارش صورت می‌گرفت. کم‌کردن معکوس دو رقمی از دو تکلیف شناختی دیگر هم آسان‌تر بود و هم تعداد اعداد بیشتری با کمترین خطا شمارش می‌شد.

در تکلیف شناختی شمارش معکوس سطح آسان به شرکت‌کنندگان این دستورالعمل داده شد که به‌صورت معکوس دو رقمی از عدد ۱۰۰ بشمارند. اگر هنگام شمارش معکوس سه خطا یا بیشتر در شمارش مرتکب می‌شدند، در پایان آزمایش دوباره تست تکرار می‌شد (۲۳).

در تکلیف شناختی شمارش معکوس سطح متوسط به شرکت‌کنندگان این دستورالعمل داده شد که به‌صورت معکوس سه رقمی از عدد ۱۰۰۰ بشمارند. اگر هنگام شمارش معکوس سه خطا یا بیشتر در شمارش مرتکب

می‌شدند، در پایان آزمایش دوباره تست تکرار می‌شد.

در تکلیف شناختی شمارش معکوس سطح دشوار به شرکت‌کنندگان این دستورالعمل داده شد که به‌صورت معکوس هفت‌رقمی از عدد ۱۰۰۰ بشمارند. اگر هنگام شمارش معکوس سه خطا یا بیشتر در شمارش مرتکب می‌شدند، در پایان آزمایش دوباره تست تکرار می‌شد.

گروه اول (S۱): شرکت‌کنندگان درحالی‌که روی صفحهٔ فورس پلیت ایستاده بودند، ۱۸ کوشش در سه بلوک شش‌تایی همراه با تکلیف شناختی انجام دادند؛ به این صورت که هر سه بلوک را به‌صورت شمارش کم‌کردن آسان، متوسط، دشوار، آسان، متوسط و دشوار در یک جلسهٔ تمرینی تکمیل کردند. زمان هر کوشش ۳۵ ثانیه، فاصلهٔ زمانی بین بلوک‌ها ۲ دقیقه و فاصلهٔ بین کوشش‌ها ۲۰ ثانیه در نظر گرفته شد (۲۴، ۲۳).

گروه دوم (S۲): شرکت‌کنندگان درحالی‌که روی صفحهٔ فورس پلیت ایستاده بودند، ۱۸ کوشش را در سه بلوک شش‌تایی همراه با تکلیف شناختی انجام دادند؛ به این صورت که هر سه بلوک را به‌صورت شمارش کم‌کردن آسان، متوسط، دشوار، آسان، متوسط و دشوار در یک جلسهٔ تمرینی تکمیل کردند. زمان هر کوشش ۳۵ ثانیه، فاصلهٔ زمانی بین بلوک‌ها ۱۵ دقیقه و فاصلهٔ بین کوشش‌ها ۲۰ ثانیه در نظر گرفته شد (۲۴، ۲۳).

گروه سوم (S۳): شرکت‌کنندگان درحالی‌که روی صفحهٔ فورس پلیت ایستاده بودند، ۱۸ کوشش را در سه بلوک شش‌تایی همراه با تکلیف شناختی انجام دادند؛ به این صورت که هر سه بلوک را به‌صورت شمارش کم‌کردن آسان، متوسط، دشوار، آسان، متوسط و دشوار در سه جلسهٔ تمرینی تکمیل کردند. زمان هر کوشش ۳۵ ثانیه، فاصلهٔ زمانی میان بلوک‌ها ۲۴ ساعت و فاصلهٔ بین کوشش‌ها ۲۰ ثانیه در نظر گرفته شد (۲۴، ۲۳).

در کنار شرکت‌کنندگان، یک مراقب برای بررسی سطح خستگی با استفاده از مقیاس آنالوگ بینایی برای سنجش خستگی (VAS-F) و استفاده‌نشدن از انگشتان برای شمارش قرار گرفت (۲۷).

پردازش داده‌های COP با استفاده نرم‌افزار متلب انجام شد. از آمار توصیفی برای شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. همچنین از شاخص‌های آمار استنباطی، تحلیل واریانس عاملی مرکب با اندازه‌های تکراری گروه (انبوه، ۱۵ دقیقه‌ای، ۲۴ ساعت) و سه سطح تکلیف (آسان، متوسط، دشوار) و آزمون تعقیبی بنفرونی برای بررسی محل تفاوت در گروه‌ها و درنهایت برای بررسی تجانس واریانس‌ها از آزمون ماچلی استفاده شد. دسته‌بندی و مرتب‌کردن داده‌ها و نمودارهای توصیفی با استفاده از نرم‌افزار اکسل[1] و همهٔ عملیات آماری اعم از آمار توصیفی و آمار استنباطی با استفاده از نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس [2]نسخهٔ ۲۲ در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

در جدول شمارهٔ یک، میانگین و انحراف معیار مؤلفه‌های COP در گروه‌های توزیع تمرین (۲ دقیقه، ۱۵

1.Excel
2. SPSS

دقیقه، ۲۴ ساعت) در شرایط متفاوت دشواری تکلیف شمارش معکوس (آسان، متوسط، دشوار) در مرحلهٔ اکتساب نشان داده شده است.

جدول ۱- میانگین مؤلفه‌های COP در گروه‌های توزیع تمرین در شرایط دشواری تکلیف شمارش معکوس در مرحلهٔ اکتساب

Table 1 -Mean COP components in practice distribution groups in the difficulty of the countdown task at the acquisition stage

Mean ellipse area (Mean±SD)	Median power frequency in The medial-lateral direction (Mean±SD)	Median power frequency in the anterior-posterior direction (Mean±SD)	Mean power frequency in The medial-lateral direction (Mean±SD)	Mean power frequency in the anterior-posterior direction (Mean±S)	گروه‌های توزیع تمرین practice distribution groups	
59.74	0.09±0.02	0.03±0.14	0.02±0.26	0.05±0.18	Distribute 2 minutes	سطح تکلیف شمارش معکوس آسان Easy countdown task level
56.55	0.08±0.03	0.001±0.07	0.02±0.15	0.03±0.16	Distribute 15 minutes	
27.14	0.01±0.07	0.01±0.06	0.02±0.11	0.02±0.11	24 hour distribution	
60.53	0.05±0.16	0.06±0.13	0.01±0.27	0.07±0.22	Distribute 2 minutes	سطح تکلیف شمارش معکوس متوسط Medium countdown task level
55.44	0.03±0.11	0.01±0.09	0.02±0.16	0.03±0.12	Distribute 15 minutes	
35.39	0.03±0.08	0.01±0.07	0.02±0.13	0.02±0.11	24 hour distribution	
61.42	0.05±0.17	0.06±0.18	0.01±0.27	0.08±0.27	Distribute 2 minutes	سطح تکلیف شمارش معکوس دشوار Difficult countdown task level
60.88	0.05±0.15	0.07±0.12	0.02±0.17	0.06±0.16	Distribute 15 minutes	
44.06	0.03±0.10	0.01±0.08	0.03±0.16	0.02±0.14	24 hour distribution	

براساس یافته‌های مندرج در جدول شمارهٔ یک، در شرایط اکتساب، میانگین مؤلفه‌های COP (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، سطح بیضی) در گروه توزیع تمرین ۲۴ ساعت و در شرایط دشواری تکلیف شمارش معکوس آسان، بهترین وضعیت کنترل قامت را داشت و در گروه توزیع تمرین ۲ دقیقه و شرایط دشواری تکلیف شمارش معکوس دشوار، ضعیف‌ترین وضعیت کنترل قامت را داشت. گروه توزیع تمرین ۲۴ ساعت در مؤلفه‌های COP در مقایسه با گروه‌های توزیع تمرین ۲ دقیقه و ۱۵ دقیقه بهتر عمل کردند. گروه‌ها در تکلیف شمارش معکوس سطح دشواری آسان در مقایسه با گروه‌ها در

سطوح دشوار و متوسط در مؤلفه‌های COP بهترین وضعیت را داشتند و گروه‌ها در سطح دشوار ضعیف‌ترین وضعیت در مؤلفه‌های COP را داشتند.

در شکل‌های شمارهٔ یک تا شمارهٔ پنج، نتایج تحلیل واریانس عاملی مرکب ۳ (گروه‌های توزیع تمرین ۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت) × ۳ (سطح دشواری تکلیف شناختی: ساده، متوسط، دشوار) با تکرار روی عامل سطح دشواری ارائه شده است.

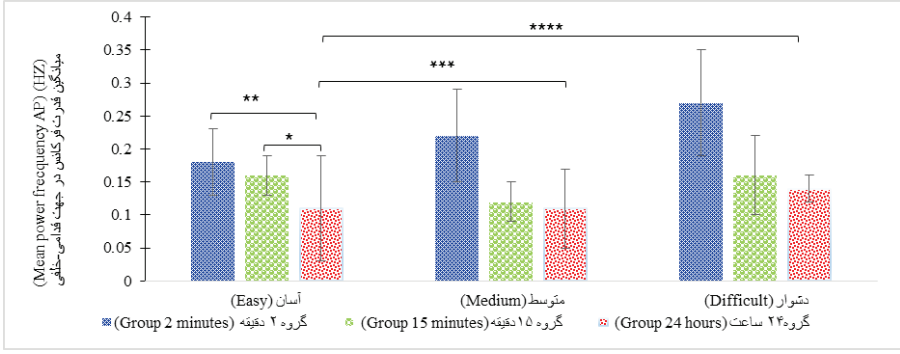
طبق آزمون ماچلی برابری ماتریس واریانس-کواریانس بین‌گروهی رعایت نشده است ($P < ۰/۰۵$)؛ بنابراین برای بررسی محل تفاوت‌ها از آمارهٔ گرینهاوس گیزر استفاده شد. یافته‌ها نشان داد برای میانگین مؤلفه‌های COP (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی ($F(2, 50) = 70.76, P < 0.05, \eta_p^2 = 0.73$)، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی ($F(2, 50) = 51.83, P < 0.05, \eta_p^2 = 0.67$)، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی ($F(2, 50) = 32.71, P < 0.05, \eta_p^2 = 0.56$)، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی ($F(2, 50) = 17.42, P < 0.05, \eta_p^2 = 0.41$)، سطح بیضی ($F(2, 50) = 24.87, P < 0.05, \eta_p^2 = 0.49$)) اثر اصلی سطح دشواری تکلیف معنادار بود.

یافته‌های آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد بین میانگین مؤلفه‌های COP در گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری پایین با گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری بالا تفاوت معنادار وجود داشت. بین میانگین مؤلفه‌های COP در تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری متوسط با گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری بالا تفاوت معنادار وجود داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری بالا ضعیف‌ترین عملکرد را در میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی داشت. همچنین گروه تمرین شمارش معکوس با سطح دشواری آسان بهترین عملکرد را در میانگین مؤلفه‌های COP داشت.

اثر اصلی توزیع تمرین معنادار بود ($P < 0.05$). یافته‌های آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد در تکلیف شمارش معکوس بین میانگین مؤلفه‌های COP در گروه تمرین با توزیع ۲ دقیقه با گروه‌های تمرین با توزیع ۱۵ دقیقه و تمرین با توزیع ۲۴ ساعت تفاوت معنادار مشاهده شد ($F(2, 25) = 46.34, P < 0.05, \eta_p^2 = 0.76$). بین میانگین مؤلفه‌های COP در گروه تمرین با توزیع ۱۵ دقیقه و تمرین با توزیع ۲۴ ساعت تفاوت معنادار وجود داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد گروه تمرین با توزیع ۲۴ ساعت بهترین عملکرد و گروه تمرین با توزیع ۲ دقیقه ضعیف‌ترین عملکرد را داشتند.

در تکلیف شمارش کم‌کردن معکوس، اثر تعاملی سطح دشواری تکلیف بر توزیع تمرین معنادار بود ($P < ۰/۰۵$). مقایسهٔ میانگین‌ها در جدول شمارهٔ یک و شکل‌های شمارهٔ یک تا شمارهٔ پنج نشان داد در شرایط اکتساب، مؤلفه‌های COP (قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، سطح بیضی) در گروه تمرین با توزیع ۲۴ ساعت و در شرایط تکلیف شمارش کم‌کردن معکوس با سطح آسان،

بهترین وضعیت کنترل قامت را داشتند. همچنین در گروه تمرین با توزیع ۲ دقیقه و در شرایط تکلیف شمارش معکوس با سطح دشوار، ضعیف‌ترین وضعیت کنترل قامت را نشان داد. گروه توزیع تمرین با فاصلهٔ ۲۴ ساعت در مؤلفه‌های COP در مقایسه با گروه‌های توزیع تمرین ۲ دقیقه و ۱۵ دقیقه بهتر عمل کرد. گروه‌ها در سطح شمارش معکوس آسان در مقایسه با گروه‌ها در سطح شمارش معکوس دشوار و متوسط در مؤلفه‌های COP بهترین وضعیت را داشتند و گروه‌ها در سطح شمارش معکوس دشوار ضعیف‌ترین وضعیت را در مؤلفه‌های COP داشتند. همچنین گروه توزیع تمرین با فاصلهٔ ۲۴ ساعت در شرایط تکلیف با سطح دشواری بالا در میانگین مؤلفه‌های COP (میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی- خلفی، میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میانه قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، سطح بیضی) عملکرد بهتری در مقایسه با گروه‌ها توزیع تمرین انبوه و توزیع تمرین با فاصلهٔ ۱۵ دقیقه داشت.



شکل ۱- میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی برای تکالیف شمارش معکوس با سطوح دشواری آسان، متوسط و دشوار

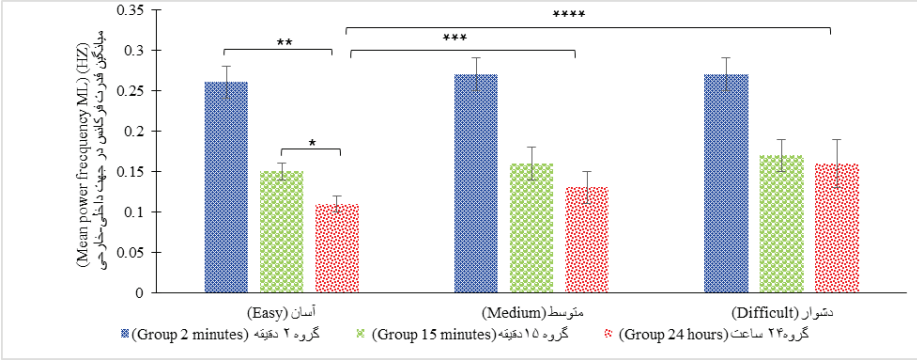
Figure 1- Average frequency power in the anterior-posterior direction for countdown tasks with Easy, medium and difficult difficulty levels

*: در مؤلفهٔ میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میان میانگین گروه توزیع تمرین ۲۴ ساعت و گروه توزیع تمرین ۱۵ دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.

**: در مؤلفهٔ میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میان میانگین گروه توزیع تمرین ۲۴ ساعت و گروه توزیع تمرین ۲ دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.

***: در مؤلفهٔ میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میان میانگین گروه توزیع تمرین ۲۴ ساعت در سطوح آسان و متوسط، تفاوت معنادار است.

****: در مؤلفهٔ میانگین قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میان میانگین گروه توزیع تمرین ۲۴ ساعت در سطوح آسان و دشوار، تفاوت معنادار است.



شکل ۲- میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی برای تکالیف شمارش معکوس با سطوح دشواری آسان، متوسط و دشوار

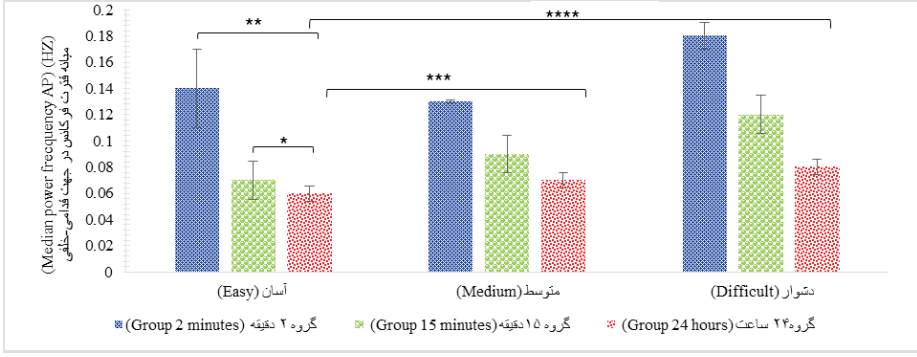
Figure 2- Average frequency power in internal-external direction for countdown tasks with Easy, medium and difficult difficulty levels

*: در مؤلفهٔ میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت و گروه توزیع تمرین 15 دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.

**: در مؤلفهٔ میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت و گروه توزیع تمرین 2 دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.

***: در مؤلفهٔ میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت در سطوح آسان و متوسط، تفاوت معنادار است.

****: در مؤلفهٔ میانگین قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت در سطوح آسان و دشوار، تفاوت معنادار است.



شکل ۳- میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی برای تکالیف شمارش معکوس با سطوح دشواری ساده، متوسط و دشوار

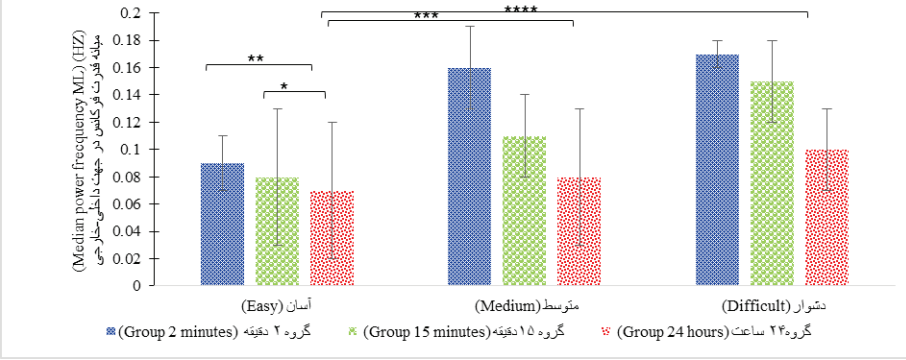
Figure 3 - Medium frequency power in the anterior-posterior direction for countdown tasks with Easy, medium and difficult difficulty level

*: در مؤلفهٔ میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت و گروه توزیع تمرین 15 دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.

**: در مؤلفهٔ میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت و گروه توزیع تمرین 2 دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.

***: در مؤلفهٔ میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت در سطوح آسان و متوسط، تفاوت معنادار است.

****: در مؤلفهٔ میانهٔ قدرت فرکانس در جهت قدامی-خلفی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت در سطوح آسان و دشوار، تفاوت معنادار است.



شکل ۴- میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی برای تکالیف شمارش معکوس با سطوح دشواری ساده، متوسط و دشوار

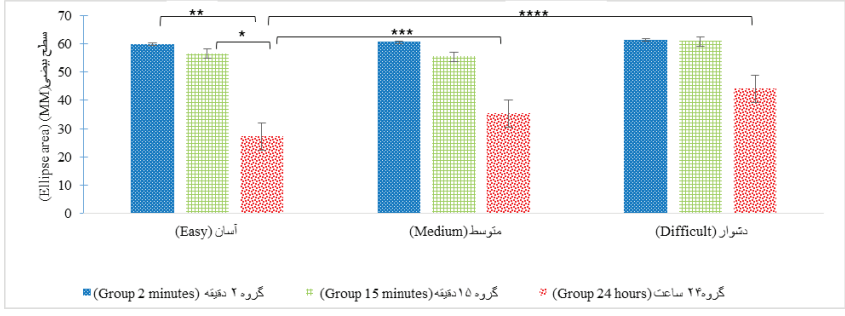
Figure 4 - Medium frequency power in the internal-external direction for countdown tasks with Easy, medium and difficult difficulty levels

*: در مؤلفهٔ میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت و گروه توزیع تمرین 15 دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.

**: در مؤلفهٔ میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت و گروه توزیع تمرین 2 دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.

***: در مؤلفهٔ میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت در سطوح آسان و متوسط، تفاوت معنادار است.

****: در مؤلفهٔ میانهٔ قدرت فرکانس در جهت داخلی-خارجی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت در سطوح آسان و دشوار، تفاوت معنادار است.



شکل ۵- سطح بیضی برای تکالیف شمارش معکوس با سطوح دشواری آسان، متوسط و دشوار

Figure 5 - Elliptical level for countdown tasks with Easy, medium and difficult difficulty levels

*: در مؤلفهٔ سطح بیضی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت و گروه توزیع تمرین 15 دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.
**: در مؤلفهٔ سطح بیضی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت و گروه توزیع تمرین 2 دقیقه در سطح آسان، تفاوت معنادار است.
***: در مؤلفهٔ سطح بیضی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت در سطوح آسان و متوسط، تفاوت معنادار است.
****: در مؤلفهٔ سطح بیضی، میان میانگین گروه توزیع تمرین 24 ساعت در سطوح آسان و دشوار، تفاوت معنادار است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دشواری تکلیف شناختی و توزیع تمرین بر کنترل قامت انجام شد. یافته‌های نشان داد گروه‌ها در تکلیف شمارش معکوس با سطح دشواری آسان در مقایسه با گروه‌ها در سطح دشوار و متوسط در مؤلفه‌های COP بهترین وضعیت را داشتند و همچنین گروه‌ها در سطح دشوار ضعیف‌ترین وضعیت را در مؤلفه‌های COP داشتند. این یافته‌ها با یافته‌های مطالعات هاکسولد[1] و همکاران (۲۸) و دالت[2] (۲۹) همسوست و نشان می‌دهد تأثیر دشواری شناختی درخور توجه است. براساس نتایج پژوهش حاضر، رابطهٔ کانون توجه با استفاده از تکلیف شناختی و سطوح متفاوت دشواری (آسان، متوسط، دشوار) نقش متفاوتی را در اکتساب کنترل قامت ایفا کرده است. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های مطالعات ولف و همکاران[3] (۳۰) و چیایوکوفسکی[4] و همکاران (۳۱) همسوست. نیازمندی‌های توجهی تکالیف متعدد متفاوت است و در تکالیف تعادلی فرد با تکیه بر توانایی‌های ذاتی و درونی حرکت را انجام می‌دهد؛ بنابراین کانون توجه می‌تواند نقش متفاوتی را ایفا کند. نوسانات قامتی در اثر افزایش تقاضای شناختی با تغییر و تخصیص کانون توجه ممکن است توضیح داده شوند. با توجه به هدایت بیرونی توجه و تمرکز، تغییر توجه از بدن (درونی)، اختلال در فرایندهای کنترل خودکار حرکت را (بازتابنده و خود سازمانی) که مسئول تنظیم حرکت است، به حداقل می‌رساند (۳۳، ۳۲)؛ درحالی‌که هدایت تمرکز به‌سمت حرکت (توجه درونی) همراه با هماهنگی فرایندهای کنترلی، اغلب به ایجاد الگوی حرکتی نامناسب منجر می‌شود (۳۳). با استفاده از این تفسیر، تکلیف شناختی موجود ممکن است در جلب توجه نظارت آگاهانه پایداری قامتی را تحت‌تأثیر قرار دهد و امکان یکپارچه‌سازی بیشتر گیرنده‌های حرکتی را با دشوارشدن تکلیف شناختی و افزایش تقاضای شناختی کاهش دهد (۳۳). تکالیف با سطوح متوسط و دشوار نیز ممکن است در حفظ تمرکز مؤثرتر باشند و درنهایت، با توجه به نوع تکلیف شناختی و درونی‌شدن توجه و تمرکز، هنگام انجام‌دادن تکلیف سبب نوسان بیشتر در مقایسه با سطح آسان می‌شود که توجه و تمرکز کمتری لازم است.

از سوی دیگر، کنترل قامت نیازد دارد به سطوح پردازشی متفاوت و کنترل‌شده (بالا) از یک مدل داخلی سازگار

1. Huxhold
2. Dualt
3. Wulf
4. Chiviacowsky

و پویا که سیستم عصبی مرکزی (CNS) برای ایجاد تعادل مانند پردازش سطح بالا[1] ایفای نقش می‌کند و با سطح خودکار (پایین) میانجی‌گری می‌کند (۳۴). علاوه‌براین، با توجه به دیدگاه سلسله‌مراتبی، زمانی که سطح دشواری آسان است، سطوح پردازشی کمتری نسبت به سطح دشوار با تقاضای شناختی بیشتر فعال می‌شوند و همین امر سبب عملکرد بهتر می‌شود. یافته‌های این پژوهش نشان داد در بزرگسالان جوان‌تر تخصیص منابع توجه به‌طور طبیعی انطباق می‌یابد، یعنی توجه به دستورالعمل اثر تهدید کننده برای کنترل قامت و اهمیت تکلیف ثانویه، اثر تعدیل‌کننده دارد (۳۴). عملکرد شناختی با افزایش دشواری تکلیف شناختی کاهش پیدا می‌کند؛ اگرچه شرایط تکلیف قامتی (از جمله نشستن) بر صحت پاسخ‌ها تأثیر نمی‌گذارد. این نتایج نظریهٔ کدگذاری مشترک وولف و مک نوین[2] (۳۳) و فرضیهٔ کنترل خودکار یا عمل محدودشده را تأیید می‌کند.

این یافته با نتایج پژوهش پلوسکایا و لژوا[3] (۲۳) دربارهٔ تفاوت نوع دستورالعمل در مرحلهٔ اکتساب، مطالعهٔ عقدایی و همکاران (۳۵) با تعداد جلسات و پژوهش حجازی و همکاران (۳۶) در کوشش‌های تمرینی ناهمسوست. از طرفی در یادگیری مهارت‌های حرکتی هماهنگی چندگانهٔ درجات آزادی در اجرای مهارت نقش کلیدی دارد؛ بنابراین در تکالیف دشوار نیاز به هماهنگی‌های عصبی-عضلانی چندگانه ضرورت پیدا می‌کند و این موضوع می‌تواند بر اجرا تأثیر بگذارد. از سوی دیگر، پلوسکایا و لژوا (۲۳) دریافتند که در تکالیف شناختی چالش‌برانگیزتر، نوسان قامتی کاهش می‌یابد. این احتمال وجود دارد که عواملی مانند وضعیت قامت، ظرفیت تعادل و نوع تکلیف شناختی انجام‌شده بتوانند تأثیر تکلیف دوگانه را بر متغیرهای کنترل قامت تحت‌تأثیر قرار دهند.

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، عملکرد کنترل قامت در تکلیف دوگانه در مقایسه با تکلیف ثانویه شناختی تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. این یافته با نتایج مطالعات یوگو-سلیگمن[4] (۳۷) و هوآنگ[5] (۳۸) همسو ست. اولیور و همکاران (۱۷) در پژوهش خود تأیید کردند که تداخل بین فعالیت ذهنی و کنترل قامت را می‌توان به محدودیت ظرفیت توجه نسبت داد. براساس مطالعات قبلی، روابط بین کنترل قامت و تقاضای شناختی در موقعیت‌های دوگانه می‌تواند U شکل باشد (۳۹). در این نظریه، عملکرد کنترلی بسته به اینکه آیا تقاضای شناختی کار ثانویهٔ پایین یا بالاست، بهبود یا کاهش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش بار شناختی در بزرگسالان که خود با کاهش توانایی‌های کنترل قامت همراه است، با توجه به رابطهٔ U شکل ناتوانی‌های کنترلی را تشدید می‌کند.

همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد گروه توزیع تمرین ۲۴ ساعت در مؤلفه‌های COP در مقایسه با گروه‌های توزیع تمرین ۲ دقیقه و ۱۵ دقیقه بهتر عمل کردند. یافته‌های پژوهش با یافته‌های پژوهش‌های

1. High Level Process
2. McNevin & Wulf
3. Polskaia & Lajoie
4. Yogev-Seligmann
5. Huang

پلوسکایا و لژوا (۲۳)، کاسابونا و همکاران[1] (۲۵)، عزیز (۴۰) و ساجدی و شمسی‌پور (۴۱) همسوست. کاسابونا و همکاران (۲۵) اثر توزیع تمرین (فاصله‌دار و انبوه) را بر تکلیف تعادلی چالش‌برانگیز، با توجه به پیشرفت‌های عملکرد مرتبط با آموزش تمرین فاصله‌دار، همراه با مزایای دورهٔ آفلاین عنوان کردند. یافته‌های مشابهی از مزایای تمرین فاصله‌دار در بخش‌های مختلف بدن از جمله مهارت حرکتی انگشتان یا اندام فوقانی (۱۱)، کل بدن (۴۳، ۴۲) و حتی تکالیف تعادلی (۴۲) نشان داده شده است. بهبود عملکرد مرتبط با دوره‌های آفلاین ممکن است در مهارت‌های حرکتی با دشواری‌های مختلف به اشتراک گذاشته شود و عوامل تعدیل‌کنندهٔ این پیشرفت می‌توانند با تغییر تقاضای حرکت نقش‌های مختلف داشته باشند. عناصر متداول برای فعال‌سازی پردازش حافظهٔ آفلاین در بین انواع تکالیف حرکتی، میزان و نوع تمرین، کیفیت فاصلهٔ زمانی بین جلسات تمرین (۴۴)، خواب و بیداری است که با استفاده از تمرین فاصله‌دار مزایای پیش‌بینی‌پذیر کسب خواهد شد. در پژوهش حاضر نیز با فواصل تمرین‌آسایی متفاوتی که در نظر گرفته شد (۲ دقیقه، ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت)، مؤلفهٔ بیداری در گروه‌های ۲ و ۱۵ دقیقه و مؤلفهٔ خواب در گروه ۲۴ ساعت لحاظ شد. با بررسی نتایج می‌توان اذعان کرد بهبود عملکردی در گروه ۲۴ ساعته حاصل همان تغییرات زیست‌شیمیایی مبنی‌بر تحکیم و مزایای تمرین فاصله‌دار است.

شی و همکاران[2] (۱۵) استدلال کردند که فاصلهٔ بین‌دوره‌ای نسبتاً طولانی فرصتی برای تحکیم حافظه بدون تمرین اضافی فراهم می‌کند. تحکیم حافظه به دورهٔ زمانی چشمگیر و بدون هیچ اختلال نیاز دارد. علاوه‌براین، کارنی و همکاران[3] (۴۵) پیشنهاد کردند استراحت و خواب نسبتاً طولانی بین جلسات آموزشی ممکن است عملکرد حرکتی را بهبود بخشد؛ بنابراین یافته‌های پژوهش حاضر را که با توزیع تمرین فاصله‌دار در بازه‌های یک‌روزه و ۱۵ دقیقه‌ای به سازگاری پاسخ‌های قامتی در مقایسه با تمرین انبوه منجر شد، می‌توان به تغییرات زیست شیمیایی در فواصل بین جلسات تمرین به‌صورت تحکیم نسبت داد (۲۵)؛ به عبارت دیگر چون مهارت شناختی پیچیده و دارای سطوح متفاوت دشواری بود و فاصلهٔ بین جلسات (۲۴ ساعت و ۱۵ دقیقه) همرا با خواب و بیداری به کاهش خستگی و افزایش تلاش شناختی همراه با اثر سلول‌سازی منجر شد، به‌عنوان دورهٔ طولانی به حداکثر پیشرفت و یادگیری در کنترل قامت و عملکرد شناختی رسید. از جمله یافته‌های مهم پژوهش حاضر، اثر توزیع تمرین فاصله‌دار همراه با سطوح متفاوت دشواری تکلیف شناختی و بهبود عملکرد در تکالیف آسان در مقایسه با دو سطح دیگر دشواری بود. در پایان نتیجه گرفته می‌شود که تمرین فاصله‌دار سبب پیشرفت همراه با سطح آسان تکلیف شناختی می‌شود؛ بنابراین در آموزش تکالیف تعادلی و قامتی ضروری است با توجه به نوع تکلیف و سن آزمودنی‌ها و نوع تکلیف شناختی و ظرفیت تعادل فرد با ارائهٔ دستورالعمل‌های آموزشی مناسب، زمینهٔ پیشرفت افراد فراهم شود. با توجه به اینکه در بیشتر افراد

1. Casabona
2. Shea
3. Karni

پیشرفت با توزیع تمرین همراه بود، نتایج این مرحله از پژوهش تأیید دیگری بر نقش و اثر ساختار برنامه‌ریزی توزیع تمرین در یادگیری مهارت حرکتی است؛ بنابراین توصیه می‌شود مربیان و آموزش‌دهندگان برای اکتساب و یادگیری مهارت حرکتی از نقش باارزش توزیع تمرین غافل نشوند. همچنین با توجه به اینکه در پژوهش حاضر تأثیر دشواری تکلیف شناختی و توزیع تمرین بر کنترل قامت بزرگسالان بررسی شد، پیشنهاد می‌شود پژوهشی مشابه با اعمال متغیر سطح پیچیدگی در تکالیف کنترل قامت با دشواری‌های متفاوت انجام شود و همچنین گروه‌های سنی از جمله کودکان، نوجوانان و سالمندان بررسی و با هم مقایسه شوند.

یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر، محدودیت در انتخاب تعداد آزمودنی‌ها مطابق با معیارهای ورود به مطالعه بود. ازآنجاکه داده‌های پژوهش حاضر در دوران کرونا و تعطیلی یک‌سوم نیروی کار دانشگاه جمع‌آوری شد، پژوهشگران موفق به گماردن تعداد آزمودنی‌های بیشتر در هر گروه آزمایش نشدند و برای تعیین حجم نمونه، براساس حجم نمونهٔ ذکرشده در مقالات مرتبط با موضوع پژوهش حاضر اقدام شد.

پیام مقاله

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، به مربیان و آموزش دهندگان توصیه می‌شود برای ارتقای یادگیری، اجرای تکالیف حرکتی را با فواصل تمرین‌آسایی همراه کنند و به سطح دشواری تکلیف به عنوان یک عامل تاثیرگذار بر میزان یادگیری توجه شود.

منابع

1. Shams A, Aslankhani M, Abdoli B. The effect of manipulation of visual, sensory and atrial systems on postural control in boys aged 4-16 years old. J Shahrekord Univ Med Sci. 2014;16(3):22-32. (In Persian).
2. Wikstrom EA, Tillman MD, Smith AN, Borsa PA. A new forceplate technology measure of dynamic postural stability: the dynamic postural stability index. Journal of Athletic Training. 2005;40(4):305-9.
3. Peterka R. Sensorimotor integration in human postural control. J Neurophysiol. 2002;88(3):1097–118.
4. Stella Valle M, Casabona A, Cavallaro C, Castorina G, Cioni M. Learning upright standing on a multiaxial balance board. PLoS One. 2015;10(11):e0142423.
5. Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Gielo-Perczak K. Stiffness control of balance in quiet standing. J Neurophysiology.1998;80:1211-21.
6. ChenC-L, LouS-Z,WuH-W, WuS-K, YeungK-T, SuF-C. Effects of the type and direction of support surface perturbation on postural responses. J Neuroeng Rehabil. 2014;11:50.
7. Peterson ML, Christou E, Rosengren KS. Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. J Gait & Posture. 2006;23(4):455-63.
8. Tjernstr¨om F, Fransson P, Magnusson M. Improved postural control through repetition and consolidation. Journal of Vestibular Research. 2005;15(1):31-9.

9. Shadhmehr R, Holcomb H. Neural correlates of motor memory consolidation. Science. 1997;277:821–5.

10. Pekny SE, Shadmehr R. Optimizing effort: increased efficiency of motor memory with time away from practice. J Neurophysiol. 2015;113(2):445–54.

11. Friedman J, Korman M. Offline optimization of the elative timing of movements in a sequence is blocked by retroactive behavioral interference. Front Hum Neurosci. 2016;10:623.

12. Magill R, Anderson D. Motor learning and control: concepts and applications. 10th ed. New York: McGraw-Hill; 2013

13.Hull CL. Principles of behavior: An introduction to behavior theory. New York, NY: Appleton-Century-Crofts. Creative Education. 1943; 7(15):20-9

14.Shamsipour Dehkordi P, Abdoli B, Ashayeri H, Namazi Zadeh M. The effect of different offline periods on enhancement-based consolidation process in implicit motor memory. J Shahrekord Univ Med Sci. 2014; 16 (3) :95-107.

15.Shea CH, Lai Q, Black C & Park JH. Spacing practice sessions across days benefits the learning of motor skills. Human Movement Science. 2000;19:737–60. DOI:10.1016/S0167-9457(00)00021-X

16. Simmons A. Distributed practice and procedural memory consolidation in musicians' skill learning. Journal of Research in Music Education. 2011; 59(4):357 368.DOI:10.1177/0022429411424798

17. Olivier I, Cuisinier R, Vaugoyeau M. Age-related differences in cognitive and postural dual-task performance. Gait & Posture. 2010;32:494 -9.

18. Prado JM, Stoffregen TA, Duarte M. Postural sway during dual task in young and elderly adults. Gerontology. 2007;53(5):274-81.

19. Kahneman D. Attention and effort. New Jersey: Englewood Cliffs; 1973.

20.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.

21. Blanchard Y, Carey S, Coffey J, Cohen A, Harris T, Michlik S & Pellecchia GL. The influence of concurrent cognitive tasks on postural sway in children. Pediatric Physical Therapy. 2005;17(3):189–93.

22.Reilly DS, Woollacott MH, 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.

23. Polskaia N, Lajoie Y. Reducing postural sway by concurrently performing challenging cognitive tasks. Olivier I, Cuisinier R, Vaugoyeau M. Age-related differences in cognitive and postural dual-task performance. Gait & Posture. 2016;46:117-83.

24. Schaefer S, Krampe RT, Lindenberger U, Baltes PB. Age differences between children and young adults in the dynamics of dual-task prioritization: body (balance) versus mind (memory). Developmental Psychology. 2008;44(3):747.

25. Casabona A, Stella Valle M, Cavallaro C, Castorina G, Cioni M. Selective improvements in balancing associated with offline periods of spaced training. Scientic Reports. 2018; 8(1):7836.

26.Sangari M, Vaez Mousavi SM, Shamsipour Dehkordi P, Namazizadeh M. The effect of gender

and attentional focus on postural control in the elderly. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2018;13(3):384-95. (In Persian).

27. Arghami S, Ghoreishi A, Kamali K, Farhadi M. Investigating the consistency of mental fatigue measurements by Visual Analog Scale (VAS) and flicker fusion apparatus. Iran J Ergon. 2013;1(1):66-72

28.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.

29.Dualt MC, Yardley L, Frank JS. Does articulation contribute to modifications of postural control during dual-task paradigms? Cognitive Brain Research. 2003;16:434–40.

30.Wulf G, Chiviacowsky S, Drews R. External focus and autonomy support: two important factors in motor learning have additive benefits. Hum Mov Sci. 2015;40:176-84.

31. Chiviacowsky S, Wulf G, Ávila L. An external focus of attention enhances motor learning in children with intellectual disabilities. Journal of Intellectual Disability Research. 2013;57:627-34.

32. Wulf G, McNevin N, Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. J Exp Psychol. 2001;54:1143-54.

33. McNevin N, Shea CH & Wulf G. Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. Psychologyical Research. 2003;67:22-9.

34. Boisgontier MP, Nougier V. Ageing of internal models: from a continuous to an intermittent proprioceptive control of movement. Age Dordr. 2013;35:1339–55.

35. Aghdaie M, Aslankhani M, Farokhi A, Abdoli B. The effect of instruction at different distances of external focus in comparison with internal and self-attention (conditions without instruction) on badminton long service learning. Journal of Motor Behavior and Exercise Psychology. 2010;4:299-314. (In Persian).

36. Hejazi Dinan P, Aslankhani M, Farokhi A, SHojaiee M. The effect of focus instructions on the kinematics and accuracy of dart throwing in beginners. Journal of Motor Behavior and Sports Psychology. 2011;9:45-66. (In Persian).

37. Yogev-Seligmann G, Rotem-Galili Y, Mirelman A, Dickstein R, Giladi N, Hausdorff JM. How does explicit prioritization alter walking during dual-task performance? Effects of age and sex on gait speed. Human Movement Science. 2010;90(2):177-86.

38. Huang C-Y, Chang G-C, Tsai Y-Y, Hwang S. An increase in postural load facilitates an anterior shift of processing resources to frontal executive function in a postural-suprapostural task. Frontiers in Human Neuroscience. 2016;10: .

39.Vuillerme N, Nougier V, Camicioli R. Veering in human locomotion: modulatory effect of attention. Neurosci Lett. 2002;331:175e178.

40.Aziz W. Distinct kinetics of synaptic structural plasticity, memory formation, and memory decay in massed and spaced learning. Proc Natl Acad Sci. 2014;111(1): E194–202.

41. Sajedi R, Shamsipour Dehkordi P, Ghazaleh L. The effect of listening task complexity and off line learning on postural control. Journal of Rehabilitation Medicine.2021; Article In Press : 1.

(In Persian).

42. Al-Sharman A, Siengsukon CF. Sleep Enhances learning of a functional motor task in young adults. Phys Ter. 2013;93(12):1625–35.

43. Genzel L. Complex motor sequence skills profit from sleep. Neuro Psychobiology. 2012;66(4):237–43.

44. Censor N, Sagi D, Cohen LG. Common mechanisms of human perceptual and motor learning. Nat. Rev. Neurosci. 2012;13(9):658–64.

45. Karni A, Tanne D, Rubenstein BS, Askenasy JJ, Sagi D. Dependence on REM sleep of overnight improvement of a perceptual skill. 1994;57(13) : 679–82.

ارجاع‌دهی

. (۱۴۰۰). تأثیر توزیع تمرین و دشواری تکلیف شناختی بر تحکیم تکلیف کنترل قامت. فصلنامهٔ رفتار حرکتی، ۱۳ (۴۴): ۱۲۵-۱۴۸

شناسه دیجیتال: 10.22089/MBJ.2021.9837.1936

Sajedi, R; Shamsipour Dehkoedi, P; GHazaleh, L. (2022) The effect of practice distribution and cognitive task difficulty on postural task consolidation. *Research on Educational Sport, 13 (44): 125-148 (Persian)*

DOI:10.22089/MBJ.2021.9837.1936