Motor Behavior **Volume 13, No 45, 2021, Page 135-158**

Research Paper

Changes of Postural Sway in Narrow-base Stance by Concurrently Performing Cognitive Task

R. Azimi[1], B. Abdoli[2], M. A. Sanjari[3], R. Khosrowabadi[4]

1. Department of Cognitive and Behavioral Science and Technology in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
2. Department of Cognitive and Behavioral Science and Technology in Sport, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)
3. Department of Basic Rehabilitation Sciences, School of Rehabilitation Sciences and Biomechanics Lab., Rehabilitation Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Institute for Cognitive and Brain Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Received: 2021/04/25 **Accepted: 2021/08/22**

Abstract

Posture-cognition studies show that postural control is affected by cognitive task. Therefore, the effect of factors such as task difficulty is evaluated in dual-task paradigm but the impact of difficulty of cognitive and postural task on postural control remains inconclusive. The purpose of the present study was to examine the interaction effect of cognitive and postural tasks difficulty on postural control. Twenty healthy young volunteers (Mean age 22 ± 2.3 years) performed six random conditions while standing on a force platform. Conditions involved combinations of two levels of postural task difficulty (standing on the floor and narrow base) and three levels of cognitive task difficulty (without, easy and difficult cognitive tasks). Two-way ANOVA (significant level $P < 0.05$) results demonstrated marked decrease in the standard deviation of the center of pressure in the anterior-posterior and medial-lateral directions for the difficult cognitive task condition in both postural task. ($P < 0.05$). Also, the easy cognitive task reduced the standard deviation of the center of pressure in the anterior-posterior direction in the narrow base standing condition ($P < 0.05$). According to the results of the present research, it seems that the difficult cognitive task requires a greater part of attention capacity; subsequently, attention is withdrawn from the postural task and automatic control regulates posture more efficiently through unconscious, fast, and reflexive processes. Also, postural control is simultaneously affected by the difficulty of

1. Email: r_azimi@sbu.ac.ir
2. Email: behrouz.abdoli@gmail.com
3. Email: sanjarima@iums.ac.ir
4. Email: r_khosroabadi@sbu.ac.ir

postural and cognitive tasks. Therefore, in designing appropriate interventions, it seems necessary to pay attention to the interactive effects of posture and cognitive tasks.

Keywords: Attention, Automatic Control, Secondary Task, Postural Task, Difficulty

Extended Abstract

Background and Purpose

This research which examines posture and cognition strongly suggests that postural control synergies are sensitive to cognitive manipulations (1, 2). Therefore, the effect of cognitive task on postural control is evaluated in dual-task paradigm as studies in this field have led to contradictory results (3, 4). Studies have found that performing a cognitive task while standing can decrease (2, 5) or increase (6, 7) postural sway. More specifically, some studies have found that increasing the attentional load of the cognitive task leads to increased postural sway (8, 9), which is commonly interpreted as a destabilization effect. However, manipulations of cognitive task load have often failed to elicit such effects on postural sway. These inconsistent results may be due to several factors such as the difficulty of cognitive and postural tasks (10). Therefore, the purpose of the present study was to examine the interaction effect of cognitive and postural tasks difficulty on postural control.

Materials and Methods

Twenty healthy young volunteers (Mean age 22 ± 2.3 years) performed six random conditions while standing on a force platform. Conditions involved combinations of two level of postural task difficulty (standing on the floor and narrow base) and three levels of cognitive task difficulty (without, easy and difficult cognitive tasks). The easy cognitive task was comprised of thirty 3-digit random numbers that were presented every 2 seconds on the computer screen. To confirm cognitive involvement of participants, another one random single digit was appeared on the monitor; the participants were instructed to mentally count the total number of times that one of the pre-selected digits were appeared. Participants had to simultaneously search for the specified digit in each 3-digit number and keep a running total in their mind without counting by fingers. To avoid memorization, the pre-selected digits were not the same across all trials. The difficult cognitive task was comprised of twenty 5-digit random numbers that were presented every 3 seconds on the computer screen. To confirm cognitive involvement of participants, another two random single digits were appeared on the monitor; the participants were instructed to mentally count the total number of times that one of the two pre-selected digits was appeared. Participants had to simultaneously search for the specified digit in each 5-digit number and keep a running total in their mind without counting by fingers. To

avoid memorization, the pre-selected digits were not the same across all trials. At the end of trials, participants were instructed to verbally give the total count to ensure cognitive involvement for the entire duration of the trial. Rest break between conditions was 5 minutes, while between trials was 1 minute, if requested (10)

Results

Two-way ANOVA results in the variable of the standard deviation of center of pressure in the anterior posterior direction demonstrated a significant main effect of postural task ($F(1, 18) = 59.51$, $P = 0.001$, $\eta 2P = 0.77$), cognitive task ($F(2, 36) = 9.1$, $P = 0.001$, $\eta 2P = 0.34$), and interaction effect ($F(2, 36) = 9.15$, $P = 0.007$, $\eta 2P = 0.33$). Bonferroni post hoc test showed marked decrease in the standard deviation of the center of pressure for the difficult cognitive task condition in both postural task. ($P < 0.05$, Fig. 1). Also, the easy cognitive task reduced the standard deviation of the center of pressure in the narrow base standing condition ($P < 0.05$, Fig. 1). Also, two-way ANOVA results in the variable of the standard deviation of center of pressure in medio-lateral direction demonstrated a significant main effect of postural task ($F(1, 18) = 9.39$, $P = 0.007$, $\eta 2P = 0.34$), and cognitive task ($F(2, 36) = 4.9$, $P = 0.01$, $\eta 2P = 0.21$), but interaction effect ($F(2, 36) = 0.58$, $P = 0.56$, $\eta 2P = 0.03$) was not significant. The results of Bonferroni post hoc test showed that the standard deviation of center of pressure in difficult cognitive task conditions was less than without cognitive task ($P = 0.01$) and the easy cognitive task ($P = 0.01$) conditions but there was no significant difference between easy cognitive task and no cognitive task ($P = 0.11$) conditions. In the mean velocity of center of pressure variable, a significant main effect of postural task ($F(1, 18) = 161.9$, $P = 0.001$, $\eta 2P = 0.9$), was observed but the main effect of cognitive task ($F(2, 36) = 0.4$, $P = 0.66$, $\eta 2P = 0.02$), and interaction effect ($F(2, 36) = 1.11$, $P = 0.34$, $\eta 2P = 0.06$) was not significant. The results of two-way ANOVA in the path length of center of pressure variable, a significant main effect of postural task ($F(1, 18) = 86.5$, $P = 0.001$, $\eta 2 = 0.82$), was observed but the main effect of cognitive task ($F(2, 36) = 1.23$, $P = 0.3$, $\eta 2P = 0.006$), and interaction effect ($F(2, 36) = 1.30$, $P = 0.28$, $\eta 2P = 0.07$) was not significant. The results of Friedman test showed a significant difference of $\chi 2 (5, N = 19) = 52.5$ in the area of 95% confidence ellipse of center of pressure in different conditions. According to the results of pairwise comparisons, in general, it can be said that the area of 95% confidence ellipse of center of pressure in the standing on the narrow base is significantly higher than standing on the ground ($P < 0.05$) and cognitive task had no

significant effect (P >0.05).

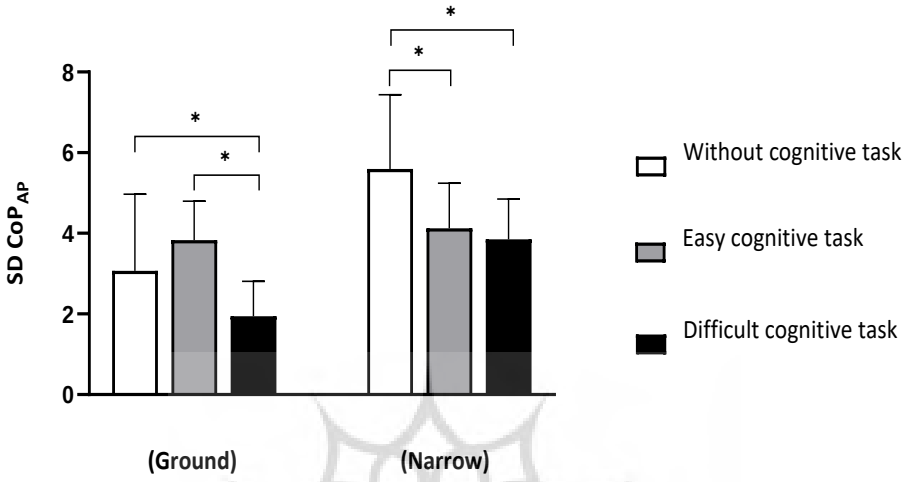


Figure 1- Standard deviation of the center of pressure (CoP) position in the anterior-posterior direction (AP) in different conditions.

Conclusion

According to the results of the present research, it seems that the difficult cognitive task requires a greater part of attention capacity; subsequently, attention is withdrawn from the postural task and automatic control regulates posture more efficiently through unconscious, fast, and reflexive processes (11-13). The difficult level task may has also been more effective in retaining focus, as a result of their higher cognitive demand. Ultimately, limiting opportunities to internalize focus relative to the easy level tasks (10). Also, postural control is simultaneously affected by the difficulty of postural and cognitive tasks. Therefore, in designing appropriate interventions, it seems necessary to pay attention to the interactive effects of posture and cognitive tasks.

Keywords: Attention, Automatic Control, Secondary Task, Postural Task, Difficulty

References

1. Lajoie Y, Richer N, Jehu DA, Tran Y. Continuous cognitive tasks improve postural control compared to discrete cognitive tasks. Journal of Motor Behavior. 2016;48(3):264-9.
2. Potvin-Desrochers A, Richer N, Lajoie Y. Cognitive tasks promote automatization of postural control in young and older adults. Gait & posture. 2017;57:40-5.

3. Barra J, Bray A, Sahni V, Golding JF, Gresty MA. Increasing cognitive load with increasing balance challenge: recipe for catastrophe. Exp Brain Res. 2006;174(4):734-45.
4. Stins JF, Roerdink M, Beek PJ. To freeze or not to freeze? Affective and cognitive perturbations have markedly different effects on postural control. Human movement science. 2011;30(2):190-202.
5. Richer N, Lajoie Y. Automaticity of postural control while dual-tasking revealed in young and older adults. Experimental Aging Research. 2020;46(1):1-21.
6. Pellecchia GL. Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. Gait Posture. 2003;18(1):29-34.
7. Lanzarin M, Parizzoto P, Libardoni TdC, Sinhorim L, Tavares GMS, Santos GM. The influence of dual-tasking on postural control in young adults. Fisioterapia e Pesquisa. 2015;22(1):61-8.
8. Ceyte H, Lion A, Caudron S, Kriem B, Perrin PP, Gauchard GC. Does calculating impair postural stabilization allowed by visual cues? Exp Brain Res. 2014;232(7):2221-8.
9. Meng H-J, Luo S-S, Wang Y-G. The interplay between cognitive tasks and vision for upright posture balance in adolescents. PeerJ. 2019;7:e7693.
10. Polskaia N, Lajoie Y. Reducing postural sway by concurrently performing challenging cognitive tasks. Human movement science. 2016;46:177-83.
11. Polskaia N, Richer N, Dionne E, Lajoie Y. Continuous cognitive task promotes greater postural stability than an internal or external focus of attention. Gait Posture. 2015;41(2):454-8.
12. Richer N, Saunders D, Polskaia N, Lajoie Y. The effects of attentional focus and cognitive tasks on postural sway may be the result of automaticity. Gait Posture. 2017;54:45-9.
13. St-Amant G, Rahman T, Polskaia N, Fraser S, Lajoie Y. Unveilling the cerebral and sensory contributions to automatic postural control during dual-task standing. Hum Mov Sci. 2020;70:102587.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

رفتار حرکتی دوره ۱۳، شماره ۴۵، پاییز ۱۴۰۰، صص ۱۵۸-۱۳۵

مقالهٔ پژوهشی

تغییرات نوسان قامت در تکلیف ایستادن روی سطح باریک همزمان با اجرای تکلیف شناختی

رضوان عظیمی[۱]، بهروز عبدلی[۲]، محمدعلی سنجری[۳]، رضا خسرو آبادی[۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم رفتاری و شناختی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲. استاد دانشگاه شهیدبهشتی تهران (نویسنده مسئول)

۳. دانشیار، گروه علوم پایه، دانشکده علوم توانبخشی و آزمایشگاه بیومکانیک، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۴. استادیار، گروه شناختی، پژوهشکده مغز و علوم شناختی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۳۱

چکیده

مطالعات قامت و شناخت نشان می‌دهد که کنترل قامت تحت تاثیر تکلیف شناختی است. ازاین‌رو تاثیر عوامل مختلف مانند دشواری تکلیف در یک الگوی تکلیف دوگانه مورد بررسی قرار گرفته است اما همچنان اثر دشواری تکلیف شناختی و تکلیف قامتی بر کنترل قامت به‌روشنی مشخص نشده است. بنابراین، این مطالعه باهدف بررسی تعامل اثر دشواری تکلیف شناختی و قامتی بر کنترل قامت انجام شد. بیست داوطلب جوان سالم (میانگین سنی۲/۳±۲۲ سال)، روی صفحه نیرو ایستادند و بصورت تصادفی تحت ۶ شرایط شامل ترکیب دو سطح دشواری تکلیف قامتی (ایستادن روی سطح زمین و سطح باریک) و سه سطح دشواری تکلیف شناختی (بدون تکلیف شناختی، آسان و دشوار) مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج تحلیل واریانس دوراهه با سطح معنی‌داری P<۰/۰۵، کاهش قابل‌توجهی در انحراف معیار مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی و میانی-جانبی در شرایط تکلیف شناختی دشوار در هر دو تکلیف قامتی را نشان داد (P<۰/۰۵). همچنین، تکلیف شناختی آسان باعث کاهش انحراف معیار مرکز فشار در جهت قدامی - خلفی در شرایط ایستادن روی سطح باریک شد (P<۰/۰۵). با توجه به نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد که تکلیف شناختی دشوار نیازمند سهم بیشتری از ظرفیت توجه است و منجر به دور کردن توجه از تکلیف

1. Email: r_azimi@sbu.ac.ir
2. Email: behrouz.abdoli@gmail.com
3. Email: sanjarima@iums.ac.ir
4. Email: r_khosroabadi@sbu.ac.ir

قامتی می‌شود. بنابراین پردازش خودکار اجازه دارد تا قامت را بدون محدودیت و از طریق فرایندهای غیرهشیار، سریع و بازتابی به‌صورت کارآمدتری تنظیم کند. همچنین دشواری تکلیف قامتی بر اثرگذاری تکلیف شناختی موثر است در نتیجه در طراحی مداخلات مناسب، توجه به اثرات تعاملی تکلیف قامتی و شناختی ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: **توجه، کنترل خودکار، تکلیف ثانویه، تکلیف قامتی، دشواری**

مقدمه

کنترل قامت[1] یک مهارت حرکتی پیچیده است که به تعامل سه جز سیستم‌های بینایی، حسی حرکتی و دهلیزی متکی است. دستگاه عصبی مرکزی اطلاعات این سیستم‌ها را پردازش کرده و با توجه به تکلیف و محیط الگوهای عضلانی برنامه‌ریزی‌شده در اندام‌ها را فعال می‌کند. راهبردهای حرکتی ایجادشده توسط این الگوهای عضلانی منجر به کنترل قامت می‌شود(۱). مطالعات در این حیطه نشان می‌دهد که کنترل قامت علی‌رغم ماهیت بسیار تمرین شده یک عملکرد بازتابی نیست و باتوجه به نوع تکلیف و سن به سطحی از پردازش شناختی نیاز دارد(۲). در همین راستا، برای ارزیابی تعامل شناخت و کنترل قامت، الگوی تکلیف دوگانه[2] مورد استفاده قرار گرفته است(۳). الگوی تکلیف دوگانه شامل پیش‌فرض‌هایی از این قرار است؛ ظرفیت پردازش سیستم مرکزی محدود است، هر تکلیف سهم مشخصی از ظرفیت موجود دارد و هنگام اجرای یک یا دو تکلیف اختلال ایجاد می‌شود اگر نیاز یکی از تکالیف بیش از ظرفیت موجود باشد (۴).

باوجود مطالعات بسیاری که در زمینه بررسی اثر تکلیف شناختی بر کنترل قامت انجام گرفته است، همچنان تأثیر فرایندهای شناختی بر کنترل قامت به‌طور گسترده‌ای مورد بحث و اختلاف است (۵, ۶). برخی از مطالعات نشان می‌دهد که انجام یک تکلیف شناختی در حالت ایستاده می‌تواند باعث کاهش نوسان و درنتیجه افزایش کنترل قامت شود و دلیل این بهبود را به‌طور فرضی استفاده از کنترل خودکار[3] قامت بیان کرده‌اند (۳, ۷-۹)؛ چراکه در این شرایط، تکلیف شناختی به سهم بزرگ‌تری از ظرفیت توجه نیاز داشته و درنتیجه منجر به دور کردن توجه از تکلیف قامتی می‌شود؛ بنابراین کنترل خودکار اجازه دارد تا تنظیمات قامت را بدون محدودیت و از طریق فرایندهای

1. Postural Control
2. Dual-Task Paradigm
3. Automatic Control

غیرهشیار، سریع و بازتابی به‌صورت کارآمدتری انجام دهد(۱۰, ۱۱). از طرفی، یافته‌هایی نیز نشان می‌دهد که تکلیف شناختی باعث افزایش نوسان قامت می‌شود که این افزایش را حاصل رقابت دو تکلیف برای منابع توجه و همچنین انگیختگی حاصل از اجرای تکلیف شناختی ذکر کرده‌اند(۱۲-۱۶). به‌طورکلی، دلیل این نتایج متناقض می‌تواند مربوط به سطح دشواری تکلیف شناختی و قامتی باشد(۱۲, ۱۷, ۱۸).

در بررسی اثر افزایش دشواری تکلیف شناختی بر کنترل قامت، اکثر مطالعات کاهش نوسان قامت در هنگام اجرای یک تکلیف دشوار شناختی نسبت به یک تکلیف آسان را نشان می‌دهد(۱۹-۲۱) ولی یافته‌هایی نیز به دست آمده است که از افزایش نوسان قامت حمایت می‌کند (۱۲, ۱۴). دالت[1] و همکاران (۲۰۰۱) از تکلیف استروپ[2] کلمه، رنگ و ترکیب کلمه و رنگ به عنوان سطوح دشواری تکلیف شناختی استفاده کرده اند ولی تفاوتی در کنترل قامت بین سه تکلیف شناختی مشاهده نکرده‌اند(۲۲). همچنین سیت[3] و همکاران (۲۰۱۴) دو سطح دشواری تکلیف شمارش معکوس ۳ رقم و ۱۳ رقم را بررسی و تفاوتی در نوسان قامت بین سطوح دشواری تکلیف شناختی گزارش نکرده‌اند(۱۳). لنزارین[4] و همکاران (۲۰۱۵) از یک تکلیف محاسبات ذهنی با دو سطح دشواری استفاده کرده و نشان دادند افزایش نوسان قامت با افزایش دشواری تکلیف شناختی همراه است (۱۴). نکته قابل توجه این است که در این مطالعات برای افزایش دشواری تکلیف، از تکالیف با نیازهای شناختی متفاوت استفاده شده است و اندازه‌گیری مستقلی برای تأیید میزان نیازهای شناختی نداشتند(۲۳). از طرفی پولسکایا و لاجوی [5] (۲۰۱۶) برای افزایش دشواری، بار شناختی تکلیف را افزایش دادند (افزایش تعداد رقم از پیش تعیین شده جهت شمارش و همچنین نمایش اعداد ۵رقمی به‌جای ۳رقمی) و در راستای ارزیابی و اطمینان از سطح دشواری تکلیف شناختی یک مطالعه اولیه انجام گرفته است که گزارش شرکت کنندگان از میزان دشواری تکالیف شناختی تاییدی بر دشوار و آسان بودن تکالیف انتخابی است. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که تکالیف شناختی دشوار و آسان هردو منجر به کاهش نوسان قامت شده ولی تکلیف شناختی دشوار در مقایسه با تکلیف آسان منجر به کاهش بیشتر نوسان قامت می‌شود(۲۱).

دشواری تکلیف قامتی می‌تواند دلیل دیگری برای نتایج متناقض باشد(۵, ۲۴-۲۶). تکالیف قامتی مختلف، مکانیسم‌های کنترلی متفاوتی دارند؛ به‌عنوان‌مثال، زمانی که فرد روی سطح ناپایدار می-

1. Dault
2. Stroop
3. Ceyte
4. Lanzarin
5. Polskaia & Lajoie

ایستد نسبت به زمانی که روی سطح زمین (پایدار) باشد استراتژی لگن[1] بیشتر می‌شود (۲۷) و ممکن است درنتیجه‌ی این تفاوت‌ها، اثر تکلیف شناختی تحت تأثیر قرار بگیرد. بااین‌وجود در بسیاری از مطالعات گذشته، با هدف بررسی اثر تکلیف شناختی بر کنترل قامت بدون توجه به این موضوع، از تکالیف قامتی متفاوت (تکلیف تک‌پا ایستادن (۲۸)، ایستادن روی چوب موازنه (۵)، ایجاد اغتشاش بر سطح اتکا (۲۹)، و ایستان روی سطح فوم (۳۰)) استفاده کرده اند؛ از طرفی مطالعات محدودی با هدف بررسی اثر تکلیف شناختی بر کنترل قامت با در نظر گرفتن اهمیت سطوح دشواری تکلیف قامتی انجام شده است (۱۳, ۲۴). هانگ[2] و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تکلیف شناختی بر کنترل قامت، از تکلیف شناختی ان-بک[3] استفاده کردند. تکلیف قامتی شامل ایستادن همراه با ایجاد لرزش، ایستادن روی یک پا و همچنین ایجاد لرزش بر کف پا در حالت ایستاده روی یک پا بود. نتایج نشان داد که نوسان مرکز فشار در حضور تکلیف شناختی در شرایط ایستادن روی یک پا کاهش دارد ولی در شرایط ایجاد لرزش بر کف پا تغییر نکرد (۲۸). همچنین مونتسینوس[4] و همکاران (۲۰۲۰) افزایش نوسان قامت را در اجرای تکلیف شمارش معکوس در حین ایستادن روی یک پا نشان دادند (۲۵). به‌طورکلی محدودیت اصلی این مطالعات نداشتن شرایط کنترل (ایستادن ایستا روی سطح زمین) است زیرا بدون داشتن شرایط کنترل نمی‌توان گفت اثرات مشاهده شده مربوط به تکلیف شناختی است یا ترکیب اثر تکلیف شناختی و دشواری تکلیف قامتی.

به طور کلی در بررسی ادبیات قامت- شناخت، مطالعات نشان داد که دشواری تکلیف شناختی و قامتی از عوامل ایجاد تناقضات در نتایج هستند. در بررسی دقیق‌تر این عوامل دیده شد که دشواری تکلیف شناختی و قامتی به تنهایی عامل ایجاد تناقضات نبوده و مسائلی چون ارزیابی نکردن دشواری تکلیف شناختی، بی توجهی نسبت به اثر دشواری تکلیف قامتی و همچنین نداشتن شرایط کنترل برای دشواری تکلیف قامتی، به‌عنوان محدودیت‌های این مطالعات سبب ایجاد نتایج متناقض شده است. در نتیجه انجام مطالعه‌ای در راستای پاسخ به تناقضات با در نظر گرفتن محدودیت‌های مطالعات گذشته ضروری به نظر می‌رسد. پژوهشگر در این مطالعه قصد دارد با رفع محدودیت مطالعات پیشین به بررسی اثر دشواری تکلیف شناختی و قامتی پرداخته و همچنین اثر تعاملی این

1. Hip Strategy
2. Hwang
3. N-Back
4. Montecinos

دو عامل را که می‌تواند نتایج را تحت تاثیر قرار دهد، مدنظر قرار دهد. از این رو از تکلیف شناختی که سطوح دشواری آن در مطالعه پولسکایا و لاجوی مورد تائید قرار گرفته بود، استفاده شد(۲۱) و همچنین در بررسی اثر دشواری تکلیف قامتی ضمن داشتن تکلیف ایستادن روی سطح زمین[1] به‌عنوان شرایط کنترل، از تکلیف قامتی دشوار ایستادن روی سطح باریک[2] (صرفاً قسمت میانی کف پاها روی سطح اتکا قرار دارد) استفاده شده و فرض بر این است که اثر تکلیف شناختی بر کنترل قامت متأثر از سطح دشواری تکلیف قامتی و هم‌چنین سطح دشواری خود تکلیف شناختی خواهد بود.

روش پژوهش

تحقیق حاضر شبه تجربی با طرح تحقیق سری-زمانی است. حداقل تعداد نمونه با استفاده از نرم افزار جی پاور[3] و با احتساب توان آماری ۰/۸، اندازه اثر ۰/۳ و فاصله اطمینان ۰/۹۵،تعداد ۱۵ نفر برآورد شد، با این‌حال، با احتساب ریزش، ۲۰ نفر مورد بررسی قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان این تحقیق دانشجویان دختر با میانگین سنی۲/۳±۲۲ سال از دانشجویان مقطع کارشناسی دانشگاه شهید بهشتی بودند که داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. همچنین افراد فاقد نقص بینایی یا اصلاح‌شده به‌وسیله عینک بودند و اختلال تعادلی، آسیب‌های اسکلتی عضلانی و اختلالات عصبی را گزارش نکردند. شرکت‌کنندگان رضایت خود را از طریق رضایت‌نامه کتبی اعلام نمودند. این مطالعه دارای کد اخلاق از کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیستی دانشگاه شهید بهشتی با شماره IR.SBU.ICBS.98/1008 است.

تکلیف پژوهش حاضر، ایستادن روی یک صفحه نیرو[4] با دست‌کاری دشواری تکلیف قامتی و تکلیف شناختی بود. تکلیف قامتی شامل دو سطح ایستادن روی سطح زمین و ایستادن روی سطح باریک (یک چوب به عرض ۹ و ۱۰ سانتی‌متر) با توجه به اندازه پا بود. (شکل ۱). تکلیف شناختی شامل سه سطح بدون تکلیف شناختی، تکلیف شناختی آسان و تکلیف شناختی دشوار بود. به‌طورکلی داده‌های موقعیت مرکز فشار[5] تحت ۶ حالت شامل شرایط ایستادن روی سطح زمین بدون تکلیف شناختی (GW)[6]، ایستادن روی سطح زمین همراه با تکلیف شناختی آسان (GE)[1]، ایستادن روی سطح

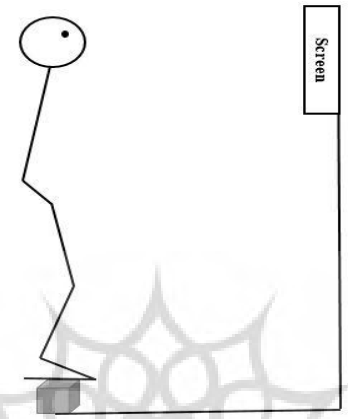
1. Standing on the Ground
2. Standing on the Narrow Base
3. Power*G
4. Force Plate
5. Center of Pressure
6. Standing on the Ground Without a Cognitive Task

زمین همراه با تکلیف شناختی دشوار (GD)[۲]، ایستادن روی سطح باریک بدون تکلیف شناختی (NW)[۳]، ایستادن روی سطح باریک همراه با تکلیف شناختی آسان (NE)[۴]، ایستادن روی سطح باریک همراه با تکلیف شناختی دشوار (ND)[۵] ثبت شد. تکلیف شناختی آسان شامل ۳۰ عدد تصادفی ۳ رقمی بود که هر ۲ ثانیه بر روی صفحه رایانه ارائه می‌شد. به شرکت‌کنندگان آموزش داده شد که تعداد دفعات حضور یکی از ارقام از پیش انتخاب‌شده را ذهنی و بدون استفاده از انگشتان، شمارش و جمع کنند. شرکت‌کنندگان مجبور بودند به‌طور هم‌زمان رقم مشخص‌شده را در هر عدد ۳ رقمی جستجو کنند و تعداد دفعات ارائه آن رقم را در یک کوشش در ذهن نگه‌دارند. برای جلوگیری از حفظ کردن، ارقام از پیش انتخاب‌شده در کوشش‌ها، متفاوت بود. تکلیف شناختی دشوار شامل ۲۰ عدد تصادفی ۵ رقمی بود که هر ۳ ثانیه بر روی صفحه رایانه ارائه می‌شد. به شرکت‌کنندگان آموزش داده شد که تعداد دفعات حضور دو رقم از پیش انتخاب‌شده را ذهنی و بدون استفاده از انگشتان شمارش و جمع کنند. شرکت‌کنندگان مجبور بودند به‌طور هم‌زمان ارقام مشخص‌شده را در هر عدد ۵ رقمی جستجو کنند و تعداد دفعات ارائه ارقام را در کل عددهای یک کوشش در ذهن نگه‌دارند. برای جلوگیری از حفظ کردن، ارقام از پیش انتخاب‌شده در کوشش‌ها متفاوت بود. تکلیف شناختی با توجه به مطالعه پولسکایا و لاجوی تهیه شد (۲۱).

در مرحله اجرای آزمون، از شرکت‌کنندگان خواسته شد در تمام شرایط، درحالی‌که پاها به اندازه عرض شانه است به مدت ۶۰ ثانیه روی صفحه نیرو بایستند و به صفحه نمایشی که دو متر جلوتر و در سطح چشم آن‌ها قرار داشت نگاه کنند. موقعیت پای شرکت‌کنندگان بر روی صفحه نیرو مشخص‌شده بود تا از ثبات قرارگیری موقعیت پا در کوشش‌های بعدی اطمینان حاصل شود. اگر شرکت‌کنندگان قادر به ایستادن به مدت ۶۰ ثانیه نبودند، کوشش تکرار می‌شد. هر شرایط آزمایشی شامل یک کوشش آشنایی با تکلیف و ۳ کوشش اصلی بود. در پایان هر کوشش، از شرکت‌کنندگان خواسته شد برای اطمینان از درگیری شناختی در تمام مدت یک کوشش، تعداد دفعات حضور رقم از پیش تعیین‌شده را به‌صورت شفاهی ارائه دهند. اگر نمره خطای شرکت‌کنندگان برای تکلیف شناختی آسان از چهار و برای تکلیف شناختی دشوار بیشتر از شش بود، کوشش در پایان کار تکرار

1. Standing on the Ground With an Easy Cognitive Task
2. Standing on the Ground With a Difficult Cognitive Task
3. Standing on the Narrow Base Without a Cognitive Task
4. Standing on the Narrow Base With an Easy Cognitive Task
5. Standing on the Narrow Base With a Difficult Cognitive Task

می‌شد. زمان هر کوشش ۶۰ ثانیه و استراحت بین کوشش‌ها در صورت درخواست شرکت‌کنندگان ۱ دقیقه بود. هم‌چنین بین هر شرایط آزمایشی ۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد(۲۱).



شکل ۱- شرایط ایستادن روی سطح باریک

Figure 1- Standing on the narrow base condition

اطلاعات موقعیت مرکز فشار با استفاده از یک دستگاه صفحه نیرو ساخت شرکت بنیان صنعت نوین میلاش با نرخ نمونه‌برداری ۱۰۰ هرتز اندازه‌گیری شد. „این ابزار قابلیت اندازه‌گیری نیرو در سه محور را با دقت زیاد فراهم می‌کند. نیروسنج سه بعدی با ابعاد ۸ × ۴۵ × ۴۵ سانتیمتر مکعب، دارای ۴ حسگر (Strain gaug Zemic) در در چهارگوشه دستگاه و همچنین پایایی ۰/۸۸است. داده‌های صفحه نیرو با استفاده از نرم‌افزار متلب نسخه ۲۰۱۷ پردازش و انحراف معیار مرکز فشار در جهت قدامی خلفی ($SD\ CoP_{AP}$)[1] و میانی جانبی($SD\ CoP_{ML}$)[2]، میانگین سرعت مرکز فشار (Vm CoP)[3]، طول مسیر مرکز فشار (PL CoP)[4] و مساحت بیضی مرکز فشار (ACE CoP)[5] محاسبه شد. همچنین از نرم‌افزاری جهت نمایش تکلیف شناختی استفاده شد. این نرم‌افزار صرفاً برای نمایش تکلیف شناختی با ویژگی‌هایی همچون نمایش تصادفی، تنظیم زمانبندی تکالیف و تعداد رقم اعداد بود و لحظه نمایش تکلیف شناختی را هم‌زمان با ثبت اطلاعات صفحه نیرو تنظیم می‌کرد.

1. Standard Deviation of Center of Pressure in Anterior Posterior Direction
2. Standard Deviation of Center of Pressure in Mediolateral Direction
3. Mean Velocity of Center of Pressure
4. Path length of Center of Pressure
5. Area of 95% Confidence Ellipse of Center of Pressure

در بخش تحلیل داده‌های متغیر انحراف معیار مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی و میانی-جانبی، میانگین سرعت مرکز فشار و طول مسیر مرکز فشار، از روش آماری تحلیل واریانس دوراهه درون گروهی ۲ (تکلیف قامتی) در۳ (تکلیف شناختی) استفاده شد. همچنین در متغیر مساحت بیضی مرکز فشار، از آزمون ناپارمتریک فریدمن استفاده شد. تحلیل‌های آماری با نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخه ۲۱ در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ انجام شد. هم‌چنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار گراف پد[1] نسخه ۸ استفاده شد.

نتایج

داده‌ها با استفاده از شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی توصیف شد(جدول ۱). علاوه بر این، پیش‌فرض طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو - ویلک بررسی شد و نتایج نشان داد که توزیع داده‌های متغیر انحراف معیار مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی و میانی-جانبی، میانگین سرعت مرکز فشار و طول مسیر مرکز فشار طبیعی (P>۰/۰۵)، درحالی‌که داده های متغیر مساحت بیضی مرکز فشار طبیعی نبود (P≤۰/۰۵).

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مرکز فشار

Table 1- Mean and standard deviation of center of pressure variables

شرایط	متغیر	انحراف استاندارد قدامی خلفی SD_{AP}	انحراف استاندارد میانی جانبی SD_{ML}	میانگین سرعت Vm	مساحت بیضی ACE	طول مسیر PL
ایستادن روی سطح زمین بدون تکلیف شناختی (GW)		3.0±1.9	4.2±1.1	7.2±2.6	201.5±118.6	968.9±293.6
ایستادن روی سطح زمین همراه با تکلیف شناختی آسان (GE)		3.8±0.9	5.1±2.8	8.1±4.3	365.2±573.6	1056.2±513.1

1. Graphpad

ادامهٔ جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مرکز فشار

Table 1- Mean and standard deviation of center of pressure variables

شرایط	متغیر	انحراف استاندارد قدامی خلفی SD_{AP}	انحراف استاندارد میانی جانبی SD_{ML}	میانگین سرعت Vm	مساحت بیضی ACE	طول مسیر PL
ایستادن روی سطح زمین همراه با تکلیف شناختی دشوار (GD)		1.9±0.8	4.5±2.7	7.4±2.4	284.8±381.6	925.8±304.6
ایستادن روی سطح باریک بدون تکلیف شناختی (NW)		5.6±1.8	5.4±1.2	18.4±4.8	525.2±306.2	2502.6±10156
ایستادن روی سطح باریک همراه با تکلیف شناختی آسان (NE)		4.1±1.1	4.9±0.9	17.8±5.1	424.3±236.4	2145.2±697.4
ایستادن روی سطح باریک همراه با تکلیف شناختی دشوار (ND)		3.8±1.1	4.5±0.9	17.5±4.9	358.7±172.8	2109.3±574.4

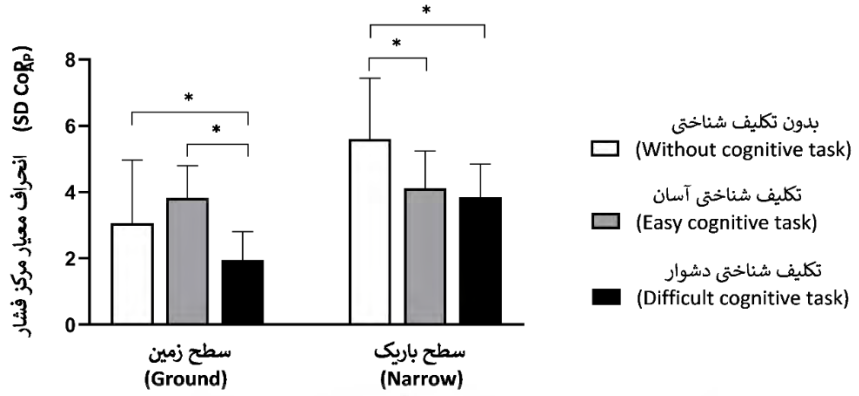
انحراف معیار مرکز فشار

نتایج تحلیل واریانس دوراهه درون گروهی در متغیر انحراف استاندارد مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی نشان داد اثر اصلی عامل تکلیف قامتی (η^2 =۰.۷۷ ،P =۰.۰۰۱ ،F(۱و۱۸) =۵۹.۵۱)، عامل تکلیف شناختی (η^2 =۰.۳۴ ،P =۰.۰۰۱ ،F(۲و۳۶) =۹.۱) و اثر تعاملی آن‌ها (η^2 =۰.۳۳ ،P =۰.۰۰۷ ،F(۲و۳۶) =۹.۱۵) معنی‌دار بود. همچنین مقدار اندازه اثر در هر سه مورد بزرگ بود که نشان‌دهنده اثرگذاری زیاد عامل تکلیف قامتی و شناختی و همچنین اثر تعاملی آن‌ها بر متغیر انحراف معیار مرکز فشار است. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در بررسی اثر اصلی تکلیف قامتی نشان داد که انحراف معیار مرکز فشار در شرایط ایستادن روی سطح باریک بیشتر از شرایط ایستادن روی سطح زمین است (P =۰.۰۰۱). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در بررسی اثر اصلی تکلیف شناختی نشان داد که انحراف معیار مرکز فشار در شرایط بدون تکلیف شناختی نسبت به شرایط تکلیف شناختی دشوار (P =۰.۰۰۳) و تکلیف شناختی آسان (P =۰.۰۳) و همچنین در شرایط تکلیف شناختی دشوار نسبت به تکلیف شناختی آسان (P =۰.۰۱) کمتر بود. به دلیل معنادار شدن اثر

تعاملی، برای مقایسه‌های زوجی از تحلیل واریانس یک‌راهه با سنجش‌های مکرر استفاده و اثر اصلی شرایط در این آزمون معنادار (F(۵و۹۰) =۱۹.۰۷، P =۰.۰۰۱، η^2 =۰.۵۱) با اندازه اثر بزرگ بود. آزمون تعقیبی بونفرونی نتایج نشان داد زمانی که افراد روی سطح زمین ایستاده بودند، انحراف معیار مرکز فشار در شرایط با تکلیف شناختی دشوار نسبت به شرایط بدون تکلیف شناختی (P =۰.۰۱) و شرایط تکلیف شناختی آسان (P =۰.۰۲) به‌طور معناداری کمتر بود؛ ولی بین شرایط تکلیف شناختی آسان و بدون تکلیف شناختی تفاوت معناداری (P =۰.۲۶) دیده نشد. زمانی که افراد روی سطح باریک ایستاده بودند شرایط تکلیف شناختی دشوار (P =۰/۰۰۴) و تکلیف شناختی آسان (P =۰.۰۰۱) نسبت به شرایط بدون تکلیف شناختی انحراف معیار کمتری داشتند؛ درحالی‌که انحراف معیار بین دو شرایط تکلیف شناختی آسان و دشوار تفاوت معناداری (P =۰.۱) نداشت.

همچنین نتایج تحلیل این متغیر در جهت میانی-جانبی نشان داد که اثر اصلی عامل تکلیف قامتی (F(۱و۱۸) =۹.۳۹، P =۰.۰۰۷، η^2 =۰.۳۴) و عامل تکلیف شناختی (F(۱و۱۸) =۴.۹، P =۰.۰۱، η^2 =۰.۲۱) معنی‌دار همراه با اندازه اثر بزرگ بود که نشان‌دهنده اثرگذاری زیاد عامل تکلیف قامتی و شناختی بر متغیر انحراف معیار مرکز فشار است. ولی اثر تعاملی آن‌ها معنی‌دار نبود (F(۲و۳۶) =۰.۵۸، P =۰.۵۶، η^2 =۰.۰۳). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در بررسی اثر اصلی تکلیف قامتی نشان داد که انحراف معیار مرکز فشار در شرایط ایستادن روی سطح باریک بیشتر از شرایط ایستادن روی سطح زمین است (P =۰.۰۰۷). همچنین نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در بررسی اثر اصلی تکلیف شناختی نشان داد که انحراف معیار مرکز فشار در شرایط تکلیف شناختی دشوار نسبت به شرایط بدون تکلیف شناختی(P=0.01) و تکلیف شناختی آسان(P=0.01) کمتر بود ولی تفاوت معناداری بین شرایط تکلیف شناختی آسان و بدون تکلیف شناختی دیده نشد(P=0.11).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۲- انحراف معیار موقعیت مرکز فشار در جهت قدامی خلفی در شرایط مختلف.

Figure 2- Standard deviation of the center of pressure (CoP) position in the anterior-posterior direction (AP) in different conditions.

میانگین سرعت مرکز فشار

نتایج تحلیل واریانس دوراهه درون گروهی در متغیر میانگین سرعت مرکز فشار نشان داد اثر اصلی عامل تکلیف قامتی با اندازه اثر بزرگ معنی‌دار بود (η^2=۰.۹، P =۰.۰۰۱، F(۱و۱۸) =۱۶۱.۹) ولی اثر اصلی عامل تکلیف شناختی (η^2=۰.۰۲، P =۰.۶۶، F(۲و۳۶) =۰.۴۰) و اثر تعاملی (η^2=۰.۰۶، P =۰.۳۴، F(۲و۳۶) =۱.۱۱) معنی‌دار نبود. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در بررسی اثر اصلی تکلیف قامتی نشان داد که میانگین سرعت مرکز فشار در شرایط ایستادن روی سطح باریک بیشتر از شرایط ایستادن روی سطح زمین است (P =۰.۰۰۱).

طول مسیر مرکز فشار

نتایج تحلیل واریانس دوراهه درون گروهی در متغیر طول مسیر مرکز فشار نشان داد ، اثر اصلی عامل تکلیف قامتی با اندازه اثر بزرگ معنی‌دار بود (η^2=۰.۸۲، P =۰.۰۰۱، F(۱و۱۸) =۸۶.۵۰) ولی اثر اصلی عامل تکلیف شناختی (η^2=۰.۰۶، P =۰.۳۰، F(۲و۳۶) =۱.۲۳) و اثر تعاملی (η^2=۰.۰۷، P =۰.۲۸، F(۲و۳۶) =۱.۳۰) معنی‌دار نبود. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در بررسی اثر اصلی تکلیف قامتی نشان داد که طول مسیر مرکز فشار در شرایط ایستادن روی سطح باریک بیشتر از شرایط ایستادن روی سطح زمین است (P =۰.۰۰۱).

مساحت بیضی مرکز فشار

نتایج آزمون فریدمن اختلاف معنی‌داری χ^2(۵، N=۱۹) = ۵۲.۵ را در متغیر مساحت بیضی مرکز فشار در شرایط مختلف نشان داد. نتایج معنادار در مقایسه‌های زوجی در جدول شماره ۲ گزارش

شد که به‌طورکلی می‌توان گفت مساحت بیضی در شرایط ایستادن روی سطح باریک نسبت ایستادن روی زمین به‌طور معناداری بیشتر است و تکلیف شناختی اثر معناداری نداشت.

جدول ۲- مقایسه‌های زوجی مساحت بیضی مرکز فشار
Table 2- Pair comparisons of ACE CoP

شرایط (Condition)		P
ایستادن روی سطح زمین بدون تکلیف شناختی (GW)	ایستادن روی سطح باریک بدون تکلیف شناختی (NW)	0.001
ایستادن روی سطح زمین همراه با تکلیف شناختی آسان (GE)	ایستادن روی سطح باریک همراه با تکلیف شناختی آسان (NE)	0.01
ایستادن روی سطح زمین همراه با تکلیف شناختی دشوار (GD)	ایستادن روی سطح باریک همراه با تکلیف شناختی دشوار (ND)	0.02

بحث

هدف مطالعه حاضر بررسی اثر تکلیف شناختی و سطوح دشواری آن بر کنترل قامت در تکلیف ایستادن روی زمین و ایستادن روی سطح باریک بود. فرض مطالعه این است که تکالیف شناختی آسان و دشوار با توجه به نیازهای شناختی اثرات متفاوتی بر کنترل قامت خواهد داشت و این اثرات تحت تأثیر دشواری تکلیف قامت است.

نتایج نشان داد در تکلیف قامتی ایستادن روی سطح زمین، تکلیف شناختی دشوار کاهش انحراف معیار مرکز فشار (تغییرپذیری نوسان) را در جهت قدامی-خلفی در پی دارد ولی تکلیف شناختی آسان تأثیر معناداری نداشت. همچنین انحراف معیار مرکز فشار در شرایط تکلیف شناختی دشوار نسبت به شرایط تکلیف شناختی آسان کمتر است. نتایج انحراف معیار مرکز فشار در جهت میانی-جانبی نیز نشان داد که تنها تکلیف شناختی دشوار منجر به کاهش انحراف معیار مرکز فشار است.

نتایج این تحقیق هم‌راستا با مطالعات پوسکایا و همکاران (۲۰۱۵)، ریچر و لاجویی[1] (۲۰۲۰) و آمانت[2] و همکاران (۲۰۲۰) است که کاهش تغییرپذیری نوسان قامت را در حضور تکلیف شناختی نشان دادند(۸, ۹, ۳۱). با توجه به این که در رویکردهای خطی کاهش تغییرپذیری نوسان قامت

1. Richer & Lajoie
2. Amant

نشان‌دهنده‌ی کنترل قامت بهتر است، افزایش کنترل قامت در حضور تکلیف شناختی در مطالعه حاضر می‌تواند مربوط به استفاده از فرایندهای کنترل خودکار باشد(۹). به‌عبارت‌دیگر در یک الگوی تکلیف دوگانه، تکلیف شناختی به سهم بزرگ‌تری از ظرفیت توجه نیاز داشته و درنتیجه منجر به دور کردن توجه از تکلیف قامتی می‌شود، بنابراین پردازش خودکار اجازه دارد تا تنظیمات قامت را بدون محدودیت و از طریق فرایندهای غیرهشیار، سریع و بازتابی به‌صورت کارآمدتری انجام دهد(۱۰, ۳۱). این استدلال در مطالعات کانون توجه و کنترل قامت هم دیده می‌شود؛ انتقال توجه به سمت حرکات بدن (کانون توجه درونی) باعث تداخل با فرایندهای کنترل حرکتی که مسئول تنظیم حرکت هستند می‌شود درحالی‌که انتقال توجه به سمت اثرات حرکت (کانون توجه بیرونی) منجر به کاهش تداخل با فرایندهای کنترلی و ارتقای کنترل خودکار قامت می‌شود (۸, ۳۲). از طرفی در مطالعه حاضر تکلیف شناختی آسان تأثیری بر کاهش تغییرپذیری نوسان در تکلیف ایستادن روی سطح زمین نداشت. از آن‌جایی که اگر دشواری و نیاز توجهی تکلیف شناختی کم باشد، نمی‌تواند توجه را از تکلیف قامتی دور کرده و درنتیجه کنترل قامت به‌صورت خودکارتر اجرا شود(۲۱)، به نظر می‌رسد احتمالاً نیازهای شناختی کم تکلیف آسان نتوانسته منابع توجهی ایستادن روی سطح زمین را درگیر و در نتیجه توجه را از تکلیف قامتی دور کند. از طرفی نتایج این پژوهش با پژوهش های پلژیا[1] (۲۰۰۳)، سیت و همکاران (۲۰۱۴) و منگ[2] و همکاران (۲۰۱۹) که افزایش نوسان قامت را در حضور تکلیف شناختی گزارش کردند هم‌راستا نیست(۱۲, ۱۳, ۱۶)، تفاوت در نوع تکلیف استفاده‌شده می‌تواند دلیل این ناهمخوانی باشد. زیرا در هر سه مطالعه ذکر شده از تکلیف کاملاً ذهنی شمارش معکوس استفاده شده است و نکته قابل‌تأمل در این تکالیف مربوط به پاسخ کلامی به تکلیف شناختی هم‌زمان با اجرای تکلیف قامتی است، درحالی‌که شرکت-کننده‌ها در مطالعه حاضر پاسخ کلامی به تکلیف شناختی را پس از هر کوشش ارائه کردند. عامل اصلی افزایش نوسان قامت در این سه مطالعه را می‌توان بیان کردن[3] یا همان پاسخ کلامی به تکلیف شناختی در حین اجرای یک کوشش ذکر کرد و دلیل آن درگیری مراکز بالاتر حرکتی در حین صحبت کردن است که منجر به تداخل مرکزی با کنترل قامت می‌شود و همچنین بازخورد شنیداری حاصل از بیان کردن نیز می‌تواند باعث ایجاد تداخل شود(۳۳). از طرفی توجه افراد به تکلیف شناختی در تمام طول مدت زمان یک کوشش یکی دیگر از عوامل اثرگذار است ولی در مطالعات اشاره شده ارزیابی درباره این که آیا شرکت‌کننده‌ها به تکلیف شناختی توجه داشته‌اند یا

1. Pellecchia
2. Meng
3. Articulation

خیر انجام نشده است. از آن‌جایی‌که تکالیف شمارش معکوس کاملاً ذهنی بوده و محدودیتی برای سرعت شمارش وجود ندارد، احتمال اینکه افراد در حین اجرای تکلیف شناختی به تکلیف قامتی هم توجه کرده باشند وجود دارد. در مطالعه حاضر تکلیف شناختی در تمام مدت یک کوشش بصورت بینایی نمایش داده شده و تا حدودی حضور یک محرک بصورت مداوم می‌تواند مانع انتقال توجه به تکلیف قامتی باشد و همچنین برای اطمینان از این موضوع اگر خطا در پاسخ به تکلیف شناختی بیشتر از مقدار مشخصی شود(برای تکلیف آسان بیشتر از چهار و برای تکلیف دشوار بیشتر از شش) مجدداً این کوشش شده ولی در سه مطالعه اشاره شده ارزیابی درباره اینکه آیا شرکت-کننده‌ها به تکلیف شناختی توجه داشته اند یا خیر انجام نشده است.

در بررسی اثر دشواری تکلیف قامتی، زمانی که افراد روی سطح باریک ایستاده‌اند، هر دو تکلیف شناختی آسان و دشوار منجر به کاهش انحراف معیار مرکز فشار در جهت قدامی خلفی شده است. نتایج این مطالعه هم‌راستا بامطالعه هانگ و همکاران (۲۰۱۳) و شفیع زاده و همکاران (۲۰۲۰) است که باوجود استفاده از تکلیف قامتی دشوار (ایستادن روی یک پا)، کاهش تغییرپذیری نوسان قامت را در حضور تکلیف شناختی گزارش کردند(۲۴, ۲۶). در هر دو مطالعه مانند پژوهش حاضر، تکلیف شناختی بدون نیاز به پاسخ کلامی هم‌زمان انجام شد که می‌تواند دلیلی برهم‌راستا بودن نتایج باشد. نکته قابل‌توجه دیگر در نتایج مطالعه حاضر، تأثیر تکلیف شناختی آسان بر کاهش تغییرپذیری نوسان تکلیف ایستادن روی سطح باریک است درحالی‌که این نتیجه در شرایط ایستادن روی سطح زمین دیده نشد. در این راستا می‌توان به نیازهای توجهی متفاوت دو تکلیف قامتی اشاره کرد، زیرا افزایش دشواری در تکلیف قامتی (صرفاً مقایسه دو سطح دشواری قامتی بدون حضور تکلیف شناختی) سبب افزایش فعالیت مغزی در ناحیه فرونتال شده و این افزایش، نشانه نیازهای توجهی بیشتر تکلیف قامتی دشوار است (۳۴). به‌طور ویژه در تکلیف ایستادن روی سطح باریک عواملی چون بالاتر بودن مرکز جرم بدن[1]، کاهش اطلاعات حس عمقی (۳۵) و تغییرات زوایای مفصلی نسبت به ایستادن روی سطح زمین (۳۶)، در افزایش دشواری و همچنین افزایش نیاز شناختی این تکلیف موثر است. درنتیجه به‌طورکلی می توان گفت احتمالا حضور تکلیف شناختی آسان برای دور کردن توجه از تکلیف ایستادن روی سطح باریک که به‌نوبه خود توجه طلب است مؤثر بوده و درنتیجه کنترل خودکار، قامت را به‌صورت مؤثرتری تنظیم کرده است.

1. Whole-Body Center of Mass

از طرفی نتایج مطالعه حاضر ناهمخوان با مطالعه بارا[1] و همکاران (۲۰۰۶)، وندر[2] و همکاران (۲۰۰۸) و مونتسینوس و همکاران (۲۰۲۰) است که نشان دادند نوسان قامت در حضور تکلیف شناختی هم‌زمان با اجرای تکلیف قامتی دشوار افزایش یافت(۵, ۲۵, ۳۰). تکلیف قامتی بارا و همکاران (۲۰۰۶) ایستادن بصورت یک پا جلو و یک پا عقب روی چوب موازنه با ۳ سطح دشواری (عرض چوب موازنه: ۲، ۳ و۶ سانتی متر) است. همچنین وندر و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود از تکلیف قامتی یک پا جلو و یک پا عقب استفاده کردند. مونتسینوس و همکاران افزایش نوسان قامت را در اجرای تکلیف شمارش معکوس در حین ایستادن روی یک پا نشان دادند. وجه اشتراک این سه مطالعه ۱) انتخاب تکلیف قامتی بسیار دشوار است که شاید به نیازهای شناختی بسیار زیادی نیاز دارند، ۲) تکلیف شناختی در این مطالعات نیاز به پاسخ کلامی هم‌زمان با اجرای تکلیف قامتی است و ۳) نداشتن شرایط کنترل (ایستادن روی سطح زمین) است. به طور کلی تفاوت‌هایی در تکلیف قامتی و تکلیف شناختی مطالعات ذکرشده و مطالعه حاضر وجود دارد اما محدودیت اصلی این مطالعات نداشتن شرایط کنترل (ایستادن روی سطح زمین) است و به همین دلیل نمی‌توان گفت افزایش نوسان دیده شده در مطالعات اشاره شده به خاطر تکلیف شناختی، تکلیف قامتی و یا اثر ترکیب تکلیف قامتی دشوار و تکلیف شناختی است.

نتایج مطالعه حاضر اثر تکلیف شناختی را تنها بر متغیر انحراف معیار مرکز فشار نشان داد و تکلیف شناختی بر سایر متغیرها همچون سرعت نوسان، طول نوسان و مساحت بیضی اثری نداشت. اکثر مطالعات در بررسی ادبیات تحقیقی قامت و شناخت، تأثیر مداخله شناختی را بر متغیر انحراف معیار مرکز فشار گزارش کرده‌اند درحالی‌که این تأثیر در سایر متغیرهای مرکز فشار متفاوت است(۳, ۸, ۲۱, ۳۲). بنابراین می‌توان گفت متغیر انحراف معیار مرکز فشار متغیر پایداری نسبت به سایر متغیرها به‌حساب می‌آید و به دست‌کاری‌های شناختی حساس است.

به‌طورکلی می‌توان گفت تکلیف شناختی بدون نیاز به پاسخ کلامی هم‌زمان باعث کاهش نوسان قامت در هر دو تکلیف ایستادن روی سطح زمین و سطح باریک می‌شود و این کاهش حاصل دور کردن توجه از تکلیف قامتی و کنترل خودکارتر و کارآمدتر قامت است. همچنین دشواری تکلیف شناختی در انتقال توجه از تکلیف قامتی به تکلیف شناختی مهم است یعنی زمانی که تکلیف قامتی دشوارتر و درنتیجه توجه طلب تر می‌شود می‌توان اثرات متفاوتی از دشواری تکلیف شناختی را مشاهده کرد. به‌عبارت‌دیگر در تکلیف ایستادن روی سطح زمین تنها تکلیف دشوار منجر به کاهش

1. Barra
2. Vander

نوسان قامت شد اما در تکلیف ایستادن روی سطح باریک به دلیل نیازهای شناختی بیشتر، هر دو تکلیف شناختی آسان و دشوار منجر به کاهش نوسان قامت شد. بنابراین توصیه می‌شود در طراحی مداخلات مناسب برای بهبود کنترل قامت به نیازهای شناختی متفاوت تکالیف قامتی و همچنین اثرات تعاملی دشواری تکلیف قامتی و شناختی توجه شود. در مطالعه حاضر امکان مقایسه تکالیف شناختی با پاسخ کلامی هم‌زمان و پاسخ کلامی پایانی به دلیل افزایش شرایط و اثرات تعاملی آن و ایجاد خستگی در شرکت‌کننده‌ها میسر نبود، در نتیجه پیشنهاد می‌شود مطالعاتی در راستای بررسی این عامل نیز انجام شود. همچنین پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای مشابه با استفاده از متغیرهای رویکردهای غیرخطی چون انتروپی[1] انجام شود. زیرا پژوهشگران معمولاً رویکردهای خطی بهبود کنترل قامت را صرفاً در کاهش نوسان قامت دانسته و افزایش نوسان را به عنوان کاهش کنترل قامت در نظرمی‌گیرند درحالی‌که رویکردهای غیرخطی از متغیرهای دیگری چون انتروپی استفاده کرده و به بررسی پیچیدگی نوسان قامت میپردازد و علاوه بر توجه به افزایش و یا کاهش نوسان قامت، افزایش یا کاهش اطلاعات موجود در نوسان را به عنوان شاخص کنترل قامت در نظر می‌گیرد.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران این مطالعه از دانشجویان دانشگاه شهیدبهشتی که در این مطالعه شرکت کردند و همچنین از شرکت بنیان صنعت نوین میلاش (BNS) که طراحی نرم‌افزار نمایش تکلیف شناختی هم‌زمان با ثبت اطلاعات مرکز فشار را به عهده داشت، صمیمانه سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

1. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
2. Woollacott M, 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.
3. Potvin-Desrochers A, Richer N, Lajoie Y. Cognitive tasks promote automatization of postural control in young and older adults. Gait Posture. 2017;57:40-5.
4. Siu K-C, Woollacott MH. Attentional demands of postural control: the ability to selectively allocate information-processing resources. Gait Posture. 2007;25(1):121-6.

1. Entropy

5. Barra J, Bray A, Sahni V, Golding JF, Gresty MA. Increasing cognitive load with increasing balance challenge: recipe for catastrophe. Exp Brain Res. 2006;174(4):734-45.
6. Stins JF, Beek PJ. A critical evaluation of the cognitive penetrability of posture. Exp Aging Res. 2012;38(2):208-19.
7. Stins JF, Roerdink M, Beek PJ. To freeze or not to freeze? Affective and cognitive perturbations have markedly different effects on postural control. Hum Mov Sci. 2011;30(2):190-202.
8. Polskaia N, Richer N, Dionne E, Lajoie Y. Continuous cognitive task promotes greater postural stability than an internal or external focus of attention. Gait Posture. 2015;41(2):454-8.
9. Richer N, Lajoie Y. Automaticity of postural control while dual-tasking revealed in young and older adults. Exp Aging Res. 2020;46(1):1-21.
10. Wulf G, McNevin N, Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. Q J Exp Psychol A. 2001;54(4):1143-54.
11. Donker SF, Roerdink M, Greven AJ, Beek PJ. Regularity of center-of-pressure trajectories depends on the amount of attention invested in postural control. Exp Brain Res. 2007;181(1):1-11.
12. Pellecchia GL. Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. Gait Posture. 2003;18(1):29-34.
13. Ceyte H, Lion A, Caudron S, Kriem B, Perrin PP, Gauchard GC. Does calculating impair postural stabilization allowed by visual cues? Exp Brain Res. 2014;232(7):2221-8.
14. Lanzarin M, Parizzoto P, Libardoni TdC, Sinhorim L, Tavares GMS, Santos GM. The influence of dual-tasking on postural control in young adults. Fisioterapia e Pesquisa. 2015;22(1):61-8.
15. Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2000;55(1):M10.
16. Meng H-J, Luo S-S, Wang Y-G. The interplay between cognitive tasks and vision for upright posture balance in adolescents. PeerJ. 2019;7:e7693.
17. Mitra S. Postural costs of suprapostural task load. Hum Mov Sci. 2003;22(3):253-70.
18. Huxhold O, Li S-C, Schmiedek F, Lindenberger U. Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. Brain Res Bull. 2006;69(3):294-305.
19. Hunter MC, Hoffman MA. Postural control: visual and cognitive manipulations. Gait Posture. 2001;13(1):41-8.
20. Yardley L, Gardner M, Bronstein A, Davies R, Buckwell D, Luxon L. Interference between postural control and mental task performance in patients with vestibular disorder and healthy controls. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2001;71(1):48-52.
21. Polskaia N, Lajoie Y. Reducing postural sway by concurrently performing challenging cognitive tasks. Hum Mov Sci. 2016;46:177-83.
22. Dault MC, Geurts AC, Mulder TW, Duysens J. Postural control and cognitive task performance in healthy participants while balancing on different support-surface configurations. Gait Posture. 2001;14(3):248-55.

23. Stoffregen TA, Hove P, Bardy BG, Riley M, Bonnet CT. Postural stabilization of perceptual but not cognitive performance. J Mot Behav. 2007;39(2):126-38.
24. Swan L, Otani H, Loubert PV. Reducing postural sway by manipulating the difficulty levels of a cognitive task and a balance task. Gait Posture. 2007;26(3):470-4.
25. Cruz Montecinos C, Carrasco JJ, Guzmán-González B, Soto Arellano V, Calatayud J, Chimeno Hernández A, et al. Effects of performing dual tasks on postural sway and postural control complexity in people with haemophilic arthropathy. Haemophilia. 2020;26(3):e81-e7.
26. Shafizadeh M, Parvinpour S, Balali M, Shabani M. Effects of age and task difficulty on postural sway, variability and complexity. Adaptive Behavior. 2020:1059712320963974.
27. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. J Neurophysiol. 1986;55(6):1369-81.
28. Hwang JH, Lee C-H, Chang HJ, Park D-S. Sequential analysis of postural control resource allocation during a dual task test. Ann Rehabil Med. 2013;37(3):347.
29. Brauer S, Woollacott M, Shumway-Cook A. The influence of a concurrent cognitive task on the compensatory stepping response to a perturbation in balance-impaired and healthy elders. Gait Posture. 2002;15(1):83-93.
30. Vander Velde T, Woollacott M. Non-visual spatial tasks reveal increased interactions with stance postural control. Brain Res. 2008;1208:95-102.
31. St-Amant G, Rahman T, Polskaia N, Fraser S, Lajoie Y. Unveilling the cerebral and sensory contributions to automatic postural control during dual-task standing. Hum Mov Sci. 2020;70:102587.
32. Richer N, Saunders D, Polskaia N, Lajoie Y. The effects of attentional focus and cognitive tasks on postural sway may be the result of automaticity. Gait Posture. 2017;54:45-9.
33. Ghai S, Ghai I, Effenberg AO. Effects of dual tasks and dual-task training on postural stability: a systematic review and meta-analysis. Clin Interv Aging. 2017;12:557.
34. Gebel A, Lehmann T, Granacher U. Balance task difficulty affects postural sway and cortical activity in healthy adolescents. Exp Brain Res. 2020;238(5):1323-33.
35. Hsu W-L, Lin K-H, Yang R-S, Cheng C-H. Use of motor abundance in old adults in the regulation of a narrow-based stance. Eur J Appl Physiol. 2014;114(2):261-71.
36. Krishnamoorthy V, Yang J-F, Scholz JP. Joint coordination during quiet stance: effects of vision. Exp Brain Res. 2005;164(1):1-17.

استناد به مقاله

عظیمی رضوان، عبدلی بهروز، سنجری محمدعلی، خسروآبادی رضا. تغییرات نوسان قامت در تکلیف ایستادن روی سطح باریک همزمان با اجرای تکلیف شناختی. رفتار حرکتی. پاییز ۱۴۰۰؛ ۱۳(۴۵): ۵۸-۱۳۵. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/MBJ.2021.10416.1964

Azimi R, Abdoli B, Sanjari M. A, Khosrowabadi R. Changes of Postural Sway in Narrow-base Stance by Concurrently Performing Cognitive Task. Motor Behavior. Fall 2021; 13 (45): 135-58. (In Persian). Doi: 10.22089/MBJ.2021.10416.1964

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی