Motor Behavior **Volume 14, No 50, 2022, Page 115-132**

Research Paper

The Effect of Action-Seentence Compatibility on Postural Sway

F. Pourhosseini[1], B. Abdoli[2], M. A. Sanjari[3]

1. Ph.D. Student in Motor Behavior, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sports Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Professor in Motor Behavior, Department of Sport Behavioral and Cognitive Sciences, Faculty of Sports Science and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (Corresponding Author)
3. Professor in Biomechanics, Biomechanics Lab., Rehabilitation Research Center, Department of Basic Rehabilitation Sciences, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2022/06/09 **Accepted: 2022/09/07**

Abstract

According to embodied cognition theory, cognitive processes originate from the areas of the brain involved in motor programing and execution, and areas that are responsible for processing sensory inputs. According to the embodied cognition perspective, cognitive systems and perception-motor systems are deeply intertwined and exert a causal effect on each other. Therefore, cognitive activity should cause changes in observable movements. For this purpose, this study asked 20 females (M_{age}= 21±4) to listen to sentences with action verbs while standing quietly on a balance board. Then, the standard deviation (SD) and the mean within-trial of their center of pressure (CoP) were examined while the participants were listening to the sentences. This test was repeated for three consecutive days.The analysis of standard deviation demonstrated that CoP fluctuations changed significantly from the baseline as participants were listening to action verbs. However, none of the main effects were significant for the mean of CoP. The changes in CoP sways compared to normal body sways, while participants were asked to stand quiet and listen only to sentences, indicates how cognition and motor are intertwined, which was reflected in their motor behavior.

Keywords: Embodied Cognition, Action-Sentence Compatibility, Postural Sway, Cognitive Theories

1. Email: faranakpoorhosseini@gmail.com
2. Email: behrouz.abdoli@gmail.com
3. Email: sanjarima@alum.sharif.edu

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

Extended Abstract

Background and Purpose

It has been recently discovered that mirror neurons (bimodal, audio-visual mirror neurons) in the human premotor cortex are discharged not only when observing or hearing action sounds (1), but also when understanding sentences describing actions. This discovery strengthens the presumption that the comprehension of action relies on the observation–execution matching system (2). Accordingly, observing an action evokes responses in the frontoparietal circuits, which are encoded for motor representations of the actions observed, allowing for comprehending the meaning of observed actions (3). Similar to systems used for activities, motor programs are executed instinctively and simultaneously while observing an action, allowing the prediction of the observed-action outcome (4). The question here is how these two systems (motor and language) interact with one another. Therefore, this study aimed to investigate the effect of listening to sentences with action verbs on postural sway, while participants were standing quietly on the balance board.

Twenty native Persian speakers aged between 18 and 25 years volunteered to take part in the experiment. Participants verified that they were free from any neurological or musculoskeletal disorders. An instrumented balance board (Wii Nintendo, Kyoto, Japan) was used to measure postural sway in this study. To study embodied cognition in the Persian language, 16 sentences (8 forward and 8 backward) were used. Zwaan et al. (2012) showed that these sentences in English caused those, who heard them, to move forward or backward (5). The researcher trnnll tt ed teem into ee rsinn sss dd ee tamnnti tt al's iss trutt isss frr miii gg eett ccc es with cction rrr ::: ssnntcccss wrr e rr aatdd yy mathhigg a transitive verb in the first-person singular to a syntactically and semantically congruent object mmmplemnnt" (2). Participants were asked to stand still on the balance board while looking at a target on the white wall in front of them at a distance of 1.5 m, as much as they could stand without any additional movement, while listening to the 16 randomly played sentences. Their center of pressure (CoP) was recorded during this time. In order to focus their attention on the meaning of the sentences, the participants were asked at the end of the test to identify sentences they had heard. Balance board data was first smoothed using a 5-point moving average filter. The whole signal then was centered around zero by subtracting mean values. Sections of anterior-posterior CoP corresponding to hearing the sentences or silence, and where applicable, periods of action verbs with forward or backward semantics were identified. We calculated the within-trial SD of the CoP and mean of CoP for backward, forward and rest periods, separately. Backward, forward and rest intervals was marked by the software during the recordings according to

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

the verb of the sentence; rest periods were the silent intervals in which no sentence was played. To investigate the embodied cognition in the Persian language, one-way repeated-measures ANOVA (3 Directions and 3 Tests) was run on all participants regardless of groups and repeated 3 times during Test 1, 2 and 3; and one-way analysis was also performed on single subject assessments on the same participants who participated in tests 1, 2 and 3.

The one-way repeated-measures ANOVA indicated that none of the main effects were significant for the mean of CoP. Analysis of standard deviation showed that there was a statistically significant main effect for direction, $F(2, 40) = 4.28$, $p=0.021$, $\eta_p^2=0.17$. However, the main effect for test and interaction effect did not reach statistical significance. Post-hoc comparisons indicated that the backward direction was significantly different from the rest ($p=0.040$), and forward direction was significantly different from the rest ($p=0.036$), while backward direction did not differ significantly from forward direction ($p=0.217$). In single subject assessments, the one-way analysis of variance indicated that there was no statistically significant difference in the mean of CoP for all participants in all three tests. On the contrary, the one-way analysis of standard deviation demonstrated three participants in test 1, seven participants in test 2 and seven participants in test 3 showed a statistically significant difference in all three tests. The results of the post-hoc comparison test revealed that there was significantly different in the mean score between forward direction and rest for 10 participants, between backward direction and rest for 10 participants and also was significantly different for backward and forward direction for 7 participants.

The observed postural fluctuations showed that sentences containing concepts relating to forward and backward movement caused consistent fluctuations from the baseline. Studies have shown that mirror neuroaa arl l oaataa at Brcc'' s rr eas 44 and 45 of the brain, the areas in which semantic processing connects with motor periphery. It is this connection that explains why hearing action-verb sentences leads to increased postural fluctuations. However, since the ankle joint is closer to the boundary of the rear-foot, there was no difference in fluctuations between forward and backward movements; backward postural control is more challenging than its forward counterpart (6). The similarity between backward and forward movements indicates that the action-sentence compatibility causes the body to move forward as much as it generates inherently unstable backward movements. The group analysis and single subject assessments also demonstrated that the maan of tee prr tiii pttt '' CPP rr vviee oo infrr mation uuuut pttt rr al cctivitiss while they were in a quiet stance and listening to action-verb sentences. In this study, the participants were asked to stand perfectly stillbut no change in the mean of CoP. It indicated that although hearing the sentences caused postural sways, as

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

tee DD eeeee ee tee rrr tiii nnnts' prirr ity wss to rrr frr m teeir takk while maintaining their posture. Finally, their postural control system managed to maintain posture, and their mean of CoP did not deviate from the baseline.

Keywords: Embodied Cognition, Mirror Neurons, Action-Sentence Compatibility, Postural Sway, Cognitive Theories, Postural Fluctuations,

References

1. Kohler E, Keysers C, Umilta MA, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Hearing sounds, understanding actions: Action representation in mirror neurons. Science (80-). 2002;297(5582):846–8.
2. Tettamanti M, Buccino G, Saccuman MC, Gallese V, Danna M, Scifo P, et al. Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. J Cogn Neurosci. 2005 Feb;17(2):273–81.
3. Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. Nat Rev Neurosci. 2001;2(9):661–70.
4. Flanagan JR, Johansson RS. Action plans used in action observation. Nature. 2003;424(6950):769–71.
5. Zwaan RA, van der Stoep N, Guadalupe T, Bouwmeester S. Language comprehension in the balance: The Robustness of the action-compatibility effect (ACE). PLoS One. 2012;7(2):1–6.
6. Hof AL, Gazendam MGJ, Sinke WE. The condition for dynamic stability. J Biomech. 2005;38(1):1–8.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

رفتار حرکتی دوره ۱۴، شماره ۵۰، زمستان ۱۴۰۱، صص ۱۳۲-۱۱۵

مقالهٔ پژوهشی

اثر همسازی جمله و عمل بر نوسانات پاسچری

فرانک پورحسینی[۱]، بهروز عبدلی[۲]، محمدعلی سنجری[۳]

۱. دانشیار دانشگاه شهیدبهشتی تهران

۲. دانشجو دکتری، گروه علوم رفتاری و شناختی در ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

۳. استادیار گروه علوم پایه توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۹ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶**

چکیده

نظریه شناخت بدنمند پیشنهاد می‌کند که فرایندهای شناختی در دل نواحی مغزی درگیر در برنامه‌ریزی و اجرای حرکتی و همچنین نواحی مسئول پردازش ورودی حسی نهفته است. اگر طبق دیدگاه شناخت بدنمند سیستم‌های شناختی و سیستم‌های ادراکی/حرکتی عمیقاً درهم‌تنیده شده باشند و رابطه علی و معلولی بین آن‌ها باشد، فعالیت شناختی باید باعث ایجاد تغییرات در حرکات مشاهده‌شدنی شود؛ به همین دلیل، در این پژوهش از بیست دانشجوی دختر فارسی‌زبان (میانگین سنی ۴±۲۱ سال) درخواست شد تا در حین ایستادن آرام روی تختهٔ تعادل به ۱۶ جمله دارای فعل حرکتی به سمت جلو و یا عقب گوش دهند. سپس به بررسی انحراف استاندارد و میانگین درون‌کوششی مرکز فشار (CoP) آن‌ها در حین گوش‌دادن به جملات پرداخته شد. این آزمون در سه روز متوالی تکرار شد. تجزیه و تحلیل انحراف استاندارد CoP نشان داد، گشت‌وگذارهای مرکز فشار در زمان شنیدن افعال حرکتی در مقایسه با خط پایه تغییر معنادار پیدا کرد، ولی هیچ‌یک از اثرات اصلی برای میانگین CoP معنادار نبود. تغییرات نوسانات CoP نسبت به نوسانات طبیعی بدن در حین اینکه از شرکت‌کنندگان خواسته شده بود ثابت بایستند و فقط به جملات گوش دهند، نشان از جفت‌شدگی شناخت و عمل دارد که در رفتار حرکتی آن‌ها نمود پیدا کرد.

واژگان کلیدی: شناخت بدنمند، همسازی جمله و عمل، نوسانات پاسچری، نظریه‌های شناختی.

1. Email: faranakpoorhosseini@gmail.com
2. Email: behrouz.abdoli@gmail.com
3. Email: sanjarima@alum.sharif.edu

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

مقدمه

موقع شنیدن یا خواندن جمله‌ای مانند «اریک صدای رادیو را کم کرد» چه اتفاقی در ذهن و مغز می‌افتد؟ علوم شناختی کلاسیک فرض می‌کنند که این امر به فعال‌سازی یک سری بازنمایی‌های انتزاعی در حافظه بلندمدت منجر خواهد شد که با یکپارچه‌شدن در قالب یک شبکه، معنای جمله را نشان می‌دهد و عمل فیزیکی چرخش دستی بخشی از این بازنمایی انتزاعی نیست. پاسخ کاملاً متفاوتی به این سؤال در پژوهش‌های کنونی درباره مشاهده و فهم یک عمل به دست آمده است. برخلاف دیدگاه شناختی کلاسیک، این دیدگاه جدید پیش‌بینی می‌کند که این جمله یک برنامه حرکتی را برای چرخش دستی (در خلاف جهت عقربه‌های ساعت) در شنونده یا خواننده فعال می‌کند که اثر همسازی جمله/عمل[1] یا ACE نام‌گذاری شد. همسازی جمله/عمل نشان می‌دهد، زمانی که جهت عمل توصیف‌شده با جهت پاسخ همخوان باشد، قضاوت معنایی برای جملات سریع‌تر است. همچنین پردازش جمله‌ای می‌تواند براساس اعمالی که در جمله به آن‌ها اشاره می‌شود، باعث تسهیل فعال‌سازی سیستم‌های حرکتی شود (۱).

آزمایش‌ها در میمون‌ها نشان داده‌اند، مشاهده یک عمل که توسط یک فرد دیگر انجام می‌شود، باعث فعال‌سازی سیستم تطبیق مشاهده-اجرا به نام سیستم نورون‌های آینه‌ای[2] می‌شود (۳، ۲). مطالعات الکتروفیزیولوژیک (۵، ۴) و داده‌های تصویربرداری (۶) نشان داده‌اند، سیستم نورون‌های آینه‌ای مشابه با آنچه در میمون‌ها شرح داده شده است، در انسان نیز وجود دار. پیش‌بینی‌شده است که این سیستم در فهم عمل و رفتار انجام‌شده توسط دیگران نقش دارد. همچنین مطالعات تصویربرداری نشان داده‌اند، سیستم نورون‌های آینه‌ای انسان شامل یک‌سری مدارهای پیش‌حرکتی/آهیانه‌ای است (۷) که سازمان‌دهی سوماتوتوپیک[3] را نشان می‌دهد (۸). مشاهدات اعمال مربوط به دهان به فعال‌شدن شکنج پیشانی تحتانی[4] منجر می‌شود که به قشر پیش‌حرکتی شکمی[5] گسترش می‌یابد. مشاهده اعمال مرتبط با دست به فعال‌شدن قشر پیش‌حرکتی شکمی منجر می‌شود که تا حدی به شکنج پیشانی تحتانی گسترش می‌یابد. همچنین مشاهده اعمال مربوط به پا به فعال‌شدن قشر پیش‌حرکتی پشتی[6]

1. Action-Sentence Compatibility Effect
2. Mirror Neurons
3.Somatotopic
4. Inferior Frontal Gyrus
5.Ventral Premotor Cortex
6. Dorsal Premotor Cortex

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

منجر می‌شود. هنگامی که اعمال مشاهده‌شده شامل اعضای متجانس بود، سازمان‌دهی سوماتوتوپیک متناظر با آن نیز در قسمت خلفی لوب آهیانه ای[1] مشاهده شد (۸).

مهم‌تر از همه، مدارهای حرکتی قسمت قدامی لوب آهیانه ای[2] تنها هنگامی فعال می‌شوند که اعمال مشاهده‌شده به گنجینه حرکتی مشاهده‌کننده متعلق باشد (اقداماتی که ناظر خود می‌تواند انجام دهد)؛ به‌عنوان‌مثال، فعال‌سازی در مدارهای حرکتی قسمت قدامی لوب آهیانه‌ای زمانی رخ می‌دهد که انسان‌ها یک سگ را در حال گازگرفتن مشاهده کنند، اما نه هنگامی‌که آن‌ها یک سگ را موقع پارس‌کردن مشاهده می‌کنند (۹). مشاهده فعالیت تنها شرایطی نیست که موجب فعال‌شدن سیستم نورون‌های آینه‌ای شود. به‌تازگی نشان داده شده است که در قشر پیش‌حرکتی میمون، نورون‌های آینه‌ای (نورون‌های آینه‌ای دوطرفه، صوتی و تصویری) وجود دارد که نه‌تنها زمانی که عمل را مشاهده یا اجرا می‌کند فعال می‌شوند، بلکه شنیده‌شدن صدای مربوط به آن عمل نیز موجب فعال‌سازی آن‌ها می‌شود (۱۰). این مشاهده‌های جدید از این ایده پشتیبانی می‌کند که سیستم نورون‌های آینه‌ای از محتوای عمل در سطح انتزاعی کدبرداری می‌کند و بدین ترتیب می‌توان به این محتوا به‌صورت شنیداری دسترسی پیدا کرد. تصویربرداری از مغز آشکار کرد که نورون‌های آینه‌ای در منطقه BA(44) برادمن در انسان قرار گرفته است. این منطقه مقایسه‌شدنی با منطقه F5 میمون است؛ جایی که اولین بار نورون‌های آینه‌ای دیده شدند. BA(44) جنبهٔ پشتی ناحیه بروکا[3] را نشان می‌دهد؛ منطقه‌ای از مغز که به‌طور سنتی در پردازش زبان دخیل است. به‌طور مداوم نشان داده شده است که سیستم تطبیق مشاهده-اجرای انسان شامل منطقه بروکا است. این واقعیت که نورون‌های آینه‌ای در انسان ممکن است در منطقه بروکا واقع‌شده باشد، این امکان را ایجاد می‌کند که نورون‌های آینه‌ای نه‌تنها هنگام مشاهده، بلکه حین تکالیف زبانی در درک عملکرد نقش داشته باشند (۱۱). قشر پیش‌حرکتی که شامل نورون‌های آینه‌ای است، دارای اتصالات دوطرفه به آمیگدال است (۱۲). ما می‌توانیم دو مدار ممکن را فرض کنیم: مدار اول که شاید سریع‌تر و احتمالاً از نظر تکامل اصلی‌تر باشد، سیگنال‌هایی را بین قشر پیش‌حرکتی و قشر حرکتی انتقال می‌دهد. در این حالت، نورون‌های آینه‌ای ممکن است مستقیم باشند و به تعبیری، ارزش انجام اقدامات حرکتی موردنیاز برای پاسخ‌های فوری (مثلاً موقعیت‌های تهدیدکننده زندگی) را به همراه داشته باشند. در مدار دوم که شامل سیستم لیمبیک[4]

1. Posterior Parietal Lobe
2. Fronto-parietal Motor Circuits
3.Broca's Area
4. Limbic System

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

و به‌ویژه آمیگدال[1] است، اطلاعات مربوط به معنای اقدامات مشاهده‌شده به آمیگدال تحویل داده می‌شود که به نوبه خود به تعیین ارزش عاطفی عمل کمک می‌کند و از این طریق بر احتمال انجام عمل مشاهده‌شده (به‌عنوان‌مثال، گرفتن غذا) یا پاسخ به آن (به‌عنوان‌مثال، حمله جسمی) تأثیر می‌گذارد. این نوع دوم از مدار، بیشتر با اثر آبشار همراه با فعال‌سازی سایر مناطق دارای نفوذ آناتومیک مانند هیپوتالاموس، از طریق اطلاعات آمیگدال درگیر است.

هیجان‌انگیزترین ایده در علوم شناختی، در حال حاضر نظریه‌ای است که شناخت را بدنمند[2] می‌داند و بر پایه مفاهیم نورون‌های آینه‌ای شکل گرفته است. براساس بسیاری از آزمایش‌های سطح بالایی که به‌تازگی انجام شده‌اند، این نظریه یکی از موضوعاتی است که نظر علاقه‌مندان به علوم شناختی را به سوی خود جلب کرده است. این آزمایش‌ها ادعا می‌کنند که چگونه شناخت می‌تواند تحت‌تأثیر حالات بدنی (۱۳) یا محیط (۱۴) قرار گیرد و همچنین حالت‌های شناختی انتزاعی مبتنی بر وضعیت بدن هستند و به‌کارگیری حالات شناختی بر وضعیت فیزیکی بدن تأثیر می‌گذارد (۱۳). طبق نظریه شناخت بدنمند، مشاهده یک عمل واکنش‌هایی را در مدارهای حرکتی قسمت قدامی لوب آهیانه‌ای نشان می‌دهد که بازنمایی‌های حرکتی اعمال مشاهده‌شده را کدگذاری می‌کند. ممکن است تبدیل کدگذاری عصبی عمل مشاهده‌شده به یک برنامه حرکتی مرتبط به افراد این اجازه را بدهد تا معنی عمل انجام‌شده را درک کنند (۱۶). این نظریه پیشنهاد می‌کند که فرایندهای شناختی در دل نواحی مغزی درگیر در برنامه‌ریزی و اجرای حرکتی و همچنین نواحی مسئول پردازش ورودی حسی (معروف به نواحی حسی حرکتی و یا نواحی ادراک/عمل) نهفته است؛ به عبارت دیگر، سیستم زبانی و سیستم حرکتی با هم تعامل دارند و بر یکدیگر به‌صورت دوطرفه تأثیر می‌گذارند (۱۷).

در این مطالعه، بر یک سؤال نسبتاً نادیده گرفته‌شده تمرکز می‌کنیم؛ این سؤال که آیا پردازش جملات حرکتی به فعالیت حرکتی خودبه‌خود، به‌ویژه تغییرات خودبه‌خودی در تعادل درحالی‌که شرکت‌کنندگان کاملاً بی‌حرکت هستند منجر می‌شود؟

درگذشته به تعادل به‌عنوان نتیجه یک مجموعه متمایز از پاسخ‌های توازن رفلکس/مانند می‌نگریستند که هنگام ارائه محرک به سیستم حسی و مرکز تعادلی عصبی حاصل می‌شد. به‌تازگی تعادل یک مهارت در نظر گرفته می‌شود که سیستم عصبی با استفاده از سیستم‌های بسیاری ازجمله عناصر بیومکانیکی غیرفعال، سیستم‌های حسی دردسترس و عضلات و بخش‌های متفاوت مغزی یاد می‌گیرد که به آن دست پیدا کند. دیگر این اعتقاد که تعادل صرفاً یک پاسخ واکنشی به محرک عصبی است،

1. Amygdala
2. Embodied Cognition

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

منسوخ شده است و به‌جای آن، نتایج پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام شده‌اند، نشان می‌دهد که کنترل وضعیتی از پیش کنترل‌شده و سازگارپذیر است و براساس تجربه و نیت قبلی از طریق سیستم عصبی مرکزی سازمان‌دهی می‌شود (۱۸).

شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد فعالیت شناختی می‌تواند تأثیر واضح و مستقیمی بر تنظیم تعادل داشته باشد؛ به‌عنوان‌مثال، تصویرسازی حرکتی (ایجاد یک تصویر ذهنی واضح از یک عمل حرکتی) بر نوسانات وضعیتی تأثیر می‌گذارد (۱۸-۱۶). به نظر می‌رسد که تصویرسازی حرکتی، به‌ویژه از دیدگاه اول‌شخص[1] شامل شبیه‌سازی ذهنی فعالیت حرکتی است که به تنظیمات وضعیتی غیرعمدی منجر می‌شود؛ به‌عنوان نمونه، مطالعه بولتن و میترا[2] نشان داد، تصویرسازی حرکتی حرکات بازو تحت بارهای مختلف باعث ایجاد تنظیمات خاص وضعیتی می‌شود. آن‌ها پیشنهاد کردند که برنامه‌ریزی حرکات آشکار و پنهان (مانند تصویرسازی حرکتی) مدارهای عصبی یکسانی (اعم از قشر و زیرقشری) را به اشتراک می‌گذارد و در طول تصویرسازی حرکتی، فرمان حرکت مرکزی به‌طور کامل مهار نمی‌شود و به درجاتی از حرکت آشکار منجر می‌شود (۱۹). در پژوهش دیگر نشان داده شده است که تفکر درمورد رویدادهای گذشته یا آینده باعث تغییراتی در وضعیت بدن در محور قدامی-خلفی می‌شود؛ به‌طوری‌که به نظر می‌رسد «سفر ذهنی در زمان» در جهت‌گیری وضعیتی تجسم‌یافته است (۲۲).

همان‌گونه که گفته شد، مشاهده اقداماتی که توسط دیگران انجام می‌شود، مدارهای قشری مسئول برنامه‌ریزی و اجرای همان اقدامات را فعال می‌کند. تتامانتی[3] و همکاران در مطالعه‌ای در حوزهٔ fMRI[4] نشان دادند، این مدارهای قشری که به‌طور اختصاصی سیستم نورون‌های آینه‌ای نام‌گذاری شده‌اند، نه تنها حین دیدن یک عمل، بلکه حین گوش‌دادن به جملات مربوط به عمل نیز فعال می‌شوند (۵). بر پایه این مطالعه پیش‌بینی کردیم که فعال‌شدن مدارهای قشری مربوط به اجرای حرکت هنگام شنیدن جملاتی که دارای فعل حرکتی هستند، به فعالیت حرکتی خود به خود به‌ویژه تغییرات خود به خود در کنترل تعادل منجر می‌شود. بدین‌منظور، در این پژوهش به بررسی فعالیت‌های پاسچری شرکت‌کنندگان در ایستادن آرام حین گوش‌دادن به جملاتی دارای فعل حرکتی پرداختیم.

---

۱۴ تصویرسازی ذهنی را می‌توان از بعد درونی و بیرونی انجام داد. در بعد درونی شما در جسم خود هستید و کنش یا عمل را با چشمان خود مشاهده می‌کنید. این دیدگاه، دیدگاه اول‌شخص نیز نامیده می‌شود.

2. Boulton & Mitra
3. Tettamanti
4. Functional Magnetic Resonance Imaging or functional MRI (fMRI)

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

روش پژوهش

طرح پژوهش حاضر، کاربردی و روش نیمه‌تجربی است. بیست دانشجوی دختر فارسی‌زبان (میانگین سنی ۴±۲۱ سال) در این پژوهش به‌صورت داوطلبانه شرکت کردند. تمامی شرکت‌کنندگان از قبل رضایت‌نامه آگاهانه برای شرکت در پژوهش را پر کردند و هیچ‌کدام سابقه شرکت در تمرینات تعادلی و نیز اختلال عصبی-عضلانی یا اختلال بالینی که بر کنترل عصبی پاسچر تأثیر بگذارد، نداشتند. این پژوهش دارای شناسه اخلاق IR.SBU.REC.1398.044 از دانشگاه شهید بهشتی است.

ابزار اندازه‌گیری: برای اندازه‌گیری نوسانات پاسچری در بررسی شناخت بدنمند در زبان فارسی از تخته تعادل[1] (Wii Nintendo، مرکز جامع توان‌بخشی موفقیان) برای ثبت تغییرات CoP[2] استفاده شد. تخته تعادل شامل چهار سنسور نیرو است که برای سنجش توزیع نیرو و برآیند حرکت مرکز فشار به کار می‌رود. پایایی این ابزار در تعادل ایستاده ۰/۸۹ گزارش شده است و همچنین دارای روایی هم‌زمان با ابزارهای آزمایشگاهی مانند نیروسنج است (۲۳).

جملات

در این پژوهش به‌منظور بررسی نظریه شناخت بدنمند در زبان فارسی از ۱۶ جمله (هشت جمله با فعل حرکتی به سمت جلو و هشت جمله با فعل حرکتی به سمت عقب) استفاده شد. زوان[3] و همکاران در پژوهشی نشان دادند، فعل این جملات باعث منحرف‌کردن مسیر حرکت فرد به سمت جلو و عقب می‌شود (۲۴). برای ترجمه این جملات از انگلیسی به فارسی به کمک اساتید زبان‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی از دستوری استفاده شد که تتامانتی و همکاران در سال ۲۰۰۵ برای اولین بار برای ساخت جملات با فعل حرکتی دادند (۵). طبق این دستورالعمل جمله‌ها با مقابله (مچ‌کردن) یک فعل متعدی در شکل اول‌شخص مفرد به یک مکمل مفعولی (منظور مفعولی است که تکمیل‌کننده آن فعل است) که از لحاظ معنایی و نحوی با مفعول هماهنگ بودند، به وجود آمدند (جدول شماره یک).

پرتال جامع علوم انسانی

1. Balance Board
2. Center of Pressure
3. Zwaan

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

جدول ۱- جملات دارای معانی حرکت فیزیکی عقب/جلو

Table 1- Sentences with back / forward action verb

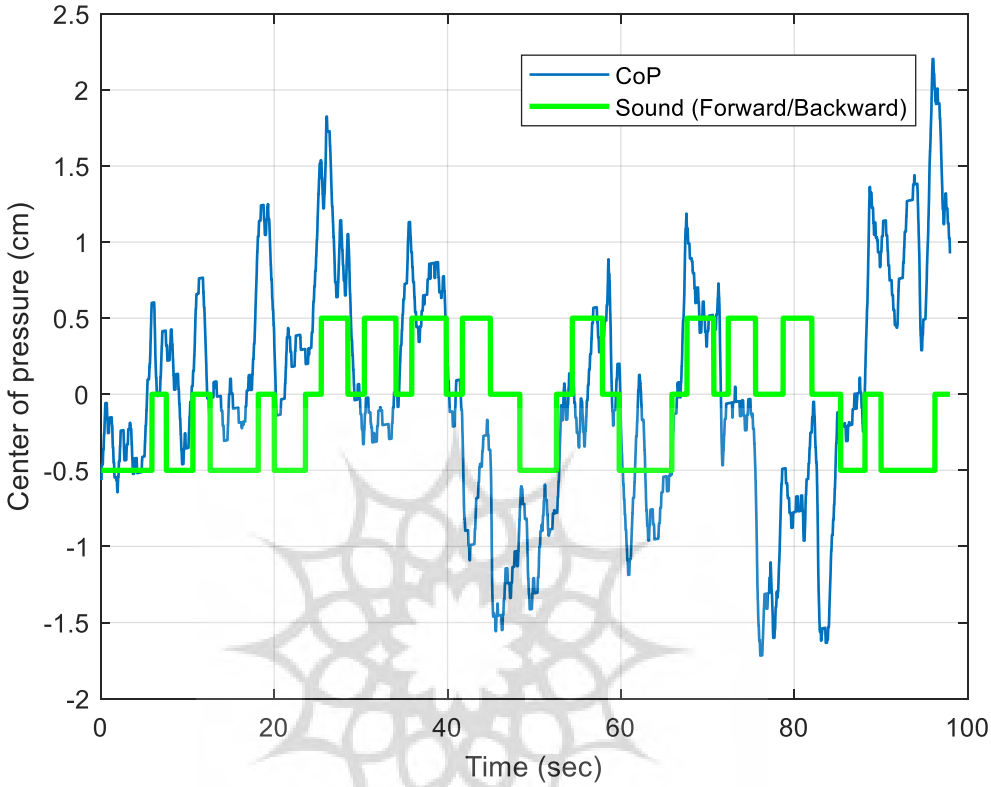
جملات با فعل حرکتی به سمت جلو	جملات با فعل حرکتی به سمت عقب
آن پسر بند کفش‌هایش را بست.	آن هیزم‌شکن تبرش را بالای سر برد.
آن مرد سگ کوچکش را نوازش کرد.	آن پسر در طناب‌کشی طناب را محکم می‌کشید.
آن زن چمدان خود را از زمین برداشت.	آن مرد موقع نزدیک شدن گاو خود را عقب کشید.
آن سرباز به فرمانده تعظیم کرد.	آن ملوان بادبان کشتی را برافراشت.
آن باغبان گاری‌اش را هل می‌داد.	آن نوجوان روی مبل لم داد.
آن دختر از باغچه گل چید.	آن زن روی یخ سر خورد.
آن شناگر در استخر شیرجه زد.	آن دختر موقع اسب‌سواری افسار اسب چموش خود را می‌کشید.
آن دختربچه پشتک زد.	آن جوان به زنگ کلیسا که بالای سرش بود نگاه کرد.

روش اجرای پژوهش: به‌منظور بررسی نظریه شناخت بدنمند در زبان فارسی، از همه شرکت‌کنندگان خواسته شد تا روی تخته تعادل به‌صورتی بایستند که دست‌ها در حالت راحت در اطراف بدن باشد و پاها به اندازه عرض شانه‌ها باز باشد؛ درحالی‌که به هدفی روی دیوار سفید روبه‌روی آن‌ها که در فاصله یک متر و نیمی قرار داشت نگاه می‌کردند. از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا آنجا که می‌توانند ثابت بدون هیچ حرکت اضافی بایستند و به ۱۶ جمله‌ای که به‌صورت تصادفی پخش می‌شد، گوش دهند. در طول این مدت CoP آن‌ها ثبت شد. به‌منظور حفظ توجه شرکت‌کنندگان به جملات ارائه‌شده از آن‌ها خواسته شد که در پایان این مرحله از آزمایش به پرسشنامه‌ای که در رابطه با جملات شنیده‌شده است پاسخ دهند. این آزمون در سه روز متوالی تکرار شد.

پردازش داده‌ها: داده‌های تخته تعادل ابتدا با استفاده از میانگین پنج‌نقطه‌ای[1] هموار شدند و سپس مقادیر میانگین از آن‌ها کم شد. همچنین بخش‌هایی از نوسانات قدامی و خلفی مرکز فشار مربوط به شنیدن جملات با فعل حرکتی به سمت جلو یا عقب و زمانی که هیچ جمله‌ای پخش نمی‌شد (خط پایه) شناسایی شد (شکل شماره یک). انحراف استاندارد[2] (SD) و میانگین درون‌آزمایشی CoP را برای دوره‌های عقب، جلو و استراحت یا خط پایه محاسبه کردیم. برای به‌دست‌آوردن خط پایه تمامی زمان‌های استراحت روی هم ریخته شد تا یک عدد به دست آید.

1. 5-Point Moving Average
2. Standard Deviation

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen



شکل ۱- نمونه‌ای از نوسانات CoP (آبی) که با رد سبزرنگ پوشانده شده است که نشان از شروع و پایان جملات و جهت‌های آن‌ها دارد. دوره‌های خاموش رد سبز روی محور صفر قرار دارد (در این مورد ۳۴ ثانیه).

Figure 1- An example of CoP fluctuations (blue) overlaid by the green trace of onset/offset of the sentences and their embodied directions. Silent periods of the green trace lie on the zero axis (=34 sec in this case).

طبیعی‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون آماری شاپیرو-ویلک تعیین شد. همچنین نتایج آماره لون نشان‌دهنده همگنی واریانس‌ها بود. برای بررسی نظریه شناخت بدنمند در زبان فارسی، واریانس اندازه مکرر یک‌طرفه برای بررسی گروهی شرکت‌کننده‌ها و همچنین واریانس یک‌طرفه برای ارزیابی انفرادی شرکت‌کنندگان روی میانگین و انحراف استاندارد CoP انجام شد. انحراف استاندارد CoP را زمانی که جملات در حال پخش‌شدن بود با زمانی که جمله‌ای پخش نمی‌شد، به‌اصطلاح خط پایه، مقایسه کردیم؛ بنابراین به مقایسه سه جهت جلو و عقب و خط پایه در سه تکرار آزمون در روزهای مختلف پرداختیم. در صورت مشاهده اختلاف معنادار بین جملات و خط پایه از آزمون تعقیبی بنفرونی

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

استفاده شد. در همه آزمون‌ها سطح اطمینان ۹۵ درصد و میزان خطا ۵ درصد لحاظ شد. همه محاسبات آماری و نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای اس‌پی‌اس‌اس[1] نسخهٔ ۲۰، متلب[2] R2021A و اکسل[3] نسخه ۲۰۱۳ انجام شد.

نتایج

نتایج واریانس اندازه مکرر یک‌طرفه (جهت) ۳ × (آزمون) ۳ نشان داد، هیچ‌یک از اثرات اصلی برای میانگین CoP معنادار نبود. از طرف دیگر تجزیه و تحلیل انحراف استاندارد (SD) نشان داد، اثر اصلی برای جهت از لحاظ آماری معنادار شد ($F (2, 40) =4.28, P=0.021, \eta_p^2= 0.17$). هرچند اثر اصلی برای آزمون و اثر متقابل معنادار نشد، مقایسه زوجی نشان داد، جهت عقب ($P=0.040$) و جهت جلو ($P=0.036$) به‌صورت معناداری متفاوت از خط پایه بود، ولی از لحاظ آماری تفاوتی بین جهت جلو و عقب دیده نشد ($P=0.217$).

بررسی انفرادی شرکت‌کنندگان نیز نشان داد، در تجزیه و تحلیل میانگین CoP تفاوت معناداری برای هیچ‌کدام از شرکت‌کنندگان در هر سه آزمون دیده نشد، ولی در بررسی انحراف استاندارد مشخص شد که سه شرکت‌کننده در آزمون اول، هفت شرکت‌کننده در آزمون دوم و هفت شرکت‌کننده در آزمون آخر تفاوت معناداری را نشان داده‌اند. همچنین آزمون تعقیبی نشان داد، این تفاوت بین جهت جلو و خط پایه برای ده شرکت‌کننده، بین جهت عقب و خط پایه برای ده شرکت‌کننده و بین جهت جلو و عقب برای هفت شرکت‌کننده در تمامی سه آزمون است (جدول شماره دو).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. SPSS
2. MATLAB
3. Excel

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

جدول ۲- بررسی انفرادی شرکت‌کنندگان در ارزیابی انحراف استاندارد

Table 2- Single subject assessments for standard deviation measure

Test آزمون	Subject شرکت‌کنندگان	F (2,28)	Sig.
Test 1	DR	5.91	.00
	BA	3.89	.03
	AK	3.70	.03
Test 2	DR	4.11	.02
	MO	4.91	.01
	OT	3.10	.05
	AL	3.95	.03
	AK	5.69	.00
	KL	4.25	.02
	MA	5.35	.01
Test 3	DR	4.67	.01
	NE	3.94	.03
	GH	5.42	.01
	GO	2.57	.05
	KK	3.92	.03
	KH	4.25	.02
	FO	4.50	.02

بحث و نتیجه‌گیری

نوسانات وضعیتی یکی از ویژگی‌های ذاتی رفتار انسان است؛ حتی زمانی که افراد حالت ایستاده و آرام را حفظ می‌کنند (۲۵). براساس مدل پاندول معکوس[1]، حفظ ثبات وضعیتی علاوه‌بر کنترل مرکز ثقل بدن نیازمند کنترل گشتاورهای حاصل از جابه‌جایی آن نیز است (۲۶)؛ ازاین‌رو در پژوهش‌هایی که به بررسی نوسانات پاسچری در ایستادن آرام می‌پردازند، این نوسانات ذاتی را به‌عنوان خط پایه[2] در نظر می‌گیرند. در این پژوهش به بررسی نوسانات پاسچری حین ایستادن آرام و گوش‌کردن به جملاتی که دارای فعل حرکتی هستند، پرداختیم. پیش‌بینی اصلی ما این بود که به‌دلیل مشترک‌بودن مدارهای

1. Inverted Pendulum Model
2. Base Line

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

عصبی در درک زبانی و سیستم حرکتی، شنیدن جملاتی که دارای فعل حرکتی هستند به بیشترشدن نوسانات وضعیتی منجر می‌شود. در تجزیه و تحلیل آماری، شواهد قانع کننده‌ای در بررسی انحراف استاندارد بین کوششی برای دوره‌های عقب، جلو و استراحت یا خط پایه برای این فرضیه پیدا کردیم. همان‌طورکه دیده شد، در بررسی گروهی انحراف استاندارد جملات با مفهوم حرکتی به سمت جلو و عقب، هر دو باعث نوساناتی متفاوت از حالت خط پایه شدند. این نتیجه تأیید می‌کند که در پژوهش حاضر شناخت بدنمند تحقق پیدا کرده است و در نوسانات پاسچر خود را نشان داده است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند، قرارگرفتن نورون‌های آینه‌ای در منطقه ۴۴ و ۴۵ بروکا[1] در مغز، ناحیه‌ای از مغز که درگیر پردازش معنایی است، در محدوده پردازش حرکتی صورت می‌گیرد و به همین علت شنیدن جملاتی که دارای فعل حرکتی هستند باعث افزایش فعالیت پاسچری می‌شود. همچنین معنادارنشدن اثر اصلی برای آزمون نشان داد، این نتیجه در روزهای مختلف تغییر پیدا نکرد؛ زیرا نظریه شناخت بدنمند اتصال مستحکم فرایندهای زبانی و فرایندهای حرکتی را تبیین می‌کند که این اتصال خاصیت تکلیف‌محور نیز ندارد و طی تکرارهای متعدد ثابت باقی می‌ماند (۲۴). نتایج پژوهش حاضر نشان داد، در شرایط این پژوهش، در روزهای مختلف نیز این اثر دیده می‌شود. مقایسه زوجی نشان داد، تفاوت معناداری بین جهت جلو و جهت عقب دیده نشد. به دلیل اینکه مفصل مچ پا به مرز پشت پا در مقایسه با جلوی پا نزدیک‌تر است، توانایی حفظ پاسچر به سمت عقب و جلوی بدن متفاوت است و حفظ پاسچر به سمت عقب چالش بیشتری در مقایسه با سمت جلو دارد (۲۷). اینکه تفاوتی بین حرکت به سمت عقب و حرکت به سمت جلو دیده نشد، نشان می‌دهد که جفت‌شدگی جمله و عمل به همان اندازه که باعث حرکت بدن به سمت جلو می‌شود، به حرکت بدن به سمت عقب نیز که به‌طور ذاتی ناپایدار است، منجر می‌شود؛ بنابراین اثر همسازی جمله-عمل مستحکم است و حالت پایدار را در شرایط چالشی‌تر نشان می‌دهد.

در این پژوهش از جامعه آماری موردمطالعه درخواست شده بود کاملاً ثابت بایستند. تغییرنکردن میانگین CoP هم در بررسی گروهی و هم در بررسی انفرادی شرکت‌کنندگان نشان می‌دهد که شرکت‌کنندگان درحالی‌که شنیدن جملات موجب تغییرات پاسچری در آن‌ها می‌شد، همان‌طورکه در بررسی SD دیده شد، ولی اولویت آن‌ها انجام تکلیف خواسته‌شده بود و به حفظ پاسچر خود ادامه دادند. درنهایت، سیستم کنترل پاسچر موفق به حفظ پاسچر آن‌ها شد و میانگین CoP آن‌ها از خط پایه بیشتر نشد و به همین دلیل تغییرات پاسچری فقط در بررسی SD دیده شد. پژوهش‌های دیگر

1. Broaa's Areas 44 and 45

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

و این پژوهش نشان دادند، بحث‌های پاسچری و تغییرات پاسچری هم در شرایط بی‌ثبات و هم در شرایط ایستادن آرام در بررسی SD بهتر دیده می‌شوند (۲۸).

بررسی انفرادی شرکت‌کنندگان نشان داد، ۱۵ درصد از شرکت‌کنندگان در آزمون اول و ۳۵ درصد در آزمون‌های دوم و سوم افزایش فعالیت پاسچری را در زمان گوش‌دادن به جملات با فعل حرکتی نشان دادند. ۵۰ درصد از شرکت‌کننده‌ها این تفاوت را در حرکت به سمت جلو و حالت استراحت و ۵۰ درصد درحرکت به سمت عقب و حالت استراحت و ۳۰ درصد بین حالت جلو و عقب نشان دادند. همان‌طورکه مشخص است، درصد بیشتری از شرکت‌کنندگان تفاوت بین جلو و استراحت و عقب و استراحت را نشان دادند؛ بنابراین بررسی انفرادی شرکت‌کنندگان مهر تأییدی بر نتایج تجزیه و تحلیل گروهی بود که شناخت بدنمند اثر پایدار و مستحکم دارد؛ حتی در شرایط چالشی‌تر.

به‌طورکلی، نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا با پژوهش‌هایی است که نظریه شناخت بدنمند را در فعالیت حرکتی بررسی کردند و ارتباط قوی بین پردازش زبان و فرایندهای حرکتی را نشان دادند؛ به‌عنوان‌مثال، زوان و همکاران نشان دادند، شنیدن جملات دارای فعل حرکتی به سمت جلو و یا عقب باعث منحرف‌شدن حرکت فرد شد که به سمت چپ و راست بود، در جهتی که فعل جملات توصیف می‌کردند، آن‌ها نشان دادند، اگر شرکت‌کنندگان وضعیت ابتدایی متفاوتی از حالت جمله داشته باشند، مثلاً نشسته روی صندلی نیز این حرکت در جهت فعل جمله اتفاق می‌افتد (۲۴). استینز[1] و همکاران نشان دادند، شنیدن جملاتی که برای انجام آن تلاش فیزیکی بیشتری می‌طلبد، باعث نوسانات وضعیتی بیشتری در مقایسه با جملات با تلاش فیزیکی کمتر می‌شود (۲۱). همچنین بولنگر[2] و همکاران عنوان کردند، با توجه به مشترک‌بودن مدارهای مغزی پردازش معنایی و پردازش حرکتی، در یک تکلیف دسترسی (حتی زمانی که کلمات به‌صورت سریع و غیرهشیار ارائه شدند)، هم‌زمان‌بودن پردازش معنایی و پردازش حرکتی باعث به وجود آمدن تعدیل حرکتی می‌شود (۲۹).

براساس مطالعات عصبی و رفتاری که نشان دادند پردازش افعال حرکتی و برنامه‌ریزی حرکتی لایه‌های عصبی مشترک دارند (۲۹، ۵)، مطالعه حاضر نشان داد که شنیدن جملات با فعل حرکتی، بر فرایندهای حرکتی قشر مغز تأثیر می‌گذارد و در رفتار حرکتی آشکار نمود پیدا می‌کند و این درهم‌تنیدگی عصبی بسیار مستحکم و پایدار است.

1. Stins
2. Boulenger

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

منابع

1. Zwaan RA, Taylor LJ. Seeing, acting, understanding: motor resonance in language comprehension. J Exp Psychol Gen. 2006;135(1):1–11.
2. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. Cogn Brain Res. 1996;3(2):131–41.
3. Buccino G, Binkofski F, Fink GR, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, et al. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. Eur J Neurosci. 2001;13(2):400–4.
4. Gangitano M, Mottaghy FM, Pascual-Leone A. Phase-specific modulation of cortical motor output during movement observation. Neuroreport. 2001;12(7):1489–92.
5. Tettamanti M, Buccino G, Saccuman MC, Gallese V, Danna M, Scifo P, et al. Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. J Cogn Neurosci. 2005;17(2):273–81.
6. Hari R, Forss N, Avikainen S, Kirveskari E, Salenius S, Rizzolatti G. Activation of human primary motor cortex during action observation: a neuromagnetic study. Proc Natl Acad Sci U S A. 1998;95(25):15061–5.
7. Blakemore SJ, Decety J. From the perception of action to the understanding of intention. Nature Reviews Neuroscience. 2001;2:561–7.
8. Buccino G, Binkofski F, Fink GR, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, et al. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. Eur J Neurosci. 2001;13(2):400–4.
9. Buccino G, Lui F, Canessa N, Patteri I, Lagravinese G, Benuzzi F, et al. Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: an fMRI study. J Cogn Neurosci. 2004;16(1):114–26.
10. Kohler E, Keysers C, Umilta MA, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. Science. 2002;297(5582):846–8.
11. Rizzolatti G, Arbib MA. Language within our grasp. Trends Neurosci. 1998;21(5):188–94.
12. cccœ C,, oo rrss B,, ’’ hhaa T, Wbbb R. vvvvw mmmun------ - of aaeeeœennnst partly purified follicular fluid from sheep. J Reprod Fertil. 1987;81(1):161–8.
13. Eerland A, Guadalupe TM, Zwaan RA. Leaning to the left makes the eiffel tower seem smaller: posture-modulated estimation. Psychol Sci. 2011;22(12):1511–4.
14. Adam H, Galinsky AD. Enclothed cognition. J Exp Soc Psychol. 2012;48(4):918–25.
15. Fodor JA. Methodological_solipsism considered as a research srtrategy in cognitive strategy. Behavioral and Brain Sciences. 1979;3(1):63-73.
16. Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. Nat Rev Neurosci. 2001;2(9):661–70.
17. Barsalou LW. Grounded cognition. Annu Rev Psychol. 2008;59(1):617–45.
18. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. Physical Therapy. 1997;77:517–33.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen

19. Boulton H, Mitra S. Body posture modulates imagined arm movements and responds to them. J Neurophysiol. 2013;110(11):2617–26.
20. Grangeon M, Guillot A, Collet C. Postural control during visual and kinesthetic motor imagery. Appl Psychophysiol Biofeedback. 2011;36(1):47–56.
21. Stins JF, Schneider IK, Koole SL, Beek PJ. The influence of motor imagery on postural sway: Differential effects of type of body movement and person perspective. Adv Cogn Psychol. 2015;11(3):77–83.
22. Miles LK, Nind LK, Macrae CN. Moving through time. Psychol Sci. 2010;21(2):222–3.
23. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. Gait Posture. 2010;31(3):307–10.
24. Zwaan RA, van der Stoep N, Guadalupe T, Bouwmeester S. Language comprehension in the balance: the Robustness of the action-compatibility effect (ACE). PLoS One. 2012;7(2):1–6.
25. Amiridis IG, Hatzitaki V, Arabatzi F. Age-induced modifications of static postural control in humans. Neurosci Lett. 2003;350(3):137–40.
26. Riley PO, Benda BJ, Gill-Body KM, Krebs DE. Phase plane analysis of stability in quiet standing. J Rehabil Res Dev. 1995;32(3):227–35.
27. Hof AL, Gazendam MGJ, Sinke WE. The condition for dynamic stability. J Biomech. 2005;38(1):1–8.
28. Caballero C, Barbado D, Moreno FJ. What CoP and kinematic parameters better characterize postural control in standing balance tasks? J Mot Behav. 2015;47(6):550–62.
29. Boulenger V, Silber BY, Roy AC, Paulignan Y, Jeannerod M, Nazir TA. Subliminal display of action words interferes with motor planning: a combined EEG and kinematic study. J Physiol Paris. 2008;102(1–3):130–6.

استناد به مقاله

پورحسینی فرانک، عبدلی بهروز، سنجری محمدعلی. اثر همسازی جمله و عمل بر نوسانات پاسچری. زمستان ۱۴۰۱؛ ۱۴(۵۰): ۳۲-۱۱۵.
شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/MBJ.2022.12888.2036

Pourhosseini F, Abdoli B, Sanjari M. A. The Effect of Action-Seentence Compatibility on Postural Sway. Motor Behavior. Winter 2023; 14 (50): 115-32. (In Persian). Doi: 10.22089/MBJ.2022.12888.2036

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public Licen