Research in Sport Management and Motor Behavior, Volume 13 - Issue 26 / 2023

KHARAZMI UNIVERSITY

Research in Sport Management and Motor Behavior

Print ISSN: 2252-0716 - Online ISSN: 2716-9855

The Function Of Using Gestures During Simple Arithmetic

Hamid Salehi*[1] Samira Panahi [2]

1.Associate Professor, Motor Behavior Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, iran.
2.MA. Motor Behavior Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, iran.

corresponding author: Hamid Salehi, salehi@spr.ui.ac.ir

CrossMark

ARTICLE INFO

Article type
Research Article

Article history
Received 23 April 2023
Revised 3 November 2023
Accepted 23 December 2023

KEYWORDS:
Cognitive Load, Counting, Gestures, Working Memory

CITE:
Panahi, S. Salehi, H. The Function Of Using Gestures During Simple Arithmetic**. Research in Sport Management & Motor Behavior, 2023: 13 (26): 72-87**

ABSTRACT

This investigation aimed to determine the role of using specific gestures in simple arithmetic. Forty-seven university students (25 females; Mage = 23.45 ± 3.51 years) voluntarily participated in this study. The participants completed two tasks. In the item-counting task, the participants were shown sets of identical colored squares and asked to count a specific color by either finger-pointing, nodding, or without any gestures while counting. After completing the counting task and for measurement of the working memory performance, the participants were asked to recall lists of alphabets that were previously to them. The results revealed that when using finger-pointing or nodding while counting, the participants counted faster and more accurately than when gestures were not allowed. The results of the memory task showed that the participants retrieved significantly more alphabets and more quickly when using finger-pointing or nodding while counting than when not gesturing. Thus, the gestures helped to free up cognitive resources. The findings support the hypothesis that gestures may facilitate cognitive functions by reducing cognitive load. This present investigation, consistent with previous research, suggests that we can benefit from using our hand and head movements to facilitate some simple arithmetic tasks.

Published by *Kharazmi University, Tehran, Iran*. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under the CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی

دانشگاه خوارزمی

کارکرد استفاده از حرکات بدن در هنگام انجام عملیات ریاضی ساده

حمید صالحی* [۱]، سمیرا پناهی [۲]

۱.دانشیار رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲. کارشناسی ارشد، رفتار حرکتی،دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسئول: حمید صالحی salehi@spr.ui.ac.ir

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

نویسنده مسئول:

salehi@spr.ui.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۲/۳

ویرایش مقاله: ۱۴۰۲/۸/۱۲

پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۲

واژه های کلیدی:

اشارات دست و سر، بار شناختی، حافظهٔ کاری، شمردن

ارجاع:

سمیرا پناهی، حمید صالحی. **کارکرد استفاده از حرکات بدن در هنگام انجام عملیات ریاضی ساده.** پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی، ۱۴۰۲: ۱۳ (۲۶): ۷۲-۸۷

چکیده

هدف از این پژوهش تعیین نقش حرکات و اشارات خاصی از بدن در محاسبات ساده ریاضی بود. چهل وهفت دانشجو (۲۵ زن؛ میانگین سن ۳/۵۱ ± ۲۳/۴۵ سال) داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. شرکت‌کنندگان دو تکلیف را انجام دادند. در تکلیف شمارش آیتم‌ها، به شرکت‌کنندگان مجموعه‌هایی از مربع‌های رنگی هم‌اندازه نشان داده شد و از آن‌ها درخواست شد تا با اشاره انگشت، تکان دادن سر، یا بدون هیچ‌گونه اشاره‌ای، یک رنگ خاص را بشمارند. پس از انجام تکلیف شمارش و برای اندازه‌گیری عملکرد حافظهٔ کاری، از شرکت‌کنندگان خواسته شد دسته‌هایی از الفبا که پیش‌تر برای آن‌ها نمایش داده‌شده بود را به یاد آورند. نتایج نشان داد که در هنگام استفاده از انگشت اشاره یا حرکات سر حین شمارش، شرکت‌کنندگان سریع‌تر و دقیق‌تر از شرایط بدون حرکت عمل کردند. نتایج تکلیف حافظه نشان داد که وقتی شرکت‌کنندگان حین شمارش از اشارات انگشت و حرکات سر استفاده کردند، نسبت به وقتی‌که حرکتی نداشتند، حروف بیشتری را سریع‌تر بازیابی کردند؛ بنابراین، این حرکات به آزاد شدن منابع شناختی کمک کرده‌اند. یافته‌ها این فرضیه را تأیید می‌کند که ممکن است این قبیل اشارات از طریق کاهش بار شناختی موجب تسهیل کارکردهای شناختی شوند. پژوهش حاضر، همسو با تحقیقات پیشین، نشان می‌دهد که ما می‌توانیم با استفاده از حرکات دست و سرانجام برخی از عملیات ساده ریاضی را تسهیل کنیم.

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

مقدمه

تجارب شخصی یا مشاهدات ما نشان می‌دهد که برخی از بزرگ‌سالان و اغلب کودکان هنگام انجام یک عملیات ریاضی ساده، مثل شمردن یا جمع و تفریق، از انگشتان یا دیگر قسمت‌های بدن خود کمک می‌گیرند. وضعیت مشابه را هنگام صحبت کردن می‌توان دید. این حرکات در انگلیسی با واژه Gesture معرفی‌شده‌اند. در لغتنامه دهخدا واژه Gesture (به انگلیسی تلفظ می‌شود جسچر /ˈdʒes.tʃər/) با عنوان ژست و به این‌گونه معنی شده است: «حالت و حرکت یا حرکات خاص که به دست یا سر یا تن دهند» (۱). در لغتنامه کمبریج نیز معنی این کلمه این‌طور بیان‌شده است: حرکات دست‌ها، یا سر یا جاهای دیگر که برای بیان اندیشه یا احساس استفاده می‌شود (۲).

سؤال اینجاست که این‌گونه از حرکات چه نقشی دارند؟ باور عمومی این است که این حرکات اثربخشی خاصی ندارند و به ویژه هنگام یادگیری انجام عملیات ریاضی توسط کودکان نباید استفاده شوند. ولی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این حرکات اطلاعات با معنایی را انتقال می‌دهند که اغلب نمی‌توان آن‌ها را از طریق کلام منتقل کرد (۶-۳). برای نمونه، وقتی گابر و گولدین-مدو (۷) از بزرگ‌سالان و کودکان خواستند راه‌حل‌های انتخابی خود برای حل مسئله برج هانوی[1] -که نیازمند استفاده از الگوریتم‌های ریاضی پیچیده است- را توضیح دهند، هم بزرگ‌سالان و هم کودکان در حین صحبت‌های خود از حرکات دست و بدن استفاده می‌کردند، به طوری که حرکات آن‌ها حاوی اطلاعاتی بود که در صحبت‌های آن‌ها نبود. این حرکات ممکن است یک بینش و هشیاری خاص در انتخاب روش حل مسئله ایجاد کنند. علیبالی و همکاران (۴) دریافتند که وقتی از افراد خواسته می‌شود تا روش حل یک مسئله ریاضی را توضیح دهند، حرکات آن‌ها می‌تواند روشی که برای حل مسئله بکار برده‌اند را پیش‌بینی کند.

تحقیقات مرتبط با نقش اشارات و حرکات[2] قسمت‌های مختلف بدن در سازوکارهای شناختی[3] اغلب روی کودکان تمرکز داشته است. نقش استفاده از انگشتان و دست‌ها در شمارش/جمع/تفریق ساده (۸، ۹)، توضیح حل مسائل ریاضی (۷، ۱۰)، کار با چُرتکه (۱۱) – در چرتکه برای حل سریع و دقیق ریاضیات از حرکت دست استفاده می‌شود- و در کل یادگیری ریاضیات (۶، ۱۲) بررسی‌شده است. پرسشی که در این ارتباط مطرح می‌شود این است که آیا این حرکات به فرایندهای شناختی حل مسئله بزرگ‌سالان نیز کمک می‌کند؟ و اینکه چه ارتباطی بین این‌گونه حرکات و فرایندهای شناختی افراد بزرگ‌سال وجود دارد؟

حل یک مسئلهٔ حتی ساده در ریاضی به درگیری فرایندهای شناختی و به ویژه حافظه کاری نیاز دارد (۱۳). از سویی دیگر، اجرای حرکات خاص در حین حل یک مسئلهٔ ریاضی و توضیح نحوهٔ حل آن، در مقابل وقتی از این حرکات استفاده نشود، به‌احتمال‌زیاد نیازمند طرح‌ریزی حرکتی، اجرا و هماهنگی دو سیستم حرکتی و شناختی است (۱۴). بنابراین انتظار می‌رود هنگام نمایش نحوهٔ حل یک مسئلهٔ ریاضی، سازوکارهای حرکتی باعث تحمیل اضافه‌بار شناختی و درنتیجه تأثیر منفی بر عملکرد حل مسئله شود (۱۵، ۱۶). پیش‌بینی متفاوت و جایگزین این است که شاید این حرکات با فرایند حل مسئله ریاضی تشکیل یک سیستم یکپارچه می‌دهند

[1]. Tower of Hanoi
[2]. gestures
[3]. cogintion

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

که در آن دو سیستم حرکتی و شناختی با هم همکاری می‌کنند تا فرد راحت‌تر و بهتر مفهوم را برساند (۱۰). گولدین-مدو و همکاران (۱۰) این دو پیش‌بینی را با استفاده از روش تکلیف دوگانه مورد آزمایش قرار دادند. آن‌ها از کودکان و بزرگ‌سالان خواستند در طول زمانی که مشغول توضیح نحوهٔ حل یک مسئله ریاضی (جمع و تفریق‌های سادهٔ اعداد تک‌رقمی برای کودکان، فاکتور گرفتن در حل یک معادلهٔ درجه دو برای بزرگ‌سالان) بودند، فهرستی از حروف یا کلمات را به ذهن بسپارند و در ادامه به یاد آورند. یافته‌های این پژوهش نشان داد وقتی افراد حین توضیحات خود از دستان خود استفاده می‌کردند، نسبت به وقتی‌که از دست‌ها استفاده خاصی نمی‌کردند، عملکرد بهتری در تکلیف حافظه از خود نشان دادند و کلمات و حروف بیشتری را به یاد آورند؛ بنابراین، استفاده از دست‌ها در زمان انجام محاسبات ذهنی نتنها بار شناختی تحمیل‌شده به حافظه را افزایش نداد و منجر به افت عملکرد حافظه نشد، بلکه باعث افزایش ظرفیت شناختی و تسهیل/بهبود عملکرد حافظه نیز شد. در تحقیقات دیگر نیز همین نتایج تکرار شده است (۱۹-۱۷).

در تحقیقاتی که در زمینه رابطه شناخت و حرکت در بزرگ‌سالان انجام‌شده مشخص‌شده که حرکت شناخت را تسهیل می‌کند. با این وجود محدودیت‌ها و سؤالاتی در خصوص یافته‌های این تحقیقات می‌توان طرح کرد که انجام پژوهش‌های دیگر با تغییراتی در طرح تحقیق را ضروری می‌کند. برای مثال، در تحقیقاتی که توسط گولدین-مدو و دانشجویانش [مانند، گابر و گولدین-مدو (۷) در حل مسئله برج هانوی؛ کوک و همکاران (۱۸) در حل معادلهٔ درجه دو] انجام‌شده، به دلیل نوع مسائل ریاضی استفاده‌شده برای آزمون، امکان مقایسهٔ عملکرد در تکلیف ملاک در شرایط استفاده کردن یا نکردن از حرکات وجود نداشته است و محققین تنها عملکرد تکلیف دوگانه (تکلیف حافظه) را ملاک نتیجه‌گیری‌های خود قرار داده‌اند. همچنین در این پژوهش‌ها بررسی نشده که آیا حرکت دیگر بخش‌های بدن (مثل اشارات سر[1]) نیز باعث تسهیل عملکرد شناختی می‌شود؟ کارلسون، آورمایدز، کری و استراسبرگ (۲۰) با استفاده از تکلیف شمارش نمادهای متنوع ویژه تایپ، مانند "*"، "#"، "$"، "!"، یا "@"، نشان دادند اکثر بزرگ‌سالان هم‌زمان با شمارش، با انگشت به آیتم‌ها اشاره می‌کنند و وقتی در آزمایشی دیگر به شرکت‌کنندگان اجازهٔ استفاده از دست‌ها داده نشد، آن‌ها از حرکت سر یا پا برای این کار کمک می‌گرفتند و هنگام جمع و تفریق با خود حرف می‌زدند. این کار پژوهشی از لحاظ ایده و نوآوری در روش‌شناسی قابل ستایش است، ولی محدودیت عدم بررسی استفاده و نقش منابع شناختی در این تحقیق مشهود است. پرسشی که در این تحقیق سعی شده به آن پاسخ داد شود آن است که اگر از تکلیفی کمی متفاوت مثل شمارش آیتم‌های همسان که شاید شمارش آن گیج‌کننده و دشوارتر از شمارش نمادهای متنوع است استفاده شود و به بزرگ‌سالان اجازه توضیح روش حل مسئله داده نشود چه خواهد شد؟ آیا در این شرایط نیز این حرکات باعث افزایش کارایی فرایند حل مسئله و کاهش بار شناختی حافظه می‌شوند؟

هدف اصلی این پژوهش بررسی نقش حرکات و اشارات خاصی از بدن در محاسبات ساده ریاضی در بزرگ‌سالان بود. با این هدف کلی و در راستای پاسخگویی به پرسش‌هایی که در فوق طرح شد، در پژوهش حاضر از یک تکلیف شمارش جذاب و سرگرم‌کننده (شمارش مربع‌های رنگی همسان) برای ارزیابی کارایی انجام عملیات ذهنی ریاضی استفاده شد و سرعت و دقت بزرگ‌سالان در انجام این تکلیف در سه وضعیت

[1]. nodding

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

حرکتی متفاوت ارزیابی و مقایسه شد. منابع حافظهٔ کاری تخصیص‌یافته به اجرای تکلیف شمارش نیز با استفاده از روش تکلیف دوگانه و یک تکلیف یادآوری حروف ارزیابی و در شرایط استفاده کردن و نکردن از حرکات در حین شمارش این مربع‌های رنگی مقایسه شد. پیش‌بینی ما در خصوص نتایج تحقیق این بود که این حرکات و اشارات از طریق کم کردن بارشناختی تحمیلی به حافظه کاری باعث تسهیل کارکردهای شناختی بزرگ‌سالان می‌شود. در خصوص کارکردها، سازوکارها و کاربردهای پدیدهٔ استفاده از حرکات بدن در حین انجام عملیات ریاضی در بزرگ‌سالان اطلاعات چندان زیادی موجود نیست؛ بنابراین ضروری است تا تحقیقاتی در این زمینه انجام شود. تحقیق حاضر تلاشی است ویژه برای درک عمیق‌تر کارکردهای این قبیل حرکات.

روش‌شناسی

شرکت‌کنندگان

در قالب یک طرح تجربی درون‌آزمودنی‌ها[1]، در این تحقیق ٤٧ دانشجو با میانگین سن ۳٫۵۱ ± ۲۳٫٤٥ سال به صورت داوطلبانه (با اخذ رضایت‌نامه کتبی) مشارکت کردند. از این میان، ۲۵ شرکت‌کننده زن (میانگین سن ۳٫۲۲ ± ۲۳٫٦۸ سال) و ۲۲ نفر مرد (میانگین سن ۳٫۸٦ ± ۲۳٫۱۸ سال) بودند. تنها افراد بدون مشکل کوررنگی یا مشکلات انکساری (به جز بینایی اصلاح‌شده با عینک) در تحقیق مشارکت داده شدند. همهٔ شرکت‌کنندگان از بین دانشجویان دانشگاه اصفهان انتخاب شدند، بنابراین این‌گونه فرض شد که از نظر سطح سواد ریاضیات پایه و شناسایی حروف زبان انگلیسی همگن هستند. شرکت‌کنندگان هیچ تجربه قبلی با تکالیف آزمایشی نداشتند و از اهداف ویژه تحقیق بی‌اطلاع بودند.

ابزارها و تکالیف

از یک رایانه شخصی با نمایشگر رنگی ال‌ای‌دی تخت ۱۵ اینچ و صفحه‌کلید استاندارد QWERTY که دارای دو برچسب حروف انگلیسی و فارسی بود برای اجرای تکالیف و جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد. با استفاده از نسخه حرفه‌ای نرم‌افزار تحت ویندوز ماکروسافت ویژوال استودیو ۲۰۱۷[2] دو تکلیف طرح تحقیق (تکلیف شمارش؛ تکلیف حافظه) برنامه‌نویسی و روی این رایانه اجرا شد.

تکلیف شمارش: در این تکلیف، آزمودنی موظف بود از بین مربع‌هایی با رنگ‌های مختلف و قابل‌تشخیص که با چیدمان تصادفی در نمایشگر رایانه توزیع می‌شد، یک رنگ مشخص را بشمارد. مربع‌ها با اندازه ۱×۱ سانتی‌متر به شکل یک جدول ۱۰×۱۰ (در کل ۱۰۰ مربع رنگی) در یک پس‌زمینه مشکی در صفحه توزیع‌شده بود و هر کدام با یکی از چهار رنگ اصلی آبی، قرمز، سبز و زرد مشخص بود. فضای خالی بین مربع‌ها هشت‌هزارم متر بود. این جدول به ابعاد ۱۵×۱۵ سانتی‌متر نمایش داده می‌شد. بقیه صفحه برای موارد دیگر شامل یک کادر سفید ۱×۳ سانتی‌متری برای ثبت پاسخ شمارش و همچنین یک کادر ۳×٤٫٥ سانتی‌متری

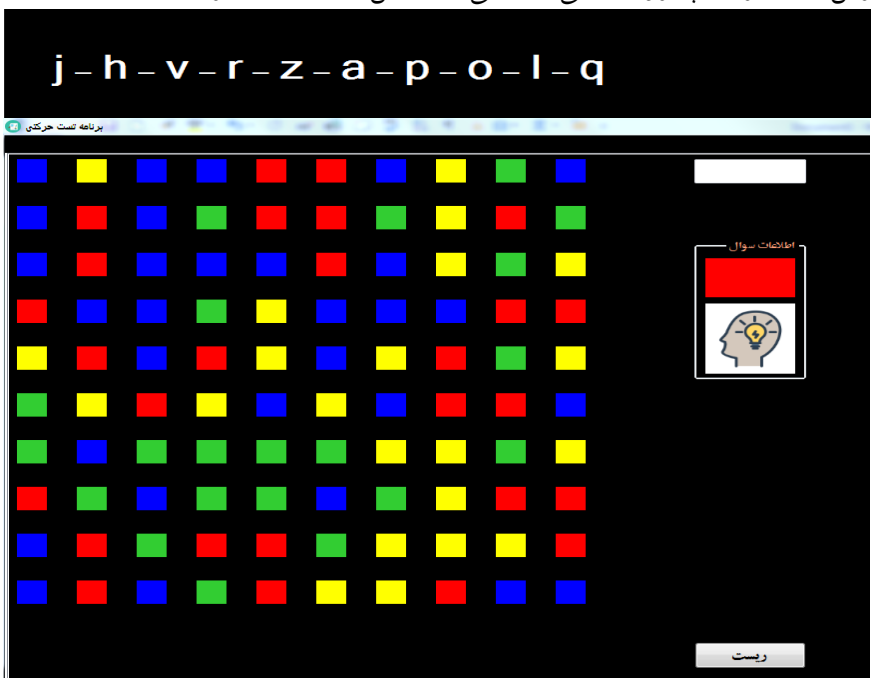
[1]. within-subject experimental design

[2]. Microsoft Visual Studio Professional 2017

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

ویژه نمایش و یادآوری اطلاعات شرایط آزمایش در نظر گرفته شد. در بالای این کادر، رنگی از خانه‌ها که از شرکت‌کننده درخواست می‌شد بشمرد، نشان داده می‌شد و در پایین آن وضعیت حرکتی که شرکت‌کننده با استفاده از آن مجاز به شمارش خانه‌ها بود، به صورت نمادین نمایش داده می‌شد. شکل ۱ (عکس پایین) نمای تکلیف شمارش را نشان می‌دهد. ایده اولیه انجام این تحقیق و طراحی تکلیف ویژه آن مسابقه‌ای بود که پیش از انجام این تحقیق در یکی از شبکه‌های تلویزیون در ایام تعطیلات نوروز پخش شد. نمونه‌های مشابه این تکلیف با عنوان تشخیص و شمارش اقلام هدف که در آن شرکت‌کننده موظف است در یک مجموعه از اقلام مشابه، مثل مربع یا دایره، اقلامی خاص، مثل یک مربع یا دایره با رنگ متمایز را شناسایی، ادراک و شمارش کند، در کتاب روانشناسی شناختی (۲۱، ص. ۱۴۳-۱۴۵) ارائه‌شده است.



شکل ۱- نمایی از یکی از کوشش‌ها: در این کوشش شرکت‌کننده موظف بود حروف ارائه‌شده (بالا) را پس از شمارش مربع‌های قرمز با کمک اشارات سر (پایین) بازیابی کند.

تکلیف حافظهٔ کاری: در این تکلیف حروفی به شرکت‌کنندگان ارائه شد و پس از گذر زمان و انجام تکلیف شمارش، دقت و زمان صرف شده برای بازیابی آن‌ها ارزیابی شد (۲۱، ص. ۲۰۷). در پژوهش‌های دیگری مثل تحقیق کوک و همکاران (۱۸) و گولدین-مدو و همکاران (۱۰) نیز برای ارزیابی بار شناختی تحمیل‌شده به حافظهٔ کاری از همین شکل از تکلیف حافظه و با روش تکلیف دوگانه استفاده‌شده است. در طرح تحقیق ۱۰ حرف کوچک[1] انگلیسی از بین ۲۶ حرف انگلیسی به صورت تصادفی انتخاب می‌شد. حروف با فونت Arial، اندازه قلم ۲۷ و Bold style به نمایش درآمد. برای متمایز شدن حروف از هم از علامت خط تیره بین آن‌ها استفاده شد. حروف با رنگ سفید و در یک پس‌زمینه مشکی به مدت ٤ ثانیه نمایش داده می‌شد (شکل ۱، بالا). نوع آیتم‌ها، تعداد و زمان نمایش بر اساس نتایج پایلوت و تحقیقات گذشته (۱۰، ۱۸) تعیین شد.

[1]. lowercase

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

طرح تحقیق، دست‌کاری‌های تجربی و روش اجرا

پژوهش در قالب یک طرح تجربی درون‌آزمودنی‌ها[1] انجام شد. به این صورت که هر شرکت‌کننده به صورت متغیر در هر یک از سه شرایط (الف) اشاره کردن با انگشت دست، (ب) اشاره با حرکات سر و (ج) بدون حرکت، به عنوان شرایط کنترل، آزمایش شد. برای از بین بردن اثر ترتیب، از روش متوازن‌سازی تقابلی مربع لاتین[2] استفاده شد. متغیرهای وابسته شامل دقت و سرعت شمارش مربع‌های رنگی، دو شاخص برای ارزیابی کارایی انجام عملیات ریاضی؛ و دقت و زمان صرف شده برای بازیابی حروف، دو شاخص برای ارزیابی بار تحمیل‌شده به حافظه کاری بودند.

دست‌کاری‌های آزمایشی به این صورت بود که در وضعیت شمارش با استفاده از اشاره انگشت، شرکت‌کننده موظف بود از انگشت سبابه دست غیر برتر خود برای اشاره و شمارش مربع‌های یک رنگ خاص استفاده کند و در حین شمارش دست برترش را روی صفحه‌کلید نگه دارد. در وضعیت شمارش با اشاره سر، شرکت‌کننده موظف بود از حرکات اشاره سر برای شمارش کمک بگیرد و دست برترش را روی صفحه‌کلید و دست غیر برتر خود را روی میز ثابت نگه دارد. در وضعیت بدون حرکت نیز وضعیت دست‌ها مشابه وضعیت حرکت سر بود و به شرکت‌کننده گفته شد حین شمارش مربع‌های رنگی مجاز به انجام هیچ حرکت آشکاری نیست. تعداد مربع‌ها از رنگ موردنظر که باید در هر کوشش شمارش می‌شد بین ۲۰ تا ۴۰ عدد به صورت تصادفی تغییر می‌کرد.

روش اجرا بدین ترتیب بود که ابتدا شرکت‌کنندگان در وضعیت راحت جلوی صفحه نمایشگر می‌نشستند، به طوری که فاصله نمایشگر تا چشم‌ها حدود ۶۰ سانتی‌متر باشد. سپس دستورالعمل نحوه اجرای آزمون در قالب یک فایل پاورپوینت استاندارد پخش می‌شد. هر شرکت‌کننده ۹ کوشش (۳ بلوک ۳ کوششی) انجام می‌داد. در هر بلوک هر سه وضعیت حرکتی (بدون اشاره، به عنوان شرایط کنترل؛ اشاره با انگشت دست؛ اشاره با حرکت سر) گنجانده‌شده بود و تفاوت بین بلوک‌ها تنها در ترتیب وضعیت‌های حرکتی بود. پیش از کوشش‌های اصلی، هر شرکت‌کننده برای آشنا شدن با شرایط و روند کار سه کوشش تمرینی که در آن ترتیب کوشش‌ها برای همه به صورت بدون حرکت، اشاره به دست و اشاره با سر بود. پایلوت نشان داد که سه کوشش تمرینی برای آشنایی شرکت‌کنندگان با شرایط کافی است. کار بدین گونه شروع می‌شد که با فشردن کلید اینتر[3] صفحه‌کلید توسط شرکت‌کننده، در یک پنجره از شرکت‌کننده درخواست می‌شد تا حروفی که ارائه می‌شوند را به خاطر بسپارد. با فشردن دوباره کلید اینتر حروف به نمایش درمی‌آمد و پس از چهار ثانیه ناپدید می‌شد. سپس، طی یک پنجره دیگر از شرکت‌کننده درخواست می‌شد مربع‌های رنگی موردنظر در کوشش (برای مثال زرد) را با یک وضعیت حرکتی خاص (برای مثال، اشاره با انگشت) بشمارد. فشردن کلید اینتر از سوی شرکت‌کننده جدول رنگ‌ها را نمایش می‌داد. شرکت‌کننده موظف بود پس از شمارش مربع‌های رنگی موردنظر کلید اینتر را فشار دهد و عدد مدنظرش را با بخش اعداد صفحه‌کلید و با دست برتر وارد کادر مخصوص کند و برای ثبت و تأیید پاسخش کلید اینتر را دوباره فشار دهد. زمان پاسخ از فشردن اینتر برای نمایش جدول مربع‌های رنگی (ظهور محرک) شروع و با فشردن دوباره اینتر پیش از ثبت پاسخ تمام

[1]. within-subjects design
[2]. latin square counterbalancing
[3]. Enter

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

می‌شد. در ادامه در پنجره‌ای از شرکت‌کننده درخواست می‌شد حروف نمایش داده‌شده در ابتدای کار را به یاد آورد و در کادری که به همین منظور ظاهر می‌شد آن‌ها را وارد و با فشردن دکمه اینتر آن را ثبت کند. برای محاسبه زمان بازیابی، از فشردن اینتر برای نمایش پنجره بازیابی حروف تا فشردن دوباره اینتر ثبت می‌شد. برای اطمینان از درستی ورود اعداد و حروف به شرکت‌کنندگان گفته شد عجله‌ای برای پاسخ (واردکردن عدد موردنظرشان برای تعداد مربع‌های رنگی و تایپ حروف بازیابی شده) نداشته باشند. به شرکت‌کنندگان گفته شد که بدون اینکه دقت را فدای سرعت کنند، تکالیف را با بیش‌ترین سرعتی که می‌توانند انجام دهند. در حین یا پس از اجرای هر بلوک هیچ بازخورد یا اطلاعات اضافی دیگری در خصوص پاسخ‌ها داده نمی‌شد. در پایان هر بلوک دو دقیقه استراحت لحاظ می‌شد. شرایط آزمایش، پارامترهای تنظیم‌شده و پاسخ‌های هر شرکت‌کننده در یک فایل اکسل ذخیره می‌شد.

روش‌های آماری

دو شاخص سرعت و دقت شمارش برای ارزیابی کارایی انجام عملیات ریاضی ساده تعریف و این‌گونه محاسبه شدند. سرعت شمارش به صورت زمان صرف شده برای شمارش هر مربع رنگی (بر حسب هزارم ثانیه برای هر مربع) تعریف شد. برای محاسبه، کل زمان صرف شده برای شمارش مربع‌های رنگی موردنظر در هر کوشش به تعداد کل مربع‌هایی که از هر رنگ خاص در آن کوشش باید شمرده می‌شد تقسیم شد. دقت شمارش برای هر کوشش با استفاده از معادله ۱ محاسبه و به درصد تبدیل شد.

معادله ۱: $CA_i = 100 - 100*ABS((N_i-n_i)/N_i)$

در این معادله، N_i: تعداد مربع‌های رنگی که در کوشش iام باید شمرده می‌شد، n_i تعداد مربع‌هایی که شرکت‌کننده در کوشش iام شمرده بود، ABS: علامت اختصاری تابع قدر مطلق و CA_i: دقت شمارش[1] در کوشش iام بودند.

در مورد تکلیف حافظه کاری، دقت در بازیابی حروف به صورت نسبت حروف بازیابی‌شدهٔ صحیح به تعداد حروف ارائه‌شده (۱۰ حرف) محاسبه و به درصد تبدیل شد و به همراه مدت زمان صرف شده برای بازیابی حروف برای ارزیابی وضعیت حافظه استفاده شدند.

اثر سه وضعیت آزمایشی طرح تحقیق بر چهار متغیر وابسته به‌طور جداگانه و با استفاده از تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مقایسه‌های چندگانه از روش مقایسه‌های پیش از تجربه به روش مقابله‌های هلمرت[2] و آزمون تی زوجی استفاده شد که در ان میانگین هر سطح از عامل (به جز آخرین سطح) با میانگین سطوح بعدی مقایسه می‌شود (۲۲).

نتایج

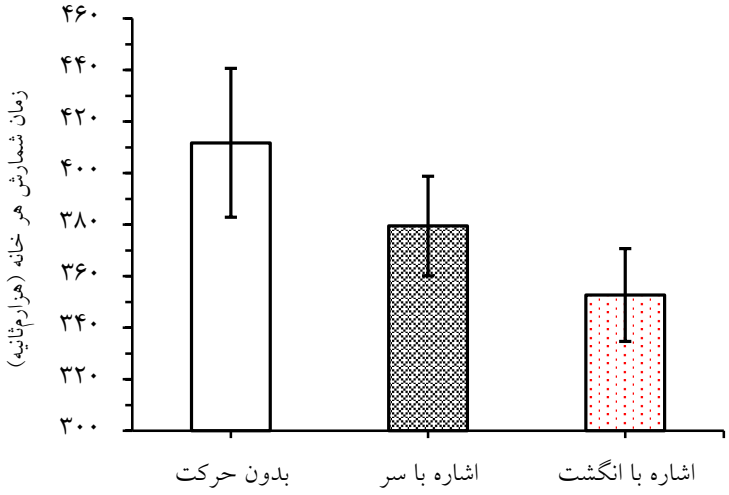
تکلیف شمارش

شکل ۲ نشان می‌دهد که بین سرعت شمارش شرکت‌کنندگان در سه وضعیت بدون حرکت، اشاره با حرکات

[1]. counting accuracy (CA)
[2]. Helmert contrasts

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

سر و اشاره با انگشت اشاره تفاوت وجود دارد. در تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری آزمون موچلی[1] نشان داد فرض کرویت برقرار نیست $\chi^2(2) = 14.96, p = 0.001$. در نتیجه، درجات آزادی با استفاده از برآوردهای گرینهوس-گیزر[2] با ضریب اپسیلون $\varepsilon = 0.78$ اصلاح شد. در تحلیل واریانس اثر وضعیت‌های حرکتی از نظر آماری معنادار شد $F(1.56, 71.72) = 9.04, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.16$. در ادامه نتایج مقایسه‌های چندگانه به روش هلمرت نشان داد میانگین زمان صرف شده برای شمارش هر خانه رنگی در وضعیت بدون حرکت ($M = 411.68 \pm 98.31$) بیش از دو وضعیت حرکتی دیگر (اشاره با سر و انگشت) بوده است [$t(92) = 3.79, p < 0.001$]، ولی تفاوت بین میانگین عملکرد در دو وضعیت اشاره با انگشت سبابه ($M = 352.70 \pm 61.37$) و اشاره با حرکات سر ($M = 379.43 \pm 65.81$) معنادار نبود [$t(92) = 1.92, p = 0.057$] (شکل ۲).

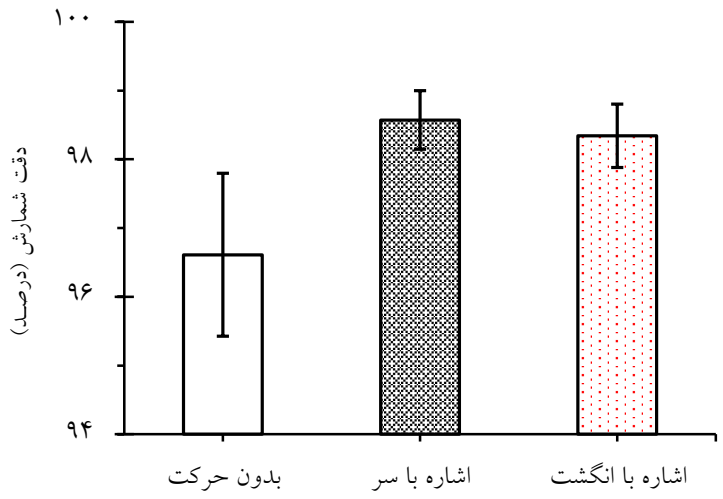


شکل ۲- زمان صرف شده برای شمردن هر مربع رنگی به عنوان معیار سرعت شمارش در وضعیت‌های بدون حرکت، اشاره با حرکات سر و اشاره با انگشت سبابه. Error Bars دامنه اطمینان ۹۵٪ (95% CI) هستند.

دقت شمارش شرکت‌کنندگان در سه وضعیت بدون حرکت، اشاره با حرکات سر و اشاره با انگشت اشاره در شکل ۳ نشان داده‌شده است. در تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری آزمون موچلی نشان داد فرض کرویت برقرار نیست $\chi^2(2) = 38.16, p = 0.001$. بنابراین، درجات آزادی با استفاده از برآوردهای گرینهوس-گیزر با ضریب اپسیلون $\varepsilon = 0.64$ اصلاح شد. در نتایج تحلیل واریانس اثر وضعیت‌های حرکتی معنادار شد $F(1.27, 58.53) = 9.70, p = 0.001, \eta_p^2 = 0.17$. در ادامه نتایج مقایسه‌های چندگانه به روش هلمرت نشان داد میانگین دقت شمارش در وضعیت بدون حرکت ($M = 96.61 \pm 4.03$) کمتر از میانگین دو وضعیت حرکتی دیگر (اشاره با سر و انگشت) بوده است [$t(92) = 4.38, p < 0.001$]، ولی تفاوت میانگین دقت شمارش دو وضعیت حرکتی اشاره با انگشت ($M = 98.34 \pm 1.57$) و اشاره با حرکات سر ($M = 98.57 \pm 1.45$) معنادار نبود [$t(92) = 0.48, p = 0.64$] (شکل ۳).

[1]. Mauchly's test of Sphericity
[2]. Greenhouse-Geisser estimates

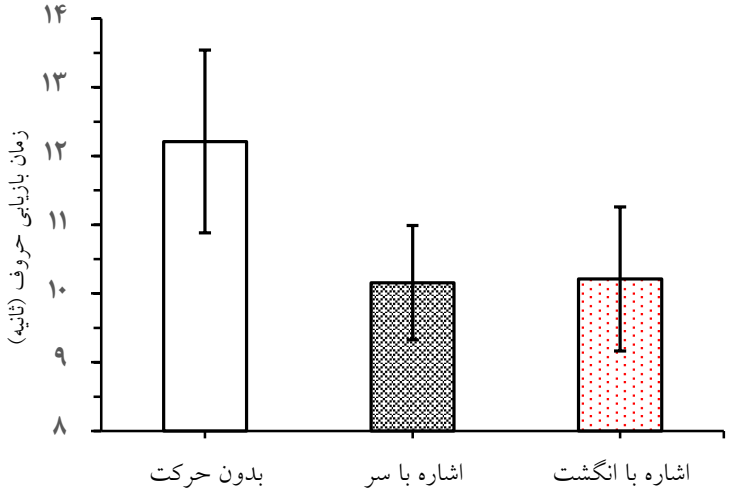
[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]



شکل ۳- دقت شمارش مربع‌های رنگی در وضعیت‌های بدون حرکت، اشاره با حرکات سر و اشاره با انگشت سبابه. Error Bars دامنه اطمینان ۹۵٪ (95 CI%) هستند.

تکلیف حافظه

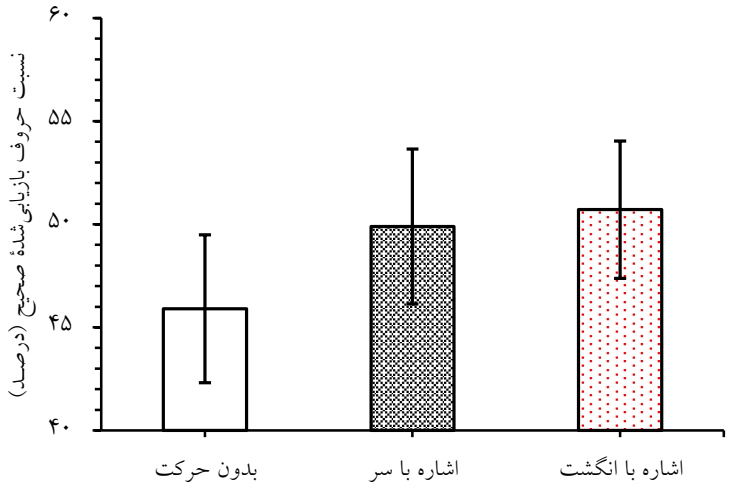
مدت زمان بازیابی حروف ارائه‌شده به شرکت‌کنندگان در سه وضعیت بدون حرکت، اشاره با حرکات سر و اشاره با انگشت سبابه در شکل ٤ نشان داده‌شده است. تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری نشان داد اثر وضعیت‌های حرکتی بر زمان صرف شده برای بازیابی حروف معنادار است F (2, 92) = 9.62, p < 0.001, η_p^2 = 0.17. در ادامه، نتایج مقایسه‌های چندگانه به روش هلمرت نشان داد میانگین زمان صرف‌شده برای بازیابی حروف در وضعیت بدون حرکت (M = 12.21± 4.53) بیش از میانگین دو وضعیت حرکتی دیگر (اشاره با سر و انگشت) بود [t (92) = 4.39, p < 0.001]، ولی میانگین زمان بازیابی حروف در شرایط اشاره با انگشت (M = 10.21 ± 3.57) تفاوت معناداری با وضعیت اشاره با حرکات سر (M = 10.16 ± 2.83) نداشت [t (92) = 0.10, p = 0.92] (شکل ٤).



شکل ٤- زمان صرف شده برای بازیابی حروف در وضعیت‌های بدون حرکت، اشاره با حرکات سر و اشاره با انگشت سبابه. Error Bars دامنه اطمینان ۹۵٪ (95 CI%) هستند.

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

در مورد دقت بازیابی حروف، نتیجه تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری نشان داد بین سه وضعیت بدون حرکت، اشاره با حرکات سر و اشاره با انگشت سبابه تفاوت معنادار وجود دارد $F (2, 92) = 3.35, p = 0.04, \eta^2_p = 0.07$. در ادامه، نتایج مقایسه‌های چندگانه به روش هلمرت نشان داد این نسبت در وضعیت بدون حرکت ($M = 45.90 \pm 12.21$) کمتر از میانگین دو وضعیت حرکتی دیگر (اشاره با سر و انگشت) بود [$t (92) = 2.56, p = 0.012$]، ولی تفاوت بین میانگین دقت بازیابی در دو وضعیت اشاره با انگشت ($M = 50.71 \pm 11.34$) و اشاره با حرکات سر ($M = 49.89 \pm 12.79$) معنادار نبود [$t (92) = 0.41, p = 0.68$] (شکل ۵).



شکل ۵- نسبت حروف بازیابی‌شدهٔ صحیح در وضعیت‌های بدون حرکت، اشاره با حرکات سر و اشاره با انگشت سبابه. Error Bars دامنه اطمینان ۹۵٪ (95% CI) هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر تعیین نقش استفاده از حرکات خاص بدن در عملیات شناختی (ذهنی) شمردن بزرگ‌سالان بود. پیش‌بینی ما این بود که این قبیل حرکات کارکردهای شناختی بزرگ‌سالان را تسهیل می‌کند. به این صورت که اگر بزرگ‌سالان در حین انجام عملیات ریاضی ساده شمارش از حرکت یکی از اعضای بدن خود (اشاره کردن با دست یا با سر) کمک بگیرند، دقت و سرعت بهتری در شمارش از خود نشان خواهند داد و بار شناختی کمتری را تجربه خواهند کرد. برای آزمون این فرضیه از افراد بزرگ‌سال درخواست شد در قالب یک تکلیف محاسباتی ساده، جدید و جذاب، مربع‌های رنگی را در سه وضعیت حرکتی مختلف بشمارند و هم‌زمان به یک تکلیف حافظه کاری پاسخ دهند.

نتایج بررسی عملکرد در تکلیف شمارش نشان داد که حرکات انگشت یا سر باعث می‌شود افراد سریع‌تر و دقیق‌تر (کارآمدتر) بشمارند و این ویژگی تابع نوع حرکت مورد استفاده (اشاره با سر یا انگشت) نیست. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های تحقیقاتی که در آن نقش این قبیل حرکات بدن در انواع عملیات ریاضی ساده یا پیچیده در بزرگ‌سالان (۷، ۱۸، ۲۰، ۲۳) بررسی‌شده همسو است. ویژگی یافته‌های پژوهش حاضر آن است که نقش حرکات و اشارات با دست و با سر در یک تکلیف متفاوت ریاضی که نیازمند ادراک و

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

شمارش اقلام هم‌اندازه و هم‌شکل با رنگ‌های متفاوت بود بررسی شد.

در طرح تحقیق، برای بررسی وضعیت استفاده از حافظه کاری از روش تکلیف دوگانه و تکلیف یادآوری حروف استفاده شد. یافته‌های مربوط به تکلیف حافظه نشان داد وقتی شرکت‌کنندگان حین شمارش از اشارات انگشت و سر استفاده کردند، نسبت به وقتی که حرکت آشکاری نداشتند، حروف بیشتری را سریع‌تر بازیابی کردند؛ بنابراین، احتمالاً این حرکات به آزاد شدن منابع شناختی و سبک‌تر شدن بار شناختی حین شمارش کمک کرده‌اند. این یافته با نتایج تحقیقات گولدین-مدو و همکاران (۱۰)، واگنر و همکاران (۱۷)، کوک و همکاران (۱۸) و مارستالر و بوریانووا (۱۹) همخوانی دارد؛ بنابراین، بر اساس نتایج تحقیق حاضر و تحقیقات گذشته با اطمینان بیشتری می‌توان گفت که حرکات سر و اشاره با انگشت حین انجام شمارش بار شناختی را کاهش می‌دهد.

اما این نوع از حرکت چگونه باعث تسهیل فرایندهای شناختی و کاهش بار شناختی می‌شود. تبیین‌های متفاوتی می‌توان در این خصوص ارائه کرد. با در نظر گرفتن نتایج پژوهش می‌توان این‌گونه بیان کرد که شاید این حرکات با فرایند حل مسئله ریاضی یک نظام یکپارچه ادراکی حرکتی کارآمدتر تشکیل می‌دهند. این تعامل بین حرکت و شناخت به تخصیص بهتر منابع توجه کمک می‌کند و یا باعث توزیع بهتر بار شناختی در حافظه می‌شود. از منظر توجه مشخص‌شده که تفاوت در مدیریت توجه به تفاوت ظرفیت حافظه کاری مرتبط است (۲۴، ۲۵). حرکات انگشت اشاره یا سر که با عمل شمارش همراه شده‌اند ممکن است کمک کند تا فرد توجهش را بر حرکات دست یا سر متمرکز کرده و به این وسیله اثر دخالت عوامل مزاحم و نامربوط را کمرنگ یا خنثی کند و در نتیجه از باری که حافظه متحمل می‌شود بکاهد. شاید این قبیل حرکات فضایی ایجاد می‌کنند که از طریق آن هماهنگی بین مفاهیم ذهنی با دنیای خارج تسهیل می‌شود. حرکت همراه با یک عمل ذهنی می‌تواند امکانی را فراهم کند که افراد با استفاده از این فرصت خارج از ذهن، بتوانند خلأهای ذهنی را با آن پر کنند (۲۶).

به نظر می‌رسد وقتی فرد از حرکات انگشت اشاره یا حرکت شبیه ضربه زدن با سر برای اشاره به خانه‌های رنگی استفاده می‌کند، هر خانه را می‌شمرد. این عمل مانند علامت زدن هر خانه رنگی، به عنوان «آیتم شمرده‌شده»، باعث سازمان‌دهی اطلاعات و برقراری نظم در ذهن می‌گردد. از سوی دیگر شاید شمردن به کمک این حرکات، فضایی را ایجاد می‌کند که حالتی آهنگین به عمل شمارش می‌دهد. حفظ ریتم برای شمارش منظم، بسیار مهم و حیاتی است (۲۷). حفظ این حالت منجر به شمارشی کم‌اشتباه‌تر می‌گردد و با هزینه کردن مدت زمان کمتر نسبت به وقتی اجارهٔ انجام حرکت داده نشده، میسر می‌گردد؛ اما در کوشش‌هایی که فرد مجاز به استفاده از حرکت نبوده، شاید بار اضافی حاصل از عدم وجود حرکت، باعث می‌شود حافظه متحمل بار پردازشی بیشتری جهت انجام عملیات شناختی شود و این اضافه‌بار به صورت تنزل در دقت و سرعت عملیات شمارش نمود پیدا می‌کند.

بر اساس نتایج پژوهش می‌توان استنتاج کرد که شاید توجه به چیزهای ادراکی با نمادسازی فیزیکی اشاره کردن از دور آسان‌تر می‌شود. این وضعیت شاید به فراهم شدن منابع اطلاعات بینایی اضافی و/یا پویا منجر می‌شود. این اطلاعات شاید موجب شکل‌گیری یا تحکیم ارتباط بین بازنمایی‌های ذهنی چیزهای شمارش‌شده با جهان خارجی (بیرون از ذهن) می‌شود. حتی این امکان نیز وجود دارد که وقتی افراد از حرکات دست و/یا سر خود استفاده می‌کنند این قبیل حرکات موجب استحکام ارتباط بین نقش و نمادهای

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

اعداد و بازنمایی‌های اعداد در ذهن می‌شود و این ارتباطات باعث آزاد ماندن بیشتر منابع حافظه کاری می‌شود. برای مثال، وقتی یک نفر چیزهایی را داخل یک صفحه تشخیص می‌دهد و می‌شمارد، مثل یک خانه با رنگ مشخص از بین تعداد زیادی خانه با رنگ‌های متنوع، امکان دارد از مکان حرکت دست برای مشخص کردن اینکه آیا چیز مورد نظر را پیش‌تر شمرده یا نه استفاده می‌کند. به‌طور مشخص، حرکت و مکان دست کمک می‌کند یک چیز را دو یا چند بار نشمرد. در صورتی که اگر از دست‌ها یا دیگر بخش‌های بدن خود به این منظور کمک نگیرد مجبور است بخش زیادی از منابع (ظرفیت) حافظهٔ کاری خود را برای به خاطر سپردن اینکه چیز مورد نظر را پیش‌تر شمرده یا نه اختصاص دهد (صرف کند).

در روند انجام این تحقیق نیز همانند دیگر پژوهش‌ها محدودیت‌هایی خواسته و/یا ناخواسته وجود داشت. در طرح تحقیق از شرکت‌کنندگان درخواست شد حین شمارش از یک وضعیت حرکتی خاص استفاده کنند. در دنیای واقعی در شرایط مشابه، ما اغلب با اختیار خود از حرکاتی متنوع استفاده می‌کنیم. بالا بردن روایی بیرونی یکی از اهداف همه تحقیقات آزمایشی است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی دادن اختیار انتخاب وضعیت‌های حرکتی متنوع به شرکت‌کنندگان و نقش تفاوت‌های فردی در انتخاب این حرکات حین انجام عملیات ریاضی بررسی شود. انجام تحقیق روی عملیات ذهنی با سطح دشواری متفاوت و افراد مسن و نیز بررسی جنبه‌های عصبی‌روانشناختی موضوع نیز زمینه‌های مناسب دیگری برای پژوهش‌های آینده هستند.

در رویکرد کلاسیک یا همان دیدگاه پردازش اطلاعات در خصوص شناخت، داده‌ها مستقل از بدن (غیر کالبدی)[1] بازنمایی می‌شوند و در فرایندهای ادراک، تفکر و عمل پردازش می‌شوند. به عبارتی دیگر، شناخت تنها به مغز وابسته است و جسم در شکل‌گیری آن نقش چندانی ندارد. رویکرد دیگری در خصوص شناخت مطرح است که با عنوان شناخت تجسم‌یافته[2] مشهور است (۲۸). این رویکرد بیان می‌کند که نظام‌های حسی و حرکتی از پایه با پردازش‌های شناختی ادغام‌شده‌اند؛ و اینکه شناخت امری جسمانی است که با احساس و ادراک آمیخته است و ترکیبی از پردازش‌های مغزی و ساختارهای بدنی در شکل‌گیری شناخت دخالت دارند. بر این اساس، جنبه‌های مختلف جسم که در برگیرنده نظام حسی حرکتی، نظام ادراکی و تعاملات بدنی با محیط است در شکل‌گیری شناخت در انسان نقشی بنیادین دارند. ریشه‌های فکری این رویکرد نظری به قرن هیجدهم میلادی و اشارات هوسرل به نقش حس حرکت در ادراک برمی‌گردد، ولی فقط در چند دههٔ گذشته این دیدگاه به صورت تجربی مورد مطالعه قرار گرفته است (۲۹). در این ارتباط، رزنبام بیان می‌کند که به تازگی حجم فزاینده‌ای از تحقیقات نشان داده‌اند که وضعیت‌های حرکتی بیش از آنچه پیش از این تصور می‌شد به وضعیت‌های شناختی حساس‌اند. تحقیقاتی که ارتباط بین شناخت و حرکت را زمینه اصلی خود قرار داده‌اند نشان داده‌اند که از بدن برای کمک به تفکر استفاده می‌شود و بدن دقیق‌تر از آنچه انتظار می‌رود حالات ذهن را بیان می‌کند. این نشان می‌دهد که شناخت کنش‌مند[3] است (۳۰، ص. ۳۸۶). از جنبه نظری، نتایج تحقیق حاضر در تأیید پیش‌بینی‌های دیدگاه شناخت جسم‌آگین به صورت تجربی نشان می‌دهد که حرکات قسمت‌هایی از بدن در فعالیت شناختی شمارش نقش دارد و اینکه رفتارهای حرکتی بیش از آنچه در

[1]. amodal
[2]. embodied cognition
[3]. enactive

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

رویکرد پردازش اطلاعات تصور می‌شود با شناخت در ارتباط است.

شمارش مهارتی است که کاربردهای زیادی در زندگی روزمره برای همه افراد دارد. در آموزش ریاضیات اعتقاد بر این است که استفاده از انگشتان و کمک گرفتن از آن‌ها در هنگام یادگیری و انجام محاسبه و شمارش باید منع شود؛ اما نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که حرکت شاید از طریق تسهیل ارتباطات کلامی و غیرکلامی بین عمل ذهنی و محیط پیرامون، سازمان‌دهی اطلاعات، ایجاد ریتم یا حفظ تمرکز توجه به مواردی که باید شمارش شود، باعث کارآمدتر شدن کارکردهای شناختی می‌شود. بنابراین از جنبه کاربردی و به عنوان نتیجه‌گیری پایانی باید گفت، ما می‌توانیم هنگام انجام محاسبات از فوایدی که حرکت در سبک کردن بار شناختی ایجاد می‌کند، بهره ببریم و با کمک گرفتن از نقشی که حرکت در افزایش کارکردهای شناختی ایفا می‌کند، شمارش کارآمدتری داشته باشیم. از سویی دیگر، می‌توان به افرادی که در آموزش مهارت‌های ریاضی فعالیت می‌کنند توصیه کرد که برای تسهیل فرایندهای شناختی درگیر در مهارت‌های ریاضی ساده، از حرکات استفاده کنند و به ویژه کودکان را از انجام این حرکات هنگام انجام حساب منع نکنند. در مجموع پژوهش حاضر، نشان داد ما در حین انجام برخی از اعمال ریاضی ساده، مثل شمردن، با کمک گرفتن از حرکات بخش‌هایی از بدن مثل دست و سر قادریم با افزایش ظرفیت شناختی موجب تسریع و/یا افزایش دقت عملیات ریاضی شویم.

تشکّر و سپاسگزاری

نویسندگان وظیفه خود می‌دانند از همه شرکت‌کنندگان پژوهش تشکّر کنند.

References

1. Dehkhoda AA. Dehkhoda dicctionary Tehran, Iran. 1931. https://tinyurl.com/3ynzrku3.
2. Cambridge Dictionary. https://tinyurl.com/cwh5n27w.
3. Cartmill EA, Beilock S, Goldin-Meadow S. A word in the hand: Action, gesture and mental representation in humans and non-human primates. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2012;367(1585):129-43.
4. Alibali MW, Bassok M, Solomon KO, Syc SE, Goldin-Meadow S. Illuminating mental representations through speech and gesture. Psychological Science. 1999;10(4):327-33.
5. Dargue N, Sweller N, Jones MP. When our hands help us understand: A meta-analysis into the effects of gesture on comprehension. Psychol Bull. 2019;145(8):765-84.
6. Soylu F, Lester Jr FK, Newman SD. You can count on your fingers: The role of fingers in early mathematical development. Journal of Numerical Cognition. 2018;4(1):107-35.
7. Garber P, Goldin-Meadow S. Gesture offers insight into problem-solving in adults and children. Cognitive Science. 2002;26(6):817-31.
8. Graham TA. The role of gesture in children's learning to count. Journal of Experimental Child Psychology. 1999;74(4):333-55.
9. Alibali MW, DiRusso AA. The function of gesture in learning to count: More than keeping track. Cognitive development. 1999;14(1):37-56.

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

10. Goldin-Meadow S, Nusbaum H, Kelly SD, Wagner S. Explaining math: Gesturing lightens the load. Psychological Science. 2001;12(6):516-22.
11. Brooks NB, Barner D, Frank M, Goldin-Meadow S. The role of gesture in supporting mental representations: The case of mental abacus arithmetic Cognitive Science 2017:1–22.
12. Novack MA, Congdon EL, Hemani-Lopez N, Goldin-Meadow S. From action to abstraction using the hands to learn math. Psychological Science. 2014;25(4):903-10.
13. Raghubar KP, Barnes MA, Hecht SA. Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. Learning and individual differences. 2010;20(2):110-22.
14. Andersen RA. Coordinate transformations and motor planning in posterior parietal cortex. In: Gazzaniga MS, editor. The cognitive neurosciences. Cambridge, MA: MIT Press; 1995. p. 519-32.
15. Hayhoe MM, Shrivastava A, Mruczek R, Pelz JB. Visual memory and motor planning in a natural task. Journal of vision. 2003;3(1):6-.
16. Salway AF, Logie RH. Visuospatial working memory, movement control and executive demands. British Journal of Psychology. 1995;86(2):253-69.
17. Wagner SM, Nusbaum H, Goldin-Meadow S. Probing the mental representation of gesture: Is handwaving spatial? Journal of Memory and Language. 2004;50(4):395-407.
18. Cook SW, Yip TKY, Goldin-Meadow S. Gestures, but not meaningless movements, lighten working memory load when explaining math. Language and cognitive processes. 2012;27(4):594-610.
19. Marstaller L, Burianová H. Individual differences in the gesture effect on working memory. Psychonomic Bulletin & Review. 2013;20(3):496-500.
20. Carlson RA, Avraamides MN, Cary M, Strasberg S. What do the hands externalize in simple arithmetic? Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2007;33(4):747-56.
21. Sternberg RJ, Sternberg K. Cognitive psychology: Nelson Education; 2016.
22. Hand DJ, Taylor CC. Multivariate analysis of variance and repeated measures: A practical approach for behavioural scientists. London: CHAPMAN & HALL; 1987.
23. Guthrie L, Mayer J, Vallée-Tourangeau F. The hands that guide the thinking: Interactivity in mental arithmetic. Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society. 2014;36.
24. Cowan N, Elliott EM, Saults JS, Morey CC, Mattox S, Hismjatullina A, et al. On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. Cognitive psychology. 2005;51(1):42-100.
25. Engle RW. Working memory capacity as executive attention. Current directions in psychological science. 2002;11(1):19-23.
26. Ballard DH, Hayhoe MM, Pook PK, Rao RP. Deictic codes for the embodiment of cognition. Behavioral and Brain Sciences. 1997;20(04):723-42.
27. Carlson RA, Cassenti DN. Intentional control of event counting. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2004;30(6):1235-51.

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]

28. Shafiei F, Ghassemzadeh H. The emerging approaches in the study of cognition: A review. Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry. 2021;7(6):126-39 (In Persian).
29. Cappuccio ML. Handbook of embodied cognition and sport psychology. Cambridge, Massachusetts: MIT Press; 2019.
30. Rosenbaum DA. Human motor control. Cambridge, Massachusetts: Academic Press; 2009.

[Downloaded from jrsm.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.22520716.1399.100.100.56.5]