



כמה שיותר, יותר טוב? מה קורה במוחכם בזמן ריבוי משימות

Sina Alexandra Schwarze*, Caroline Poppa*, Sarah Margo Gawronska* | Yana Fandakova*

המרכז לפסיכולוגיה של תוחלת חיים, מכון מקס פלנק להתפתחות אנושית, ברלין, גרמניה

סוקרים צעירים

TORBEN

גיל: 12



האם אי פעם חשבתם מה קורה במוחכם כשאתם מבצעים משימות רבות במקביל? אף על פי שמצב זה מתרחש לעיתים קרובות במהלך היום, מגבלות של יכולתנו המנטלית מונעות ממוחותינו מלעבד באמת כמה מטלות בו בזמן. במקום זאת, אנו למעשה מחליפים ביניהן. הדבר מתבצע כל כך מהר שאנו עשויים אפילו שלא להיות מודעים לכך. שני אזורי מוח נראים כחשובים במיוחד עבור ריבוי משימות (מולטיטסקינג) – קליפת המוח הקודקודית וקליפת המוח הקדם-מצחית, שהאינטראקציה המורכבת ביניהן מהווה מוקד מתמשך לחקירה מדעית. הפופולריות ההולכת וגדלה של מכשירים טכנולוגיים חדשים כמו טלפונים ניידים, מפתה אותנו לבצע באמצעותם ריבוי משימות לעיתים תכופות יותר. עקב כך חיוני להבין כיצד ריבוי משימות משפיע על היכולת להשלים מטלה מהר ובצורה נכונה. שאלות רבות נותרו פתוחות לגבי ריבוי משימות והשפעותיו על המוח ועל כישורינו הקוגניטיביים. בד בבד, מחקרים שזמינים כיום מצביעים על חשיבות פיתוח הרגלי ריבוי משימות נבונים.

האם יותר יכול להפוך ליותר מדי?

לעיתים, יותר זה טוב יותר. דמיינו את עצמכם במטבח שלכם עם חברים, אופים את עוגיות השוקולד צ'יפס האהובות עליכם. היות שהכמות אינה מספקת, החלטתם להכפיל את

המתכון היום! בזמן שאתם אוספים את הרכיבים, הבטן המקרקרת מזכירה לכם את מה שלמדתם בשיעור ביולוגיה האחרון, על תפקידי העיכול המרתקים של חיידקי המעיניים. אתם מתחילים לחלוק את הידע שרכשתם בנושא עם חברים, ובו בזמן מנסים לחשב את הרכיבים הכפולים במתכון, ולערבב אותם יחד. אך רגע, כמה סוכר אתם צריכים בדיוק? כדי לוודא שהחישוב מבוצע נכון, אתם מבינים שעליכם להפסיק את ההסבר על חיידקי המעיניים. אם כן, ברור שיותר זה לא תמיד טוב יותר: בעוד שבטנכם עשויה להיות מסוגלת להתמודד עם עוגיות נוספות, הוספת מטלות לעיבוד עלולה להתברר לעיתים כיותר מדי עבור מוחכם.

ודאי ביצעתם שני דברים, כמו למשל אפייה ודיבור עם חברים, באופן נפרד, פעמים רבות ללא כל בעיה. אך, אם תנסו לבצע את שניהם בבת אחת, אתם עשויים למצוא את עצמכם מתקשים להתמודד עם כל אחת מהמטלות. זהו המחיר של ריבוי משימות, והוא בא לידי ביטוי כאשר אתם המשאבים הקוגניטיביים (של המוח) נדרשים עבור שתי מטלות או יותר באותו הזמן.

קוגניטיבי (Cognitive)

שקשור לתהליכים מנטליים כמו למידה, חשיבה, זיכרון ופתרון בעיות, אשר מבוצעים על ידי המוח.

מדוע מדעני מוח מתעניינים בריבוי משימות? סביר להניח שבני אדם תמיד ביצעו ריבוי משימות, אולם לאחרונה טכנולוגיות חדשות גרמו לכך להיות מאפיין שכיח יותר של פעילויותינו היומיומיות. טלפונים חכמים, לדוגמה, היו עבורנו לבגני לווייה קבועים, ולעיתים קרובות משמשים אותנו לביצוע כמה דברים בו בזמן.

ריבוי משימות מוגבר מעורר מגוון שאלות ודאגות. הורים ומורים רבים מודאגים מכך שדור של צעירים חובבי טכנולוגיה יפצל את הקשב שלו יותר מדי בין פעילויות שונות, ועלול לגדול לחבורה בלתי ממוקדת של "מוחות מפוזרים". אולי תהיתם בעצמכם לגבי ההשפעה של ריבוי משימות תכופות-האם זה "טוב" או "רע" עבורכם? לפני שנתייחס לשאלה זו, נדון בַמָּה הופך ריבוי משימות למאתגר, ונבחן מה קורה במוח בזמן זה.

צוואר בקבוק במוח?

מדוע יכולתנו לבצע שתי מטלות בו בזמן היא מוגבלת? מדענים פיתחו ניסוי מעבדה שהשוו בין הביצועים של משתתפים כאשר ביצעו מטלה אחת בלבד, לבין ביצועיהם שעה שביצעו שתי מטלות במקביל (איור 1, בהתבסס על המטלה שמתוארת ב-[1]). בשתי מטלות נפרדות, משתתפים התרכזו בסדרה של אותיות בודדות באנגלית. במטלה הראשונה הם היו צריכים לדווח אם האות הייתה תנועה או עיצור, ובמטלה השנייה, אם האות הייתה גדולה או קטנה. בשני המטלות אופן הדיווח נעשה באמצעות לחיצה על כפתור. במצב שנקרא 'מטלה בודדת', המשתתפים ביצעו רק מטלה אחת בכל פעם, בעוד שבמצב של 'מטלה כפולה' הם נדרשו להשלים את שתי המטלות בו בזמן. אם כן, בעוד שבמטלה הבודדת נדרשה רק לחיצה אחת על כפתור בתגובה לכל אות, המטלה הכפולה הצריכה שתי לחיצות כפתור לכל אות: אחת עבור החלטה לגבי עיצור/תנועה, ושנייה עבור החלטה אם האות גדולה או קטנה. בניסוי זה ובניסויים אחרים קמותו, נמצא כי משתתפים נוטים להגיב לאט יותר לכל אחת משתי המטלות במצב המטלה הכפולה, בהשוואה למצב המטלה הבודדת.

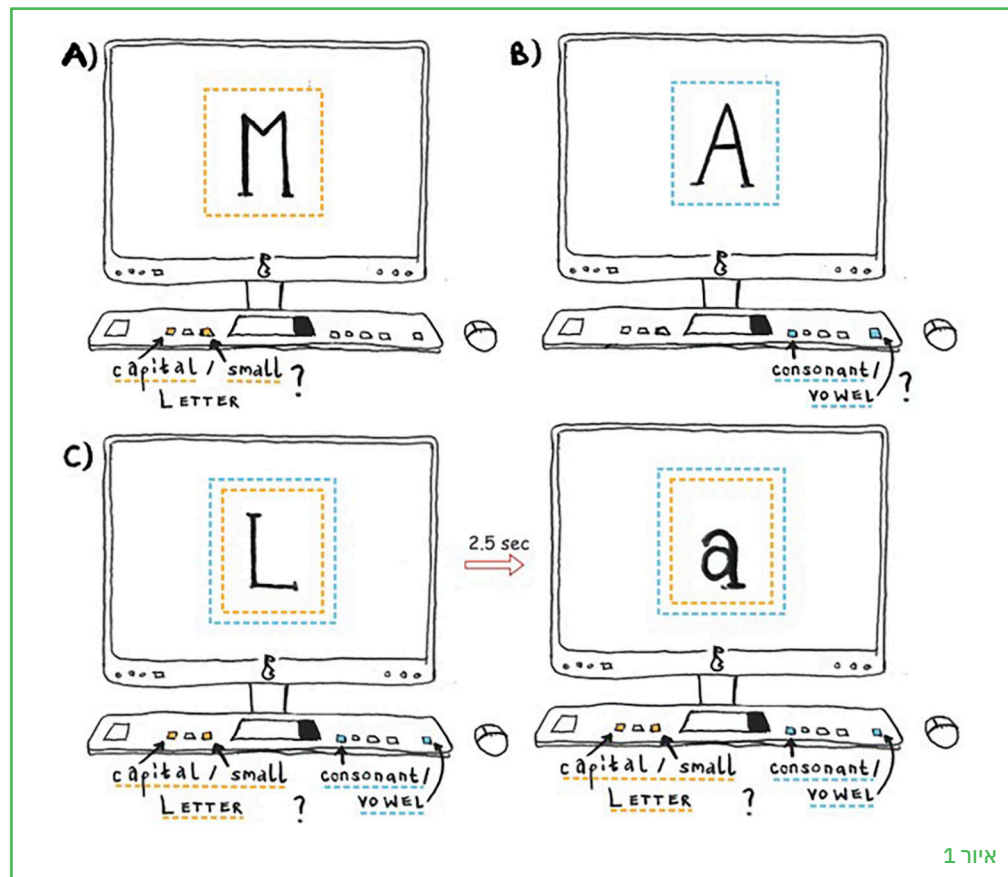
כדי להסביר את הממצא הזה, מדענים פיתחו כמה תיאוריות. אחת המובילות שבהן נקראת תיאוריית צוואר הבקבוק [2]. חֲשְׁבו על צוואר של בקבוק שמלא בחרוזים: בכל זמן נתון רק

תיאוריית צוואר הבקבוק (Bottleneck theory)

לפי תיאוריה זו, למוח יש יכולת מוגבלת לעיבוד מטלות מרובות בו בזמן, ממש כשם שחרוז אחד בלבד יכול לעבור דרך צוואר בקבוק צר בזמן נתון.

איור 1

מערך הניסוי. (A, B) במטלה הבודדת, משתתפים התמקדו בשאלה אם האותיות המוצגות נכתבו כאות גדולה (capital), או כאות קטנה (lowercase), ואם האותיות היו עיצורים (consonant) או תנועות (vowel). מטלות אלה בוצעו בנפרד, במהלך פרקי זמן בלתי תלויים. (C) במטלה הכפולה, משתתפים נדרשו להתמקד בשתי המשימות עבור כל אות בו בזמן, כשהמעבד בין אותיות התבצע בתוך 2.5 שניות.



איור 1

דימות תהודה מגנטית תפקודי (fMRI-functional magnetic resonance imaging)

טכנולוגיה זו עושה שימוש בשדה מגנטי חזק כדי לדמות את המוח. לדוגמה, כאשר משתתפים בניסוי עובדים על מטלה, דימות תהודה מגנטית תפקודי יכול להראות את אזורי המוח שמופעלים בזמן ביצוע אותה מטלה (לקריאה נוספת לחצו כאן).

קליפת המוח הקדם-מצחית (Prefrontal cortex)

אזור בחלק הקדמי של המוח, אשר מעורב בריבוי משימות על ידי בחירת מיפוי הגירוי-תגובה הנכון עבור מטלה, ויצירת תגובה מתאימה.

קליפת המוח הקודקודית (Parietal cortex)

אזור בחלק העליון האחורי של המוח, אשר מעורב בריבוי משימות באמצעות אחסון של מיפוי הגירוי-תגובה עבור כל מטלה.

חרוז אחד יכול לעבור דרך צוואר הבקבוק. באופן דומה, רק מטלה אחת בזמן נתון מסוגלת לנוע דרך צוואר הבקבוק של יכולת העיבוד המוגבלת שלנו במוח. המטלה האחרת צריכה להמתין עד שהמטלה הראשונה תושלם.

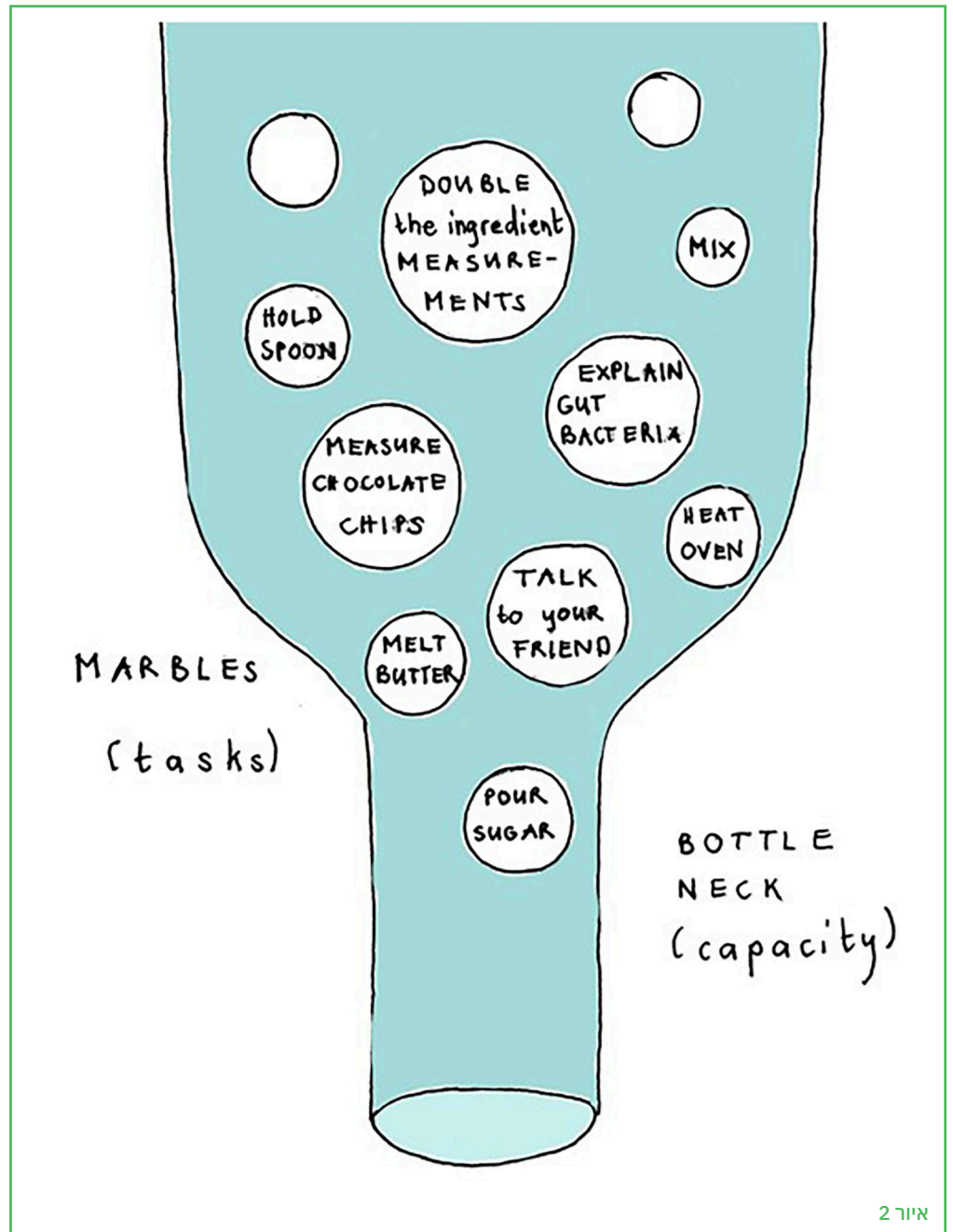
בדוגמה הקודמת שהבאנו, של אפיית העוגיות, ניתן לדמות את מדידת הסוכר תוך סיפור לחבריכם על שיעור הביולוגיה, כשני חרוזים נפרדים שמנסים לנוע דרך צוואר בקבוק. לאחר מכן, הכפלה מנטלית של מדידות המתכון מוסיפה חרוז שלישי שצריך לעבור דרך צוואר הבקבוק. חלק מהמטלות האלה מסובכות יותר, ולכן דורשות יותר מהקיבולת של מוחותיכם. מאפיין זה מיוצג על ידי גודל החרוז (איור 2). חרוזי המטלה אינם יכולים לנוע דרך צוואר הבקבוק באותו הזמן, ולכן מטפלים בהם זה אחר זה. לאחר ביצוע חלקי של מטלה אחת, אתם מחליפים במהרה למטלה הבאה, ואז חזרה לראשונה, באופן מחזורי. לכן, אתם מרגישים שאתם מבצעים כמה מטלות בו בזמן.

האם ישנם 'אזורים חמים' של ריבוי משימות במוח?

באמצעות טכנולוגיה שנקראת דימות תהודה מגנטית תפקודי (fMRI) [3], מדענים יכולים למדוד עד כמה אזורים שונים במוח פעילים בזמן שמישהו מבצע מטלה. בעזרת טכנולוגיה זו, מדענים זיהו שני אזורים עיקריים במוח שבהם מתרחש המעבד בין מטלות במהלך ריבוי משימות. קליפת המוח הקדם-מצחית וקליפת המוח הקודקודית פעילות יותר כאשר משתתפים משלימים שתי מטלות בו בזמן, בהשוואה למצב שבו הם מעבדים מטלה בודדת.

איור 2

תיאוריית צוואר הבקבוק.
 תיאוריית צוואר הבקבוק טוענת כי למוחנו יש יכולת מוגבלת של עיבוד וביצוע ריבוי משימות במקביל. כדי להמחיש את הרעיון הזה, דמיינו שמוחכם הוא בקבוק מלא חרוזים, וכל חרוז מייצג מטלה. כאשר אתם מבצעים מטלה אחת, החרוז התואם לה צריך לעבור דרך צוואר הבקבוק. אבל, רק חרוז אחד יכול לעבור דרך צוואר הבקבוק בכל פעם. באופן דומה, רק מטלה אחת יכולה להיות מעובדת במוחכם בזמן נתון. נוסף על כך חלק מהמטלות דורשות יותר קיבולת מוחית, והן מיוצגות על ידי חרוזים בגדלים שונים.
 = Marbles (tasks)
 (משימות)
 = Bottle neck (capacity)
 צוואר הבקבוק (קיבולת).



איור 2

גירוי

(Stimulus)

אירוע או רמז, כמו למשל תמונה או צליל, שמפעילים את קולטני החושים וגורמים לתגובה של אורגניזם.

מיפוי גירוי-תגובה

(S-R-mapping:

stimulus-response-mapping)

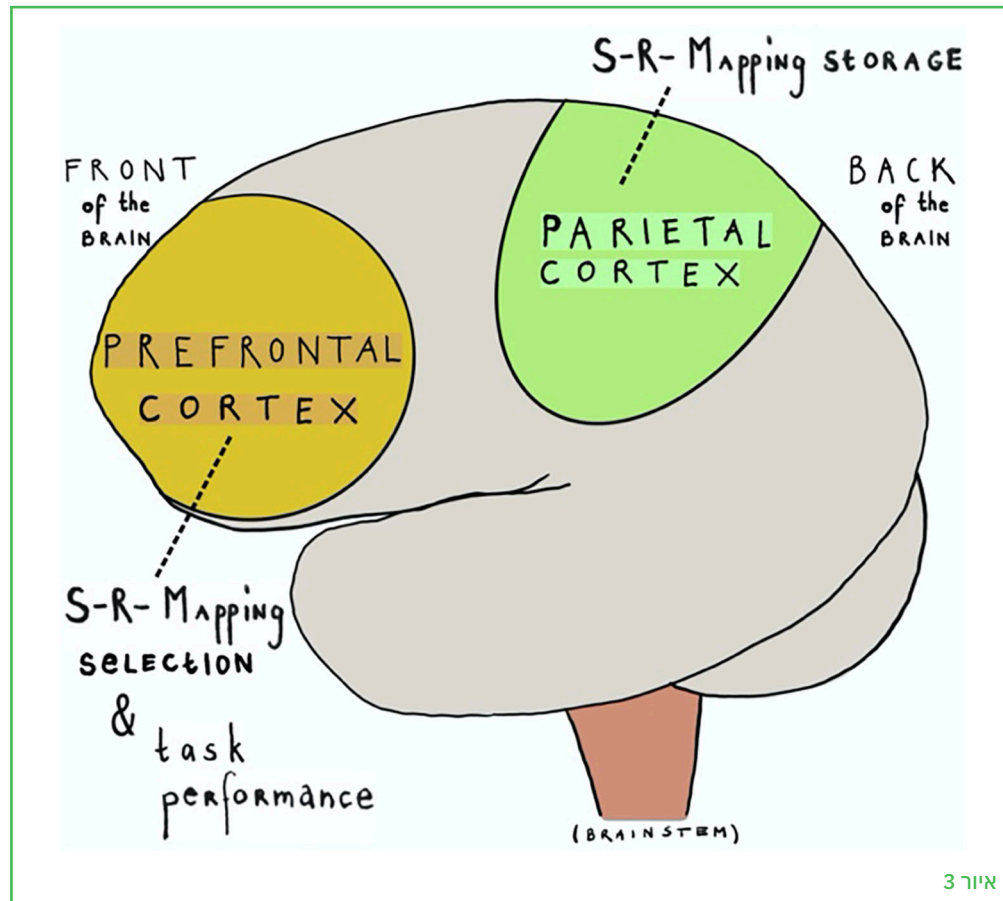
הקשר שבין גירוי לבין התגובה שמתאימה לו; ניתן לדמיין אותו כמפת דרכים שמחברת בין הגירוי לתגובה.

אם כן, נדמה שאזורי המוח האלה חיוניים עבור ריבוי משימות. באמצעות ניסויים מחוכמים, מדענים פיתחו רעיון לגבי מה אזורי המוח האלה עושים כשאנו מבצעים ריבוי משימות (איור 3). קליפת המוח הקודקודית מאחסנת את הקשר שבין אירוע חיצוני, כמו למשל תמונה או צליל (שנקראים גירוי), לבין התגובה שאמורה להתרחש בעקבותיו. זה נקרא מיפוי גירוי-תגובה. בניסוי הדוגמה שלנו, חוקי המטלה של לחיצה על כפתור שמאלי צהוב אם האות היא גדולה, ולחיצה על כפתור ימני כחול אם האות היא תנועה, הן דוגמאות למיפוי גירוי-תגובה שמאוחסן בקליפת המוח הקודקודית. קליפת המוח הקדם-מצחית חיונית לבחירת מיפוי הגירוי-תגובה הנכונים וליצירת תגובה ראויה. אם כן, אם תראו אות גדולה "A" במצב המטלה הבודדת בצהוב, קליפת המוח הקדם-מצחית תוודא שבתגובה לכך תלחצו על הכפתור השמאלי הצהוב [4]. קליפת המוח הקדם-מצחית עשויה להיות

מיקומו של צוואר הבקבוק. אימון אינטנסיבי בריבוי משימות יכול להגביר את המהירות שבה קליפת המוח הקדם-מצחית מעבדת מטלות מרובות [5], וכן לשפר את ריבוי המשימות אפילו עבור מטלות שלא תורגלו. אולם, איננו יודעים עד כמה ההשפעות האלה ארוכות טווח, ואם אימון מסייע לנו לשפר כישורי ריבוי משימות בחיי היומיום שלנו.

איור 3

אזורים במוח שמעורבים בריבוי משימות. קליפת המוח הקדם-מצחית (Prefrontal Cortex, בצהוב) וקליפת המוח הקודקודית (Parietal Cortex, בירוק) פעילות שתיהן במהלך ריבוי משימות. קליפת המוח הקודקודית מאחסנת (storage) מיפויי גירוי-תגובה (S-R-mapping), שמתארים את הקשר שבין אירוע חיצוני לתגובה שמתעוררת על ידי האירוע הזה. קליפת המוח הקדם-מצחית חיונית לבחירת (selection) מיפוי הגירוי-תגובה הנכון עבור המטלה, ליצירת תגובה מתאימה ולביצוע המשימה (task performance).
 Back of the brain – חלקו האחורי של המוח
 Front of the brain – חלקו הקדמי של המוח
 Brainstem – גזע המוח.



איור 3

מעניין לדעת כי חלק מהאנשים יכולים להחליף בין מטלות או בין מקורות של מידע בקלות רבה יותר מאחרים. גורמים רבים משפיעים על יכולת ריבוי המשימות, אך נמצא כי הגיל הוא חשוב במיוחד [6]. אולי הבחנתם בכך שלאחיים הצעירים קשה יותר לבצע כמה דברים במקביל לעומתכם, או שיכולת ריבוי המשימות שלכם השתפרה מאז שהייתם קטנים. הסיבה לכך היא שאזורי המוח שמעורבים בריבוי משימות והקשרים שלהם זה עם זה זקוקים לזמן כדי להתפתח, והם נעשים הכי חזקים בשלהי גיל ההתבגרות או בבגרות המוקדמת. ממש כפי שמוחכם ממשיך להשתנות אחרי גיל ההתבגרות, כך גם יכולת ריבוי המשימות שלכם. כשאנו מתקרבים לגילים של הסבים והסבתות שלנו, אזורי המוח שאחראים על החלפה בין מטלות מתפקדים באופן פחות יעיל, מה שגורם לריבוי המשימות להיות שוב קשה יותר [6].

אנו חיים בעידן ריבוי משימות הקשורות למדיה

ריבוי משימות יכול להיות מאתגר עבור אנשים ללא תלות בגיל, אך הוא גם ה"נורמלי החדש" של התקופה שבה אנו חיים. אפילו כשהמצב אינו דורש זאת, המכשירים האלקטרוניים שלנו

עשויים לפתות אותנו לבצע ריבוי משימות. לדוגמה, אתם יכולים ליהנות מהאזנה למוזיקה ולהתעדכן במדְּיָה חברתית בזמן שאתם משלימים את שיעורי הבית שלכם. באופן כללי, המחקר מציע כי ריבוי משימות הקשורות למדְּיָה עלול לפזר את תשומת הלב ולהרע את הזיכרון, מה שעשוי לפגום בלמידה ובביצוע מטלות. נוסף על כך ניסיון לבצע כמה דברים בו בזמן אינו חוסך זמן בהשוואה לביצוע מטלות זו אחר זו. נהפוך הוא, ריבוי משימות מְאָט אותנו! נדמה שזה נכון בדרך כלל אפילו עבור אנשים שמבצעים ריבוי משימות הקשורות למדיה לעיתים קרובות, והם בעלי "ניסיון" רב וביטחון ביכולתם להחליף בין מטלות [7]. אולם, לכלל הזה עשויים להיות יוצאי דופן מסוימים. נראה כי אנשים שמנוסים במשחקי וידיאו מסוגלים להחליף בין מטלות טוב יותר מאנשים שאינם מְשַׁחֲקִים, לכל הפחות אם המטלות אינן דומות מאוד [8]. אין זה מעיד בהכרח על כך שמשחקי וידיאו משפרים יכולות ריבוי משימות-ייתכן שאנשים שמשחקים במשחקים אלה טובים יותר מלכתחילה בהחלפה בין משימות. לבסוף, חוקרים עדיין עמלים במטרה לגלות אם לריבוי משימות באופן תכוף יש השפעות ארוכות-טווח, חיוביות או שליליות, על יכולותינו הקוגניטיביות, או על מוחותינו.

היו חכמים לגבי ריבוי משימות!

אף על פי שתיאוריית צוואר הבקבוק קיבלה תמיכה מרובה מניסויים מדעיים, ישנם גם הסברים מתחרים, ועדיין קיימים פערים בידע שלנו. נדרש מחקר נוסף כדי לחשוף כיצד ריבוי משימות פועל בדיוק, ומדוע הוא מאתגר עבור מוחותינו. ריבוי משימות "כאן כדי להישאר", ודאגות ביחס להשפעותיו ככל הנראה ימשיכו להתקיים עד שרְאִיֹּת מדעיות נוספות תהיינה זמינות. בינתיים, חשוב לזכור כי ריבוי משימות הוא יכולת אנושית, שאינה "טובה" או "רעה". בכל זאת, נסו להיות מודעים לאיליו סוגי פעילויות אתם משלבים. לדוגמה, אם מטלה היא חשובה ודורשת את תשומת ליבכם, כמו למשל למידה למבחן, מומלץ להתמקד בה ולהימנע מריבוי משימות. בניגוד לכך, אם זמן אינו מהווה עניין, והסיכון נמוך, ריבוי משימות לא יגרום נזק גדול. אם כן, בעוד שאינכם יכולים לתרגל את מוחותיכם כדי שיעבדו יותר ממטלה אחת בו בזמן, זיכרון של תיאוריית צוואר הבקבוק יוכל לסייע לכם לבצע ריבוי משימות בחוכמה!

תודות

אנו מודות לחברינו השותפים לפרויקט Mechanisms and Sequential Progression of Plasticity עבור תובנותיהם והמשוב שלהם למאמר.

מקורות

1. Dreher, J. C., and Grafman, J. 2003. Dissociating the roles of the rostral anterior cingulate and the lateral prefrontal cortices in performing two tasks simultaneously or successively. *Cereb. Cortex*. 13:329–39. doi: 10.1093/cercor/13.4.329
2. Pashler, H. 1984. Processing stages in overlapping tasks: evidence for a central bottleneck. *J. Exp. Psychol. Human*. 10:358–77. doi: 10.1037/0096.1523.10.3.358
3. Hoyos, P., Kim, N., and Kastner, S. 2019. How is magnetic resonance imaging used to learn about the brain? *Front. Young Minds*. 7:86. doi: 10.3389/frym.2019.00086
4. Worringer, B., Langner, R., Koch, I., Eickhoff, S. B., Eickhoff, C. R., and Binkofski, F. C. 2019. Common and distinct neural correlates of dual-tasking and task-switching: a

- meta-analytic review and a neuro-cognitive processing model of human multitasking. *Brain Struct. Funct.* 224:1845–69. doi: 10.1007/s00429-019-01870-4
5. Dux, P. E., Tombu, M., Harrison, S., Rogers, B. P., Tong, F., and Marois, R. 2009. Training improves multitasking performance by increasing the speed of information processing in human prefrontal cortex. *Neuron* 63:127–38. doi: 10.1016/j.neuron.2009.06.005
 6. Courage, M. L., Bakhtiar, A., Fitzpatrick, C., and Brandeau, K. 2015. Growing up multitasking: the costs and benefits for cognitive development. *Dev. Rev.* 35:5–41. doi: 10.1016/j.dr.2014.12.002
 7. Uncapher, M. R., and Wagner, A. D. 2017. Minds and brains of media multitaskers: current findings and future directions. *PNAS* 115:9889–96. doi: 10.1073/pnas.1611612115
 8. Karle, J. W., Watter, S., and Shedder, J. M. 2010. Task switching in video game players: benefits of selective attention but not resistance to proactive interference. *Acta Psychol.* 134:70–8. doi: 10.1016/j.actpsy.2009.12.007

פורסם אונליין: 15 בספטמבר 2023

נערך על ידי: Marcel Ruiz-Mejias

מנחים מדעיים: Vonnie Denise Christine Shields

ציטוט: Schwarze SA, Poppa C, Gawronska SM ו Fandakova Y (2023) כמה שיותר, יותר טוב? מה קורה במוחכם בזמן ריבוי משימות? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.584481-he

Schwarze SA, Poppa C, Gawronska SM and Fandakova Y (2021) The More, The Merrier? What Happens In Your Brain When You Are Multitasking? *Front. Young Minds* 9:584481. doi: 10.3389/frym.2021.584481

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © 2021 © 2023 Schwarze, Poppa, Gawronska ו Fandakova. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתיקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתיקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

TORBEN, גיל: 12

טורבן ילד בעל מוטיבציה גבוהה, מוכשר ואינטליגנטי. בבית הספר, הוא אוהב מדע, מתמטיקה, היסטוריה וגיאוגרפיה. אוהב לקרוא ספרים, ולומד ספרדית, צרפתית וגרמנית. מנגן בפסנתר ושר בכמה מקהלות. טורבן מגלה עניין מיוחד בנושאים שקשורים למדעי המוח. המורה שלו לאנגלית בחרה בו לדווח על משבר נגיף קוביד 19, הגורם למחלת הקורונה. כדי לעשות זאת, הוא הכין קטע בספוטטיפיי שבו ראיין את המורים



שלו על האופן שבו המגפה השפיעה על הוראה ועל למידה. הוא נהנה לרכוב על אופניים ולהשתתף בפעילויות במסגרת הצופים.

הכותבים

SINA ALEXANDRA SCHWARZE

סינה היא דוקטורנטית לחקר המוח שמרותקת מיכולתנו להתנהג בצורה מתאימה במצבים שמעולם לא חוונו בעבר. היא מתעניינת באופן שבו אנו יכולים להחליף בצורה גמישה בין מטלות שמציבות אתגרים שונים מאוד ליכולתינו. באמצעות בחינת ההבדלים באופן שבו ילדים ומבוגרים פותרים את המטלות האלה, והאופן שבו הפעילות המוחית שלהם והקשרים במוחותיהם שונים, היא מבקשת ללמוד כיצד המוח מתפתח כך שיהיה מסוגל להתנהגות גמישה כזו. כשאינה בוחנת תמונות של מוחות, תוכלו למצוא את סינה קוראת, מבשלת, מתרגלת יוגה, או רצה ומטיילת בטבע. *schwarze@mpib-berlin.mpg.de



CAROLINE POPPA

קרולין היא סטודנטית לתואר שני, וכיום מסיימת את התואר שלה בניורוביולוגיה ובהתנהגות. בד בבד היא מסייעת למדענים לבחון כיצד פלסטיות משנה את מוחותינו לאורך החיים. היא אוהבת לחקור פלסטיות במוח האדם, באמצעות טכנולוגיות מודרניות כמו דימות תהודה מגנטית תפקודי. קרולין מתעניינת במיוחד במנגנונים שמצויים בבסיס של למידה ושל פסיכולוגיה התפתחותית. פרט למדע, היא מחבבת ביצוע ספורט בחוץ, אומנויות ומוזיקת אינדי-פופ. בזמנה הפנוי היא רצה ביערות של ברלין לעיתים קרובות. *poppa@mpib-berlin.mpg.de



SARAH MARGO GAWRONSKA

מרגו היא סטודנטית לתואר שני במדעי המוח ששואפת להפוך את תשוקתה למחקר מדעי, למקצוע. היא מגלה עניין בנושאים רבים במדעי המוח, אך סקרנית במיוחד לגבי התפתחות של נירון-פלסטיות לאורך החיים, או היכולת של המוח להסתגל לשינויים בסביבה. לאחרונה, מחקרה התמקדו בפלסטיות ובשיקום בהפרעות נירולוגיות כמו למשל שבץ ומחלת פרקינסון. מרגו גם נהנית להשחזר את כישורי הנגינה שלה במנדולינה, לחקור את החוץ עם חברים, ולבנות מבצרים מרשימים מקרטון לחתול שלה. *gawronska@mpib-berlin.mpg.de



YANA FANDAKOVA

יאנה היא מדענית מוח קוגניטיבית התפתחותית. חוקרת כיצד מוח האדם משתנה כשאנו גדלים, וכיצד הוא מסייע לנו לזכור דברים חדשים, להשיג מטרות ולבצע מגוון מטלות שונות. היא גם מתעניינת באופן שבו ילדים ומבוגרים לומדים מיומנויות חדשות כמו רכיבה על אופניים או נגינה בפסנתר. כשאינה חוקרת או מלמדת, יאנה אוהבת לנסות טעמי גלידה חדשים, לבקר במקומות חדשים ולצאת להליכות ארוכות עם משפחתה. *fandakova@mpib-berlin.mpg.de



מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK