

## כיצד אנו יכולים ללמוד אוצר מילים של שפה זרה ביתר קלות?

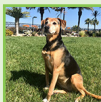
Brian Mathias<sup>1,2\*</sup>, Christian Andrä<sup>3,4</sup>, Katja M. Mayer<sup>5</sup>, Leona Sureth<sup>2</sup>, Andrea Klingebiel<sup>2</sup>, Gesa Hartwigsen<sup>6</sup>, Manuela Macedonia<sup>2,7</sup>, Katharina von Kriegstein<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה לפסיכולוגיה, האוניברסיטה הטכנית של דרזדן, דרזדן, גרמניה  
<sup>2</sup>קבוצת מחקר מנגנונים מוחיים של תקשורת אנושית, מכון מקס פלנק למדעי המוח והקוגניציה, לייפציג, גרמניה  
<sup>3</sup>המחלקה לחינוך מורים ותק"ר בתי ספר, אוניברסיטת לייפציג, לייפציג, גרמניה  
<sup>4</sup>המחלקה לספורט בתי ספר, הפקולטה למדעי הספורט, המכון לפסיכולוגיה של ספורט וחינוך גופני, אוניברסיטת לייפציג, לייפציג, גרמניה  
<sup>5</sup>המכון לפסיכולוגיה, אוניברסיטת מינסטר, מינסטר, גרמניה  
<sup>6</sup>קבוצת מחקר קוגניציה ופולסטיות על שם לים מיטנר, מכון מקס פלנק למדעי המוח והקוגניציה, לייפציג, גרמניה  
<sup>7</sup>המכון להנדסת מידע, אוניברסיטת יוהנס קפלר, לינץ, אוסטריה

### סוקרים צעירים

**ETHAN**

גיל: 10



**JAIDEN**

גיל: 13



האם אי פעם ניסיתם לזכור מילה בשפה זרה? באיזו אסטרטגיה השתמשתם? בכמה מחקרים, בדקנו את ההשפעות החיוביות של צפייה בתמונות וביצוע מחוות תוך הקשבה למילים בשפה זרה. גם התמונות וגם המחוות סייעו לתלמידי בית ספר יסודי ולמבוגרים לזכור טוב יותר את המשמעות של מילים בשפה זרה בהשוואה ללמידה על ידי הקשבה בלבד. עבור ילדים, תמונות ומחוות היו מועילות במידה זרה. עבור מבוגרים, מחוות היו יותר מועילות מתמונות. אזורים ויזואליים ומוטוריים במוח סייעו עם למידת מילים בשפה זרה. המחקרים שלנו מציעים שלמידת מילים בשפה זרה באמצעות תמונות ומחוות מסייעת ללומדים, מאחר שתמונות ומחוות מאפשרות גם לילדים וגם למבוגרים לחוות את משמעות המילים דרך כמה חושים.

## כיצד אנו לומדים אוצר מילים בשפה זרה?

שפות הן חשובות מאחר שהן מאפשרות לנו לתקשר זה עם זה. אנשים שחיים על כדור הארץ כיום מדברים יותר מ-6,000 שפות שונות [1]. בכל אחת מהשפות האלה יש עשרות אלפי מילים, או **אוצר מילים**, שמתייחס לאובייקטים בסביבה, לאנשים, למקומות, לרגשות ולמחשבות. מאחר שאתם קוראים את המאמר הזה, שכתוב בעברית, ייתכן שעברית היא **שפת האם (L1)** שלכם – השפה שאותה למדתם מלידה. ייתכן שגם למדתם עברית בבית הספר, ממורים או מספרים, או על ידי שמיעת מילים בעברית מחוץ לבית הספר. אם זה המצב, אז ככל הנראה למדתם עברית **כשפה זרה (L2)**. אחד הצעדים החשובים ללמידת שפה חדשה הוא ללמוד את אוצר המילים של השפה. זה דורש הרבה זמן ותרגול.

כדי ללמוד מילת L2, אנו צריכים לשמוע כיצד המילה נאמרת או לראות כיצד היא כתובה, וללמוד את המשמעות של אותה המילה. ילדים ומבוגרים משתמשים באסטרטגיות רבות כדי ללמוד מילות L2. הם יכולים, למשל, להקשיב להקלטות אודיו או ללמוד רשימות מילים. מחקרים עכשוויים מציעים ששיטות כאלה פחות אפקטיביות מאסטרטגיות משתמשות **בהעשרה** [2]. העשרה מתייחסת למידע שמוצג במהלך למידה שמאפשר לנו לחוות את משמעות המילה דרך כמה חושים [3]. במקום ללמוד מילת L2 על ידי הקשבה בלבד, לדוגמה, אנו יכולים לראות תמונה קשורה בזמן שאנו מקשיבים למילה. זה קורה כאשר קוראים ספרי תמונה, וכאשר לומדים אוצר מילים עם קלפי תמונות. אסטרטגיית העשרה אחרת יכולה להיות לבצע מחוות שמציגות את המשמעות של מילה בעת ההקשבה אליה. המילה *מטוס*, לדוגמה, יכולה להיות מוצגת על ידי הנעת הזרועות שלנו דרך האוויר כאילו שהן היו כנפיים.

צפייה בתמונות בעת הקשבה למילות L2 היא צורה של העשרה רב-חושית, מאחר שהשיטה הזו משתמשת במידע מכמה חושים – ראייה ושמיעה. ביצוע מחוות בעת הקשבה למילות L2 היא צורה של העשרה רב-חושית, מאחר שהשיטה הזו לא רק משתמשת במידע מהחושים, אלא גם בתנועות גוף. בחנו איזה סוג העשרה הכי סייע ללמידת L2 [3, 4], וכיצד המוח נתמך על ידי למידת L2 [3, 5, 6]. גם מבוגרים וגם ילדים למדו אוצר מילים L2 באמצעות שלוש שיטות שונות: הקשבה לאוצר מילים בעת צפייה בתמונות (העשרה רב-חושית), הקשבה לאוצר מילים בעת ביצוע מחוות (העשרה רב-חושית) והקשבה לאוצר מילים בלבד (ללא העשרה). ההשערה שלנו הייתה שראיית תמונות וביצוע מחוות בעת למידה יסייעו לילדים ולמבוגרים ללמוד טוב יותר מאשר למידה על ידי הקשבה בלבד.

## האם תמונות ומחוות מסייעות למבוגרים ללמוד מילים בשפה זרה?

ראשית בחנו את ההשערה שלנו אצל מבוגרים צעירים [3]. 22 מבוגרים שמעו מילות L2 ואת תרגומי ה-L1 שלהן במהלך חמישה ימי הכשרה. המבוגרים למדו מילים שהם אף פעם לא שמעו קודם, כמו למשל *giketa* ו-*diwume*. את הרשימה השלמה של מילים שמבוגרים למדו אפשר למצוא כאן. חלק מהמילים צומדו עם תמונות (איור 1). לדוגמה, כאשר מבוגרים שמעו את המילה הזרה שמשמעותה *אוהל*, הם גם ראו ציור של אוהל. מילים אחרות צומדו עם קטעי וידיאו של שחקנית שביצעה מחוות. לדוגמה, וידיאו של שחקנית ששותה מבקבוק דמיוני צומד

### אוצר מילים (Vocabulary)

קט של מילים  
שמשתמש בשפה.

### שפת אם (Native Language – L1)

שפה שאדם נחשף אליה  
והתחיל ללמוד מהלידה.

### שפה זרה (Foreign Language – L2)

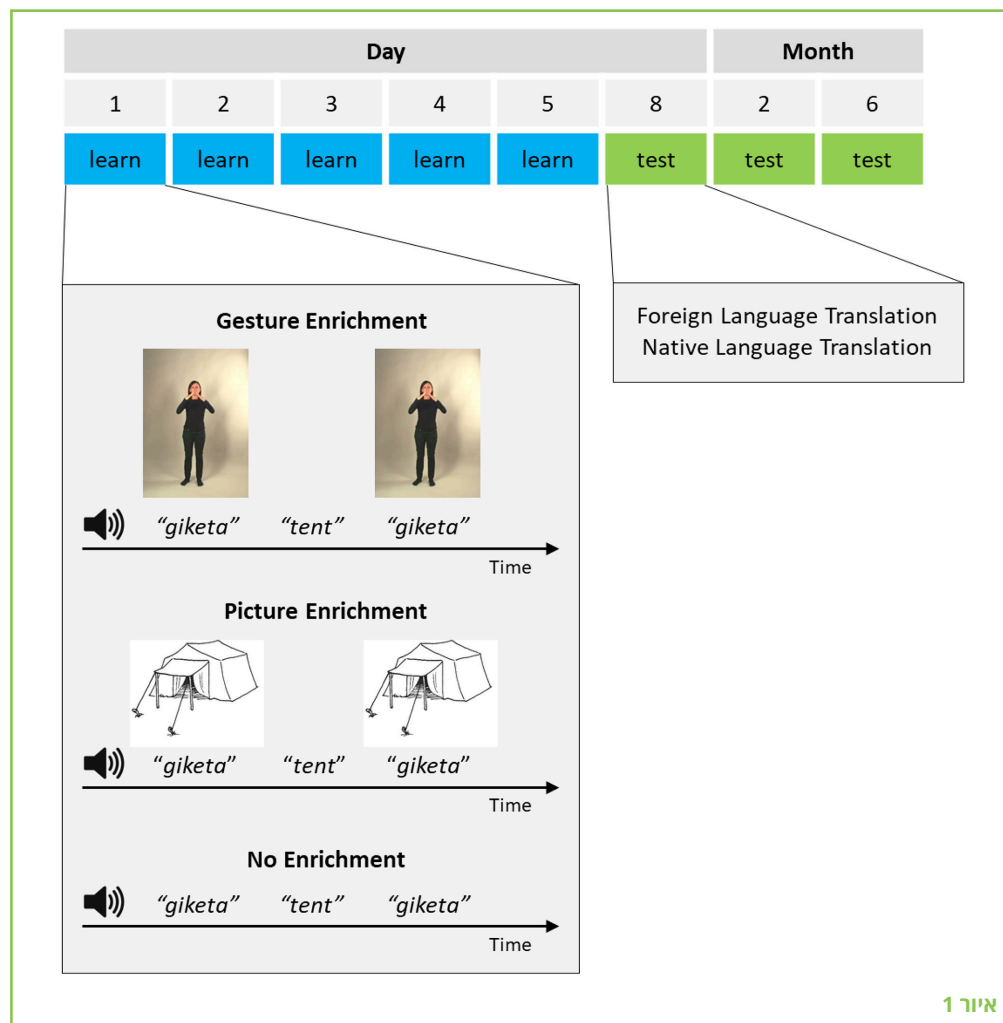
שפה שמדוברת בעיקר על ידי  
אנשים באזור אחר בעולם מזה  
של הדובר.

### העשרה (Enrichment)

נכחות של מידע משלים נוסף  
במהלך למידה, שמסייע  
להדגים את המשמעות של  
מילה בשפה זרה.

**איור 1**

**תהליך למידת שפה זרה.**  
 מבוגרים וילדים למדו מילים בשפה זרה במשך חמישה ימים. הם למדו מילים בשפה הזרה על ידי ביצוע מחוות (העשרת מחוות), על ידי צפייה בתמונות (העשרת תמונות), או על ידי הקשבה בלבד (ללא העשרה). המבוגרים והילדים השלימו את מבחני אוצר המילים שמונה ימים, חודשיים, ושישה חודשים לאחר הלמידה, שבהם התבקשו לתרגם רשימה של מילים בשפת האם (תרגום שפת אם) ורשימה של מילים בשפה זרה (תרגום שפה זרה).



איור 1

עם המילה שמשמעותה בקבוק. המבוגרים ביצעו את המחווא עם השחקנית. שאר המילים נלמדו רק באמצעות הקשבה לכל מילת L2 ולתרגום L1 שלה.

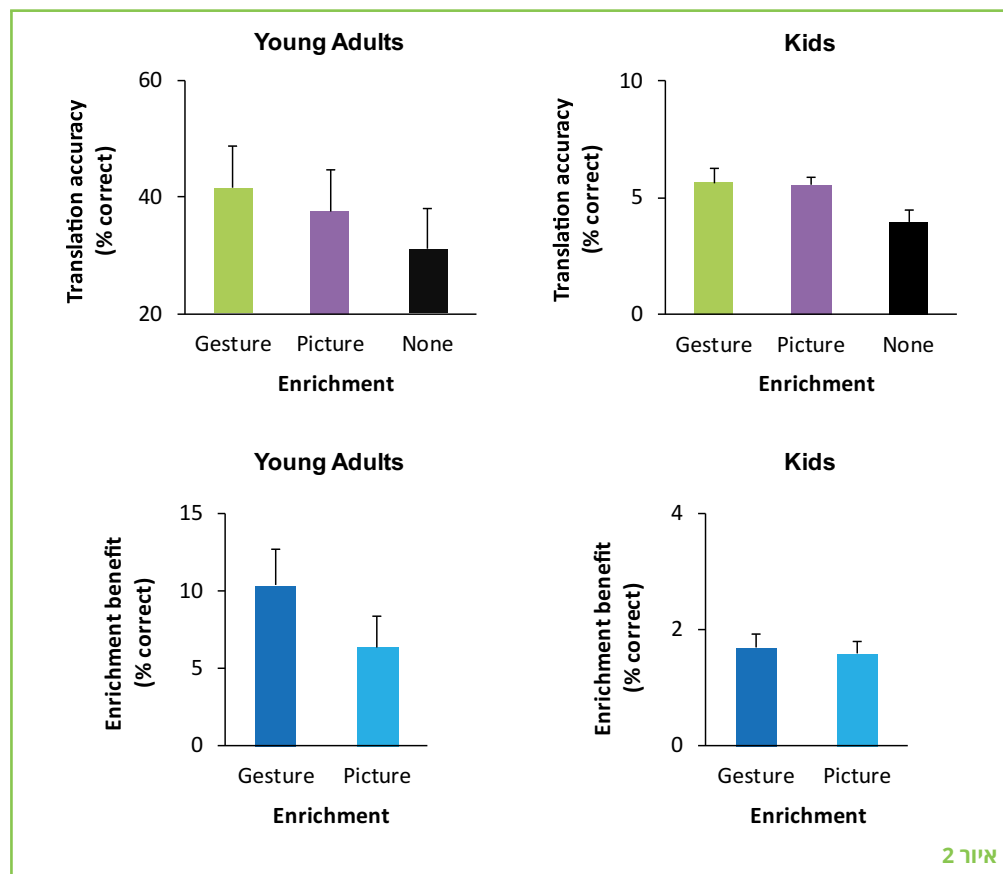
מבחני אוצר מילים הושלמו שמונה ימים, חודשיים ושישה חודשים אחרי הלמידה. באחד המבחנים, המבוגרים קיבלו רשימה של כל מילות ה-L1 וכתבו את תרגומי ה-L2 שלהן. במבחן אחר, הם קיבלו רשימה של כל מילות ה-L2 וכתבו את תרגומי ה-L1 שלהן. אנו סיכמנו את תוצאות המבחנים. מצאנו שלמבוגרים היו תוצאות מבחנים גבוהות יותר עבור מילים שנלמדו עם תמונות ומחוות בהשוואה למילים שנלמדו ללא העשרה, ושהתועלות האלה עדיין היו נוכחות אחרי שישה חודשים [3]. מצאנו גם שתמונות ומחוות היו מועילות במידה זהה בטווח הקצר (שמונה ימים וחודשיים אחרי הלמידה). אולם במהלך הטווח הארוך (שישה חודשים אחרי הלמידה), למידה עם מחוות הייתה אפילו מועילה יותר מלמידה עם תמונות (איור 2).

**מה עם ילדים?**

לאחר מכן בחנו אם העשרת מחוות גם סייעה לילדים [4]. 97 ילדי בית ספר בני שמונה מגרמניה למדו מילות L2 באנגלית במהלך חמישה ימים. הם למדו את המילים באמצעות תמונות, מחוות, או ללא העשרה (איור 1). הילדים למדו מילים באנגלית שהם אף פעם לא

**איור 2**

**תוצאות מבחני תרגום.** (למעלה) תוצאות של מבוגרים צעירים (משמאל) ושל ילדים (מימין) במבחני תרגום שהושלמו שישה חודשים אחרי למידת השפה הזרה [3, 4]. מחוות (עמודות ירוקות) ותמונות (עמודות סגולות) סייעו גם למבוגרים צעירים וגם לילדים ללמוד את התרגומים של מילים בשפה זרה יותר מאשר למידה שאינה מועשרת (עמודות שחורות). הקווים שיוצאים מכל עמודה מייצגים הערכות של כמה שונות הייתה בתוצאות המבחן עבור המבוגרים הצעירים והילדים. (למטה) תוצאות עבור המילים הלא מועשרות הופחתו מתוצאות של המילים שנלמדו עם העשרה, כדי לראות את תועלת ההעשרה. עבור מבוגרים, תועלת ההעשרה של מילים שנלמדו עם מחוות הייתה גבוהה יותר מאשר תועלת ההעשרה עבור מילים שנלמדו עם תמונות, כלומר המחוות היו אפילו מועילות יותר מהתמונות.



איור 2

ראו קודם לכן, ולא שמעו בשיעורי האנגלית שלהם. הילדים השלימו את אותם מבחני אוצר מילים כמו מבוגרים שמונה ימים, חודשיים ושישה חודשים לאחר הלמידה. הילדים סיפקו את תשובותיהם על ידי דיבור ולא על ידי כתיבה.

מצאנו שילדים היו תוצאות גבוהות יותר במבחנים עבור מילים שנלמדו גם עם תמונות וגם עם מחוות בהשוואה למילים שנלמדו ללא העשרה במועדים של שמונה ימים, חודשיים ושישה חודשים אחרי הלמידה. כמו המבוגרים, התמונות והמחוות היו מועילות במידה זרה בטווח הקצר (שמונה ימים וחודשיים אחרי תחילת הלמידה). אולם שלא כמו מבוגרים, תוצאות המבחנים של ילדים בעקבות למידה מועשרת במחוות ובתמונות היו זהות שישה חודשים אחרי הלמידה (איור 2). התוצאה הזו מציעה שמחוות ותמונות היו מועילות במידה זרה עבור למידת L2 של ילדים. תוצאותיהם של הילדים היו נמוכות יותר בסך הכול. זה יכול להיות מאחר שילדים קבלו פחות תרגול ממבוגרים.

**אלה אזורים במוח מעורבים בלמידת מילים זרות?**

הצעד הבא שלנו היה לנסות להבין כיצד העשרה רב-חושית וחושית-מוטורית מסייעת ללמידת אוצר מילים של L2. כדי לענות על השאלה הזו, פנינו למוח. אנו יודעים שראיית אנשים אחרים נעים יכולה ליצור תגובות באזור המוח שנקרא **bmSTS** (biological motion superior temporal sulcus) [7], ושביצוע תנועות יכול לגרום לתגובות באזור במוח שנקרא **קליפת המוח המוטורית** [8]. ההשערה שלנו הייתה שה-**bmSTS** וקליפת המוח המוטורית יגיבו יותר

**bmSTS**  
(Biological Motion Superior Temporal Sulcus)

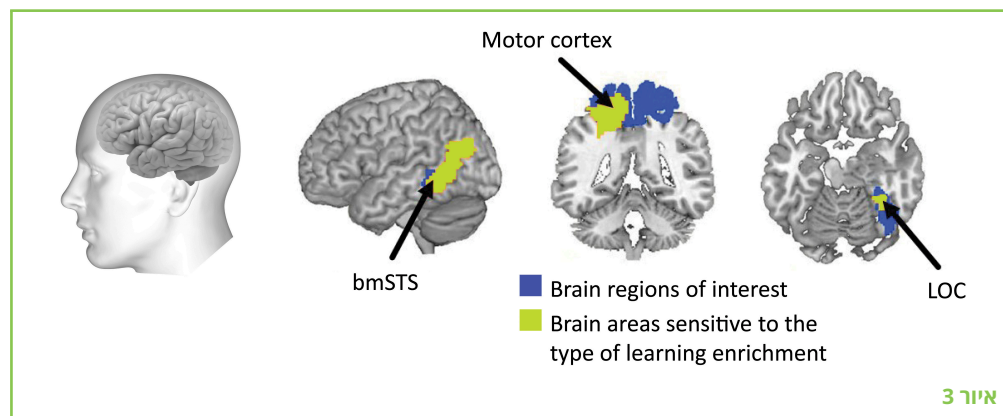
אזור ראייתי במוח שמגיב כאשר אנשים רואים תנועות גוף.

**קליפת המוח המוטורית**  
(Motor Cortex)

אזור במוח שיכול לאתחל תנועות באמצעות שליטה בשרירים.

**איור 3**

**תוצאות דימות מוחי.** שתי התמונות משמאל מראות את פני השטח של הצד השמאלי של המוח, ושתי התמונות מימין מראות שתי זוויות של החלק הפנימי של המוח. אזורים במוח שידוע שמעבדים מידע מוטורי ויזואלי (ה-bmSTS), מידע מוטורי (קליפת המוח המוטורית) ומידע ויזואלי של אובייקטים (ה-LOC) מוצגים בכחול. אזורים במוח, שנראו על ידי דימות מוחי, שהם משתתפים בתרגום של מילות שפה זרה אחרי למידת העשרה עם מחוות או תמונות, מוצגים בירוק בהיר [3].



איור 3

כאשר ילדים ומבוגרים ישמעו מילות L2 מועשרות במחוות בהשוואה למילות L2 שמועשרות בתמונות. ערכנו חיזוי דומה בנוגע למילות L2 שנלמדו באמצעות תמונות: חיזינו שאזור במוח שנקרא **קומפלקס עורפי לטרלי (LOC)** יגיב יותר כאשר ילדים ומבוגרים ישמעו מילות L2 מועשרות בתמונות בהשוואה למילות L2 לא מועשרות.

עד כה, בחנו את **ההיפותזות** האלה בקרב מבוגרים [3]. כדי לראות אלה אזורים במוח שלהם היו פעילים, 22 מבוגרים השלימו סריקת מוח אחרי חמישה ימים של למידת אוצר מילים של L2. מידע נוסף על האופן שבו סריקת המוח מודדת פעילות מוחית אפשר למצוא במאמר הזה של פרונטייר - מדע לצעירים [9]. בחנו תגובות בתוך ה-bmSTS, קליפת המוח המוטורית, וה-LOC בזמן שמבוגרים שמעו ותרגמו מילות L2 (איור 3). מצאנו שתגובות ב-LOC אמרו לנו אם המילה נלמדה באמצעות תמונות, והתגובות ב-bmSTS ובקליפת המוח המוטורית אמרו לנו אם המילה נלמדה עם מחוות. התוצאות האלה אומרות לנו שתגובות מוחיות מסוימות קשורות להשפעות המועילות של העשרות תמונות ומחוות.

במחקר מדעי, שיטה אחת בדרך כלל לא מספיקה כדי להוכיח שמסקנה היא נכונה או שגויה. הסיבה לכך היא שלכל שיטה יש את החולשות והחוזקות שלה. לכן, בחנו גם אם ה-bmSTS וקליפת המוח המוטורית גרמו לתועלות של העשרת L2 באמצעות שיטה שנקראת **גרייה מוחית מגנטית (TMS)** [5, 6]. במהלך גרייה מוחית מגנטית, אותות מגנטיים חלשים יכולים להשפיע על פעילות מוחית ולגרום לשינויים בהתנהגות. מצאנו באמצעות גרייה מוחית מגנטית שה-bmSTS וקליפת המוח המוטורית סייעו למבוגרים לתרגם מילים שנלמדו באמצעות מחוות.

**מה המשמעות של הממצאים שלנו?**

העשרת למידה, גם עם תמונות וגם עם מחוות, סייעה לילדים ולמבוגרים ללמוד אוצר מילים של שפה זרה. אולם מבוגרים קיבלו הכי הרבה תועלת מהעשרת מחוות, בעוד שילדים קיבלו תועלת זרה מהעשרת תמונות ומחוות. משמעות הדבר היא שסוגי העשרה שפועלים עבור מבוגרים לא בהכרח פועלים עבור ילדים. במחקרנו, ילדים ומבוגרים קיבלו כמויות תרגול שונות; מחקרים עתידיים עשויים לחקור איך כמויות תרגול שונות עשויות לשפר את השפעות ההעשרה. מצאנו גם שהמוח משתמש באזורים הוויזואליים והמוטוריים שלו כדי לזכור את התרגומים של מילות L2 מועשרות. משמעות הדבר היא שאסטרטגיות הוראה שמשלבות

**קומפלקס עורפי לטרלי (LOC - Lateral Occipital Complex)**

אזור ראייתי במוח שמגיב לראיית אובייקטים.

**היפותזות (Hypotheses)**

השערות שאפשר לבחון על ידי עריכת ניסויים מדעיים.

**גרייה מוחית מגנטית (TMS - Transcranial Magnetic Stimulation)**

שיטה במדעי המוח שבה המוח מושפע על ידי אותות מגנטיים קטנים.

העשרה עשויות לעבוד מאחר שרשת של אזורים ויזואליים ומוטוריים במוח תורמת להעצמת תוצרי הלמידה. בקיצור, תועלת העשרה תורמת ללמידת L2 מאחר שהיא מאפשרת לנו לחוות את המשמעויות של מילים באמצעות החושים שלנו.

## תרומת המחברים

BM כתב את הטיטה הראשונית של כתב היד. CA, KMM, LS, AK, GH, MM, ו-KvK תרמו לכתיבת כתב היד.

## תודות

המחברים רוצים להודות לאלה שסייעו בתרגום המאמרים באוסף הזה במטרה לעשותם נגישים יותר עבור ילדים מחוץ למדינות דוברות אנגלית, ולקרן ג'ייקובס עבור סיפוק הכספים הנדרשים לתרגום המאמרים. בגין המאמר הזה, אנו רוצים להודות במיוחד לניינקה ון אטאסאלדט ולסבינה פיטרס על התרגום להולנדית. העבודה הזו מומנה על ידי מענק איגוד המחקר הגרמני 1-KR 3735/3-1, מענק Schulbezogene Forschung מ-M-Saxony Zentrum für Lehrerbildung und Schulforschung (ZLS), ומלגת Erasmus Mundus לפוסט-דוקטורט במדעי המוח השמיעתיים והקוגניטיביים. BM נתמך גם על ידי מענק European Research Council Consolidator Grant SENSOCOM 647051 to KvK.

## מקורות

1. Graddol, D. 2004. The future of language. *Science* 303:1329–31. doi: 10.1126/science.1096546
2. Repetto, C., Pedroli, E., and Macedonia, M. 2017. Enrichment effects of gestures and pictures on abstract words in a second language. *Front Psychol.* 8:2136. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02136
3. Mayer, K. M., Yildiz, I. B., Macedonia, M., and von Kriegstein, K. 2015. Visual and motor cortices differentially support the translation of foreign language words. *Curr. Biol.* 25:530–5. doi: 10.1016/j.cub.2014.11.068
4. Andrä, C., Mathias, B., Schwager, A., Macedonia, M., and von Kriegstein, K. 2020. Learning foreign language vocabulary with gestures and pictures enhances vocabulary memory for several months post-learning in eight-year-old school children. *Educ. Psychol. Rev.* 1–36. doi: 10.1007/s10648-020-09527-z
5. Mathias, B., Sureth, L., Hartwigsen, G., Macedonia, M., Mayer, K. M., and von Kriegstein, K. 2019. A causal role of sensory cortices in behavioral benefits of 'learning by doing'. *arXiv*1903.04201.
6. Mathias, B., Klingebiel, A., Hartwigsen, G., Sureth, L., Macedonia, M., Mayer, K. M., et al. 2020. Motor cortex causally contributes to auditory word recognition following sensorimotor-enriched vocabulary training. *arXiv* 2005.08956.

7. Grossman, E., Donnelly, M., Price, R., Pickens, D., Morgan, V., Neighbor, G., et al. 2000. Brain areas involved in perception of biological motion. *J. Cogn. Neurosci.* 12:711–20. doi: 10.1162/089892900562417
8. Leonardo, M., Fieldman, J., Sadato, N., Campbell, G., Ibañez, V., Cohen, L., et al. 1995. A functional magnetic resonance imaging study of cortical regions associated with motor task execution and motor ideation in humans. *Hum. Brain Mapp.* 3:83–92. doi: 10.1002/hbm.460030205
9. 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

פורסם אונליין: 10 ביוני 2022

נערך על ידי: Stephan E. Vogel

מנחה מדעי: Christine Kurlawalla-Martinez

**ציטוט:** Mathias B, Andrä C, Mayer KM, Sureth L, Klingebiel A, Hartwigsen G, Macedonia M and von Kriegstein K (2022) כיצד אנו יכולים ללמוד אוצר מילים של שפה זרה ביתר קלות? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.00089-he

**תורגם והותאם:** Mathias B, Andrä C, Mayer KM, Sureth L, Klingebiel A, Hartwigsen G, Macedonia M and von Kriegstein K (2020) How Can We Learn Foreign Language Vocabulary More Easily? *Front. Young Minds* 8:89. doi: 10.3389/frym.2020.00089

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

Mathias, Andrä, Mayer, Sureth, Klingebiel, Hartwigsen, 2022 © 2020 © **COPYRIGHT** Macedonia and von Kriegstein. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה). השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

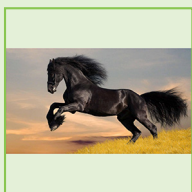
## סוקרים צעירים

### ETHAN, גיל: 10

אני מרותק על ידי כל נושאי ה-STEM (מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה), במיוחד הדפסה בתלת-ממד, רובוטיקה ואסטרונומיה. התחביבים שלי כוללים לגו, משחקי קלפים, למידת קסמים וצפייה בתוכנית "המשרד" בנטפליקס.

### Jaiden, גיל: 13

התעניינתי במדע מאז גיל 7. העיתון המדעי האהוב עליי הוא "סיינטיפיק אמריקן". תחומי העניין האקדמיים שלי כוללים כימיה, כלכלה וזמות. התחביבים שלי כוללים מופעי רכיבה על סוסים, משחק בקלפים, חידות ותשחצים.



## הכותבים



### BRIAN MATHIAS

Brian מתעניין באופן שבו אנשים לומדים וזוכרים צלילים מורכבים, כמו למשל דיבור ומוזיקה. הוא חוקר כיצד המוח תומך בצורות רב חושיות וחושיות-מוטוריות של תקשורת. כיום, Brian הוא חוקר באוניברסיטת TU דרזדן בגרמניה, ובעבר הוא למד פסיכולוגיה ומדעי המוח באוניברסיטת מקגיל בקנדה. \*brian.mathias@tu-dresden.de



### CHRISTIAN ANDRÄ

Christian Andrä עובד באוניברסיטת לייפציג כמרצה וחוקר בהכשרת מורים. המחקר שלו מתמקד בלמידה בתנועה. בכמה פרויקטים הוא פיתח תוכן הוראה שיכול להיות מוצג באמצעים של העשרה חושית-מוטורית. מאז 2008 הוא גם חבר בקבוצת המחקר "בתי ספר בתנועה", שמטרתה להפחית את זמן הישיבה ולהגדיל את התועלות השונות של פעילות גופנית במהלך חיי היומיום בבית הספר.



### KATJA M. MAYER

Katja M. Mayer קיבלה את התעודה שלה בפסיכולוגיה מאוניברסיטת טובינגן בגרמניה, וכתבה את התזה שלה במכון מקס פלנקס לקיברנטיקה ביולוגית. לאחר מכן היא עברה לאוניברסיטת ניוקאסל עבור הדוקטורט שלה במדעי המוח, ומאוחר יותר היא קיימה פוסט-דוקטורטים במכון מקס פלנק למדעי המוח והקוגניציה באוניברסיטת מינסטר. תחומי המחקר שלה הם תפיסה רב-חושית ולמידה. כיום היא עובדת כפסיכותרפיסטית.



### LEONA SURETH

Leona Sureth היא סטודנטית לרפואה באוניברסיטת לייפציג, גרמניה. התעלמות של המוח האנושי מרתקות אותה, ולכן היא מתעניינת באופן שבו המוח פועל וכיצד אפשר להשתמש במדע כדי להבין זאת. מלבד העניין שלה ברפואה ובמדעי המוח, היא נהנית לבצע כל ספורט שמערב כדור, והיא יודעת לעשות ג'אגלינג.



### ANDREA KLINGEBIEL

Andrea Klingebiel היא סטודנטית לרפואה שחוקרת באוניברסיטת לייפציג. במהלך המחקרים שלה היא הייתה מרותקת ממדעי המוח, ותמיד היתה סקרנית לחוות ולהשתתף במחקר. לכן, היא שמחה מאוד למצוא את הפרויקט הנפלא והמרגש הזה. היא נהנית לחקור את מדעי המוח האנושי ולתרום את חלקה הקטן בהבנה טובה יותר שלו.



### GESA HARTWIGSEN

קבוצת המחקר של Gesa במכון מקס פלנקס למדעי המוח והקוגניציה האנושיים מתעניינת בקוגניציה ובפלטיות מוחית, במיוחד ברשת השפה. כיצד רשת השפה מסתגלת לשינויים מוחיים, כמו למשל כאלה שנגרמים על ידי גירוי מוחי, רעש, או תרגול? כיצד המוח מתאושש ומתקן את תפקודיו אחרי פגיעה? שאלות כאלה ואחרות מניעות את מחקרנו.



### MANUELA MACEDONIA

דוקטור Manuela Macedonia היא מדענית ראשית באוניברסיטת לייפציג קפלר באוסטריה, ומדענית אורחת במכון מקס פלנק למדעי המוח והקוגניציה האנושיים בגרמניה. תחומי העניין המדעיים של Manuela קשורים לגילום של שפה. במחקר הבסיס שלה, היא חוקרת את ההשפעות של מחוות על זיכרון עבור מילים בשפות זרות בטווח הקצר והארוך. במחקר היישומי שלה, היא מפתחת ובוחנת סביבות וירטואליות ומורים וירטואליים עבור מכשירים ניידים שמאפשרים למידת שפה זרה בכל מקום.





### KATHARINA VON KRIEGSTEIN

Katharina חוקרת את מוחותיהם של נבדקים במטרה להבין טוב יותר כיצד אנו מתקשרים זה עם זה, ומה ההבדלים במוחות של אנשים עם לקויות תקשורת. היא חקרה רפואה ופילוסופיה, וכיום היא פרופסורית למדעי המוח ההתנהגותיים והקליניים בפקולטה לפסיכולוגיה באוניברסיטת TU Dresden בגרמניה.

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



**הוצאת פרונטיירז מדע לצעירים ישראל**  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK