



ערבוב בין חושים – לשיפור יכולות אנושיות ופיתוח יכולות חדשות

Amber Maimon^{1,2,3*}, Amir Amedi^{1,2,3}

¹בית ספר ברוך איבצ'ר לפסיכולוגיה, אוניברסיטת רייכמן (הבינתחומי הרצליה)

²מכון ברוך איבצ'ר למוח, קוגניציה וטכנולוגיה, אוניברסיטת רייכמן (הבינתחומי הרצליה)

³מרכז רות ומאיר רוזנטל להדמיה מוחית אנושית (fMRI), מכון ברוך איבצ'ר למוח, קוגניציה וטכנולוגיה, אוניברסיטת רייכמן (הבינתחומי הרצליה)

סוקרים צעירים

"ORT DAFNA"
MIDDLE
SCHOOL,
KIRYAT BIALIK



גיל: 13

עטלפים נעזרים באוזניהם כדי לראות; נחשים צופים בעולם בעזרת הבדלי חום וקור; לסוסים יש טווח ראייה רחב - כמעט 360 מעלות סביב ראשיהם, ולצרצרים יש יכולות שמיעה מעולות דרך רגליהם. פיתוח היכולות הללו אָרָךְ עשרות אלפי שנים של אָבּוּלוּצְיָה. יכולות מדהימות אלה עשויות להישמע כמו כוחות-על אשר רק גיבורי ספרי קומיקס ניחנים בהם. אולם מחקרים חדשים מצביעים על כך שבעזרת טכנולוגיה מתקדמת ולמידה תפיסתית, גם בני אדם יוכלו להתחיל לעשות חלק מהדברים מעוררי ההתפעלות האלה. מה שמרשים אפילו יותר, הוא הזמן הקצר שבו התהליך מתרחש. כפי שהראינו לאחרונה בעבודות הדמיה תפקודית של המוח (fMRI), מוחות אנושיים מתחילים להסתגל לחושים החדשים או המשודרגים הללו, להגיב אליהם ולהשתמש בהם בתוך עשרות שעות בלבד.

מה אנו יודעים לגבי חושים?

בבית הספר למדתם על אודות חמשת החושים: ראייה; שמיעה; טעם; מישוש וריח. אולי אפילו למדתם איך כל חוש שולח מָסָר לעיבוד באזור מסוים במוח, לדוגמה מרכז הראייה,

מרכז השמיעה וכדומה. אולם מחקרים עדכניים מראים כי החלוקה הפשוטה הזו אינה נכונה לגמרי, ובהחלט אינה מְשַׁקְפֶת את התמונה כולה [1].

המחקרים האמורים חושפים קשרים נסתרים בין החושים – קשרים המשמשים כשערים המעבירים מידע מחוש אחד לאחר, ומאפשרים אינטגרציה רב-חושית. השערים הללו מְקַנְיִם לחוקרים אפשרות 'לפרוץ' למוח (בהסכמת משתתפי המחקרים בלבד, בשיתוף פעולה עימם ולמטרה חיובית כמובן) כדי לשפר את חמשת החושים ולהרחיבם.

ביכולתנו להציץ על הקשרים הנסתרים בין החושים ולהתרשם מהם אצל אנשים שניחנו בסינֶסְתֶזְיָה. משמעות תופעה זו היא שגירוי של חוש אחד אצל אנשים אלה מוביל לגירוי בחוש אחר שלהם. סינֶסְתֶזְיָה חזקה, למשל אנשים שרואים צבעים בזמן קריאת אותיות או רואים צורות (שלא נמצאות באמת) בעת האזנה למוזיקה, מצויה באחוז קטן מהאוכלוסייה. אך נראה כי צורה קלה יותר של סינֶסְתֶזְיָה נפוצה הרבה יותר, מה שמוביל לפופולריות העצומה של סרטוני 'תגובת מְצָהָר חושית עצמאית' (Autonomous sensory meridian response - ASMR), השכיחים בכל רחבי האינטרנט. בסרטונים אלה אנשים מייצרים רעשים המעוררים בחלק מהצופים תחושות פיזיות נעימות של זָרָם או עקצוץ. זאת למרות שבפועל לא מתקיים כל מגע עם הגוף, אלא רק מושמעים צלילים כמו לחש, הקנשה, קימוט נייר וכדומה. תחושות אלה מתעוררות בְּקֶרֶב אנשים רבים, בְּשָׁל מה שנחשב לצורה חלשה של סינֶסְתֶזְיָה. אם כן, מה ניתן לעשות עם הקשרים הנסתרים הללו בין החושים?

שמיעה דרך האצבעות

האם אי פעם האזנתם לְשִׁיר ובאמת הרגשתם את הקצב שלו? סביר להניח שכן. היכולת לחוש צלילים מתועדת היטב בטבע (ראו איור 1A, B), וידוע כי חלק מהיצורים אפילו שומעים ללא אוזניים! מקורה של יכולת זו באופי הצליל עצמו. צלילים הם גלים שעוברים באוויר ונכנסים לאוזנינו. הגלים פוגעים בעור התוף שלנו, שמתנדנד ושולח את התנודות (רָטֹט) למבנה המורכב משלוש עצמות זעירות באוזן התיכונה. עצמות אלה, המכונות עצמות הַשְׂמֵע, מעצימות את תנודות הצליל, ושולחות אותן אל האוזן הפנימית. האוזן הפנימית הופכת את הרטט המכני לאות חשמלי הנשלח למוח דרך הַעֲצָב. למעשה, האוזן הפנימית מלאה בנוזל ומרופדת בשערות מיקרוסקופיות. גלי הקול הנכנסים אליה יוצרים גל המניע את תאי השיער שם. תנועת תאי השיער גורמת להיווצרות האות החשמלי. לאחר מכן האות נשלח לקליפת השמיעה במוח – הַקּוֹרְטֶקְס הַשְּׁמִיעִית, על ידי עֲצָב השמיעה.

אם קראתם בעיון, כנראה שמתם לב שבהסבר לעיל השתמשנו כמה פעמים במילה רָטֹט. אין זה במקרה! הסיבה לכך היא כי רָטֹט הוא הַמְפָתֵחַ לשמיעה. מצוידים בַּיָדַע זה, חוקרי המעבדה שלנו בנו מכשיר שיכול להמיר דיבור וצליל לרטט שמורגש על האצבעות (איור 1C). גילינו כי הרטט על אצבעות האנשים שהשתמשו במכשיר הגביר את יכולתם לשמוע דיבור או צליל. כמו כן הוא סיפק עלייה מיידי של 6 דְּצִיבֵלִים בשמיעה ללא כל אימון בשימוש במכשיר! כלומר, המכשיר שיפר את יכולת השמיעה של האנשים שהשתמשו בו באופן ניכר (ראו איור 1D). נוסף על כך לאחר שעה של אימון שמיעתי ואימון עם מכשיר זה, יכולת משתתפי המחקר לשמוע בסביבות רועשות, הוכפלו (איור 1E) [2].

סינֶסְתֶזְיָה

(Synesthesia)

עירוב חושים – תופעה שבה גירוי של חוש אחד מוביל לגירוי בחוש אחר.

עֲצָב

(Nerve)

חלק ממערכת העצבים ההיקפית, שמעביר אותות חשמליים מהמוח/ חוט השדרה לחלקים שונים בגוף.

הַקּוֹרְטֶקְס הַשְּׁמִיעִית

(Auditory cortex)

אזור במוח שנחשב באופן קלאסי לחלק שבו מעובד מידע שמיעתי.

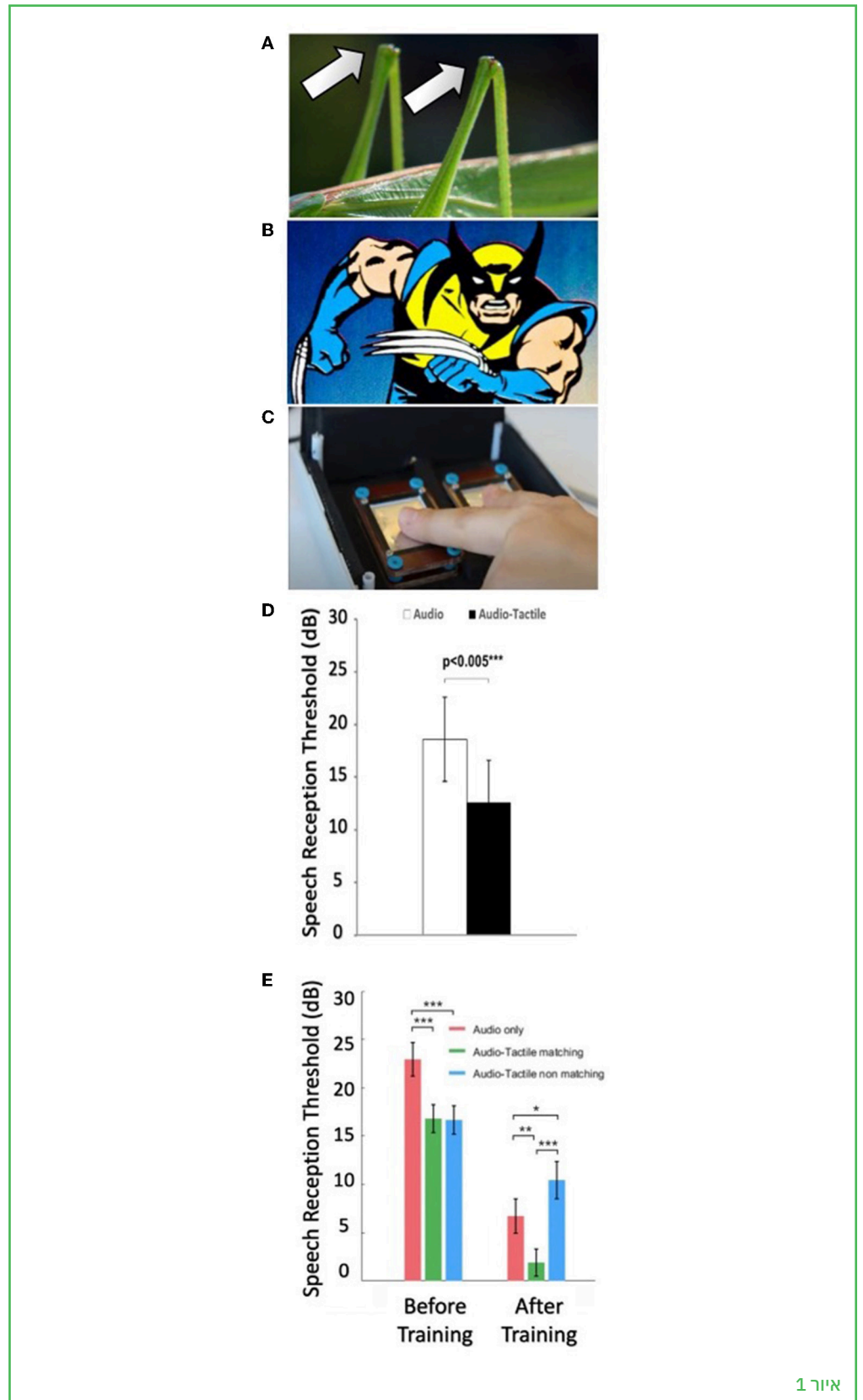
דְּצִיבֵלִים

(Decibel)

יחידת מידה המשמשת למדידת רמת העוצמה של צליל.

איור 1

ערבוב בין חושים לשיפור יכולות אנושיות. מלמעלה למטה: **A**: במשך עשרות אלפי שנות אבולוציה, צרצרים פיתחו אוזניים על ברכיהם, אשר מקנות להם שמיעה מעולה. **B**: לווֹלְבֵּרִין, גיבור-העל מהיקום של מאָרְוֵל, חברת הקומיקס האמריקאית, יש חושים משופרים בדומה לצרצרים. **C**: בני אדם יכולים להאיץ את האבולוציה ולרכוש יכולת שמיעה מעולה על ידי שילוב בין דיבור ומגע באמצעות טכנולוגיה מיוחדת. **D**: מחקרנו מצביע על כך שטכנולוגיה זו יכולה לשפר את השמיעה בסביבה רועשת ב-6 דציבלים ללא אימון (ערוך ואחרים, 2019). **E**: עוד מראה המחקר כי הטכנולוגיה האמורה מאפשרת להכפיל את יכולת השמיעה של אנשים בסביבות רועשות לאחר אימון קצר בלבד (ערוך מתוך Ciesla ואחרים, 2022).



איור 1

משמעות הממצאים

התוצאות הראשוניות שאליהן הגענו מצביעות גם על כך שאזורים במוח המגיבים בדרך כלל לשמיעה, מתחילים להגיב לרטט. אנו מקווים כי ממצאים אלה יהוו קרש קפיצה לפיתוח

חידושים שיעזרו לחירשים וללקויי שמיעה לשמוע, וכן יסייעו לכל אחד ואחת מאיתנו לשמוע טוב יותר בסביבות רועשות. השלכות של פיתוח כזה הן בלתי מוגבלות. כך למשל ניתן יהיה להשתמש בטכנולוגיה זו כדי לעזור לאנשים ללמוד שפה שנייה; לשפר את חוויית המשחק שלהם ולהיטיב חוויות של מציאות מדומה. לדוגמה, טכנולוגיה זו תאפשר לכם להרגיש ממש חפץ שפוגע בכם בצד ימין, או כדור שנזרק אליכם במשחק.

שמיעת טמפרטורה

האם אי פעם חשתם את חום המקלחת לפי צליל המים הזורמים עוד לפני שנכנסתם להתקלח? מחקרים מראים כי כנראה שכן, אך לא ידעתם זאת! כשנשאלו על כך כחלק משאלון, כמעט כל המשתתפים ציינו שאינם מסוגלים לשמוע טמפרטורה. ובכל זאת, כשבדקנו את היכולת הזו על ידי השמעת קולות של מים לאנשים, וביקשנו מהם לבחור אם המים שהם שומעים חמים או קרים, הם יכלו לזהות חום ספציפי בדיוק מפתיע.

חישת טמפרטורה אף היא תופעה ידועה בטבע. נחשים צדים בלילה הודות ליכולתם לראות את החום המוקרן מהטקסרף שלהם (ראו **איור B, 2A**). ישנו אפילו חוק בשם 'חוק דולבר' שמנסח את הקשר בין ציוץ צרצרים לבין הטמפרטורה בסביבתם – ככלל, נמצא כי צרצרים מציצים מהר יותר ככל שחם יותר, ולאט יותר ככל שקר יותר. מחקר שנערך במעבדתנו מצביע על כך שגם אנשים לומדים לקשר את טמפרטורת המים לצליל שהמים משמיעים בעת מזיגתם לכוס, למשל (**איור 2C**).

המחקר שלנו הראה כי אנשים לומדים לשמוע טמפרטורה בלי שיקלמדו אותם לעשות זאת. אם כן, איך רוכשים את היכולת הזו? כנראה דרך האינטראקציה הרב-חושית היומיומית שלנו עם מזיגת מים. חשבנו כמה פעמים ביום אתם שומעים מים ובו בזמן חווים את הטמפרטורה שלהם. לדוגמה, כאשר אתם מוזגים לעצמכם מים קרים כקרח או מכינים תה רותח; קופצים לבריכת שחייה קרה או נכנסים למקלחת חמה בבוקר. ממצאים אלה גרמו לנו לתהות אם נוכל להאיץ את האבולוציה באופן פעיל באמצעות **למידה תפיסתית** (ראו **איור 2D**). עד כמה מישהו יכול להיות טוב בשמיעת טמפרטורות לו היה מאמן לעשות זאת? זהו נושא שאנו חוקרים כעת. חשבנו על דברים נוספים בטבע שאפשר למפות לצליל, אולי תופעתו ממה שמצאתם!

יצירת חושי-על חדשים

דמיינו מה היה קורה לו מורתכם באמת הייתה יכולה לראות את התעלולים שאתם מבצעים בכיתה מאחורי גבה. אחד הפרויקטים שמעבדתנו חוקרת מרחיב את שדה הראייה ל-360 מעלות, תוך שהוא מקנה לאנשים את היכולת לראות באמצעות עיניהם מה שנמצא מולם, ובו בזמן לראות את מה שנמצא מאחוריהם באמצעות חוש אחר.

מחקר זה הצביע על כך שאנשים רוכשים רמות דיוק גבוהות באופן מפתיע כשהם 'רואים' מאחורי גביהם. במחקר זה, המידע הראייתי מועבר למשתתפים כצלילים על ידי **מכשיר התמרה חושית** ההופך מידע ראייתי למידע שמיעתי (**איור B, 3A**). מכשיר זה מקבל מידע מחוש אחד (במקרה שלנו – מצלמה הלוכדת תמונה חזותית), ומשתמש ב**אלגוריתם**

למידה תפיסתית

(Perceptual learning)

שיפורים ביכולות החושיות המושגים כתוצאה מניסיון או הודות לאימון, תוך השוואה לניסיון העבר.

מכשיר התמרה חושית

מכשיר המעביר מידע שבדרך כלל נקלט באמצעות חוש אחד (לדוגמה ראייה), בעזרת חוש אחר (כמו שמיעה או מישוש).

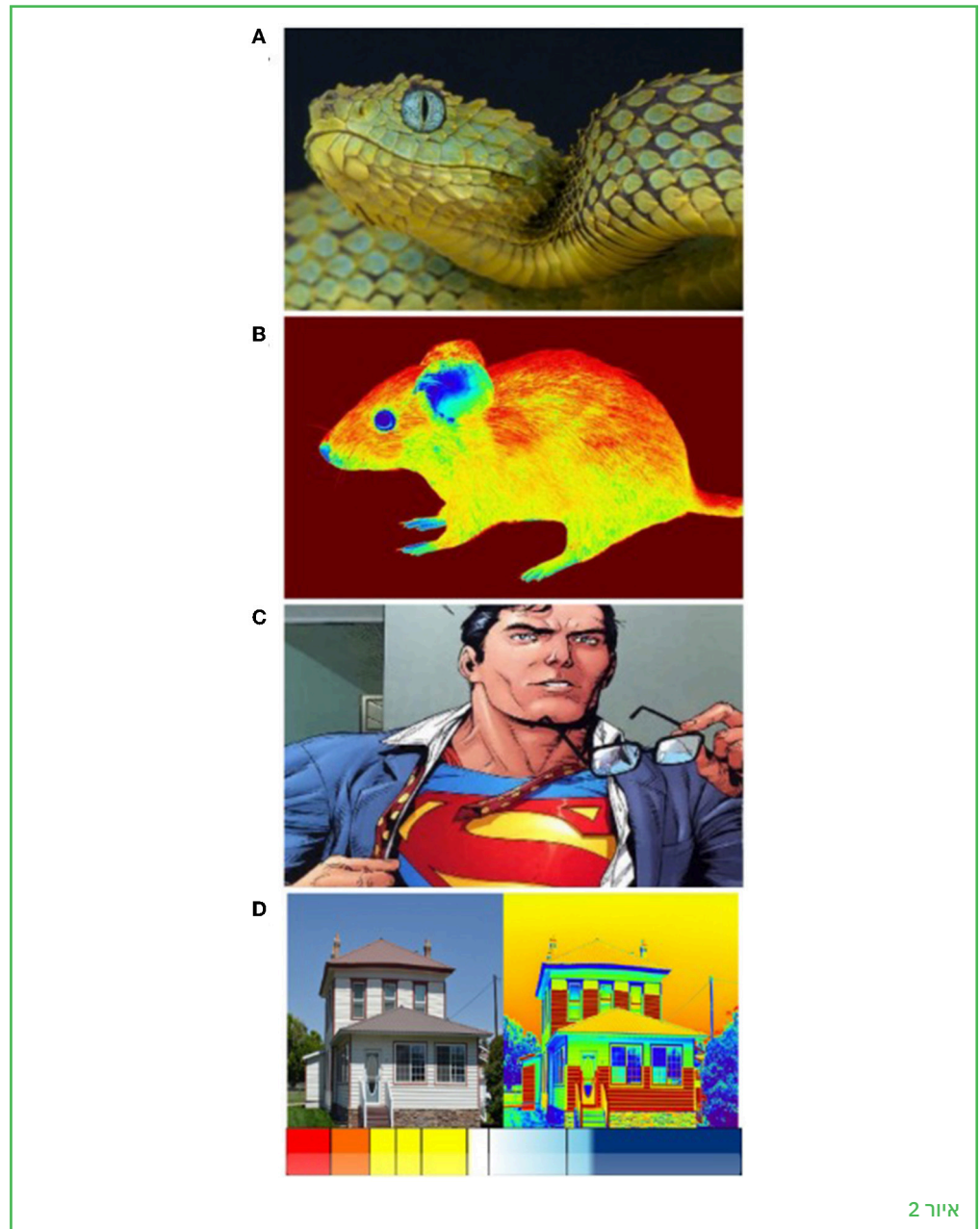
אלגוריתם

(Algorithm)

סדרת הוראות קבועות שניתנות למחשב ומורות לו כיצד לבצע משימה מסוימת.

איור 2

ערבוב בין חושים במטרה לפתח יכולות חדשות. מלמעלה למטה: **A**. לנחשים יש ראייה תְּרָמִית, כלומר שקשורה בטמפרטורה או בחום. **B**. במשך עשרות אלפי שנות אבולוציה, נחשים פיתחו את היכולת לראות בחושך מוחלט על ידי זיהוי קרינה תת-אדומה (אינפורה-אדומה), ולכן הם נמשכים לחום שפולטים עצמים בסביבתם. **C**. יכולת זו דומה ליכולתו של סופֶרֶמָן, גיבור-העל מבית DC קומיקס האמריקאית, שניחן בראיית רנטגן, ומסוגל לירות קרניים תְּרָמִיות מעיניו! **D**. כעת אנו חוקרים אם אנשים יכולים ללמוד להבדיל בין מים חמים ומים קרים לפי שמיעת צליל זרימת המים. אם התשובה לכך תימצא חיובית, הדבר ילמד כי הם עשויים להיות בעלי חוש תְּרָמִי באמצעות אינטגרציה רב-חושית.



איור 2

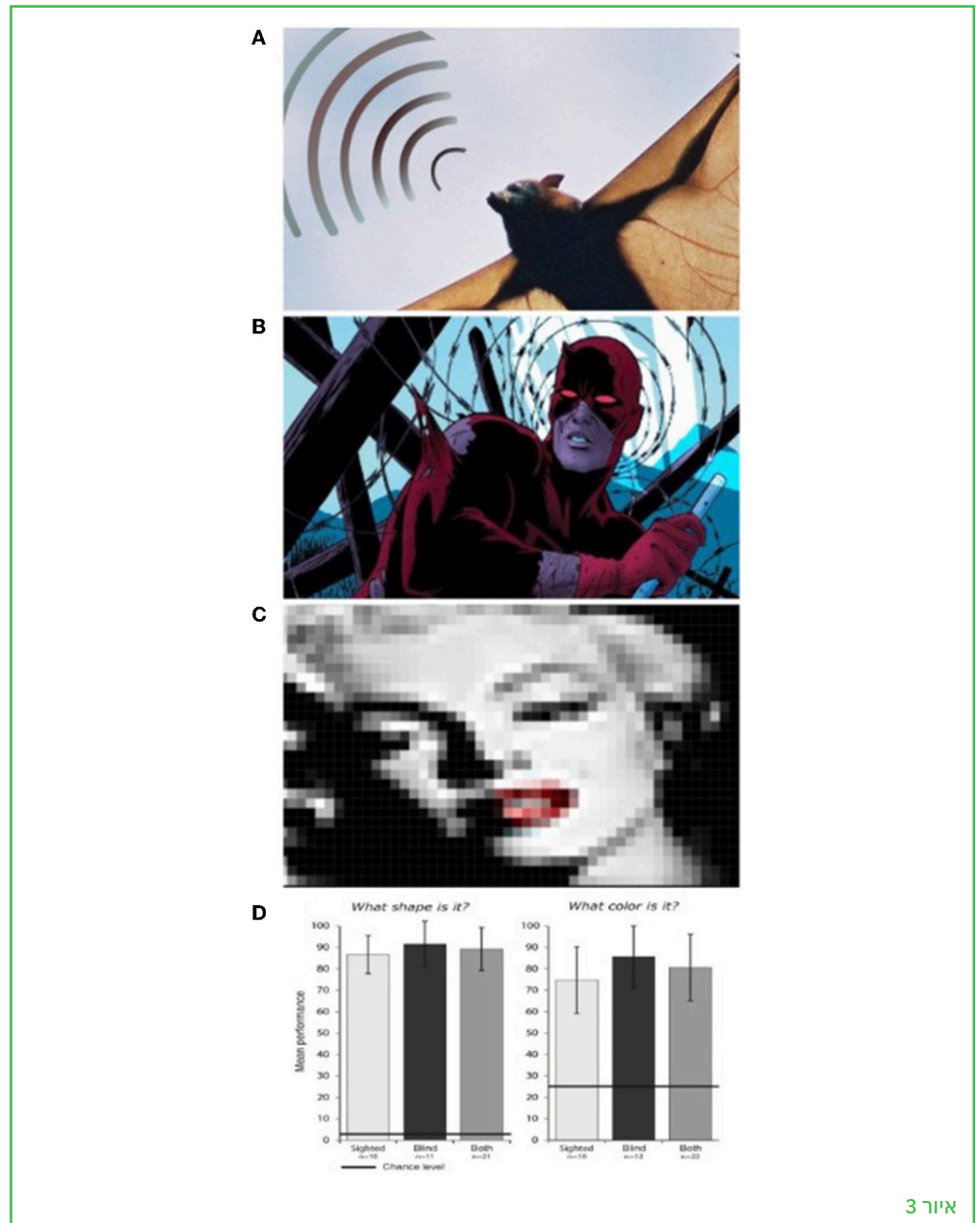
מיוחד כדי לתרגם את המידע המתקבל לחוש אחר (במקרה זה צלילים). כל פִּיקְסֵל של התמונה החזותית מתורגם לתווים קוליים בעלי גובה וזמן מסוימים, שמנוגנים על ידי כלי מסוים, ונשלחים לאוזניים בדומה למוזיקה [3] (ראו איור 3C). המחקר שערכנו הראה כי שימוש במכשיר התמרה חושית מפעיל את אזורי הראייה במוח לאחר תרגול רב. המשמעות היא כי אזורים אלה אינם משמשים רק לראייה באמצעות העיניים [4] (ראו איור 3D)!

מה ניתן ללמוד מממצאי מחקר זה וממחקרים נוספים

ממצאים אלה מצביעים על כך שהחושים שלנו אינם קשורים רק לאזורים מסוימים במוח. נוסף על כך המחקר מערער תיאוריה אחרת שאולי למדתם עליה – התיאוריה בעניין

איור 3

ערבוב בין חושים במטרה לפצות על חוש שחסר. מלמעלה למטה: **A.** לעטלפים יש יכולת לראות בעזרת אוזניהם, שאותה פיתחו לאחר עשרות אלפי שנות אבולוציה. הם עושים זאת על ידי החזרת צלילים, תהליך המכונה אפן הד (אקולוקציה, Echolocation). **B.** דֶרְדְּוִיל, גיבור-העל מבית מארוול קומיקס, הוא עיוור ומשתמש באיכון הד כדי לראות צלילים. **C.** המכשיר להתמרה חושית EyeMusic מאפשר לאנשים לראות באמצעות צלילים ברזולוציה של 1,500 פיקסלים. **D.** מחקרנו מראה כי אנשים שעברו הכשרה מקיפה על המכשיר להתמרה חושית יכולים להשיג רמות גבוהות של דיוק בזיהוי אובייקט, לרבות זיהוי מיקומו, צורתו וצבעו [5].



איור 3

תקופות קריטיות (Critical period)

פרק זמן בחייו המוקדמים של בעל חיים שבו עליו לחוות גירוי חושי מסוים כדי להשפיע על התפתחות מערכת העצבים, כך שאותו חוש יתפתח באופן תקין.

קָטָרְקַט (Cataract)

בעברית ירוד – מחלה שבה עדשת העין נערכת באופן חלקי או מלא. מחלה זו גורמת לפגיעה בראייה ועשויה להוביל אפילו לעיוורון.

תקופות קריטיות – במיוחד לגבי החושים. לפי תיאוריה זו, התפתחות החושים תלויה בחשיפה לגירויים הקשורים לחוש הרלוונטי בשנים הראשונות לחיים. תקופות קריטיות הן תקופות קצובות שאחריהן הֶסְבֵּרָה היא כי לא ניתן ללמוד יכולת מסוימת. רעיון זה מיוחס בעיקר לשני זוכים במשותף בפרס נובל לפיזיולוגיה ולרפואה לשנת 1981, דיוויד הוגֶל וטורֶקְטֶן ויֶזֶל. שני ביולוגים אלה גילו כי אם בעלי חיים לא חוו חוש מסוים בשבועות הראשונים לחייהם, הם לא יוכלו לפתח חוש זה מאוחר יותר בחיים. תקופה זו של חוויה חושית ידועה בתור התקופה הקריטית.

התיאוריה האמורה מאתגרת כעת על ידי עבודה שנערכה במעבדה שלנו ועל ידי חוקרים אחרים, לדוגמה, מחקרים שנערכו בהשתתפות ילדים שעברו ניתוח להֶסְרֵת קָטָרְקַט בגילאים שונים. מחקרים אלה מצביעים על כך שניתן לפתח את הראייה בגיל הרבה יותר מבוגר ממה

שחשבו פעם, וכי ישנן כמה תקופות קריטיות בחיים, במקום אחת בלבד. אם אנשים יכולים ללמוד להשתמש בחושים בצורה שונה, למשל ראייה עם האוזניים, או שמיעה באמצעות מגע; או מסוגלים ללמוד לפתח חושים חדשים לגמרי אפילו בבגרותם, אולי התקופות הקריטיות בעצם לא כל כך קריטיות [6, 7]?

מחקרים מצביעים על כך שהמוח שלנו מאורגן בצורה מסוימת ומתפתח בצורה מסוימת. אולם ככל שאנו מגלים יותר כיצד בדיוק המוח מְחַנֵּט, כך אנו חושפים יותר את הקשרים בין החושים – קשרים שניתן להשתמש בהם לשיפור יכולות קיימות וליצירת יכולות חדשות. בשעה שחלק מהשיטות להגברה חושית כרוכות בתקופת אימון כמו ראייה בעזרת צלילים, אחרות אינן מצריכות דבר מְעַבֵּר לשימוש בטכנולוגיה ייעודית החושפת את הקשרים בין החושים. כך במקרה של שמיעה בעזרת האצבעות.

השלכות הממצאים בחיי היום-יום

נוסף על התרומה של גילויים אלה למדע הבסיסי, קשת היישומים המעשיים שלהם נרחבת ומגוונת. בין השאר, סיוע ללקויי ראייה ושמיעה על ידי העברה של המידע מהחוש הלקוי/החסר, או הגברתו, דרך חוש תקין וקיים. במוח ישנה תחרות תמידית על משאבים. למשל, במעבדה שלנו מצאנו בעבר כי אצל עיוורים שחוש הראייה שלהם אבד בגיל מוקדם, יכולת הזיכרון מתגברת וטובה הרבה יותר מזו של אנשים רואים. ייתכן כי שיפור כזה בזיכרון אצל מישהו שאין אצלו חוסר, יפגע ביכולת אחרת שלו. לכן ישנו סיכוי כי הגברת יכולת חושית אחת תבוא במידה מסוימת על חשבון חוש אחר. מצד שני ייתכן למשל כי הגברת המודעות לכל הסביבה, כפי שאנו עושים ל-360 מעלות, תגביר את ההתמצאות במרחב לכל החושים, ותשפר את יכולת הניווט או ההתמצאות במרחב. היבט זה עדיין לא נחקר מספיק, ולא מן הנמנע כי ניסויים נוספים בעתיד יסייעו למצוא תשובות טובות יותר לסוגיה זו. בראשית המאה הקודמת כתב ויליאם ג'יימס, פסיכולוג ופילוסוף אמריקאי שנחשב אבי זרם הפונקציונליזם בפסיכולוגיה, במאמרו 'The Energies of Men' שפורסם בכתב העת האקדמי 'Science': "אנו עושים שימוש רק בחלק קטן מהמשאבים המנטליים והפיזיים האפשריים שלנו."

המרוץ לגילוי המשאבים במוח שעדיין לא נעשה בהם שימוש, כבר החל. מי יודע מה נוכל לחוש בעתיד? בעזרת שימוש בטכנולוגיה, בשילוב למידה תפיסתית, אנו ניצבים על סף הפיכה לבני אדם בעלי יכולות-על מדהימות!

תודות

מחקר זה בוצע בסיוע מענק המחקר ERC Consolidator Grant (773121 Horizon GuestXR (101017884) grant to AA וכן בסיוע המענק NovelExperiSense).

מקורות

1. Amedi, A., Hofstetter, S., Maidenbaum, S., and Heimler, B. 2017. Task selectivity as a comprehensive principle for brain organization. *Trends Cogn. Sci.* 21:307–10. doi: 10.1016/j.tics.2017.03.007
2. Cieśla, K., Wolak, T., Lorens, A., Mentzel, M., Skarzyński, H., and Amedi, A. 2022. Effects of training and using an audio-tactile sensory substitution device on speech-in-noise understanding. *Sci. Rep.* 12:3206. doi: 10.1038/s41598-022-06855-8
3. Abboud, S., Maidenbaum, S., Dehaene, S., and Amedi, A. 2015. A number-form area in the blind. *Nat Commun.* 6:1–9. doi: 10.1038/ncomms7026
4. Maimon, A., Yizhar, O., Buchs, G., Heimler, B., and Amedi, A. 2022. A case study in phenomenology of visual experience with retinal prosthesis versus visual-to-auditory sensory substitution. *Neuropsychologia.* 2022:108305. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2022.108305
5. Abboud, S., Hanassy, S., Levy-Tzedek, S., Maidenbaum, S., and Amedi, A. 2014. EyeMusic: Introducing a "visual" colorful experience for the blind using auditory sensory substitution. *Restor Neurol Neurosci.* 32:247–57. doi: 10.3233/RNN-130338
6. Arbel, R., Heimler, B., and Amedi, A. 2022. Congenitally blind adults can learn to identify face-shapes via auditory sensory substitution and successfully generalize some of the learned features. *Sci. Rep.* 12:4330. doi: 10.1038/s41598-022-08187-z
7. Hofstetter, S., Zuiderbaan, W., Heimler, B., Dumoulin, S. O., and Amedi, A. 2021. Topographic maps and neural tuning for sensory substitution dimensions learned in adulthood in a congenital blind subject. *NeuroImage.* 235:118029. doi: 10.1016/j.neuroimage.2021.118029

פורסם אונליין: 28 בפברואר 2023

עורך: Idan Segev

נמחה מדעית: Stella Danon

ציטוט: Maimon A and Amedi A (2023) ערבוב בין חושים – לשיפור יכולות אנושיות ופיתוח יכולות חדשות. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2022.1009105-he

תורגם והתאם מ: Maimon A and Amedi A (2022) Can We Combine Senses to Create New "Super Senses" and Abilities? *Front. Young Minds* 10:1009105. doi: 10.3389/frym.2022.1009105

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

Maimon and Amedi 2023 © 2022 © COPYRIGHT רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) 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

13: גיל: "ORT DAFNA" MIDDLE SCHOOL, KIRYAT BIALIK

אנו כיתת עבודה למנהיגות מדעית טכנולוגית של שכבת ז בחטיבת ביניים אורט דפנה, קריית חינוך אורט קריית ביאליק. הכיתה מורכבת מתלמידים מצטיינים בעלי זיקה מדעית וזיקה מתמטית גבוהות. אנו כיתה סקרנית שאוהבת לגלות דברים חדשים.

הכותבים

AMBER MAIMON

חוקרת פוסט-דוקטורנטית במכון ברוך איבצ'ר למוח, קוגניציה וטכנולוגיה באוניברסיטת רייכמן, שאותו מנהל פרופסור אמיר עמדי. עוסקת במחקר לגבי החיבורים הנסתרים בין החושים, והקשר שלהם לגוף ולנפש. כמו כן היא חוקרת איך אפשר להשתמש בחיבורים אלה כדי לעזור לאנשים המתמודדים עם בעיות נפשיות וגופניות, ולאנשים בריאים כאחד, ולפתח את יכולותיהם. בזמנה הפנוי היא אוהבת לקרוא וללמוד דברים חדשים, ולבלות עם משפחתה. *amber.maimon@post.idc.ac.il

AMIR AMEDI

חלוץ במחקרי פלסטיות במוח ואינטגרציה בין-חושית. בשנים האחרונות פרופ' אמיר עמדי הקים ומוביל את מכון ברוך איבצ'ר למוח, קוגניציה וטכנולוגיה, ואת מרכז רות ומאיר רוזנטל להדמיית מוח, שניהם באוניברסיטת רייכמן. המכון בראשותו ייחודי במתודולוגיה שלו: מצד אחד הוא חוקר את המנגנונים העומדים בבסיס האופן שבו החושים נתפסים ומשולבים במוח מבחינה מדעית, ומצד אחר הוא שואף להוציא את מחקריו מגבולות המעבדה, ולהשתמש בידע שנרכש לטובת אנשים והאנושות. בזמנו הפנוי פרופ' עמדי אוהב לנגן בסקסופון עם הלהקה שלו; לטייל בטבע עם משפחתו בארץ ובעולם ולבלות עם שתי בנותיו – שיר (8) ושקד (11), אשר להן הוא רוצה להקדיש את המאמר הזה.

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