



לראות עם האוזניים – מסע מופלא בין החושים

Shelly Levy-Tzedek^{1,2}, Maayan Halimi² and Amir Amedi^{1,2}

¹ המחלקה לנוירובולוגיה רפואית, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים, ישראל
² מרכז אדמונד ולילי ספרא לחקר המוח, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים, ישראל

סוקרים צעירים

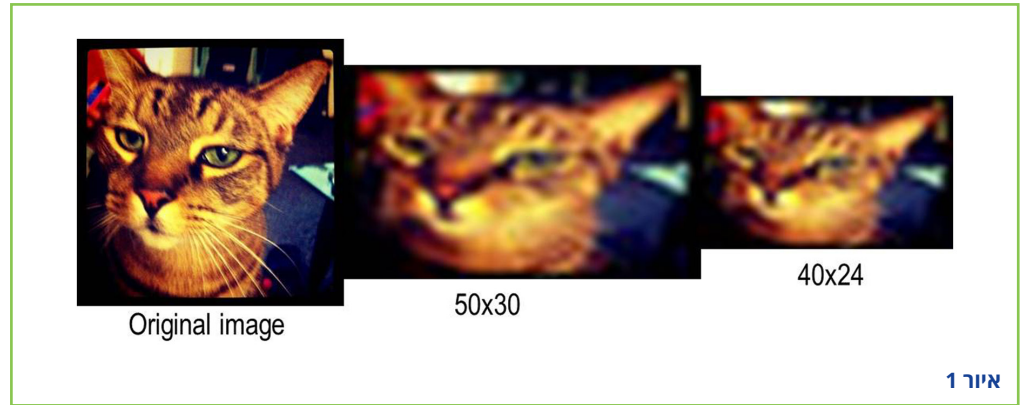


במשך עשרות שנים האמינו שהמוח מאורגן בצורה של "אזורי חִיֶּשֶׁה"; כלומר, שיש "אזור ראייתי", "אזור שמיעתי" וכן הלאה, ושהאזור הראייתי יכול לעבד רק מידע ראייתי. האמינו גם שאם לאנשים לא התאפשר לראות בשנים הראשונות של חייהם (כמו, למשל, בעקבות מחלה נדירה שגרמה להם להיוולד עיוורים), "האזור הראייתי" יאבד את יכולתו לעבד מידע ראייתי. אנו נתאר בקצרה כמה מחקרים אשר קוראים תִּגְר ובוחנו מחדש את התיאוריה הזו. באמצעות שימוש בשיטה מיוחדת שנקראת "הִתְמַרָה חושית", חוקרים הצליחו להוכיח שאנשים עיוורים יכולים "לראות" בעזרת צלילים. לשם כך החוקרים השתמשו בסורק מוח והראו שאותם אזורים במוח, שקודם לכן האמינו שאיבדו את יכולתם לעבד מידע ראייתי, לוקחים חלק מרכזי ביכולת "לראות בעזרת קול" ולזהות עצמים, פרצופים, אותיות ועוד [1].

התמרה חושית היא השימוש בחוש אחד (למשל, חוש השמיעה או חוש המישוש) כדי להעביר מידע שבדרך כלל מועבר על-ידי חוש אחר (למשל, חוש הראייה). לדוגמה תמונה, אשר בדרך כלל אנו משתמשים בראייה כדי לראותה, יכולה "להיראות" בעזרת שימוש בצלילים. העין המוזיקלית (EyeMusic) היא אחת הדוגמאות של מכשירים להתמרה חושית [2]. היא לוקחת תמונה (למשל תמונה מתוך חשבון האינסטגרם שלך) ומתרגמת אותה לצלילים. פיקסל שמופיע בעוצמה נמוכה בתמונה מושמע על-ידי תו מוזיקלי חלש. פיקסל חזק מיוצג על-ידי תו מוזיקלי חזק. כל צבע מנוגן על-ידי כלי נגינה אחר. נכון להיום, מיוצגים סך הכול שישה צבעים: לבן (מקהלה), כחול (חצוצרה), אדום (Rapman's reed – סוג של סינטיסייזר), ירוק (אורגן), צהוב (מיתרים) ושחור (מיוצג על-ידי שקט). ה"תמונה" המוזיקלית הזו מושמעת עמודה אחרי עמודה, משמאל לימין. כך שעצם שנמצא בצד שמאל של התמונה יישמע לפני עצם שנמצא מימין. החולוציה (יכולת ההפרדה) יכולה להיקבע להיות 40×24 פיקסלים או 50×30 פיקסלים (ראו איור 1).

איור 1

חולוציית העין המוזיקלית
 לית. משמאל אפשר לראות תמונה של חתול, שלקוחה מהאינסטגרם. באמצע מוצגת אותה התמונה, עם חולוצייה של 50x30 פיסקלים (החולוצייה הגבוהה ביותר שאפשרית כיום ב"עין המוזיקלית", ומימין מוצגת אותה התמונה עם חולוצייה של 40x24 פיסקלים (החולוצייה הנמוכה שמשתמשים בה במחקרים).



חשוב לציין שאם תזינו תמונה של החתול שלכם לתוך העין המוזיקלית, המכשיר לא יפיק את המילה "חתול", או צליל או גרגור; אלא יפיק אוסף של צלילים, שמהם המשתמש יכול להסיק שהתמונה הזו היא של חתול.

קבוצת החוקרים שלנו במעבדה של פרופ' אמיר עמדי באוניברסיטה העברית השתמשה במכשיר הזה ככלי ללימוד של תפקודים מוחיים [3]. במחקר מגניב אחד השתמשנו במכשיר דומה לעין המוזיקלית, ואנשים שהוגדרו כעיוורים מבחינה חוקית הצליחו "לראות" מספיק טוב עם המכשיר, כך שהם חצו את סף העיוורון. במילים אחרות, אם באופן היפותטי הם היו משתמשים במכשיר בזמן שהם נבחנו במבדק שקובע אם הם עיוורים מבחינה חוקית, הם לא היו נחשבים לעיוורים.

לאחר ביצוע תוכנית הכשרה משתמשי המכשיר מסוגלים לזהות עצמים, הבעות פנים ולקרוא מילים (כדי לראות הדגמה, הסתכלו בזה).

הקבוצה שלנו משתמשת גם במכשיר דימות תהודה מגנטית תפקודי (fMRI). עם מכשיר הדימות הזה אנו יכולים לצלם את מה שקורה בתוך המוח בזמן שנבדקי המחקר עושים דברים מסוימים. אזורים שונים במוח פעילים כשאנחנו רואים פנים, או קוראים מילה, והתמונות ממכשיר הדימות שסורק את המוח יכולות להראות אלה אזורים פעילים בזמן שהתמונה נלקחת.

באחד המחקרים, משתמשי מכשיר העין המוזיקלית "ראו" תמונות תוך שימוש בצלילים, ואז אמרו לחוקרים אם הם חשבו שהם רואים פנים, איבר בגוף, אות, מרקם, בית או פריט יומיומי. בעודם עושים זאת, המוח שלהם נסרק בעזרת מכשיר הדימות. התוצאות היו מדהימות: אצל אנשים עיוורים, המוח ה"ראייתי" הופעל על-ידי הצלילים. במילים אחרות, האזור ה"ראייתי" לא היה "ראייתי" בלבד! יתרה מזו, תבנית הפעילות המוחית באזור ה"ראייתי" הזו הייתה דומה מאוד לזו שנצפתה במוחות של אנשים בעלי ראייה תקינה. לדוגמה, ישנו אזור קטן במוח שאחראי על זיהוי מילים. עד לא מזמן חשבו שרק אותיות חזותיות הפעילו אותו. כאשר נבדקים עיוורים קראו מילים עם מכשיר ההתמרה החושית, האזור הזה היה פעיל גם אצלם. למעשה, הוא היה פעיל אפילו אצל עיוורים מלידה אשר לא ראו אף פעם מילה כתובה [4].

במחקר אחר, נבדקים שראייתם תקינה הזיזו את ידיהם לעבר מטרות שהוצגו על מסך המחשב, או שהושמעו על-ידי העין המוזיקלית. התברר שבשני המקרים התנועות היו מדויקות מאוד, ובממוצע התנועות שלהם סטו בטווח של פחות מ-0.5 ס"מ. זאת לאחר הכשרה מעטה מאוד (כ-25 דקות בלבד של התנסות עם מכשיר העין המוזיקלית). אנו צופים שעם הכשרה נוספת,

איור 2

המחשה של העין המוזיקלית לית, מכשיר התמרה חושית. המשתמש מרכיב את המשקל פיים עם המצלמה שמחוברת אליהם ושומע, באמצעות אוזניות הנצמדות לעצם שמעל לאוזן, את התמונות שהמצלמה תופסת. משמאל למעלה: תקי ריב של המשקפיים שעליהם מורכבות המצלמה והאוזניות.



איור 2

העיוורים יוכלו להגיע לתוצאות טובות עוד יותר. משתמש אחד ותיק של העין המוזיקלית, שהוא עיוור בעצמו, היה מסוגל לאתר תפוח אדום בתוך ערימה של תפוחים ירוקים, ולמשוך אותו החוצה בתנועה חלקה ומדויקת (ראו המחשה באיור 2).

לסיכום, התמרה חושית מספקת לחוקרים כלי מועיל ללימוד של המוח, ובד בבד מהווה שיטה מבטיחה לעזור לאנשים עיוורים לקלוט את הסביבה שלהם ולתקשר איתה.

מקורות

1. Levy-Tzedek, S., Novick, I., Arbel, R., Abboud, S., Maidenbaum, S., Vaadia, E., et al. 2012. Cross-sensory transfer of sensory-motor information: visuomotor learning affects performance on an audiomotor task, using sensory-substitution. *Sci. Rep.* 2:949. doi:10.1038/srep00949
2. Levy-Tzedek, S., Hanassy, S., Abboud, S., Maidenbaum, S., and Amedi, A. 2012. Fast, accurate reaching movements with a visual-to-auditory sensory-substitution 'device'. *Restor. Neurol. Neurosci.* 30:313–23. doi:10.3233/RNN-2012-110219
3. Striem-Amit, E., Guendelman, M., and Amedi, A. 2012. 'Visual' acuity of the congenitally blind using visual-to-auditory sensory substitution. *PLoS ONE* 7:e33136. doi:10.1371/journal.pone.0033136
4. Reich, L., Szwed, M., Cohen, L., and Amedi, A. 2011. A ventral visual stream reading center independent of visual experience. *Curr. Biol.* 21:363–8. doi:10.1016/j.cub.2011.01.040

פורסם אונליין: 31 במאי 2018

נערך על ידי: Robert T. Knight, University of California, Berkeley, USA

ציטוט: Levy-Tzedek S, Halimi M and Amedi A (2018) לראות עם האוזניים – מסע מופלא בין החושים – Front. Young Minds. doi:10.3389/frym.2013.00012-he

תורגם והותאם מ:

Levy-Tzedek S, Halimi M and Amedi A (2013) Seeing with your ears: a wondrous journey across the senses. Front. Young Minds. 1:12. doi:10.3389/frym.2013.00012

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

COPYRIGHT © Levy-Tzedek, Halimi and Amedi 2013. זהו מאמר בנישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution (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

CJ, גיל: 13

אני ילדה קנדית ובדיוק התחלתי ללמוד בכיתה ח'. אני אוהבת לקרוא, לרקוד, לשחק, לשחות ועוד הרבה פעילויות אחרות. הצבעים האהובים עליי הם ירוק, כחול, סגול ושחור. כשאגדל אני רוצה להיות מורה, גיאולוגית, פליאונטולוגית (חקר מאובנים), או סוג אחר של חוקרת מדעית. הנושאים האהובים עליי בבית הספר הם צרפתית, מוזיקה, גיאוגרפיה, אנגלית ומדע.

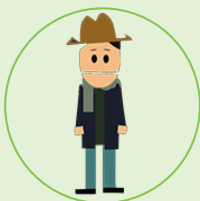
ALEX, גיל: 15

אני תלמיד תיכון בכיתה י'. אני גר בקנדה באזור טורונטו, ואני גיימר (שחקן משחקי וידיאו) נלהב. אני מתעניין במדע ובמתמטיקה והייתי רוצה לעבוד בהנדסה, מדעי המחשב, כימיה, פיזיקה או הוראה. הצבע האהוב עליי הוא אדום ואני אוהב שוקולד.

הכותבים

SHELLY LEVY-TZEDEK

חוקרת כיצד אנו משתמשים בחושים שונים (למשל ראייה ושמיעה) כדי להבין את סביבתנו (למשל לזהות שיש מכונית צהובה שמתקרבת במהירות למעבר החציה וצריך לחכות לפני שחוצים). אנו רואים את המכונית, שומעים את המנוע שלה ומתכננים בהתאם את הפעולות שלנו.





MAAYAN HALIMI

AMIR AMEDI

המשימה של המעבדה שלי היא לספק ל-45 מיליון עיוורים וליותר מ-100 מיליון לקויי ראייה ברחבי העולם הזדמנות "לראות" שוב, על-ידי שימוש בגישות בלתי-חודרניות שמפותחות על-ידם, ומאפשרות להם להיות עצמאיים יותר ואפילו "לראות" באמצעות שימוש בצלילים, או בעזרת הכשרות חדשניות המאפשרות ללמוד לראות לאחר השתלה של עיניים ביוניות. כשאני לא במעבדה אני אוהב לצלול בים האדום, לנגן בסקסופון או לצאת לטיול רגלי. תסתכלו כאן על הרצאת הטד שנתתי במסגרת TEDx Jerusalem!

Hebrew version
provided by

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (נ.ר.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

