

כיצד חוש המישוש יכול לשנות את מוחותיכם?

Hannah M. Stealey*, Yi Zhao, Yin-Jui Chang | Samantha R. Santacruz

מעבדת סנטה קרוז, המחלקה להנדסה ביו-רפואית, אוניברסיטת טקסס באוסטין, אוסטין, טקסס, ארצות הברית

סוקרים צעירים

CHRISTIAN

גיל: 10



KATYA

גיל: 9



SOPHIA

גיל: 8



VIA

גיל: 10



VIHAAN

גיל: 9



קליפת המוח (Cortex)

השכבה החיצונית של המוח שאחראית על עיבוד ושליחת מסרים לגבי תהליכי חשיבה גבוהה כגון קבלת החלטות; תנועה; רגש וחוש המישוש.

המוח האנושי ניתן לחלוקה לאזורים שונים, אשר אחד מהם אחראי על חוש המישוש. אזור זה במוח אפשר לחלק לאזורים קטנים אפילו יותר, המְתַקְשְׂרִים עם כל איבר בגוף. מְפָה מיוחדת של גוף האדם, שנקראת 'הומוֹקְוֹלוֹס תחושתִי', מסייעת לנו להבין את הגדלים השונים של חלקים אלה במוח. במאמר זה, נסביר לכם איך המפה הזו נוצרה, ונספר על אודות מחקר שהראה כיצד אזורים אלה במוח יכולים להשתנות. מחקר אחר הצביע על כך שאזורים במוח יכולים לעבור תהליך של מְחֻזָּר, כלומר, אזורים שאינם מקבלים עוד שְׂדֵרִים מהגוף עשויים להיות בשימוש על ידי אזורים מְתַפְקְדִים אחרים במוח. מחקר נוסף הראה כי שינויים אלה יכולים להתרחש אפילו בתוך יום אחד! המחקרים הללו יכולים לסייע למדענים להבין טוב יותר את המוח, ולעזור לאנשים המתמודדים עם בעיות בחוש המישוש.

המוח האנושי – סקירה כללית

מוח האדם שוקל בערך קילו וחצי, ומרקמו הוא כְּשֵׁל גְּלִי. בשונה מג'לי, המוח האנושי יכול לבצע משימות רבות. השכבה החיצונית של המוח נקראת קליפת המוח, והיא מורכבת מ-80

תאי עצב (Neurons)

תאים המרכיבים את המוח ומתקשרים בין המוח לאיברי הגוף באמצעות מסרים חשמליים.

קליפת המוח התחושתית (Sensory Cortex)

החלק במוח שמתרגם מסרים הנוגעים ללחץ, שמגיעים מהגוף. ניתן לחלק את קליפת המוח התחושתית לאזורים שקולטים מסרים מאיברים מסוימים בגוף.

איור 1

ההומונוקולוס התחושתית למול איברי הגוף. (A) מבט צדי על המוח, וכן (B) מבט קדמי על המוח, המראים את קליפת המוח התחושתית. (C) חתך של המוח המציג כיצד האזורים התחושתיים במוח מאורגנים. ניתן להבחין בכך שסידור זה דומה לאופן שבו מאורגנים איברי הגוף. (D) בן אדם בממדים רגילים. (E) ההומונוקולוס התחושתית – זהו סוג של מִפְּה המדגימה איך האדם היה נראה לו גודל חלקי הגוף השונים היה מבוסס על מספר תאי העצב באזורים המייצגים אותם במוח. ככל שחלק הגוף גדול יותר, המשמעות היא שיש יותר תאי עצב באזור הקשור אליו במוח, וכי חוש המישוש באותו חלק גוף טוב יותר (האיור נוצר בעזרת [BioRender.com](https://www.biorender.com)).

מקרא, מלמעלה למטה:

Sensory Cortex = קליפת

המוח התחושתית;

Middle of body = אמצע

הגוף;

Feet & Legs = כפות

הרגליים והרגליים;

Arm, Hand & Fingers =

הזרוע, היד והאצבעות;

Face = פנים;

Left = שמאל;

Middle = אמצע;

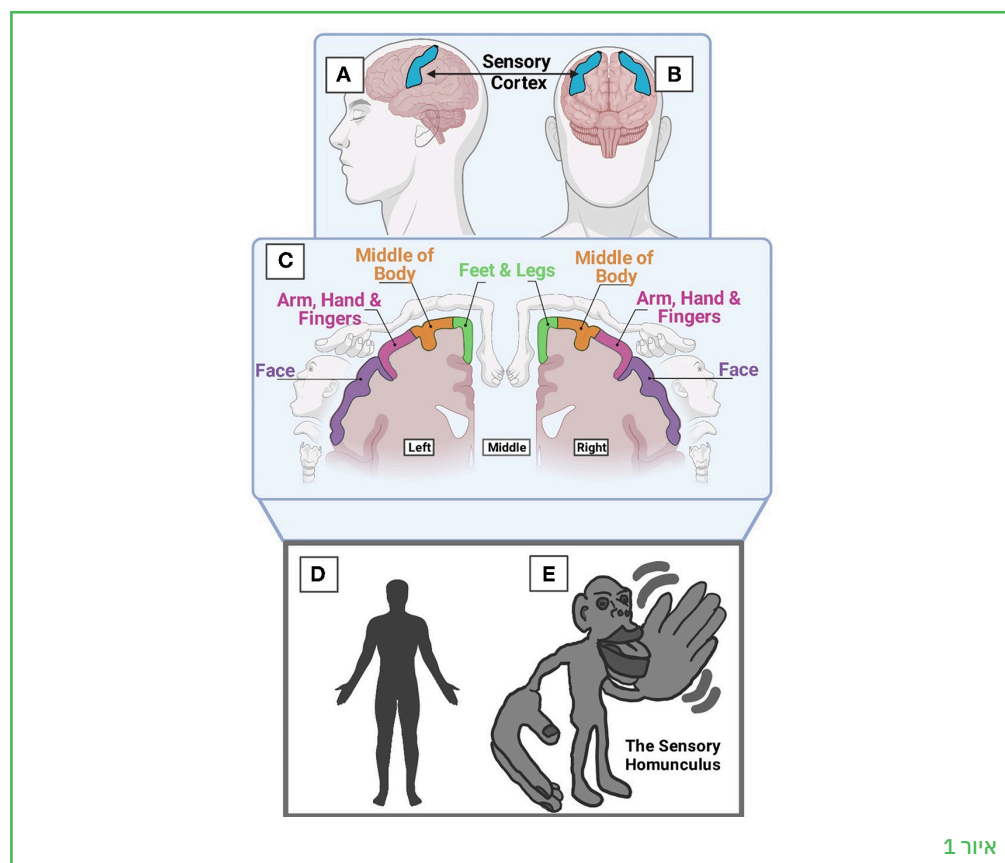
Right = ימין;

The Sensory Homunculus = ההומונוקולוס התחושתית.

מיליארד תאי עצב, המכונים גם **נְיִרוֹנִים**. קבוצות תאי עצב במוחותיכם שולחות מסרים, הלך וחזור מתאי עצב אחרים הנמצאים בכל הגוף, ואליהם. חלק מתאי העצב המצויים מחוץ למוח מכילים חיישנים שמגיבים ללחץ על העור. כשהם מופעלים, תאי העצב הללו שולחים מסרים חשמליים חזרה למוח כדי להודיע לכם שנגעתם במשהו, או שמהו נגע בכם. אזור המוח שאחראי לפרש את חוש המישוש נקרא **קליפת המוח התחושתית**. זו מחולקת לאזורים מסוימים, אשר כל אחד מהם מתקשר עם איבר יחיד בגוף, כמו הזרת ביד שמאל, או הלשון שבִּפֶּה.

ניסיונות מוקדמים לחלק את המוח לאזורים

ב-1909, ד"ר קורביניאן ברודמן, נוירולוג גרמני, היה האדם הראשון שגילה כי קליפת המוח מחולקת לאזורים שונים, בהתבסס על צורת תאי העצב [1]. ברודמן חילק את המוח ל-52 אזורים, ו-3 מהם נמצאים בקליפת המוח התחושתית (איורים 1A, B). האנושי ישנו אזור תחושתית (איורים 1B, C). התגלית של ד"ר ברודמן עודנה חשובה כיום. הוא הראה כי המוח מלא בסוגים שונים של תאי עצב המאורגנים לפי קבוצות. הימצאותן של קבוצות תאי העצב הללו גרמה למדענים להאמין כי אזורים שונים במוח אחראים על תפקודים גופניים שונים.



איור 1

ד"ר וילדר פנפילד היה רופא מוח (נוירוכירורג) קנדי, שבלי להתכוון לכך עזר לנו להבין את תפקוד קליפת המוח התחושתית. בשנות ה-50 של המאה הקודמת, ד"ר פנפילד סייע למטופלים שהתמודדו עם מחלת מוח אשר גרמה לתנועותיהם להיות בלתי סדירות. על ידי

הזרמת כמויות זעירות של חשמל לכמה אזורים במוחותיהם של מטופליו, הוא קבע איזה אזור במוח שולח מסרים 'רעים' לגוף. באופן מעניין, הוא גילה כי הזרמת חשמל לחלק מסוים של קליפת המוח התחושתית גרמה למטופלים תחושה באיבר מסוים בגוף [2]. פנפילד ביצע את ההליך הזה באזורים תחושתיים רבים במוח. בעקבות כך, הוא יצר מפה המראה אלה אזורים בקליפת המוח התחושתית אחראים על חוש המישוש בכל איבר (איור 1C). ללא המפה של ד"ר פנפילד, לא היינו יודעים כי המוח מאורגן לפי אזורים מסוימים המתקשרים עם איברים שונים בגוף.

הקשר שבין האזורים התחושתיים במוח האנושי לבין אדם מוזר למראה

הסדר של האזורים השונים בקליפת המוח התחושתית משקף את מיקומיהם של כל האיברים בגוף (איור 1C). למשל, אזור כפות הרגליים רחוק מאוד מאזור הראש. אנו יכולים לחלק את קליפת המוח התחושתית לאזורים קטנים אפילו יותר. למשל, לכל אחת מאצבעותיכם יש אזור ייעודי בקליפת המוח התחושתית, והאזורים הללו מאורגנים במוח באופן הדומה לארגון האצבעות בכף היד.

לו גודל איברי הגוף היה נקבע לפי מספר תאי העצב באזור במוח האחראי על כל איבר, במקום שניראה כפי שאנו נראים באופן רגיל (איור 1D), היינו נראים כמו ההומונקולוס התחושתית של ד"ר פנפילד (איור 1E). לפי מודל זה, ככל שבאזור חישתי מסוים יש יותר תאי עצב, כך האיבר התואם לו בגוף מצויר כגדול יותר. איבר בגודל גדול יותר באיור מלמד גם על כך שרגישותו למגע של אותו חלק גוף רבה יותר.

נסו זאת בבית

ניתן לבחון את גודלם של אזורים במוח המקושרים לאיברים שונים בגוף על ידי ניסוי פשוט שבאפשרותכם לערוך בבית. בקשו מאדם אחר לפרוס מהדק ניירות כך ששני קצוות המהדק יהיו ישרים, במרחק של כחצי ס"מ זה מזה. עצמו את העיניים ובקשו מאותו אדם לגעת בכך באופן אקראי (ובזהירות!), בעזרת קצה אחד של המהדק, או באמצעות שני הקצוות. שימו לב אם ביכולתכם לחוש אם קצה אחד של מהדק הניירות נוגע בכך, או שני קצוותיו. חזרו על כך כמה פעמים והמשיכו לעקוב אם צדקתם או טעיתם. נסו לבצע את הניסוי הזה קודם על אזור רגיש (כמו אצבע), ואז על אזור רגיש פחות (כמו הזרוע העליונה). ייתכן שתשימו לב כי אתם מדייקים הרבה יותר בתחושה באצבעות, זאת כיוון שיש יותר תאי עצב המקושרים לאזורים שלהן במוח.

השתמשו בזה, או מחזרו את זה

כאשר אזור בקליפת המוח התחושתית לא נמצא בשימוש לפרק זמן ממושך, הוא משתנה. במקום 'לזרוק' את האזור במוח שכבר לא משתמשים בו, המוח 'ממחזר' את תאי העצב. בניסוי מסוים, מדענים חקרו את מוחותיהם של קופים שאיבדו את האצבעות האמצעיות (האמות) של ידיהם [3]. החוקרים התייחסו לקופים בצורה מוסרית, ואפשרו להם להמשיך לבצע פעולות יומיומיות כמו ללכת; להתנדנד; לאכול ולשחק עם חבריהם הקופים. בניסוי

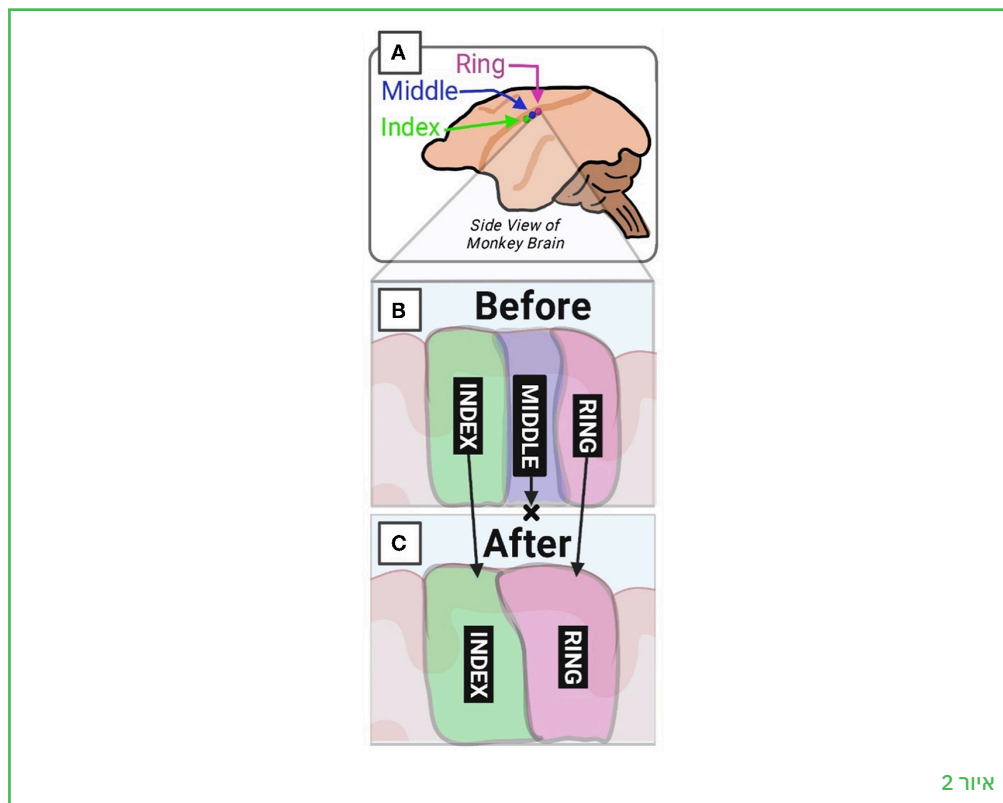
ההומונקולוס התחושתית (Sensory Homunculus)

מודל אשר מציג כיצד היינו נראים לו גודל כל חלק בגוף היה פרופורציוני למספר תאי העצב באזור התואם לו במוח.

זה המדענים השתמשו בטכניקה דומה לזו של די"ר פנפילד כדי לקבוע את גודלו של האזור הייעודי במוח לכל אצבע. במקום להזרים חשמל ישירות למוח, הם הזרימו כמויות קטנות ובטוחות של חשמל ישירות לקצות האצבעות של הקופים. המדענים הצליחו לקבוע את המיקום במוח שאליו הגיע השדר החשמלי. הם חזרו על תהליך זה עד שהיו להם מספיק נקודות בכל אצבע כדי ליצור מפה של אזורי האצבעות במוח (איורים 2A, B).

איור 2

המוח 'ממחזר' אזורים שאינם מצויים בשימוש. (A) מבט צדי על מוח הקוף, המראה את האזורים התחושתיים עבור הקמיצה (Ring), האמה (Middle) והאצבע המורה (Index) (B) הגודל הרגיל של שלושה אזורים אצבעות במוח. (C) גודל אזורי האצבע המורה והקמיצה במוחותיהם של קופים החסרים את האצבע האמצעית. ניתן להבחין בכך שאזורי המוח המייצגים את האצבע המורה והקמיצה גדלו, וכעת הם נוגעים זה בזה (האיור נוצר בעזרת BioRender.com).



איור 2

החוקרים גילו כי ללא מסרים תחושתיים שהגיעו מהאצבע האמצעית, אזור האצבע האמצעית במוח התכווץ. האזורים במוח שייצגו את האצבע המורה ואת הקמיצה גדלו על ידי 'מחזור' של תאי עצב מהאצבע האמצעית החסרה (האמה, איור 2C).

שינויים מהירים והפיכים

אותם סוגים של שינויים במוח מתרחשים גם בקרב בני אדם. אצל בני אדם, מודדים את השינויים הללו בעזרת טכניקה בשם **דימות תהודה מגנטית תפקודי (fMRI)** (איור 3A) [4]. ניתן להשתמש בטכניקה זו כדי להתבונן בפעילות מוחית בזמן אמת, ולכן היא כלי שימושי עבור מדענים המעוניינים לחקור שינויים במוח בלי לפתוח את הגולגולת.

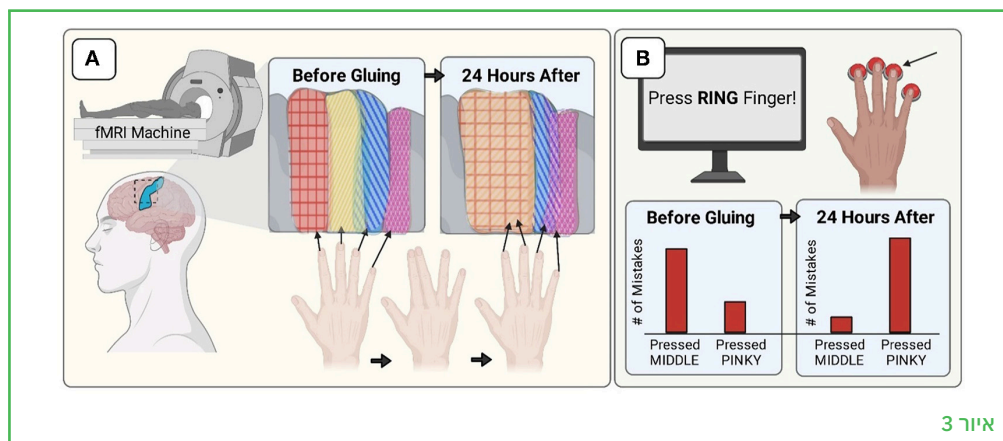
באחד הניסויים שנערכו על בני אדם, מדענים חקרו את אזורי האצבעות בקליפת המוח התחושתית. הם השתמשו בדימות תהודה מגנטית תפקודי כדי לקבוע את המיקום של כל אזור במוח, ואת גודלו, בהתבסס על תנועת האצבעות של הנבדק. מטרת המחקר הייתה לקבוע אם בני אדם יכולים לשנות את גודלו של כל אזור במוח בתוך יום אחד.

דימות תהודה מגנטית תפקודי (fMRI, Functional Magnetic Resonance Imaging)

טכניקה שבה חוקרי מוח משתמשים כדי לצפות בפעילות מוחית בבני אדם בזמן התרחשותה.

איור 3

כאשר מדביקים אצבעות יחד, גם האזורים המייצגים אותן במוח 'נדבקים'. (A) לפני ההדבקה אזורי (Before Gluing), המוח המייצגים את האמה והקמיצה חופפים; כעבור 24 שעות (hours after 24) אזורי המוח של האצבע המורה והאצבע האמצעית חופפים, ואזורי הקמיצה והזרת חופפים אף הם. (B) במשחק, המחשב מצביע על האצבע שבאמצעותה צריך ללחוץ. לפני ההדבקה, לעיתים קרובות יותר הנבדקים לחצו בטעות באמצעות האמה (Pressed Middle) התבקשו ללחוץ באמצעות הקמיצה (Press Ring finger). כעבור 24 שעות, לעיתים קרובות יותר הנבדקים לחצו בטעות באמצעות הזרת (Pressed Pinky), כשהונחו ללחוץ באמצעות הקמיצה (האיור נוצר בעזרת [BioRender.com](https://www.biorender.com)).



איור 3

נסו זאת: ראשית, הניחו את ידכם על שולחן כך שהיא שטוחה, וכף היד פונה כלפי מטה. נסו להניע את האצבע האמצעית מעלה ומטה, תוך ששאר האצבעות נשארות על השולחן ואינן זזות. האם זה קשה? לאחר מכן, נסו להזיז את הקמיצה שלכם מעלה ומטה, בלי להזיז את שאר האצבעות. האם זה היה קל יותר, או קשה יותר? קרוב לוודאי שתגיעו למסקנה כי היה קל להזיז את האצבע האמצעית בלי להזיז את שאר האצבעות, אך קשה יותר להניע את הקמיצה בלי להזיז את האמה או את הזרת. התנהגות זו מיוצגת גם במוח: ישנה חפיפה בין אזור האמה ואזור הקמיצה, לכן קשה לכם יותר להזיז את האצבעות הללו בנפרד. כדי ליצור שינויים במוח, החוקרים הדביקו יחד את האצבעות המורה והאמה ביד ימין. הם השתמשו בדימות תהודה מגנטית תפקודי לפני ההדבקה ופרק זמן מסוים אחריה, כדי לקבוע את גודל אזורי האצבעות במוח. המדענים גילו כי לאחר שהאצבעות הודבקו זו לזו במשך 24 שעות, ואז שוחררו, אזורי האצבעות שהודבקו יחד קודם לכן (האצבע המורה והאמה), היו כעת חופפים (איור 3A).

נוסף על כך החוקרים ביקשו ממשתתפי אותו מחקר לשחק משחק לפני הדבקת האצבעות למשך 24 שעות, ואחריה. הם שחררו את אצבעות המשתתפים לפני שהללו שיחקו במשחק בפעם השנייה. במסגרת המשחק, הוצגה למשתתפים תמונה של אחת האצבעות על מסך מחשב, והם התבקשו ללחוץ על כפתור שנמצא מתחת לאצבע שהוצגה בתמונה, בתוך פחות משנייה אחת (איור 3B) הם חזרו על התהליך פעמים רבות.

התוצאות המעניינות ביותר התקבלו כאשר היה על הנבדקים ללחוץ באמצעות אצבעות הקמיצה שלהם. לפני ההדבקה, הנבדקים לחצו בטעות באמצעות האמה שלהם כאשר התכוונו ללחוץ באמצעות אצבעות הקמיצה. יש בכך היגיון, כיוון שישנה חפיפה בין אזורים אלה במוח. עם זה בחלוף 24 שעות מהזמן שבו האצבעות הודבקו, הנבדקים לחצו בטעות באמצעות הזרת שלהם (יותר מאשר עם אצבעות האמה), כאשר ניסו ללחוץ באמצעות אצבעות הקמיצה. ממצא זה היגיוני אף הוא, כיוון שהאזורים במוח המייצגים את הזרת ואת הקמיצה חופפים כעת. באופן כללי, חוקרים אלה הדגימו כי שינויים באזורים במוח עשויים לגרום לשינויים בהתנהגות, ויכולים להתרחש בתוך יום אחד!

מהי המשמעות של גילויים אלה?

לעיתים קרובות, אנו מתייחסים אל חוש המישוש כאל מובן מאליו. ללא חוש זה, לא נצליח לְשַׁבֵּת כהלכה, וגם לא לבצע פעולות פשוטות, כמו להחזיק כוס מים בלי להביט בה ישירות. ישנם אנשים שאינם מסוגלים לתקשר עם סביבתם כמו אחרים, מפני שהם איבדו את חוש המישוש שלהם, או אולי כיוון שאיבדו איבר מסוים.

כאשר חוקרים מבינים כיצד המוח האנושי מתקשר עם איברי הגוף כדי להפעיל את חוש המישוש, הם יכולים ליצור מכשירים אלקטרוניים המְחַקִּים את חוש המישוש. במחקרים שנערכו בעת האחרונה, נעשה שימוש ברעיונות שהצגנו במאמר זה במטרה לאמֵן את המוח, וכך לסייע למטופלים שאיבדו את חוש המישוש שלהם, להשיב אותו. זוהי עבודה מבטיחה ומלהיבה, אך ישנם עוד דברים רבים שאיננו יודעים. אנו זקוקים ל'מגע' מיוחד של מוחות צעירים כמו שלכם, שיעזרו לנו לפתור את השאלות שהחוקרים עדיין מתמודדים איתן כשהם ממשיכים לחקור את חוש המישוש.

מקורות

1. Brodmann, K., and Gary, L. J. 2006. *Brodmann's Localisation in the Cerebral Cortex: The Principles of Comparative Localisation in the Cerebral Cortex Based on Cytoarchitectonics*. Berlin; Heidelberg: Springer.
2. Wilder, P., and Jasper, H. 1954. Epilepsy and the functional anatomy of the human brain. *AMA Arch. Neurol. Psychiatry*. 72:663–4. doi: 10.1001/archneurpsyc.1954.02330050133021
3. Merzenich, M. M., Nelson, R. J., Stryker, M. P., Cynader, M. S., Schoppmann, A., and Zook, J. M. 1984. Somatosensory cortical map changes following digit amputation in adult monkeys. *J. Comp. Neurol.* 224:591–605. doi: 10.1002/cne.902240408
4. Kolasinski, J., Makin, T. R., Logan, J. P., Jbabdi, S., Clare, S., Stagg, C., et al. 2016. Perceptually relevant remapping of human somatotopy in 24 hours. *eLife*. 5:e17280. doi: 10.7554/eLife.17280

פורסם אונליין: 30 בינואר 2025

נערך על ידי: Ryan E. B. Mrcuzek

מנחים מדעיים: Vinod Venkatraman | Valeriya Gritsenko

ציטוט: Stealey HM, Zhao Y, Chang Y | Santacruz SR (2025) כיצד חוש המישוש יכול לשנות את מוחותיכם? *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2022.772919-he

Stealey HM, Zhao Y, Chang Y and Santacruz SR (2022) How Your Sense of Touch Can Change Your Brain. *Front. Young Minds* 10:772919. doi: 10.3389/frym.2022.772919

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

זכויות יוצרים © Stealey, Zhao, Chang | Santacruz 2025. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). 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

CHRISTIAN, גיל: 10

Christian הוא תלמיד כיתה ד שאוהב לשחק שחמט ובייסבול, ולהשתתף במרוצים למרחקים ארוכים. המקצוע האהוב עליו בבית הספר הוא מתמטיקה. Christian תמיד מאלתר בפסנתר או בגיטרה שלו לצלילי להיטי רוק קלאסיים. במהלך ההפסקות בימי הלימודים המקוונים שמקיים בית ספרו, ידוע שהוא מנגן שירים עבור כיתתו.



KATYA, גיל: 9

Katya גרה במרכז עיר גדולה עם הוריה, אחיה ושני חתולים. היא אוהבת את כל המקצועות, אך מתמטיקה הוא המקצוע המועדף עליה. Katya גם אוהבת לשיר ולנגן בפסנתר, ולהשתכשך במים.



SOPHIA, גיל: 8

אני אוהבת ללמוד בבית הספר, והמקצוע האהוב עליי הוא קריאה. אני גם אוהבת להתכרבל עם משהו צמרירי או פרוותי ולקרוא ספרי פנטזיה. התנדבתי להיות סוקרת עבור פרונטירז – מדע לצעירים, מפני שאני נהנית לעזור לאנשים לעסוק במדע.



VIA, גיל: 10

Via היא תלמידת כיתה ד שאוהבת ללמוד מתמטיקה; לקרוא ולשחק שחמט. היא כְּתִבָּת צעירה במגזין 'טיים (Time) לילדים'. כנשיאת מועצת התלמידים בבית הספר היסודי שלה, Via פורצת דרך לרעיונות חדשים בבית ספרה. היא תמיד שמחה לנהל דיון סוער, ושואפת להיות שופטת בבית המשפט העליון או פרופסורית למתמטיקה. בזמנה הפנוי, היא ואחיה התאום אוהבים לאלֶתֵר מוזיקה בכלי הנגינה שלהם.



VIHAAN, גיל: 9

Vihaan גר בעיר אהבת אחים וחובה בין אחיות, ואוהב לעסוק בספורט. הוא נהנה לשחק שחמט, טניס ובייסבול; לבנות בלגו; לקרוא ולפתור בעיות וחידות מתמטיות מאתגרות. הסופר האהוב עליו הוא אנתוני הורוביץ. Vihaan מנגן בכינור מגיל 5, וגם מתופף. כשיגדל, הוא רוצה להיות אדריכל.



הכותבים

HANNAH M. STEALE

Hannah M. Stealey היא דוקטורנטית החוקרת את מוח הפּרִימָטִים (סדרת יונקים הכוללת את הקיפופים, הקופים ובני האדם) במעבדת סנטה קרוז באוניברסיטת טקסס באוסטין. היא מתעניינת בדרך שבה אנו מקבלים החלטות, ומה קורה לתאי עצב כאשר המוח רוכש מיומנות חדשה. בזמנה הפנוי היא נהנית לשחות; להאזין לפודקסטים ולחקור את אוסטין. *hannahstealey19@gmail.com

YI ZHAO

Yi Zhao היא דוקטורנטית הלומדת על אודות המוח. האופן שבו החלטות מתקבלות במוח האנושי מרתק אותה. כדי לחקור זאת, היא משתמשת בפוטנציאל שדה מקומי (Local Field Potential) שהוא סכום הפעולות של קבוצת נוירונים קרובים. מידע זה היא אוספת ממכשירים אלקטרוניים מושתלים. נוסף על חקירת המוח, Yi Zhao אוהבת לקרוא רומנים ולטייל.

YIN-JUI CHANG

Yin-Jui Chang השלים את לימודי התואר השני שלו ב-2018, וכיום הוא דוקטורנט באוניברסיטת טקסס באוסטין. תחומי העניין המחקריים שלו כוללים עיבוד חושי; הסתגלות ודינמיקה במוח וכן קבלת החלטות.

SAMANTHA R. SANTACRUZ

ד"ר Samantha R. Santacruz היא כיום עוזרת פרופסור באוניברסיטת טקסס באוסטין. קיבלה את התואר הראשון שלה במתמטיקה יישומית מאוניברסיטת קליפורניה בברקלי ב-2006, ואת התואר השני והדוקטורט שלה בהנדסת חשמל והנדסת תוכנה מאוניברסיטת רייס ב-2010 וב-2014, בהתאמה. היא השלימה את עבודת הפוסט-דוקטורט שלה באוניברסיטת קליפורניה בברקלי, ואז הקימה מעבדת נוירו-הנדסה משלה. מעבדת סנטה קרוז מפתחת מכשירים אלקטרוניים במטרה לחקור כיצד למידה מתרחשת במוח. את זמנה מבלה במשחק עם שני ילדיה, ובהכנת גבינה.

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



קרן משפחת
שעשוע
Shashua Family Foundation