

כיצד בני נוער ומבוגרים לומדים על אנשים אחרים?

Christoph W. Korn^{1,2*}, Gabriela Rosenblau^{3,4*}

¹המכון למדעי המוח של מערכות, המרכז הרפואי האוניברסיטאי המבורג-אפנדורף, המבורג, גרמניה
²המחלקה לפסיכיאטריה כללית, אוניברסיטת היידלברג, היידלברג, גרמניה
³המחלקה למדעי המוח והפסיכולוגיה, אוניברסיטת ג'ורג' וושינגטון, וושינגטון, די. סי, ארצות הברית
⁴המכון לאוטזם וללקויות נירוו-התפתחותיות, אוניברסיטת ג'ורג' וושינגטון, וושינגטון, די. סי, ארצות הברית

סוקרים צעירים

LOUIE
גיל: 12



ORGANIZATION
FOR HUMAN
BRAIN
MAPPING
גיל: 15-8



דמיינו שפגשתם אנשים חדשים. אתם עשויים לתהות מי הם, למשל עד כמה הם אוהבים בייסבול? לאחר מכן, אתם מקבלים מהם משוב שמסייע לכם לנבא כמה הם אוהבים משהו דומה, כמו כדורסל. במחקרנו בָּחַנו כיצד בני נוער ומבוגרים מחליטים מה אנשים אחרים אוהבים ולא אוהבים, וכיצד הם לומדים על אחרים דרך משוב. את תהליך הלמידה הזה ניתן לתאר באמצעות מודלים מתמטיים שֶמְחַשְּׁבִים טעויות ניבוי – ההבדל בין כמה אתם חושבים שאנשים אוהבים בייסבול, לבין העדפתם האמיתית לגביו. נִצְפָּה שוני בין בני נוער ומבוגרים ביחס למהירות שבה הם למדו על אחרים באמצעות המדד הזה. כמו כן בני נוער נָטוּ להשתמש באזור מוחי אחר ממבוגרים בעת למידה על העדפותיהם של אנשים אחרים. מחקר זה מסייע לנו להבין כיצד למידה חברתית מתפתחת במהלך שנות הנעורים.

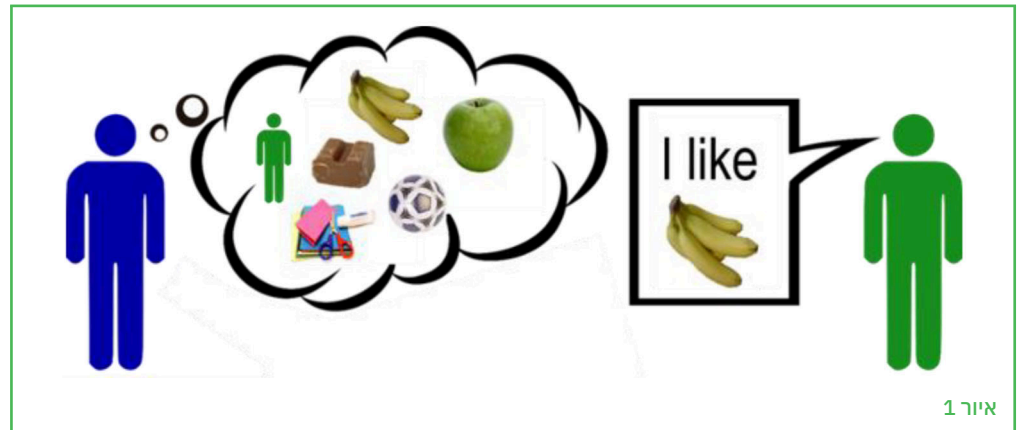
כיצד אנו לומדים על אנשים אחרים?

ככל הנראה, לעיתים קרובות אתם פוגשים אנשים חדשים שהם בסביבות גילכם – תלמידים חדשים בבית הספר שלכם, חברים חדשים במועדון הספורט או המוזיקה, שכנים חדשים

וכן הלאה. חשבו על הפעם האחרונה שבה פגשתם אנשים חדשים. בתחילה, לא ידעתם עליהם הרבה. אולם מהר מאוד, קרוב לוודאי קיבלתם מושג לגבי מי הם – עד כמה הם אוהבים ממתקים, בייסבול, או נעלי ספורט? ידיעת המידה שבה אדם אוהב דברים ספציפיים ופעילויות מסוימות עשויה לסייע לכם לחזות את העדפותיו ביחס לדברים שונים ולפעילויות אחרות. לדוגמה, אם אותו אדם אוהב פאי תפוחים, אתם עשויים לחשוב שיאהב גם עוגת גזר, אף על פי שמעולם לא אמר לכם שהוא אוהב זאת. הניבויים שלכם לגבי מכריכם החדשים עשויים להשפיע על האופן שבו אתם מתקשרים איתם. אם אתם יודעים שהם אוהבים בייסבול, לדוגמה, ייתכן שתחשבו שהם גם אוהבים כדורסל ותזמינו אותם למשחק כדורסל. הידע שלכם על אנשים אחרים מעצב את הקשרים שלכם איתם. לדוגמה, חברכם עשוי להתרגז מכך שנתתם לו כדורגל כמתנת יום הולדת, אף על פי שהוא אמר לכם בעבר שאינו אוהב לשחק כדורגל וגם לא סוגים אחרים של משחקי כדור. **איור 1** מציג דוגמה של האופן שבו "אדם כחול" חושב על העדפותיו של "אדם ירוק" חדש, וכיצד האדם החדש מספק לו משוב.

איור 1

דו-שיח אדם כחול – אדם ירוק. האדם הכחול פוגש את האדם הירוק ותוהה עד כמה האדם הירוק אוהב פריטים שונים. האדם הירוק מספק משוב עבור חלק מהפריטים.



איור 1

מדוע למידה יכולה להשתנות בין מתבגרים למבוגרים?

למידה על אחרים היא סוג חשוב של **למידה חברתית**, אשר יכולה להיות מועילה, אך גם מתעתעת. אתם צריכים לחשוב בזהירות על העדפותיהם של אנשים אחרים ביחס למגוון דברים ופעילויות. באופן אידיאלי, עם הזמן תוכלו לעדכן את הניבויים שלכם לגבי מה אותם האנשים אוהבים, באמצעות המשוב שתקבלו מהם. בתקופת ההתבגרות, מפגשים עם אנשים חדשים מתרחשים לעיתים תכופות יותר. לכן, יכול להתקיים שוני באופן שבו בני נוער ומבוגרים לומדים על מכריהם. במחקר שלנו, השווינו למידה חברתית בקרב בני נוער ומבוגרים. בחנו את הפעילות המוחית במהלך אינטראקציות חברתיות כשאנשים נפגשים [1, 2]. השתמשנו בשיטה שנקראת **דימות תהודה מגנטית תפקודי** [3] במטרה לבחון אילו אזורים במוח תורמים ללמידה החברתית. ציפינו שאזורי המוח שמעורבים בלמידה חברתית יהיו שונים בין בני נוער למבוגרים, מאחר שהמוח ממשיך להתפתח במהלך גיל ההתבגרות [4].

מטלת הלמידה במחקרנו

הזמנו 24 בני נוער (בין גילי 10 ל-17) ו-21 מבוגרים (בין גילי 23 ל-36) להשתתף במחקר על פעילות מוחית, באמצעות דימות תהודה מגנטית תפקודי (**איור 2A**) [3]. עיצבנו מטלת

למידה חברתית

(Social Learning)

מונח שמסכם את התהליך של האופן שבו אנשים לומדים על אנשים אחרים, מהם, או עבורם. לדוגמה, למידה על ההעדפות של אנשים אחרים היא סוג של למידה חברתית.

דימות תהודה מגנטית

תפקודי

(fMRI - Functional Magnetic Resonance Imaging)

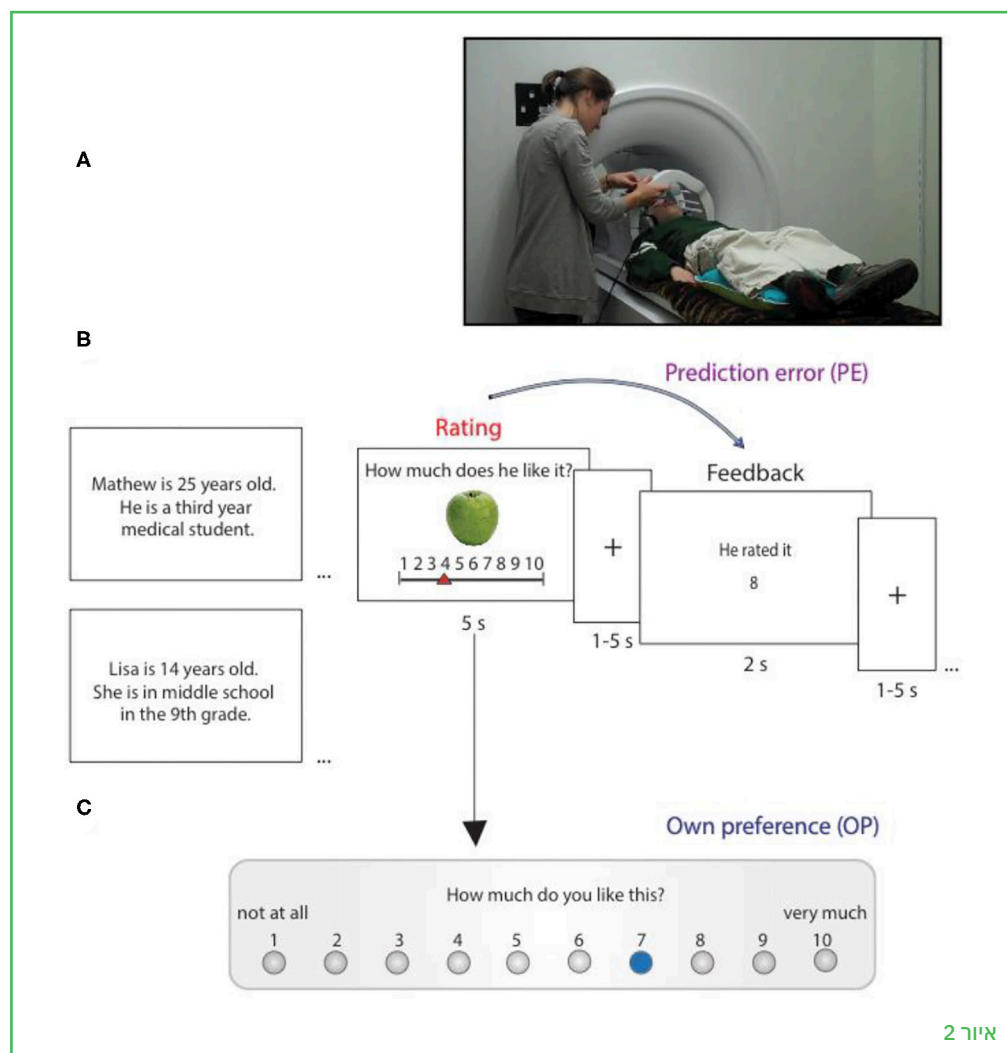
דרך למדידת פעילות מוחית במהלך מטלה. הנסיינים שוכבים בתוך מכונה שמייצרת תמונות של פעילות המוחית.

ניסוי שתהיה דומה להכרת ההעדפות של אנשים חדשים בחיים האמיתיים. משתתפים במחקר שלנו לא פגשו אנשים חדשים ישירות. במקום זאת, הם קראו תיאור קצר של האדם, לדוגמה של תלמיד בשם מת'יו (איור 2B). לאחר מכן, המשתתפים ראו על המסך תמונה של פעילות או של חפץ, כמו למשל תפוח. המשתתפים התבקשו לנבא כמה מת'יו אהב תפוחים בסקאלה של 10 נקודות מ-1 (בכלל לא) ועד 10 (מאוד). אחרי שמסרו את הניבוי שלהם, המשתתפים קיבלו משוב וראו איזה דירוג בסקאלה מת'יו נתן לתפוחים. התהליך הזה חזר על עצמו עבור דברים רבים ושונים משלוש קטגוריות עיקריות: (1) פריטי מזון כמו פירות, ירקות, ממתקים, מזון מהיר ומזונות בריאים; (2) פריטי אופנה כמו בגדים, נעליים, תיקים וקוסמטיקה; ו-(3) פריטי פעילות כמו צעצועים, גאדג'טים, כלי מוזיקה, ציוד ספורט וחומרי ציור.

במסגרת שלושה מפגשים, נסיינים בני נוער למדו על בני נוער אחרים, ונסיינים מבוגרים למדו על מבוגרים אחרים. בסיום הניסוי, הנסיינים דירגו עד כמה הם עצמם אהבו את האובייקטים והפעילויות, מה שאפשר לנו לבחון אם הם השתמשו בהעדפותיהם כדי לנבא את ההעדפות של מת'יו ושל אנשים אחרים (איור 2C). נוסף על כך המשתתפים התבקשו לכתוב את הרשמים שלהם ממת'יו ומאנשים אחרים שעליהם למדו.

איור 2

(A) מערך הניסוי שלנו. המשתתפים השלימו את מטלת הלמידה החברתית שלנו בעודם נמצאים בסורק דימות תהודה מגנטית תפקודי. (B) בזמן שהיו בסורק, המשתתפים קראו תיאורים קצרים של אנשים, ולמדו על ההעדפותיהם של אנשים אלה ביחס לפריטים באמצעות מטלת דירוג. (C) לאחר הסריקה באמצעות דימות תהודה מגנטית תפקודי, משתתפים מילאו את הסקר במטרה להצביע על ההעדפות של עצמם ביחס לפריטים שהוצגו במטלת הדירוג.



איור 2

מודלים מתמטיים למדידת למידה על אחרים

ניתן להשתמש בחישוב במטרה לבחון עד כמה המשתתפים הצליחו לנבא את העדפותיהם של אנשים אחרים. כדי לעשות זאת, אנו יכולים לבדוק את ההבדל בין הניבויים של משתתפים לבין המשוב שהם קיבלו. הבדל זה נקרא טעות ניבוי. בדוגמה שמוצגת באיור 2B, המשתתף ניבא שמת'יו לא כל כך אוהב תפוחים, ושהוא היה מדרג אותם בסקאלה כ-"4". אולם, המשתתף קיבל את המשוב שלפיו מת'יו אוהב מאוד תפוחים, וכי מת'יו בחר עבורם בדירוג "8". טעות הניבוי כאן היא 4, מאחר ש- $8 - 4 = 4$. ככל שטעות הניבוי קטנה יותר, כך המשתתפים טובים יותר בניבוי. מצאנו ששגיאות ניבוי קטנות במהלך הזמן, ככל שהמשתתפים מקבלים יותר משוב על האדם. הלמידה הזו מתרחשת גם אצל בני נוער וגם אצל מבוגרים. בסך הכול לבני נוער היו שגיאות ניבוי במקצת גבוהות יותר משל מבוגרים, מה שיכול להצביע על כך שיש להם פחות ניסיון עם למידה חברתית מאשר למבוגרים. התיאורים הכתובים לגבי אנשים אחרים, שבני נוער ומבוגרים כתבו בסיום הניסוי, היו מפורטים מאוד, מה שמדגיש כי שתי הקבוצות היו מסוגלות ללמוד על ההעדפות של מכריהם במטלה שלנו.

שגיאות ניבוי

(Prediction Errors)

ההבדלים בין ניבויים לבין תוצאות או משוב. לדוגמה, טעות ניבוי יכולה להיות ההבדל שבין ניבוי שלנו כי מישהו אוהב מאוד שוקולד, לבין התוצאה או המשוב שלפיהם אותו האדם כלל לא אוהב שוקולד.

מודלים מתמטיים

(Mathematical Models)

תיאורים מתמטיים של מה אנשים עושים בחיים האמיתיים ובמחקרים ניסיוניים.

מחקרים רבים אחרים בחנו כיצד בני אדם לומדים את הניבויים שלהם ומעדכנים אותם באמצעות מטלות פשוטות, שאינן מערבות למידה על אנשים אחרים. במחקרים האלה פותחו תיאורים מתמטיים מפורטים של תהליך הלמידה [5]. במחקר שלנו, בחנו אם הסוג הזה של מודלים מתמטיים יכול להיות מורחב לעבודתנו על למידה חברתית לגבי העדפותיהם של אנשים אחרים. חקרנו עד כמה מודלים מתמטיים שונים תופסים את האופן שבו משתתפים דירגו את העדפותיהם של אחרים. מודל מתמטי מוצלח צריך להיות פשוט יחסית, ולנבא היטב את הדירוגים של משתתפים.

שלושת המודלים העיקריים שלנו הניחו הנחות שונות לגבי האופן שבו אנשים מדרגים את העדפותיהם של אחרים. המודל הראשון היה שהנסיינים כלל לא למדו. כשאתם פוגשים אדם חדש, תוכלו לחשוב עליו ממש כמו על עצמכם. זה עשוי להיות חכם בהתחלה, אך במהלך הזמן תצטרכו ללמוד במה האדם שפגשתם שונה מכם.

המודל השני הוא מודל למידה שכיה, שנקרא מודל למידת חיזוקים. הוא נמצא בשימוש לעיתים קרובות בתיאור למידה של חיות ובני אדם [5]. בהתבסס על המודל הזה, משתתפים לומדים על סביבתם דרך משוב. נניח שלמשתתפים מוצגות שתי תמונות, שעבור אחת סביר יותר שהם יקבלו תגמול ביחס לשנייה. אם משתתפים בוחרים אחת משתי התמונות ואז מקבלים תגמול, הם לומדים שטוב יותר לבחור בתמונה הזו בעתיד. האופן שבו הם לומדים הוא על ידי עדכון שגיאת הניבוי שלהם: ההבדל בין הניבוי שלהם על כך שהתמונה נותנת תגמול, לבין התוצאה. שגיאת הניבוי הזו תשפיע על איזו תמונה המשתתפים יבחרו בעתיד.

המודל השלישי שלנו שילב את שני המודלים שתוארו לעיל. מודל משולב זה היה הטוב ביותר בתיאור הדירוגים של הנסיינים, הן בני נוער הן מבוגרים. בני נוער היו איטיים יותר ממבוגרים בעדכון הניבויים שלהם. עדכון איטי יותר אינו רע בהכרח – בניבוי מהיר מדי ישנה סכנה שהמשוב האחרון מקבל משקל רב מדי. בתור דוגמה, אם אתם חושבים שחברתכם אוהבת חטיפי שוקולד, ואז אתם לומדים שהיא לא אוהבת חטיפי שוקולד עם בוטנים, אינכם צריכים להשתמש בתשובה שלה לגבי חטיפי שוקולד עם בוטנים כדי לעדכן את הניבוי שלכם לגבי

למידת חיזוקים

(Reinforcement Learning)

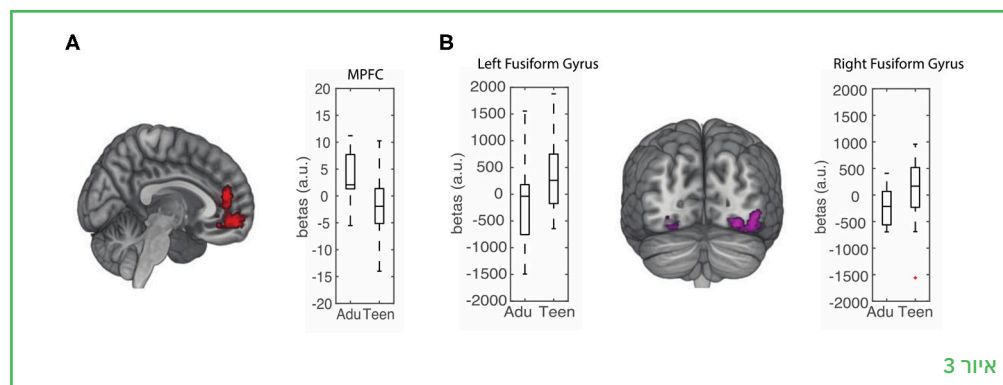
סוג מסוים ועוצמתי של מודל מתמטי המתאר למידה בהתבסס על טעויות ניבוי.

עד כמה היא אוהבת חטיפי שוקולד באופן כללי. ככלל, מהירות עדכון ניבויים הייתה קשורה לגילם של בני הנוער, מה שמחדד אף יותר כי למידה משתנה עם הגיל.

אילו אזורים במוח מסייעים לנו ללמוד על אחרים?

במחקרנו, קישרנו את המודלים המתמטיים לנתוני דימות התהודה המגנטית התפקודי של הנסיינים [3]. על ידי כך, יכולנו לראות אילו אזורים במוח היו קשורים לניבויים של המשתתפים על ההעדפות של אנשים אחרים, וכן לשגיאות ניבוי. אזור במוח קשור לעיבוד של הערכים האלה אם פעילותו עולה בהתאמה לערכים אלה. כלומר, אזור כזה מראה פעילות רבה יותר בנקודות בזמן שבהן יש שגיאות ניבוי גדולות יותר, ופעילות מועטה בנקודות בזמן עם שגיאות ניבוי קטנות יותר.

ציפינו שהפעילות בקליפת המוח הקדם-מצחית האמצעית, תהיה מעורבת בחשיבה על העדפותיהם של אחרים. אזור המוח הזה קשור לתהליכי למידה מורכבים ולתהליכים של חשיבה חברתית, כמו למשל חשיבה על עצמנו ועל אנשים אחרים [1, 2]. קליפת המוח הקדם-מצחית האמצעית גם עוברת שינויים התפתחותיים רבים במהלך גיל ההתבגרות [4] – אין זה המקרה עבור אזורים אחרים במוח, שמתפתחים מוקדם יותר. אכן, מצאנו שהפעילות בקליפת המוח הקדם-מצחית האמצעית שיקפה את הניבויים של מבוגרים, ופחות את אלה של בני נוער (איור 3). בניגוד לכך, אזור אחר במוח שנקרא פיתול דמוי-כישור (Fusiform Gyrus), היה קשור לטעויות ניבוי בקרב בני נוער ולא בקרב מבוגרים. זה מציע שמתקיים שינוי התפתחותי באזורים במוח שמעורבים בלמידה חברתית.



איור 3

סיכום ושאלות לעתיד

ישנם דברים רבים שאפשר ללמוד על אנשים אחרים. לדוגמה, מה הם עושים בסיטואציות שונות? האם הם חולקים את רכושם איתכם, או שומרים את הכול לעצמם? מעניין לדעת אם למידה על פעילויות כאלה דומה ללמידה על העדפות. ⁴ נוסף על כך לחלק מהאנשים יש קשיים בהבנת מה שאחרים חושבים או מרגישים. לדוגמה, בני נוער על הרצף האוטיסטי עשויים להראות הבדלים בלמידה חברתית. יהיה מעניין לדעת אם אזורים שונים במוח מעורבים בלמידה חברתית של ילדים המתמודדים עם אוטיזם, ואם אימון יכול לסייע להם.

קליפת המוח

הקדם-מצחית האמצעית (MPFC - Medial Prefrontal Cortex)

אזור באמצע החלק הקדמי של המוח, מאחורי המצח. זהו חלק גדול של המוח המעורב בתהליכים רבים כמו למידה, קבלת החלטות וחשיבה לגבי אחרים.

פיתול דמוי-כישור (Fusiform Gyrus)

אזור באחורי המוח, שקשור ללמידה ולתפיסה וזיהוי של סוגי קלט שונים, כדוגמת פרצופים.

איור 3

בני נוער ומבוגרים משתמשים באזורים מוחיים שונים כדי ללמוד על העדפותיהם של אחרים. (A) אצל מבוגרים, הפעילות של קליפת המוח הקדם-מצחית האמצעית (MPFC) קשורה לדירוגים שלהם לגבי מה אחרים עשויים לאהוב. (B) בני נוער משתמשים לעיתים קרובות יותר באזור במוח שנקרא פיתול דמוי-כישור (Fusiform Gyrus), שנמצא באחורי המוח. המספרים על ציר ה-y הם יחידות אקראיות, כלומר לא ניתן לפענח ישירות את השיעורים עצמם.

⁴אם ברצונכם ללמוד עוד על הבסיס המוחי של למידה חברתית על אנשים אחרים ומהם, קראו את המאמר שבמקור [6].

מחקרנו מראה כיצד מודלים מתמטיים ופעילות מוחית יכולים לתאר הבדלים באופן שבו בני נוער ומבוגרים לומדים על אנשים אחרים. זה חשוב להבנת האופן שבו בני נוער מתפתחים.

תודות

אנו רוצים להודות ל-Athina Tzovara ול-Julia Kam על ארגון הסקירה החיה עבור ילדים בארגון למיפוי מוח האדם (OHBM).

מאמר המקור

Rosenblau, G., Korn, C. W., and Pelphrey, K. A. 2018. A computational account of optimizing social predictions reveals that adolescents are conservative learners in social contexts. *J. Neurosci.* 38:974–88. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1044-17.2017

מקורות

1. Ruff, C. C., and Fehr, E. 2014. The neurobiology of rewards and values in social decision making. *Nat. Rev. Neurosci.* 15:549–62. doi: 10.1038/nrn3776
2. Yang, D. Y., Rosenblau, G., Keifer, C., and Pelphrey, K. A. 2015. An integrative neural model of social perception, action observation, and theory of mind. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 51:263–75. doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.01.020
3. Hoyos, P. M., Kim, N. Y., 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. Mills, K., Goddings, A., and Blakemore, S. 2014. Drama in the teenage brain. *Front. Young Minds* 2:16. doi: 10.3389/frym.2014.00016
5. Niv, Y., and Langdon, A. 2016. Reinforcement learning with Marr. *Curr. Opin. Behav. Sci.* 11:67–73. doi: 10.1016/j.cobeha.2016.04.005
6. Koele, I., Westhoff, B., and van de Groep, I. 2020. Social learning and the brain: how do we learn from and about other people? *Front. Young Minds* 8:95. doi: 10.3389/frym.2020.00095

פורסם אונליין: 13 במרץ 2023

עורכת: Julia W. Y. Kam

מנחה מדעי: Eli Merriam

ציטוט: Korn CW and Rosenblau G (2023) כיצד בני נוער ומבוגרים לומדים על אנשים אחרים? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.563084-he

תורגם והותאם מ: Korn CW and Rosenblau G (2020) How Do Teens and Adults Learn About Other People? Front. Young Minds 8:563084. doi: 10.3389/frym.2020.563084

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

COPYRIGHT © 2020 © 2023 Korn and Rosenblau. 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 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

LOUIE, גיל: 12

לואי הוא תלמיד כיתה ו מפותח לגילו בושינגטון, די. סי. תחומי העניין שלו כוללים חקירת תרבויות קדומות, מתמטיקה, וכמובן כל הנושאים במדע. הוא תוהה חשיפה מוקדמת למדעי המוח בליווי תכופ של הוריו למעבדותיהם, וניהול שיחות עם סטודנטים לתארים מתקדמים ופוסט-דוקטורנטים. בזמנו הפנוי, לואי לומד לבנות מעגלים חשמליים פשוטים. הוא גם אוהב לנגן בכינור, לרכוב על אופניים ולנצח את אביו באופן קבוע במשחקי שחמט.



ORGANIZATION FOR HUMAN BRAIN MAPPING, גיל: 8-15

כחלק מאירוע Kids Live Review בארגון למיפוי מוח האדם (OHBM) 2020, ריינה, פינקי, לואי, אדריאן וטיאן תשאלו את המדענים על עבודתם לפני קהל. קבוצת עילית זו של סוקרים סיפקה משוב ממוקד ששיפר את איכותם של מאמרים העוסקים במגוון נושאים – משעמום, נרגנות ולמידה חברתית, ועד לניתוחי מוח ומחלת אלצהיימר.

הכותבים

CHRISTOPH W. KORN

אני מדען מוח קוגניטיבי. מתעניין באופן שבו בני אדם לומדים ומקבלים החלטות באינטראקציות חברתיות. עבורי, מרתק כיצד מוח אנושי מסוגל ללמוד ולקבל החלטות. לכן, אני משתמש בניסויים התנהגותיים, בדימות מוחי ובשיטות חישוביות. לאחרונה עברתי מהמרכז הרפואי האוניברסיטאי המבורג-אפנדורף לאוניברסיטת היידלברג. *christoph.korn@med.uni-heidelberg.de



GABRIELA ROSENBLAU

אני מדענית של מדעי המוח הקוגניטיביים ההתפתחותיים. חוקרת כיצד קבלת החלטות חברתיות מתפתחת בילדות ובתקופת הנעורים, כשמוחותינו מתבגרים. מטרה חשובה של מחקרי היא להבין שינויים



בהתפתחות החברתית של אנשים עם לקויות התפתחותיות, כמו אוטיזם. אני עובדת באוניברסיטת ג'ורג' וושינגטון בוושינגטון, די. סי, ארצות הברית. *grosenblau@gwu.edu

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