



אופס זו הייתה טעות! איך מוחות של פעוטות מגיבים למשוב

Marlene Meyer¹, Suhas Hassan Vijayakumar¹, Harold Bekkering¹, Denise J. C. Janssen¹,
Ellen R. A. de Bruijn², Sabine Hunnius¹

¹מכון Donders למדעי המוח, ההכרה וההתנהגות, אוניברסיטת Radboud בניימיקן, ניימיקן, הולנד
²המחלקה לבריאות קלינית ולניורופסיכולוגיה, מכון לייזן למדעי המוח וההכרה (LIBC), אוניברסיטת לייזן, לייזן, הולנד

סוקר צעיר

ALEX
גיל: 12



אופס, הרגע הקשתי במקום הלא נכון במחשב שלי (טעות), ונשמע הצליל הזה של השגיאה שייכתן שאתם מכירים. זו דוגמה למשוב. משוב הוא מידע מועיל המצביע על כך שמהו נכון או שגוי, ואנו יכולים להשתמש במשוב כדי לשפר זאת. למשל, אינני רוצה לבצע את אותה טעות שוב, לכן עכשיו אני מקיש על המקש הנכון! הדבר נקרא "למידת משוב". לעיתים קרובות אתם מקבלים משוב על מעשיכם ולפעמים משוב זה אומר למוח שלכם: "אופס, זו הייתה טעות!" ממשוב כזה אפשר ללמוד ולהשתפר בפעם הבאה. למידה בעזרת משוב חשובה במיוחד בשלבי החיים המוקדמים, כאשר ילדים צעירים עדיין צריכים ללמוד רבות על העולם שסביבם. מעניין שנדרש זמן ארוך עד להתפתחותם המלאה של אזורי המוח אשר אחראים על יצירת אותות המשוב. לפעמים הם אינם מתפתחים במלואם אפילו בשנות העשרה המאוחרות. אם כך, איך ילדים צעירים בגילאי שנה עד שלוש שנים (הנקראים פעוטות) מעבדים את אותות המשוב במוח שלהם? ואיך הם לומדים, בהתבסס על המשוב שהם מקבלים? אלה חלק מהשאלות שעליהן רצינו להשיב.

טוני איחר למשחק. הוא גרב את גרביו במהירות, והתכוון להזדרז לנעול את נעליו וללכת. הוא הרים נעל אחת, התבונן ברגליו והבין – "אופס! הגרביים אינם תואמים". הוא החליף

את הגרב הלבן בגרב הכחול התואם, גלש לתוך נעליו ויצא לדרכו. כמו טוני, גם לי קרה שהתבלבלתי בגרביים שלי. לא קורה לכם לפעמים? כאשר אתם לובשים גרביים ומסתכלים עליהם, עיניכם רואות אותם ומספרות למוח שלכם מה הן רואות. כשהמוח רואה גרביים שאינם תואמים, ייתכן כי יחשוב "אופס! נעשתה טעות". כך המוח שלכם עושה שימוש במידע מועיל המצביע על כך שכרנע עשיתם משהו נכון או שגוי, ושאוּלִי צריך לשפר משהו. מידע מסוג זה נקרא מְשׁוּב. בפעם הבאה שתיקחו את הגרב השני תדעו לבדוק את התאמתו לפני שתגברו אותו (למידה המבוססת על משוב). אתם לומדים מהמשוב שקיבלתם בהתנסות קודמת. המשוב יכול להתרחש בדרכים שונות רבות, כולל ציון הבחינה שלכם בבית הספר או הצליל שאתם שומעים והזכוכית השבורה שאתם רואים כשבטעות נשמטת מידיכם כוס חלב. אפשר ללמוד מכל סוגי המשוב, אבל איך למידה זו המבוססת על משוב מתרחשת? וגם, כפי שאתם ודאי יודעים אם יש לכם אח או אחות קטנים, למידה המבוססת על משוב חשובה במיוחד בשלבי החיים המוקדמים, כשילדים עדיין צריכים ללמוד רבות על העולם שסביבם. לכן, היינו סקרנים לדעת איך פעוטות (ילדים צעירים) מעבדים את המשוב ולומדים ממנו.

מניסויים שבוצעו במבוגרים אנו יודעים כבר זמן מה שקיימים אותות מוח שונים כאשר המשוב אומר "נכון", בהשוואה למשוב שאומר "אופס, נעשתה טעות" [1]. בטרם נספר לכם עוד על כך, נסביר איך אפשר למדוד תגובות מוח כאלה:

המוח שלכם עושה כל דבר, וכל מה שהוא עושה נעשה על-ידי העברת שבריר קטן מאוד מאוד של חשמל בין תאי מוח שונים הנקראים נוירונים. חשמל זה מאפשר לנוירונים לתקשר זה עם זה, ולשלוח מידע דרך המוח. מומחים למדעי המוח, אנשים הלומדים על המוח, יודעים כיום למדוד את הזרמים הזעירים האלה תוך שימוש בטכניקה הנקראת **אלקטרוֹאֶנְצֶפָלוֹגְרָפִיָה** – **רְשֵׁמַת מוח חשמלית**, ובקיצור EEG. הם לוקחים קְבֵלִים רבים רגישים ביותר, הנקראים אלקטרודות, ומסדרים אותם על כובע. המומחים למדעי המוח יכולים לראות את אותות המוח הזעירים, הנראים בדומה למה שמוצג באיור 1A, כאשר הכובע מונח על ראשו של אדם, כפי שמוצג באיור 1B, ולמדוד אותם. הדבר עוזר להם לבחון את השינויים המתרחשים באותות המוח שלכם כאשר אתם מקבלים משוב.

בניסויים שצינו קודם לכן, שבוצעו במבוגרים, נמצא כי המוח מייצר אות מסוים למשוב, הנקרא **שליליות הקשורה למשוב** (FRN). אנו גם יודעים כי נדרש זמן רב עד להתפתחות מלאה של אזורי המוח אשר מייצרים את האות הזה ונקראים **פיתול החגורה הקדמי** (ACC) ו**קליפת המוח המצחית התיכונה** (MFC). איור 1C מראָה שה־ACC וה־MFC נמצאים במרכז המוח ובקִדְמַת המוח. לפעמים הם אינם מתפתחים במלואם אפילו בשנות ה־2! [2]

אם כך, איך פעוטות בני שנתיים וחצי, שאצלם ה־ACC וה־MFC אינם מפותחים במלואם, מצליחים לייצר את אות המשוב במוחם וללמוד ממשוּב? איך פעוטות לומדים לתכנן את פעולותיהם בפעם הבאה בהתבסס על המשוב שהם מקבלים? באיזה גיל ילדים צעירים מתחילים לבטא את האות המסוים למשוב, תגובת ה־FRN? עד כמה שונים או דומים האותות שבמוחו של פעוט בהשוואה לאותות המוח של מבוגרים? אלה רק חלק מהשאלות שעליהן ניסינו להשיב באמצעות שימוש בשיטת ה־EEG.

אלקטרוֹאֶנְצֶפָלוֹגְרָפִיָה (EEG)

(מקור המונח במילה "אֶנְצֶפָלוֹן" שפירושה "מוח", ובמילה "גְרָפִיָה" שפירושה "לכתוב") – שיטה למדידת אותות מוח חשמליים.

שליליות הקשורה למשוב (FRN)

אות מוח זה מגיע לנקודה השלילית הגבוהה ביותר שלו אחרי קבלת משוב על טעות.

פיתול החגורה הקדמי (ACC)

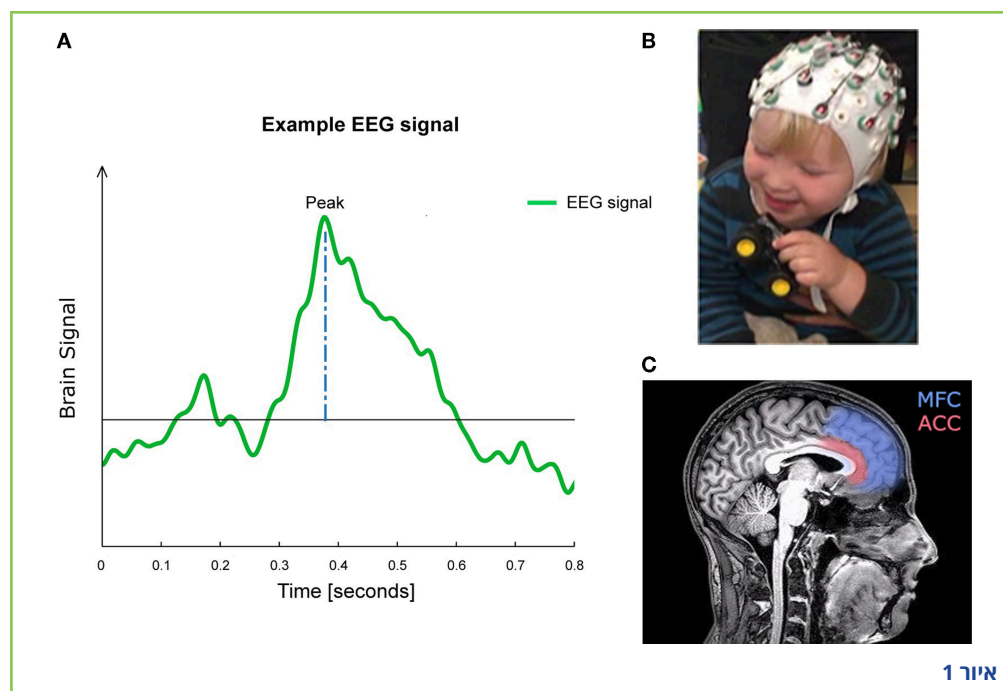
אזור במוח המעורב בעיבוד המשוב.

קליפת המוח המצחית התיכונה (MFC)

אזור במוח הנמצא במרכז המוח, לכיוון הקדמי.

איור 1

דוגמה לאות EEG (A) כך יכול להיראות אות מוח הנמדד ב-EEG. (B) תמונה של פעוט החובש כובע EEG. (C) אם תדמיינו פיצול של המוח לשני חצאים, בדומה לבוטן, אתם רואים פה את האזור הפנימי של אחד החצאים. פיתול החגורה הקדמי (ACC, באדום) וקליפת המוח המצחית התיכונה (MFC, בכחול) צבועים. אלה חלק מהאזורים המתפתחים במהלך שנות העשרה. איור (C) הותאם מ-DrOONeil
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FMRI_Brain_Scan.jpg



איור 1

המשחק

בניסוי שלנו נתנו לפעוטות לשחק במשחק כרטיסי חיות מהנה, על מסך מגע הדומה לאייפד. מטרת המשחק הייתה למצוא את כרטיס החיה שתואם לזה שנמצא במרכז המסך. היו לנו תמונות של בעלי חיים רבים, כך שהפעוטות יכלו לשחק במשחק סבבים רבים.

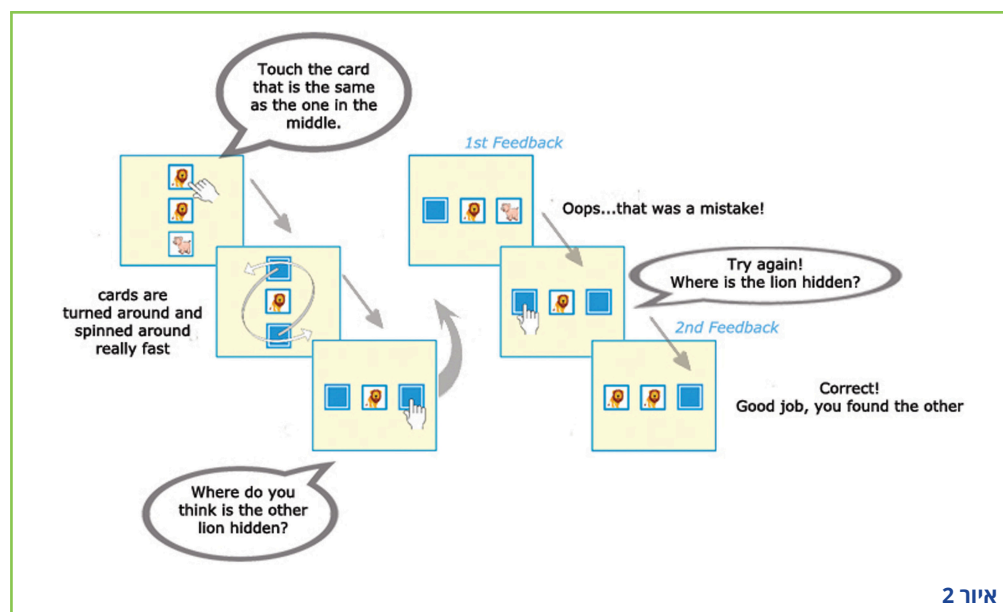
דוגמה לסבב אחד של המשחק מוצגת באיור 2. אחרי הצגת כל כרטיסי הסבב לפעוטות (בדוגמה זו, שני אריות וחזיר), הפכנו את הכרטיסים וערבבנו אותם. שאלנו את הפעוטות: "איפה לדעתכם נמצא האריה (במקרה זה) השני?" כאשר הפעוטות נגעו בכרטיס התמונה שעל הכרטיס הנבחר נחשפה. האם היה זה הכרטיס הנכון? בדוגמה זו רואים שהבחירה הראשונה הייתה החזיר! אופס, זו הייתה טעות. האם אתם מזהים שמדובר במשוב שהפעוט מקבל? אם נמדוד את תגובות המוח של הפעוטות, מה אתם מצפים לראות? אנו ציפינו לתגובת מוח דמוית FRN, הדומה לאות המשוב שאנו מכירים במבוגרים.

אחר כך, ללא קשר לבחירה הראשונה שלהם – אם הייתה נכונה או שגויה – שאלנו את הפעוטות שוב: "האם עכשיו אתם יודעים איפה נמצא האריה?" והפעוט יכול היה לבחור שוב. ההבדל החשוב הוא שהפעם אפשר למצוא את הכרטיס הנכון בקלות, בעקבות המשוב שהפעוטות קיבלו קודם לכן.

סביר להניח שאתם כבר יודעים כי החלק החשוב ביותר בניסוי הזה הוא כשהכרטיס הנבחר נחשף, אחרי שהפעוט ביצע את הבחירה הראשונה, ובזאת שימש משוב ראשון לפעולתו של הפעוט. ועכשיו מגיע החלק המהנה, זה מה שגילינו:

איור 2

דוגמה לסבב אחד של המשחק (משמאל לימין): געו בכרטיס הזזה לזה שבמרכז – הכרטיסים הפוכים ומעורבבים מהר מאוד – איפה מתחבא האריה השני לדעתכם? – משוב ראשון – אופס... זו הייתה טעות! – נסו שוב! איפה מתחבא האריה? – משוב שני – כל הכבוד! מצאתם את האריה השני.



תוצאות המשחק

בממוצע, כחצי מהזמן הפעוטות היו מסוגלים לתת תשובות נכונות בבחירה הראשונה של הסבב. זה קורה במקרה, כמו הטלת מטבע, והדבר צפוי, כי תכננו את המשחק כך שהפעוטות לא יוכלו לדעת את מיקומו של הכרטיס הנכון בשלב הראשון – הסיכויים להגיע לתשובה הנכונה או השגויה היו שווים. אבל, בבחירה השנייה ביצועיהם היו הרבה יותר טובים. הפעוטות הצליחו למצוא את הכרטיס הנכון לעיתים קרובות יותר, בהבדל משמעותי מהפעמים הנכונות בבחירה המקרית.

אותות המוח

מצאנו שבדומה למבוגרים, אותות המוח של הפעוטות היו שונים כתלות במשוב שקיבלו (ראו איור 3). הם הראו תגובת מוח הדומה ל-FRN. כלומר, אותות המוח שלהם עבור משוב שאמר "נכון" היו שונים מאותות המוח שלהם עבור משוב שאמר "אופס! נעשתה טעות". שוני זה באות המוח הגיע לערך המקסימלי (הנקרא גם ה**שיא** שלו) כעבור 0.35 שניות. קצב זה מעט איטי יחסית לקצב שיא האות במבוגרים, אבל קצב זה די נפוץ בילדים צעירים מאוד. במחקרים אחרים שבהם בדקו תינוקות ופעוטות נמצא כי שיא האות חל מאוחר יותר מהשיא במבוגרים, כי תינוקות פשוט מעבדים כל מידע לאט יותר. נוסף על כך, בדומה למבוגרים אותות משוב אלה נמצאו ליד אותם אזורים במוח המייצרים במבוגרים את האות הקשור לטעות.

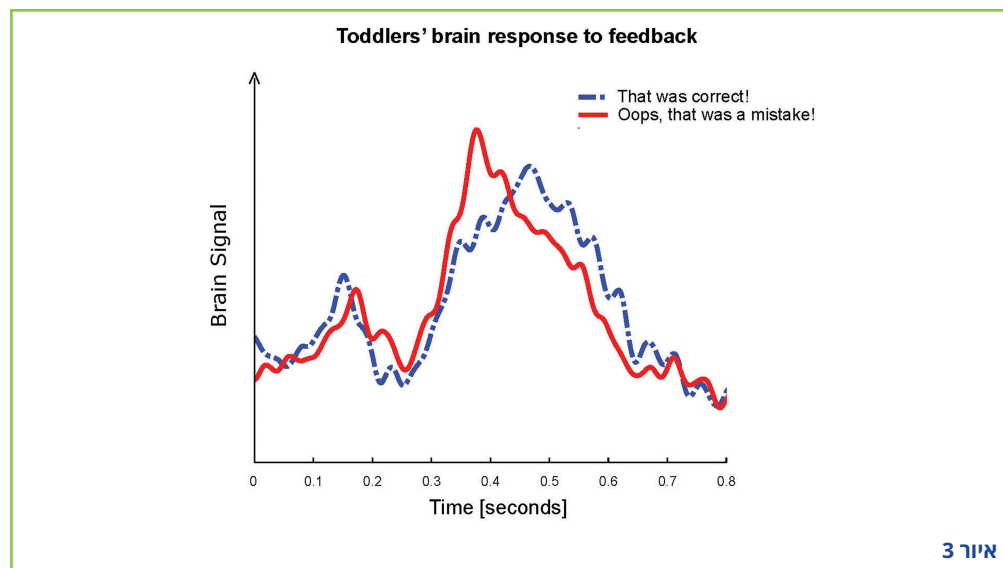
בטרם נמשיך אנו רוצים לתת לכם דוגמה שבעזרתה אנו מקווים שתבינו ביתר קלות את שאר התוצאות. דמיינו שאתם משחקים את אותו משחק במשך כמה ימים. סביר להניח שכל שיעברו יותר ימי משחק תשתפרו בו יותר. רעיון זה נקרא יחס ישר: ככל שדבר אחד עולה (במקרה זה, מספר הפעמים שאתם מתאמנים במשחק), כך גם עולה הדבר האחר (למשל, עד כמה אתם טובים במשחק הזה).

שיא (Peak)

הערך הגבוה ביותר שאליה מגיע אות המוח.

איור 3

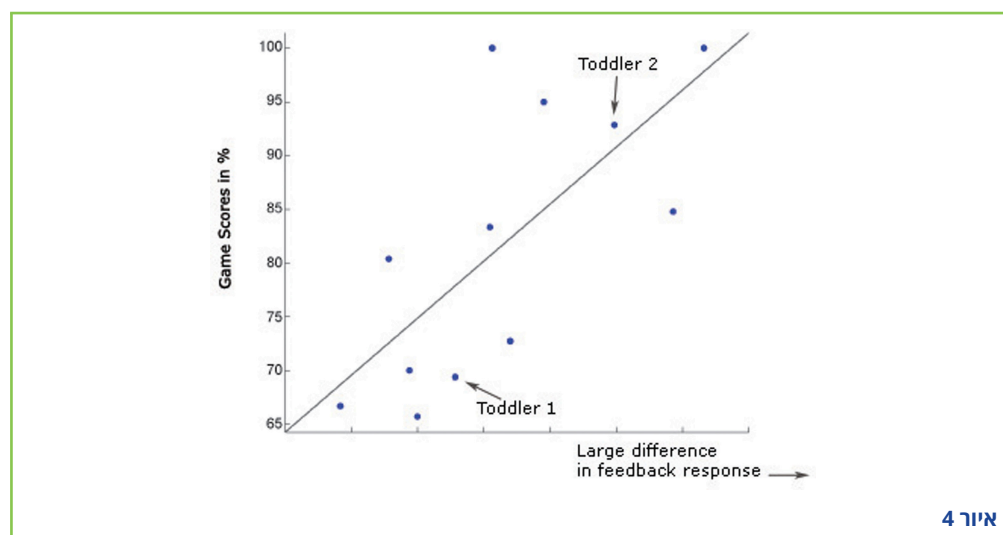
תגובת המוח של הפעוט למשוב. המחשה לתוצאות שלנו: אותות המוח של הפעוט נמדדו באזורים שידוע כי הם מעבדים משוב. זה היה נכון – בכחול; אופס, זו הייתה טעות! – באדום; באדום; אות המוח; Time [seconds]; זמן [שניות].



איור 3

איור 4

ככל שההבדל בשיאים של אות המוח לתשובות נכונות ולתשובות שגויות גדול יותר, ביצועי המשחק היו טובים יותר. Toddler = פעוט
Game Scores In % = התוצאה במשחק ב-%
Large difference in feedback response = הבדל גדול בתגובת המשוב.



איור 4

מעניין שהתוצאות שלנו הראו יחס ישר בין אותות המשוב מהמוח ובין סכום הנקודות שקיבלו במשחק. כדי להבין את משמעות הדבר הסתכלו על שתי הדוגמאות שבאיור 4: פעוט 1 ופעוט 2. עבור פעוט 1, מדידות המוח לא היו שונות בין משוב שאמר "נכון" ובין משוב שאמר "אופס, שגיאה" (קרוב לאפס). אתם ודאי מתארים לעצמכם שאם אינכם קולטים באמת את ההבדל בין להשיב נכון ובין לטעות, אתם לא כל כך טובים במשחק. זה היה המצב עבור פעוט 1. עכשיו הביטו בפעוט 2. באותות המוח שלו ניכר הבדל גדול בהרבה בין משוב "נכון" ובין משוב "אופס, טעות". האם אתם רואים את הביצועים? כמעט 100%, כלומר: כמעט מושלם. זה מה שיוצר את היחס הישר: ככל שהמוח קולט טוב יותר את ההבדל בין "נכון" ובין "אופס, טעות", כך ביצועי הפעוט במשחק טובים יותר.

למה זה חשוב?

לפני ביצוע הניסויים האלה היה לנו מושג קלוש בלבד על האופן שבו מוחות של ילדים צעירים מתמודדים עם משוב. עכשיו אנו יודעים שאפילו כאשר פעוטות בני שנתיים וחצי מקבלים

משוב, דפוסי אות המוח שלהם דומים לאלה של מבוגרים. אות המוח מופיע קצת יותר לאט (כ־0.1 שניות מאוחר יותר מאשר אצל המבוגרים), דבר שאינו מפתיע, וייתכן שהוא מייצג עיבוד קצת איטי יותר במוח הפעוטות [3].

כפי שצוין לעיל, ככל שההבדל בין אותות המוח של הפעוטות למשוב נכון או שגוי גדול יותר, כך טובים יותר ביצועי הפעוט בסבב השני. הדבר מוכיח שאפילו מוח של פעוטות פועל כדי לוודא שכאשר נעשית טעות היא תתוקן בהזדמנות הבאה שתהיה להם. אבל, מדוע אצל חלק מהפעוטות אותות המוח בתגובה למשוב חזקים יותר יחסית לפעוטות אחרים? יש לכך כמה סיבות אפשריות:

- זוכרים שציינו שהתפתחותם של כמה אזורי מוח נמשכת זמן רב? אצל חלק מהפעוטות שבהם ההבדלים גדולים יותר, ייתכן שאזורי מוח אלה מפותחים יותר מאשר אצל אחרים [4].
- ייתכן שחלק מהפעוטות, שאצלם אותות המוח חלשים יותר, פשוט פחות רגישים למשוב באופן כללי [5]. עבור פעוטות אלה הגרביים צריכים להיות שונים מאוד מאוד כדי שיראו שאינם תואמים.
- ייתכן שפעוטות רגישים למשוב, אבל אינם שמים לב למשחק או שאין להם מוטיבציה ללמוד אותו. ממחקרים אחרים אנו יודעים כי לתשומת הלב תפקיד חשוב בלמידה ממשוּב [1]. כלומר, ייתכן שאותם פעוטות שאצלם שיאי המשוב נמוכים יותר פשוט אינם מתעניינים במטלה. הם מסוגלים לשחק במשחק, אבל אינם מתלהבים מספיק או אינם מקדישים תשומת לב מספיקה ללמידה מהמשוב שהם מקבלים. אם נשתמש בדוגמה של טוני והגרביים – הפעוטות האלה כבר חושבים על משהו אחר, ואינם מקדישים תשומת לב לגרביים שלהם, ולכן אינם מודעים לכך שהם בצבעים שונים.

בכל אופן, נדרש מחקר נוסף לשם הבנה מלאה של כל הגורמים המשפיעים על אותות מוח אלה כדי לעזור ללמידה באופן כללי. בינתיים, לסיכום, מחקר זה הוא ראשון מסוגו המראה כי אפילו בפעוטות צעירים בני שנתיים וחצי מופעלים אותות מוח מסוימים בתגובה למשוב, וככל שההבדל באותות המוח בין התגובות "נכון" לתגובות "טעות" גדול יותר, כך הפעוטות טובים יותר במשחק בסבב הבא. אם כך, האופן שבו המוח של פעוטות מעבד את המשוב משפיע על הביצועים שלהם. אבל, עדיין צריך לבצע מחקרים נוספים כדי לפענח איך בדיוק זה קורה. אולי אתם תוכלו לעזור לנו למצוא תשובות לשאלות אלה. אתם מסכימים?

מאמר המקור

Neural Correlates of Feedback Processing in Toddlers (Journal of Cognitive Neuroscience, 2014, http://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/jocn_a_00560#.U_0saPmSx6B)

מקורות

1. Walsh, M. M., and Anderson, J. R. 2012. Learning from experience: event-related potential correlates of reward processing, neural adaptation, and behavioral choice. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 36(8):1870–84. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.05.008
2. Crone, E. A., Zanolie, K., Leijenhors, L., Westenberg, P. M., and Rombouts, S. A. 2008. Neural mechanisms supporting flexible performance adjustment during development. *Cogn. Affect Behav. Neurosci.* 8(2):165–77. doi: 10.3758/CABN.8.2.165
3. Csibra, G., Kushnerenko, E., and Grossmann, T. 2008. Electrophysiological methods in studying infant cognitive development. 2nd ed. In *Handbook of developmental cognitive neuroscience*, eds. C. A. Nelson and M. Luciana, (Cambridge, MA: MIT Press), 247–62.
4. Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., et al. 2004. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 101(21):8174–9. doi: 10.1073/pnas.0402680101
5. Santesso, D. L., Dzyundzyak, A., and Segalowitz, S. J. 2011. Age, sex and individual differences in punishment sensitivity: factors influencing the feedback related negativity. *Psychophysiology* 48(11):1481–9. doi: 10.1111/j.1469-8986.2011.01229.x

פורסם אונליין: 25 בינואר 2019

נערך על ידי: Sabine Kastner, Princeton University, United States

ציטוט:

Meyer M, Hassan Vijayakumar S, Bekkering H, Janssen DJC, de Bruijn ERA and Hunnius S (2019) אופס זו הייתה טעות! איך מוחות של פעוטות מגיבים למשוב. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2015.00013-he

תורגם והותאם:

Meyer M, Hassan Vijayakumar S, Bekkering H, Janssen DJC, de Bruijn ERA and Hunnius S (2015) Oops - That was a mistake! How toddler brains react to feedback. *Front. Young Minds* 3:13. doi: 10.3389/frym.2015.00013

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

Vijayakumar, Bekkering, Janssen, de Bruijn and Hunnius © 2015 **COPYRIGHT** Meyer, Hassan 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.

סוקר צעיר

ALEX, גיל: 12

אני לומד בכיתה ז בבית הספר Next Generation בשמפיין, אילינוי. נולדתי בצפון קרוליינה ולפני שהגעתי לאילינוי גרתי גם באלברטה, קנדה. אני אוהב את בית הספר, וחלק מהנושאים האהובים עליי ביותר הם מתמטיקה, מחשבים, פיזיקה, כימיה, הנדסה ומדעי המוח. אני גם מתעניין בספורט. התחלתי ללמוד החלקה על הקרח כשהייתי בן ארבע, וכבר כמה שנים אני משחק הוקי. גם השתתפתי בתחרויות כדורסל, אתלטיקה קלה וקרטה.

הכותבים

MARLENE MEYER

אני חוקרת בתחום ההתפתחותי-קוגניטיבי של מדעי המוח. במילים אחרות, אני מוקסמת מהאופן שבו אנו מתפתחים מתינוקות שזה עתה נולדו למבוגרים, ומהאופן שבו התפתחות זו ניכרת במוח ובהתנהגות שלנו. תענוג גדול לחקור תינוקות וילדים צעירים במהלך המחקר שלי כדי לגלות יותר על התנהגות של ילדים ועל התהליכים במוח שלהם. מלבד פיתוח המוח בפעולה אני אוהבת להיפגש עם חברים, לעסוק בספורט ולטייל.

SUHAS HASSAN VIJAYAKUMAR

הכול התחיל כשהתחלתי להסתקרן מהאופן שבו המוח שלי - משהו שאפשר לגעת בו, להרגיש ולהריח אותו - יכול ליצור זיכרונות, רגשות ומחשבות. גם הם קיימים, אבל רק בתוך המוח שלי! אני רק מתחיל ללמוד איך מאורגן הגוש האפור המסתורי הזה שנמצא בין האוזניים שלנו. כאשר אני לא חושב על נפלאות המוח, אני קורא על נפלאות היקום שלנו, עוסק באומנות או מנסה להיות מעודכן בטכנולוגיות חדשות מגניבות.

HAROLD BEKKERING

אני מרצה לפסיכולוגיה, ובמחקר שלי אני רוצה לגלות איך המוח שלנו צופה בעולם שסביבנו ומפענח אותו. בזמני הפנוי אני אוהב לשחק שח. אני גם אוהב סקווש, כדורגל וכמו הרבה הולנדים - לרכוב על אופניים.

DENISE J. C. JANSSEN

המחקר שלי עוסק בתגובות שלנו למשוב. הייתי רוצה לדעת יותר על אות המשוב במוח, איך משוב עוזר לנו ללמוד דברים חדשים ואיך הוא גורם לנו להרגיש. בזמני הפנוי אני אוהבת לשחות, לעצב בעזרת המחשב שלי ולטייל כדי לצלם.

ELLEN R. A. DE BRUIJN

כולנו שוגים, אבל בדרך כלל אנו יכולים לגלות את הטעות די מהר. אני רוצה ללמוד איך אנו עושים זאת, ומה קורה במוח שלנו. אני גם רוצה להבין מדוע אנשים מסוימים שונאים לטעות, בעוד שלאחרים זה לא כל כך אכפת. אנשים מדוכאים או עצובים, למשל, מתנהגים באופן שונה בתגובה לטעויות, יחסית לאנשים שמחים. אני מקווה שהמחקר שלי יעזור לנו להבין טוב יותר מדוע אנשים מרגישים עצובים, לפעמים.



**SABINE HUNNIUS**

אני מתעניינת באופן שבו ילדים, ובמיוחד תינוקות, מתפתחים. תמיד נדהמתי מהמהירות שבה תינוקות לומדים ונהיים פעוטות שיכולים להסתובב ולדבר. האם זה לא מדהים שאף אחד לא זוכר איך זה להיות תינוק, אף שכולנו היינו פעם תינוקות? לכן אני חוקרת איך תינוקות וילדים תופסים את העולם, ואיך הם מתחילים לפענח את החוויות שלהם ככל מתבגרים.

Hebrew version
provided by

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

