

מה מתרחש במוחות של תינוקות כשהם מנסים ללמוד לעשות משהו?

Kelsey L. Frewin¹, Emma McEwen¹, Sarah A. Gerson^{1*}, Harold Bekkering², Sabine Hunnius²

¹המרכז האוניברסיטאי קרדיף למדעי ההתפתחות האנושית, בית הספר לפסיכולוגיה, אוניברסיטת קרדיף, קרדיף, בריטניה

²מכון דונדרס למוח, קונגניציה והתנהגות, אוניברסיטת רבהוד ניימן, ניימן, הולנד

סוקרים צעירים

EXPLORA
SCIENCE
CENTER
AND
CHILDREN'S
MUSEUM

גיל: 8-14



פעולות הן חשובות. אנו צריכים לדעת כיצד לבצע כל מיני סוגים של פעולות בחיי היומיום שלנו כמו להשתמש במזלג בשביל לאכול ולהשתמש בעט בשביל לכתוב. קל לנו יותר להבין פעולות שאנו רואים אנשים אחרים מבצעים אותן אם ביצענו את אותן הפעולות בעצמנו לפני כן. זה מסייע לנו להבין מדוע אנשים אחרים בוחרים להשתמש באותה הפעולה. מבוגרים מכירים הרבה מאוד פעולות שונות, אולם תינוקות עדיין לומדים כיצד לעשות דברים. הם עוד רק לומדים כיצד לנוע וכיצד לשחק עם צעצועים. תינוקות גם מבינים יותר פעולות שהם ביצעו קודם לכן מאשר פעולות שהם מעולם לא ביצעו. האם משהו קורה במוח שלהם שעשוי לסייע להם להבין את הפעולות שהם ביצעו? האם המוח של תינוקות מגיב אחרת כשהם רואים פעולה שהם מכירים לעומת פעולה שלא ביצעו בעבר? בואו נגלה.

הקדמה

כמבוגרים, אנו עשויים ללמוד פעולות באמצעות לקיחת שיעורי ריקוד או ניסיון לעשות סוגי ספורט שלא עשינו בעבר. למידת פעולות חדשות אינה יוצאת דופן, אולם עבור מרבית האנשים

אלקטרואנצפולוגרם (EEG)

EEG משמש למדידת פעילות חשמלית במוח. קסדות נחבשות של EEG מכילות הרבה חיישנים שנקראים אלקטרודות. כאשר החיישנים האלה נוגעים בראשו של האדם הם יכולים לאתר את הפעילות החשמלית במוח. הפעילות המוחית הזו יכולה להיראות בצורת גלים על מסך המחשב.

תא עצב (ניורון, Neuron)

תאי עצב הם תאים מיוחדים שנמצאים במוח שלכם. הם אחראיים על הרבה תפקודים חשובים בגוף שלכם כולל נשימה, תנועה, חשיבה ותחושה. ישנם הרבה תאי עצב במוח שלכם, והתאים האלה מתקשרים זה עם זה באמצעות שימוש בכמויות קטנות של חשמל.

אלקטרודה (Electrode)

אלקטרודות הן סוגים מיוחדים של חיישנים שקולטים פעילות חשמלית. לרוב הן עשויות ממתכת.

קצב

Mu (Mu Rhythm)

זהו סוג של אות במוח. הוא משתנה כשאנו מבצעים פעולה/תנועה או כשאנו רואים משהו אחר עושה פעולה/תנועה.

קליפת המוח התחושתית-תנועתית (Sensorimotor Cortex)

האזור הזה במוח שלכם אחראי על פעולות ותנועות. הוא גם מעבד מידע שמתקבל על מגע, על מיקום הגוף ועל תנועת הגוף.

הפעולות היומיומיות שלהם אינן שונות ממה שהם עשו בעבר. מצד אחר תינוקות כל הזמן לומדים דברים חדשים. הם מגלים אובייקטים חדשים, לומדים לזוז בדרכים חדשות ומשחקים עם צעצועים חדשים. אתם ככל הנראה לא זוכרים, אבל כשהייתם תינוקות יכולתם תחילה להזיז את הידיים והאצבעות שלכם, אולם לא הייתה לכם שליטה רבה על האופן שבו הושטתם ידיים לצעצועים ושיחקתם איתם. בשנה הראשונה של החיים תינוקות לומדים לעשות הרבה דברים בעצמם, אולם הם גם מבינים כיצד ומדוע אנשים עושים דברים.

מחקרים לימדו אותנו כי למידה של איך לעשות דברים מסייעת לתינוקות להבין טוב יותר את הסיבות לכך שאנשים אחרים מבצעים את הפעולות האלה [1]. זה מעניין מאחר שזה אומר שלמידת פעולות חדשות חשובה גם עבור למידת אותם הכישורים החדשים, וגם עבור למידה רבה יותר על האנשים שסביבנו. אנו יודעים שזה נכון גם עבור בוגרים. כמה ניסויים מדעיים הסתכלו על פעילות מוחית של רקדנים מקצועיים מבוגרים שמתאמנים בצעדי ריקוד מורכבים, אולם גם צופים בשותפים לריקוד שמבצעים תנועות באופנים שהם לא יכולים לבצע. המחקר הזה הראה שכאשר רקדנים צופים באנשים אחרים מבצעים תנועות ריקוד, המוחות שלהם מגיבים יותר לתנועות הריקוד שהם מסוגלים לבצע בעצמם, בהשוואה לתנועות שהם לא מסוגלים לבצע [2, 3]. נדמה שהיכולת לבצע פעולות מסוימות משנה את האופן שבו מוחות בוגרים מגיבים כשהם רואים אנשים אחרים מבצעים את אותה הפעולה. זה גרם לנו לתהות אם מוחות של תינוקות, שיש להם פחות נסיון עם פעולות ממוחות של מבוגרים, גם מגיבים אחרת לפעולות שתינוקות מסוגלים לעשות.

רצינו לגלות אם מוחות של תינוקות מגיבים יותר לפעולה שהם כבר יודעים איך לבצע בעצמם בהשוואה לפעולה שהם רק צפו בה אצל אנשים אחרים. אולם לפני שנתחיל לספר לכם כיצד ערכנו את הניסוי שלנו, נסביר כיצד מדדנו את הפעילות המוחית של תינוקות.

כיצד ניתן למדוד מה קורה במוחם של תינוקות?

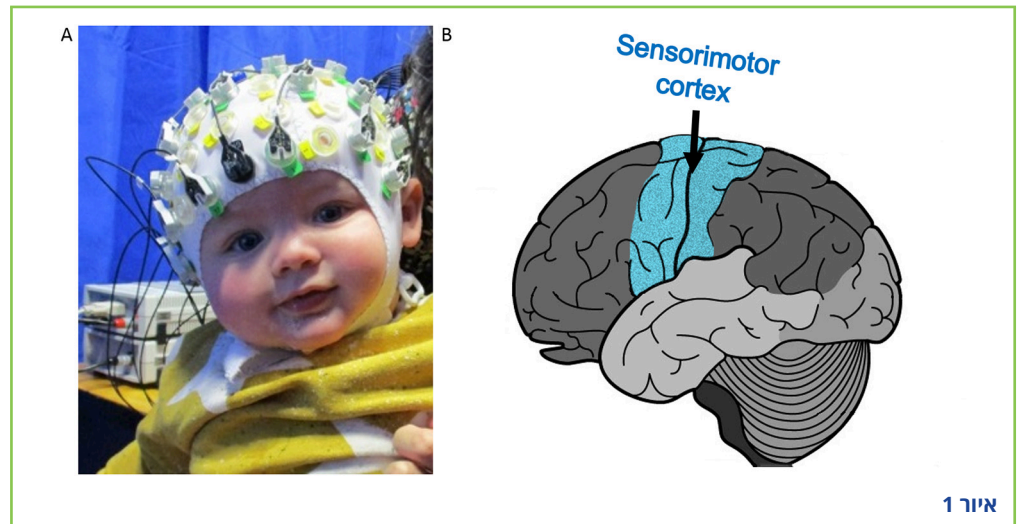
כדי להסתכל על פעילות מוחית, השתמשנו בשיטה שנקראת **אלקטרואנצפולוגרפיה**, או EEG, בקיצור. שיטת EEG משמשת למדידת הפעילות החשמלית במוח. המוח שלכם מורכב מכ-86 מיליארד תאי מוח זעירים שנקראים **תאי עצב**. תאי עצב מתקשרים זה עם זה באמצעות שליחת כמויות קטנות של חשמל זה לזה, והתקשורת הזו מאפשרת למוח שלכם לבצע את כל התפקודים שלו. כדי לקלוט את האות החשמלי הזה, חבשנו על תינוקות קסדה מיוחדת עם הרבה חוטים (ראו איור 1A). החוטים האלה נקראים **אלקטרודות** והם יכולים לאתר את האותות החשמליים הקטנים האלה במוח פשוט באמצעות יצירת מגע עם ראשו של התינוק. אז היינו מסוגלים לראות את הפעילות המוחית בצורה של גלים על מסך המחשב שלנו.

פעילות מוחית: קצב ה MU

אמת מידה אחת שאתם יכולים לקבל מהאות החשמלי הזה היא גל מוחי שנקרא **קצב Mu (Mu rhythm)**. קצב ה-Mu מספר לנו על הפעילות המוחית שמתרחשת ב**קליפת המוח התחושתית-תנועתית (sensorimotor cortex)** (ראו איור 1B), אזור במוח ששולט על פעולות ועל תנועות כמו גם על טיפול במידע שנוגע למגע, למיקום הגוף ולתנועת הגוף. קצב ה-Mu נמדד באמצעות החיישנים במרכז קסדת ה-EEG, שידוע כאזור המרכזי אשר

איור 1

(A) תמונה של תינוק שחובש קסדת EEG באחד הניסויים שלנו. (B) כאן ישנה תמונה של מוח אנושי. האזורים המודגשים בכחול הם ה-sensorimotor cortex, כלומר קליפת המוח שאחראית על תנועה וחישה (תמונת המוח מימין אומצה מהמקור: <https://www.macmillan.org.uk/information-and-support/brain-tumours/understanding-cancer/the-brain.html>)



איור 1

נמצא בחלק העליון של הראש שלכם. מדוע השתמשנו בקצב ה-Mu כדי למדוד את הפעילות המוחית בתגובה לפעולות? סיבה אחת היא מאחר שאנו יכולים למדוד את סוג הפעילות הזו בתינוקות בקלות באמצעות EEG. שיטות אחרות של מדידת פעילות מוחית דורשות ממשותפי המחקר לשכב בצורה דוממת מאוד בתוך מכונה במשך זמן רב, דבר שאינו ישים אצל תינוקות. הסיבה הנוספת לכך שהשתמשנו בקצב ה-Mu היא שאנו כבר יודעים שקצב ה-Mu מגיב הכי הרבה כשאנשים עושים משהו או צופים במישהו אחר עושה משהו. לדוגמה, אנו יודעים שקצב ה-Mu פעיל כשתינוקות צופים באדם אחר עושה משהו כמו להושיט יד לצעצוע [4]. בהתבסס על הידע הזה אנו יכולים לבחון כיצד סוגי פעולות שונים משנים את הפעילות הזו. במחקר שלנו השתמשנו בשינויים בקצב ה-Mu כדי למדוד אם היו שינויים גדולים יותר במוחותיהם של התינוקות עבור פעולות שהם למדו כיצד לבצע בעצמם בהשוואה לפעולות שהם למדו רק על-ידי צפייה באנשים אחרים.

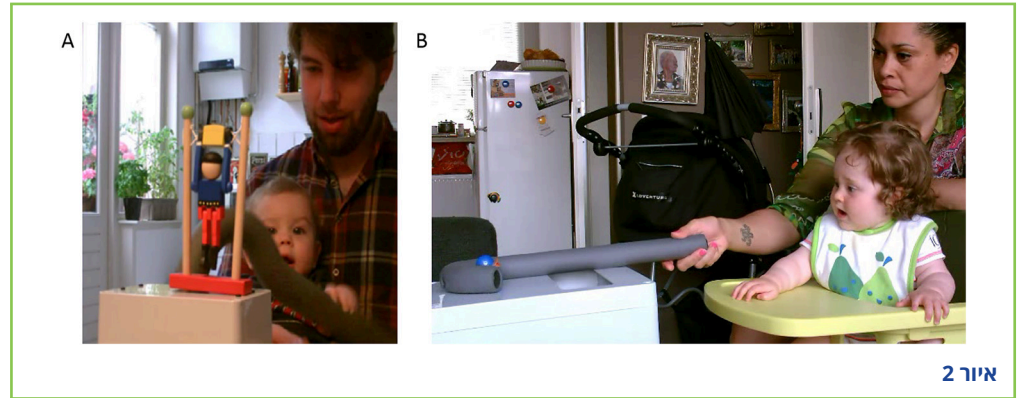
למידת פעולות עבור הניסוי שלנו

היו לנו 17 תינוקות שלמדו שתי פעולות באמצעות צעצועים כיפיים שהשמיעו קולות מיוחדים כשהושלמה התוצאה של הפעולות האלה. אחד הצעצועים האלה היה בובת עץ על גבי תיבה, אשר הסתובבה כשהקופסה הוכתה באמצעות כלי דמוי מקל (ראו איור 2A). הפעולה השנייה הייתה קופסה עם חור קטן למעלה. זו שימש למשך צעצוע של ברווז אל תוך החור (ראו איור 2B). התינוקות בני 10 החודשים וההורים שלהם לקחו את שני הצעצועים הביתה ושיחקו איתם במשך שבוע. כשהם היו בבית, התינוקות התאמנו עם אחד הצעצועים ורק צפו בהורים שלהם משחקים בצעצוע השני. כל פעולה בוצעה או נצפתה כשלוש פעמים במהלך השבוע, במשך כחמש דקות בכל פעם. הצעצועים שבחרנו למחקר שלנו היו חדשים עבור התינוקות ודרשו פעולות שהם לא למדו לבצע קודם לכן. בחרנו את הצעצועים המיוחדים האלה מאחר שהיינו צריכים לחקור פעולות שתינוקות בני 10 חודשים עדיין לא ידעו כיצד לבצע פיזית אולם יכלו ללמוד אותן תוך זמן קצר.

אחרי שבוע של משחק עם הצעצועים, התינוקות וההורים שלהם הגיעו למעבדה שלנו להשתתף בניסוי ה-EEG שלנו. כאשר התינוקות הגיעו חזרה למעבדה, הם ישבו בחיקם

איור 2

(A) תינוק שלומד בבית אחת מתוך הפעולות החדשות. כשהתינוק מכה את הצעצוע עם המקל הבובה מסתובבת. (B) תינוקת שצופה באימא שלה מבצעת בבית אחת מהפעולות החדשות. היא מושכת את הברווז לתוך החור באמצעות וו.



איור 2

של הוריהם וחבשו את קסדת ה-EEG כדי שנוכל למדוד את התגובות המוחיות שלהם, בזמן שהם שמו לב לתוצאות הפעולה. דאגנו לכך שהתינוקות ישבו באופן דומם יחסית כך שנוכל לוודא שפעילות קצב ה-Mu לא קשורה לתנועות של התינוקות אלא הייתה התוצאה של עיסוק בפעולות.

תוצאות הפעולה (Action Outcomes)

התוצאות של פעולה שהושלמה. בניסוי הזה הופק צליל מיוחד כשאחת הפעולות על הצעצועים הושלמה, מה שיוצר קישור בין הפעולה לבין הצליל.

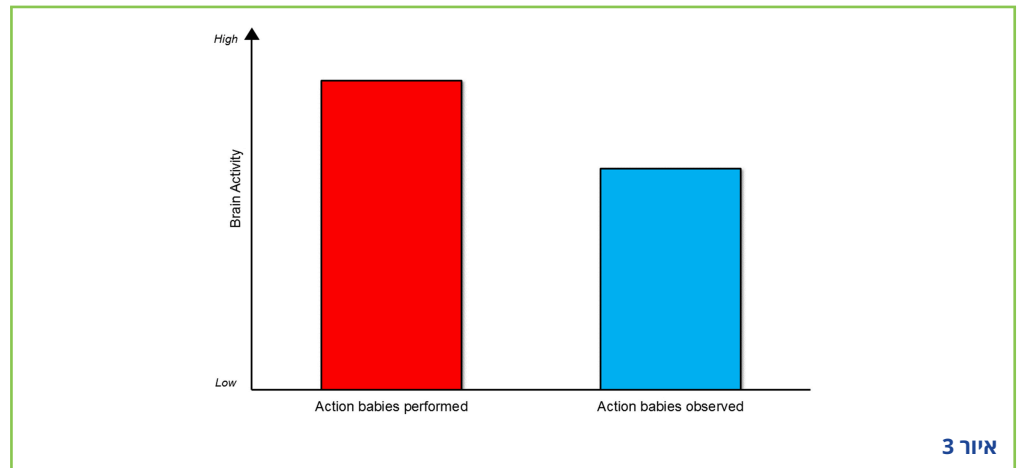
ביצוע פעולות משנה את קצב ה-MU

אנו כבר ידענו ממחקרים אחרים שקצב ה-Mu מופעל כשתינוקות צופים באנשים אחרים מבצעים פעולות [4]. במחקר שלנו תהינו אם יהיה שינוי גדול יותר בפעילות קצב עבור פעולה שהם כבר ביצעו בעצמם בהשוואה לפעולה שהם רק ראו קודם לכן. ציפינו שיהיה שינוי גדול יותר בפעילות קצב ה-Mu עבור הפעולה שהתינוקות התאמנו עליה בעצמם. אולם, מדוע זה מה שציפינו? כפי שכבר ציינו, אנו יודעים ממחקר קודם שמבוגרים מראים שינויים גדולים יותר בפעילות כשהם רואים פעולות שהם כבר ניסו לבצע בעצמם בהשוואה לפעולות שהם רק ראו אנשים אחרים מבצעים [2]. חשבנו שאנו עשויים למצוא את אותו הדפוס אצל תינוקות. גם ידענו ממחקרים אחרים שתינוקות מבינים טוב יותר מדוע אנו משתמשים בפעולה מסוימת ברגע שהם מסוגלים לבצע אותה בעצמם, וחשבנו שזה קשור לשינויים בקליפת המוח התחושתית-תנועתית [5].

אם כן, מה מצאנו? ממש כמו מבוגרים, פעולות שהתינוקות ביצעו בעצמם קודם לכן גרמו לשינויים גדולים יותר מאשר פעולות שהם רק ראו את הוריהם מבצעים. מצאנו שתינוקות שהיו טובים יותר בביצוע הפעולה היו צפויים אפילו יותר להראות את השינויים האלה בפעילות מוחית. כפי שאתם יכולים לראות באיור 3, העמודה האדומה מראה שהפעילות המוחית בקליפת המוח התחושתית-תנועתית, אותה מדדנו באמצעות קצב השתנתה הכי הרבה עבור פעולות שהתינוקות למדו בעצמם. איתרנו את האפקט הזה מהחיישנים באזור המרכזי של קסדת ה-EEG שהזכרנו קודם, ולא באזורים אחרים. זה תמך בצפי שלנו שיהיו שינויים גדולים יותר בפעילות המוחית עבור הפעולה שהתינוקות ביצעו בעצמם, בהשוואה לפעולות שהם רק ראו את הוריהם מבצעים. אם כן, אנו יכולים לראות שאצל תינוקות קצב ה-Mu יכול להשתנות באמצעות למידת ביצוע הפעולה, ולא רק באמצעות צפייה בפעולה.

איור 3

בגרף הזה אתם יכולים לראות שהפעילות המוחית השתנתה הכי הרבה עבור הפעולה שהתינוקות ביצעו קודם לכן (העמודה האדומה) בהשוואה לפעולה שהם רק ראו קודם לכן (עמודה כחולה).



איור 3

מה כל זה אומר ומדוע זה חשוב?

המחקר שלנו מצא שהפעילות המוחית שמתרחשת בזמן שצופים בפעולה משתנה הרבה אם התינוקות ביצעו את הפעולה בשבוע שלפני כן, אולם לא אם התינוקות רק צפו בהורים שלהם מבצעים את הפעולה בשבוע הקודם. במילים אחרות, קליפת המוח התחושתית-תנועתית, האזור במוח שמגיב לפעולות, הגיב יותר לפעולה שהתינוקות ביצעו בעצמם בעבר. זה מציע שיש משהו מיוחד באימון פעיל של אופן ביצוע הפעולה ביחס לצפייה פאסיבית בפעולה שמתבצעת.

לפני המחקר הזה לא ידענו אם מוחות של תינוקות יראו לנו כי ביצוע פעולות היה חשוב להבנת הפעולות האלה. כעת אנו יודעים שעבור תינוקות חוויה פעילה של פעולה היא הכרחית עבור הפעלת קליפת המוח התחושתית-תנועתית. אם כן, מדוע זה חשוב? הבנת האופן שבו מוחות לומדים על פעולות יכולה לסייע לנו להבין טוב יותר את הדרכים שבהן תינוקות וילדים לומדים הכי טוב. הממצאים שלנו מציעים שעשוי להיות מועיל עבור הורים לתת לתינוקות שלהם לנסות פעולות חדשות בעצמם, יותר מאשר רק להראות להם את הפעולות, מאחר שתינוקות ילמדו יותר אם הם יבצעו את הפעולה בעצמם. כשתינוקות יראו מאוחר יותר אנשים שמבצעים את הפעולה, הם יבינו בסבירות גבוהה יותר מדוע האנשים האלה רוצים לבצע את הפעולה. סוג ההבנה הזה מסייע לנו לדעת יותר על האנשים שסביבנו. זה דומה לאופן שבו ככל הנראה אמרו לכם בבית הספר "תשתתפו באופן פעיל" בלמידה, ואל רק תצפו בה באופן פאסיבי - מאחר שהשתתפות פעילה מסייעת לכם ללמוד טוב יותר. לדוגמה, אתם רוצים ללמוד כיצד להבקיע שער בכדורגל. בעוד שאתם יכולים ללמוד קצת את הטכניקה מצפייה בשחקן כדורגל מקצועי מבקיע בטלוויזיה, אתם ככל הנראה תלמדו הכי טוב אם תתאמנו בהבקעת שערים במגרש הכדורגל בעצמכם. אם אתם לומדים דרך עשייה אז בעתיד אתם ככל הנראה תבינו טוב יותר מדוע כדורגלנים מקצועיים בועטים בכדור באופנים מסוימים כשהם מנסים להבקיע שער.

אף על פי שהמחקר הזה הראה שמוחות של תינוקות מגיבים טוב יותר לפעולות שהם התאמנו עליהן בעצמם, אנו עדיין צריכים לערוך מחקרים נוספים כדי להבין טוב יותר כיצד זה משפיע על למידה ועל התפתחות של תינוקות. רוצים לדעת עוד? קחו חלק במדע וסייעו לנו לענות על שאלות נוספות בנוגע למוחות של תינוקות!

מאמר המקור

Gerson, S. A., Bekkering, H., and Hunnius, S. 2015. Short-term motor training, but not observational training, alters neurocognitive mechanisms of action processing in infancy. *J. Cogn. Neurosci.* 27:1207–14. doi: 10.1162/jocn_a_00774

מקורות

1. Gerson, S. A., and Woodward, A. L. 2014. Learning from their own actions: the unique effect of producing actions on infants' action understanding. *Child Dev.* 85:264–77. doi: 10.1111/cdev.12115
2. Calvo-Merino, B., Grèzes, J., Glaser, D. E., Passingham, R. E., and Haggard, P. 2006. Seeing or doing? Influence of visual and motor familiarity in action observation. *Curr. Biol.* 16:1905–10. doi: 10.1016/j.cub.2006.07.065
3. Cross, E. S., Hamilton, A. F., and Grafton, S. T. 2006. Building a motor simulation de novo: observation of dance by dancers. *Neuroimage* 31:1257–67. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.01.033
4. Marshall, P. J., Young, T., and Meltzoff, A. N. 2010. Neural correlates of action observation and execution in 14-month-old infants: an event-related EEG desynchronization study. *Dev. Sci.* 14:474–80. doi: 10.1111/j.1467-7687.2010.00991.x
5. Hunnius, S., and Bekkering, H. 2014. What are you doing? How active and observational experience shape infants' action understanding. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 369:20130490. doi: 10.1098/rstb.2013.0490

פורסם אונליין: 22 ביוני 2021

נערך על ידי: Kathleen Y. Haaland, University of New Mexico, United States

ציטוט: Frewin KL, McEwen E, Gerson SA, Bekkering H and Hunnius S (2021) מה מתרחש במוחות של תינוקות כשהם מנסים ללמוד לעשות משהו? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2019.00044-he

תורגם והותאם:

Frewin KL, McEwen E, Gerson SA, Bekkering H and Hunnius S (2019) What is Going on in Babies' Brains When They Learn to do Something? *Front. Young Minds* 7:44. doi: 10.3389/frym.2019.00044

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

זהו © 2019 © COPYRIGHT Frewin, McEwen, Gerson, Bekkering and Hunnius 2021. 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

EXPLORA SCIENCE CENTER AND CHILDREN'S MUSEUM, גיל: 8-14

הסוקרים הצעירים של Explora הם קבוצה של מדענים נלהבים שעובדים עם מחנכים של המוזיאון ומנטורים מאוניברסיטת ניו מקסיקו. אנו נהנים ללמוד על המוח דרך כתבות. אנו גם אוהבים לשאול שאלות ולהציע הצעות שיכולות לסייע למדענים להפוך את עבודתם מובנת יותר לכולם! נעזרנו במנטור המדעי שלנו, Crina Floruta, שהיא מועמדת בתוכנית M.D./Ph.D. (דוקטורט משולב ברפואה ובפילוסופיה) שעובדת במעבדה לחקר המוח, ואשר מקווה לעשות בעתיד התמחות בנוירוכירורגיה. היא אוהבת את אלברקקי, לטפס, לקרוא ולדבר על המוח עם אנשים.

הכותבים

KELSEY L. FREWIN

אני עוזרת מחקר בוויילס, בריטניה. אני מסייעת להריץ מחקרים שסוקרים כיצד תינוקות וילדים צעירים מתפתחים. בפרט, אני מתעניינת מאוד להבין כיצד החוויות שלנו כתינוקות קשורות לכישורים שאתם מפתחים כשאתם מבוגרים יותר, כמו למידת מילים. תמיד התעניינתי בפסיכולוגיה ובהבנת האופן שבו המוחות שלנו נעשים כל כך מרשימים, לכן אני חושבת שיש לי עבודה אדירה! כשאני חושבת על מוחות של תינוקות אתם יכולים למצוא אותי צופה בסדרות מדע בדיוני וקוראת את ספרי הסיפורת האהובים עליי!

EMMA MCEWEN

אני סטודנטית בשנה אחרונה לתואר ראשון בפסיכולוגיה שמתעניינת בפסיכולוגיה השוואתית. זה כרוך במתן משימות למינים שונים כמו שימפנזות וילדים, ובחינת האופן שבו הם מבצעים אותן. בזמני הפנוי אני נהנית לבשל עם חברים, לסרוג ולצאת להליכות בכפר.

SARAH A. GERSON

אני מרצה לפסיכולוגיה ואני חוקרת כיצד תינוקות וילדים לומדים על העולם. תינוקות תמיד מתבוננים ומתקשרים עם אנשים אחרים, ואני רוצה לגלות כיצד הם מצליחים להבין אנשים אחרים ומה שהם עושים. כשאני עורכת מחקר אני נהנית לרוץ, לקרוא ולטייל. *gersons@cardiff.ac.uk

HAROLD BEKKERING

אני פרופסור לפסיכולוגיה, ובמחקר שלי אני רוצה לגלות כיצד המוחות שלנו מבינים ומנבאים את העולם שסביבנו. בזמני הפנוי אני נהנה לשחק שחמט. אני גם אוהב סקווש, כדורגל ורכיבה על אופניים, כמו הרבה הולנדים.

SABINE HUNNIUS

אני מתעניינת באופן שבו ילדים, ובמיוחד תינוקות, מתפתחים. תמיד מדהים בעיניי כמה מהר תינוקות לומדים ומשתנים לפעוטים שיכולים לזוז ולדבר. האם זה לא מטורף שאף אחד לא יכול לזכור איך זה להיות תינוק,



אף על פי שכולנו היינו תינוקות פעם? זו הסיבה לכך שאנו חוקרים כיצד תינוקות וילדים תופסים את העולם וכיצד הם מתחילים להבין את הדברים שהם חווים בזמן שהם גדלים.

Hebrew version
provided by

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

