



## התבגרות מינית: מוחכם על הורמונים

Katherine E. Kabotyanski\*, Leah H. Somerville

המרכז למדעי המוח, אוניברסיטת הרווארד, קיימברידג', מסצ'וסטס, ארצות הברית

### סוקרת צעירה

MARIA

גיל: 11



### גיל ההתבגרות (Adolescence)

תקופה של התפתחות פיזית ופסיכולוגית שכוללת מעבר מילדות לבגרות.

כשבני אדם גדלים מילדים למבוגרים, הם עוברים שלב שנקרא גיל ההתבגרות. זהו זמן של שינויים חברתיים, סביבתיים וביולוגיים משמעותיים בחייו של אדם. תחילתה של ההתבגרות המינית, שלעיתים קרובות מתרחשת בשנות הנעורים, היא תקופה חשובה בהתפתחות הפיזית והרגשית של האדם. נוסף על השינויים הנראים לעין שמתרחשים בגוף במהלך הזמן הזה, מוחם של מתבגרים עובר שינויים שעשויים להיות פחות ניכרים. שינויים אלה מכאנים על ידי כימיקלים שנקראים הורמונים. הורמונים מסייעים לגופנו לגבוהה, לשנות צורה ואפילו לגדל שיער. אף על פי שהורמונים פועלים על אזורים שונים בגוף כמו עצמות, שרירים, או עור, מספר הורמונים חיוניים להתבגרות המינית מיוצרים במוח. מדענים לומדים עוד על דרכי השפעת ההורמונים על האופן שבו המוח גדל ומשתנה, וכיצד זה משפיע על האופן שבו אתם פועלים ומרגישים!

מרגע היוולדכם, גופכם מתחיל להשתנות וממשיך בכך כשאתם מתבגרים, כחלק מתהליך שנקרא התפתחות אנושית. נוכל לחשוב על התפתחות אנושית כנעה בין כמה שלבים חשובים בחיים, כמו ינקות (גילי 0-2), ילדות (גילי 3-11), התבגרות (גילי 12-18), ובגרות צעירה (גילי 18-24). כפי שניתן לדמיין – ואולי כבר חוויתם בעצמכם – דברים רבים משתנים מהינקות ועד לבגרות הצעירה!

הבנת השינויים האלה והאופן שבו הם מתרחשים, יכולה לסייע לנו להבין את עצמנו ואת אלה שסביבנו טוב יותר בזמן שאנו מתבגרים.

## הורמונים והגוף

כיצד הגוף יודע לגדול? מה קורה בתוכו שגורם לנו להשתנות מבחוץ? כל תהליך מורכב בדרך כלל דורש מערכת מאורגנת שתנהל את כל החלקים הנעים. כשאתם מאזינים לסימפניה, לדוגמה, הרבה כלים שונים צריכים לנגן את התווים הנכונים בזמנים הנכונים כדי להפיק את המוזיקה הנפלאה שאנו שומעים. כדי שכל המרכיבים האלה יפעלו יחד, מנצח התזמורת אומר לכל כלי מה לנגן, מתי וכיצד.

בגוף, הגנים שלנו הם כמו התווים המוזיקליים שנקשרים יחד כדי ליצור את שירו הייחודי של כל גוף. כשמגיע הזמן המתאים, כימיקלים מיוחדים שנקראים **הורמונים** הם כמו מנצחים שמנחים חלקי גוף שונים מה לעשות. מערכות האיברים הרבות בגוף הן כמו כלי נגינה שמבצעים את פקודותיו של המנצח, והן מְחִיזות את כל התהליך. במהלך תקופות המעבר המורכבות האלה, הורמונים מתפקדים כשליחים שגעים ברחבי הגוף ונותנים פקודות לגדול (או להפסיק לגדול), לשנות צורה או גודל, או לייצר יותר (או פחות) ממה שהגוף צריך (איור 1) [1].

### הורמונים (Hormones)

חומרים כימיים שמויצרים באזור אחד בגוף (בלוטת האַנְדוֹקְרִין), ואז נעים דרך הדם כדי להנחות אזורים אחרים בגוף מה לעשות.

### איור 1

בגוף ישנם כ-50 סוגי הורמונים שונים. חלק מההורמונים, כמו אדרנלין וקורטיזול, מסייעים לנו להגיב לִסְטְרֵס (עָקָה) ומאתחלים תגובת "הילחם או ברח". אחרים, כמו מְלָטוֹנִין, מסייעים לנו לשלוט את השעונים הביולוגיים שלנו ואומרים לנו מתי לישון או להתעורר. הורמונים רבים, דוגמת תִירוֹקְסִין ואִיִּנסוּלִין, מסייעים לווסת את חילוף החומרים. אחרים, כמו אֶסְטְרוֹגֵן, טֶסְטוֹסְטֵרוֹן והורמוני גדילה, חיוניים לשינויים שמתרחשים בגופנו כשאנו גדלים במהלך גיל ההתבגרות, למשל להתפתחות איברי הרבייה.

| Gland           | Hormone  | Target Organ   | Function  |
|-----------------|--|--|---|
| Pineal gland    | Melatonin  | Many   | Biological clock  |
| Pituitary gland | FSH / LH<br>ADH<br>Growth hormone<br>Oxytocin<br>Prolactin | Ovaries<br>Kidneys<br>Uterus<br>Breast tissue<br>Many others | Menstrual cycle<br>Osmoregulation<br>Growth & division<br>Birth contractions<br>Milk production |
| Thyroid gland   | Thyroxin   | Liver  | Metabolic rate  |
| Adrenal glands  | Adrenaline<br>Cortisol                                     | Many   | Fight or flight<br>Anti-stress  |
| Pancreas        | Insulin<br>Glucagon  | Liver  | Blood sugar levels  |
| Ovaries         | Estrogen<br>Progesterone                                   | Uterus   | Menstrual cycle   |
| Testes          | Testosterone   | Many   | Male characteristics  |

איור 1

## מה קורה במהלך ההתבגרות המינית?

התבגרות מינית היא השם שבו אנו מכנים סדרה של שינויים מוֹנְעֵי-הורמונים שמתרחשים בגופנו ממש לפני גיל ההתבגרות ובמהלכו – הזמן שבו אנו גדלים מילדים למבוגרים (איור 2). הצורה של גופנו, גודלו והרכבו משתנים כשאנו מתקדמים אל עבר בגרות מינית, שהיא היכולת של אורגניזם להתרבות. גם מצבי הרוח וההתנהגויות שלנו משתנים כתוצאה מהתבגרות מינית. אותם הורמונים שגורמים לשינויים בגופנו אף מסייעים לעצב את המבנה של מוחנו ואת ארגונו. במהלך ההתבגרות המינית, המוחות שלנו מחזקים ומכוונים את הקשרים שמאפשרים דרכים בוגרות של צורות חשיבה, רגשות והתנהגויות [2].

## איור 2

הורמונים שונים מעורבים בתהליך ההתבגרות המינית. בשלב מוקדם בהתבגרות המינית, בלוטות האדרנל – יותרת הכליה (שממוקמות על גבי הכליות) מייצרות הורמונים שנקראים אנדרוגנים, כמו דהידרו-אפיאנדרוסטרון (DHEA, בירוק). בשלב הזה ניתן לראות את הסימנים המוקדמים ביותר של ההתבגרות המינית כמו שיער ערווה, ריח גוף, עור שומני ואקנה. לאחר מכן, שני אזורי מוח קטנים, שנקראים היפותלמוס ויוותרת המוח (בוורוד), שולחים הודעות לאיברי הרבייה ומנחים אותם לייצר סטרואידים של מין כמו טסטוסטרון, אסטרוגן ופרוגסטרון (בכחול). ההורמונים האלה יכולים לעצב את מבנה המוח ותפקודו במהלך ההתבגרות.

### אנדרוגנים (Androgens)

הורמונים שמיצרים על ידי בלוטות האדרנל – יותרת הכליה (אצל זכרים ונקבות), באשכים (אצל גברים) ובשחלות (אצל נשים), שמוסטים את הגדילה של שיער, עצמות ומערכת הרבייה הגברית.

### דו-צורתיות זוויגית (Sexual Dimorphism)

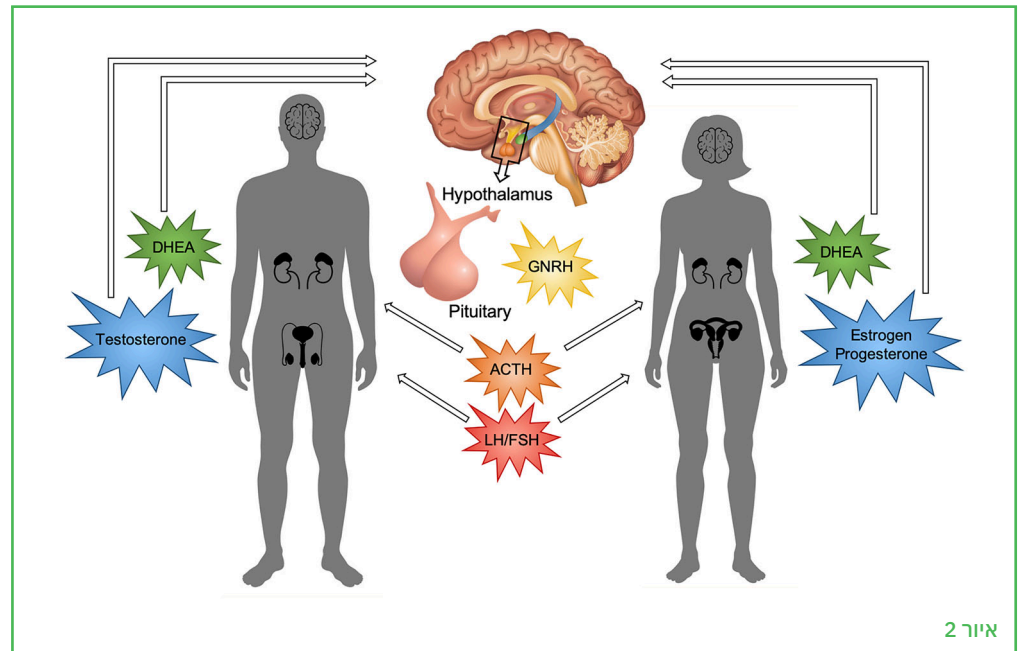
מאפיין ביולוגי ששונה בין זכרים לנקבות מאותו המין (species), כמו למשל רעמת האריה (רק אצל זכרים) או הכיס של הקנגורו (רק אצל נקבות).

### סטרואידים של מין (Sex Steroids)

קבוצת הורמונים שמיצרת מכולסטרול. הורמונים אלה מווסטים את ההבדלים בין ההתפתחות המינית של זכרים ונקבות במהלך ההתבגרות המינית.

### מאפייני מין משניים (Secondary Sex Characteristics)

שינויים במראה שנגרמים על ידי עלייה בהורמוני המין במהלך ההתבגרות המינית, שהם שונים בקרב זכרים ונקבות ומסמלים את השלמתה של ההתפתחות המינית.



איור 2

**אנדרוגנים** הם קבוצת הורמונים שלעיתים קרובות מקושרת עם מאפיינים זכריים, אולם הם גם חיוניים להתפתחות תקינה של נקבות. בעוד שזכרים חווים עלייה חדה באנדרוגן טסטוסטרון במהלך ההתבגרות המינית, טסטוסטרון גם עולה אצל נקבות, אך פחות מאשר אצל זכרים. כתוצאה מכך, מעגלים מוחיים מאורגנים באופנים תלויי-מין, מה שגורם למוחות של נשים וגברים להיות מעט שונים, לרבות הבדלים בסוג התאים, גדילתם והישרדותם בכמה אזורים מוחיים. ההבדלים הדקים האלה, שנקראים **דו-צורתיות זוויגית**, מכינים את המוח שלנו לדרישות הביולוגיות המיוחדות של שני המינים [3].

קבוצה אחרת של הורמונים, שנקראת **סטרואידים של מין**, מיוצרת על ידי השחלות אצל נשים והאשכים אצל גברים. הורמונים אלה מגרים את התפתחותם של **מאפייני מין משניים**. עבור בנות, זה כולל ירכיים רחבים יותר, חזה גדול יותר ותחילת יֶסֶת. עבור בנים, זה מְעָרֵב עלייה במסת שריר, קול עמוק יותר וצמיחה של שיער פנים. עלייה מהירה בגובה, שנקראת "פרץ צמיחה", מלווה בדרך כלל את ההתבגרות המינית אצל בנים ובנות. הורמונים סטרואידים אלה גם מפעילים מעגלים במוח שמעורבים בהתנהגויות מיניות, וזו הסיבה לכך שמתבגרים חווים עלייה ברצון לקיים יחסי מין.

## כיצד ניתן לחקור את השפעתה של ההתבגרות המינית על המוח?

ההתבגרות המינית מתרחשת בממוצע בין גילי 10 ל-14 אצל בנות, ובין גילי 12 ל-16 אצל בנים. ישנו שוני גדול בתזמון של ההתבגרות המינית בין אינדיבידואלים. מדענים מצאו שהתחלת ההתבגרות המינית, משכה וקצבה עשויים להיות מושפעים על ידי גורמים כמו הרקע התרבותי של האדם, רמת השכלתו, הרכב גופו והגנים שלו. באופן מעניין, הגיל הממוצע שבו מתחילה ההתבגרות המינית ירד במשך הדורות. היכולת למדוד בדיוק ובאמינות את השינויים שמתרחשים במהלך השלבים הראשונים של ההתבגרות המינית היא צעד חשוב בהבנת האופן שבו ההתבגרות המינית משפיעה על המוח [4].

דרך אחת שבה מדענים יכולים לחקור את השפעותיהם של הורמונים על המוח היא חקירת חיות כמו חולדות. באמצעות חיות, אנו יכולים לשלוט טוב יותר בגורמים סביבתיים כמו דיאטה, ולבצע ניסויים שלא ניתן היה לבצע בבני אדם. אנו יכולים להסיר חלקים שבהם ההורמונים מיוצרים, כמו האשכים או השחלות, ולחקור כיצד ההתפתחות ממשיכה ללא ההורמונים האלה. ביכולתנו להשתמש בכימיקלים כדי לגרות התבגרות מינית ולעקוב אחרי הגדילה של **ניורונים** מסוימים במוח. מאחר שאורך חייהן של חולדות קצר יותר משל בני האדם, ניתן לחקור באמצעותן את גיל ההתבגרות בטווח של שבועות ולא של שנים. חיות מאפשרות לנו ללמוד על מנגנונים ביולוגיים כמו התבגרות מינית ברמת פירוט שלא מתאפשרת אחרת.

**ניורונים (Neurons)**

סוג של תא במוח ובמערכת העצבים שמעביר מידע באמצעות אותות חשמליים.

עדיין, ישנם הבדלים גדולים בין בני אדם לבין מינים אחרים, ולכן איננו יכולים להניח כי מה שקורה לחולדות הוא בדיוק מה שקורה לאנשים. אין באפשרותנו לשנות את ההורמונים של אנשים עבור מחקר, מאחר שעשויה להיות לכך השפעה ארוכת-טווח על האדם. במקום זאת, כדי לחקור בני אדם, חוקרים מודדים דברים שכבר מתרחשים באופן טבעי בגוף, כמו הטסטוסטרון בדם אצל זכרים או הגיל שבו מתחיל מחזור הווסת הראשון אצל נקבות. מדענים יכולים לבחון אם השינויים הגופניים האלה מקושרים עם מדדי גוף אחרים, כמו נפח המוח. הקושרים האלה אינם יכולים לומר לנו אם דבר אחד גורם לאחר, אלא רק שהם קשורים בדרך כלשהי.

**הורמונים של התבגרות מינית משנים את מבנה המוח ותפקודו**

התבגרות מינית היא תקופת מעבר דינמית שמכינה אותנו לעולם המבוגרים. גם כמבוגרים, החיים תמיד בתנועה והמוחות שלנו צריכים למצוא דרכים להסתגל לשינויים המתמשכים האלה. אותם הורמונים שמסייעים לעצב את המוח והגוף בהתבגרות המינית ממלאים תפקיד במהלך כל חייו! אפילו לפני הלידה, טסטוסטרון, אֶקְסְטְרוֹגֶן מעורבים בהתפתחות מוקדמת של המוח, מסייעים ליצור ניורונים חדשים ולהכווין אותם כשהם יוצרים את מבנה המוח. במהלך ההתבגרות המינית, ההורמונים האלה פועלים כדי לשנות לצמיתות את ארגון המוח והמבנה שלו, אל צורתו הבוגרת (איור 3).

**איור 3**

| Summary of structural and functional effects | Brain Structure | Brain Function  | Model  | Hormone(s)                                     | Effect  |
|--|-----------------|---|--|--|---|
|  | Hypothalamus    | Hormone secretion; regulation of temperature, appetite, emotions, and sexual behavior | Animal (rat)   | ↑ Testosterone, progesterone, and estradiol    | ↑ New cell growth   |
|  | Pituitary       | Hormone secretion; regulation of hormone production in other endocrine glands         | Human (healthy adolescent)   | ↑ Testosterone and estradiol                   | ↑ Grey matter volume  |
|  | Amygdala        | Emotion processing; fear, aggression, sexual behaviors, and reward learning           | Animal (rat/hamster)<br>Human (healthy adolescent)<br>Human (Klinefelter syndrome) | ↑ Testosterone and DHEA<br>↓ Testosterone      | ↑ New cell growth<br>↑ Grey matter volume<br>↓ Grey matter volume |
|  | Hippocampus     | Learning and memory   | Animal (rat)   | ↑ Estrogen                                     | ↑ Synaptic density  |
|  | Myelin          | Insulates axons; increases speed and efficiency of signal transmission in neurons     | Animal (rat)<br>Human (healthy adolescent)   | ↑ Sex steroids<br>↑ Testosterone and estradiol | ↑ Myelination   |

**איור 3**

ישנן כמה דרכים שבהן מבנה המוח יכול להשתנות. דרך אחת היא גדילה של ניורונים או מותם, אשר משנה את הגודל הכולל של אזורים במוח. בקרב חיות ובני אדם בריאים, הורמוני התבגרות מינית הכרחיים לגדילה תקינה של מבנים במוח כמו היפותלמוס, יותרת

אזורים במוח משתנים בתגובה להורמונים שונים. הורמוני אנדרוגן כמו טסטוסטרון וֶדְהִידְרו־אֶפִיאֶנְדְרוֹסְטֶרוֹן (DHEA), וכן הורמוני אסטרוגן כמו אֶקְסְטְרִדִיֹל, חשובים במיוחד להתפתחות התקינה של אזורים במוח שמעורבים בלמידה ובזיכרון, בהתנהגויות מיניות ובעיבוד רגשי. באמצעות שימוש במודלים של חיות, בשילוב מחקרים על בני אדם בריאים כמו גם על אנשים עם הפרעות הורמונליות, מדענים מתחילים לגבש תמונה טובה יותר של האופן שבו הורמוני התבגרות מינית משפיעים על מבנה המוח ותפקודו.

המוח והאָמִיגְדָּלָה. מאחר שההיפותלמוס ויותרת המוח חיוניים לוויסות ארוך-טווח של הורמונים, גדילה בלתי תקינה של אזורי המוח האלה במהלך ההתבגרות המינית עשויה לגרום להשלכות בריאותיות ארוכות-טווח, כמו הפרעות בשינה או בחילוף החומרים. תסמונת קְלִינְפֶּלְטֶר, שהיא הפרעה גנטית שנגרמת על ידי כרומוזום X עודף בזכרים, מובילה למחסור בטסטוסטרון ולנפח אמיגדלה מוקטן בגיל ההתבגרות. השינויים האלה בהורמונים ובמבנה המוח עשויים לגרום לאתגרים חברתיים והרגשיים שהאנשים שלוקים בתסמונת מתמודדים איתם, לרבות חרדה חברתית וקושי בביטוי רגשות.

אופן נוסף של שינוי במבנה המוח היא על ידי שינוי כמות הקשרים שכל נוירון מייצר עם נוירונים אחרים, מה שמשנה את המורכבות הכוללת של מעגלים מוחיים. לדוגמה, בהיפוקמפּוּס יש מספר גדול של קולטני הורמונים עבור ההורמון אסטרוגן, ואסטרוגן נמצא כמגדיל את מספר הקשרים בין נוירונים בחולדות. מספר גדול יותר של קשרים נוירונליים בהיפוקמפּוּס עשוי להשפיע על שיפור למידה וזיכרון, שלעיתים קרובות נצפה בגיל ההתבגרות. אצל חיות ובני אדם, סטרואידים של מין ממלאים תפקיד חיוני במיאלינציה – תהליך שמבודד את הנוירונים של המוח כך שהאותות החשמליים בין הנוירונים יעברו בצורה יעילה יותר. העובדה שמיאלינציה מתרחשת במהלך ההתבגרות המינית מעידה על כך שתקשורת יעילה בין אזורים במוח, שמסייעת לנו לעבד מידע במהירות, היא חלק הכרחי בתהליך ההתבגרות של המוח [5].

## התבגרות מינית היא אתגר מרגש!

בסופו של דבר, מה שאנו יודעים כיום על האופן שבו הורמוני התבגרות מינית משפיעים על המוח הוא רק קצה הקרחון. חקירת הנושא הזה היא קצת כמו ניסיון להבין כיצד סימפוניה מנוגנת בלי להיות מסוגלים לראות את התזמורת. אנו שומעים את המוזיקה – כלומר, אנחנו רואים ילדים שעוברים התפתחות מינית ונהיים מבוגרים – אולם איננו מבינים ממש את כל הפרטים המעורבים. אנו יודעים שישנם תווים (הֶגְנִים שלנו), מנצח (ההורמונים שלנו) והרבה כלים שונים (מערכות האיברים שלנו), אולם איננו יודעים מיהם המוזיקאים, היכן הם יושבים, או באילו כלים הם מנגנים ומתי.

איננו מבינים לחלוטין מיהם המלחינים, מאחר שעדיין עלינו ללמוד כיצד בדיוק דנ"א מקודד את ההוראות הגנטיות עבור ההתבגרות המינית. כמו שבכל קטע מוזיקלי, ישנן וריאציות עדינות בקצב ובמהירות בכל פעם שהמוזיקה מתנגנת. כל המורכבויות האלה גורמות לכך שהאזנה לסימפוניה תהיה מרגשת, והן גם מה שגורם להתבגרות המינית להיות נושא מרתק לחקירה עבור מדענים. ממש כפי שאנשים המנוסים בהאזנה לקונצרטים יכולים ללמוד לזהות את הכלים שמנגנים בהם, מדענים יכולים ללמוד לפרש את רמזי הגוף, ולפענח את הקוד של מנגנונים ביולוגיים מורכבים. אנו מקווים שמדענים צעירים, כמוכם, יצטרפו לאתגר הזה!

## מקורות

1. Chrousos, G. P. 2007. Organization and Integration of the endocrine system. *Sleep Med. Clin.* 2:125–45. doi: 10.1016/j.jsmc.2007.04.004

### מיאלינציה (Myelination)

סוג של בידוד שמכסה נוירונים בחומר שנקרא מיאלין, כך שהם יוכלו להעביר מידע במהירות לנוירונים אחרים שנמצאים רחוק מהם.

2. Sisk, C. L., and Zehr, J. L. 2005. Pubertal hormones organize the adolescent brain and behavior. *Front. Neuroendocrinol.* 26:163–74. doi: 10.1016/j.yfrne.2005.10.003
3. Juraska, J. M., Sisk, C. L., and DonCarlos, L. L. 2013. Sexual differentiation of the adolescent rodent brain: hormonal influences and developmental mechanisms. *Horm. Behav.* 64:203–10. doi: 10.1016/j.yhbeh.2013.05.010
4. Mendle, J., Beltz, A. M., Carter, R., and Dorn, L. D. 2019. Understanding puberty and its measurement: ideas for research in a new generation. *J. Res. Adolesc.* 29:82–95. doi: 10.1111/jora.12371
5. Goddings, A. L., Beltz, A., Peper, J. S., Crone, E. A., and Braams, B. R. 2019. Understanding the role of puberty in structural and functional development of the adolescent brain. *J. Res. Adolesc.* 29:32–53. doi: 10.1111/jora.12408

פורסם אונליין: 13 במרץ 2023

עורך: Daniel W. Wesson

מנחה מדעי: Rober Boshra

ציטוט: Kabotyanski KE and Somerville LH (2023) התבגרות מינית: מוחכם על הורמונים Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2020.554380-he

תורגם והוא מ: Kabotyanski KE and Somerville LH (2021) Puberty: Your Brain on Hormones. Front. Young Minds 8:554380. doi: 10.3389/frym.2020.554380

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

**COPYRIGHT** © 2021 © Kabotyanski and Somerville 2023. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתיקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתיקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

## סוקרת צעירה

MARIA, גיל: 11

קוראים לי מריה, ואני בת 11. אני אוהבת את תחום מדעי המוח. המקצועות האהובים עליי הם מדע ומתמטיקה. בזמני הפנוי, אני אוהבת מאוד לקרוא, לרקוד ולערוך מחקר. אני רוצה לדעת עוד על המוח כדי שאוכל לסייע לאנשים כשאגדל.



## הכותבות

### KATHERINE E. KABOTYANSKI

אני חוקרת באוניברסיטת הרווארד. עובדת על פרויקט הקונקטום האנושי בהתפתחות (Connectome Project in Development Human), ומנסה להבין את הקשרים במוח ואת האופן שבו הם משתנים עם הזמן כשילדים נעשים מבוגרים. אני מרותקת מהתפתחות אנושית ומהמוח, ובמיוחד מהאופן שבו שינויים מבניים ותפקודיים במוח במהלך הילדות המוקדמת וגיל ההתבגרות משפיעים על בריאות ארוכת-טווח, ועשויים להיות הבסיס של רגישות לתוצאות בריאותיות שליליות. אני מפתחת קריירה כרופאה-מדענית בתקווה לגשר על הפער שבין תגליות מדעיות לבין טיפולים רפואיים. \*[kkabotyanski@g.harvard.edu](mailto:kkabotyanski@g.harvard.edu)

### LEAH H. SOMERVILLE

אני פרופסורית לפסיכולוגיה באוניברסיטת הרווארד, ומנהלת המעבדה למדעי המוח של ההתפתחות והרגשות. מטרת המחקר שלי היא להבין כיצד התפתחות המוח בגיל ההתבגרות מעצבת שינויים בהתנהגות קוגניטיבית, מוטיבציונית, חברתית ורגשית. תמיד הייתי מרותקת מגיל ההתבגרות, ואהבתי להמציא ניסויים יצירתיים במטרה לפתור חידות מדעיות מורכבות. תקוותי היא שהעבודה הזו תסייע למדענים להבין את המנגנונים שנמצאים בבסיס הסיכון למחלות נפש בגיל ההתבגרות.



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