

מְשִׁינָה לְהַצְלָחָה: מְדוּעַ שִׁינָה הִיא חֵלֶק חָשׁוּב בְּלוּח הַזְמָנִים הַלִּימוּדִי שֶׁלְכֶם

Emma James^{1*}, Ann-Kathrin Joechner^{2*}, Beate E. Muehlroth^{2*}

¹המחלקה לפסיכולוגיה, אוניברסיטת יורק, יורק, בריטניה

²המרכז לפסיכולוגיה של תוחלת חיים, מכון מקס פלאנק להתפתחות אנושית, ברלין, גרמניה

סוקרים צעירים

HATHAWAY
BROWN
SCHOOL
גיל: 15-14



THE
SCHOOL
FOR
SCIENCE
AND MATH
AT
VANDERBILT
גיל: 15-14

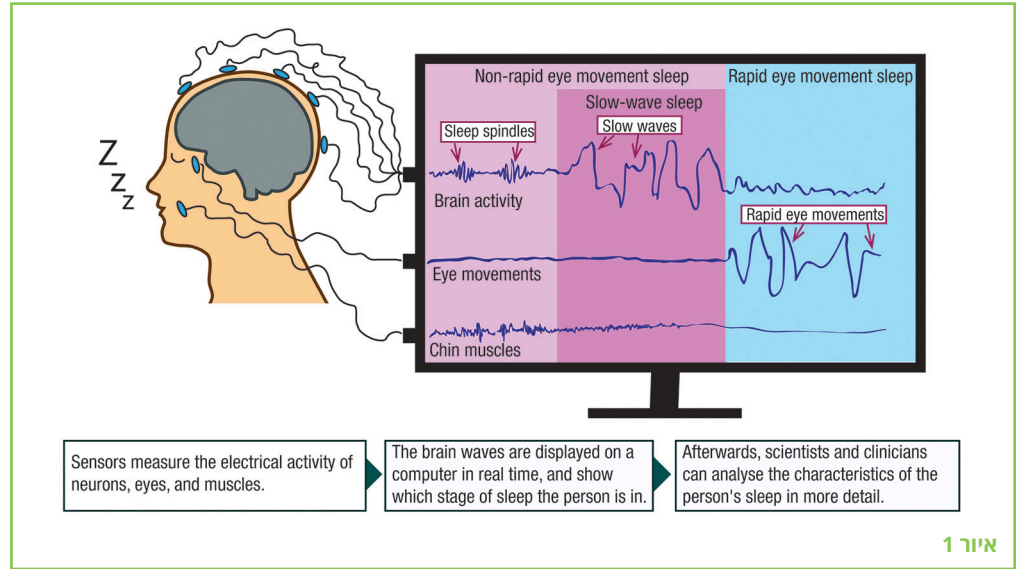


כולנו ישנים. בעוד שמבוגרים מבליים כשליש מזמנם בשינה, ככל שאתם צעירים יותר כך אתם זקוקים ליותר שינה. אולם זה לא אומר שילדים ובני נוער מתעצלים כשהם מבליים זמן רב במיטה. למעשה, מחסור בשינה גורם לאנשים להרגיש עייפים, להיות פחות יעילים ולא להיות מסוגלים להתרכז. לא רק שעליכם להימנע מההשלכות האלה של שינה גרועה אלא שאתם גם צריכים לתעדף שינה טובה. שינה טובה משקמת את גופכם ומוחכם, ומציעה הזדמנות למוחכם לארגן את עצמו אחרי יום עמוס. במאמר זה נדון במדוע שינה חשובה במיוחד לתמיכה בזיכרון. היכולת שלכם ללמוד, לזכור ולשכלל את מוחכם היא מרהיבה במהלך הילדות והנערות, ולכן שינה חשובה במיוחד בשלבים האלה. נסביר את הקשרים שבין המוח לבין שינויים בשינה כשאתם גדלים, ומדוע שינה צריכה להיות חלק חשוב מלוח הזמנים הלימודי שלכם.

כשהבחינה בבית הספר הולכת ומתקרבת, לעיתים אתם מרגישים שיש המון מה ללמוד בזמן כל כך קצר. אז למה לבזבז זמן במיטה כשאתם יכולים להשתמש בזמן הזה ללמוד? הישארות ערים עד מאוחר במטרה לדחוס זמן למידה נוסף עשויה להיראות כמו מחשבה מפתה, אולם שינה חיונית לגופכם ולמוחכם. היא שומרת עליכם בריאים ומשחזרת את האנרגיה שלכם כך

איור 1

כיצד אנו מודדים שינה.
 משמאל: אנו מודדים פעילות של נירונים, של העיניים ושל שרירים באמצעות חישה קטנים. מימין: הפעילות מוצגת על מסך מחשב כקווים משוננים. במהלך שנת non-REM קלה (אזור ורוד), אנו מאתרים כיש ז'רי שינה בפעילות המוחית. במהלך שנת non-REM עמוקה יותר, שידועה גם כשנת גלים איטיים, שרירי הסנטר מתרפים (הקווים נעשים שטוחים יותר), והעקומות שמייצגות את הפעילות המוחית נעשות איטיות מאוד וגדולות (גלים איטיים). במהלך שנת REM (אזור כחול), הפעילות השרירית היא המועטה ביותר, הפעילות המוחית נעשית מהירה יותר והעיניים מתחילות לעשות תנועות זיגזג מהירות. לאחר מכן, מדענים וקלינאים יכולים לנתח באופן מפורט יותר את המאפיינים של שנת האדם.



איור 1

נירונים

(Neurons)

תאי עצב זעירים במוח שמאחסנים ומעבירים אותות ומידע.

שנת REM

(Rapid Eye Movement (REM) Sleep)

שלב בשינה שבו העיניים נעות מהר והשרירים רגועים מאד, שלעיתים קרובות מקושר עם חלומות בהירים.

כיש ז'רי שינה

(Sleep Spindles)

תקופות קצרות של פעילות מוגברת במוח שאנו מאמינים שמסייעת עם תקשורת יעילה בין אזורים שונים במוח.

שנת גלים איטיים

(Slow-wave Sleep)

השלב העמוק ביותר של שינה שאיננה REM, שבמהלכו נירונים במוח מראים פעילות קצבית איטית (גלים איטיים), שנחשבים חשובים לאחסון של זיכרונות ארוכי טווח.

שתרגישו עירניים ופעילים למחרת. שינה גם מספקת זמן עבור המוח להתארגן מחדש ולשכלל את המבנה ואת התפקוד שלו לצרכים ולחוויות המסוימים שלכם. המוח הִגִּישׁ חשוב לא רק להתפתחות מוחית כללית, אלא – למרבה המזל – הוא גם עושה עבודה חשובה במה שקשור לזיכרונות שלכם. מדענים הראו שפעילויות המוח במהלך שינה מסייעות לשמור ידע חדש בזיכרון, וגם להתכונן ללמידה חדשה ביום הבא. משמעות הדבר היא שבילוי זמן בשינה הרבה יותר טוב מניסיון למשוך "לילה לִבְן" לפני מבחנים. בעוד שזה חשוב במהלך כל החיים, היכולת לעצב מחדש את מוחכם ויכולתכם ללמוד הן מדהימות בילדות ובנערות, וכך גם השינה שלכם בתקופה הזו.

המוח הישן

המוח הישן לא תמיד עושה את אותו הדבר. מחזור שינה טוב בשלבי שינה שונים, נקבע על ידי תנועות עיניים ושרירים, ופעילותם של תאי עצב זעירים במוח (שנקראים **נירונים**). מדענים יכולים למדוד את הפעילות הזו על ידי מיקום חיישנים קטנים לצד עיניהם של אנשים, על הסנטר ועל הראש בזמן שהאדם ישן (ראו איור 1). לעיתים הנירונים פועלים במהירות רבה ובצורה כאוטית, באופן דומה לזמן שבו המוח ער ועמוס. זה המקרה במהלך **שנת REM**, שלב בשינה שבמהלכו העיניים זזות מהר מאוד, השרירים רגועים ביותר והמוח מעורב בחלומות בהירים מאוד. שלבי השינה הנותרים נקראים יחד שלבי שינה שאינם REM (non-REM). במהלך שנת non-REM קלה אנו רואים התפרצויות של פעילות מוחית שנקראות **כיש ז'רי השינה** (ראו איור 1). במהלך שנת non-REM עמוקה נירונים במוח מראים פעילות קצבית איטית שדומה לגלים הענקיים של האוקיינוס (איור 1), שנקראים גלים איטיים. עקב כך, שנת non-REM עמוקה נקראת לעיתים קרובות **שנת גלים איטיים**. גם כיש ז'רי השינה וגם גלים איטיים מתמחים בעיצוב מחדש של המוח, כלומר ככל שהם נוכחים יותר כך המוח מעוצב יותר.

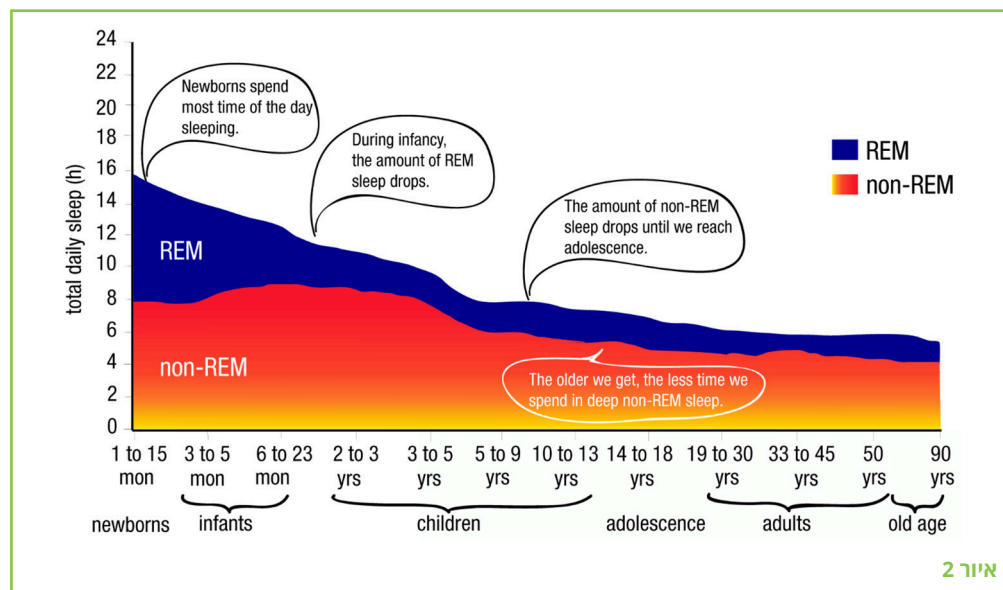
המוח בשיקום

כתינוקות, אתם מבלים הרבה יותר זמן בשינה מאשר בערות. אולם ככל שאתם מתבגרים, אתם ישנים פחות. זה לא רק בגלל כמות השינה שמשתנה במהלך ההתפתחות אלא, באופן חשוב,

איור 2

כיצד שינה משתנה

לאורך החיים. ככל שאנשים מתבגרים, כך הם ישנים פחות. יתרה מזו האיזון בין שינות REM ו-non-REM משתנה במהלך הילדות, וכשילדים מתבגרים הם מבלים פחות זמן בשנת non-REM שנקראת גם שנת גלים איטיים (בלקח מ-Roffwarg et al. [1]). הודפס מחדש באישור מ-AAAS).



בגלל שהאיזון בין שלבי שינה שונים גם משתנה. באופן כללי, כשאתם מתבגרים אתם ישנים פחות וחווים פחות שנת גלים איטיים, בעוד שהאחוז היחסי של שנת non-REM קלה עולה (איור 2). מדענים מאמינים שהשינויים האלה בשינה עשויים לספר לנו על הפוטנציאל של המוח לשקם את עצמו.

מהינקות ועד לגיל ההתבגרות, מוחכם עובר ארגון מחדש מאסיבי ואופטימיזציה כדי להתמודד עם הצרכים וחוויות היומיום שלכם. קשרים חדשים נבנים בין תאי מוח, קשרים שאינכם זקוקים להם מוקדם, ותקשורת המידע בין מסלולי תאי עצב חשובים מואצת. באופן חשוב, כאשר אזור מסוים במוח נמצא בשיקום, הניורונים באותו האזור מראים פעילות קצבית איטית יותר במהלך שנת גלים איטיים. לדוגמה, מדענים בשווייץ רשמו את שינתם של 40 ילדים ומבוגרים צעירים, וגם מדדו את הביצועים שלהם במטלות מסוימות [2]. באופן מעניין, הם מצאו ששנת גלים איטיים הייתה הכי חזקה באזור במוח שאחראי על הכישורים שמשתתפים למדו בכל גיל, והגלים האיטיים באזורי המוח האלה נחלשו כאשר הכישור היה מפותח יותר. למשל, בילדות המאוחרת, כאשר ילדים נעשים טובים מאוד בביצוע תנועות מורכבות כמו למשל רכיבה על אופניים – אולי אפילו בלי ידיים – הגלים האיטיים הכי חזקים באזור במוח שאחראי על ביצוע תנועות. המדענים גם ראו את האופטימיזציה הזו במבנה המוח כאשר משתתפים נכנסו לסורק מוח: השכבה החיצונית של המוח, הניאו-קורטקס, הייתה דקה יותר באזורים האלה, מה ששיקף את ה"שכלול" של המוח כדי לבצע מטלות באופן יעיל יותר. הקשרים האלה בין גלים איטיים, כישורים ומבנה מוחי הובילו חוקרים לחשוב שהתבוננות על מקצבים איטיים במהלך שינה עשויה לסייע לנו ללמוד כיצד המוח מתפתח.

ניאו-קורטקס (Neocortex)

השכבת החיצונית של המוח שנחשבת כמאחסנות ידע לטווח ארוך.

שלא כמו גלים איטיים אשר דועכים כשהמוח מתבגר, כישורי השינה שמאפיינים שנת non-REM קלה נעשים רבים ומהירים יותר במהלך הילדות והנערות. חלק מהמדענים חושבים שהאצת כישורי השינה במהלך הילדות והנערות מבטאת תקשורת מהירה ויעילה יותר בין אזורים שונים במוח. באחד המחקרים שלנו, מצאנו כי ילדים שהראו את העלייה הגדולה ביותר במספר הכישורים במהלך תקופה של שבע שנים, הצליחו טוב יותר במבחנים של יכולת

מנטלית כללית בגילאי 14-18 [3]. לרוע המזל, עדיין איננו יודעים בדיוק כיצד כישורים מסייעים להתפתחות המוח, וזהו תחום מלהיב שמדענים עדיין מנסים להבין.

לאט ויציב מנצח במרוץ

באמצעות הסתכלות על שינה, אנו יכולים להבין כיצד המוח משתנה כאשר ילדים גדלים ולומדים דברים חדשים, כמו רכיבה על אופניים. אולם שינה מבצעת גם מטלה חשובה אחרת. היא מסייעת לכם ליצור זיכרונות ארוכי טווח של עובדות חדשות, כמו מידע שאתם לומדים בבית הספר.

הרבה ניסויים הראו כי שינה יכולה לסייע לכם לזכור את הדברים החדשים שאתם לומדים. חלק מהמחקרים אפילו הראו שזיכרונות יכולים להתחזק בשינה, ללא למידה נוספת! לדוגמה, חוקרים באוניברסיטת יורק לימדו ילדים בגילאי 7 עד 12 מילים חדשות בבוקר או בערב [4]. כאשר חוקרים בחנו את הזיכרון של הילדים 12 שעות מאוחר יותר, אלה שלמדו בערב והלכו לישון יכלו לזכור יותר מילים מאשר הילדים שנשארו ערים כל הלילה. למעשה, הם יכלו להיזכר ביותר מילים ממה שיכלו לפני שהם הלכו לישון. איך זה ייתכן?

מדענים מאמינים שבמוח יש שתי מערכות למידה, אחת מהירה ואחת איטית. ניתן לחשוב על שתי מערכות הלמידה האלה כמו על הצב והארנב מהמשל הישן על תחרות הריצה. במעשייה, הארנב מתחיל להתקדם מהר מאוד במרוץ נגד הצב. בעודו מרוצה מההתקדמות שלו ובטוח בניצחונו, הוא לוקח תנומה באמצע הדרך שמאפשרת לצב להשיג אותו ולנצח במרוץ. מערכת למידה אחת במוח פועלת כמו הארנב המהיר: היא מסייעת לכם ללמוד מידע חדש מהר מאוד במהלך היום, ומספקת יתרון התחלתי למידע במוח. אולם המערכת השנייה הרבה יותר איטית וחכמה יותר, כמו הצב, ובאופן זהיר מקשרת בין מידע חדש לבין דברים שאנו כבר יודעים. מערכת הלמידה האיטית יותר הזו זוכה בטווח הארוך, מסייעת לכם לזכור מידע חדש בעתיד. ממש כמו במעשייה, מערכת זיכרון ה"צב" יכולה להשתלט כשאתם נותנים למוח שלכם הזדמנות לישון.

היפוקמפוס (Hippocampus)

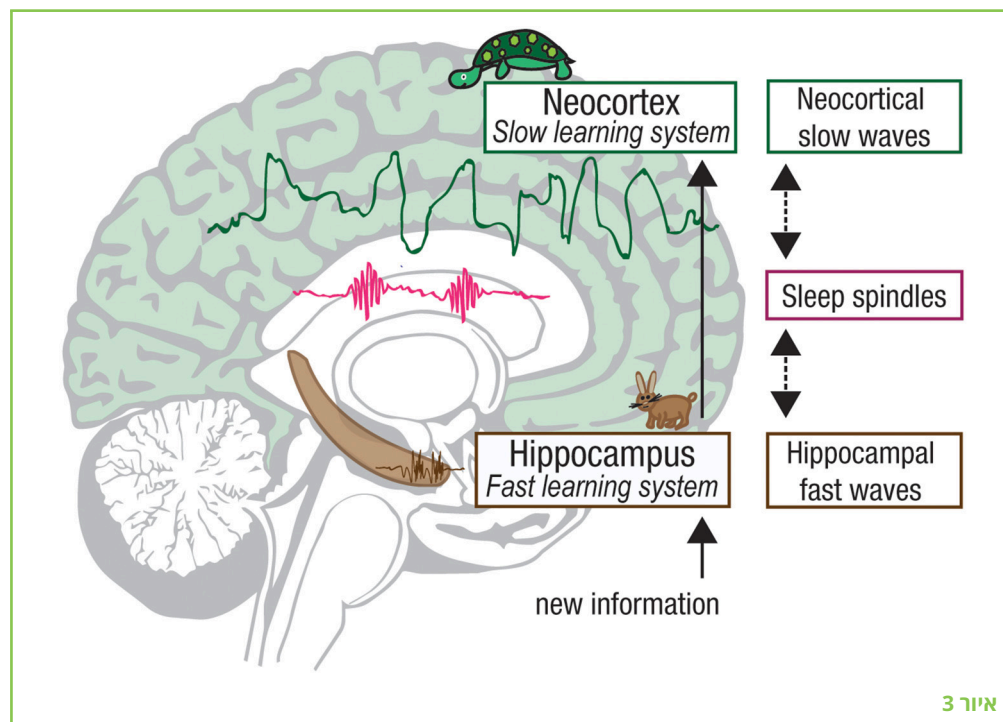
מבנה מוחי עמוק בתוך המוח שמסייע לתמוך בלמידה מהירה של מידע חדש.

מחקרים מראים שאזור עמוק יותר בתוך המוח (ההיפוקמפוס) מקבל יתרון התחלתי בלמידה כמו הארנב המהיר, בעוד שהשכבות החיצוניות של המוח (הניאו-קורטקס) פועלות כמו הצב האיטי (ראו איור 3). במהלך שנת גלים איטיים, ההיפוקמפוס המהיר חוזר על המידע שהוא למד במהלך היום, ומתקשר אותו לניאו-קורטקס שלומד לאט. הרבה מדענים חושבים שהמוח מפעיל רצף מסוים מאוד של גלים איטיים, כישורי שינה וגלים מהירים מאוד בהיפוקמפוס, מה שמאפשר לשתי מערכות הלמידה "לדבר" זו עם זו. התקשורת מחזקת זיכרונות שבריריים בטווח הארוך, ומקשרת בינם לבין ידע קודם שכבר מאוחסן בניאו-קורטקס [5]. מדענים בבלגיה הראו שתהליך חיזוק הזיכרון הזה יכול להתרחש אפילו במהלך תנומה [6]. הם לימדו ילדים בגילאי 8-12 משמעויות "קסומות" לאובייקטים מומצאים (לדוגמה, אובייקט אחד יכל לראות דרך דלתות, אובייקט אחר יכל להפסיק את הגשם), ואז בחנו את הזיכרון שלהם לגבי הקישורים האלה בזמן שהם מדדו את פעילותם המוחית. מיד אחרי הלמידה, ההיפוקמפוס הגיב למשמעויות שנלמדו. מחצית מהילדים לקחו תנומה של 90 דקות, בעוד שאחרים נשארו ערים. במבחן זיכרון שני, רק הילדים שישנו הראו פעילות מוחית גדולה יותר בניאו-קורטקס

איור 3

כיצד גלי מוח איטיים מסייעים באחסון זיכרון.

ההיפוקמפוס (בחום), מבנה קטן עמוק בתוך המוח, הוא מערכת שלומדת מהר ומסייעת לרכוש ידע חדש במהרה. כדי לוודא שהזיכרונות החדשים האלה מאוחסנים בבטחה במוח, ההיפוקמפוס מתקשר אותם למערכת הלימידה האיטית בניאו-קורטקס, השכבה החיצונית של המוח (בירוק), במהלך שינה. על ידי ביצוע סדרה של גלים איטיים (קו ירוק), כיש'ורי שינה (קו ורוד) וגלים מהירים (קו חום), שני האזורים "מדברים" זה עם זה, מה שמאפשר למידע חדש להתחזק ולקשר בין ידע ישן לידע ישן יותר שכבר קיים.



איור 3

כאשר הם זכרו את המשמעויות. אם כן, אפילו אחרי תנומה קצרה, מערכת הצב האיטי יכולה לנצח במרוץ הזיכרון.

אז תישנו עמוק, ותתעוררו משודרגים!

כעת אתם יודעים ששינה היא לחלוטין לא בזבוז זמן. במקום זאת, שינה מאפשרת לזיכרונות שלכם להיעשות טובים ומתמשכים כמה שיותר. שינה הכרחית כדי לאפשר למוח שלכם להתארגן מחדש כשאתם גדלים וחווים את העולם, ולסייע לכם לזכור את כל הדברים החדשים שאתם לומדים. בטווח הארוך, ילדים שישנים יותר מצליחים יותר בבית הספר, ואפילו מצליחים במבחנים יותר מאשר ילדים שנשארים ערים עד מאוחר כדי ללמוד עוד [7]. אם כן, ודאו שאתם ישנים מספיק, ותנו למוחכם לעשות את העבודה הקשה בזמן שאתם נרגעים בלילה.

תודות

אנו רוצים להודות מקרב לב לאלה שסייעו בתרגום המאמרים באוסף הזה כדי לעשותם נגישים יותר עבור ילדים מחוץ למדינות דוברות אנגלית, ולקרן Jacobs בגין סיפוק הכספים הנדרשים לתרגום המאמרים. עבור המאמר הזה, אנו רוצים להודות במיוחד לניינק ואן-אטבלדא ולסאבין פיטרס על התרגום להולנדית. EJ נתמכה על ידי ESRC Fellowship ES/T007524/1. BM ו-A-KJ נתמכו על ידי פרויקט " Lifespan Rhythms of Memory and Cognition "(RHYME) במרכז לפסיכולוגיה של תוחלת חיים, מכון מקס פלאנק להתפתחות אנושית, ברלין, גרמניה. AK-J חברה בבית הספר הבינלאומי למחקר מקס פלאנק ב-LIFE (Life Course). (<https://www.imprs-life.mpg.de/en>).

מקורות

1. Roffwarg, H. P., Muzio J. N., and Dement W. C. 1966. Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle. *Science* 152:608.
2. Kurth, S., Ringli, M., LeBourgeois, M. K., Geiger, A., Buchmann, A., Jenni, O. G., et al. 2012. Mapping the electrophysiological marker of sleep depth reveals skill maturation in children and adolescents. *Neuroimage* 63:959–65. doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.03.053
3. Hahn, M., Joechner, A.-K., Roell, J., Schabus, M., Heib, D. P., Gruber, G., et al. 2019. Developmental changes of sleep spindles and their impact on sleep-dependent memory consolidation and general cognitive abilities: a longitudinal approach. *Dev. Sci.* 22:e12706. doi: 10.1111/desc.12706
4. Henderson, L. M., Weighall, A. R., Brown, H., and Gaskell, M. G. 2012. Consolidation of vocabulary is associated with sleep in children. *Dev. Sci.* 15:674–87. doi: 10.1111/j.1467-7687.2012.01172.x
5. Wilhelm, I., Prehn-Kristensen, A., and Born, J. 2012. Sleep-dependent memory consolidation—what can be learnt from children? *Neurosci. Biobehav. Rev.* 36:1718–28. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.03.002
6. Urbain, C., De Tiège, X., De Beeck, M. O., Bourguignon, M., Wens, V., Verheulpen, D., et al. 2016. Sleep in children triggers rapid reorganization of memory-related brain processes. *Neuroimage* 134:213–22. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.03.055
7. Gillen-O'Neel, C., Huynh, V. W., and Fuligni, A. J. 2013. To study or to sleep? The academic costs of extra studying at the expense of sleep. *Child Dev.* 84:133–42. doi: 10.1111/j.1467-8624.2012.01834.x

פורסם אונליין: 07 בפברואר 2022

נערך על ידי: Nienke Van Atteveldt

מנחה מדעי: Menton Deweese, Crystal Miller

ציטוט: James E, Joechner A-K and Muehlroth BE (2022) משינה להצלחה: מדוע שינה היא חלק חשוב בלוח הזמנים הלימודי שלכם. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.00051-he

James E, Joechner A-K and Muehlroth BE (2020) From ZZZs to AAAs: **תורגם והותאם:** Why Sleep Is an Important Part of Your Study Schedule. *Front. Young Minds* 8:51. doi: 10.3389/frym.2020.00051

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

James, Joechner and Muehlroth 2022 © 2020 © **COPYRIGHT** 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

15-14 גיל: HATHAWAY BROWN SCHOOL

אנו תלמידים מתוכנית מחקר מדעי והנדסה בבית ספר Hathaway Brown. אנו נהנים ללמוד על תהליך סקירת מאמרים, ללמוד כיצד לתקשר מדע לקהלים שונים ולהציע את ההערות שלנו. קיבלנו עזרה מהמנטורית המדעית שלנו, Crystal Miller.



15-14 גיל: THE SCHOOL FOR SCIENCE AND MATH AT VANDERBILT

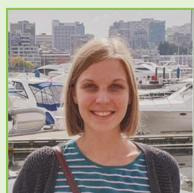
אנו כיתה של תלמידים מכל רחבי נשוויל, שמתקבצים פעם בשבוע ב-Vanderbilt כדי ללמוד עוד על מדע, על טכנולוגיה, על הנדסה ועל מתמטיקה. אנו עורכים ניסויים בכיתה שלנו ובמעבדות ברחבי הקמפוס!



הכותבות

EMMA JAMES

בתקופות מבחנים בבית הספר, הייתי מתעקשת בפני ההורים שלי שלא הספקתי ללמוד ולא אוכל ללכת לישון מוקדם. לא נעים לי להודות בזה, אולם המחקר שלי לימד אותי שההורים שלי צדקו: אני נדהמת ממה ששינה עושה לזיכרון. אני מתעניינת במיוחד באופן שבו שינה מסייעת לנו ללמוד מילים חדשות, ומדוע עבור חלק מהילדים הלמידה הזו קשה יותר מאחרים. אני עובדת באוניברסיטת יורק (בריטניה), אולם גם גרתי בבריסל, באוקספורד, בלנקסטר, בלונדון ובאמריקה. בזמני הפנוי אני אוהבת לרוץ, לבשל ולנגן בפסנתר.
*emma.james@york.ac.uk



ANN-KATHRIN JOECHNER

אני אוהבת שינה – לא רק בגלל שבאופן אישי אני אוהבת לישון, אלא מאחר שאני חושבת שזה מדהים כיצד המוח פעיל בזמן שנדמה שאיננו פעילים, ושאינו לנו חוויה מודעת. מאז שהייתי סטודנטית באוניברסיטה, הייתי מרותקת מהאופן שבו שינה מסייעת למוח להיבנות מחדש ולכן גם לבנות זיכרונות חדשים, וניסיתי להבין אותו מאז. מאחר שילדות הוא זמן של שינויים מוחיים וקוגניטיביים מסיביים, אני מתעניינת במיוחד באופן שבו שינה תומכת בזיכרון במהלך הילדות, וכיצד התפתחות המוח קשורה לזה.
*joechner@mpib-berlin.mpg.de



BEATE E. MUEHLROTH

כשהייתי בת 6, יכולתי להביס את ההורים שלי כששיחקנו במשחק מציאת זוגות תואמים. כמובן שבאותו הזמן לא ידעתי כמה מוחו של ילד הוא מיוחד. במחקר שלי, אני רוצה לגלות מה המוח עושה כשאנו לומדים וזוכרים, וכיצד שינה תומכת במטלות האלה. רוב הזמן אני מנסה להבין אם שינה גרועה, כפי שאנו עשויים לזהות אצל הסבים שלנו, יכולה להסביר מדוע אנשים מבוגרים שוכחים יותר מהדברים שהם למדו במהלך היום.
*beatemuehlroth@gmail.com



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