



## שנת לילה טובה – הכרחית למוחות צעירים

M. Elisabeth Koopman-Verhoeff<sup>1,2,3</sup>, Jared M. Saletin<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>המעבדה לחקר שינה בבית חולים EP ברדלי, בית ספר רפואי אלפרט באוניברסיטת בראון, פרובידנס, רוד איילנד, ארצות הברית  
<sup>2</sup>המחלקה לפסיכיאטריה ולהתנהגות אנושית, בית ספר רפואי אלפרט באוניברסיטת בראון, פרובידנס, רוד איילנד, ארצות הברית  
<sup>3</sup>קבוצת לימוד של דור ה-R, מרכז רפואי ארסמוס, רוטרדם, הולנד

במהלך חייכם, תבלו כמעט 250,000 שעות בשינה. מדוע אנו צריכים כל כך הרבה שינה? שינה היא לא רק מנוחה מהיום, אלא גם הכרחית כדי שגופכם ומוחכם יהיו בריאים, במיוחד כשאתם גדלים. לדוגמה, שנת לילה טובה מאפשרת לכם לשים לב ולהצליח ללמוד ביום הבא. מתי אתם ישנים וכמות השינה שלכם, ישתנו כשתגדלו. אם כן, כיצד אתם יכולים לדעת לכמה שינה אתם זקוקים, או מתי עליכם ללכת לישון בלילה? כאן, נחלוק את התשובות לשאלות האלה ועוד. חקרנו את מדע השינה, וכיום אנו מבינים קצת יותר על מה שמוחכם עושה במהלך הלילה: שומר עליכם בריאים, עירניים ומוכנים לבית הספר ולכיף של היום הבא. אם תקראו את זה ממש לפני השינה, תהיה בטוחים שאתם תישנו מעולה הלילה.

מכל הדברים שאתם עושים, איזה אתם עושים הכי הרבה? אלה לא אכילה ושתיה, אלא שינה! אנו מבלים שליש מחיינו בשינה. מדענים עבדו במשך עשורים כדי להבין מדוע אנו ישנים. בעוד שגופכם שוכב דומם במיטתכם, מוחכם מעבד את האינפורמציה של היום כדי להתכונן למחר. כאן, אנו נסביר את המה, המתי, הלמה והכיכד שקשורים לשינה, וכיצד היא משתנה כשאתם גדלים.

### סוקרים צעירים

JACOB  
גיל: 12



ST.  
BERNARD  
REGIONAL  
CATHOLIC  
SCHOOL  
גיל: 14-11



## מתי אתם ישנים?

### הגרעין העל-תצולובתי (SCN - Suprachiasmatic Nucleus)

אזור קטן עמוק בתוך המוח שיוצר "שעון ביולוגי" ויוצר מקצבים צירקדיים.

### מקצבים צירקדיים (Circadian Rhythms)

אחת משתי הדרכים שבהן אנו יודעים מתי לישון. התבנית הטבעית שנוצרת של שינה ושל ערות חוזרת בכל 24 שעות בתגובה לאור.

### הומאוסטט שינה (Sleep Homeostat)

אחת משתי הדרכים שבהן אנו יודעים מתי לישון. הצורך בשינה גדל כשאנו נשארים ערים, וקטן כשאנו ישנים.

אם היינו שואלים "מתי אתם ישנים?" ייתכן שהייתם אומרים "בלילה!", או "כשאנו עייפים!". מתברר ששתי התשובות נכונות. בני אדם מעדיפים לישון בלילה, מה שגורם לנו להיות חיות יומיות, בניגוד לחיות ליליות שישנות במהלך היום. ההעדפה הזו מחווטת בנו. עמוק במוחכם יושב **הגרעין העל-תצולובתי** (SCN, suprachiasmatic nucleus). הגרעין העל-תצולובתי הוא השעון הביולוגי שלכם. הוא מחווה על הזמן לכל אזור אחר בגופכם. אנו קוראים לזה **מקצב צירקדי** (צירקדי משמעותו ביונית "לגבי היום", מאחר שהקצבים של שינה וערות חוזרים על עצמם בכל 24 שעות). כמו כל שעון, אפשר לאתחל את הגרעין העל-תצולובתי, בהתבסס על מתי אנו רואים את אור השמש. כשאנו מטיילים, גופנו מתכוונן לתבנית החדשה של האור. זו הסיבה לכך שאנשים שמטיילים מצפון אמריקה לאוסטרליה יכולים להתכוון לתבנית שינה חדשה בתוך כמה ימים.

להגיד "אנו ישנים כשאנו עייפים", זה גם נכון. האם אי פעם נמנמתם באמצע היום? מערכת אחרת במוח עוקבת אחרי כמה זמן הייתם ערים, וכמה זמן ישנתם בלילה הקודם. אנו קוראים לזה **הומאוסטט השינה**. הומאוסטט נשמע כמו מילה אחרת: "תרמוסטט", שהיא דרך טובה לחשוב על זה. ממש כמו שתרמוסטט מפעיל את המיזוג כשחם מדי או מכבה אותו כשקר מדי, הומאוסטט השינה מקשיב לכמות הזמן שהייתם ערים. הצורך שלכם לישון גדל במשך היום, וכשהוא מגיע לנקודה מסוימת אתם נרדמים. ברגע שנחתם, הומאוסטט השינה נכבה ומאפשר לכם לקום, והתהליך חוזר על עצמו בכל יום. אולם, הומאוסטט השינה לא יודע אם בחוץ זהו יום או לילה, רק אם הייתם ערים או שישנתם. אם אתם מכריחים את עצמכם להישאר ערים כל הלילה, הצורך שלכם בשינה ימשיך לגדול במהלך הלילה, עד שבסופו של דבר תירדמו. אם תדלגו על שנת לילה, אתם עשויים להיות עייפים מאוד, וייקח זמן ארוך יותר למלא את הצורך הזה בשינה (ממש כמו שהיה לוקח למזגן זמן רב יותר לקרר חדר חם מאוד). המקצב הצירקדי והומאוסטט השינה בסופו של דברים פועלים יחד, וזו הסיבה לכך שאתם עשויים להרגיש ערניים באמצע היום, אפילו אם לא ישנתם הרבה בלילה שלפני כן, או מדוע אתם פתאום מרגישים עייפים בלילה, אפילו אם התעוררתם מאוחר באותו היום.

## כיצד השינה שלכם משתנה כשאתם גדלים?

חשבו על השינה שלכם. אתם ככל הנראה ישנים אחרת בהשוואה לאיך שהייתם ישנים כשהייתם תינוקות או ילדים צעירים. הגרעין העל-תצולובתי והומאוסטט השינה משתנים כשאנו גדלים (איור 1). כשאתם מגיעים לגיל ההתבגרות, הגרעין העל-תצולובתי שלכם מתנהג כאילו ששינתם אזורי זמן. גופכם רוצה להתעורר מאוחר וללכת לישון מאוחר. בסופו של דבר, איפשהו בסביבות שנות העשרים לחייכם, הגרעין העל-תצולובתי מתחיל שוב לפעול בכיוון ההפוך (איור 1A).

ביחס להומאוסטט השינה, במהלך גיל ההתבגרות הצורך שלכם בשינה נבנה קצת יותר לאט מאשר כשהייתם צעירים. במילים אחרות, אם אנו זוכרים את דוגמת התרמוסטט, האטתם את המהירות שבה החדר מתחמם, ולכן המזגן מחכה קצת יותר זמן לפני שהוא נדלק (איור 1B). מאחר שגם הגרעין העל-תצולובתי וגם הומאוסטט משתנים במהלך גיל ההתבגרות, נעשה קל יותר להישאר ערים עד שעה מאוחרת.

## איור 1

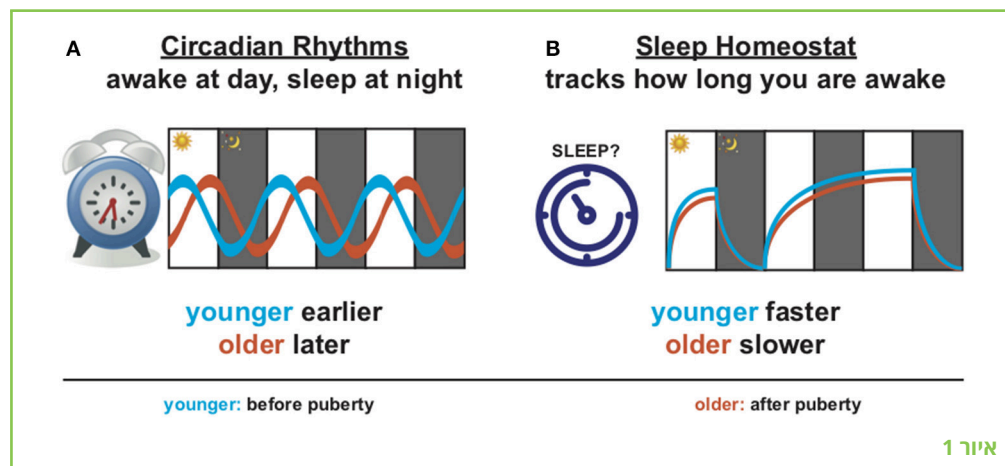
## מדוע אתם ישנים בזמנים שאתם ישנים בהם? בכל

גרף, השינה של ילדים צעירים (בגילי 6-13) מצוירת בכחול, וזו של ילדים בוגרים יותר (בגילי 14-17) מצוירת בכתום. עמודות כהות מצביעות על שעת לילה; עמודות בהירות על שעת יום. (A) מקצבים צירקדיים: השעון הביולוגי, שמארגן על ידי הגרעין העל-תצלוּבתי, משאיר אותנו ערים במהלך היום וישנים בלילה. הוא מושפע מהאור, חוזר על עצמו כל 24 שעות, ומשתנה במהלך ההתבגרות. (B) הומאוסטט השינה:

התרמוסטט לשינה ולערות. הוא עוקב אחרי כמות הזמן שהיינו ערים. הצורך בשינה גדל במהלך היום כשאנו נשארים ערים, ופוחת במהלך הלילה כשאנו ישנים. אם אנו מדלגים על שינה, ההומאוסטט עוקב אחרי הערות שלנו, עד שאנו מסוגלים לישון שוב. כשאנו מתבגרים, התהליך הזה נעשה איטי יותר, מה שמאפשר לנו להישאר ערים זמן רב יותר לפני שאנו צריכים לישון.

### קליפת המוח הקדם-מצחית (Prefrontal Cortex)

החלק הקדמי של המוח, שהוא קריטי עבור תשומת לב ותכנון.



## לכמה שינה אנו זקוקים?

איגוד השינה הלאומי ממליץ שילדי בית ספר (גילי 6-13) ישנו בין 9 ל-11 שעות בלילה. למתבגרים מומלץ לישון 8-10 שעות בלילה, ולמבוגרים כ-7-9 שעות [1]. אם אתם תלמידים, במיוחד בארצות הברית, אתם עשויים להתקשות לקבל את כמות השינה הזו בלילות בית ספר, באמצע השבוע. כשאתם בגיל ההתבגרות, גופכם רוצה ללכת לישון מאוחר ולישון עד מאוחר. אולם בית הספר (במיוחד בארצות הברית) לעיתים קרובות מתחיל מוקדם מדי! זה מקשה על נערים לישון מספיק בלילות בית ספר [2]. עד לסוף השבוע, ככל הנראה פספסתם כל כך הרבה שינה שאתם מרגישים ישנוניים במיוחד, ואתם עשויים לישון הרבה באופן דרמטי בזמן שההומאוסטט שלכם עובד קשה כדי להשלים את השינה שאתם זקוקים לה. אולם אם אתם ישנים יותר מדי במהלך סוף השבוע, זה יכול להקשות מאוד על הקימה ביום ראשון בבוקר, ולהפוך אותה לחוויה בלתי נעימה.

## מדוע אתם זקוקים לשינה?

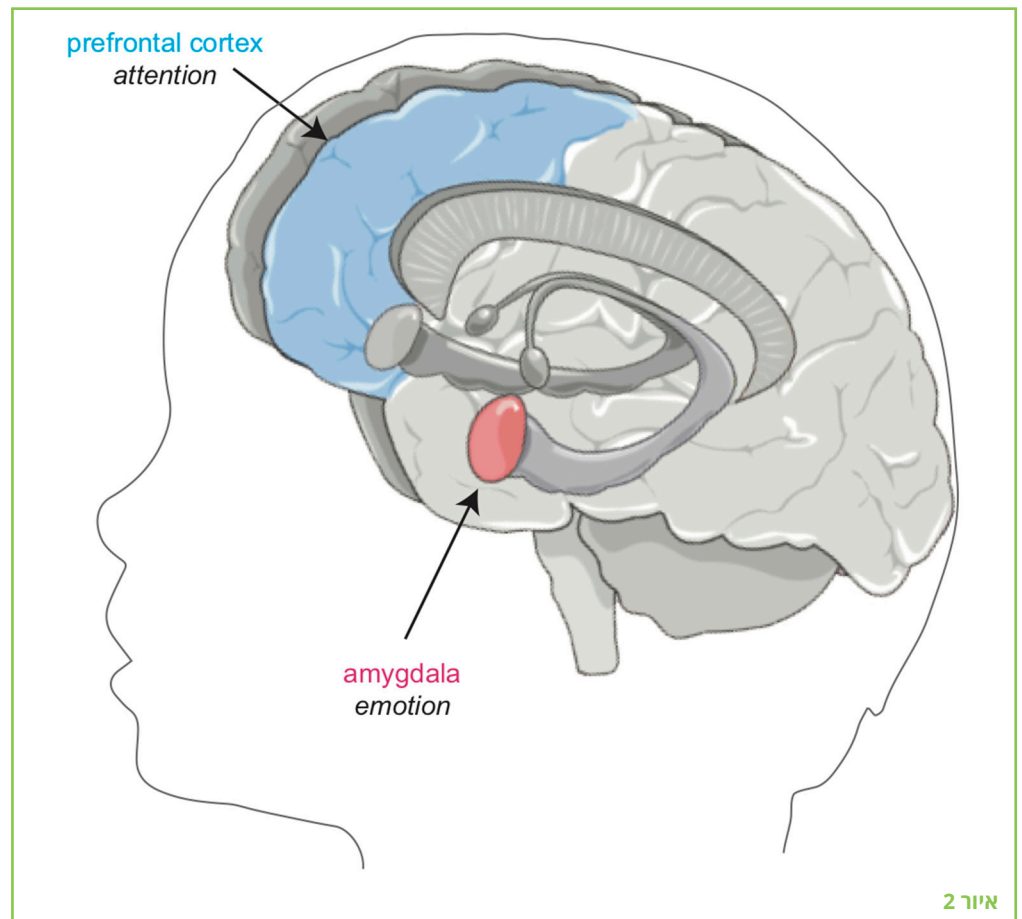
שינה היא קריטית גם לגופכם וגם למוחכם. בגופכם, חילוף החומרים שלכם (כיצד אתם מעכלים ומשתמשים במזון); מערכת החיסון שלכם (כמה מהר אתם מתגברים על מחלה) והכושר הגופני שלכם (האופן שבו פעילות גופנית משפיעה על גופכם) נתרמים כולם משנת לילה טובה. אנו נתמקד באיבר אחד בגופכם: המוח שלכם. כל התפקודים של מוחכם תלויים באזורים השונים במוחכם. לדוגמה, המוח שלכם שולט ביכולתכם לשים לב (כמו למשל להישאר מרוכזים בכיתה), ללמוד ולזכור (כשאתם מבצעים משימה, לדוגמה) ולעבד רגשות (כמו למשל לא להיעשות עצבניים מדי אם דברים לא מסתדרים בדיוק כמו שרציתם). אנו נתמקד בתשומת לב וברגשות, ובאופן שבו הם מסייעים לשינה (איור 2).

## תשומת לב

האם אי פעם ניסיתם לשים לב בכיתה אחרי שנת לילה גרועה? זה קשה. החלק האחרון במוח שמתפתח במלואו, **קליפת המוח הקדם-מצחית**, יושב בחלק הקדמי ביותר של המוח. האזור המיוחד הזה קריטי עבור שימת לב, תכנון והחלפה בין משימות. אם אינכם ישנים בלילה, או ישנים רק מעט, קליפת המוח הקדם-מצחית לא יכולה לתפקד בצורה יעילה למחרת [3], מה

## איור 2

**אזורים במוח המושפעים על ידי שינה.** מבט צידי של המוח, כאילו שהייתם מסתכלים מהאוזן. שני אזורים מושפעים על ידי שנת לילה טובה ותומכים בבריאות המוח: קליפת המוח הקדם-מצחית (בכחול) היא קריטית לשימת לב בבית הספר; והאמיגדלה (באדום) היא מרכז מפתח לויסות של רגשות ומצב רוח.



איור 2

שמקשה מאוד על היכולת להתרכז ללא הסחות דעת. אם אינכם ישנים מספיק, למידה בערב נעשית קשה גם היא. תלמידים לעיתים קרובות שואלים אם עדיף ללכת לישון או להישאר ערים עד מאוחר כדי להמשיך ללמוד. אנו מקווים שעד עכשיו אתם כבר יכולים לנחש את התשובה הנכונה. נתונים מראים ששינה חשובה לציונים! שעת שינה נוספת מקושרת עם שיפור של 3-5 נקודות בתוצאות מבחנים סטנדרטיים [4].

## רגש

אחרי שנת לילה ללא שינה טובה, אנו לעיתים קרובות מרגישים עצבניים יותר. שינה מעורבת בשמירה עליכם שמחים, ושמירה על רגשותיכם תחת שליטה. שינה מרעננת באופן ישיר את המרכזים הרגשיים במוח, כמו למשל **האמיגדלה** [3]. זה אומר שלא רק שמצב רוחכם יציב יותר אחרי שנת לילה טובה, אלא גם שאתם מסוגלים יותר להגיב לדברים רגשיים בחייכם. כשאתם מסתכלים על פניהם של חבריכם, אתם יכולים להגיב אם הם כועסים, עצובים, או שמחים. אולם כאשר חסרה לנו שינה, אנו מאבדים את היכולת לזהות את ההבדל בין הרגשות האלה. שנת לילה טובה מסייעת לנו לעבד את האותות המורכבים האלה כך שאנו מסוגלים יותר לאתר רגשות, לעבד אותם ולהגיב אליהם.

אמיגדלה  
(Amygdala)

אזור קטן עמוק באמצע המוח שאחראי על עיבוד רגשות.

## שינה ובריאות נפשית אצל ילדים

לכולנו יש לילות של שינה גרועה שיכולים להשפיע עלינו למחרת. החדשות הטובות הן ששחזור הרגלי שינה בריאים לעיתים קרובות יתקן את העניינים האלה באופן מיידי. אולם חלק מהילדים עשויים לחוות קשיי שינה מתמשכים, שעשויים להשפיע על הבריאות הנפשית שלהם בטווח הארוך. בגלל כל הדרכים שבהן שינה משפיעה על המוח, בעיות שינה ובריאות נפשית (כמו למשל מחסור בתשומת לב או הפרעת היפראקטיביות - ADHD, אוטיזם, חרדה, או דיכאון) לעיתים קרובות הולכות יד ביד. ילדים ומתבגרים שמתקשים עם בריאות נפשית יכולים גם לחוות קשיים בהירדמות או בהישארות ערים, או קשיים בהתעוררות. אנו עדיין עובדים על הבנת הקשרים שבין שינה לבריאות הנפש, כדי לקבוע אם סיוע לילדים לישון טוב יותר יכול גם לסייע להם עם בעיות בבריאות הנפש [5].

## כיצד אתם יכולים לישון שינה בריאה?

אנו מקווים ששכנענו אתכם ששינה חשובה. אולם מה אתם יכולים לעשות כדי לישון טוב יותר?

שינה טובה מתחילה עם הרגלי שינה טובים (איור 3). ראשית, היכנסו למיטה בערך באותה השעה בכל לילה, כדי לשמור על הגרעין העל-תצלובתי ועל הומאוסטט השינה מתפקדים באופן תקין. שנית, תבנו רוטינת שינה כדי להקל על ההליכה לישון, כמו למשל קריאת ספר או עמנום האורות. שלישית, נסו להגביל את כמות הצפייה במסך דיגיטלי לפני השינה. הסיבה לכך היא כפולה: (1) האור ממכשיריכם עשוי לתעתע בגרעין העל-תצלובתי שלכם כך שתחשבו שזה עדיין אור יום, ו-(2) ההתרגשות ממשחקים, סדרות טלוויזיה וגלישה באינטרנט יכולה למנוע מכם להירגע לפני השינה. רביעית, שמרו על חדר השינה שלכם פשוט, קריר, חשוך ונטול הסחות דעת כמו טלוויזיות ומכשירים (נסו שלא לקחת את הטלפון הנייד איתכם למיטה). חמישית, כשאפשרי, נסו שלא להכין את שיעורי הבית שלכם במיטה; שמרו על המיטה שלכם לצורכי שינה. לבסוף, נסו להגביל את כמות הקפאין (סודה, משקאות אנרגיה, קפה/תה) במהלך היום, ולהימנע מהמשקאות האלה אחרי השעה 16:00 אחרי הצהריים. קפאין מתעתע בהומאוסטט השינה שלכם, וגורם לכם להרגיש פחות ישנוניים, אולם ללא הפחתת הצורך בשינה, מה שאינו מועיל כאשר בית הספר מתחיל בשעה הרגילה ביום למחרת.

אם כבר מדברים על בית ספר - חשוב שמורים ומנהלים יבינו ששינה היא קריטית ללמידה ולבריאות. מדענים עובדים עם בתי ספר וממשלות כדי לגרום לבית הספר להתחיל מאוחר יותר עבור מתבגרים. אם אתם מרגישים שבית הספר שלכם מתחיל מוקדם מדי כדי שתשלימו שנת לילה טובה, אמרו למורים או כתבו מכתב לראש העיר, למושל, או לחבר הקונגרס שלכם. אמרו להם מדוע חשוב לבתי ספר לסייע בהגנה על בריאות השינה של כולם.

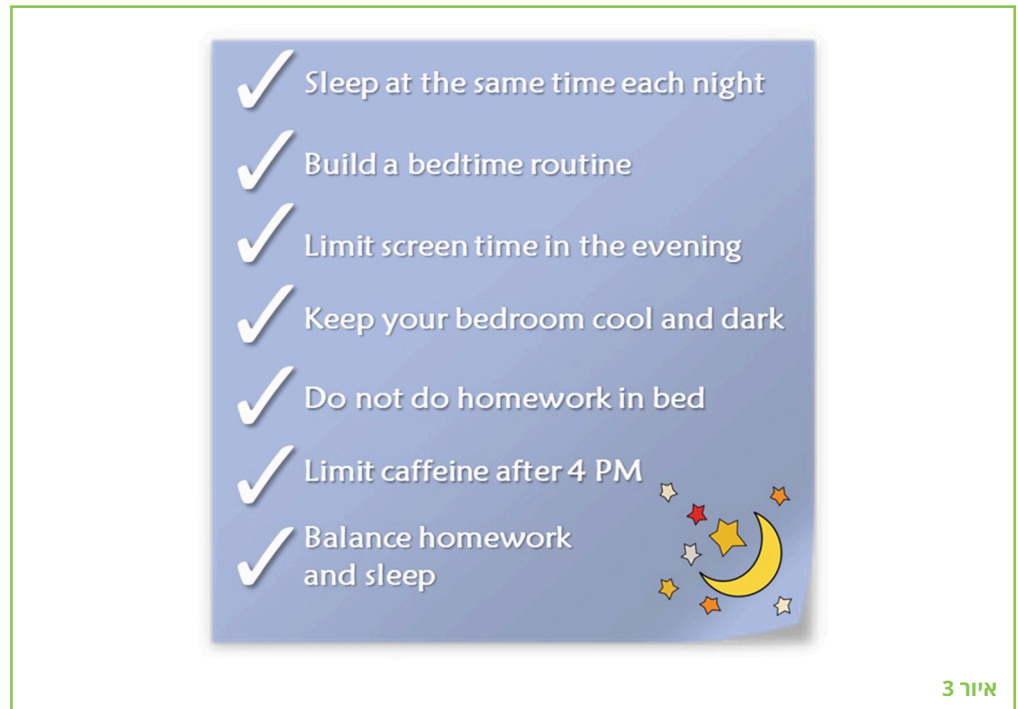
## שינה: למה כל זה?

שינה היא אחד המנבאים לבריאות, ועדיין הסיבה לכך שאנו ישנים היא תעלומה עבורנו. אנו מקווים שהארנו מעט את המיסתורין של שינה, ושאתם, מורים והורים תוכלו להבין וליישם טוב יותר את כוחה של שינה בתמיכה בהצלחה בלמידה, בבריאות רגשית ובבריאות מוחית. אנו מקווים שתישנו טוב הלילה.

### איור 3

#### טיפים להרגלי שינה טובים.

שינה טובה מתחילה עם הרגלי שינה טובים. עבודה על כל אחד מהטיפים האלה תסייע לכם לישון הכי טוב בכל לילה, ולהרגיש שנחתם ושאתם מוכנים ליום הבא של בית הספר. לכו לישון באותה שעה בכל לילה, בנו רוטינת שינה, הגבילו זמני מסכים בערב, שמרו על חדר השינה קריר וחשוך, אל תעשו שיעורי בית במיטה, הגבילו את כמות הקפאין לאחר השעה 16:00, אזנו בין שיעורי בית לשינה.



### תודות

המחברים מודים לדוקטור מארי קרקדון ולקולא ברנמרק על הנחייתם המועילה. המחברים רוצים להודות לאלה שסייעו בתרגום המאמרים באוסף הזה כדי לעשותם נגישים יותר עבור ילדים מחוץ למדינות דוברות אנגלית, ולקרן ג'ייקובס על סיפוק הכספים הנדרשים לתרגום המאמרים. עבור המאמר הזה, אנו רוצים להודות במיוחד לניינקה ון-אטבלדט ולסאבין פיטרס על התרגום להולנדית. MK-V נתמכה על ידי האקדמיה ההולנדית המלכותית לאומנויות ולמדעים (KNAW Ter Meulen Grant) ופרס JS.Fulbright Award. נתמך על ידי NIMH (K01MH109854), קרן רוד איילנד, וקרן ג'ייקובס.

### מקורות

1. Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., et al. 2015. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health* 1:40-3. doi: 10.1016/j.sleh.2014.12.010
2. Crowley, S. J., Wolfson, A. R., Tarokh, L., and Carskadon, M. A. 2018. An update on adolescent sleep: new evidence informing the perfect storm model. *J. Adolesc.* 67:55-65. doi: 10.1016/j.adolescence.2018.06.001
3. Krause, A. J., Simon, E. B., Mander, B. A., Greer, S. M., Saletin, J. M., Goldstein-Piekarski, A. N., et al. 2017. The sleep-deprived human brain. *Nat. Rev. Neurosci.* 18:404-18. doi: 10.1038/nrn.2017.55
4. Dewald, J. F., Meijer, A. M., Oort, F. J., Kerkhof, G. A., and Bogels, S. M. 2010. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance

in children and adolescents: a meta-analytic review. *Sleep Med. Rev.* 14:179–89. doi: 10.1016/j.smr.2009.10.004

5. Gregory, A. M., and Sadeh, A. 2016. Annual research review: sleep problems in childhood psychiatric disorders—a review of the latest science. *J. Child Psychol. Psychiatry* 57:296–317. doi: 10.1111/jcpp.12469

פורסם אונליין: 20 באפריל 2022

נערך על ידי: Nienke Van Atteveldt

מנחים מדעיים: Elizabeth Johnson and Paul Nealen

**ציטוט:** Koopman-Verhoeff ME and Saletin JM (2022) שנת לילה טובה – הכרחית למוחות צעירים. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.00077-he

**תורגם והותאם:** Koopman-Verhoeff ME and Saletin JM (2020) A Good Night's Sleep: Necessary for Young Minds. *Front. Young Minds* 8:77. doi: 10.3389/frym.2020.00077

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

**COPYRIGHT** © 2020 © Koopman-Verhoeff and Saletin. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפרומים 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.

## סוקרים צעירים

### JACOB, גיל: 12

היי, אני בן 12. שינה היא הבסיס לחיים, אז שימו לב לכך ילדי הכיתות. אני ילד ספורטיבי. אני משחק בייסבול, כדורסל ופוטבול-אמריקאי-ושל-שאר-העולם. אהבתי לקריאת ספרים נרחבת מאוד. יש לי אהבה למזון ממש כמו ל-7.8 מיליארד אנשים אחרים בעולם. אני אוהב במיוחד אוכל אסייתי ואמריקאי. יש לי שני אחים, שני הורים, ואני מקווה שאני מצחיק... כך גם אתם, אז המשיכו לנסות.

### ST. BERNARD REGIONAL CATHOLIC SCHOOL, גיל: 11-14

קבוצה מעורבת של תלמידי חטיבת ביניים ומהנדסים, מורים, פוליטיקאים, רקדנים, מוזיקאים, רופאים וחילים לעתיד. אנו נהנים לשאול ושאלות ולחקור על העולם. רבים מאיתנו מצפים למשימות ולעבודות עתידיות שדורשות יצירתיות ופתרון בעיות. אולם בינתיים אנו נהנים מהמורה המצחיקה וצורת הקפאין שלנו, ומפריעים לשיעורים שלנו עם הערות שנונות וקולות של חיות. איזון מושלם בין למידה לכיף!



## הכותבים

### M. ELISABETH KOOPMAN-VERHOEFF

Elize היא פסיכולוגית וחוקרת במחלקה לפסיכיאטריה/ פסיכולוגיה של ילדים ומתבגרים במרכז הרפואי הרסמוס ברוטרדם, הולנד. בזמנה הפנוי, Elize אוהבת לטייל, לקרוא הרבה ספרים ולבשל לחבריה ולמשפחתה. עובדה כיפית: היא אוהבת ללכת לישון מוקדם ולצאת מהמיטה לפני 7 בבוקר (גם בסופי שבוע).



### JARED M. SALETIN

Jared הוא חוקר שינה ופרופסור לפסיכיאטריה ולהתנהגות אנושית באוניברסיטת בראון בפרובידנס, רוד איילנד, ארצות הברית. הוא חוקר כיצד שינה מסייעת לילדים ולמתבגרים, ולמוחותיהם, ללמוד ולשים לב. הוא מקווה שהמחקר הזה מסייע לאנשים צעירים להצליח בבית הספר אחרי שנת לילה בריאה. בזמנו הפנוי הוא אוהב לבלות זמן עם חברים, משפחה (והחתול שלו), לבשל, לטייל, לשחק משחקי קופסה ולנסות לאפות לחם.  
\*jared\_saletin@brown.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