



מה דג עיוור יכול ללמד אותנו על שינה?

Alexandra Paz, Alex C. Keene*

המחלקה למדעי הביולוגיה, קולג' צ'ארלס א. שמידט למדע, אוניברסיטת פלורידה אטלנטיק, בוקה ראטון, פלורידה, ארצות הברית

סוקרים צעירים

EXPLORA
SCIENCE
CENTER
AND
CHILDREN'S
MUSEUM

גיל: 8-14



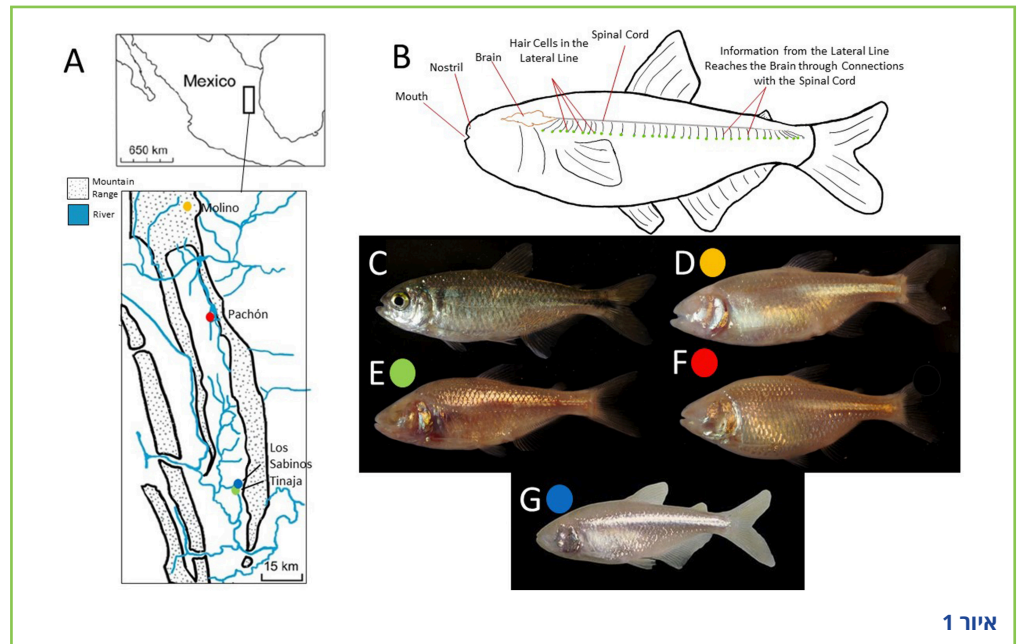
כמעט כל החיות שנחקרו עד היום ישנות. מקובל לחשוב ששינה הכרחית להישרדות, ובכל זאת תפקוד השינה נותר לא ברור. דגי מערות מקסיקניים הסתגלו בכמה דרכים לחיים במערות, אולם הם גם התפתחו לישון פחות מדגים שנמצאים קרוב לפני המים. הדגים האלה שימשו מדענים לחקור כיצד השינה מבוקרת בתגובה לסביבה של החיה. מאמר זה מתאר כמה ניסויים שיכולים להיערך באמצעות דגי מערות כדי לחקור שינה, ומדוע הניסויים האלה עשויים להיות שימושיים לבני אדם. תוצאות הניסויים האלה מציעות שהבדלים בשינה מושפעים על-ידי חומר שנקרא היפוקרטין. ניסויים, כמו למשל אלה, מסייעים לחוקרים להבין טוב יותר כיצד שינה התפתחה במשך הזמן, וכיצד לפתח טיפולים לאנשים שסובלים מבעיות שינה.

הקדמה

שינה היא התנהגות כמעט אוניברסלית שנמצאה בחיות החל ממדוזות ועד לבני אדם. מדענים משתמשים באופן קבוע במודלים של חיות כמו זבובי פירות, דגי זברה ועכברים, כמו גם בכלים מתוחכמים לשנות גנים, כדי לחקור כיצד המוח מסדיר את השינה. המחקרים האלה מצאו שגנים ונורונים (תאי עצב) ששולטים על שינה דומים בכל סוגי החיות, מה שמציע כי לשינה יש תפקוד עתיק שהכרחי להישרדות. למרות הממצאים האלה, תפקוד השינה עדיין לא מובן טוב.

איור 1

מבוא לדג מערות מקסיקני. (A) דגי מערות ודגים שחיים בפני המים נמצאים באזור סירה דה אל אברה בצפון-מזרח מקסיקו. (B) דיאגרמה של דג מערות טיפוסי. גם דגי המערות וגם הדגים שחיים בפני המים משתמשים בפה, באף, ובקו הצידני כדי לחוש את הסביבה שלהם. אולם מאחר שלדגי המערות אין עיניים, הם נסמכים יותר על החושים האלה. (C) דגים שחיים בפני המים ביערות במקסיקו ובדרום טקסס. לדגים האלה יש עיניים רגילות ופיגמנטציה (D), Molino (E), Pachón (F), Los Sabinos ו-Tinaja (G) הן חברות מערה שלכולן יש עיניים קטנות ופיגמנטציה מופחתת, למרות שהן התפתחו בנפרד. נקודות צבעוניות מצביעות על המיקומים של המערות שמוצגות ב-(A).



איור 1

שאלה מרכזית עבור מדענים היא כיצד שינה מתפתחת בסביבות שונות, ומדוע חלק מהמינים, כמו פילים, זקוקים רק לכמה שעות שינה בכל יום בעוד שאחרים, כמו למשל ארמדיל, ישנים מרבית היום [1].

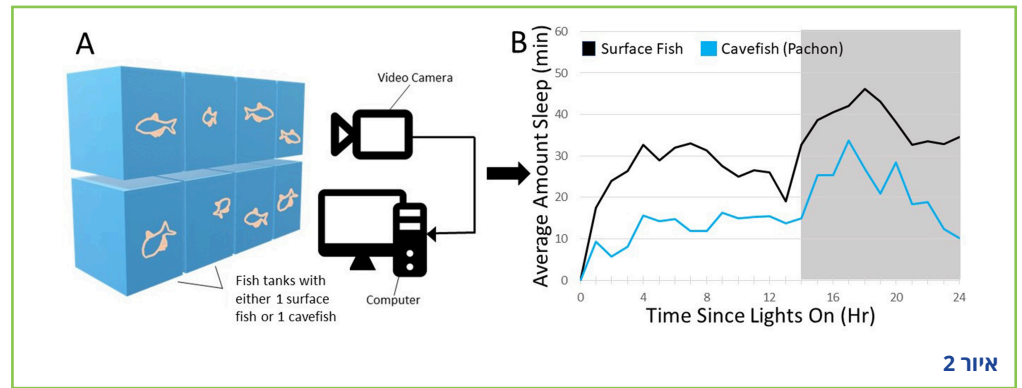
שאלות של אבולוציה יכולות להיחקר לעיתים קרובות על-ידי זיהוי חיות שמראות הבדלים גדולים מחיות אחרות, כמו אלה שצריכות כמויות שינה גדולות מאוד או מופחתות מאוד, וחקירת הגנים שממלאים תפקיד בהבדלים האלה. חיות פשוטות, כמו למשל דגים קטנים, לעיתים קרובות משמשות במחקר על התנהגות, מאחר שהגודל הקטן שלהן מקל על עריכת הניסויים האלה. דג המערות המקסיקני (ששמו המדעי *Astyanax mexicanus*), מועיל במיוחד לחקירת אבולוציה של התנהגות מאחר שלחברות שונות של הדגים האלה יש הבדלים דרמטיים בהתנהגות, ביחס לדגים מאותו המין שחיים קרוב לפני המים של אגמים. הדגים האלה קיימים בלפחות 29 חברות חסרות עיניים שחיות במערות, וכדגים עם עיניים שחיים קרוב לפני המים ביערות במקסיקו ובדרום טקסס (איור 1) [2]. החברות שחיות במערה הן ככל הנראה דגים שחיו בעבר קרוב לפני השטח ונכלאו במערות, מה שהוביל בסופו של דבר לשינויים במראה ובהתנהגות שלהם. למרות שהם ממערות שונות לגמרי, החברות ששוכנות במערות פיתחו הרבה מאפיינים דומים. חלק מהמאפיינים האלה הם תוצאה של הבדלים במבנה המוח והפעילות המוחית שהתפתחו כדי לסייע לדגי המערות להתמודד טוב יותר עם סביבת המערה. הבדל מעניין אחד בין החברות ששוכנות במערות לחברות ששוכנות קרוב לפני המים אצל דגי מערות מקסיקניים הוא כמות השינה של כל אוכלוסייה. דגי המערות ישנים הרבה פחות מהדגים שחיים על פני המים [2]. מאחר שכל החברות שייכות לאותו המין, הן חולקות הרבה גנים זיהים, מה שגורם לכך שלמדענים קל יותר לזהות את הגנים המסוימים שגורמים להבדלים בין שתי החברות. במאמר זה, אנו נדון באופן שבו אוכלוסיות המערות ואוכלוסיות פני המים משמשות למחקר של אבולוציה של שינה, ומדוע המחקר הזה עשוי לשפוך אור על הגנים ששולטים בגוף ובהרגלי השינה שלנו.

Astyanax Mexicanus

דג מים מתוקים שנמצא בנהרות מקסיקו ובדרום טקסס. אוכלוסיות עיוורות של הדגים האלה נמצאות במערות אבן סיד בצפון-מזרח מקסיקו.

איור 2

מדידת שינה אצל דגי מערה. (A) דגי מערות או דגים שחיים על פני השטח ממוקמים במכל וההתנהגות שלהם נרשמת. הרישומים האלה מנותחים באמצעות תוכנת מחשב שעוקבת אחרי הפעילות של הדגים. כשהדגים לא זזים לפחות במשך דקה אחת, אנו יכולים להניח שהם ישנים. (B) מדידת השינה במהלך 24 שעות מגלה ששינה אצל דגים שחיים על פני המים (בשחור) מופחתת בהשוואה לדגי מערות מסוג Pachón (כחול) במהלך היום והלילה. החלק המוצל של הגרף מראה כשהדגים נמצאים בחושך (כדי לְדַמּוּת את מחזור היום והלילה הטבעי).



איור 2

חיים במערה

ישנם הבדלים ברורים בין נהרות ומערות שמאכלסות על-ידי החברות השונות של *A. mexicanus*. ההבדל הכי מובהק אולי הוא מחסור באור במערות, שהן חבויות מאור השמש. הטמפרטורה הקבועה במערות והמחסור באור שמש מונעים גדילה של צמחים, שבאופן רגיל מהווים את תחתית שרשרת המזון. שני מקורות התזונה העיקריים בתוך המערות הם ככל הנראה גללים של עטלפים וחומרי מזון שנסחפים לתוך המערות במהלך הצפות עונתיות [3].

למחסור יש השפעה משמעותית נוספת על מאכלסי המערה: עיניים אינן מועילות במיוחד. אנו מאמינים שכאשר דגים התחילו להיכלא במערות, הדגים עם עיניים קטנות יותר הצליחו לשרוד טוב יותר ולייצר צאצאים בגלל שהעיניים הקטנות סייעו להם לחסוך אנרגיה. אחרי דורות רבים, הישרדותם של דגים עם עיניים קטנות יותר הובילה בסופו של דבר להתפתחותם של דגי חסרי עיניים תפקודיות [2]. דגי מערות מקסיקניים ואורגניזמים אחרים שאיבדו את עיניהם באופן הזה נסמכים על החושים האחרים שלהם. במקום, כמו ריח, טעם, או חִישָה של זרימת מים. מדענים תוהים אם אובדן עיניים, ושינויים בחושים אחרים שמלווים את אובדן העיניים, משפיעים על כמות השינה שדגי מערות צריכים.

מדוע דגי מערות ישנים פחות?

ניסויי מעבדה הראו שדגים שחיים בפני השטח ישנים כ-6 שעות ביממה, בעוד שדגי מערות ישנים פחות משעתיים ביממה (איור 2) [4]. מדוע דגי מערות התפתחו לבלות פחות זמן בשינה? אפשרות אחת היא שדגי מערות התפתחו לישון פחות כדרך להתמודד עם מגבלות תזונה. כפי שצינו קודם, במערות אין צמחים שדגים יכולים לאכול וחומרי מזון לא תמיד זמינים שם. שינה פחותה מאפשרת לדגים זמן רב יותר לחפש מזון. דגי מערות גם ישנו יותר כשהקו הצידי שלהם, איבר חישה מרכזי שמאִתֵר טָרֵף, הופך ללא תפקודי [5]. הקו הצידי מכיל מבנים דמויי-שערה שמחברים לתאי עצב שמאִתֵרים ויברציות או זרימה במים (באופן דומה לקולטני לחץ בעור של בני אדם), ומעביר את המידע הזה למוח. מאחר שהקו הצידי נחשב לאיבר חישה עיקרי שמשמש דגי מערה במציאת מזון, זה תומך ברעיון שזמינות של חומרי מזון מילאה תפקיד באבולוציה של ההבדל הזה בשינה.

יכולתנו להוכיח את ההשערה הזו או להפריכה מוגבלת על-ידי מחסור בהבנה של הסביבה הטבעית של הדגים. במעבדה, דגים גדלים בתנאים קבועים ונשלטים שהם שונים מאוד

הקו הצידי (Lateral Line)

איבר שמשמש דגים לחוש את הסביבה שלהם. הקו הצידי מורכב מאוספים של תאי שיער. כשלחץ המים סביב לדג משתנה, המים הנעים גורמים לתאי השיער האלה לזוז ולשלוח אותות למוחו של הדג. הדג יכול להשתמש במידע הזה כדי לקבל תחושה של הסביבה שלו.

מהתנאים באגם או במערה. במעבדה, דגים נשמרים במכלים סטנדרטיים עם אור שמסופק למשך 10 שעות ביממה. בעוד ששמירה על שני סוגי הדגים באותם התנאים הכרחית עבור הניסויים במטרה להשוות דגי מערות ודגים שחיים בפני המים, ההליך הזה עשוי שלא לשקף את הסביבה הטבעית של החיות. בשל הסיבה הזו, מדענים מארגנים משלחות למערות כדי לאסוף נתונים על האופן שבו דברים כמו טמפרטורה ורמות חומרי מזון משתנים עם הזמן. הניסויים האלה קשים, מאחר שהמערות מבודדות ולעיתים קרובות קשה לגשת אליהן. כמו כן, מדידת התנהגות של שינה בטבע היא מאתגרת במיוחד. במשלחת האחרונה, אספנו דוגמיות מים מכמה מערות ואנו נשווה את הדנ"א שבמים, שמספֵר לנו על החיות והצמחים שחיים בכל מערה. באמצעות המידע שנלקח ממשלחות למערות, מדענים יהיו מסוגלים להבין טוב יותר את החשיבות של ממצאי המעבדה, ולעצב ניסויים חדשים כדי לבחון את ההשפעות של גורמים סביבתיים מסוימים, כמו זמינות מזון וטמפרטורה, על האבולוציה של דפוסי שינה שונים בדגי מערות לעומת דגים שחיים בפני המים.

באילו שיטות אנו יכולים להשתמש כדי לחקור שינה בדגי מערות?

מדענים לעיתים קרובות מזהים הבדלים בתפקוד המוח באמצעות דרכים מתוחכמות של התבוננות במוח. דרך אחת היא באמצעות **פלוואורסצנטיות**, כלומר כימיקלים שפולטים אור, כדי לסמן אזורים שונים במוח שיש בהם סוגי נוירונים מסוימים. באופן בסיסי, מדענים לוקחים גן פלוואורסצנטי (בדרך כלל ממדוזה) ומשתמשים בשיטות מיוחדות כדי להפיק אותו בסוגים מסוימים של נוירונים בדגים. השיטה הזו גורמת לנוירוני המטרה לזהור מתחת למיקרוסקופ מיוחד. מדענים יכולים להסתכל על הבדלים בגודל, בצורה, או במספר הנוירונים בדגי מערה לעומת דגים שחיים בפני המים. סוגי ההבדלים האלה בנוירונים בין החברות יכולים לספק רמזים על האופן שבו המוח מסדיר התנהגות של דגים. לדוגמה, השתמשנו בסמן פלוואורסצנטי כדי לסמן את תאי העצב שמייצרים **היפוקרטין**, חלבון קטן שמונע שינה. מצאנו שבמוחות של דגי מערות יש יותר נוירונים שמייצרים את הפפטיד הזה מאשר בדגים שחיים בפני המים (איור 3) [6]. הממצאים האלה מציעים שהיפוקרטין התפתח כדי להפחית שינה אצל דגי מערות.

מאחר שדגי מערות ודגים שחיים בפני המים דומים כל כך, השוואת **הגנומים** (כל הגנים) שלהם היא דרך עוצמתית לזהות גנים שעשויים לשלוט בהתנהגויות שונות, כמו שינה. ברגע שגן מסוים זוהה, מדענים יכולים להשתמש בשיטות מיוחדות כדי למחוק, לשנות, או להכניס גנים לתוך עוברים של דגים, במטרה ליצור חיות שונות גנטית [7]! לדוגמה, השיטות האלה שימשו להפחית את כמות ההיפוקרטין במוחות של דגי מערות, מה שהוביל לשינה מוגברת [6]. עריכת ניסוי דומה אצל דגים שחיים בפני המים, לעומת זאת, לא יצרה השפעה. הנתונים האלה מחזקים את האפשרות שההיפוקרטין מעורב בהבדלים בשינה בין דגי מערות לדגים שחיים בפני המים.

מדענים יכולים גם לזווג בין דגי מערות לדגים שחיים בפני המים, כדי ליצור דג היברידי שמעניין לחקור. לדגים האלה יש מראות שונים ואורכי שינה שונים. באמצעות בחינת כל דג מבחינת שינה וריצוף הגנום שלו, תהליך שנקרא מיפוי **אתרי תכונה כמותית**, מדענים יכולים לזהות אזורים של הגנום (ולפעמים גנים מסוימים) שמסדירים שינה [8]. לדוגמה, אם מדענים בוחנים 2,000 דגים ומרבית הדגים שלא ישנים חולקים גן מסוים, הגן הזה מזוהה

פלוואורסצנטיות (Fluorescence)

פליטה של אור. חלק מהחלבונים, כמו אלה שנמצאים במדוזות, פולטים אור כשהם נחשפים לאור בצבעים מסוימים. מדענים השתמשו בחלבוני פלוואורסצנטיות כדי לסמן תאים מסוימים או אזורים במוח, ואז צפו בתאים באזורים האלה מתחת למיקרוסקופ.

היפוקרטין (Hypocretin)

חלבון קטן שמופרש על-ידי נוירונים כדי לתקשר עם נוירונים אחרים. היפוקרטין מקדם עירנות. בני אדם וכלבים שמאבדים את תפקוד ההיפוקרטין מפתחים הפרעת שינה שנקראת נרקולפסיה.

גנום (Genome)

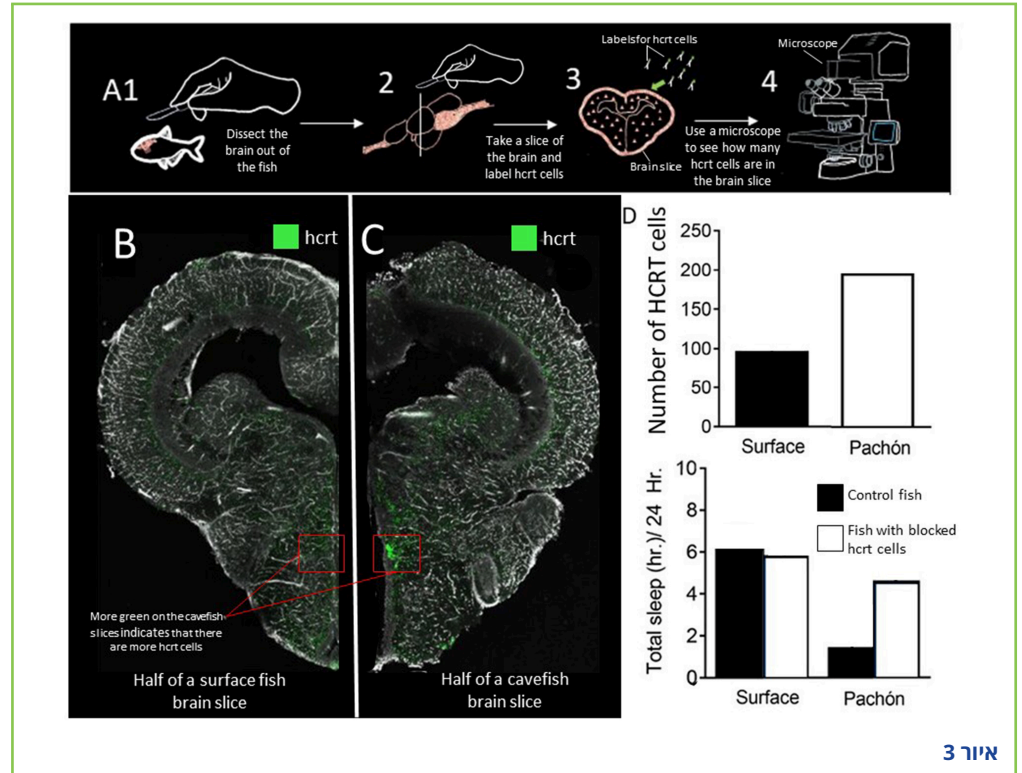
כל הגנים והחומר הגנטי בתוך אורגניזם.

אתרי תכונה כמותית (Quantitative Trait Loci)

עיבוד סטטיסטי שמקשר בין שינוי גנטי מסוים לבין תכונה, כמו שינה או גודל העין.

איור 3

רמות של חלבון קטן בשם היפורקטין (hcr), שמונע שינה, נבוהות יותר אצל דגי מערות. (A) כדי למדוד רמות היפורקטין במוח, המוח מוצא מחוץ לדג ואז נחתך. חתיכות המוח מסומנות באמצעות כימיקל פלואורוסצנטי כך שהתאים יוכלו להיראות באמצעות מיקרוסקופ מיוחד. (B,C) השוואת חתיכות מוח של דגים שחיים בפני השטח (B) ושל דגי מערות (C) מראה שרמות חלבון ההיפורקטין (hcr, בירוק) גבוהות יותר אצל דגי מערות מאשר אצל דגים שחיים בפני המים. (D) מספר נירוני ה-hcr גדול יותר אצל דגי מערות, וחסימה של פעילות hcr בדגי מערות גרמה להם לישון יותר. חסימת פעילות hcr בדגים שחיים בפני המים לא השפיעה על השינה שלהם. האיור אומץ מג'אגארד ואחרים [6].



איור 3

כגן שבאופן פוטנציאלי תורם לשינה. הגן הזה יכול להיחקר יותר לעומק כדי להבין כיצד הוא משפיע על שינה.

שיטה עוצמתית אחרת לחקר שינה בדגי מערות היא סריקת תרופות. דגים נמצאים במים עם תרופות שונות, כדי לנסות למצוא תרופות שיכולות לגרום לדגים לישון יותר.

יחד, השיטות האלה לחקירת שינה בדגי מערות יכולות לסייע לנו להבין מדוע דגי מערות ישנים פחות מדגים שחיים בפני המים. בעוד שלמדנו הרבה על הבדלי שינה בין שני סוגי הדגים האלה, עדיין ישנה עבודה רבה לעשות!

מה דגי מערות יכולים לעשות עבורנו?

ישנה שונות משמעותית בשינה בתוך ממלכת החיות. לדוגמה, פילים ישנים רק 3-4 שעות ביממה, בעוד שעטלפים חומים ישנים כ-20 שעות ביממה. אפילו בין בני אדם ישנה שונות בשינה, כשחלק מהאנשים ישנים פחות מ-5 שעות, בעוד שאחרים ישנים יותר מ-10 שעות. למרות השונות הזאת, נראה שחומרים ומנגנונים שמסדירים שינה אצל אורגניזמים שונים, כולל אנשים ודגי מערות, הם דומים. היפורקטין, לדוגמה, מקושר להפרעות שינה אצל אנשים. מסיבה זו, הבנת האופן שבו שינה מוסדרת בדגי מערות יכולה לסייע למדענים להבין כיצד שינה מוסדרת בבני אדם. חיות כמו דגי מערות יכולות לסייע לנו להבין לא רק מדוע ישנם כל כך הרבה הבדלים בשינה בין אנשים, אלא גם להבין את המנגנונים שעומדים מאחורי בעיות שינה שונות. יתרה מזו, דגי מערות יכולים לשמש לסריקת תרופות כדי לבחון אם התרופות האלה עשויות לעבוד עבור בעיות שינה אצל בני אדם.

מאמר המקור

Jaggard, J. B., Stahl, B. A., Lloyd, E., Prober, D. A., Duboue, E. R., and Keene, A. C. 2018. Hypocretin underlies the evolution of sleep loss in the Mexican cavefish. *eLife* 7:e32637. doi: 10.7554/eLife.32637

מקורות

1. Siegel, J. M. 2005. Clues to the functions of mammalian sleep. *Nature*. 437:1264–71. doi: 10.1038/nature04285
2. Gross, J. B. 2012. The complex origin of *Astyanax* cavefish. *BMC Evol. Biol.* 12:105. doi: 10.1186/1471-2148-12-105
3. Keene, A. C., Yoshizawa, M., and McGaugh, S. E. 2015. *Biology and Evolution of the Mexican Cavefish*. Waltham, MA: Elsevier Inc.
4. Duboué, E. R., Keene, A. C., and Borowsky, R. L. 2011. Evolutionary convergence on sleep loss in cavefish populations. *Curr. Biol.* 21:671–6. doi: 10.1016/j.cub.2011.03.020
5. Jaggard, J., Robinson, B. G., Stahl, B. A., Oh, I., Masek, P., Yoshizawa, M., et al. 2017. The lateral line confers evolutionarily derived sleep loss in the Mexican cavefish. *J. Exp. Biol.* 220:284–93. doi: 10.1242/jeb.145128
6. Jaggard, J. B., Stahl, B. A., Lloyd, E., Prober, D. A., Duboue, E. R., and Keene, A. C. 2018. Hypocretin underlies the evolution of sleep loss in the Mexican cavefish. *eLife*. 7:e32637. doi: 10.7554/eLife.32637
7. Klaassen, H., Wang, Y., Adamski, K., Rohner, N., and Kowalko, J. E. 2018. CRISPR mutagenesis confirms the role of *oca2* in melanin pigmentation in *Astyanax mexicanus*. *Dev. Biol.* 441:313–8. doi: 10.1016/j.ydbio.2018.03.014
8. Yoshizawa, M., Robinson, B. G., Duboué, E. R., Masek, P., Jaggard, J. B., O'Quin, K. E., et al. 2015. Distinct genetic architecture underlies the emergence of sleep loss and prey-seeking behavior in the Mexican cavefish. *BMC Biol.* 13:15. doi: 10.1186/s12915-015-0119-3

פורסם אונליין: 09 בנובמבר 2021

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

ציטוט: Paz A and Keene AC (2021) מה דג עיוור יכול ללמד אותנו על שינה? *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2019.00103-he

תורגם והותאם: Paz A and Keene AC (2019) What Can a Blind Fish Teach Us About Sleep? *Front. Young Minds* 7:103. doi: 10.3389/frym.2019.00103

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

Paz and Keene 2021 © 2019 © **COPYRIGHT** Creative Commons Attribution License (CC BY) השימוש, ההפצה או ההעתיקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(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.

סוקרים צעירים

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

הסוקרים הצעירים של Explora הם קבוצה של מדענים נלהבים שעובדים עם מדריכים 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! קיבלנו עזרה מהמנטורית המדעית שלנו, Jennifer Walter. לא מזמן היא קיבלה דוקטורט בנוירופסיכולוגיה של ילדים. היא נהנית לעבוד עם ילדים, לשחק עם הכלב שלה ולנסות לבשל מתכונים חדשים.

הכותבים

ALEXANDRA PAZ

אני דוקטורנטית שלומדת מדעי המוח באוניברסיטת אטלנטיק פלורידה. אחרי שהשלמתי את לימודי תואר ראשון בביולוגיה באוניברסיטת סיינט בונברטור, עבדתי כטכנאית הידרולוגית בפארק לאומי אורגליידס. כיום, אני עובדת לקראת השלמת הדוקטורט שלי כך שיום אחד אוכל לנהל מעבדה משלי כדי לערוך מחקרים ולתת לסטודנטים בכל הגילים הזדמנות לחוות עד כמה מלהיב מדע יכול להיות. כשאני במעבדה אני אוהבת לשחות, לשוט בסירה ולשחק משחקי וידאו.

ALEX C. KEENE

אני פרופסור למדעי הביולוגיה באוניברסטת פלורידה אטלנטיק, שם אני מנהל את תוכנית חוויית המחקר עבור סטודנטים לתואר ראשון (REU) ותוכניות מדעי המוח לתואר ראשון. קיבלתי את הדוקטורט שלי מבית ספר לרפואה UMass בשנת 2006, שם למדתי כיצד זיכרונות נוצרים בזבובי פירות. המעבדה שלי חוקרת היבטים רבים שונים של מדעי המוח, כולל זיכרון, שינה, טעם והזדקנות. אני מוצא שהחלק הטוב ביותר במדע הוא שיתופי פעולה ועבודת צוות, שלוקחים אותי לכל רחבי העולם. *alexckeene@gmail.com



Hebrew version
provided by

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

