

## היו מודעים לקרציות כאשר אתם מטיילים בנחת בפארק

Alejandro Cabezas-Cruz<sup>1\*</sup>, Agustín Estrada-Peña<sup>2</sup>, James J. Valdés<sup>3,4</sup>, José de la Fuente<sup>5,6</sup>

<sup>1</sup>המרכז לזיהום ולחיסוניות של ליל, UNSERM U1019 – CNRS UMR 8204, מכון פסטר של ליל, אוניברסיטת ליל צפון צרפת, ליל, צרפת

<sup>2</sup>הפקולטה לרפואה וטרינרית, אוניברסיטת סרגוסה, סרגוסה, ספרד

<sup>3</sup>המרכז לביולוגיה, המכון לטיפולים, האקדמיה הצ'כית למדעים, הרפובליקה הצ'כית

<sup>4</sup>המחלקה לזוירולוגיה, המכון למחקר וטרינרי, ברנו, הרפובליקה הצ'כית

<sup>5</sup>SaBio, המכון לחקר משאבי הציד, IREC-CSIC-UCLM-JCCM, סיודאד ריאל, ספרד

<sup>6</sup>המחלקה לפתו-ביולוגיה וטרינרית, המרכז למדעי הבריאות הווטרינרית, האוניברסיטה של מדינת אוקלהומה, סטילווטר, אוקלהומה, ארצות הברית

### סוקר צעיר

JACK  
גיל: 14



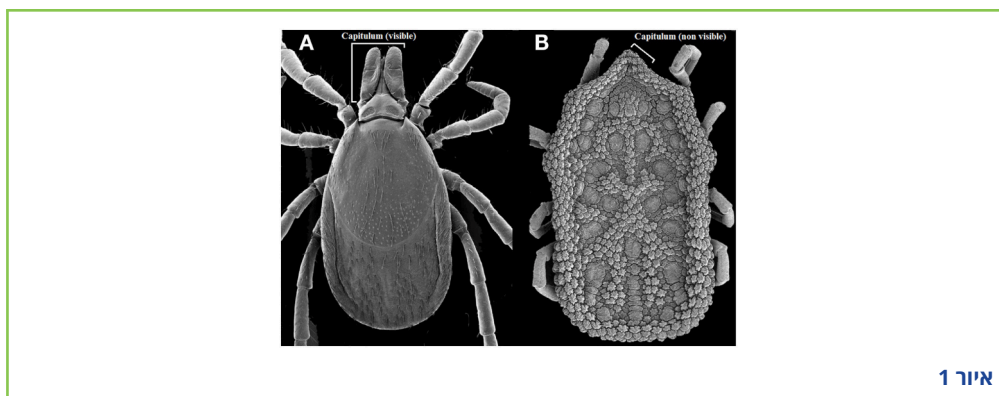
קרציות הן סוג של יצורים הנמצאים בכל רחבי העולם וניזונים מדם. קרציות ניזונות מבעלי חיים שונים כפונדקאים, כולל בני אדם. בדרך כלל, הפונדקאים אינם מבחינים בעקיצות של הקרציה כי הרוק של הקרציה מכיל מולקולות שמונעות היווצרות של דלקת (התנפחות) ושל כאב. בגלל העובדה שהפונדקאי אינו מבחין בקרציה, הקרציות יכולות, לעיתים קרובות, להיזון במשך כמה ימים ללא הפרעה. הדבר גורם לבעיה חמורה היות שקרציות עלולות להעביר לפונדקאי שלהן יצורים הגורמים למחלות, בזמן הקצת הדם. מאמר זה מספק מידע על האבולוציה של הקרציות, על האנטומיה שלהן, על מחזור החיים שלהן, על המחלות שהן מעבירות ולבסוף – על דרכים להימנע מעקיצות של קרציות.

### סוגי קרציות

ישנם כ-800 סוגים (מינים) שונים של קרציות, ואפשר לחלק אותן לשלוש משפחות עיקריות הנקראות קרציתיים (Ixodidae) קרציתניים (Argasidae) ונוטיליאידיה (Nuttalliellidae). קרציות ממשפחת הקרציתיים נקראות גם קרציות קשות, והמבנה הקשמש אותן להזנה מדם

## איור 1

הבדלים מבניים עיקריים בין קרציות קשות (A) לקרציות רכות (B) האיר מציג נקודת מבט מהגב של הקרציות. ההבדל העיקרי בין קרציות קשות לרכות הוא הנראות של הקפיטולום, שניכר לעין בקרציות הקשות ואינו ניכר לעין בקרציות הרכות.



איור 1

(הקפיטולום) ניכר לעין. קרציות ממשפחת הקרצינתיים נקראות גם קרציות רכות, והקפיטולום שלהן אינו ניכר לעין. ההבדל העיקרי בין קרציות רכות לקשות מוצג באיור 1. סבורים שמשפחת נוטיליאידיה היא הקשר האבולוציוני בין הקרציות הרכות לקשות. מאמר זה מתמקד בקרציות הקשות, כי אלה הן הקרציות שמעבירות את רוב המחלות הפוגעות בבני אדם ברחבי העולם.

## הקרציות הן דודניות של היתושים, ואחיות של העכבישים ושל העקרבים

הקרציות הקשות הופיעו על פני כדור הארץ לפני כ-250 מיליון שנים [1]. קשה מאוד לדמין איך האבות הקדמונים של הקרציות הקשות נראו. היות שאיננו יכולים לנסוע בזמן, מדענים עושים שימוש בניחוח מסוים מבוסס מחשב, הנקרא **פילוגנזה**. פילוגנזה היא שיטה המראת כיצד מינים החיים כיום קשורים למינים שהיו קיימים בעבר, על-ידי ניתוח הדמיון והשונות בגנים שלהם (דנ"א) או במאפייני גוף. ה**קלדוגרמה** שבאיור 2 מראה שליתושים, לקרציות, לעכבישים ולעקרבים היה אב קדמון אחד משותף, לפני כ-700 מיליון שנים [2]. מבנה גופן של הקרציות מעיד על כך שהן היו קרובות יותר לעכבישים ולעקרבים מאשר ליתושים. דרך קלה לזכור את הקשר הזה היא שלקרציות הבוגרות, לעכבישים ולעקרבים יש שמונה רגליים, בעוד שליתושים יש רק שש רגליים. אולם חשוב לשים לב שלקרציות הקשות יש שמונה רגליים רק כאשר הן צעירות או בוגרות, אבל ברגע הבקיעה שלהן מהביצה יש להן רק שש רגליים, כמו ליתושים.

## הקרציות והסביבה שלהן

האופן שבו קרציות מתפתחות וההדדיות שלהן עם סביבתן מסובכים, אבל חשוב להבין איך קרציות מתפתחות ומחפשות פונדקאים. כל מידע על האופן שבו קרציות חיות הוא הבסיס להבנת האפידמיולוגיה של מחלות הנישאות על-ידי קרציות, כלומר איך מופצות מחלות אלה ואיך אנו יכולים לרסן אותן. היות שהקרציות ניזונות מדם, הן חייבות להכניס לגופן כמויות גדולות של דם כדי להתפתח לגמרי. נקבה בוגרת של הקרציות הקשות יכולה להכניס לגופה דם בהזנה אחת עד בערך פי 5-10 ממשקלה.

אחרי שהנקבה ניזונה מהפונדקאי ומזדווגת, היא צונחת לקרקע ומוצאת מסתור בין העלים או חומר טבעי אחר, כדי להטיל אלפי ביצים. הטמפרטורה קובעת את קצב התפתחות הביצה – ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר, הביצים מתפתחות מהר יותר. הטמפרטורה האופטימלית שונה אצל מיני הקרציות השונים, אבל  $20^{\circ}\text{C}$  היא הטמפרטורה הממוצעת להתפתחות

### קפיטולום (Capitulum)

איבר הפה של הקרציה, הכולל את ההיפוסטום, שתי חצרות ושני פאלפים.

### פילוגנזה (Phylogeny)

חקר ההיסטוריה של ההתפתחות של דבר כלשהו. בביוולוגיה, המונח פילוגנזה מתייחס לעיתים קרובות לחקר ההיסטוריה האבולוציונית של חלבוניים או של יצורים.

### קלדוגרמה (Cladogram)

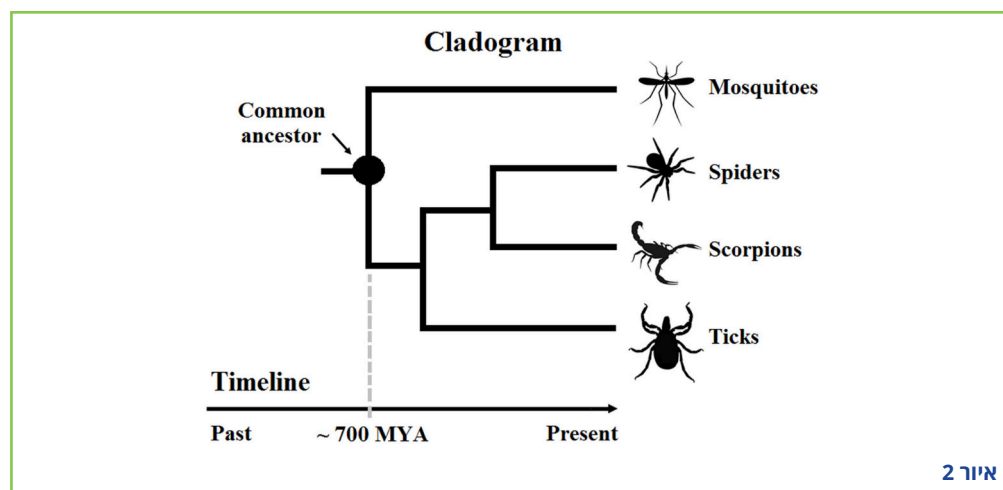
ייצוג גרפי של פילוגנזה.

### אפידמיולוגיה (Epidemiology)

חקר הפצת מחלות ובקרתן.

## איור 2

האיור מציג קלדוגרמה המראת את הידע הקיים כיום על הקשר בין קרציות, יתושים, עכבישים ועקרבים. הקווים האופקיים והאנכיים מייצגים את הקשרים האבולוציוניים בין היצורים האלה, שהיה להם בעבר אב קדמון משותף, לפני כ-700 מיליון שנים. הקשרים בין הקבוצות האלה נלקחו מ'פרקאש והוי' [1].



איור 2

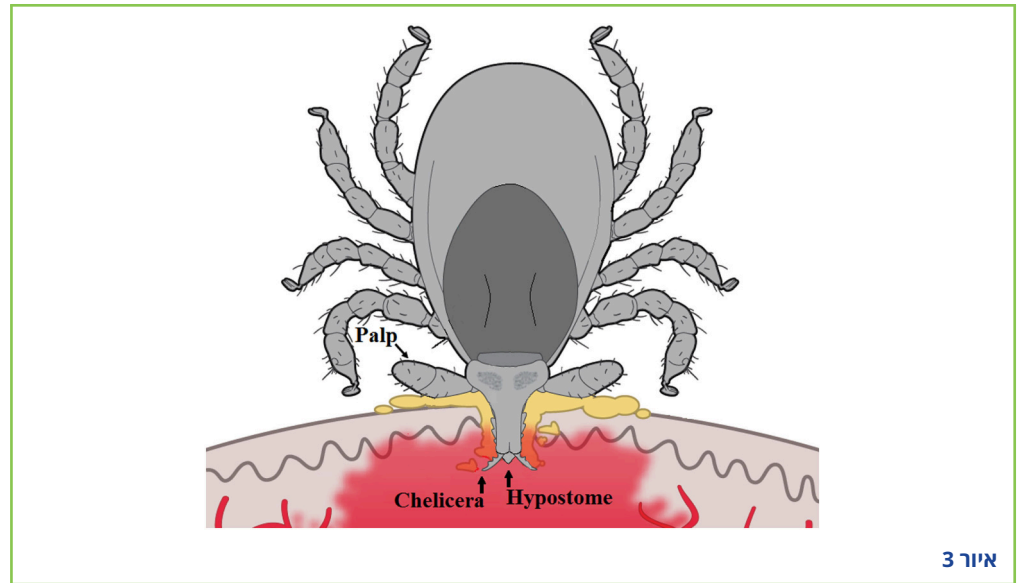
הביצה. טמפרטורות גבוהות מ-20°C מגדילות את הסבירות שהביצים ימותו. הקרצייה הצעירה שבוקעת מהביצה נקראת זחל. הזחל חייב למצוא פונדקאי. [הערה: במחזור החיים של הקרצייה יש שלושה שלבים התפתחותיים, אחרי הבקיעה מהביצה – זחלים, נימפות ובוגרים (זכר או נקבה). אפשר לראות את מחזור ההתפתחות של הקרצייה בווידיאו המלצה את הפרסום העדכני מאת קוקאן וקואט'ורס [3].

הקרציות אינן חרקים והן אינן יכולות לעוף. הן יכולות לעבור מרחקים ארוכים רק כאשר הפונדקאי נע בסביבת המתיחה שלו, והן עוברות עימו בזמן שהן ניזונות ממנו. הזחלים והנימפות הקטנים יותר מעדיפים להיזון מפונדקאים קטנים כגון מכרסמים, ציפורים או לטאות. קרציות בוגרות צריכות להכניס לגופן כמות דם רבה יותר, ולכן הן מעדיפות להיזון מבעלי חיים גדולים כגון בקר, צאן, סוסים או בני אדם. כדי למצוא פונדקאי הקרציות הקשות מטפסות למעלה על צמחייה כגון עשבים. התנהגות זו מוסתת על-ידי מזג האוויר. כאשר הקרצייה נמצאת על צמחייה בציפייה לפונדקאי היא חשופה לשמש ולרוח, ומאבדת מים במהירות. כדי להשיב לגופה נוזלים, הקרצייה חייבת לרדת שוב לקרקע. אם הלחות (כמות המים באוויר) גבוהה, הקרצייה יכולה להישאר על הצמחייה ולחכות לפונדקאי למשך זמן ארוכים יותר.

בדרך כלל, הקרציות אינן בררניות בבחירת הפונדקאי, ולכן, בעודן מחכות על הצמחייה, הן נצמדות לכל פונדקאי מתאים שעובר לידן. זו הסיבה לכך שבני האדם נמצאים בסכנה כאשר הם מטיילים בטבע ובפארקים ללא הגנה, כגון גרביים או מכנסיים ארוכים. ברגע שהקרצייה עולה על הפונדקאי היא תמצא מקום טוב להזנה, ותכניס את איברי הפה שלה כדי להתחיל להכניס לגופה דם. איברי הפה של קרציות כוללים שלושה מרכיבים עיקריים, ששמותיהם היפוסטום, קליצרות ופאלפים (איור 3). בעוד ההיפוסטום וקליצרות מוחדרים לחלוטין לעור הפונדקאי, הפאלפים נותרים בחוץ. תהליך ההזנה של הזחלים והנימפות הקטנים יכול להימשך 3-4 ימים, ושל הנקבות הגדולות – עד 10 ימים.

### איור 3

בזמן ההזנה, הקרציות מחדירות לחלוטין את ההיפוסטום ואת הכליצרות שלהן לתוך העור. אולם הפאלפים נמצאים מחוץ לאזור הפגיעה.



איור 3

## הרוק של הקרציות כהסוואה

הרוק של הקרציות מופרש מבלוטות רוק דרך איברי הפה. חומרים ברוק של הקרציות עוזרים להן להילחם בתגובה הטבעית של הפונדקאי, כגון קרישת דם או היווצרות דלקת. אחד מהחומרים הנמצאים ברוק של הקרציות נקרא **פֶּפְטִיד קוּנִיץ**. זו מולקולה קטנה שמופרשת גם מיצורים ארסיים כגון עקרבים ועכבישים, והיא מרכיבה חשובה ברוק של הקרציות [4]. פפטידי קוניץ שברוק הקרציות מונעים את קרישת הדם, ומאפשרים בכך לקרציות ללגום את ארוחת הדם שלהן.

**ליפוקלין** הוא חומר נוסף שנמצא ברוק של הקרציות, והוא מונע היווצרות של דלקת במקום העקיצה. האם עקץ אתכם פעם יתוש? האם העקיצה הכאיבה והשאירה תפיחה על העור? בכל פעם שאתם נחתכים, נדקרים או נעקצים, גופכם מגיב, בדרך כלל, על-ידי ייצור חומר הנקרא **היסטמין**, אשר גורם לדלקת. טקטיקה אחת שבה הקרציות משתמשות במהלך תזונת הדם כדי למנוע מהפונדקאי את תגובת הדלקת היא הפרשת ליפוקלינים, שחוסמים את ההיסטמין של הפונדקאי. כך, עקיצות הקרציות אינן גורמות לכאב ולתפיחות מגרדות, כפי שקורה בעקיצות יתושים.

מעניין לציין כי מאפיינים אלה של רוק הקרציות עשויים להיות שימושיים למטרות רפואיות. היות שפפטידי קוניץ מונעים קרישת דם אפשר להשתמש בהם למשל בניתוחי לב פתוחים, כאשר הרופאים רוצים למנוע היווצרות של קרישי דם בחולה. תגובות דלקת בלתי רצויות כוללות אלרגיות ואסתמה, ולכן ליפוקלינים מהרוק של הקרציות, שחוסמים את ההיסטמינים, יכולים להיות שימושיים לטיפול במצבים אלה.

## כאשר הקרציות עוקצות הן מעבירות מחלות זיהומיות

במהלך ההזנה, הקרציות הקשות עלולות להעביר לגוף הפונדקאי יצורים גורמי מחלה שונים, הנקראים **פתוגנים**. פתוגנים אלה הם בעיקר חיידקים ונגיפים, אבל הם יכולים גם להיות יצורים

### פפטיד קוניץ (Kunitz peptide)

חלבון קטן (פחות מ-60 חומצות אמיניות) שבדרך כלל מעכב אנזימים מפרקים הנקראים פרוטאזות.

### ליפוקלין (Lipocalin)

משפחת חלבונים המעורבת בהובלת מולקולות אורגניות קטנות.

### היסטמין (Histamine)

מולקולה אורגנית הנמצאת בבעלי חיים באופן טבעי, ובדרך כלל מעורבת בתהליך דלקתי.

### פתוגנים (Pathogens)

מיקרואורגניזמים הגורמים נזק לבני אדם או לבעלי חיים.

גדולים יותר, הנקראים פרוטוזואה (חד-תאיים) ותולעים טפיליות. רוב הפתוגנים שנישאים על הקרציות מועברים ברוק של הקרציות. יוצא דופן אחד הוא יצור הנקרא *Hepatozoon canis*, שמועבר כאשר בעל חיים אוכל קרצייה נגועה. מחלות המועברות לבני אדם על-ידי עקיצות של קרציות כוללות את מחלת ליים, אנאפלזמוסיס גרנולוציטית של האדם ודלקת מוח מקרציות. מחלת ליים, הנגרמת מהחיידק *Borrelia burgdorferi*, נעשית נפוצה יותר ויותר. למשל, כ-300,000 אמריקנים נדבקים במחלה זו מדי שנה בשנה. תסמינים טיפוסיים של מחלת ליים כוללים חום, כאב ראש, עייפות ופריחה בעור בצורת "לוח מטרה". ללא טיפול, מחלת ליים עלולה להתפתח לתסמינים חמורים יותר ולסיבוכים הכוללים דלקת מפרקים, תסמינים נוירולוגיים ובעיות בלב. אנאפלזמוסיס גרנולוציטית של האדם נגרמת מהחיידק *Anaplasma phagocytophilum*. התסמינים הטיפוסיים הראשונים של המחלה מתחילים בתוך שבוע-שבועיים אחרי העקיצה של קרצייה נגועה, והם כוללים חום, צמרמורת, בחילה, כאב בטן, שיעול ובלבול. לבסוף, דלקת המוח הנישאת על-ידי קרציות נגרמת מנגיף התוקף ישירות את המוח ו/או את קרום המוח. זו מחלה הנישאת על-ידי קרציות שנפוצה באירופה. בתחילת המחלה התסמינים אינם ייחודיים ועלולים לטעות ולשייכם לתסמינים של מחלות נפוצות אחרות הגורמות לחום, לכאב ראש או להקאות. בשלבים מאוחרים יותר של התפתחות המחלה הנגיף חוזר למוח, ורק אז מופיעים תסמינים ייחודיים יותר כגון בלבול, צוואר נוקשה, הפרעות תחושתיות ו/או שיתוק.

אף שעדיין איננו מבינים הכול על הפעילות ההדדית בין הקרציות לפונדקאים שלהן ולפתוגנים שנישאים עליהן [5], התקדמות בנושא זה תהיה בעזרת העובדה שהגנום של סוג אחד של קרציות רצף - הצופן פוענח. קרצייה זו נקראת *Ixodes scapularis*, קרצייה חשובה בהעברת שתי המחלות: מחלת ליים ואנאפלזמוסיס גרנולוציטית של האדם [6].

## כיצד להימנע מעקיצת קרציות

הדרך הטובה ביותר להימנע מעקיצת קרציות היא להתרחק מהן. אפשר למצוא דוגמאות לדרכים שבהן אפשר להימנע מקרציות באתר האינטרנט של מרכזי הבקרה והמניעה של מחלות (CDC).<sup>1</sup> רוב עקיצות הקרציות המדווחות (כ-80%) מתרחשות בין מאי לספטמבר, תקופה שבה הקרציות פעילות מאוד. לכן, יש לנקוט משנה זהירות בזמן ההליכה בטבע ובפארקים בתקופה זו. שיטוט בטבע ובפארקים בתקופה זו יכול להיות נעים ביותר, אך כדאי לא לרדת מהשבילים אלא ללכת במרכזם. מומלץ גם למרוח חומרים דוחקי חרקים על הבגדים ועל אזורי גוף חשופים כאשר הולכים באזורים שבהם יש סכנה לנוכחותן של קרציות. חומרים דוחקי חרקים המכילים חומרים אשר נקראים DEET (N,N-טולואמיד-m-דיאתיל) או פרמתרין, יעילים לדחיית קרציות. אחרי כל טיול בטבע או בפארק, בדקו היטב את גופכם מול המראה. בדרך כלל, אפשר למצוא נימפות של קרציות קשות על הרגליים או על הידיים, בעוד שאת הקרציות הבוגרות אפשר למצוא על הגב, הצוואר, הראש, המפשעה ואברי המין [7].

## תודות

AC-C נתמך על-ידי משרד ההשכלה הגבוהה והמחקר, ועל-ידי מכון פסטר בליל, צרפת. JV נתמך על-ידי פרויקט CZ.1.07/2.3.00/30.0032, שחלק מהשותפים בו הם הקרן החברתית האירופאית ותקציב מדינה של הרפובליקה הצ'כית, ועל-ידי פרויקט LO1218, בתמיכה הכספית של MEYS של הרפובליקה הצ'כית, במסגרת תוכנית NPU I.

## גנום (Genome)

הרצף של כל הדנ"א של יצור מסוים, הנמצא בגרעין התאים.

http:<sup>1</sup>

//www.cdc.gov/ticks/avoid/on\_people.html

## מקורות

1. Jeyaprakash, A., and Hoy, M. A. 2009. First divergence time estimate of spiders, scorpions, mites and ticks (subphylum: *Chelicerata*) inferred from mitochondrial phylogeny. *Exp. Appl. Acarol.* 47(1):1–18. doi: 10.1007/s10493-008-9203-5
2. Sanders, K. L., and Lee, M. S. Y. 2010. Arthropod molecular divergence times and the Cambrian origin of pentastomids. *Syst. Biodivers.* 8(1):63–74. doi: 10.1080/14772000903562012
3. Kocan, K. M., de la Fuente, J., and Coburn, L. A. 2015. Insights into the development of *Ixodes scapularis*: a resource for research on a medically important tick species. *Parasit. Vectors* 8:592. doi: 10.1186/s13071-015-1185-7
4. Cabezas-Cruz, A., and Valdés, J. J. 2014. Are ticks venomous animals? *Front. Zool.* 11:47. doi: 10.1186/1742-9994-11-47
5. de la Fuente, J., Villar, M., Cabezas-Cruz, A., Estrada-Peña, A., Ayllón, N., and Alberdi, P. 2016. Tick-host-pathogen interactions: conflict and cooperation. *PLoS Pathog.* 12(4):e1005488. doi: 10.1371/journal.ppat.1005488
6. Gulia-Nuss, M., Nuss, A. B., Meyer, J. M., Sonenshine, D. E., Roe, R. M., Waterhouse, R. M., et al. 2016. Genomic insights into the *Ixodes scapularis* tick vector of Lyme disease. *Nat. Commun.* 7:10507. doi: 10.1038/ncomms10507
7. Wilhelmsson, P., Lindblom, P., Fryland, L., Nyman, D., Jaenson, T. G., Forsberg, P., et al. 2013. *Ixodes ricinus* ticks removed from humans in Northern Europe: seasonal pattern of infestation, attachment sites and duration of feeding. *Parasit. Vectors* 6:362. doi: 10.1186/1756-3305-6-362

פורסם אונליין: 31 במאי 2019

נערך על ידי: Caroline Helen Brennan, Queen Mary University of London, UK

**ציטוט:** Cabezas-Cruz A, Estrada-Peña A, Valdés JJ and de la Fuente J (2019) היו מודעים לקרציות כאשר אתם מטיילים בנחת בפארק. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2016.00024-he

### תורגם והותאם:

Cabezas-Cruz A, Estrada-Peña A, Valdés JJ and de la Fuente J (2016) Be Aware of Ticks When Strolling through the Park. *Front. Young Minds* 4:24. doi: 10.3389/frym.2016.00024

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

**COPYRIGHT** © 2016 © Cabezas-Cruz, Estrada-Peña, Valdés and de la Fuente 2019. 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.

## סוקר צעיר

JACK, גיל: 14

אני אוהד גדול של כדורגל ומעריץ של פוקימון. אני מקווה שתהיה לי קריירה בהנדסת שירותי הבריאות!

## הכותבים

### ALEJANDRO CABEZAS-CRUZ

אני פרזיטולוג (חוקר טפילים) נלהב ביותר, ומתעניין מאוד בביולוגיה של הקרציות ושל פתוגנים הנישאים על קרציות. יש לי תואר דוקטור ברפואה וטרינרית מאוניברסיטת הוואנה, ושני תארי דוקטורט - האחד בביולוגיה של קרציות, שסיימתי באוקטובר 2014 בספרד, והשני באפיגנטיקה של טפילים, שסיימתי בספטמבר 2016 בצרפת. במיוחד, אני רוצה להבין את האבולוציה של הקרציות ושל פתוגנים הנישאים על קרציות.  
\*cabezasalejandrocruz@gmail.com

### AGUSTÍN ESTRADA-PEÑA

אני פרופסור לזואונוסיס (חקר מחלות העוברות מבעלי חיים לבני אדם) ולפרזיטולוגיה בפקולטה לרפואה וטרינרית בסרגוסה (ספרד). תחום העבודה העיקרי שלי הוא הבנת האופן שבו קרציות ופתוגנים הנישאים על קרציות מופצים בטבע. למטרה זו אני נעזר במידע מלוויינים, במקטא-אנליזה על שכיחות הפתוגנים בשטח ובמודלים של מערכות של קרציות. אני גם תורם כיועץ לארגוני בריאות בינלאומיים בנושאים הקשורים לפתוגנים המועברים על-ידי קרציות.

### JAMES J. VALDÉS

למדתי פסיכולוגיה ומדעי המוח באוניברסיטה הבינלאומית של פלורידה (ארצות הברית), וקיבלתי את תואר הדוקטור שלי בביולוגיה (2009). כיום, אני מדען חוקר ברפובליקה הצ'כית, ואני חוקר את המולקולות שנמצאות ברוק של הקרציה. מטרת המחקר שלי היא לחקור איך המולקולות האלה מתנהגות ברמה האטומית, תחום מדעי הנקרא ביו-פיזיקה. אני גם מרצה לביולוגיה חישובית ולביוכימיה בפקולטה למדעים, האוניברסיטה של דרום בוהמיה (הרפובליקה הצ'כית).

### JOSÉ DE LA FUENTE

אני פרופסור במועצת המחקר של ספרד ובאוניברסיטה של קסטיליה לה מנצ'ה, ספרד, ופרופסור נספח במחלקה לווטרינריה ולפתו-ביולוגיה באוניברסיטה של מדינת אוקלהומה, ארצות הברית. תחומי העניין במחקר הנוכחי שלי הם מחלות מידבקות, ביולוגיה של יחסי הגומלין במערכות פונדקאי-נשא של המחלה-פתוגן, קרציות ומחלות הנישאות על גבי קרציות, מדע החיסונים וביוטכנולוגיה.



Hebrew version  
provided by

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

