

## טפילים טרופיים חשובים הפוגעים בבני אדם

Binh Cao, Pascale S. Guiton\*

המחלקה לביולוגיה, אוניברסיטת מדינת קליפורניה המפרץ המזרחי, הייורד, קליפורניה, ארה"ב

כל היצורים החיים על פני כדור הארץ מנהלים קשרים מסוגים שונים עם יצורים חיים אחרים. יש מונחים מיוחדים לסוגים שונים של קשר בין שני מינים. אם הקשר בין שני יצורים מועיל לשניהם, כלומר אם כל אחד מסתמך על השני כדי להישאר חי ובריא, מערכת היחסים נקראת "הדדיות". לעומת זאת, "אנטגוניזם" מתאר מערכת יחסים המביאה תועלת לאחד היצורים אך מזיקה לשני. במאמר זה אנו מתארים סוג מסוים של אנטגוניזם: טפילות. נסקור את מגוון המינים הטפיליים, נדון בתפקיד שהם ממלאים במחלות טרופיות חשובות, ונדגיש עד כמה חקר טפילים חשוב למדע הרפואה.

### מהו טפיל?

המילה "טפיל" או "פָּרָזִיט" מעוררת אצל רוב האנשים תחושה לא נעימה, כי היא מזכירה להם בדרך כלל תולעים ושאר יצורים קטנים החיים בגוף. הם לא טועים לגמרי, כפי שנראה בהמשך. אבל המילה היוונית המקורית "פָּרָזִיטוֹס" תיארה במקור אנשי ציבור שהשתתפו באירועים ובזבזו את כספי הציבור על אוכל ושעשועים [1]. עם הזמן התרחבה משמעות המילה עד שכללה כל אדם שחי על חשבונם של אחרים. רק במאה ה-17 השתמש בה הביולוג קרולוס לינאוס כדי לתאר תולעי מעיים מהסוג הנקרא "תולעי סרט". כיום משתמשים במילה "טפיל" כדי לתאר כל **מיקרואורגניזם** אשר מותאם לחיים על אורגניזם אחר או בתוכו, משיג ממנו חומרי

### סוקרת צעירה

ANNA-MARIE

גיל: 13



### טפיל/פָּרָזִיט (Parasite)

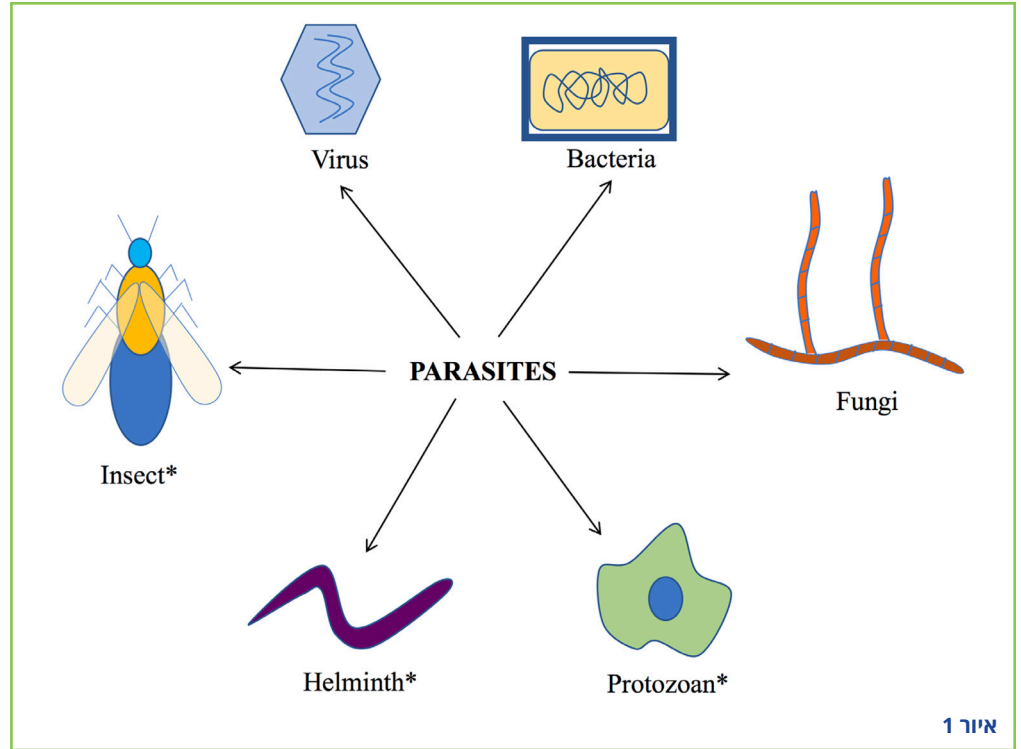
מיקרואורגניזם החי על אורגניזם אחר או בתוכו, מקבל ממנו חומרי תזונה, וגורם לו נזק.

### מיקרואורגניזם (Microorganism)

אורגניזם קטן מכדי לראות בלי מיקרוסקופ.

**איור 1**

קבוצות שונות של אורגניזמים טפיליים. משמאל ובכיוון השעון: חרקים, נגיפים, בקטריות, פטריות, חד-תאיים, תולעים. הכוכבת מסמלת קבוצות של אורגניזמים אשר נחשבים לטפילים בתחום הפרזיטולוגיה – חקר הטפילים (האיור לא לפי קנה מידה).



איור 1

מזון וגורם לו נזק. הגדרה רחבה זו כוללת נגיפים (וירוסים) ויצורים משש הממלכות בטבע – חיידקים קדומים, חיידקים אמיתיים, פטריות, חד-תאיים, ממלכת הצומח, וממלכת החי (איור 1). אבל בתחום הפרזיטולוגיה – תחום של ביולוגיה העוסק באורגניזמים טפיליים – משתמשים במונח "טפיל" רק ביחס ליצורים חד-תאיים, לתולעים טפיליות, ולחרקים.

**יש סוגים שונים ומגוונים של טפילים**

פרזיטולוגים (חוקרי טפילים) חוקרים קבוצה גדולה מאוד של יצורים מסוג זה – גדולה עד כדי כך שאי אפשר לספור את כולם. אפשר לחלק טפילים לקבוצות בכמה שיטות – לפי גודל וצורה, מקום מחיה בעולם, אופן התנועה, או סוג החיה שעליה או בתוכה הם חיים. יש טפילים חד-תאיים, שהם זעירים מאוד – חלקם באורך כמה מיקרומטר (אלפיות מטר) בלבד. יש, לדוגמה, טפיל נפוץ בצורת בננה ששמו *טוקסופלזמה גונדי* ואורכו 6 מיקרומטר בלבד. לעומת זאת, יש טפילים רב-תאיים שאורכם יכול להגיע עד 25 מטרים! טפיל כזה הוא למשל תולעת הסרט הבוגרת.

אורגניזמים טפיליים נמצאים כמעט בכל מקום – מארצות טרופיות וסובטרופיות ועד אזורים קפואים כמו אנטארקטיקה. אבל המשותף לכולם הוא שכל טפיל זקוק לאורגניזם לקבל ממנו מזון, מחסה, ומקום להתרבות בו. היצור הזה הוא ה**פונדקאי** של הטפיל. בסופו של דבר, הטפיל גורם נזק לפונדקאי. אפשר לחלק את הטפילים לשתי קבוצות – אלה שחיים על פני גוף הפונדקאי, ואלה שחיים בתוכו. טפילים אשר חיים מחוץ לגוף הפונדקאי נקראים אֶקְטוֹפְּרִיטִים (איור 2A) – למשל פרעוש על חתול. טפילים אשר חיים בתוך גוף הפונדקאי נקראים אֶנְדוֹפְּרִיטִים (איור 2B) – למשל התולעת *Wuchereria bancrofti*, החיה בתוך **מערכת הלימפה** האנושית, וגורמת למחלה הנקראת "אֶלְפִּנְטִיאִיזִס" (פִּיִּילֵת). חלק מהאֶנְדוֹפְּרִיטִים

**פונדקאי (Host)**

אורגניזם שאותו מנצלים טפילים לצורך מזון ומחסה.

**מערכת הלימפה (Lymphatic system)**

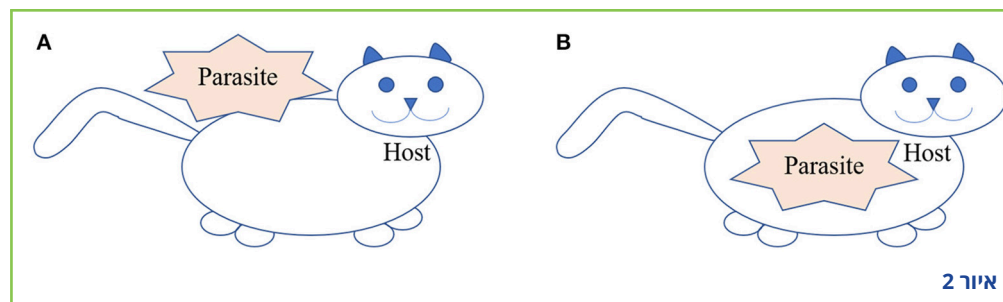
מערכת אשר מנקזת לימפה (נוזל המצטבר ברקמות) אל מערכת הדם.

## איור 2

אֶקְטוֹפְרִיזִיטִים לעומת אֶנְדוֹפְרִיזִיטִים. **A.** אֶקְטוֹפְרִיזִיטִים חיים על הפונדקאי, מחוץ לגופו. טפילים כאלה הם למשל פרעוש החתול וכינים החיות על עור בני אדם. **B.** אנדופריזיטים חיים בתוך גוף הפונדקאי. טפילים כאלה הם למשל "תולעת הלב", אשר חיה בגופם של חתולים וגורמת למחלה דירופילריאזיס; תולעי קרס החיות במעי האדם; והטפיל פלסמודיום פלציפרום החי בתאי הדם האדומים בגוף האדם.

### פונדקאי סופי (Definitive host)

הפונדקאי שעליו או בתוכו משלים הטפיל את תהליך הרבייה שלו.



יכולים לחיות בתוך תאים, שהם למעשה הפונדקאים שלהם; אלה נקראים טפילים תוך-תאיים. אחד מהם הוא פלסמודיום (*Plasmodium falciparum*), שחי וגדל בתוך כדוריות דם אדומות של חולי מלריה.

עוד הבדל בין טפילים שונים הוא מספר הפונדקאים הדרושים להם כדי לשרוד. יש טפילים שמספיק להם פונדקאי אחד, ואחרים עוברים בין כמה פונדקאים כדי להשלים את מחזור החיים שלהם. הפונדקאי שבו הטפיל משלים את שלב הרבייה נקרא **הפונדקאי הסופי**.

## איך שורדים הטפילים בתוך הפונדקאים?

טפילות היא מאבק מתמשך בין הטפיל לפונדקאי. כל אחד מהם מנסה לשרוד. מכיוון שהטפילים זקוקים לפונדקאים שלהם כדי לקבל מזון ומחסה, הם אינם יכולים להשמיד אותם עד שיגיע הזמן לעבור לפונדקאי הבא. הפונדקאים, מצדם, צריכים להתגונן מפגיעה. לשם כך הם יוצרים בגופם תנאים המקשים על הטפילים. למשל, בחלק מהמקרים גוף הפונדקאי מנסה למנוע מהטפילים מזון ולהרעוב אותם למוות; במקרים אחרים, הוא תוקף אותם באמצעי הגנה חיסוניים חזקים. כדי לשרוד בסביבות קשות כאלה פיתח כל מין של טפיל שיטות הישרדות שונות. במשך מיליוני שנות אבולוציה פיתחו הטפילים שלל תכונות מעניינות שבעזרתן הם מסתגלים לסביבות שונות [1]. הנה כמה דוגמאות:

### 1. התחמקות ממתקפות הפונדקאי

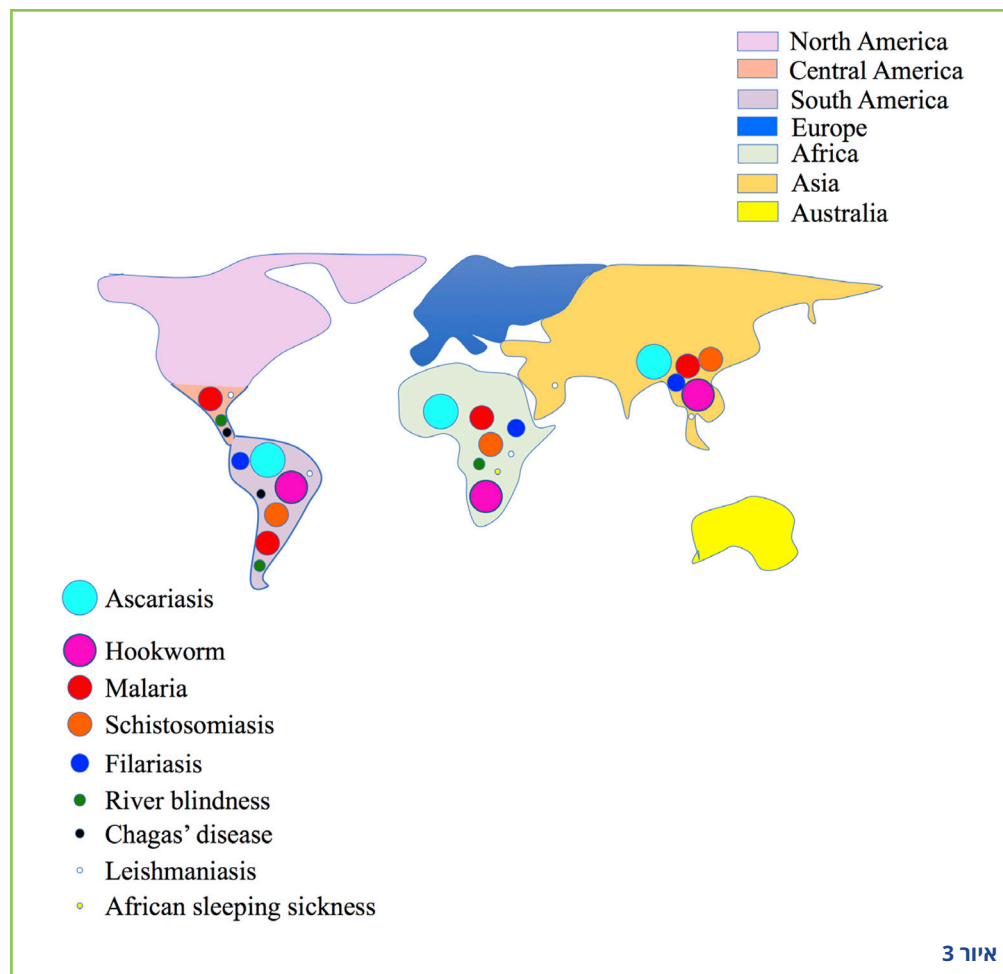
כל טפיל צריך להתמודד בלי הפסקה עם האתגרים שיוצרות המגננות של הפונדקאי, ועם תנאים קשים אחרים, כמו מחסור במזון. הטפילים פיתחו שיטות מיוחדות במינן להגיב למתקפות הפונדקאים. למשל, הטפילים טריפנוזומה ברוסי ופלסמודיום פלציפרום, אשר מחוללים מחלות אצל בני אדם, מסוגלים "להתחפש" על-ידי החלפת החלבונים שעל פני השטח שלהם, כדי שהמערכת החיסונית של הפונדקאי לא תזהה אותם. טפילים אחרים פיתחו יכולת להמית תאים של מערכת החיסון האנושית.

### 2. פיתוח דרכי התרבות חדשות

כל מין של טפיל פיתח במשך אלפי שנים התאמה לפונדקאי מסוים. שיטה זו משפרת את היכולת של הטפיל לשרוד על הפונדקאי הזה או בתוכו, אבל יש לה גם חסרונות. בין השאר היא מגבילה את היכולת של הטפילים למצוא בני זוג לרבייה. אצל אורגניזמים טפיליים שונים התפתחו פתרונות שונים לבעיה זו. אצל תולעי סכיטוזומה, מהרגע שהזכר והנקבה מוצאים זה את זה בתוך הפונדקאי, הם נשארים יחד עד סוף חייהם,

### איור 3

תפוצת מחלות טפיליות חשובות בעולם במפה זו (לא לפי קנה מידה מדויק), המחלות השונות מיוצגות בצבעים שונים, לפי המפתח השמאלי התחתונה. ככל שהעיגול גדול יותר, יותר אנשים חולים במחלה באזור זה של העולם. אפשר לראות בקלות לפי המפה שמחלות טפיליות רבות נפוצות באזורים טרופיים.



איור 3

### המפרודיטיזם (Hermaphroditism)

הימצאות אברי מין זכריים וגם נקביים אצל בעל חיים יחיד.

אלא אם כן יש זכר אחר בסביבה. לתולעי הסרט, לעומת זאת, יש שיטת רבייה בשם **הרמפרודיטיזם**: לכל תולעת יש איברי רבייה נקביים וגם זכריים, כך שאין להן צורך למצוא בן או בת זוג.

### 3. הגבלת הנזקים לפונדקאי

ההסתגלות לפונדקאי מסוים יוצרת בעיה נוספת, שקשורה לעצם ההגדרה של טפיל. טפילים גורמים נזק לפונדקאים. אם הטפיל הרסני מדי, הפונדקאי עלול למות לפני שהטפיל יצליח להשלים את מחזור החיים שלו, ואז גם הטפיל ימות, או שייאלץ למצוא פונדקאי אחר. לכן חשוב לטפילים שהנזק שהם גורמים יהיה מוגבל, כדי שהפונדקאי ישרוד למשך זמן מספיק. טפילים שונים פיתחו פתרונות שונים לבעיה. למשל, אם יש בתוך פונדקאי מסוים תולעי סרט רבות, הן מגיעות רק לגודל מוגבל, כדי שגוף הפונדקאי יוכל לשרוד. אבל אם חיות בגופו רק תולעים מעטות, הן יגדלו יותר, מפני שתהיה פחות תחרות על המשאבים שהן מקבלות מהפונדקאי, והם יספיקו להן לאורך זמן.

### נזקים שגורמים טפילים טרופיים לבריאות האדם

יש כמה סוגי טפילים הגורמים למחלות אצל בני אדם. מחלות טפיליות נפוצות במיוחד בארצות מתפתחות הנמצאות באזורים טרופיים וסובטרופיים (איור 3). מקומות כאלה הם בדרך כלל

## טבלה 1

סיכום של מחלות טרופיות נפוצות \*מקור: המרכז לניטור ומניעת מחלות, <https://www.cdc.gov/parasites> \*\*מספר החולים המפתחים את המחלה מדי שנה, בגלל חומרתה.

שם המחלה	שכיחות * (מספר מקרים בסך הכול)	אורגניזם טפילי	מועבר באמצעות
נגרמות על-ידי טפילים חד-תאיים מלריה	216,000,000	פלסמודיום ( <i>Plasmodium</i> )	עקיצת יתוש
לישמניאזיס	1,200,000	לישמניה ( <i>Leishmania</i> )	עקיצת זבובון חול
מחלת שינה אפריקאית	**10,000	טריפנוזומה ברוסיי ( <i>Trypanosoma brucei</i> )	עקיצת זבוב צה-צה
מחלת צ'אגאס	8,000,000	טריפנוזומה קרוזי ( <i>Trypanosoma cruzi</i> )	צואת "פשפש הנשיקה"
נגרמות על-ידי תולעים טפיליות			
בילהרציה	200,000,000	סכיטוזומה ( <i>Schistosoma</i> )	מים
פיילת	120,000,000	תולעת עגולה מהמין <i>Wuchereria bancrofti</i>	עקיצת יתוש
עיוורון הנהרות	25,000,000	אונקוצרקה וולוולוס ( <i>Onchocerca volvulus</i> )	עקיצת יתוש מסוג ישחור
זיהום תולעי קרס	740,000,000	תולעת קרס מהמין <i>Necator americanus</i>	אדמה
אסקריאזיס	1,200,000,000	כרץ שלשולי ( <i>Ascaris lumbricoides</i> )	אדמה

טבלה 1

חמים ולחים, וטפילים רבים משגשגים בתנאים כאלה. בנוסף, בארצות טרופיות רבות יש עוני, תברואה גרועה, שירותי בריאות לא מספקים, ורמת חינוך והשכלה נמוכה. כל התנאים האלה נוטים לעודד התפשטות של מחלות טפיליות המועברות באמצעות חרקים, זיהום מים או אדמה, ולהקשות על הגבלה או חיסול של מחלות כאלה. להלן תיאור של כמה מחלות טפיליות הנפוצות באזורים טרופיים (טבלה 1).

## מלריה

מלריה היא אחת המחלות הנפוצות ביותר באפריקה ובאזורים טרופיים בשאר העולם, ומיליונים מתים ממנה מדי שנה. פלסמודיום פלציפרום הוא היצור החד-תאי הגורם למחלה. כאשר נקבת יתוש האֶנוֹפֶּלֶס עוקצת אדם ומוצצת ממנו דם היא מעבירה אליו את הטפיל. הוא חוזר אל תאי הדם האדומים ומשמיד אותם או משנה אותם באופן כזה שהם נצמדים זה לזה ויוצרים גושים. הדבר פוגע באספקת הדם לאיברים ורקמות פנימיים שונים, וכך עלול בסופו של דבר לגרום למוות.

## לישמניאזיס (שושנת יריחו)

מחלת הלישמניאזיס מועברת לבני אדם על-ידי נקבות זבובון החול, אשר בעת העקיצה מחדירות לדם טפיל הנקרא לישמניה. בניגוד לפלסמודיום פלציפרום, לישמניה חודרת אל תאי הדם הלבנים, ובייחוד אלה הנקראות מקרופאגים. בדרך כלל הטפיל גורם למחלת עור קלה, אבל יש מקרים שבהם הוא פולש לאיברים פנימיים וגורם נזק, מחלה חמורה יותר ואפילו מוות.

## מקרופאג

## (Macrophage)

סוג של תא דם לבן ההורג את הפתוגן על-ידי בליעתו ופירוקו, בתהליך הנקרא פנוציטוזיס.

## מחלת שינה אפריקאית

כפי שאפשר להבין משמה של המחלה, היא נפוצה באפריקה, שם נדבקים בה כ-10,000 אנשים בשנה. הטפיל הגורם לה הוא *טריפנוזומה ברוסיי*, יצור חד-תאי המועבר בעקיצה של זבוב צה-צה. הזיהום גורם במקרים רבים לדלקת כלי הדם באיברים הפנימיים. כאשר דלקת כזו מתפתחת בלב, היא עלולה לגרום בסופו של דבר למוות מאי-ספיקת לב. אם הדלקת היא במוח, עלולים להיגרם לפרוכוסים וישנוניות יתר (מכאן שמה של המחלה).

## מחלת צ'אגאס

הטפיל הגורם למחלה זו הוא *טריפנוזומה קרוזי*, קרוב משפחה של *טריפנוזומה ברוסיי*. בניגוד למחלת השינה, מחלת הצ'אגאס נפוצה יותר בדרום אמריקה, ובה חיים כיום כשמונה מיליון חולים במחלה. *טריפנוזומה קרוזי* נמצא בצואה של חרק מסוג *Triatominae* ("פשפש הנשיקה"). עקיצת החרק יוצרת פתח שדרכו יכול הטפיל לחדור לזרם הדם. הטפילים מתפשטים בכל הגוף וגורמים נזק לאיברים שונים ודלקת ללב ולמוח.

## בילהרציה

בילהרציה, הנקראת גם סכיסטוסומיאזיס, משפיעה כיום על יותר מ-200 מיליון איש באפריקה, במזרח אסיה ובדרום אמריקה. למחלה גורמות תולעים שטוחות בשם "סכיסטוסומה", והיא עוברת באמצעות מים. זחלי התולעים הנמצאים במים חוזרים את העור, נכנסים לזרם הדם, ומשתכנים לבסוף במעינים או בשלפוחית השתן. שם הם מתפתחים לתולעים בוגרות, שמטילות ביצים. המערכת החיסונית מגיבה לביצי התולעים והתוצאה היא דלקת הנמשכת זמן רב. הפעולה המתמשכת הזו של המערכת החיסונית עלולה לגרום סרטן.

## פילריאזיס

מחלה זו, הנקראת גם אֶלְפֶּנטִיאזיס (ובעברית פִּיִּילַת), גורמת לעיוותים חמורים של חלקי גוף שונים. היא מועברת על-ידי יתושים, וכיום חולים בה כ-120 מיליון איש. היא מתפתחת כאשר זחלי התולעת העגולה (מכונה גם תולעת נימית) *Wuchereria bancrofti* חוזרים לזרם הדם בעקבות עקיצת יתוש. הזחלים נודדים במהרה אל מערכת הלימפה, שם הם גדלים ומתבגרים. כשהתולעים גדולות הן חוסמות את זרימת הנוזלים ברקמות, ולכן הנוזלים מצטברים בהן וגורמים להתנפחות מבהילה של הידיים, הרגליים והאשכים.

## עיוורון הנהרות

גם למחלה זו גורמת תולעת עגולה, ששמה אונקוצרקה וולוולוס. כיום חולים בה 25 מיליון איש, רובם באפריקה ובדרום אמריקה. את התולעת מעבירים לאדם יתושי ישחור החיים ומתרבים בנהרות ונחלים. מהרגע שהתולעת חוזרת מבעד לעור, היא יכולה להישאר בגוף ולהתבגר. מערכת החיסון של האדם מגיבה על כך, ומתפתחת דלקת בעור. במקרים אחרים הטפילים

נודדים אל העיניים ומחוללים נזק חמור הגורם לעיוורון. מחלה זו היא גורם נפוץ מאוד לעיוורון בארצות טרופיות.

## זיהומי מעי בגלל תולעים עגולות

תולעי קרס, כמו *Necator americanus*, ותולעי אסקריס, כמו כרץ שלשולי (*Ascaris lumbricoides*), הן תולעים עגולות הנפוצות באזורים עם תברואה ירודה. ביצים של תולעי אסקריס יכולות לגרום לזיהום אם אוכלים מזון עם שרידי אדמה שבה חיות תולעים כאלה. לעומת זאת, זיהום מתולעי קרס לא נגרם בגלל הביצים שבאדמה, אלא בגלל הזחלים שבוקעים מהן ומתחפרים בגוף האדם דרך העור. תולעים משני הסוגים האלה עלולות לגרום לתת-תזונה, כי במקרים רבים הן חיות בתוך המעי ומתחרות עם הפונדקאים על חומרי מזון. במקרים חמורים מסוימים, תולעי קרס גורמות לאנמיה על-ידי מציצת דם הפונדקאים. תת-תזונה ואנמיה אצל ילדים עלולות לגרום לבעיות בהתפתחות הגופנית והשכלית. בנוסף, עלולות תולעי אסקריס לחסום את המעיין וכך לגרום לכאבים עזים.

## האם יש לזיהומים טפילים גם יתרונות נסתרים?

טפיל אמנם מוגדר כיצור המזיק לפונדקאי שלו, אבל מתברר שיש זיהומים טפיליים שגם מגנים במידה מסוימת נגד בעיות אחרות, כמו אלרגיות ומחלות מעיים דלקתיות (IBD) [1]: במחקרים התגלה שזיהומים מתמשכים של תולעים טפיליות עשויים דווקא להקל על בעיות כאלה. הסיבה היא שאצל תולעים טפיליות התפתחו דרכים לחסום מרכיבים מסוימים במערכת החיסון האנושית – **אֵאוֹזינופילים** ונוגדני IgE. למרכיבים אלה יש גם תפקידים חשובים בתחום האלרגיות, מחלות המעיין הדלקתיות, ומחלות דלקתיות רבות אחרות. לכן, לא מפתיע כל כך שאצל אנשים הסובלים מזיהום תולעים טפיליות יש פחות אלרגיות ומחלות דלקתיות! במחקר שנערך באפריקה ובדרום אמריקה התגלה אפילו שילדים שקיבלו טיפול נגד תולעים, ולא היו אצלם זיהומים טפיליים, נטו יותר לאלרגיות.

הממצאים האלה שהתגלו לאחרונה המריצו מדענים ורופאים רבים בעולם לחקור איך זיהומים טפיליים יכולים להקל על מחלות מסוימות. השאיפה היא לנצל את התועלת הזו לפיתוח טיפולים חדשים למחלות דלקתיות.

## סיכום

קבוצת הטפילים היא קבוצה מגוונת ומורכבת של אורגניזמים, ביניהם חד-תאיים, תולעים וחרקים. בין טפילים לפונדקאים יש מערכת יחסים מסובכת המתפתחת ללא הרף, ובסופו של דבר מזיקה לפונדקאי. יש טפילים הגורמים למחלות חמורות אצל בני אדם, בייחוד באזורים עם אקלים טרופי המתאים לצמיחת טפילים ולהעברתם לפונדקאים. בזכות ההתקדמות המדעית יש לנו לאחרונה הבנה משופרת מאוד לגבי טפילים – אבל התחום עדיין פתוח ומושך מדענים רבים. בינתיים רק גירדנו את פני השטח.

### אאוזינופיל (Eosinophil)

סוג של תא דם לבן, אשר מגויס להילחם בתולעים טפיליות וממלא תפקיד באלרגיות.

## מקורות

1. Lucius, R., Loos-Frank, B., Lane, R. P., Poulin, R., Roberts, C., and Grecnis, R. K. 2017. *The Biology of Parasites*. Weinheim: Wiley-VCH.

פורסם אונליין: 10 באוקטובר 2019

נערך על ידי: Ana Maria Rocha De Almeida, California State University, East Bay and University of California, Berkeley, United States

ציטוט: Cao B and Guiton PS (2019) טפילים טרופיים חשובים הפוגעים בבני אדם. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2018.00058-he

### תורגם והותאם:

Cao B and Guiton PS (2018) Important Human Parasites of the Tropics. Front. Young Minds 6:58. doi: 10.3389/frym.2018.00058

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

**COPYRIGHT** © 2018 © Cao and Guiton 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 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.

## סוקרת צעירה

### ANNA-MARIE, גיל: 13

מעניין אותי מאוד לגלות חומרים חדשים, כי אם יהיה לנו יותר ידע בנושא הזה, נוכל לשנות את העתיד. אני אוהבת גם את נושא היקום, כי יש בו הרבה יותר דברים לגלות מאשר אנחנו יודעים עליהם ומדמיינים אותם. אבל המפתח להבנה של פעולת העולם נמצא בביולוגיה, כי הכול מתחיל בנו, בני האדם, ובאבולוציה.

## הכותבים

### BINH CAO

אני סטודנט לתואר ראשון במיקרוביולוגיה באוניברסיטת קליפורניה במפרץ המזרחי, בהייווד שבקליפורניה. התמחיתי במכון הלאומי לאלרגיות ומחלות מדבקות בבת'סדה, מרילנד. המחקר הנוכחי שלי במעבדה של ד"ר גיטון עוסק במעבר של חלבונים לאברוני הפרשה מיוחדים אצל הטפיל טוקסופלזמה גונדי. אני שואף להיות רופא-מדען עם התמחות במחלות מדבקות.







### PASCALE S. GUITON

העולם הנסתר של המיקרובים מרתק ומסקרן אותי מאוד. הוכשרתי כמיקרוביולוגית מולקולרית באוניברסיטת וושינגטון בסנט לואיס, ובאוניברסיטת סטנפורד. מטרת המחקר במעבדה שלי הוא להבין את הביולוגיה של הטפיל המדהים *טוקסופלזמה גונדי*. כמדענית-מחנכת אני שואפת להנחיל לחניכים שלי אהבה לביצוע משימות על הצד הטוב ביותר, ואת הכישורים הדרושים לעריכת ניסויים מדעיים מוקפדים. כאשר אני לא משחקת עם מיקרובים אני אוהבת מאוד לצאת לטיולים ברגל עם משפחתי, לשחק עם הכלב שלי, ולנסוע בעולם. \*[pascale.guiton@csueastbay.edu](mailto:pascale.guiton@csueastbay.edu)

Hebrew version  
provided by

[מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים \(ער\)](#)  
[متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس](#)  
Bloomfield Science Museum Jerusalem

