



עולם המעיים – מלא בגיבורי בטן שצריכים עוזרים

Bahtiyar Yilmaz^{1*}, Joana C. Carvalho², Marta Marialva³

¹מעבדות מאוריס מילר, המחלקה למחקר ביו-רפואי, קליניקה אוניברסיטאית של ניתוחים ורפואה של איברים פנימיים, אינסלספיטל, אוניברסיטת ברן, ברן, שווייץ

²המעבדה לבלוטציה והתפתחות, מכון גולבנקיאן דה ציאנסיה, אוורס, פורטוגל

³גינקו אדוקה, ברן, שווייץ

סוקרים צעירים

AYDEN
גיל: 11



HANNAH
גיל: 10



JOSHUA
גיל: 13



SAHASRA
גיל: 13



ZOE
גיל: 7



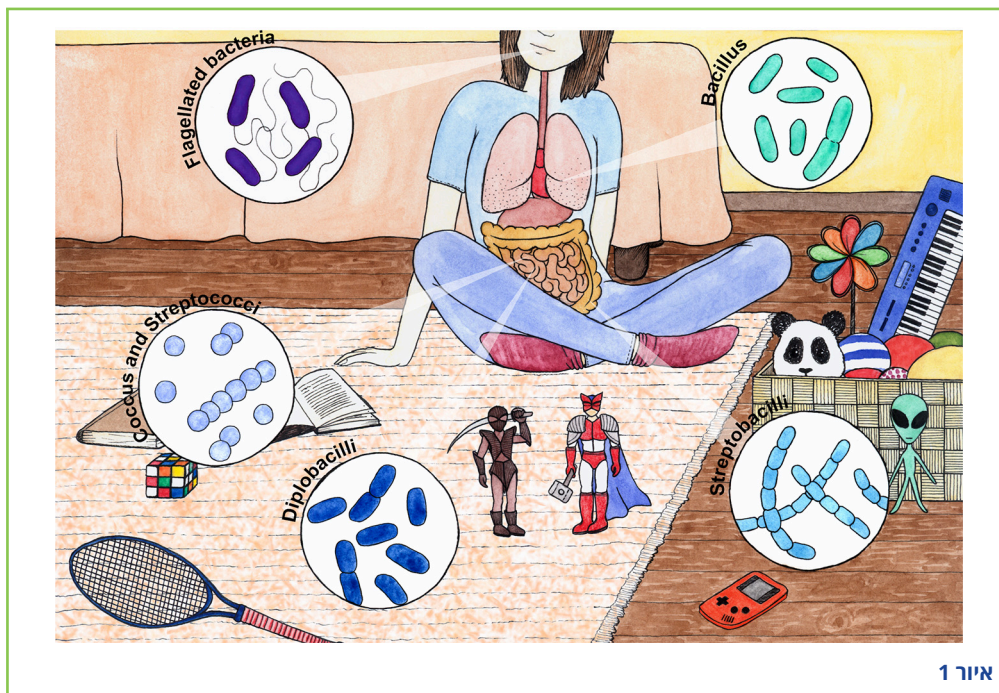
אינכם, ולעולם לא תהיו, לבד. הרבה חברים שאינכם יכולים לראות בעין בלתי מזוינת, אולם מסייעים לשמור על הבריאות שלכם, חיים בתוך גופכם. הם גיבורים חיידיקים באיבר הכי מאוכלס בגופכם, המעיים שלכם, שחיים יחד עם מזיקים באיזון עדין, שכאשר הוא מופר עלול להוביל למחלה. זה היה המקרה עבור ילד צעיר שנולד עם מעיים קצרים מדי שאפשרו גדילה לא רגילה של מזיקים במעיים. התסמינים של מחלת הילד הזה המשיכו אפילו כשהוא לקח אנטיביוטיקה (חומרים שהורגים חיידיקים). רק כשנתנו לו פרוביוטיקה – חיידיקים עוזרים שמסייעים לאזן את חיידיקי המעיים הטובים והרעים – בריאותו חזרה לקדמותה. אף על פי שהמחקר הזה הוכיח שפרוביוטיקה יכולה להחזיר את בריאותנו הטובה חזרה בהקשר של מלחמות חיידיקים, אסור לנו לשכוח אף פעם לדאוג לגיבורי המעיים שלנו: לאכול מזונות בריאים ולבצע פעילות גופנית באופן רגיל.

אתם לא לבד!

דמיינו את עצמכם לבד בחדר שלכם, משחקים עם גיבורי-העל האהובים עליכם. במשחק הזה אתם מצליחים לסייע להם בקרב קריטי וארוך כנגד יצורים מרושעים שאינם מכדור הארץ.

איור 1

אתם לא לבד. איברים של בני אדם כולל הריאות, המעי, הפה, ונוזלי הגוף כמו רוק מכילים מגוון עצום של מיקרואורגניזמים, שמוחשים באיור הזה. לכל סוגי החיידקים שמוצגים כאן יש מבנים שונים והם חיים יחד בריאות, במעי ובנוזלי הגוף.



איור 1

אתם והגיבורים שלכם מצילים את העולם! מה הלאה, אם כן? המשחק נגמר לעת עתה. אתם לוקחים צעד אחורה, מסתכלים סביב בחדר ועלולים פתאום להתחיל להרגיש בודדים. אולם, אין בכך צורך. מה אם נגיד לכם שלמעשה מעולם לא הייתם לבד, ושלעולם גם לא תהיו לבד? כיצד תרגישו אם נגיד לכם שלכל אחד מאיתנו יש מיליארד גיבורים שחיים איתנו כל הזמן (איור 1)? ישנם יקומים עצומים של מיקרואורגניזמים על ובתוך הגוף שלנו שמלאים בגיבורים מיקרוסקופיים ובעוזרים שלהם. ממש עכשיו, יכול להיות שאין אף אחד איתכם בחדר, אולם ישנם הרבה יצורים מיקרוסקופיים בגוף שלכם שתמיד נמצאים איתכם ונלחמים עבורכם. כל היצורים המיקרוסקופיים האלה, שידועים כ**מיקרואורגניזמים**, הם האורגניזמים החיים הקטנים ביותר שידועים והם מתפקדים כגיבורים עבורנו, אף על פי שאיננו יכולים לראות אותם בעין בלתי מזוינת. הם כל כך זעירים שאנו צריכים מיקרוסקופים כדי לראות אותם. כמובן, יש לנו גם יצורים מרושעים בתוך אותם מיקרו-יקומים, והיצורים האלה מוכנים להילחם כל דקה עם הגיבורים שלנו. מיליארדי מיקרואורגניזמים נלחמים עבורנו אפילו אם איננו מכירים בהם, וכל הקרבות קשורים לבריאות שלנו.

אנו מוקפים על-ידי מיקרואורגניזמים. הם חיים על או בתוך הרבה חלקים שלנו כולל העור, בלוטות החלב, הַשְּׁלִיָה, הריאות, הרוק והפה (איור 1). אולם בלי צל של ספק, המעי הם האיבר הכי מאוכלס בבני אדם, שמכיל יותר מ-70% מכל המיקרואורגניזמים בגוף [1]. המיקרואורגניזמים האלה שחיים במעי (והם נקראים גם **מיקרוביוטה של המעי**) יכולים להיות מועילים או מסוכנים לאנשים. במאמר זה אנו נספר לכם את סיפורם של חלק מגיבורי המיקרוביוטה של המעי שקיבלו סיוע מעוזריהם בזמן שהם נלחמו כנגד יצורים מרושעים במעי של ילד צעיר, כדי להחזיר אותו לקו הבריאות. אנו גם נענה על כמה שאלות, כולל כיצד המיקרוביוטה של המעי משפיעה על בריאותם של בני אדם, מה תפקידה של המיקרוביוטה של המעי בגוף, וכיצד היא מסייעת לנו להתמודד עם מצבים לא בריאים.

מיקרואורגניזמים (Microorganisms)

אורגניזמים זעירים שהם לרוב חד-תאיים. אלה כוללים חיידקים, חלק מהפטריות, וירוסים ומיקרו-אצות.

מיקרוביוטה של המעי (Gut Microbiota)

קבוצה של מיקרואורגניזמים שחיים במעי של בני אדם ולא גורמים למחלות במצב יציב ובריא.

מיקרוביוטה של המעי = גיבורים + רשעים

אם כן, בני אדם קיימים במשותף ומתקשרים באופן שוטף עם המיקרוביוטה של המעי, אשר מכילה יותר ממיליארד חיידקים. אם אתם חושבים על הגוף שלכם כסוף-אורגניזם שמורכב גם מתאים אנושיים וגם מתאי חיידקים, המיקרוביוטה של המעי שלכם מכילה 90% ממספר התאים הכולל של הסוף-מיקרואורגניזם הזה! המיקרוביוטה של המעי מכילה את הגיבורים ואת הרשעים. גיבורי המעי הם המיקרואורגניזמים המועילים שיש להם תפקידים קריטיים במעי האנושי: הם מסייעים עם עיכול, מספקים את חומרי המזון ההכרחיים, מסייעים למערכת החיסון, ונלחמים כנגד הרעלות מזון וחולי [1]. הגיבורים האלה נמצאים בהפסקת אש מתמדת עם הרשעים שידועים גם בשם **פְּתוּבְיוֹנְטִים**. התקשורת בין המיקרואורגניזמים הפתוגניים המועילים במעי היא קריטית מאוד עבור בריאותם של בני אדם, והאיזון הוא די עדין. לרוע המזל, בנסיבות מסוימות כשהפסקת האש מופרת, פתוביונטים יכולים לפגוע בנו ולגרום למחלה.

הפסקת האש נמצאת תחת שליטה הדוקה של כמה קבוצות חיידקים מועילים. חיידקים שנקראים פירמיקוטים ובקטרואידיים הם הקבוצות הדומיננטיות ביותר במעי, ובאופן מופחת גם חיידקי פרוטאובקטריה ואקטינובקטריה גם הם שחקנים מרכזיים במעי האנושי [2]. היחסים בין ארבעת סוגי החיידקים האלה חשובים לבריאות בני אדם. כמה תכונות של אורח החיים המודרני שלנו יכולות להפריע ליחסים בין ארבע קבוצות החיידקים האלה ולתרום להפרה של הפסקת האש, כולל שימוש באנטיביוטיקה ובתרופות אחרות, וגורמים תזונתיים כמו למשל סוכר מזוקק, מזונות מעובדים, מזונות עם מעט סיבי עיכול, מזונות שמכילים גלוטן מחיטה, וחלק משמני הזרעים [3]. כאשר החומרים האלה נצרכים, התקשורת בין סוגי המיקרוביוטה של המעי יכולה להשתנות, וכתוצאה מכך השינוי ביחסים של סוגי חיידקים שונים יכול לגרום לבן אדם לחוות מחלות של הקיבה והמעי כמו למשל שלשול, דלקת הקיבה והמעי, תסמונת המעי הרגז ומחלות מעי דלקתיות [2]. אף על פי שישנם הרבה מחקרים שמנסים להבין את התפקידים המדויקים של המיקרוביוטה של המעי, רק התחלנו להעריך כמה דברים: (i) כיצד המיקרוביוטה של המעי יכולה להשפיע על הבריאות שלנו; (ii) כיצד מיקרוביוטה בריאה של המעי צריכה להיות; ו-(iii) כיצד אנו צריכים לטפל במיקרוביוטה של המעי כדי להישאר בריאים.

עוזרים = פרוביוטה

כמו גיבורים רבים אחרים, כל גיבור מעיים זקוק לעוזרים. במקרה של בריאות בני אדם, העוזרים האלה נקראים **פרוביוטיקה**. פרוביוטיקה הם מיקרואורגניזמים חיים שטובים לבריאות שלנו, במיוחד עבור **מערכת העיכול** שלנו. פרוביוטיקה יכולה לסייע לגיבורי המעי באמצעות החלפת החיידקים המועילים שאבדו, לאזן את חיידקי המיקרוביוטה הטובים והרעים במעי, ולכן לסייע עם כל מחלה שקשורה לעיכול. פרוביוטיקה מוסיפה שכבה נוספת של מיקרואורגניזמים מועילים לאלה שכבר קיימים. האורגניזמים הידועים ביותר של פרוביוטיקה נקראים *לקטובצילוס רמנוסוס* וסוגים שונים של *ביפידובקטריום*. למעשה יש לנו חלק מהאורגניזמים האלה במעי שלנו, אולם הם יכולים גם להימצא במזונות רבים כמו יוגורט, לחם, קפיר (משקה חלבי שמופק בתסיסה חיידקית), חמאה וגבינת קוטג'.

פתוביונט

(Pathobiont)

כל מיקרואורגניזם בעל פוטנציאל לגרמת מחלות אשר, תחת נסיבות רגילות, חי בלי לגרום למחלה.

אנטיביוטיקה

(Antibiotics)

סוג תרופה שיחפש ויהרוס חיידקים שמנסים לגרום לנו לחלות. אנטיביוטיקה פועלת טוב כנגד חיידקים, אולם לא כנגד וירוסים.

פרוביוטיקה

(Probiotics)

קבוצת מיקרואורגניזמים (חיידקים) שמסייעת לשמור ולשחזר את החיידקים המועילים במעי שלנו כשהיא נצרכת.

מערכת העיכול

(Digestive System)

קבוצת איברים שמעלים מזון כדי לקבל חומרי מזון ואנרגיה, ואשר מסלקים את הפסולת הנתותרת מהפרשות. בבני אדם, מערכת העיכול מכילה את הקיבה, המעי, הלשון, בלוטות הרוק, הבלב, הכבד ושלופתיות השתן.

בחלק מהתנאים האלה, כמו למשל דלקת באוזן או שלשול, רופאים נותנים מרשם לאנטיביוטיקה, שהיא סוג של תרופה שהורגת חיידקים. שימוש באנטיביוטיקה מסייע לאנשים להילחם נגד דלקת רעה, אולם אנטיביוטיקה יכולה גם לפגוע במיקרוביוטה המועילה של המעיים. לקיחת הפרוביוטיקה יכולה לסייע בהחלפת המיקרוביוטה המועילה של המעיים שנהרגה על-ידי האנטיביוטיקה, ולהחזיר את האיזון למיקרוביוטה של המעיים. כמו כן, פרוביוטיקה יכולה לשמור על בריאותם התקינה של אנשים על-ידי הפחתת כמות החיידקים גורמי המחלות במעיים [4]. פרוביוטיקה היא ברובה בטוחה, אולם אנשים מסוימים עלולים לחוות תופעות לוואי כמו למשל גזים, נפיחות, שלשול ואלרגיות של העור, שהן לעיתים קרובות קלות וקצרות טווח. אולם חשוב להתייעץ עם רופא על כל תופעת לוואי חמורה או מתמשכת.

ניצחון בסיועם של עוזרים

למעיים של בני אדם יש פחות או יותר את אותו שטח פנים כמו של מגרש טניס, אולם הם מפותלים מאוד וכך מתאימים לגודל של בטן אנושית. המעיים מחולקים למעיים קטנים ומעיים גדולים. המעיים הקטנים הם צינור שאורכו כ-6 מטרים, והמעיים הגדולים קצרים יותר, אולם הרבה יותר עבים. המעיים הם מקומות מושלמים לחייתם של מיקרובים, בשל הטמפרטורה והעושר המתמיד של חומרי מזון שיכולים לשמש כמזון למיקרוביוטה של המעיים. אצל אנשים מסוימים, המעיים הקטנים יכולים להיות קצרים יותר ולגרום להפרעה שנקראת תסמונת המעי הקצר. בתסמונת המעי הקצר, המעיים הקטנים לא מתפקדים כראוי מאחר שאינם ארוכים מספיק כדי לספוג חומרי מזון כראוי. הסימפטום הראשוני הוא שלשול, שיכול להוביל להתייבשות, בעיות תזונה ואובדן משקל. במקרים מסוימים של תסמונת המעי הקצר, חלק מהפתוביונטים במעיים עלולים לגדול ולגרום להצטברות של מולקולות חומציות בדם. המולקולות החומציות האלה גורמות למטופלים לסבול ממשוה שנקרא **חמצת לקטית**, שיכולה לגרום נזק חמור למערכת העצבים אם אינה מטופלת כראוי. כדי להבין מהי חמצת לקטית, בואו נחשוב על ייצור של יוגורט שאולי אתם אוכלים בבית. הטעם החמוץ של היוגורט נובע מההתמרה הנשלטת של לקטוז – סוכר שנמצא בחלב – לחומצה לקטית, על-ידי חיידקים כמו לקטובצילוס. כמות החומצה המוגבלת ביוגורט שלכם לא מזיקה, אולם ההצטברות הבלתי נשלטת של מולקולות חומציות במחזור הדם של מטופלים שסובלים מחמצת לקטית יכולה לגרום לתסמינים כמו **הזיות**, **אֶטְקְסִיָּה** ודיבור מבלבל.

חמצת לקטית (D-lactic Acidosis)

סיבוכן מטאבולי שמתרחש במעיים שלנו כתוצאה מספיגה בלתי תקינה של פחמימות. זה מוביל להצטברות של חומצה לקטית מסוג D שיכולה להיות מזיקה מאוד עבורנו.

הזיות (Delirium)

מצב מנטלי חמור שמערב בלבול ושינויים בהתנהגות, לרוב כתוצאה מחום גבוה או מחלה אחרת.

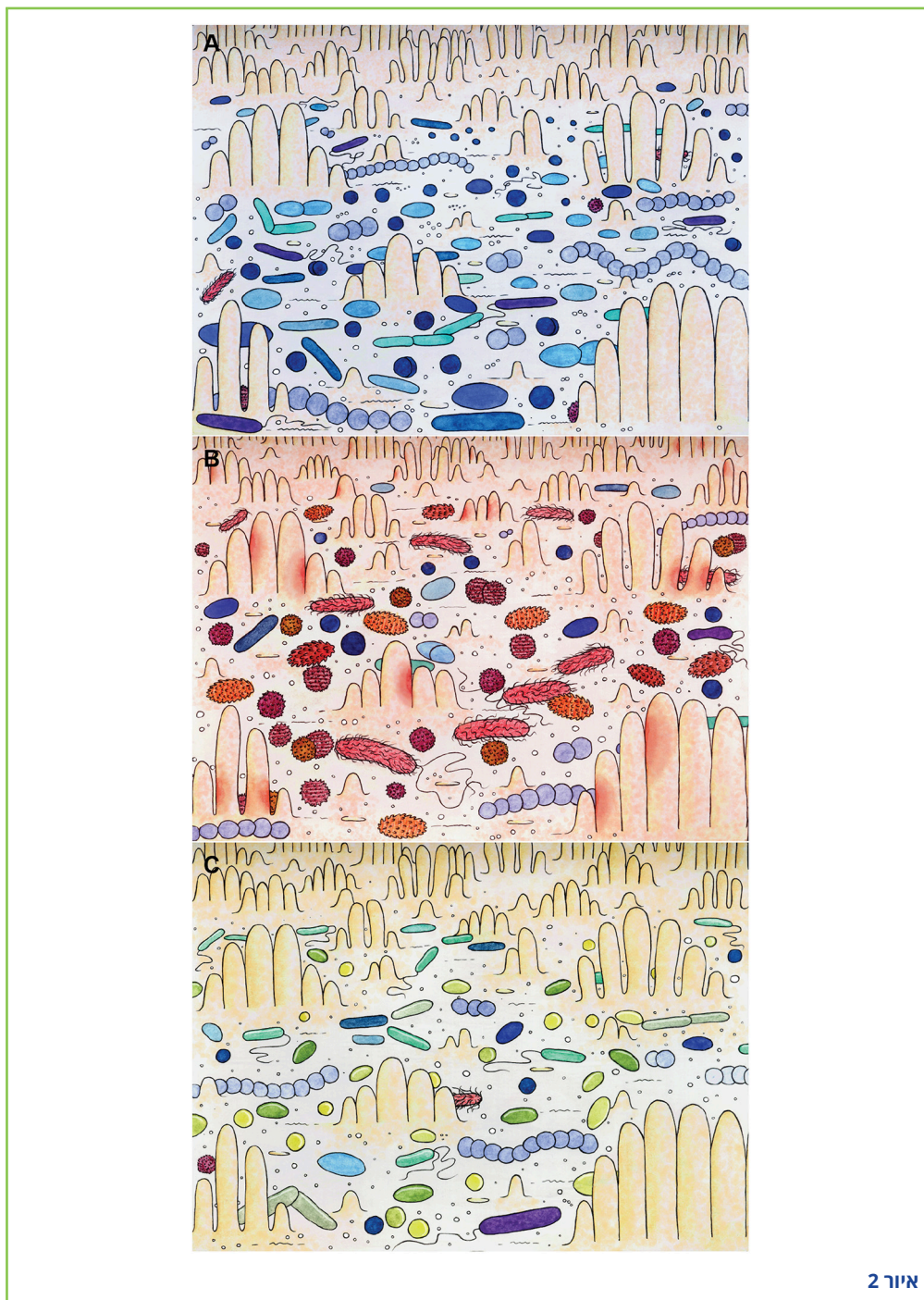
אטקסיה (Ataxia)

חוסר יכולת לתאם תנועות שריריות רצוניות.

הילד הצעיר במחקר שלנו [4], שנולד עם תסמונת המעי הקצר, פיתח תסמינים של חמצת לקטית מדי פעם, כתוצאה מגדילת יתר של לקטובצילוס מרושעים שאכלסו בעודף את המעיים הקטנים שלו. הרשעים האלה כמעט ולא קיימים אצל בני אדם בריאים (איור 2A,B). הרשעים בסיפור הזה לא יכלו להיות מובסים על-ידי גיבורי המיקרוביוטה, והתסמינים של הילד המשיכו אפילו כשהרופאים שלו ניסו להילחם חזרה באמצעות מתן שוטף של אנטיביוטיקה. היינו במצב קריטי, וכדי להחזיר את הילד לקו הבריאות היינו זקוקים נואשות לסיוע מעוזרים. העוזרים האלה היו במהרה לאגדה: פרוביוטיקה נטולת חומצה לקטית. בתוך שלושה שבועות בלבד מתחילת לקיחת הפרוביוטיקה על בסיס יומי, הרשע העיקרי שגרם לתסמינים התחיל להיעלם מהמעיים של הילד (איור 1C). אחרי 323 ימים של פרוביוטיקה, כבר לא היה ניתן לאתר אף אחד מהרשעים ביציאות של הילד. אפילו היום, הילד בריא וחופשי מחמצת לקטית. לסיכום, הצלחנו לסייע לגיבורי המעיים באמצעות עוזרים שסייעו לקרב כנגד הרשעים במעיים.

איור 2

שינויים במיקרוביוטה של המעי שמשפיעים על בריאותם של בני אדם. **(A)** מעיים בריאים עם מגוון מיקרובי גדול והרבה גיבורי מעיים (שמוצגים על-ידי גוונים שונים של כחול). הגיבורים מונעים את התפשטותם של רשעי הלקטובצילוס (באדום). במצב הזה, גיבורי המעי והרשעים נמצאים באיזון של הפסקת אש שברירת. **(B)** מעיים לא בריאים עם אכלוס יתר לא רגיל של רשעי לקטובצילוס (באדום). במעיים **(C)** השגה מחודשת של מיקרוביוטה בריאה דרך לקיחת חיידקי פרוביוטיקה כעוזרים של גיבורי המעי - שילוב של לקטובצילוס ושל ביפידובקטריום, שמוצגים בגוונים שונים של ירוק. העוזרים האלה מסייעים להילחם כנגד ולהפחית את כמותם של רשעי המעי.



איור 2

היו עדינים לגיבורי המעי שלכם

במהלך העשור האחרון, חשיבותם של גיבורי המעי נעשתה מוקד מחקר מרכזי בבריאות בני אדם. אולם מחקרים מעטים בלבד בחנו את המיקרוביוטה אצל מטופלים עם תסמונת המעי הקצר. במחקר שלנו הראינו שבמקרים מסוימים של חולי גיבורי המעי עשויים להיזקק לסייע שניתן על-ידי פרוביוטיקה. עבור הילד הצעיר במחקר שלנו, פרוביוטיקה הייתה המפתח לירידה ארוכת טווח במספר הרשעים במעי שלו. אולם במרבית המקרים שימוש באנטיביוטיקה הוא עדיין הדרך החשובה ביותר להילחם כנגד זיהומים קשים. אף על פי שפרוביוטיקה יכולה לסייע

להחזיר אותנו לקו הבריאות, חשוב לזכור שאנו עדיין תמיד צריכים ללמוד כיצד לשמור על עצמנו בריאים. אנו צריכים לעקוב אחר הוראותיהם של הרופאים שלנו, ולא לשכוח לטפל בגיבורי המעיים שלנו כל יום: אכלו מזונות בריאים ובצעו פעילות גופנית באופן קבוע!

מאמר המקור

Yilmaz, B., Schibli, S., Macpherson, A. J., and Sokollik, C. 2018. D-lactic acidosis: successful suppression of D-lactate-producing *Lactobacillus* by probiotics. *Pediatrics* 142:e20180337. doi: 10.1542/peds.2018-0337

מקורות

1. Yilmaz, B., and Li, H. 2018. Gut microbiota and iron: the crucial actors in health and disease. *Pharmaceuticals (Basel)*. 11:E98. doi: 10.3390/ph11040098
2. Yilmaz, B., Juillerat, P., Oyas, O., Ramon, C., Bravo, F. D., Franc, Y., et al. 2019. Microbial network disturbances in relapsing refractory Crohn's disease. *Nat. Med.* 25:323–36. doi: 10.1038/s41591-018-0308-z
3. Hooper, L. V., Midtvedt, T., and Gordon, J. I. 2002. How host-microbial interactions shape the nutrient environment of the mammalian intestine. *Annu. Rev. Nutr.* 22:283–307. doi: 10.1146/annurev.nutr.22.011602.092259
4. Yilmaz, B., Schibli, S., Macpherson, A. J., and Sokollik, C. 2018. D-lactic acidosis: successful suppression of D-lactate-producing *Lactobacillus* by probiotics. *Pediatrics*. 142:e20180337. doi: 10.1542/peds.2018-0337

פורסם אונליין: 09 בנובמבר 2021

נערך על ידי: Michel Goldman, Free University of Brussels, Belgium

ציטוט: Yilmaz B, Carvalho JC and Marialva M (2021) עולם המעיים – מלא בגיבורי בטן שצריכים עוזרים. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2019.00111-he

תורגם והותאם: Yilmaz B, Carvalho JC and Marialva M (2019) The Intestinal Universe—Full of Gut Heroes Who Need Sidekicks. *Front. Young Minds* 7:111. doi: 10.3389/frym.2019.00111

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

COPYRIGHT © 2019 © Yilmaz, Carvalho and Marialva 2021. 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 (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

AYDEN, גיל: 11

קוראים לי Ayden, ואני הולך לבית ספר בניו-יורק סיטי. המקצועות האהובים עליי הם היסטוריה ואנגלית מאחר שאננו לומדים עובדות מרתקות וקוראים ספרים מעניינים. אני רץ בקבוצת האתלטיקה של בית הספר שלי והגענו למקום רביעי מתוך 20 בתי ספר. אני גם נהנה לבלות זמן עם חברים ולשחק במשחקי וידאו. אני אוהב לשחק גולף ונהנה לצפות במקצוענים משחקים כמעט כל סוף שבוע.

HANNAH, גיל: 10

אני בכיתה ד ואני לומדת מהבית. בזמני הפנוי אני נהנית לעסוק בטניס, בקריאה, במשחק עם האחיינים שלי וברגיעה עם הכלב והחתול שלי. אני אוהבת ללכת למסעדות, ואוכל סיני חריף הוא המטבח האהוב עליי.

JOSHUA, גיל: 13

אני לומד מהבית, ואני נהנה לנגן על פסנתר, להתחרות בטניס ולקרוא. נכון להיום, הסופר האהוב עליי הוא ג'יימס הרויט. יש לי כרכים שלמים של קלווין והובס של ביל ווטרוסון, ושל הצד הרחוק של גרי לארסון.

SAHASRA, גיל: 13

שלום, אני Sahasra, עולה לכיתה ט. אני מחכה בקוצר רוח להתחיל את התיכון. אני מתעניינת במדע ובשפות. אני אוהבת להאזין למוזיקה ולקרוא ספרים. ג'.ק. רולינג היא הניבורה שלי. כדורעף הוא התשוקה שלי. אני משחקת עבור בית הספר שלי ומועדון מקומי. הייתי רוצה לעסוק בקריירה במדעי החיים או בשירותי הבריאות.

ZOE, גיל: 7

שמי Zoe ואני עולה לכיתה ב. התחביב האהוב עליי ביותר הוא ריקוד ורקדתי בתיאטרון ג'ויס בניו-יורק סיטי. אני אוהבת לטייל ולעשות קמפינג עם המשפחה שלי. החלק האהוב עליי ביותר בקמפינג הוא צליית מרשמלו! אחרי יום ארוך בבית הספר, אני אוהבת לבלות עם הוולש טרייר בן ה-5 שלי ששמו דיוק.

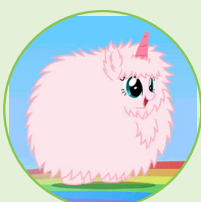
הכותבים

BAHTIYAR YILMAZ

נולדתי בבולגריה אולם עברתי לאיסטנבול כילד צעיר. סיימתי את התואר הראשון והשני שלי בהנדסת אבולוציה של שמרים באוניברסיטה הטכנית של איסטנבול (טורקיה) ולאחר מכן קיבלתי את הדוקטורט שלי באימונולוגיה ממכון גולבנקיאן דה ציאנסיה (אויירס, פורטוגל). במהלך מחקר הדוקטורט שלי, גיליתי שמיקרוביטה של המעיים יכולה לעורר מנגנון הגנה טבעי נגד מלריה, מחלת דם שמועברת על-ידי יתושים ונגרמת על-ידי טפיל. לאחר מכן עברתי לברן, שווייץ, שם ערכתי מחקר במטרה להבין את תפקיד הקהילות המיקרוביות במטופלים שמאובחנים עם דלקת כרונית במעיים. *bahtiyar.yilmaz@dbmr.unibe.ch

JOANA C. CARVALHO

נולדתי בליסבון, פורטוגל, וגדלתי בעיר קטנה בדרום. שם, סקרנות אינסופית לגבי חיות הטבע ורצון מתמיד לגלות את כל הפרטים לגביהן הולידו את ההחלטה ללמוד ביולוגיה. בשנת 2015 סיימתי תואר ראשון בביולוגיה



אבולוציונית והתפתחותית, בפקולטה למדעים באוניברסיטת ליסבון. כיום זמני מחולק בין ספסל המעבדה, בחקירת מערכת החיסון של זבוב הפירות, ובין שולחן הסטודיו, בו אני משתמשת באילוסטרציות כדי לתקשר את כל מה שיקר לליבי.



MARTA MARIALVA

לאחר השלמת הדוקטורט שלי בביולוגיה אבולוציונית, החלטתי לשנות כיוון בקריירה המדעית שלי כך שאוכל להתחיל הרפתקה חדשה ולשלב בין שתי התשוקות שלי: מדע וחינוך. כך ייסדתי במשותף את מה שאני מכנה הגרסה הטובה ביותר שלי: גינקו אדוקה. אני משתמשת בשיטה המדעית בניסויים כדי לגרות חשיבה ביקורתית במוחות צעירים ולעודד גישות של פתרון בעיות. אני באמת מאמינה שחינוך מדעי הכרחי לבניית היסודות לעתיד מתוקן, סבלני וירוק יותר, וזה מרגיש טוב להיות עם האנשים הנכונים ולצעוד בכיוון הנכון.

Hebrew version
provided by

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

