

## מיקרוביוטת המעיים ובריאותנו – השפעה הדדית

Markus Arnoldini<sup>1\*</sup>, Verena Lentsch<sup>1</sup>, Daniela Latorre<sup>2</sup>, Giorgia Greter<sup>1</sup>, Emma Slack<sup>1</sup>, Ambra Giorgetti<sup>1</sup>, Alessandro Groppo<sup>3</sup>, Lilian Kha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>המחלקה למדעי הבריאות וטכנולוגיה; המכון למזון, לתזונה ולבריאות; המכון השווייצרי הפדרלי לטכנולוגיה (ETH) בציריך, ציריך, שווייץ  
<sup>2</sup>המחלקה לביוטכנולוגיה, המכון למיקרוביולוגיה, המכון השווייצרי הפדרלי לטכנולוגיה (ETH) בציריך, ציריך, שווייץ  
<sup>3</sup>המכון השווייצרי הפדרלי לטכנולוגיה (ETH) בציריך, ציריך, שווייץ

### סוקרות צעירות

**AISLING**  
גיל: 9



**MRIDULA**  
גיל: 15



### מיקרובים (Microbes)

כל היצורים החיים שאינם נראים בעין בלתי מזוינת. הם נמצאים במרבית המקומות על פני כדור הארץ, ומבצעים תפקודים חשובים בסביבה ועבור בריאותנו, אך חלקם גורמים למחלות.

המיקרובים במעיים האנושיים, המְכֻנָּים גם מיקרוביוטת מעיים, ידועים כממלאים תפקיד חשוב בתחושותינו ובריאותנו. במרבית המקרים עדיין לא ידוע לנו כיצד המיקרוביוטה מווסתת את הבריאות, וטיפולם רפואיים שמטרתם לשנות את המיקרוביוטה לשיפור בריאותם של אנשים, רק מתחילים להיות בשימוש. במאמר זה נסביר כיצד מיקרוביוטת המעיים נחקרת כיום, מה אנו מבינים בשלב זה על האופן שבו היא משפיעה על הבריאות, ואילו דרכים כבר משמשות, או נחקרות, במטרה להשפיע על המיקרוביוטה לשפר את בריאותנו.

### מיקרוביוטת המעיים – תעודת זהות

הם נמצאים בתוכנו, עלינו, הם חלק מאיתנו... מיקרובים! מיקרובים הם אורגניזמים כל כך קטנים שאיננו יכולים לראותם בעינינו. בתוך גופנו ועליו יש לנו בקירוב אותה כמות מיקרובים כמו תאים אנושיים. מיקרובים אֶכְלְסוּ בני אדם במשך מיליוני שנים, והתפתחנו יחד. במהלך הקשר הארוך, נעשינו תלויים זה בזה: אנו מציעים למיקרובים מזון ומקום לחיות

בו, ובתמורה הם עובדים עבורנו. כיום אנו רק מתחילים להבין את ההשפעות הרבות שיש למיקרובים עלינו, וישנן דוגמאות מפתיעות: הם מסייעים לנו לעכל מזון; לְאִמֵּן את מערכת החיסון שלנו; להגן עלינו מפני זיהומים; לווסת את תיאבוננו, ואפילו להשפיע על רגשותינו. מרבית המיקרובים בגופנו חיים במעיים, שהם אחד הממשקים הגדולים ביותר בינינו – המארחים – לבין המיקרובים. את אוסף המיקרובים הכולל שחי במעיים שלנו אנו מכנים **מיקרוביוטת מעיים**.

**מיקרוביוטת מעיים (Gut Microbiota)**

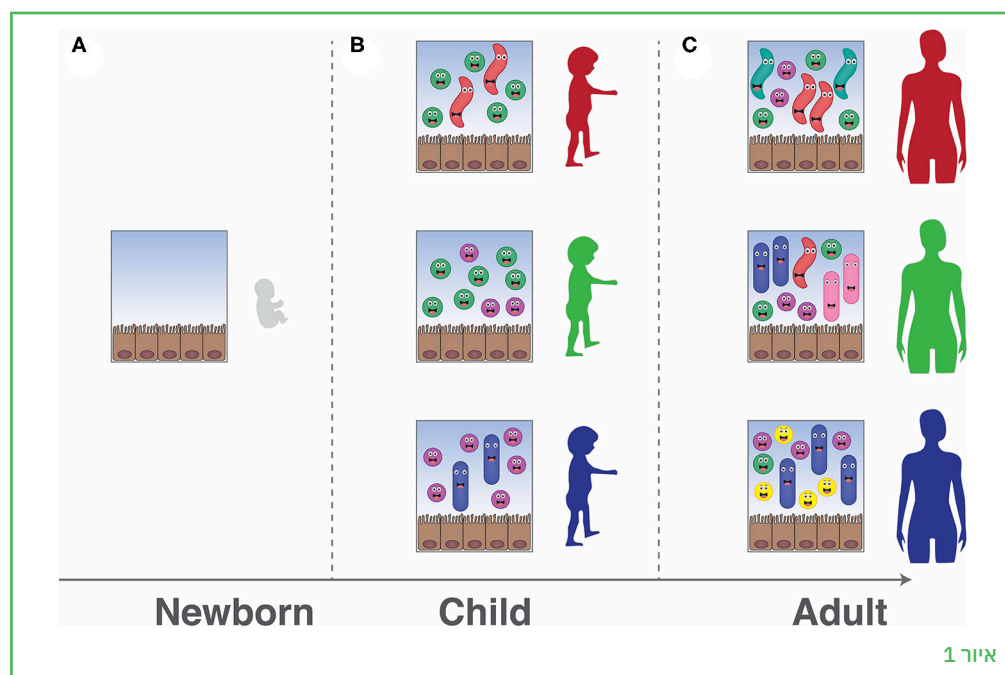
קהילה של מיקרובים שחיים במערכת העיכול שלנו, אחת מחברות המיקרובים הדחוסות ביותר על פני כדור הארץ.

המיקרובים במעיים אינם זהים זה לזה. עד כה, חוקרים זיהו יותר מ-2,000 מיני מיקרובים שחיים בתוך הגוף האנושי, או עליו. כל אדם שונה במספר המינים שחיים במיקרוביוטת המעיים שלו ובשכיחותם, מה שהופך את המיקרוביטה של כל אדם לייחודית.

כיצד מתפתחת מיקרוביוטת המעיים? ישנם מעט סוגי מיקרובים שחיים בתוך עֵבְרִים או עליהם, לפני שהם נולדים. בדרך כלל, תינוקות אנושיים פוגשים מיקרובים בפעם הראשונה בלידתם, וממשיכים לאסוף מיקרובים חדשים כשהם גדלים. המיקרוביטה של ילדים נראית שונה מזו של מבוגרים, ומספר המינים גָּדֵל באופן יציב עד לבגרות (איור 1). אפילו בקרב מבוגרים, הרכב המיקרוביטה עדיין יכול להשתנות, והוא תלוי בגֵנִים שלנו; בסביבה שבה אנו חיים ובמזון שאנו אוכלים.

**איור 1**

מיקרוביוטת המעיים משתנה כשאנו מתבגרים. (A) בקרב ילודים, מעט מאוד מיקרובים נוכחים במעיים. כאשר ילדים גדלים, הם אוספים מיקרובים מאנשים אחרים או מהסביבה, אשר יוצרים את (B, C) מיקרוביוטת המעיים. מיקרוביוטת המעיים משתנה ונעשית מגוונת יותר עם הזמן. התערובת המדויקת של מיקרובים אצל כל אדם היא ייחודית, ולכן המיקרוביטה של כל אחד נראית שונה.



איור 1

**מהי מיקרוביוטת מעיים בריאה?**

אנו יודעים שמיקרוביוטת מעיים בריאה היא חשובה. אך, מהי מיקרוביטה בריאה? מורכב מאוד להשיב על השאלה הזו, אף על פי שמדענים רבים עובדים קשה כדי לענות עליה. מספר המינים השונים של מיקרובים, והשכיחויות היחסיות של המינים האלה, משתנים בין אנשים ואפילו בתוך אותו האדם על פני הזמן. נוסף על כך שינויים גופניים עשויים להפוך חלק ממיני המיקרוביטה ממאכלסים בלתי מזיקים לפולשים מזיקים. כתוצאה מכך, בכל

פעם שמהו משתנה במעיים, מאות דברים אחרים משתנים גם כן, מה שמקשה מאוד על מדענים להבין אילו מהשינויים האלה הם בעלי חשיבות.

אחת הדרכים שבהן מדענים חוקרים את התפקוד של מערכת מורכבת שכזו, היא שימוש בעכברים שמגודלים בתנאים נקיים במיוחד, כך שאין להם מיקרוביטה כלל, אך הם עדיין בריאים. מדענים נותנים לעכברים האלה חלק ממיקרוביוטת מעיים שבודדו מאנשים בריאים או חולים. אם רק העכברים שניתנה להם מיקרוביטה "חולה" מפתחים את המחלה, הדבר מלמד שהמחלה נגרמת מהמיקרוביטה, מאחר שהיא ההבדל היחיד בין העכברים. במרבית המקרים איננו מבינים עדיין את מנגנון יצירת המחלה מהמיקרוביטה.

### כיצד מיקרוביוטת המעיים יכולה לשמור עלינו בריאים?

במקרים מסוימים, יש לנו הסברים לאופן שבו המיקרוביטה משפיעה עלינו. אחד מהם הוא האינטראקציה של המיקרוביטה עם מערכת החיסון. מערכת החיסון במעיים צריכה למנוע ממיקרובים מסוכנים לגרום למחלות, אך עליה גם לא להגיב בעודף למיקרוביטה תקינה. מצב זה מושג על ידי איזון בין אותות מפעילים ומפסיקים של מערכת החיסון. אם האיזון מופרע ונוצרים בעיקר אותות מפעילים, עלולה להיגרם מחלה. מדענים גילו שחומר הפסולת שמשתחרר על ידי המיקרוביטה, שנקרא חומצה בוטירית, יכול להורות למערכת החיסון ליצור אותות מפסיקים נוספים. באופן זה המיקרוביטה מסייעת לשמור על האיזון, ומונעת ממערכת החיסון להגיב בעודף [1].

מקרה שני שלגביו יש לנו הבנה מסוימת של האופן שבו מיקרוביטה משפיעה עלינו, הוא התפקוד של מיקרוביטה במניעת זיהומים במעיים. אם אתם אוכלים מזון או שותים מים שמכילים מיקרובים שעשויים לגרום לכם לחלות (סלמוֹנֵלָה היא דוגמה למיקרוב כזה, שיתכן ששמעתם עליו), במקרים רבים תישארו בריאים, לעיתים קרובות בשל פעילותה של מיקרוביוטת המעיים שלכם. מיקרוביוטת המעיים נלחמת ישירות בפולשים באמצעות יצירת חומרים שיכולים לפגוע בהם, על ידי גירוי מערכת החיסון שלכם להגברת עמידותכם לחיידקים מזיקים, ועל ידי צריכת כל המזון הֶזְמִין, כך ששום דבר לא יישאר עבור הפולשים [2].

מקרה שלישי שבו אנו מבינים את השפעת המיקרוביטה על בריאותנו, הוא תפקידה ביצירת אנרגיה מהמזון שלנו. האם אי פעם שמעתם על המונח "סיבים תזונתיים"? סיבים תזונתיים מצויים בשפע בפירות וברקות, ומכילים אנרגיה רבה. אך האנרגיה הזו לא יכולה לשמש את גופנו מאחר שאין לנו את המנגנון המתאים לנצלה. אולם, למיקרוביוטת המעיים יש את המנגנון הזה, והמיקרובים יכולים לעכל סיבים תזונתיים ולשחרר חלק מהאנרגיה לשימושנו. באופן הזה, המיקרוביטה שלנו מייצרת 10% מהאנרגיה הכוללת שאנו משתמשים בה בכל יום [3]. זהו גורם חשוב להישרדות אם אין מספיק מזון, אולם אם יש יותר מדי מזון סביבנו, התהליך הזה עלול לתרום להשמנת יתר.

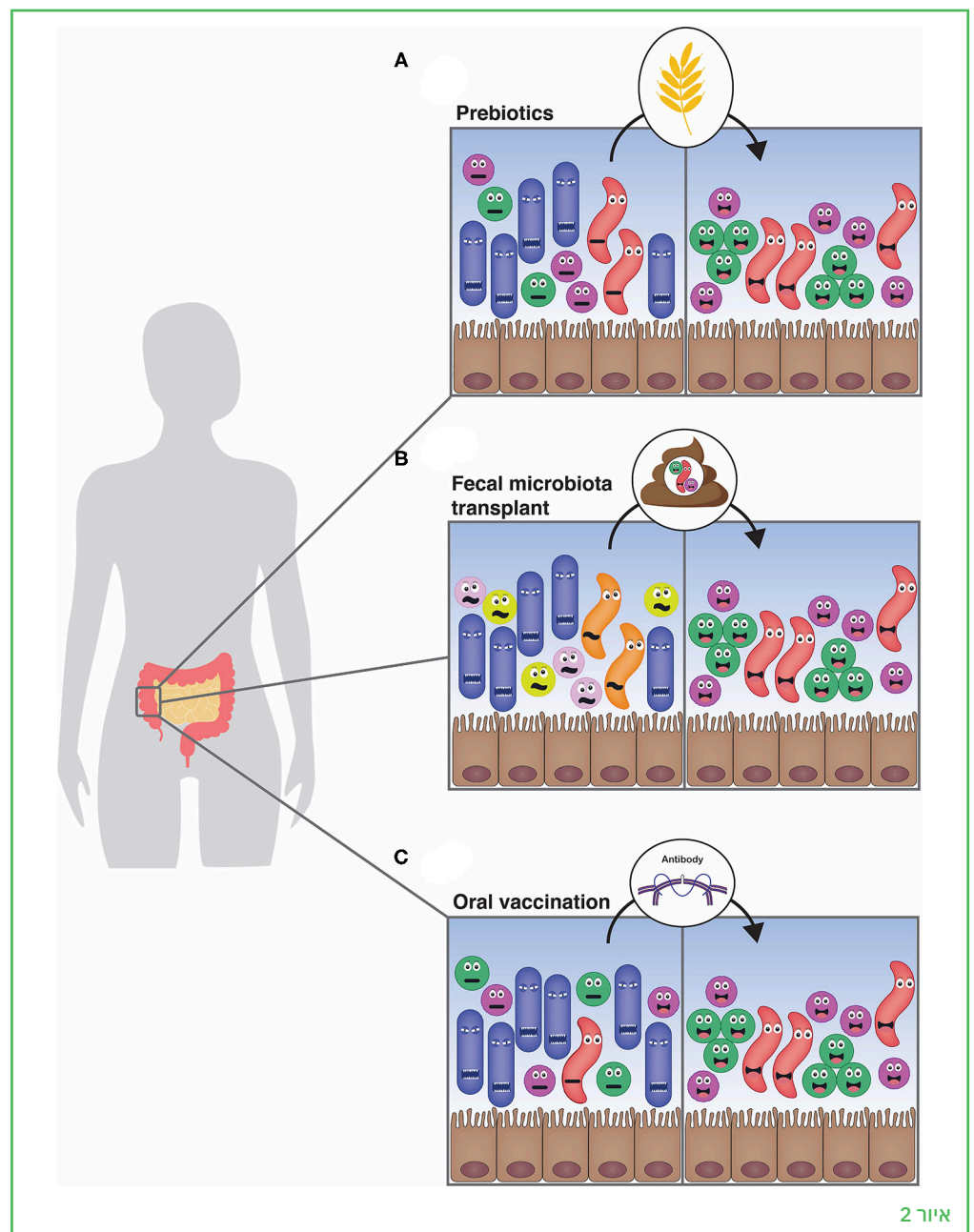
## דרכים לביצוע מניפולציות על מיקרוביטת המעיים

מיקרוביטת מעיים בריאה חשובה עבור חלק מהתפקודים העיקריים בגופנו. אך אפילו אם המיקרוביטה שלנו בריאה, אירועים כמו פלישת חיידקים מסוכנים או שימוש באנטיביוטיקה יכולים לשנותה באופן דרמטי. במקרים מסוימים, השינויים האלה במיקרוביטת המעיים עשויים לגרום למחלות.

בעשורים האחרונים, התגלו דרכים לסייע לנו לשמור על מיקרוביטה בריאה או לתמרן את הרכב המיקרוביטה. ישנן התערבויות רבות שמסייעות לקדם מיקרובים מועילים מסוימים, ולדכא את המיקרובים המסוכנים. נפרט לגבי שלוש התערבויות שכאלה (ראו גם איור 2).

איור 2

מניפולציות במיקרוביטת המעיים לשיפור הבריאות. (A) פּרֶבְיוֹטִיקוֹת הן רכיבים של מזון שיכולים להזין מיקרובים רצויים באופן פרטני. המיקרובים המועילים יגדלו אז במספרם במעיים, מה שִׁשְׁנָה את המיקרוביטה, ובתקווה יחסל את המיקרובים הבלתי רצויים. (B) שתלי צואה מאפשרים להכניס מיקרוביטה ממעיים של אדם בריא לתוך מעיים של אדם חולה. השתלים האלה יכולים להועיל כטיפול בזיהומים שנגרמים עקב חיידק מסוכן שנקרא קלוֹסְטְרִידִיּוֹם דִּיפִּיֶצִילָה. (C) חיסון כנגד סוג מיקרוב מסוים במיקרוביטה יכול לאמן את מערכת החיסון ליצור נוגדנים כנגד המיקרוב הזה, מה שמסייע לגוף לשטוף החוצה מיקרובים בלתי רצויים.



איור 2

## פְּרֵבִּיּוֹטִיקוֹת

למיקרובים שונים העדפות מזון שונות. דרך אחת לתמיכה במיקרובים מועילים היא לסייע להם לגדול על ידי כך שמספקים להם מזונות שהם הכי אוהבים [4]. החומרים התזונתיים המועדפים האלה נקראים פְּרֵבִּיּוֹטִיקוֹת. לדוגמה, חלק מהמינים של חיידקים מועילים אוהבים לאכול סוגים מסוימים של סיבים תזונתיים. דרך אחת לחשוב על כך היא לְדַמּוֹת מרוץ מכוניות, שבו משתתפות מכוניות שונות שזקוקות לסוגי דלק שונים. אכילת פרבייטיקות היא כמו אספקת דלק רק למכוניות שאתם רוצים שיזכו (החיידקים המועילים), ואי-אספקת דלק למכוניות האחרות.

## השתלת צואה

דרך אחרת לשנות את המיקרוביטה היא העברה של מיקרוביוטת מעיים מאדם בריא (התורם) לאדם חולה (המקבל). זה נקרא **השתלת צואה**, וניתן לְדַמּוֹת זאת להחלפת קבוצת כדורגל שאינה משחקת טוב, בקבוצה אחרת. השתלת צואה מתבצעת על ידי לקיחת מיקרוביוטת המעיים מצואת התורם, והשתלתה בתוך המעיים של המקבל, או על ידי בליעת גלולה או דרך צינור שמוכנס מהאף או מהחלחולת. למרות שזה לא נשמע מושך, עבור מחלה אחת, נראה שהשתלות צואה פועלות היטב – זיהומי קְלוֹסְטְרִיִדְיוֹם דִּיפִּיֶצִילָה חוזרים. קלוסטרודיום דיפיצילה הוא מיקרוב שיכול לשגשג אם מיקרוביוטת המעיים מופרעת, ולגרום למחלה חמורה ביותר. ניתן להרוג אותו באמצעות אנטיביוטיקה, אך עמידותו לאנטיביוטיקה היא שכיחה, ולעיתים קרובות המחלה חוזרת כשהמטופלים מפסיקים ליטול את האנטיביוטיקה. השתלות צואה מְרַפְאוֹת 80-90% מהאנשים שסובלים מהמחלה הזו, ובדרך כלל הן בטוחות, אך לעיתים קרובות הן משפיעות על מיקרוביוטת המעיים של המקבלים באופן בלתי צפוי.

## הנדסת מיקרוביטה מדויקת

מחקר עכשווי מתמקד בשינויים ממוקדים יותר של המיקרוביטה, במטרה להימנע מחלק מההשפעות הבלתי צפויות של השתלות צואה. אחת האפשרויות היא **חיסון אֶנְרָאֵלִי** כנגד מיקרובים בלתי רצויים מסוימים. כמו מרבית החיסונים האחרים, חיסון אוראלי מנחה את מערכת החיסון לייצר חלבונים שנקראים נוגדנים, אשר נצמדים למיקרובים המיועדים. הנוגדנים מדביקים את המיקרובים האלה יחד לגושים גדולים, אשר קל יותר לשטוף מחוץ למעיים [5]. כדי לסייע בתהליך הזה, אפשר להשתמש בתכסיס אחר: מיקרוב שדומה מאוד למיקרוב שבו החיסון מתמקד, אך אינו מזיק, יכול להינתן בתור חיסון. המיקרוב הזה נקרא **מתחרה נִיֶּשָׁה**. מתחרה הנישה מקשה עוד יותר על חייו של המיקרוב הבעייתי מאחר שהוא מתחרה איתו על מזון ועל מרחב מחיה. דְּמּוּזָאֵת למשחק כיסאות מוזיקליים: מערכת החיסון שומרת על המיקרובים המיועדים במרחק, ומי שמהיר יותר ומסתגל טוב יותר, יכול לתפוס את מקומם. האסטרטגיה הזו מראה תוצאות מבטיחות, והמחקר נמצא בתהליך להרחבת השימושים בה.

### פרבייטיקה (Prebiotics)

רכיבי מזון שמזינים במיוחד חברים מועילים של מיקרוביוטת המעיים, במטרה לקדם על פני אחרים.

### השתלת צואה (Fecal Microbial Transplant)

העברה של מיקרוביוטת מעיים בצואה של אדם בריא לאדם עם מיקרוביוטת מעיים חולה. השיטה הזו משמשת כיום לטיפול בזיהומי קלוסטרודיום דיפיצילה חוזרים.

### חיסון אוראלי (Oral Vaccination)

אימון מערכת החיסון לתגובה כנגד מיקרובים ספציפיים על ידי בליעת מיקרובים שהומתו, או חלקים ממיקרובים.

### מתחרי נישה (Niche Competitors)

חברים בקהילה ביולוגית שזקוקים לאותם המשאבים (חיים באותה הנישה האקולוגית), ונמצאים בתחרות ישירה ביניהם.

## מסר להמשך

אנו רק מתחילים להבין את הדרכים שבהן מיקרוביוטת המעיים משפיעה על בריאותנו ועל רווחתנו, אך כבר יודעים שיש לה השפעה חזקה, ושישנן דרכים חכמות להשפיע עליה. הבנת התפקיד של מיקרוביוטת המעיים היא תחום מחקר פעיל מאוד. בזמן שקבוצות מסוימות ברחבי העולם פועלות להגדיר אילו מאפיינים יוצרים מיקרוביוטה "בריאה" או "חולה", אחרות ממשיכות לפתח שיטות ליצירת שינויים מדויקים במיקרוביוטה. המחקר הזה ישפוך אור על הקשרים המורכבים שבין בני אדם למיקרובים, ויוביל לדרכים מיטביות לשיפור הבריאות ואיכות החיים של אנשים רבים.

## מקורות

1. Furusawa, Y., Yuuki, O., Fukuda, S., Endo, T. A., Nakato, G., Takahashi, D., et al. 2013. Commensal microbe-derived butyrate induces the differentiation of colonic regulatory T cells. *Nature* 504:446–50. doi: 10.1038/nature12721
2. Stecher, B., and Hardt, W. D. 2011. Mechanisms controlling pathogen colonization of the gut. *Curr. Opin. Microbiol.* 14:82–91. doi: 10.1016/j.mib.2010.10.003
3. McNeil, N. I., Cummings, J. H., and James, W. P. 1978. Short chain fatty acid absorption by the human large intestine. *Gut* 19:819–22. doi: 10.1136/gut.19.9.819
4. Shepherd, E. S., DeLoache, W. C., Pruss, K. M., Whitaker, W. R., and Sonnenburg, J. L. 2018. An exclusive metabolic niche enables strain engraftment in the gut microbiota. *Nature* 557:434–8. doi: 10.1038/s41586-018-0092-4
5. Moor, K., Diard, M., Sellin, M. E., Felmy, B., Wotzka, S. Y., Toska, A., et al. 2017. High-avidity IgA protects the intestine by enchainning growing bacteria. *Nature* 544:498–502. doi: 10.1038/nature22058

פורסם אונליין: 24 באפריל 2023

עורכת: Suzanne Phelan

מנחים מדעיים: Sathyanarayanan Doraiswamy and Keri McCrickerd

Arnoldini M, Lentsch V, Latorre D, Greter G, Slack E, Giorgetti A, Groppo A and Kha L: **ציטוט:** Front. Young Minds. (2023) מיקרוביוטת המעיים ובריאותנו – השפעה הדדית. doi: 10.3389/frym.2021.576428-he

Arnoldini M, Lentsch V, Latorre D, Greter G, Slack E, Giorgetti A, Groppo A: **תורגם והתאם מ:** and Kha L (2021) How the Gut Microbiota Influences Our Health and How We Can Influence It. *Front. Young Minds* 9:576428. doi: 10.3389/frym.2021.576428

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

Arnoldini, Lentsch, Latorre, Greter, Slack, 2023 © 2021 © COPYRIGHT Giorgetti, Groppo and Kha. 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.

## סוקרות צעירות

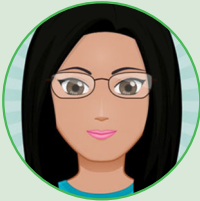
### גיל: 9, AISLING

היי, אני אייסלינג! אני אוהבת לכתוב סיפורים יצירתיים, אוהבת את בית הספר והייתי רוצה שימשיך עוד. הירקות האהובים עליי הם ברוקולי וכרוב סיני, והמזון האהוב עליי הוא טוקבוקי וְרָאָמְן!



### גיל: 15, MRIDULA

היי, אני מְרִידוּלָה. מדע ואנגלית תמיד היו בין המקצועות האהובים עליי בבית הספר. זו הסיבה לכך שהתעניינתי מאוד כשגיליתי את קהילת פרונטירז מדע לצעירים. אני נרגשת מהאפשרות לספק משובים מועילים לכותבים, ובמקביל ללמוד על ההתרחשויות רבות-העוצמה במדע ברחבי העולם.



## הכותבים

### MARKUS ARNOLDINI

בימינו, כולם יודעים שיש לנו מיקרואורגניזמים קטנים בתוך הגוף ועליו. הם חשובים לבריאותנו, אך לעיתים הם גם גורמים לנו לחלות. אני חוקר כיצד גופנו והתנהגותנו בוחרים אילו מיקרואורגניזמים חיים בתוכנו, וכיצד הם מתקשרים זה עם זה. האם "חיידקים הטובים" תמיד טובים, או שהם יכולים לעיתים לפנות כנגדנו ולגרום למחלות? אני עורך את המחקר במכון הטכנולוגי הפדרלי (ETH) בציריך, שווייץ. נוסף על עריכת ניסויים וניתוח הנתונים מהם, חלק חשוב בלהיות מדען הוא לוודא שהממצאים שלנו מגיעים לאנשים, כך שעובדות מדעיות יוכלו לשמש כבסיס לקבלת החלטות מידעיות.

\*[markus.arnoldini@hest.ethz.ch](mailto:markus.arnoldini@hest.ethz.ch)



### VERENA LENTSCH

כיצד אנו יכולים לפתח חיסונים אוראליים יעילים? מה עוד עלינו לשנות במיקרוביוטת המעיים באופן ממוקד? האם אנו יכולים להשתמש בגישה הזו כדי להפחית עמידות לאנטיביוטיקה בקרב חיידקים? אלה שאלות שמעסיקות אותי בדוקטורט שלי במכון הטכנולוגי הפדרלי (ETH) בציריך, שווייץ. נוסף על המחקר במעבדה, אני מנסה לחלוק את הממצאים שלי לא רק עם מדענים עמיתים, אלא גם עם הציבור. אם נעשה זאת ביעילות, נוכל לסייע לכולם להבחין בין חדשות אמיתיות לחדשות כוזבות.



### DANIELA LATORRE

כיצד מערכת החיסון פועלת בהקשר לחיסונים? אילו אוכלוסיות של תאים חיסוניים מעורבות? כיצד אנו יכולים לשפר את התגובות החיסוניות למניעת זיהומים או לשיפור הטיפול בהם? אני חוקרת את ההיבטים האלה בקרב אנשים בריאים, ובקרב מטופלים שמושפעים מלקויות חיסוניות או אוטואימוניות. אני עובדת במכון הטכנולוגי הפדרלי (ETH) בציריך, שווייץ. מאמינה שֶהִפְצָת ידע מדעי לאנשים צעירים ולקהילה שאינה מדעית היא חלק מתפקידנו בתור מדענים, במטרה לסייע לכולם להבין מדע ולהימנע מהפצת חדשות כוזבות.



**GIORGIA GRETER**

האם ידעתם שיש לכם מערכת אקולוגית זעירה בתוך המעיים? כל החברים בה מתקשקים ברשת גדולה, כלומר שינוי של דבר אחד מתוכם משנה את כל הדברים סביבו. אני מנסה לענות על חלק מהשאלות לגבי האופן שבו חיידקים במעיים קשורים זה לזה, ועורכת את מחקרי במעבדה במכון הטכנולוגי הפדרלי (ETH) בציריך, שווייץ. אחד החלקים החשובים ביותר בעבודתי הוא לתקשר את המחקר שלי עם שאר העולם, כדי לסייע לעצב את הידע הציבורי הכללי.

**EMMA SLACK**

האם אי פעם תהיתם כיצד מערכת החיסון שלכם פועלת במעיים שלכם? כיצד אנו שומרים על חיידקים "רעים" בחוץ ועל חיידקים "טובים" בפנים? כיצד המזון שלנו משפיע על בריאותנו? האם באפשרותנו לייצר חיסונים יעילים שנוכל לבלוע? האם אנו יכולים לגרום לאנשים ולחיות של חיות להיות בריאים יותר על ידי שינוי חיידקי המעיים שלהם? אלה שאלות שמעסיקות אותי ואת קבוצת המחקר שלי. אנו עובדים במכון הטכנולוגי הפדרלי (ETH) בציריך, שווייץ. אני גם אוהבת ללמד מדע ולתקשר אותו כך שכולם, ולא רק מדענים, יוכלו להיות מעודכנים בהתקדמות המדהימה שמתרחשת.

**AMBRA GIORGETTI**

אני דוקטורנטית במעבדה לתזונה אנושית במכון הטכנולוגי הפדרלי (ETH) בציריך, שווייץ. אני חוקרת דרכים אפשריות לשיפור הבטיחות של תוספי מזון, בפרט אלה שמכילים ברזל. תוספי מזון עם ברזל מעודדים גדילה של חלק מ"החיידקים הרעים" במיקרוביוטה שלנו, מה שעשוי להוביל להתפתחות מחלות מסוימות, כמו למשל שלשול. בפרויקטים שלי, אנו מנסים לתמוך במיקרואורגניזמים "טובים" של המיקרוביוטה על ידי הוספת המזון שהם הכי אוהבים – סיבים תזונתיים – לתערובת הברזל.

**ALESSANDRO GROPPPO**

אני תלמיד לתואר שני מציריך, שווייץ, שמתמחה בתזונה ובריאות במחלקה למדעי הבריאות ולטכנולוגיה במכון הטכנולוגי הפדרלי (ETH) בציריך, שווייץ. מאז שנעשיתי מרותק ממערכת העיכול, ומהקשר שלה לבריאות ולמיקרוביוטה, צללתי עמוק יותר לתוך התחום הזה בכך שהשתתפתי בקורס בנושא "מזון, מיקרוביוטה וחסינות: דיון בקאיות". כיום אני נלהב לחלוק עם אחרים את תוצאותי ותשוקתי לתחום.

**LILIAN KHA**

אני חובבת-מזון סקרנית, שלומדת לתואר שני במדעי המזון במכון הטכנולוגי הפדרלי (ETH) בציריך, שווייץ. חקרתי את החשיבות של מיקרוביוטת מעיים ואת מעורבותה בנו ובסביבתנו. זה הוביל למשיכה שלי לנושא זה, שאותה אני רוצה לחלוק עם אחרים.

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