



## האם אפשר לתת לעופות חיידקים טובים כדי למנוע מבני אדם לחלות?

Mary Mendoza<sup>1</sup>, Rizwana Ali<sup>1</sup>, Natalie Roberts<sup>1</sup>, Lauren Boop<sup>2</sup>, Kristin Bedell<sup>3</sup>, Brad Rhew<sup>4</sup>, Hosni M. Hassan<sup>1</sup>, M. Andrea Azcarate-Peril<sup>5</sup> ו Matthew D. Koci<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>מחלקת השלב המוקדם למדעי העופות, האוניברסיטה של מדינת קרוליינה הצפונית, ראלי, קרוליינה הצפונית, ארה"ב

<sup>2</sup>חטיבת הביניים אלסטון רידג', קרי, קרוליינה הצפונית, ארה"ב

<sup>3</sup>בית הספר לחינוך, אוניברסיטת קרוליינה הצפונית, צ'אפל היל, קרוליינה הצפונית, ארה"ב

<sup>4</sup>בית הספר היסודי פטרי, וינסטון-סיילם, קרוליינה הצפונית, ארה"ב

<sup>5</sup>החטיבה לגסטרואנטרולוגיה ולהפטולוגיה (ענף רפואי העוסק בכבד), מתקן ליבת המיקרוביוזיס, המחלקה לרפואה, המרכז לביולוגיה ולמחלות של מערכת העיכול, בית הספר לרפואה, האוניברסיטה של קרוליינה הצפונית, צ'אפל היל, קרוליינה הצפונית, ארה"ב

### סוקרים צעירים

ANSHUL

גיל: 10



LUVENA

גיל: 12



MARIANA

גיל: 15



PRANATEE

גיל: 13



חיידקי הסלמונלה הם מקור עיקרי להרעלת מזון. מוצרי עופות הם בין הגורמים המובילים להתפרצויות של סלמונלה. בעוד שחקלאים; העוסקים בעיבוד מזון וקהילת בריאות הציבור כבר פועלים רבות בניסיון למנוע את המחלה הזו, אנשים עדיין נדבקים בה. הקבוצה שלנו חוקרת כיצד אנו יכולים להשתמש בחיידקים ה'טובים' שבמעיי העופות, כדי לסלק את הסלמונלה מהמעיים. במטרה לבדוק את הרעיון הזה, השתמשנו במגוון תפריטים כדי לשנות את אוכלוסיות החיידקים במעיי העופות. גילינו כי שינויים במספרי החיידקים ה'טובים' יכולים להוביל לירידה ברמות חיידקי הסלמונלה. כעת, אנו מתמקדים בזיהוי החיידקים האחראים לשינויים בכמויות הסלמונלה במעיי התרנגולות, במטרה ליצור תפריט שימגר את

ZARA  
גיל: 15

## הרעלת מזון מחלה שמקורה במזון, (Food-Borne Illness)

מחלה שנגרמת עקב אכילה או שתייה של דבר המכיל חיידקים מזיקים; טפילים; גיפים או כימיקלים. התסמינים כוללים הקאה; שלשול; כאב בטן; חום וצמרמורות.

### איור 1

אילו סוגי מזון גורמים להכי הרבה הרעלות מזון? (A) בארה"ב, אירעו 5,760 התפרצויות של הרעלת מזון משנת 2009 ועד לשנת 2015. מתוכן, ניתן לקשור 1,281 מקרים למקור אחד של מזון. מוצרי עופות – בשר וביצים

(Poultry products – meat and eggs) גרמו לרוב ההרעלות. (28%) אחריהם, בסדר יורד, נמנים מקורות אלה: ירקות (Vegetables, 19%); בשר ומוצרי חלב (Beef and Dairy, 13%); מוצרי חזיר (Pork, 10%); פירות דגים (Fruit, 9%); ופירות-ים (Fish and sea food, 9%); נבטים ועשבים (Sprouts and herbs, 5%), ולבסוף אגוזים וקטניות (Nuts and Beans, 4%) [1].

(B) מתוך 149 התפרצויות של הרעלות מזון שבהן אנשים חלו כתוצאה מצריכת מוצרי עופות, כמעט מחצית (43%) נגרמו על ידי *סלמונלה* [2]. מקרא (משמאל לימין ומלמעלה למטה):

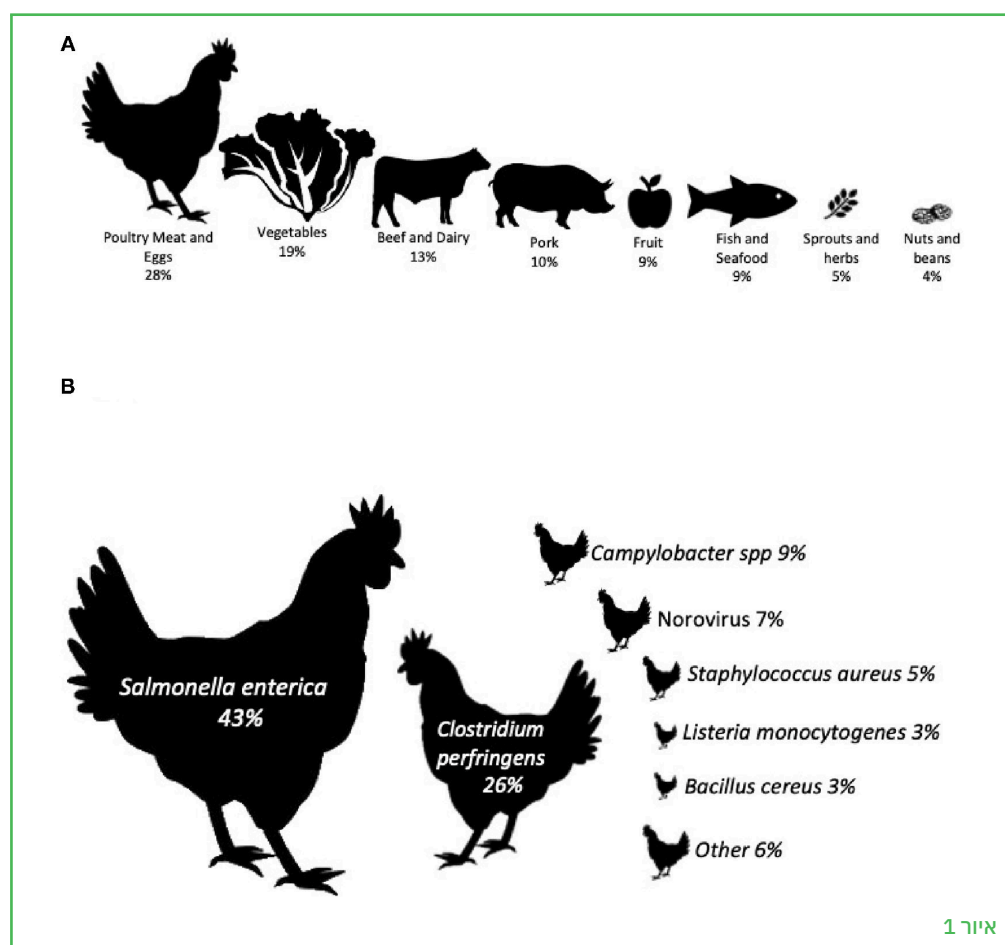
= *Salmonella enterica* סלמונלה אֶנטֶרִיקָה;  
= *Clostridium perfringens* קְלוֹסְטֶרִיּוּם פֶרְפְּרִינְגֵנְס;  
= *Campylobacter spp* קֶמְפִּילוֹבַקְטֶר ס.פ.פ.  
= norovirus = נורו-וִירוּס;  
= *Staphylococcus aureus* סְטֶפִּילוֹקוֹק זָהוּב;  
= *Listeria monocytogenes* לִיסְטֶרְיָה מוֹנוֹצִיטוֹגֵנְס;  
= *Bacillus cereus* בַּצִּילוּס צֶרְאוּס;  
= Other. אחר.

הסלמונלה בעופות. אנו מקווים שכתוצאה מכך, תחול ירידה במספר האנשים הסובלים מהרעלת מזון בעקבות צריכת מוצרי עופות.

## חיידקי הסלמונלה גורמים להרעלת מזון

האם קרה לכם שאכלתם משהו, וכמה ימים לאחר מכן הרגשתם ממש לא טוב? ודאי סבלתם ממשהו שמכונה בדרך כלל **הרעלת מזון**, וידוע גם כמחלות המועברות על ידי מזון. מחלות אלה יכולות להיגרם על ידי חיידקים או גיפים שעלולים להדביק אתכם, אם המזון שאתם אוכלים אינו מבושל כראוי.

סוגי מזון שונים עשויים לשאת סוגים שונים של חיידקים או גיפים, אך בדרך כלל יש קשר בין בשר עוף, ביצים ומוצרי עופות אחרים, לבין הרעלת מזון (איור 1A) [1].



איור 1

ניתן למצוא קשר בין סוגים רבים של חיידקים ושל גיפים לבין מוצרי עופות, אך בארה"ב, חיידקי הסלמונלה אחראים למספר הגדול ביותר של מחלות המועברות על ידי מזון, שמקורן בצריכת מוצרי עופות (איור 1B) [2]. אם אתם אוכלים כריך עוף נגוע בסלמונלה, לאחר 48-72 שעות אתם עלולים לפתח זיהום המלווה בתסמינים הכוללים בחילה; התכווצויות

בבטן; חום; צמרמורות; כאבי ראש; הקאות ושלשול. הזיהום הזה עשוי להימשך עד 7 ימים. לפעמים הזיהום עלול להיות כה חמור, שייתכן שתיאלצו לגשת לבית החולים<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>הרעלת מזון – גורמים, תסמינים וטיפול | ד"ר Claudia יוטיוב, Babylon Health, 16 בינואר, 2020, <https://www.youtube.com/watch?v=JR6yHyk.fYJE>

איך הסלמונלה הגיעה לכריך העוף שלכם מלכתחילה? חיידקי הסלמונלה חיים בסביבה. עופות יכולים לאסוף אליהם חיידק זה כשהם מנקרים את האוכל על הקרקע. כל העופות, לרבות אלו שנמכרים כאורגניים, חופשיים וטבעיים, עשויים לשאת את החיידק. חשוב לציין כי בעוד שחיידקי הסלמונלה עלולים לגרום לנו לחלות, הם אינם גורמים למחלה אצל עופות. כלומר, חיידקי הסלמונלה עשויים להיות בתוך מעיי העופות בלי שנדע. מִשָּׁם, החיידקים הללו יכולים למצוא את דרכם אל ביצי התרנגולת. חיידקים עשויים גם להתפשט ממעיי העוף אל בשרו, כאשר חותכים אותו. אם הבשר והביצים מאוחסנים ומבושלים כראוי, חיידקי הסלמונלה שעשויים להיות בהם ימותו, וכך לא יגרמו לנו לחלות. עם זה לפעמים אנשים לא מבשלים מספיק את בשר העוף שלהם, או שהם מפיצים בטעות סלמונלה מעוף לא מבושל למזון אחר<sup>2</sup>.

## האם אנו יכולים להילחם בסלמונלה בעופות?

חקלאים ויצרני מזון משקיעים כסף רב בניסיון להרחיק את חיידקי הסלמונלה מהמזון [3]. בחווה, לעיתים קרובות מִחֻסְנִים את העופות כדי למנוע סלמונלה. עם זה יש יותר מ-2,600 סוגים שונים של סלמונלה, ואי אפשר לייצר חיסונים כנגד כולם. במפעלים לייצור מזון, הביצים והבשר עוברים תהליכים רבים לפני שהמזון נארז ונשלח למרכולים ולמסעדות. למרות כל המאמצים הללו, מוצרי עופות עדיין גורמים לאלפי מקרים של תחלואה בסלמונלה מדי שנה [2]. כדי להרחיק מאיתנו את הסלמונלה בהצלחה, עלינו לפתח דרכים חדשות כדי לוודא שחיידקי הסלמונלה לא ימצאו בעופות.

אחת הגישות היא לנסות לגייס את עזרתם של חיידקים אחרים. בדיוק כמו אצל בני אדם, בתוך מעיי העופות חיים מיליארדים של חיידקים 'טובים'. החיידקים הללו עוזרים לעופות לעכל את המזון, וכן מייצרים חומרים מזינים שהעופות אינם יכולים לייצר בעצמם. אוכלוסיות החיידקים הללו משתנות בהתאם למזון שהעופות צורכים. סוגי החיידקים השונים במעיים נלחמים על מזון ועל משאבים כדי לחיות. במחקרנו, ניסינו להבין אם נוכל להפוך את מוצרי העופות בטוחים יותר למאכל, בכך שנסייע לחיידקים הטובים במעיי העופות להילחם בחיידקי הסלמונלה [4].

כדי לבחון את ההשערה הזו, השתמשנו בשלוש קבוצות שבכל אחת מהן 100 עופות. לקבוצה אחת, נתנו מזון עופות רגיל. זו הייתה קבוצת הביקורת שלנו, והשתמשנו בה כדי להדגים כיצד אוכלוסיית החיידקים במעיי העופות נראית בדרך כלל. לקבוצה השנייה, נתנו מזון תרנגולות המכיל סיבים תזונתיים שרק חיידקים 'טובים' יכולים לצרוך כחומר הזנה. מזון החיידקים הזה ידוע בשם פְּרֵבְּיוֹטִיקָה. סוגי החיידקים שיכולים לאכול פרביוטיקה מייצרים כימיקלים שאמורים לחסל את חיידקי הסלמונלה. חשבנו שאם נגדיל את מספרי החיידקים ה'טובים', ייתכן שנהפוך את המעיים לסביבה שחיידקי הסלמונלה לא ירצו לחיות בה. הקבוצה השלישית שלנו קיבלה מזון עופות רגיל, אך בתחילת הניסוי נתנו להם סוג של סלמונלה שעבר שינוי, כך שלא יוכל לגרום לאנשים לחלות. עשינו זאת כדי לבחון אם תוספת של סלמונלה 'בטוחה' למעיי העופות עשויה למנוע מסוגים אחרים של סלמונלה לחיות שָׁם.

### קבוצת ביקורת (Control)

קבוצה של חיות שאינה מקבלת טיפול ניסיוני. משתמשים בה כדי לייצג מה קורה בדרך כלל, ומשווים אותה לקבוצות אחרות של חיות כדי לעזור לחוקרים לקבוע את השפעות הטיפול.

### פְּרֵבְּיוֹטִיקָה (Prebiotic)

חומרי ההזנה שצורכים חיידקי מעי. משתמשים בה כדי לעודד את גדילת החיידקים ה'טובים' במעי.

זו המקבילה החיידקית למה שאתם אולי עשויים לעשות כשאינכם רוצים שמישהו יישב לידכם בבית הספר: תבקשו מאחרים לשבת לידכם קודם.

נתנו לכל קבוצת עופות לאכול את המזון שייעדנו לה מהיום שבו העופות בקעו, ועד לגיל 35 ימים. כך, אפשרנו לחיידקים הטובים מספיק זמן לגדול. עד גיל 35 ימים, יכולים להיות אלפי סוגים שונים של חיידקים במעי העופות.

## המזון שהעופות צורכים משנה את החיידקים במעיים שלהם

ההשערה שלנו הייתה שהטיפול הפרביוטי וטיפול הסלמונלה היבטוחה עשויים לשנות את אוכלוסיות החיידקים הטובים במעי העופות. חיפשנו דרך למדוד מהם ההבדלים בין החיידקים במעי העופות שבקבוצות הללו, לבין החיידקים בעופות קבוצת הביקורת שלנו. כיצד יכולנו למדוד את כל החיידקים הנמצאים במעי העופות? לוקח הרבה מאוד זמן ועולה הרבה כסף לגדל את כל החיידקים הללו במעבדה ולספור אותם ידנית; מה גם שלא ניתן לגדל במעבדה את רוב החיידקים שחיים במעיים. לכן, ביצענו את הגרסה החיידקית של חקירה בזירת פשע – קבענו אילו חיידקים נמצאים בהתבסס על הדנ"א החיידקי שמצאנו במעיים. כדי לעשות זאת, אספנו דגימות של מזון שעבר עיכול חלקי מתוך מעי העופות, ובודדנו את הדנ"א החיידקי מאותן דגימות מעיים.

כדי לזהות אילו חיידקים נמצאים בכל דגימת מעיים, חיפשנו גן חיידקי מסוים, הידוע כ-RNA ריבוזומי S16. נוכחות הגן יכולה להצביע על סוגי החיידקים שנמצאו בכל דגימת מעיים, וגם על מספר החיידקים מכל סוג [4]. אז, ערכנו רשימה של כל החיידקים שמצאנו בכל עוף, ושל האחוזים של האוכלוסייה החיידקית מכל סוג. השתמשנו בתוכנת מחשב שתיעדה את כל החיידקים שמצאנו בכל העופות, וקיבצנו יחד את העופות על סמך הדמיון באוכלוסיית החיידקים במעיים שלהם. ניתוח הנתונים הזה הראה לנו אם היו הבדלים בין קבוצות העופות שלנו.

## חיידקים טובים יכולים להפחית סלמונלה בעופות

ככל שהטיפול הפרביוטי או טיפול חיידקי הסלמונלה היבטוחים שלנו משפיע על סוג החיידקים שיכולים לחיות במעיים, אנו מצפים שיהיו הבדלים במספרי החיידקים ובסוגיהם בין קבוצות הניסוי שלנו. למעשה, זה מה שגילינו! בתחילת הניסוי, לא היו הבדלים בין הקבוצות. חיידקי המעי שמצאנו בעופות מכל שלוש הקבוצות היו זהים. עם זה ארבעה שבועות לאחר תחילת הניסוי, היו שלוש קבוצות מובחנות של אוכלוסיות חיידקיות: אחת של קבוצת הביקורת, השנייה של קבוצת הפרביוטיקה, והשלישית של קבוצת הסלמונלה היבטוחה.

עכשיו, משידענו כי הטיפולים לפי-תפריט שלנו יכולים לשנות את אוכלוסיות החיידקים במעיים, רצינו לבחון אם האוכלוסיות החיידקיות שעברו שינוי יכולות למנוע מחיידקי סלמונלה מחוללי-מחלה לחיות במעיים. נתנו לעופות בני ארבעה שבועות בכל קבוצה חיידקי סלמונלה מחוללי-מחלה. כעבור שבוע, אספנו דגימות מעיים מהעופות, כפי שעשינו קודם. הפעם, גידלנו את החיידקים במעבדה, כדי שנוכל לספור כמה חיידקי סלמונלה

דנ"א  
(חומצה  
דאוקסיריבונוקלאית,  
DNA -  
Deoxyribonucleic  
(Acid

חומר שנמצא בתאים, המכיל את כל ההוראות הנדרשות לתפקודו של אורגניזם חי.

גן  
(Gene)

אזורים מסוימים בדנ"א המכילים הוראות לרכיבים מסוימים באורגניזם חי.

RNA ריבוזומי 16S  
(16S Ribosomal RNA)

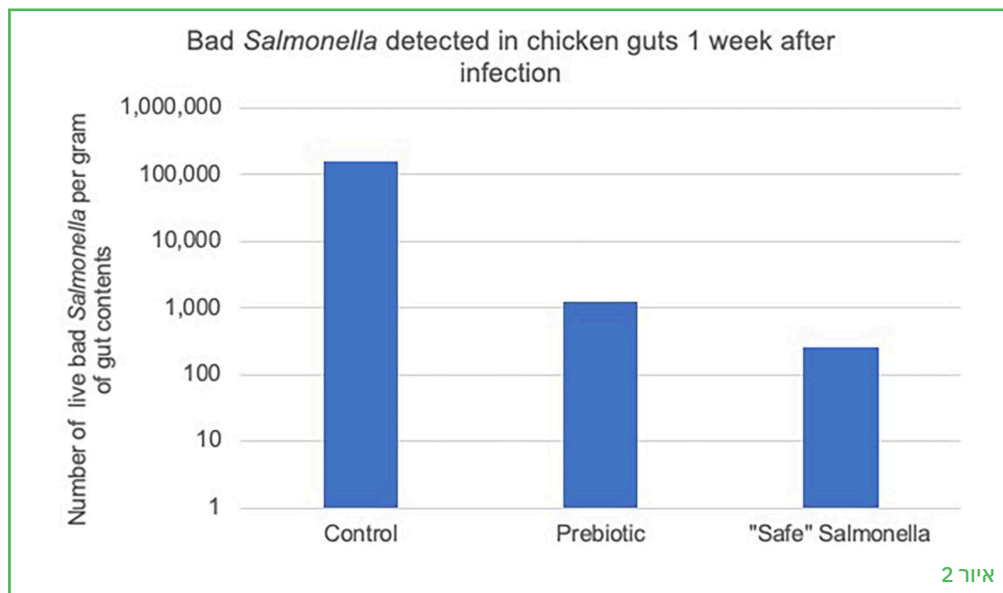
גן (מקטע של דנ"א), הנמצא בחיידקים, שניתן להשתמש בו כדי לזהות את סוגי החיידקים המצויים באוכלוסיית החיידקים.

מחוללי-מחלה נמצאים בכל עוף, ולהשוות את המספרים הללו בין שלוש הקבוצות. מצאנו כי בקבוצת הביקורת היה ממוצע של 100,000 חיידקי סלמונלה מחוללי-מחלה עבור גֶרֶם אחד של חומר מהמעיים. לעומת זאת, במעיי התרנגולות שקיבלו את הטיפול הפרביוטי או את טיפול הסלמונלה ה'בטוחה', היו רמות נמוכות משמעותית של חיידקי סלמונלה מחוללי-מחלה (איור 2).

## איור 2

כשמשינים את החיידקים ה'טובים' במעיי העופות, ניתן להיפטר מחיידקי הסלמונלה שגורמים למחלות.

לאחר ארבעה שבועות של צריכת אחד משלושת התפריטים: הרגיל, הפרביוטי או תפריט הסלמונלה ה'בטוחה', נתנו לעופות מנה של חיידקי סלמונלה מחוללי-מחלה. כעבור שבוע, אספנו דגימות מהמעיים ובדקנו כמה חיידקי סלמונלה מחוללי-מחלה היו במעיים של שבעה עופות מכל אחת משלוש הקבוצות. מצאנו כי בקבוצת הסלמונלה ה'בטוחה' ובקבוצת הפרביוטיקה היו פחות חיידקי סלמונלה מחוללי-מחלה מאשר בקבוצת הביקורת. מקרא (משמאל לימין ומלמעלה למטה): חיידקי סלמונלה 'רעים' שאותרו במעיי עופות לאחר שבוע אחד של הדבקה; מספר חיידקי הסלמונלה החיים ה'רעים' בגרם אחד של תוכן מעיים; Control = ביקורת; Prebiotic = פֶּרְבִּיוֹטִיקָה; 'Safe' Salmonella = סלמונלה 'בטוחה'.



## שומרים על בריאות בני האדם

מהניסויים הללו למדנו כי כאשר העופות צורכים פרביוטיקה או סלמונלה 'בטוחה', חל שינוי בסוגי החיידקים החיים במעיי העופות, ובכמותיהם. למדנו גם שהשינויים הללו יכולים להוריד את רמות חיידקי הסלמונלה הגורמים למחלה. כעת, אנו מנסים לגלות אילו חיידקים בדיוק במעיי העופות אחראים לירידה בגדילת חיידקי סלמונלה הגורמים למחלה. אנו מקווים שכאשר נזהה את החיידקים המסוימים המונעים מחיידקי הסלמונלה מחוללי-המחלה לחיות בתוך עופות, ונבין בדיוק כיצד החיידקים ה'טובים' הללו מצליחים לעצור את הסלמונלה, נצליח לפתח עבור העופות תפריטים שיחסלו לגמרי את חיידקי הסלמונלה הנמצאים במעיים שלהם. כיוון שביצים ומוצרי עופות נגועים בסלמונלה הם מקור עיקרי להתפרצויות סלמונלה בקרב בני אדם, כאשר נחסל את הסלמונלה במעיי העופות, נוכל להפחית משמעותית בעתיד את מספר האנשים הסובלים מהרעלת מזון.

## מאמר המקור

Azcarate-Peril, M. A., Butz, N., Cadenas, M., Koci, M., Ballou, A., Mendoza, M., et al. 2018. A Salmonella-attenuated strain and galacto-oligosaccharides accelerate clearance of Salmonella infections in poultry through modifications to the gut microbiome. *Appl. Environ. Microbiol.* 84:e02526–17. doi: 10.1128/AEM.02526-17

## מקורות

1. Dewey-Mattia, D., Manikonda, K., Hall, A. J., Wise, M. E., and Crowe, S. J. 2018. Surveillance for foodborne disease outbreaks — United States, 2009–2015. *MMWR Surveill. Summ.* 67:1–11. doi: 10.15585/mmwr.ss6710a1
2. Chai, S. J., Cole, D., Nisler, A., and Hahon, B. E. 2017. Poultry: the most common food in outbreaks with known pathogens, United States, 1998–2012. *Epidemiol. Infect.* 45:316–25. doi: 10.1017/S0950268816002375
3. Dar, M. A., Ahmad, S. M., Bhat, S. A., Ahmed, R., Urwat, U., Mumtaz, P. T., et al. Salmonella typhimurium in poultry: a review. *World's Poultry Sci J.* 73:345–54. doi: 10.1017/S0043933917000204
4. Azcarate-Peril, M. A., Butz, N., Cadenas, M., Koci, M., Ballou, A., Mendoza, M., et al. 2018. A *Salmonella*-attenuated strain and galacto-oligosaccharides accelerate clearance of *Salmonella* infections in poultry through modifications to the gut microbiome. *Appl. Environ. Microbiol.* 84:e02526-17. doi: 10.1128/AEM.02526-17

פורסם אונליין: 06 במרץ 2025

נערך על ידי: Phillip R. Myer

מנחים מדעיים: Alejandra Hernandez-Santana | Jessica Lee

ציטוט: Mendoza M, Ali R, Roberts N, Boop L, Bedell K, Rhew B, Hassan HM, Azcarate-Peril MA ו Koci MD (2025) האם אפשר לתת לעופות חיידקים טובים כדי למנוע מבני אדם לחלות? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.611302-he

תורגם והותאם מ: Mendoza M, Ali R, Roberts N, Boop L, Bedell K, Rhew B, Hassan HM, Azcarate-Peril MA and Koci MD (2021) Giving Good Bacteria to Chickens to Keep Humans From Getting Sick. *Front. Young Minds* 9:611302. doi: 10.3389/frym.2021.611302

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

זכויות יוצרים © 2025 Mendoza, Ali, Roberts, Boop, Bedell, Rhew, Hassan, Azcarate-Peril ו Koci. 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.

## סוקרים צעירים

### ANSHUL, גיל: 10

שלום! קוראים לי Anshul ואני תלמיד כיתה ה' בצפון ווילס, פנסילבניה, הקרובה לפילדלפיה, ארה"ב. מתעניין מאוד בביוולוגיה ובאנטומולוגיה (חקר החרקים). אני חבר פעיל בתוכנית של המרכז לנוער מחונן על שם ג'ונס הופקינס, והתחביב האהוב עליי הוא קריאה.



### LUVENA, גיל: 12

היי, שמי הוא Luvena! אני אוהבת מוזיקה, ספורט ואוכל. המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם מתמטיקה וכישורי שפה. בזמני הפנוי, אני נהנית לנגן בפסנתר ולקרוא ספרים עם אחותי. כשאגדל, ארצה להיות מנתחת מוח.



### MARIANA, גיל: 15

היי! קוראים לי Mariana ואני בת 15. אוהבת לקרוא ספרים, לבלות זמן עם חיות ולשחות. אני מאמינה שכל יום מספק לי הזדמנות ללמוד דברים חדשים, ולשמוח.



### PRANATEE, גיל: 13

שלום! אני אוהבת לאפות, במיוחד טארטים ופאי. בבית הספר, הדברים האהובים עליי הם שיעור מדעים, ארוחת צהריים וזמן ההפסקה. אני נהנית לבלות בטבע ולצאת לטיולים רגליים. אני גם אוהבת ללכת לחוף הים, ומתעניינת בצילום. צפייה בתוכניות הטלוויזיה החביבות עליי, ציור, האזנה למוזיקה, שירה ובילוי עם חברים הם הדברים שאני הכי אוהבת לעשות בזמני הפנוי. בעתיד, ארצה להיות מדענית, או זמרת/כותבת שירים ושחקנית.



### ZARA, גיל: 15

קוראים לי Zara ואני בת 15. בזמני הפנוי, אוהבת לקרוא, לעזור לקהילה שלי ולשחק כדורעף. אני חושבת שחשוב לעבוד קשה כדי להגשים את חלומותינו, ולהיות אנשים טובים יותר ויותר בכל יום.



## הכותבים

### MARY MENDOZA

Mary Mendoza היא חוקרת מומחית באוניברסיטה של מדינת צפון קרוליינה. לאחר שקיבלה תואר ראשון בביוולוגיה מאוניברסיטת מרילנד, עבדה במכונים הלאומיים לבריאות, וחקרה מסלולי תקשורת של תאי פִּיטוּם. כאשר עברה לקרוליינה הצפונית בשנת 2008 הצטרפה למעבדתו של Hosni Hassan באוניברסיטה של מדינת צפון קרוליינה כחוקרת מומחית. מחקרה הנוכחי מתמקד בחיידקי הסלמונלה וביחסים שלהם עם מיקרוביום של עופות.



### RIZWANA ALI

Rizwana Ali היא חוקרת מומחית באוניברסיטה של מדינת צפון קרוליינה, שפרשה לאחרונה לגימלאות. בעלת תואר ראשון ברקחות מאוניברסיטת קראצ'י, פקיסטן, ותואר שני בביוולוגיה מאוניברסיטת מדינת צפון קרוליינה.





### NATALIE ROBERTS

Natalie Roberts היא חוקרת מומחית במעבדה של ד"ר Matt Koci באוניברסיטה של מדינת צפון קרוליינה. מתעניינת מאוד במחקר השפעתם של מיקרואורגניזמים כמו חיידקים על הבריאות ועל מערכת החיסון. בזמנה הפנוי, היא אוהבת לקרוא, לטפל בגינה ולבלות עם שלוש בנותיה.



### LAUREN BOOP

Lauren Boop לימדה במחוז ווייק שבקרוליינה הצפונית במשך תשע שנים. שם, החלה להתעניין מאוד בשילוב בין מקצועות STEM (מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה), לבין המקצועות ההומניים. בכיתה, המבוססת על למידת-חקר, היא מעודדת את תלמידיה לחקור את כל ההיבטים של העולם הסובב אותם, ממיקרואורגניזמים זעירים, ועד לתצורות נוף גדולות. אהבתה לחקר העולם הובילה אותה למשרתה הנוכחית כמורה בחטיבת ביניים בבית ספר בינלאומי בפורטוגל.



### KRISTIN BEDELL

Kristin Bedell לימדה ילדים ונוער מגיל גן ועד לקולג'. כיום, היא כותבת תוכניות לימודים למקצועות STEM (מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה) עבור H-4 (ארגון אמריקאי להתפתחות בני נוער והעצמתם) של קרוליינה הצפונית, ועובדת על הדוקטורט שלה בחינוך באוניברסיטת צפון קרוליינה בצ'אפל היל. המיקרואורגניזמים האהובים עליה הופכים חלב לגבינה, וקמח ללחם מחמצת.



### BRAD RHEW

Brad Rhew הוא מדריך STEM (מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה) בבתי הספר של מחוז ווינסטון-סילם/פורסית' בקרוליינה הצפונית, ומכהן כמוביל הרובע החמישי באיגוד מורי המדעים של קרוליינה הצפונית, וכראש ועדת המענקים. עובד בצמוד למובילי בית הספר במחוז שלו ולרכזי המדעים במדינה, במטרה לפתח למידה מעשית מבוססת-מחקר בשיעורי המדעים. כעת, הוא עובד על הדוקטורט שלו בתוכניות לימודים ובהוראה, דרך אוניברסיטת גארדנר-ווב.



### HOSNI M. HASSAN

ד"ר Hassan הוא פרופסור למיקרוביולוגיה, ביוכימיה, מדעי המזון וטוקסיקולוגיה (חקר הרעלנים) באוניברסיטה של מדינת צפון קרוליינה. מחקרו מתמקד ביישום פיזיולוגיה מיקרוביאלית, גנטיקה וביולוגיה מולקולרית כדי להבין את מערכת היחסים בין המיקרואורגניזם למארח. זאת במטרה לעודד גדילת חיידקים מועילים, ולדכא גדילה של חיידקים מזיקים (כלומר, חיידקים מחוללי-מחלה). תחומי העניין המחקריים שלו כוללים ביולוגיה של רדיקלים חופשיים בחמצן; לחץ חמצוני; מיקרוביולוגיה ובטיחות מזון; מיקרוביזם ומטבולום של עופות, פיתוח חיסונים מוגנים בפנטס כנגד סלמונלה; בידוד/יישום של פרוביוטיקה הייעודית לזן מסוים, ופיתוח השיטות המיטביות לחיסול סלמונלוזיס בבני אדם.



### M. ANDREA AZCARATE-PERIL

ד"ר M. Andrea Azcarate-Peril היא פרופסורית עמיתה לרפואה באוניברסיטת קרוליינה הצפונית בצ'אפל היל. משתמשת בביולוגיה מולקולרית, גנומיקה וכלי ריצוף של הדור הבא כדי להתייחס לשאלות הקשורות לתפקיד המיקרוביטה של המעיים בבריאות האדם ובמחלות.



### MATTHEW D. KOCI

ד"ר Matthew D. Koci הוא פרופסור לאימונולוגיה (תורת החיסון) ולמחלות זיהומיות באוניברסיטה של מדינת קרוליינה הצפונית. גוף האדם נתקל במיליוני חיידקים ונגיפים מדי יום. רובם המכריע לא מהווים עבורנו סיכון, והמערכת החיסונית בדרך כלל מניחה להם לנפשם. המחקר של ד"ר Koci מתמקד



בניסיון לגלות כיצד המערכת החיסונית האנושית יכולה להבדיל בין המיקרואורגניזמים המועילים לבין אלו המזיקים, ומדוע חלק מהמיקרואורגניזמים ומהנגיפים גורמים למחלה בקרב בני-אדם, אך לא בקרב חיות.

\*[mdkoci@ncsu.edu](mailto:mdkoci@ncsu.edu)

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



קרן משפחת  
ששוע  
Shashua Family Foundation