

איננו לבד אף פעם: לחיות עם המיקרוביוטה של האדם

Gabriela Jorge da Silva*, Sara Domingues

הפקולטה לרוקחות והמרכז למדעי המוח ולביולוגיה של התא, אוניברסיטת Coimbra, Coimbra, פורטוגל

סוקרים צעירים

JACK AND
ADDY

גיל: 6 ו-7



מיקרואורגניזמים (Microorganisms)

בעיקר יצורים חד-תאיים הכוללים חיידקים, פטריות מסוימות (כגון שמרים) ואצות חד-תאיות.

חיידקים (Bacteria)

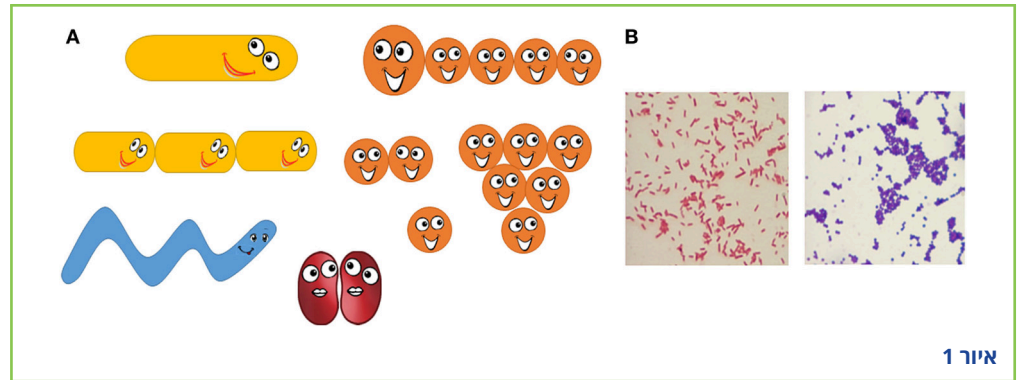
מיקרואורגניזמים זעירים שיכולים להיות מועילים או מסוכנים לבני האדם.

גוף האדם מאכלס במיליוני יצורים חיים זעירים, שיחד נקראים המיקרוביוטה של האדם. חיידקים הם מיקרואורגניזמים הנמצאים על העור, באף, בפה ובמיוחד במעי. אנו קולטים את החיידקים האלה במהלך הלידה והשנים הראשונות של החיים, והם חיים עימנו כל משך חיינו. המיקרוביוטה של האדם מעורבת בגדילה בריאה, בהגנה על הגוף מפני פולשים, בסיוע לעיכול ובוויסות מצבי הרוח. ייתכן כי יחולו שינויים מסוימים במיקרוביוטה במהלך הגדילה שלנו, כתלות במזון שנאכל, בסביבה שבה אנו חיים, בבני האדם ובבעלי חיים שעימם אנו במגע או בתרופות שאנו נוטלים כגון חומרים אנטיביוטיים. המיקרוביוטה של האדם מסייעת לנו לשמור על בריאותנו, אבל לפעמים החיידקים האלה עלולים גם להזיק. אנו צריכים לשמור היטב על המיקרוביוטה שלנו כדי להימנע מהתפתחותן של מחלות מסוימות כגון השמנת יתר ואסתמה. עלינו לאכול מזונות בריאים התורמים להתפתחות של מיקרוביוטה בריאה.

אנו חיים עם מיקרואורגניזמים, והם נמצאים בכל הסובב אותנו, אף שאיננו יכולים לראותם בעינינו. מיקרואורגניזמים הם היצורים הקטנים ביותר המכרים. הם נמצאים בכל מקום: בקרקע, בנהרות, על צמחים, בבעלי חיים, במי ברז, על המקלדת שלכם, על הכרית שלכם ובגופכם. חלק מהמיקרואורגניזמים חיים עימנו ובתוך הגוף שלנו. חיידקים מייצגים את רוב המיקרואורגניזמים אשר חיים בתוך הגוף. האם ידעתם שיש בתוך גופכם יותר חיידקים מאשר תאים אנושיים? האם יש לכם מושג מדוע חיידקים אלה חיים בתוך הגוף שלכם? אנו נושאים

איור 1

צורות של חיידקים **A**. חיידקים יכולים להיות עגולים כמו כדורסל, ארוכים כמו מחבט בייסבול או שהם יכולים להיראות כמו שעועית או כמו גלים. לפעמים החיידקים יכולים להתקבץ יחד ולהיראות כמו אשכול ענבים או כמו רכבת. **B**. אפשר לראות חיידקים בעזרת מיקרוסקופ המגדיל פי 1,000. לעיתים קרובות משתמשים בצביעה שעוזרת לראות את החיידקים, שהם למעשה שקופים. חיידקים הנצבעים בוורוד נקראים בצילוס (bacilli), ואלה הנצבעים בסגול נקראים קוקוס (cocci).



איור 1

את השכנים האלה עימנו מדי יום ביומו, ובדרך כלל הם אינם גורמים לנו לחלות. האם הם ידידותיים או האם הם עלולים לגרום לנו לחלות? איך הם נכנסים פנימה? מה תפקידם בגוף?

מהם חיידקים?

חיידקים הם מיקרואורגניזמים זעירים, קטנים מכדי שאפשר יהיה לראותם בעין בלתי מזוינת. הם קטנים פי 1,000 מחוד העיפרון. עלינו להשתמש במכשיר הנקרא מיקרוסקופ, אשר מגדיל את החיידקים לגודל שמאפשר לראותם. ישנם סוגים רבים ושונים של חיידקים, במגוון צורות וגדלים. יש הנראים כמו מחבט בייסבול, אחרים עגולים כמו כדורסל (אבל קטנים ממנו פי מיליונים) (איור 1).

היכן נמצאים החיידקים בגוף האדם?

חיידקים חיים על העור, באף, בגרון, בפה, בנרתיק האישה ובמעיים. רוב החיידקים הנמצאים בגוף האדם חיים במעיים. יש שם מיליארדי חיידקים (איור 2). לקבוצת כל המיקרואורגניזמים הנמצאים בגוף האדם קוראים **המיקרוביוטה של האדם** [1]. מיקרואורגניזמים אלה **מאכלסים** את הגוף, ובדרך כלל אינם גורמים נזק. כאשר מיקרואורגניזם גורם למחלה קוראים לזה זיהום.

מהיכן מגיעים החיידקים בגוף האדם?

אנו מתחילים להיות מאוכלסים בחיידקים במהלך הלידה. בתהליך הלידה ומיד לאחר הלידה, אנו מקבלים את המיקרואורגניזמים הראשונים שלנו. תינוקות מקבלים מיקרואורגניזמים מהאימהות שלהם במהלך הלידה, כאשר הם עוברים דרך הנרתיק או ממגע עם עור האם, אם הלידה היא בניתוח קיסרי. לקטובציליים (Lactobacilli), סוג של חיידקים הנחשבים "טובים", חיים בנרתיק הָאָם ומאכלסים את המעיים של התינוק כדי לסייע לו **בעיכול** החלב, המכיל סוכר שנקרא לקטוז. אם התינוק נולד בניתוח קיסרי, לקטובציליים לא יהיו חלק מהמיקרוביוטה שלו באופן מיידי. המיקרוביוטה בהתחלה תהיה בעיקר מהעור של האם ומהסביבה של התינוק. הבדלים אלה במיקרוביוטה של התינוק, הנובעים מסוג הלידה שלו, יישארו עד שהתינוק יהיה בן 12-24 חודשים. כל התינוקות קולטים חיידקים גם מעור האחות והרופאים ומהסביבה שבה הם חיים. אחרי שהתינוקות מתחילים לאכול, הם מקבלים מיקרואורגניזמים מהתזונה שלהם.

המיקרוביוטה של האדם (Human microbiota)

קבוצת מיקרואורגניזמים אשר חיה בגוף האדם ואיננה גורמת למחלה.

אָכּוּלוּס (קולוניזציה, Colonization)

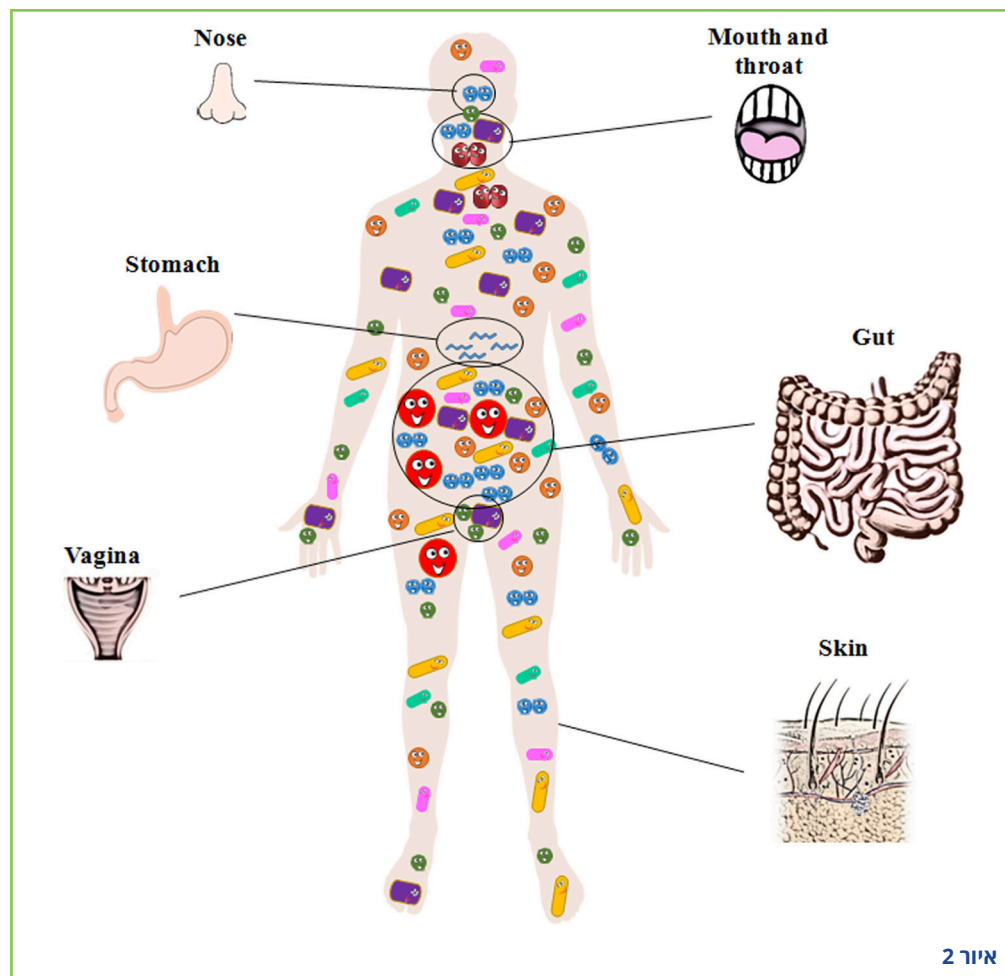
חיים בגוף ללא גרימת נזק.

עיכול (Digestion)

פירוק מזון למולקולות קטנות, שבהן גוף האדם יכול להשתמש.

איור 2

גוף האדם הוא ביתם של מיליוני חיידקים. אחדים מאזורי הגוף מלאים בחיידקים, והם מרוכזים במיוחד במעייים, בגרון ובפה ועל העור.
 אף = Nose
 קיבה = Stomach
 נרתיק = Vagina
 פה = Mouth and throat
 גרון
 מעיים = Gut
 עור = Skin



איור 2

בימים הראשונים של החיים, סוג המיקרואורגניזמים המאכלסים את המעייים שלהם יהיה שונה, כתלות במקור המזון – הנקה או מזון לתינוקות. הנקה בריאה לתינוק כי היא מסייעת לו לקלוט חיידקים מעור האם שיאכלסו את המעייים שלו. יש גם מרכיבים נוספים בחלב האם אשר מגנים על התינוק מפני מחלות. ככל שהתינוקות גדלים הם מקבלים מיקרואורגניזמים מהמזון המוצק שהם אוכלים, מְחִילָה על הרצפה, מהֶכְנֶסֶת ידיים לפיהם, מליקוק צעצועים וממקורות רבים נוספים!

המיקרואורגניזמים החיים בגוף האדם משתנים במהלך הגדילה שלנו, עד שאנו מגיעים לגיל 3. בנקודה זו, המיקרוביוטה פחות או יותר יציבה עד לבגרות. לכל אדם יש את המיקרוביוטה האופיינית לו, התלויה בחלקה, אבל לא רק, בסוגי המזונות הנאכלים, בסביבת החיים של האדם ובאנשים האחרים ובעלי החיים שהאדם בא עימם במגע (איור 3) [2, 3].

מהו תפקיד המיקרוביוטה של האדם?

כאשר אנו מזכירים חיידקים בגוף האדם ייתכן שאתם חושבים מיד על מחלה, הנקראת **זיהום חיידקי**. בנקודה מסוימת בחייהם ודאי סבלתם מזיהום שטופל על-ידי **חומרים אנטיביוטיים** שרשם לכם הרופא. חומרים אנטיביוטיים הם תרופות ההורגות חיידקים או המונעות את גידולם.

זיהום חיידקי (Bacterial infection)

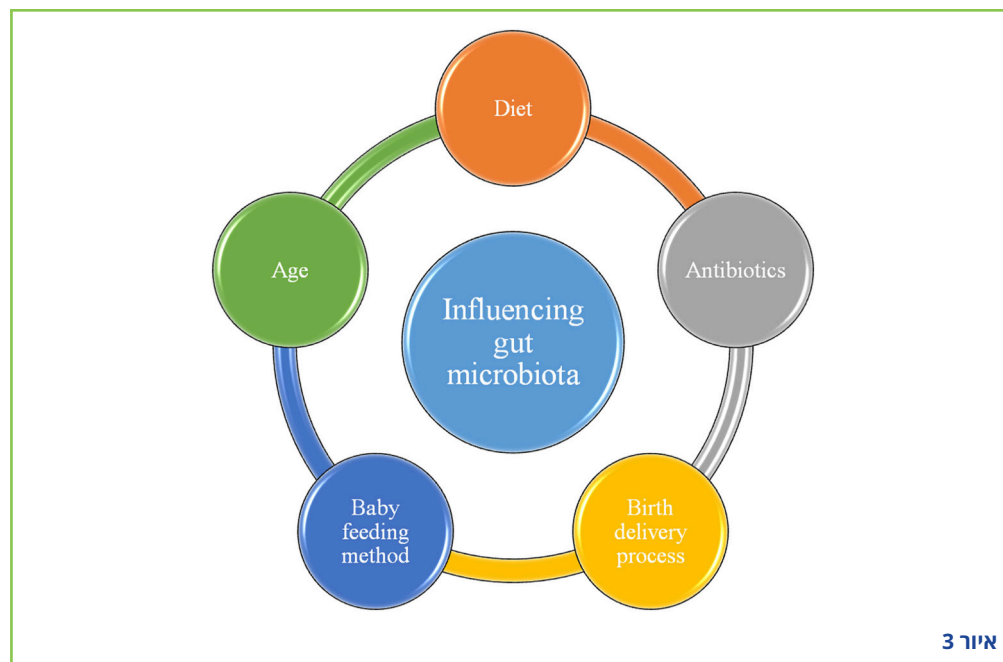
מחלה הנגרמת מחיידקים פתוגנים.

חומרים אנטיביוטיים (Antibiotics)

תרופות מיוחדות המשמשות למלחמה בחיידקים.

איור 3

גורמים המשפיעים על המיקרוביוטה שלנו מוצגים בעיגולים הקטנים אשר מקיפים את העיגול המרכזי. במהלך הלידה, המיקרואורגניזמים הראשונים שאנו קולטים תלויים בשיטת תהליך הלידה (טבעית או בניתוח קיסרי). שיטת האכלת התינוק (חלב אם או מזון תינוקות) תשפיע על המיקרוביוטה בשנות החיים הראשונות. התזונה תשפיע על הרֶכֶב המיקרוביוטה בכל שלבי חייו. ככל שאנו מתבגרים (גיל), שינויים במיקרוביוטה תלויים בתזונה שלנו, בסביבה שבה אנו חיים ובאורח חיינו. גם חומרים אנטיביוטיים משנים את הרכב המיקרוביוטה של המעיין (ראו בטקסט הסבר מפורט).
 Diet = תזונה
 Antibiotics = חומרים אנטיביוטיים
 = Birth delivery process תהליך הלידה
 = Baby feeding method שיטת האכלת התינוק
 Age = גיל
 Influencing gut microbiota = המשפיעים על המיקרוביוטה של המעיין.



איור 3

אולם רוב המיקרואורגניזמים אינם מזיקים, ולמעשה הם מסייעים לנו לשמור על בריאותנו. המיקרואורגניזמים שעל העור, בפה ובאף נלחמים בחיידקים רעים הרוצים להיכנס לגוף ולגרום למחלה. החיידקים הטובים פועלים כְּקִיפִים המרחיקים את החיידקים המזיקים אשר גורמים לנו לחלות. החיידקים המאכלסים את נרתיק האישה הם דוגמה נוספת לחיידקים טובים: הם שומרים על סביבה חומצית בנרתיק, המונעת את גידולם של מיקרואורגניזמים אחרים שעלולים לגרום למחלה. מיקרואורגניזמים גורמי מחלה נקראים **פְּתוּגָנִים**.

אף שרוב הזמן הם אינם מזיקים ואפילו מועילים, אחדים מהחיידקים השייכים למיקרוביוטה של האדם עלולים להזיק לנו, בתנאים מסוימים. למשל, חיידקים החיים על העור עלולים להיות בעייתיים אם אתם נחתכים. חיידקים החיים על שטח פני העור שלכם עלולים להיכנס לגוף דרך החתך, וכך להגיע למקום שאינם צריכים להיות בו. במקרה זה, חיידקים אלה עלולים לפעמים להזיק לגוף ולגרום לזיהום. תסמינים של זיהום כוללים כאב, נפיחות, אדמומיות וחום.

דוגמה נוספת לאופן שבו מיקרוביוטה עלולה להזיק לנו היא כשמאפשרים לחיידקים רבים מדי להצטבר בפה. חיידקים אלה עלולים להידבק לשטח הפנים של השיניים. חלק מהחיידקים ייצרו תוצרים חומציים מהמזון שאתם אוכלים (במיוחד מסוכרים), שעלולים להרוס את השיניים ואת החניכיים שלכם. לכן, אנו צריכים לצחצח שיניים לפחות פעמיים ביום למשך 3 דקות, כדי למנוע את התרבות החיידקים שעלולים לגרום למחלה כואבת, ובמקרים חמורים – לאיבוד שיניים.

כפי שצינו קודם לכן, המעיין מכילים את האחוז הגבוה ביותר של המיקרוביוטה של האדם. המיקרוביוטה של המעיין מייצרת כמה ויטמינים שמיטיבים עימנו כגון ויטמינים B12 ו-K. ויטמינים אלה אינם נוצרים בתאים אנושיים. המיקרוביוטה של המעיין גם מסייעת בעיכול המזון ומגינה על דפנות המעיין מחזירה של פתוגנים.

פְּתוּגָן (Pathogen)

מיקרואורגניזם אשר גורם למחלה.

מחקר רב מתקיים בנושא תפקיד המיקרוביוטה של המעי. אנו עדיין מנסים להבין כיצד המיקרוביוטה של האדם גורמת לבריאות ולחולי. באופן כללי, בבני אדם בריאים המיקרוביוטה מאוזנת, ויש להם במעיים מגוון גדול של חיידקים. כלומר, יש להם תערובת של סוגי חיידקים שונים, בעלי צורות, גדלים, תפקידים ושמות שונים. ישנם יותר מ-1,000 סוגים שונים של חיידקים במעי האדם! לעומת זאת כאשר ישנו מגוון חיידקים קטן בלבד, כלומר ישנם רק סוגים מעטים של חיידקים במעי בכמות גדולה מהרגיל, עלולה להופיע מחלה. ייתכן כי דרגות שונות של גיוון בחיידקי המעי קשורות להשמנת יתר (מצב של משקל עודף רב מאוד), שעלולה להתחיל כבר בילדות. ייתכן גם שלמגוון בלתי רגיל במיקרוביוטה של המעי תפקיד בהתפתחות סוכרת (רמה מוגברת של סוכר בדם), אסתמה (קשיי נשימה שנמשכים זמן ארוך) ומחלות כואבות במעיים (דלקת מעי כרונית), בין השאר [4]. לדוגמה, מיקרוביוטה בריאה במעיים כוללת שתי קבוצות עיקריות של חיידקים, הנקראים פִּרְמִיקוּטִים (Firmicutes) בִּקְטֵרוֹאִידִטִים (Bacteroidetes), אבל הוכח שבמעיים של אנשים הסובלים מעודף משקל כמעט ואין בקטרוידטים.

ידוע כי מיקרוביוטה בריאה (כלומר מיקרוביוטה שבה מגוון עצום של חיידקים, כולל מיקרואורגניזמים טובים רבים) תורמת לבריאות שלנו (איור 3). האם אתם רוצים להיות בריאים? אם כן, אתם צריכים לשמור על החיידקים הידודתיים שבמעיים שלכם. כיצד תוכלו לעשות זאת?

שמירה על המיקרוביוטה של המעי

בעשרות השנים האחרונות עלתה תדירותן של רבות מהמחלות שהוזכרו למעלה. הרבה מהבעיות האלה קשורות לשינויים בסוגי המזונות שאנו אוכלים [5]. אנו צורכים הרבה סוכר במאכלים כגון עוגות, בייסקוויטים, חומיות, ריבות ולחם לבן, ואנו גם אוכלים הרבה המבורגרים, בשר שמן ורטבים, שהפרזה בצריכתם אינה טובה לבריאות שלנו. מזונות אלה גם אינם בריאים למיקרוביוטה של המעי שלנו. חלק מהמיקרואורגניזמים שלנו זקוקים לירקות ולסיבים המגיעים משעועית, מחמוס, מדגנים, מלחם מלא, מגרעינים ומשורשים. סוגי מזון אלה נקראים **פְּרֵהֲבִיּוֹטִיקָה**, והם מסייעים לגידול של המיקרוביוטה – הם מזינים חיידקים אשר יכולים לִפְרֹק אותם לחומרי הזנה שגוף האדם יכול לנצל כדי לשפר את בריאותו. ללא חברינו הזעירים שבמעיים שלנו, איננו יכולים לעכל כראוי חלק מסוגי המזון. לכן איננו רוצים שהחיידקים הטובים ימותו, שִׁכְּן הם חשובים לאיזון הבריאות שלנו. פְּחִיתָה בכמות החיידקים הטובים האלה תאפשר ריבוי של חיידקים לא כל כך טובים, שלבסוף עלולים לגרום לבעיות בריאות.

פְּרֵהֲבִיּוֹטִיקָה יכולה לעזור לכם להחזיר את המיקרוביוטה הטובה שאבדה. פרוֹבִיּוֹטִיקָה היא חיידקים חיים שטובים עבורנו, מְאֻנָּים את חיידקי המעיים הטובים והרעים ומסייעים בעיכול המזון ובשיפור בעיות עיכול כגון שלשול וכאבי בטן. דוגמאות לחיידקי פרוֹבִיּוֹטִיקָה הן לַקְטוֹבַצִילִים (Lactobacilli) בִּפִּידוֹבַקְטֵרִיוּם (Bifidobacterium). אפשר למצוא פרוֹבִיּוֹטִיקָה במזונות מסוימים כגון יוגורטים, מְחֻמְצֵת שְׂאֹר, חֶבְצָה (חלב-חמאה) ומלפפונים חמוצים. בחלק מהמזונות לתינוקות יש תוספת פרוֹבִיּוֹטִיקָה, אף שאיננו יודעים עדיין עד כמה זה עוזר למניעת מחלות של תינוקות.

פרהביוטיקה (Prebiotics)

תרכובות המסייעות לגדילה של מיקרואורגניזמים טובים במעיים.

פרוביוטיקה (Probiotics)

מיקרואורגניזמים חיים הטובים לבריאות שלנו, במיוחד במערכת העיכול.

חומרים אנטיביוטיים הם תרופות שאנו נוטלים כדי לטפל בזיהום הנגרם על-ידי חיידקים. חומרים אנטיביוטיים אינם יעילים נגד זיהומים פטרייתיים או נגיפיים. אם כך, האם חומרים אנטיביוטיים הורגים גם את החיידקים הטובים שלנו? כן, בהחלט [3]. אולם אם אנו סובלים מזיהום חיידקי עלינו לטפל בו, כך שבמקרים רבים אנו חייבים ליטול אנטיביוטיקה. תוודאו שאתם נוטלים אנטיביוטיקה רק כאשר הרופא שלכם אומר שאתם באמת זקוקים לכך, וטלו אותה לכל משך הזמן שהוא ייעץ. אינכם זקוקים לאנטיביוטיקה לטיפול בהצטננות או בשפעת, כי מחלות אלה נגרמות מווירוסים. בני אדם הנוטלים הרבה חומרים אנטיביוטיים עלולים לחלות, כי החומרים האנטיביוטיים הורסים רבים מחיידקי גופם, כולל החיידקים הטובים. כאשר רבים מחיידקי המעי מתים, יש במעי יותר שטח פנוי ומזון זמין עבור חיידקים רעים, שעלולים להתרבות. כאשר חיידקים רעים אלה מתרבים לכמויות גדולות, הם עלולים לגרום למחלה. כתוצאה מכך, בני אדם הנוטלים חומרים אנטיביוטיים לעיתים קרובות סובלים משלשולים או ממחלות מעיים מורכבות יותר. כאשר אתם נוטלים אנטיביוטיקה ללא צורך אתם עלולים לתרום להופעת "חיידק-על", כלומר חיידקים שאינם נפגעים ממרבית סוגי החומרים האנטיביוטיים הזמינים כיום. "חיידק-על" אלה יכולים לשרוד בנוכחות האנטיביוטיקה (תופעה הנקראת עמידות לאנטיביוטיקה), כך שהזיהום נמשך אף שנעשה שימוש בחומרים אנטיביוטיים.

מסקנות

בני האדם זקוקים למיקרוביוטה מגוונת ומאוזנת במעיים שלהם כדי שישארו בריאים. ילדים או מבוגרים שאוכלים הרבה סוכר ושומנים, ללא ירקות, ושתזונתם איננה מאוזנת, נוטים לסבול מהשמנת יתר או לפתח מחלות מסוימות, אפילו בשלבים מאוחרים יותר של החיים. אין ליטול חומרים אנטיביוטיים ללא מרשם מהרופא שלכם. הקפידו לאכול תזונה בריאה ומאוזנת, ואל תשכחו לכלול בצלחת שלכם מאכלים ירוקים, כתומים ואדומים: דאגו שהצלחת שלכם תהיה צבעונית. בעזרת טיפים אלה, תשמרו על המיקרוביוטה שלכם באופן הטוב ביותר.

מקורות

1. Human Microbiome Project Consortium. 2012. A framework for human microbiome research. *Nature* 486(7402):215–21. doi: 10.1038/nature11209
2. Tamburini, S., Shen, N., Wu, H. C., and Clemente, J. C. 2016. The microbiome in early life: implications for health outcomes. *Nat. Med.* 22(7):713–22. doi: 10.1038/nm.4142
3. Blaser, M. J. 2014. *Missing Microbes: How the Overuse of Antibiotics is Fueling Our Modern Plagues*. Toronto, Ontario: HarperCollins Publishers, 273.
4. Motta, J. P., Flannigan, K. L., Agbor, T. A., Beatty, J. K., Blackler, R. W., Workentine, M. L., et al. 2015. Hydrogen sulfide protects from colitis and restores intestinal microbiota biofilm and mucus production. *Inflamm. Bowel Dis.* 21(5):1006–17. doi: 10.1097/MIB.0000000000000345
5. Kumar, M., Babaei, P., Ji, B., and Nielsen, J. 2016. Human gut microbiota and healthy aging: recent developments and future prospective. *Nutr. Healthy Aging* 4(1):3–16. doi: 10.3233/NHA-150002

פורסם אונליין: 08 בפברואר 2019

נערך על ידי: Robert T. Knight, University of California, Berkeley, United States

ציטוט: da Silva GJ and Domingues S (2019) איננו לבד אף פעם: לחיות עם המיקרוביוטה של האדם. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2017.00035-he

תורגם והותאם:

da Silva GJ and Domingues S (2017) We Are Never Alone: Living with the Human Microbiota. Front. Young Minds 5:35. doi: 10.3389/frym.2017.00035

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

COPYRIGHT © 2017 da Silva and Domingues. 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

JACK AND ADDY, גיל: 6 ו-7

Jack ו-Addy לומדים בבית הספר היסודי St. Anthony Park. Jack אוהב מדע, היסטוריה, הוקי ולגו. Addy אוהב לקרוא, להתעמל, הוקי והחלקה אמנותית. כפי שראוי, הם חולקים אוסף גדול של מיקרואורגניזמים ממולאים!

הכותבים

GABRIELA JORGE DA SILVA

שמי Gabriela Jorge Da Silva, ואני מלמדת וחוקרת בתחום הבקטריולוגיה יותר מ-20 שנה, בפקולטה לרוקחות של אוניברסיטת Coimbra, פורטוגל. המחקר שלי התמקד בגנטיקה של עמידת לחומרים אנטימיקרוביאליים ובאופן הפצתה, ובגילוי תרכובות אנטיבקטריאליות חדשות. לאחרונה, התחלתי להתעניין בהשפעתם של חומרים אנטיביוטיים על בריאות האדם, במיוחד על המיקרוביוטה של המעי. אני אוהבת ללמוד ולחלוק ידע מדעי. *gjsilva@ci.uc.pt

SARA DOMINGUES

שמי Sara Domingues, ואני מלמדת מיקרוביולוגיה בפקולטה לרוקחות של אוניברסיטת Coimbra, פורטוגל. אני עובדת בתחום המיקרוביולוגיה כמעט 10 שנים, והתמקדתי בהעברת חומר גנטי בין חיידקים, דבר שעלול להשפיע על יעילותם של חומרים אנטיביוטיים, וגם להשפיע על בריאותנו. אני מוקסמת מהעובדה שיצורים חיים זעירים כל כך כגון חיידקים חשובים כל כך עבורנו, ומכך שהם יכולים להיות מעורבים בתפקידי רבים כל כך. אני אוהבת להבין את החיידקים במטרה לגלות אם אנו יכולים לשפר את בריאותנו בעזרתם!



Hebrew version
provided by

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

