



## קְלוֹסְטְרִיִּדְיוֹם דִּיפִּיֶצִילָה: חִידָק שֶׁלּוֹל לְהַדְבִּיק אֲנָשִׁים שְׁנוֹטְלִים אַנְטִיבִּיּוֹטִיקָה

Michel Delmée \*

הפקולטה לרפואה, האוניברסיטה הקתולית של לווין, בריסל, בלגיה

### סוקרים צעירים

ETHAN

גיל: 15



אם אשאל אתכם עבור מה נועדו תכשירים אנטיביוטיים, ככל הנראה תאמרו שהם משמשים לטיפול בזיהומים, על ידי הריגת החיידקים שאחראים לזיהומים אלה. במאמר זה אסביר לכם כי ישנן נסיבות שבהן טיפול באמצעות אנטיביוטיקה עשוי במקום זאת לגרום לזיהום. המיקרואורגניזם שאחראי על זיהום זה נקרא קְלוֹסְטְרִיִּדְיוֹם דִּיפִּיֶצִילָה (*Clostridium difficile*). במסגרת המאמר אפרט מהו מיקרואורגניזם מסקרן זה, כיצד ומתי הוא גורם לזיהום, מדוע סוגי אנטיביוטיקה שונים מושפעים וכיצד אנו יכולים לטפל בכך.

### קְלוֹסְטְרִיִּדְיוֹם דִּיפִּיֶצִילָה ומשפחתו

קְלוֹסְטְרִיִּדְיוֹם דִּיפִּיֶצִילָה שייך למשפחת חיידקים שהם בין המיקרואורגניזמים הקטלניים ביותר בכדור הארץ. חברים אחרים במשפחה זו גורמים למחלות חמורות: *Clostridium tetani* מחולל את מחלת הֶטָטְנוֹס (צִפְדָּת); *Clostridium botulinum* אחראי למחלה קטלנית שנקראת בוטוליזם (נְקִנְקָת), ו-*Clostridium perfringens* הוא הגורם

העיקרי לזיהום חיידקי בשם gas gangrene (שידוע גם כ-*Clostridial myonecrosis*). כל החיידקים האלה עלולים להביא למותו של אדם בתוך כמה שעות! למרבה המזל, קלוסטריוידים דיפיצילה אינו הורג בקלות כמו בני משפחתו, אולם לרוע המזל הוא נפוץ הרבה יותר, והיה לאחד הפתוגנים השכיחים ביותר שפוגשים בהם בבתי חולים [1, 2].

כל חברי משפחת הקלוסטריוידים חולקים שלוש תכונות שמסבירות מדוע הם כל כך מסוכנים. ראשית, הם חיידקים אנאירוביים. כלומר, אינם יכולים לשרוד בנוכחות חמצן, ומסוגלים לגדול רק בהיעדרו. בגוף האדם יש מקום חשוב אחד שבו אין חמצן-המעיים. שם ניתן למצוא את קלוסטריוידים דיפיצילה.

שנית, חברים במשפחת קלוסטריוידים יכולים ליצור נבגים. נבג הוא דרך הישרדות עבור החיידקים האלה כאשר הם מאוימים על ידי הסביבה. בכל פעם שהתא החיידקי מתמודד עם אויב קטלני כמו נוכחות של חמצן; חום קיצוני, או אנטיביוטיקה, הוא מייצר קליפה עבה וכולא את עצמו בתוכה. החיידק יכול להישאר בלתי פעיל במשך חודשים או אפילו שנים! כאשר הסביבה נעשית פחות עוינת, הנבג ישוב להיות חיידק פעיל וירכוש מחדש את יכולתו להתרבות.

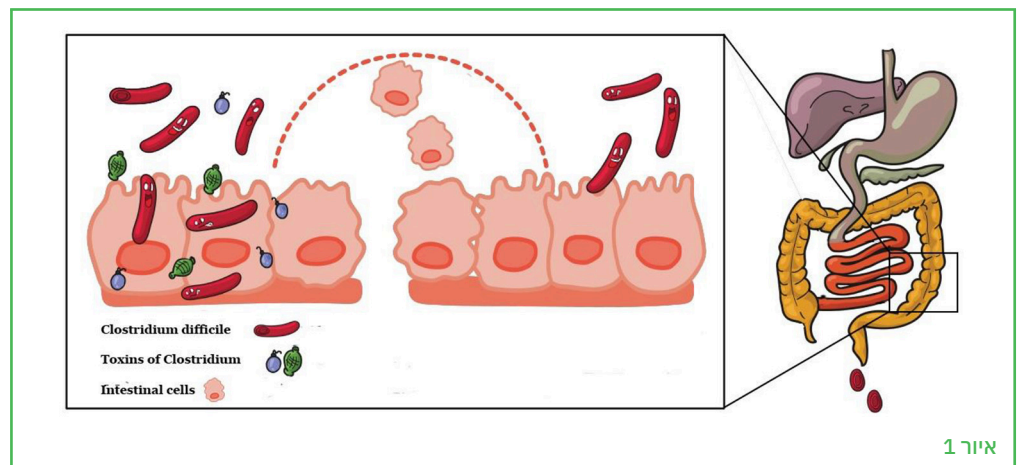
לבסוף, חיידקים ממשפחת קלוסטריוידים מייצרים רעלים. אלה הם רעלים שמיצרים על ידי החיידקים, וביכולתם לזהות מטרות ספציפיות בגוף האדם, ולתקוף אותן. בטטנוס ובבוטליזם, הרעלים תוקפים את העצבים וגורמים לשיתוק, בעוד שהרעלים של קלוסטריוידים דיפיצילה מאתרים את רירת המעיים וגורמים לשלשול.

## איזו מחלה מחולל קלוסטריוידים דיפיצילה?

חיידק זה אחראי לשלשול חמור שמקושר לנזק ברקמה שמצפה את המעי הגס, בחלק האחרון שלו. כאשר החיידקים האלה מתחילים להתרבות, הם מפרישים רעלים שתוקפים את פני השטח של המעיים, והורסים את התאים [3]. הדבר גורם לזיהום חמור ולדימום. מאחר שרירת המעיים נועדה למנוע מנוזלים לברוח מהגוף, הקרס שלה על ידי רעלים יוצר דליפות ששופכות נוזל לתוך המעיים, מה שגורם לשלשול (איור 1). אולם, המאפיין המפתיע

### איור 1

קלוסטריוידים דיפיצילה מפריש רעלים שמזיקים לרירת המעיים. כאשר תאי הציפוי מתים, מים ודם עלולים לדלוף אל תוך המעיים (מיוצג על ידי הקו האדום המקווקו), ולגרום לשלשול.  
= *Clostridium difficile*  
קלוסטריוידים דיפיצילה  
= Toxins of *Clostridium*  
רעלי קלוסטריוידים  
= Intestinal cells  
תאי המעיים.



איור 1

ביותר של קלוסטרידיום דיפיצילה הוא שהרבה אנשים באים במגע עם חיידקים מסוג זה (על ידי אכילת בשר מזוהם או ירקות מזוהמים), ועדיין אינם סובלים משלשול. מדוע?

המעיים הם חלק מעניין בגוף, מאכלסים מיליארדי חיידקים שחיים בהם. אם הייתם לוקחים גרם אחד של צואה וסופרים את מספר המיקרואורגניזמים שהוא מכיל, הייתם מונים יותר מ-10,000 מיליארד תאים! מספר החיידקים במעיים גדול ממספר התאים שמרכיבים את הגוף האנושי! חיידקי המעיים האלה שייכים למאות מינים שונים. מרביתם הם אנאירוביים, מה שלא מפתיע כיוון שבמעיים, כאמור, כמעט שאין חמצן.

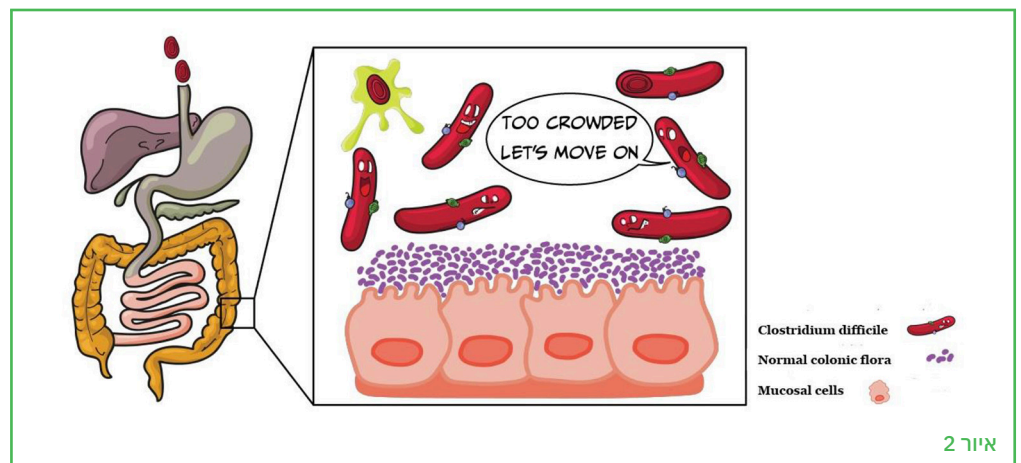
האוכלוסייה הגדולה של המיקרואורגניזמים מרכיבה את מה שמכונה **מיקרוביוטת מעיים**. קהילה זו של מיקרואורגניזמים ממלאה תפקידים חשובים רבים, ולמעשה האדם אינו יכול לשרוד בלעדיה. אחד התפקידים החיוניים של מיקרוביוטת המעיים הוא מניעת פלישה של חיידקים בלתי ידידותיים. במילים אחרות, כאשר חיידק פתוגני כמו קלוסטרידיום דיפיצילה מגיע למעיים, הוא פוגש כל כך הרבה חיידקים במיקרוביוטת המעיים כך שאין לו מקום להתרבות ולייצר רעלנים. לכן הוא עובר דרך המעיים ומופרש החוצה מהגוף (**איור 2**). אולם, ישנן נסיבות שבהן מיקרוביוטת המעיים מפרעת או הרוסה חלקית. מצב זה מתרחש בדרך כלל כאשר אנו נוטלים אנטיביוטיקה כדי לטפל בזיהום.

**מיקרוביוטת מעיים (Colonic flora)**

אוסף של מיליארדי חיידקים שנמצאים במעיים.

**איור 2**

**מיקרוביוטת המעיים התקינה מורכבת ממיליארדי מיקרואורגניזמים (בסגול).** כאשר מיקרוביוטת המעיים בריאה, לקלוסטרידיום דיפיצילה אין מקום לחיות, והוא נישא דרך המעיים מחוץ לגוף.  
 = Normal colonic flora  
 אוכלוסיית חיידקי מעיים תקינה  
 תאי = Mucosal cells  
 הקרום הרירי.



איור 2

**תכשירים אנטיביוטיים: מועילים ומזיקים כאחד**

בשנות ה-20 של המאה הקודמת, אלכסנדר פלמינג, מיקרוביולוג אנגלי, הבחין בתופעה משונה: כשניסה לגדל חיידקים הוא ראה כי בחלק מהמבחנות התפתח עובש. באופן מפתיע, במבחנות עם העובש, החיידקים לא גדלו ואפילו מתו. בתום עבודה רבה, פלמינג זיהה מולקולה שיצרה על ידי העובש, שיכלה להרוג את החיידקים. מאחר שהעובש היה פטרייה שנקראת *Penicillium*, הוא קרא למולקולה פניצילין. זו הייתה האנטיביוטיקה הראשונה. **אנטיביוטיקה** היא קבוצה של תרופות שיכולות להרוג חיידקים באופן ממוקד. כאשר אדם או חיה סובלים מזיהום חיידקי, קו הטיפול הראשון הוא בדרך כלל אנטיביוטיקה. ב-80 השנים האחרונות תכשירים אנטיביוטיים היו ל'שוברי קופות' בבתי מרקחת ברחבי העולם. זהו 'הצד הטוב' של תרופות אלה.

**אנטיביוטיקה (Antibiotics)**

תרופה שהורגת חיידקים באופן ממוקד, ומשמשת לטיפול בזיהומים חיידקיים.

אולם, לטיפול אנטיביוטי יש גם חסרונות משמעותיים. דְּמִינוּ שאתם מתעוררים עם כאב גרון שמונע מכם לבלוע. אתם מבקרים אצל הרופא, הוא מאבחן זיהום חיידקי ונותן לכם מרשם לפניצילין. הודות לתרופה הנפלאה הזו, תחלימו יומיים לאחר מכן. אך לצד התוצאה החיובית, ישנו חיסרון! כשאתם נוטלים אנטיביוטיקה, התרופה נספגת על ידי המעיים שלכם אל תוך דמכם. הדם עובר דרך הגרון שלכם, והאנטיביוטיקה שנישאת על ידו הורגת את החיידקים החשודים שהיא פוגשת, לרבות אלה שגרמו לגרונכם לכאוב. אולם, בד בבד האנטיביוטיקה הורגת גם הרבה חיידקים אחרים בגופכם, בכללם חלק מאלה שנמצאים במעיים שלכם. מְרִבֵּית סוגי האנטיביוטיקה מפריעים למיקרוביוטת המעיים. אך אל חשש-זו בדרך כלל לא סיבה לדאגה. מיקרוביוטת המעיים תחזור בהדרגה למצב תקין, אך תהליך זה עשוי להתמשך כמה שבועות.

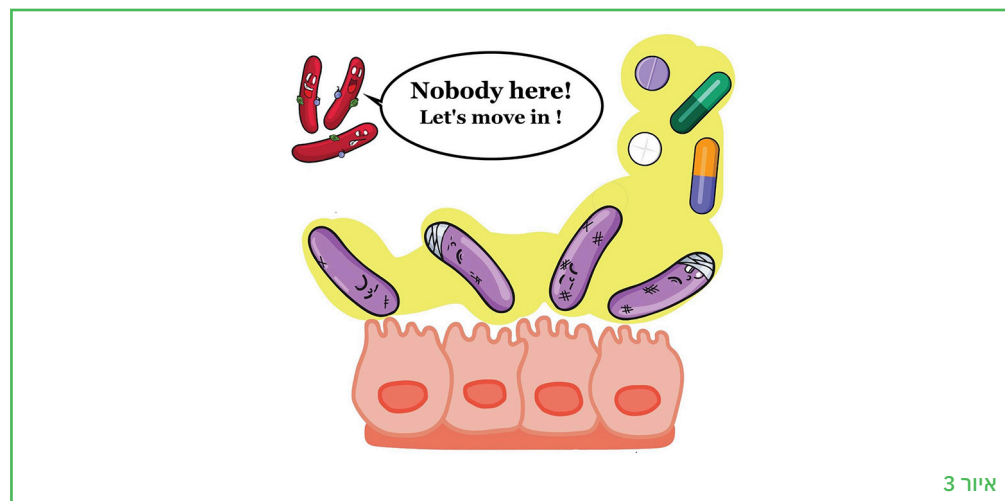
בעיות עלולות להתעורר אם אדם פוגש בחיידק פתוגני כמו קלוסטרידיום דיפיצילה בזמן שמיקרוביוטת המעיים שלו עדיין מתאוששת.

## קלוסטרידיום דיפיצילה בבתי חולים

כפי שציינו קודם, במרבית המקרים אם אתם נתקלים בקלוסטרידיום דיפיצילה בארוחתכם, שום דבר אינו קורה... לְמַעַט אם נטלתם אנטיביוטיקה לאחרונה. ללא מיקרוביוטת המעיים המגינה, קלוסטרידיום דיפיצילה עלול לגדול במעיים שלכם, לייצר רעלנים רבים ולגרום לדלקת ולשלשול (איור 3). למרבה המזל, ההסתברות להיתקל בחיידק זה במזונכם היא נמוכה מאוד, ולכן הסיכויים לִפְתָח שלשול שנובע מקלוסטרידיום דיפיצילה כשאתם נוטלים אנטיביוטיקה, הם קטנים יחסית.

### איור 3

כשמיקרוביוטת המעיים ניזוקה על ידי אנטיביוטיקה, לקלוסטרידיום דיפיצילה יש מקום להתרבות. החיידקים המתחלקים ייצרו רעלנים שמזיקים לתאי המעיים, ויגרמו לשלשול.



איור 3

אולם, בבתי חולים המצב שונה. מאחר שמטופלים ומאושפזים רבים מקבלים אנטיביוטיקה, התפרצויות של שלשול שנגרם על ידי קלוסטרידיום דיפיצילה מתרחשות לעיתים קרובות יותר בבתי חולים. כאשר מטופל המרותק למיטתו מִפְתָּח שלשול, הסביבה (רצפה, מיטה, שולחנות, מצעים וכדומה) מזדהמת בקלות בחיידק. האם אתם זוכרים כיצד חיידקים במשפחת קלוסטרידיום יכולים ליצור נבגים? אם קלוסטרידיום דיפיצילה מצואה מזהם חדר שבו שוהה מטופל, חיידקים מסוג זה עשויים ליצור נבגים שיכולים להמשיך להתקיים בסביבת בית החולים במשך זמן רב, ועלולים להדביק את המטופלים הבאים שיגיעו לאותו

חדר. ניתן למנוע התפרצויות של קלוסטרידיום דיפיצילה על ידי בידוד מטופלים הסובלים משלשול. אם מטופלים נשמרים לבד בחדרי בית החולים שבהם הם מאושפזים, ומדי יום מבוצע ניקיון יסודי של הסביבה באמצעות תכשירים שמכילים חומרי הלבנה, ניתן לסלק את הנבגים ולעצור התפשטות של שלשול שנגרם עקב החיידק.

## כיצד מטפלים בקלוסטרידיום דיפיצילה?

למרבה המזל, ישנם כמה סוגי אנטיביוטיקה שפועלים במיוחד כנגד קלוסטרידיום דיפיצילה, וניתן להשתמש בהם לטיפול באנשים שנדבקו. אולם, בכ-20% מהמקרים הזיהום עלול לחזור לאחר הטיפול. לעיתים עשויות להתרחש חזרות רבות של הזיהום [4]. הדרך העיקרית לסייע לאנשים עם זיהום קלוסטרידיום דיפיצילה שחוזר היא לשחזר את מיקרוביוטת המעיים התקינה שלהם. זה יכול להיעשות באמצעות תכשירי פרוביוטיקה, לדוגמה. אלה הן גלולות או קפסולות המכילות מיקרואורגניזמים שנבחרו וגודלו במעבדות מאחר שהם ידועים ככאלה שגדלים היטב במעיים, ויכולים לשחזר מיקרוביוטת מעיים תקינה.

לפני כמה שנים, הועלה רעיון אחר לשחזור מיקרוביוטת המעיים של מטופל שסבל מזיהום חוזר של קלוסטרידיום דיפיצילה. מדוע לא לשחזר את מיקרוביוטת המעיים שניזוקה בסיוע מיקרוביוטה מאדם בריא שלא נטל אנטיביוטיקה? קבוצת רופאים בהולנד עשתה זאת... וזה הצליח! הם לקחו 250 גרם של צואה מאדם בריא ודיללו אותה במים. לאחר מכן, הכניסו אותה למעיים של המטופל באמצעות צינורית שנקראת קֶתֶטָה. שיטה זו נקראת השתלת צואה-מרבית המטופלים שטופלו בה נרפאו, והיא הוכחה כיעילה במקרי שלשול עקב זיהום בקלוסטרידיום דיפיצילה חוזר.

## מסקנות

במאמר זה הכרתם חיידקים שעלולים לגרום למחלה רק בקרב אנשים שנטלו אנטיביוטיקה. זה מפתיע למדי, מאחר שתכשירים אנטיביוטיים נועדו לטפל בזיהומים! בניגוד לחיידקים רבים אחרים, חיידק קלוסטרידיום דיפיצילה שבו עסקנו במאמר, יכול להגן על עצמו מפני סוגים שונים של אנטיביוטיקה באמצעות יצירת נבג.

השיעור העיקרי שניתן ללמוד ממאמר זה הוא כי תכשירים אנטיביוטיים הם תרופות יקרות ערך שיש להקפיד להשתמש בהן בתבונה, ורק כשבאמת צריך.

## תודות

המחבר מודה ל-Susan Nasif Obeid, ל-Anna Wozniak ול-Marie Neunez שציירו באדיבות את האיורים וערכו סקירה של הטקסט.

## מקורות

1. Kelly, C. P., and LaMont, J. T. 2008. *Clostridium difficile* – more difficult than ever. *N. Engl. J. Med.* 359:1932–40. doi: 10.1056/NEJMra0707500
2. Wilcox, M. H. 2015. *Clostridium difficile* infection. *Infect. Dis. Clin. North Am.* 29:1–178. doi: 10.1016/j.idc.2014.12.001
3. Guh, A. Y., and Kutty, P. K. 2018. *Clostridioides difficile* infection. *Ann. Intern. Med.* 169:49–64. doi: 10.7326/AITC201810020
4. Guery, B., Galperine, T., and Barbut, F. 2019. *Clostridioides difficile*: diagnosis and treatments. *Br. Med. J.* 366:14609. doi: 10.1136/bmj.l4609

פורסם אונליין: 15 בספטמבר 2023

נערך על ידי: Michel Goldman

מנחים מדעיים: Mei Fang Hsu

ציטוט: Delmée M (2023) קלוסטריוידים דיפיצילה: חיידק שעלול להדביק אנשים שנוטלים אנטיביוטיקה. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.587832-he

תורגם והתאם מ: Delmée M (2021) *Clostridium difficile*: Bacteria That Can Infect People Taking Antibiotics. *Front. Young Minds* 9:587832. doi: 10.3389/frym.2021.587832

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

זכויות יוצרים © 2021 © Delmée 2023. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). 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

ETHAN, גיל: 15

הי! קוראים לי Ethan. ביריד המדע האזורי שלי, ניצחתי בתחרות פרויקט הצעירים ובפרויקט הביולוגיה הטוב ביותר, זכיתי במדליית זהב, והגעתי לגמר יריד המדע של רחבי קנדה, שם קיבלתי מדליית ארד. הייתי גם פיינליסטת ב-IRIC Canada InspoScience. מלבד זאת, אני נהנה מדיבייטינג, מכך שזכיתי בתואר אלוף לאומי ודובר שני בשנה החולפת, ומדיבור לפני קהל. אני כותב נלהב ומפרסם את השירים שלי, את הסיפורים הקצרים שאני כותב ומאמרי עמדה פרי עטי.





## הכותבים

### MICHEL DELMÉE

הוסמכתי כדוקטור לרפואה בשנת 1978, ומייד גיליתי תשוקה למיקרוביולוגיה, אשר הפכה למומחיות שלי. עשיתי את תזת הדוקטורט על חיידק הקלוסטרידיום דיפיצילה (שבדיוק התגלה ב-1978), והצגתי אותה בשנת 1989. הוסמכתי כפרופסור למיקרוביולוגיה באוניברסיטה ב-1993. לאחר מכן לימדתי מיקרוביולוגיה לסטודנטים לרפואה, ובד בבד המשכתי לערוך מחקר במעבדה שהקמתי כבר בשנת 1990. אני עדיין עובד שם היום בתור פרופסור אֶמְרִיטוּס. \*[michel.delmee@uclouvain.be](mailto:michel.delmee@uclouvain.be)

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