



מדוע חיסון כנגד חצבת חשוב כל כך?

Emma Slack^{1*}, Markus Arnoldini¹, Daniela Latorre², Selma Aslani³, Valentina Biagioli³, Tania Cruz³, Naomi Elina Dünki³, Antonia Chiara Jeanne Eichelberg³, Matthias Goldiger³, Nicole Howald³, Giovanni Marastoni³, Thierry Marti³, Vega Peterhans³, Lavanja Selvakumar³, Anna Winterberg³

¹המכון למזון, לתזונה ולבריאות, ETH ציריך, ציריך, שווייץ

²המכון למיקרוביולוגיה, ETH ציריך, ציריך, שווייץ

³ETH ציריך, ציריך, שווייץ

סוקרים צעירים

ALAA

גיל: 11



FRIESS LAKE
ELEMENTARY

גיל: 9



חצבת היא מחלה מסוכנת ולא נעימה שנגרמת על-ידי וירוס חצבת. הווירוס מתפשט במהירות מאדם לאדם, ואין לו תרופה. חיסון מוצלח שפּתח חיסל כמעט לחלוטין את המחלה באמריקה ובאירופה. לרוע המזל, כתוצאה מסיפורי הפחדה וחדשות כוזבות, הרבה אנשים הפסיקו להתחסן. זה אִפְּשֵׁר למחלה לחזור. במאמר זה נסביר: (1) מהי חצבת; (2) כיצד החיסון פועל; ו-(3) מדוע סיפורי ההפחדה אינם נכונים.

מהי חצבת?

האם אתם זוכרים את הפעם האחרונה שהייתם חולים? אולי היו לכם כאבים או חום? אולי כל מנע או רעש הטרידו אתכם? אולי לא יכולתם לישון, או לא יכולתם להישאר ערים? ייתכן שחוויתם את התחושות האלה כמה פעמים בחייכם, כתוצאה מזיהומים שונים. חצבת היא מחלה זיהומית קשה. היא גורמת לחום גבוה, שיעול קשה, עיניים אדומות ושורפות ופריחת עור אדומה ושטוחה. אם יש לכם מזל, התסמינים מתחילים לחלוף אחרי כ-10 ימים. במקרים

חיסון (Vaccine)

מיקרואורגניזם מוחלש או מת,
או חלק ממיקרואורגניזם,
שיכול לאמן את מערכת החיסון
לזהות מיקרואורגניזם חי ולהגן
על הגוף מפניו.

וירוס (Virus)

מיקרואורגניזמים זעירים
שיכולים לגדול בתוך תאים של
אורגניזם אחר. חלק
מהוירוסים יכולים להשפיע על
תאים אנושיים
ולגרום למחלות.

מיקרואורגניזם (Microorganism)

צורת חיים קטנה מאוד שאי
אפשר לראות בעין בלתי
מזוינת, אלא רק באמצעות
מיקרוסקופ חזק. חיידקים
ווירוסים הם מיקרואורגניזמים.

מערכת החיסון (Immune System)

מערכת בגוף שמגינה עליו
מפני מיקרואורגניזמים. חלק
מהחלקים של מערכת החיסון
יכולים להיות מאומנים על-ידי
חיסון ולזהות
מיקרואורגניזמים מזהמים.

נוגדן (Antibody)

כשמערכת החיסון שלכם
נתקלת במיקרואורגניזם, היא
מייצרת חלבונים שמשוגלים
להיקשר במדויק
למיקרואורגניזם. החלבונים
האלה נקראים נוגדנים.

חמורים מאוד, זיהום החצבת יכול להתפשט לריאות ולמוח, ולהוביל למוות [1]. בשנות ה-1990 המאוחרות, חצבת נעלמה כמעט לחלוטין מהעולם המערבי בשל **חיסון** מוצלח. אולם כתוצאה מחדשות כוזבות, לא מספיק אנשים מתחסנים כיום, והמחלה חוזרת.

חצבת לא ניתנת לריפוי. הדבר היחיד שאנו יכולים לעשות עבור אנשים שחולים בחצבת הוא לטפל בסימנים של המחלה שלהם, כמו למשל להוריד את החום או לשמור שלא יתייבשו. משמעות הדבר היא שהדרך היחידה להימנע מלחלות בחצבת היא לא לקבל אותה מלכתחילה.

חצבת יכולה להתפשט דרך שיעולים, עיטושים או רוק מאדם אחד שחולה בחצבת לאדם אחר. **וירוס** החצבת גורם למחלה הזו. וירוס הוא **מיקרואורגניזם** קטן מאוד שפולש לגוף. וירוסים שונים גם הם גורמים למחלות, כמו אבעבועות רוח או שפעת. דמיינו שהוירוס הוא כמו פורץ והבן אדם הוא כמו בית. הפורץ נכנס לבית ומשתמש בכל מה שהוא מוצא כדי ליצור עותקים של עצמו. זה הורס את הבית. אחרי הריסת הבית, כל עותק של הפורץ פולש לבית אחר והמעגל מתחיל שוב. בסופו של דבר כל העיר (הגוף שלכם) ניזוקה. הנוק הזו לתאים גורם לכם להרגיש חולים.

כיצד החיסון כנגד חצבת פועל?

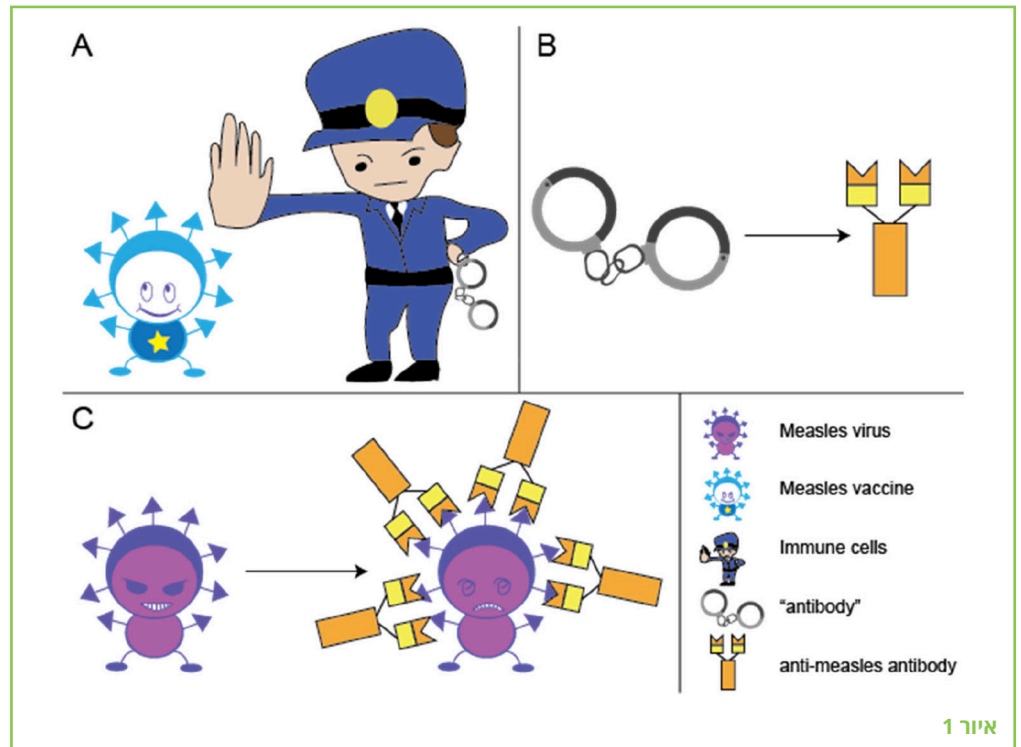
למרבה המזל, לגוף שלכם יש כוח משטרתי שנקרא **מערכת החיסון**. מערכת החיסון עושה סיורים בגוף יום ולילה, ותופסת כל מיני סוגים של מיקרואורגניזמים רעים כמו למשל וירוסים או חיידקים שגורמים לזיהומים. כל אחד מהמיקרואורגניזמים האלה (לדוגמה וירוס אבעבועות הרוח, ווירוס החצבת) משתמש בכלים שונים כדי לזהם את גופנו, ולכן משטרת מערכת החיסון זקוקה לאימון ספציפי כדי לזהות ו"לאסור" כל מיקרואורגניזם שונה.

לפני יותר מ-200 שנים, מדענים הבינו שאפשר לאמן את מערכת החיסון לזהות מיקרואורגניזמים מסוכנים. האימון הזה יכול להתרחש אם הגוף פוגש גרסאות מוחלשות של מיקרואורגניזמים שאינם מסוגלים לגרום לבן אדם לחלות – זה הרעיון של חיסון. חיסונים נראים זהים לוירוסים או לחיידקים האמיתיים, אולם הם עוברים שינוי במעבדה כדי להחליש אותם כך שהם לא יוכלו לגרום למחלה. חיסון החצבת שונה כך שהוא לא יכול ליצור עותקים של עצמו באופן תקין [2]. כשאתם מקבלים את חיסון החצבת, מערכת החיסון שלכם רואה וחוקרת את הוירוס המוחלש הזה, והחיסון מאמן את מערכת החיסון שלכם לזהות ו"לאסור" את וירוס החצבת האמיתי, אם אי פעם תבואו איתו במגע.

אתם יכולים לחשוב על אימון מערכת החיסון הזה כמשטרה שמפתחת סוג מיוחד של אזיקים שמתאימים בדיוק לוירוסים של חצבת. ביולוגים קוראים לאזיקים האלה **נוגדנים**. נוגדנים הם חלבונים גדולים בצורת Y שנמצאים בגוף, והם יכולים לזהות את הוירוסים ולהידבק אליהם, מה שגורם לוירוסים להיות קלים ובטוחים לטיפול על-ידי הגוף. כשמערכת החיסון אוסרת את וירוס החצבת, היא שמה עליו אזיקים (נוגדנים). וירוס עם אזיקים לא יכול לפרוץ לתא ולא יכול להתחיל זיהום (איור 1).

איור 1

חיסון החצבת מאמן את מערכת החיסון לייצר נוגדנים כנגד חצבת. (A) מערכת החיסון מזהה את החיסון. (B) נוגדנים מיוצרים ונקשרים לוורוס החצבת. (C) אם אתם נתקלים בוורוס החצבת האמיתי, הוא מייד נאסר על-ידי הנוגדנים!



איור 1

אם חוסנתם בצורה מוצלחת כנגד חצבת, נוגדנים שנקשרים לוורוס החצבת יהיו נוכחים בדם שלכם בשארית חייכם. אם הנוגדנים האלה אי פעם ייתקלו בוורוס חצבת אמיתי, הם יגיבו מהר מאוד ויגנו עליכם מפני מחלה.

לפני שחיסון החצבת הגיע לציבור בשנת 1963, היו התפרצויות של חצבת בהן נדבקו יותר מ-3 מיליון ילדים מדי שנה בשנה. כל שנה, עשרות אלפי ילדים אושפזו ויותר מ-1,000 ילדים נפטרו מחצבת. אפילו היום, במדינות מסוימות כמו אפגניסטן וברזיל, שנאבקות עבור הפצת חיסון החצבת, ישנן התפרצויות חמורות והרבה אנשים מתים מחצבת.

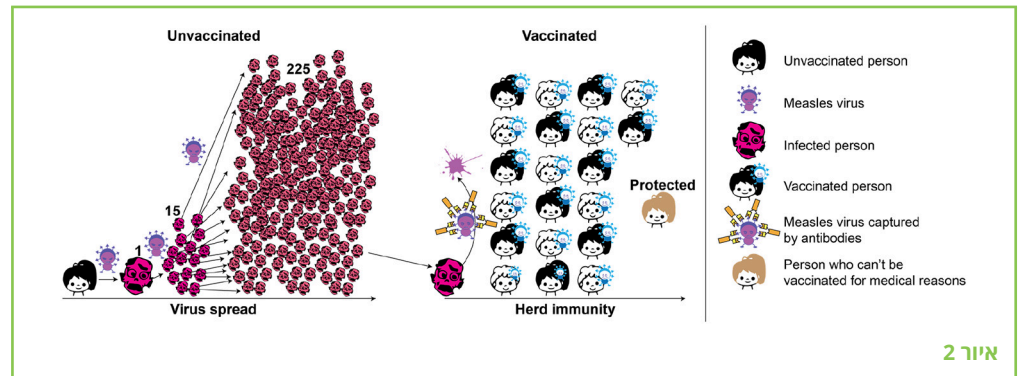
מעולם לא פגשתי מישהו עם חצבת. מדוע אני עדיין צריך להתחסן?

חצבת היא לרוב נדירה במדינות מערביות. לרוע המזל, היא עדיין שכיחה בהרבה מדינות מתפתחות. לכן, וירוס החצבת עדיין תמיד נמצא בסביבה, בגלל שאנשים מטיילים בכל רחבי העולם. אם אתם מחוסנים כנגד חצבת, אינכם יכולים לחלות. אולם מה עם האפשרות פשוט להימנע מאנשים שמטיילים? האם גם זה יעבוד? התשובה היא לא, וזו הסיבה:

בסרט זומבים טיפוסי, זומבי אחד מדביק אדם אחד נוסף, שמדביק את האדם הבא, וכך הלאה – כך שיש לכם אחד, אז שניים, אז שלושה, אז ארבעה זומבים. בואו נדמיין איך זה היה נראה אם וירוס החצבת, שהיה פורץ לתאים שלכם וגורם לכם לחלות, היה הופך לזומבי! עם חצבת, כל אדם שנדבק מדביק בממוצע 15 אנשים חדשים, כך שאם יש לכם זומבי אחד, אחריו יש 15 זומבים, אז 225 זומבים ואז 3,375 זומבים, ומהר מאוד כמו בפיצוץ מגיעים למאות אלפי זומבים! (איור 2). חצבת מתפשטת מהר מאוד! התחסנות, לכן, עושה שני דברים: היא מגינה עליכם מפני מחלה, והיא גם מונעת מכם להפיץ את המחלה. אם מרבית האנשים שפוגשים את וירוס

איור 2

חסינות העדר מגינה על אנשים שלא יכולים להתחסן מאחר שהם צעירים מדי או שיש להם בעיות בריאותיות אחרות. משמאל אתם יכולים לראות כיצד אוכלוסייה של זומבים שנדבקו במחלה הייתה גדלה אם כל זומבי היה מדביק 15 אנשים. מימין אתם יכולים לראות שאוכלוסייה שחוסנה מגינה על מרבית האנשים הפגיעים בחברה שלא יכולים להתחסן כתוצאה מגיל צעיר מאוד או מבעיות במערכת החיסון.



איור 2

החצבת מוגנים, אנו יכולים להפחית באופן דרמטי את מספר האנשים החדשים שנדבקים, ובתקווה הווירוס בסופו של דבר ימות לגמרי (איור 2). זה מה שאנו מכנים **חסינות עדר**. אם חסינות העדר לא מספיק גבוהה, איננו יכולים להכיל את ההתפרצויות, והרבה אנשים צפויים לחלות.

אנשים מסוימים נמצאים בסיכון גדול יותר לחלות בחצבת אולם לא יכולים להתחסן. לדוגמה, תינוקות מתחת לגיל שנה, או אנשים שמערכת החיסון שלהם לא מתפקדת באופן תקין לא יכולים לקבל חיסון כנגד חצבת. כדי להגן על האנשים האלה, אנו זקוקים לחסינות עדר טובה: 95-90% מהאוכלוסייה הכללית צריכה להיות מחוסנת, מה שאומר 18 או 19 אנשים מתוך 20. התחסנות טובה לא רק לכם, אתם גם עושים עבודה טובה בחסימת התפשטות המחלה. מערכת החיסון שלכם פועלת קשה כדי להגן על החברים החלשים ביותר בחברה שלנו, שלא יכולים לחסן את עצמם!

אבל שמעתי שחיסון כנגד חצבת יכול להיות מסוכן... האם זה נכון?

ייתכן ששמעתם כי אנשים פוחדים מכך שהחיסונים גורמים לאוטיזם? אוטיזם הוא לקות מנטלית שבה לילדים יש קשיים עם דברים כמו הבנת רגשות של אחרים או שימוש במילים כדי לבטא את עצמם. מחקרים נרחבים מאוד בארצות רבות, שכוללים עשרות אלפי מטופלים, הראו שלאוטיזם אין שום קשר עם חיסון חצבת (או עם חיסון חצבת חזרת אדמת המשולב, שכולל גם את חיסון החצבת) [3]. אם כן, מדוע הפחדים האלה עדיין קיימים? בעיקר בגלל שקל להפחיד אנשים, וקשה לגרום להם להפסיק לפחד.

הסיפור התחיל עם רופא מושחת ששמו אנדרו ווייקפילד בשנות ה-1990 המאוחרות (למרבה המזל, רופאים מושחתים יש מעט מאוד!). הוא ערך מחקר על האופן שבו וירוס החצבת (לא החיסון!) עלול לגרום לבעיות במעי. עורך דין שייצג הורים של ילד עם אוטיזם פנה אל ווייקפילד [4]. עורך הדין שילם לווייקפילד הרבה כסף כדי לייצר נתונים שמראים קשר בין חיסונים לבין אוטיזם [5]. ווייקפילד בחן רק 12 ילדים (מעריכים שאוטיזם משפיע על 1 מתוך 60 ילדים, או יותר ממיליון ילדים בארצות הברית [5] בלבד, כך ש-12 ילדים זו דגימה קטנה מאוד!). למרות מספר הילדים הקטן שנבחנו, והראיות הבלתי משכנעות, עבודתו פורסמה בעיתון מדעי מוביל שנקרא The Lancet. דוקטור ווייקפילד סיפק דו"ח מוגזם על הנתונים שלו לעיתונים ולחדשות טלוויזיה [4]. החדשות המרעישות (והכוזבות) של הממצאים שלו התפשטו ויצרו משבר. הורים היו משוכנעים שחיסון חצבת היה מסוכן, והפסיקו לחסן את

חסינות עדר

(Herd Protection)

כשמספיק אנשים קיבלו חיסון, המחלה כבר לא יכולה להתפשט. באופן הזה, אנשים מחוסנים מגינים על מעט האנשים שלא יכולים לקבל את החיסון.

חיסון חצבת חזרת אדמת

(MMR Vaccine)

חיסון משולב כנגד חצבת, חזרת ואדמת. חזרת ואדמת (שידועה גם כחצבת גרמנית) הן שתי מחלות רציניות שנגרמות על-ידי וירוסים. החיסון הזה מייצר הגנה כנגד שלושת סוגי הוירוסים.

הילדים שלהם. ההגנה על העדר נשברה, והתפרצויות של חצבת חזרו לאמריקה ולאירופה [1]. למרות שמדענים כנים חשפו טעויות רבות והמאמר נמשך חזרה מהעיתון, הפחד עדיין נותר. אנשים ממשיכים להפיץ סיפורי אימה דרך האינטרנט. אולם כמו סרטי זומבים, הסיפורים האלה אף פעם לא נכונים לגמרי!

אל תפחדו – התחסנו אם אתם יכולים!

חצבת היא מחלה מדבקת רצינית שנגרמת על-ידי וירוס החצבת, ומתפשטת מהר מאוד אם לא מספיק אנשים מחוסנים. חיסון, בהגדרה, הוא צורה מוחלשת או מתה של המיקרואורגניזם. חיסון לעולם לא יהיה גרוע יותר עבורכם מאשר פגישת הזיהום האמיתי. היוצא מן הכלל היחיד הוא אם יש לכם אלרגיה חריפה לאחד מרכיבי החיסון. במקרה הזה, אתם גם שייכים לקבוצה קטנה של אנשים שלא יכולים להתחסן, ואתם תזדקקו להגנה של העדר כדי להיות מוגנים! אם אתם מחוסנים, אתם יכולים להיות גאים בעבודה שמערכת החיסון שלכם עושה כדי להגן עליכם, אולם גם על האנשים שהכי פגיעים ביחס לזיהום!

מקורות

1. WHO. 2018. *Measles*. WHO. Available online at: <https://www.who.int/immunization/diseases/measles/en/>
2. Griffin, D. E. 2018. Measles vaccine. *Viral Immunol.* 31:86–95. doi: 10.1089/vim.2017.0143
3. Jain, A., Marshall, J., Buikema, A., Bancroft, T., Kelly, J. P., and Newschaffer, C. J. 2015. Autism occurrence by MMR vaccine status among US children with older siblings with and without autism. *JAMA* 313:1534. doi: 10.1001/jama.2015.3077
4. Deer, B. 2011. How the case against the MMR vaccine was fixed. *BMJs* 342:c5347. doi: 10.1136/bmj.c5347
5. Baio, J., Wiggins, L., Christensen, D. L., Maenner, M. J., Daniels, J., Warren, Z., et al. 2018. Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014. *MMWR Surveill. Summ.* 67:1–23. doi: 10.15585/mmwr.ss6706a1

פורסם אונליין: 30 בדצמבר 2021

נערך על ידי: Paul-Henri Lambert

Slack E, Arnoldini M, Latorre D, Aslani S, Biagioli V, Cruz T, Dünki NE, Eichelberg ACJ, Goldiger M, Howald N, Marastoni G, Marti T, Peterhans V, Selvakumar L and Winterberg A (2021) מדוע חיסון כנגד חצבת חשוב כל כך? *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2019.00119-he

Slack E, Arnoldini M, Latorre D, Aslani S, Biagioli V, Cruz T, Dünki NE, Eichelberg ACJ, Goldiger M, Howald N, Marastoni G, Marti T, Peterhans V, Selvakumar L and Winterberg A (2019) Why Is Measles Vaccination so Important? *Front. Young Minds* 7:119. doi: 10.3389/frym.2019.00119

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

Slack, Arnoldini, Latorre, Aslani, Biagioli, 2021 © 2019 © **COPYRIGHT** Cruz, Dünki, Eichelberg, Goldiger, Howald, Marastoni, Marti, Peterhans, Selvakumar and Winterberg. 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

ALAA, גיל: 11



אני אוהבת ללמוד. המקצוע האהוב עליי הוא מדע. אני קוראת נלהבת ושוקוהולית. כשאגדל אני רוצה להיות טייסת או מדענית. אני פנאטית של הטבע ואני אוהבת לטייל. טיילתי להרבה מקומות מרתקים כמו אמסטרדם, אבו דאבי, דובאי, דיסלדורף, פרנקפורט, לונדון, ונקובר, ויקטוריה וקלואונה, ואני מתכננת לבקר בהרבה מקומות נוספים בעתיד. אני נהנית לצייר ולצבוע, לצפות בסדרות מצוירות ובתוכניות וידיאו חינוכיות. אני שחקנית בנבחרת בדמינסטון ואני אוהבת את המשחק.

FRIESS LAKE ELEMENTARY, גיל: 9

הילדים ההיתוליים האלה אוהבים פופקורן, ממתקי אורז קריספי, ומדע!



הכותבים

EMMA SLACK

האם אתם תוהים אי פעם כיצד מערכת החיסון שלכם יכולה לעבוד במעיים? כיצד אנו יכולים להרחיק חיידקים רעים החוצה ולשמור את החיידקים הטובים אצלנו? כיצד מזון משפיע על הבריאות שלנו? האם אנו יכולים לייצר חיסונים יעילים שאתם יכולים לבלוע? האם אנו יכולים לשפר את בריאותם של אנשים ושל חיות משק באמצעות שינוי חיידקי המעיים? השאלות האלה מעסיקות מאוד את קבוצת המחקר שלי ואותי. אנו עובדים ב-ETH ציריך, בשווייץ. אני גם אוהבת ללמד ולתקשר מדע. זה חשוב מאוד כדי שכולם, לא רק מדענים, יוכלו להישאר מעודכנים בהתקדמות המדהימה שמתרחשת. *emma.slack@micro.biol.ethz.ch

MARKUS ARNOLDINI

בימים אלה כולם יודעים שיש לנו מיקרואורגניזמים זעירים בתוך (ועל) גופנו. הם חשובים לבריאות שלנו, אולם לעיתים גם גורמים לנו לחלות. אני חוקר כיצד הגוף וההתנהגות שלנו קובעים אלה מיקרואורגניזמים יחיו בתוכנו, וכיצד הם מתקשרים זה עם זה. האם ה"חיידקים הטובים" תמיד טובים, או שהם יכולים לעיתים לפנות כנגדנו ולגרום למחלות? אני עורך את המחקר הזה ב-ETH ציריך בשווייץ. נוסף על עריכת ניסויים ועיבוד נתונים, חלק חשוב מלהיות מדען הוא לתקשר את התוצאות: אנו אחראים לוודא שהממצאים שלנו מגיעים לאנשים, ושנתונים מדעיים יוכלו לשמש כבסיס לקבלת החלטות מושכלות בקרב הקהל הרחב.



**DANIELA LATORRE**

כיצד מערכת החיסון שלנו פועלת בהקשר לזיהומים? אלה חברות של תאי חיסון מעורבות? כיצד אנו יכולים לשפר את תגובות החיסון כדי למנוע טיפולים בזיהומים או לשפרם? חקרתי את ההיבטים האלה באנשים בריאים ובמטופלים שהושפעו מפגמים במערכת החיסון או מנגודנות עצמית. אני עובדת ב-ETH ציריך, שווייץ. אני מאמינה שהפצה של מדע לאנשים צעירים ולקהילה לא מדעית היא חלק ממטרתנו כמדענים במטרה לסייע לכולם להבין מדע ולהימנע מהפצת חדשות כוזבות.

**SELMA ASLANI**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**VALENTINA BIAGIOLI**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**TANIA CRUZ**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**NAOMI ELINA DÜNKI**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**ANTONIA CHIARA JEANNE EICHELBERG**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**MATTHIAS GOLDIGER**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**NICOLE HOWALD**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסיון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**GIOVANNI MARASTONI**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסיון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**THIERRY MARTI**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסיון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**VEGA PETERHANS**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסיון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**LAVANJA SELVAKUMAR**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסיון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

**ANNA WINTERBERG**

אנו סטודנטים מכל רחבי העולם אשר עורכים מחקר במסגרת תואר שני במדעי המזון, או תואר שני במדעי הבריאות וטכנולוגיה ב-ETH ציריך. כולנו היינו בשיעור של "מזון, מיקרוביטה וחסיון: שיחה על הראיות". השיעור הזה לימד סטודנטים למצוא ולקרוא מדע, לחשוב בצורה ביקורתית, ולקחת אחריות על שיתוף מדע עם הציבור.

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



הוצאת גרסה עברית
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK