

## מהי שעלת וכיצד אנו יכולים להגן על עצמנו מפניה?

Nicole Guiso\*

מכון פסטר, פריז, צרפת

### סוקרת צעירה

SAHASRA

גיל: 14



### מחלת נשימה

(Respiratory Disease)

כל אחת מהלקויות  
שמשפיעות על  
הנשימה האנושית.

שעלת היא מחלת נשימה מידבקת מאוד, שנגרמת על ידי חיידק שנקרא *Bordetella pertussis*. תינוקות עד גיל שלושה חודשים יכולים למות משעלת, והיא מסוכנת במיוחד גם עבור זקנים. ילדים מוגנים מפני המחלה אם כאשר הם באים במגע עם החיידק יש להם את הכלים לחסל אותו – תאים ונוגדנים בדם. הגנה זו יכולה להירכש על ידי חיסון. ישנם שני סוגי חיסונים כנגד שעלת: אחד מכיל את החיידקים השלמים שנהפכו בלתי פעילים באמצעות חום או כימיקלים, והשני מכיל גורמים בלתי פעילים שהוסרו מהחיידקים. אחרי התחסנות באחד מסוגי החיסון, ילדים מוגנים כנגד החיידק. אולם לאחר כמה שנים, התאים המגנים והנוגדנים פוחתים או נעלמים, וחשוב שילדים יתחסנו מחדש. החיסונים המחודשים נקראים חיסוני דחף, והם מומלצים עבור ילדים, מתבגרים, מבוגרים, זקנים ונשים בהיריון.

### מהי שעלת?

שעלת היא מחלת נשימה שמתפשטת בקלות רבה בין אנשים, ומשפיעה על הנשימה ובפרט על חלקי מערכת הנשימה, כמו למשל קנה הנשימה והריאות. המחלה מועברת על

**אירוסולים  
(Aerosols)**

תרסיס של נוזל באוויר שמפוזר על ידי אנשים שנדבקו בשעה שהם משתעלים.

**פרטוזיס  
(Pertussis)**

השם הלטיני של שעלת.

ידי **אירוסולים**, שהם תרסיס של נוזל באוויר שמפוזר על ידי אנשים שנדבקו, כאשר הם משתעלים. אחרי שחיידק מדביק אדם, יכול לחלוף כשבוע עד הופעת תסמינים לרבות שיעול שאינו נשמע טוב ואף נוזל, בדומה לצינון, אבל ללא חום. לאחר מכן, השיעול מחמיר, ועשוי להתפתח לקשיי נשימה, חרחור ואף הקאה. לעיתים קרובות התסמינים מחמירים בלילה. לוקח זמן רב להתאושש משעלת, כאשר ההפחתה בחרחור ובשיעול מתרחשת לאט, על פני שבועיים עד חמישה שבועות (איור 1). תסמיני השעלת הם שהעניקו למחלה את שמה הלטיני, **פֶּרְטוּזִיס**: "פֶּר" משמעותו אינטנסיבי, ו"טוּזִיס" משמעותו שיעול.

שעלת יכולה להיות חמורה במיוחד ואפילו קטלנית עבור תינוקות מתחת לגיל שלושה חודשים. במהלך המאה ה-19, שעלת גרמה למותו של ילד אחד מתוך כל 1,000 ילדים. מחלה זו מסוכנת גם עבור זקנים [1].

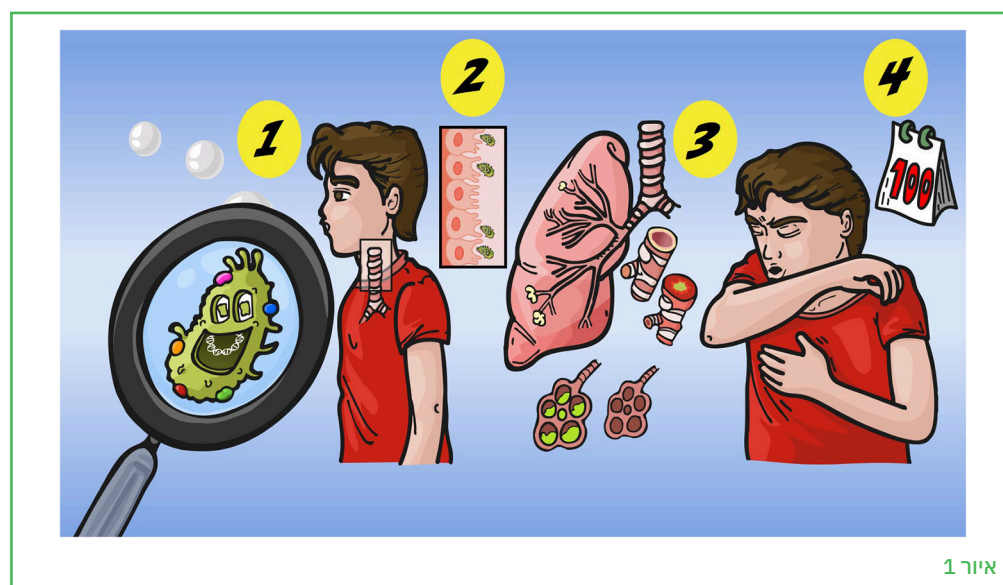
החיידק שגורם למחלה זוהה בפריז בשנת 1900 על ידי ג'. בורדט, רופא וחוקר צרפתי, ונקרא על שמו: **בורדטלה פרטוזיס**. שש שנים מאוחר יותר, החיידק בודד וגודל במעבדה, בעקבות פיתוח של חומר מיוחד שעליו החיידק יכול היה להתפתח בקלות מחוץ לגוף [2].

**האם קיים חיסון נגד שעלת?**

אחת הדרכים הטובות ביותר להגן על אנשים כנגד מחלה מידבקת היא לפתח חיסון. חיסון יכול להכיל את האורגניזמים השלם שגורם למחלה, במצב מוחלש או מת; חתיכה מהאורגניזם שגורם למחלה, או רעלן בלתי פעיל שמיוצר על ידי האורגניזם. מאחר שהאורגניזם שגורם למחלה אינו פעיל, חיסונים לא גורמים לתסמינים שנצפים במחלה באופן רגיל. במקום זאת, זריקת חיסון גורמת לתגובה חיסונית באדם המחוּסן. משמעות הדבר היא שגופו של האדם המחוּסן בונה הגנות כנגד הגורם שמחולל את המחלה. במקרה של שעלת, הגנות אלה כוללות נוגדנים שיכולים להיקשר ל**בורדטלה פרטוזיס** ולחסל אותו, כמו גם תאים של מערכת החיסון שיכולים להרוג תאים שנדבקו על ידי החיידק. כשאנשים

**איור 1**

השליבים השונים של שעלת. ראשית, מתרחש מגע עם אירוסולים מאדם שנדבק. לאחר מכן, החיידקים שנמצאים באירוסולים מתרבים בקנה הנשימה ופוגעים בו, וגורמים לתסמינים בדומה לצינון. בהמשך, החיידקים גורמים לשיעול קשה ולהקאות. לאחר כמה שבועות השיעול יפחת בהדרגה. המחלה יכולה להימשך 100 יום אצל אדם לא מחוסן.



איור 1

מחוסנים, הם מצוידים ומוכנים ללחום במחלה, וכשהם יפגשו את החיידק החי שגורם למחלה, הם יהיו מסוגלים לחסל אותו מהר ובלי לחלות.

## חיסון שעלת ראשון: חיסון של תא שלם

החיסון הראשון שפותח כנגד שעלת היה מורכב מחיידק שלם שהפך בלתי פעיל באמצעות חימום או כימיקלים. חיסון התא השלם נקרא **wPV**, קיצור של whole pertussis vaccine (חיסון פרטוזיס שלם). חיסון זה ניתן בצורת שלוש זריקות לתינוקות בגילי חודשיים, שלושה חודשים וארבעה חודשים, וזריקה אחת בגיל 18 חודשים. המנה האחרונה נקראת **זריקת דחף**, כלומר זריקה שמחזקת את התגובה החיסונית של הילד.

### wPV

חיסון שעלת של כל התא  
(Whole cell)  
(Pertussis Vaccine).

### זריקת דחף (Booster dose)

מנת חיסון הניתנת לילד  
בחלוף פרק זמן מסוים ממנת  
החיסון הראשונה. מטרתה  
לחשוף את מערכת החיסון  
מחדש לגורם המחלה כדי  
להגביר את התגובה  
החיסונית נגדו.

חיסון השעלת שולב עם חיסוני הדיפתריה והטטנוס, והיה בשימוש בארצות הברית בתחילת 1948. זו הייתה הצלחה גדולה, ומוות משעלת פחת ב-99%. עשור מאוחר יותר, wPV היה בשימוש באירופה עם שיעורי הצלחה דומים. בעקבות כך, בשנת 1977 ארגון הבריאות העולמי יצר תוכנית חיסון מורחבת, שמטרתה לחסן את כל הילדים ברחבי העולם [3].

אולם, שני עשורים לאחר שהחל השימוש הנרחב ב-wPV בארצות הברית, התעוררו כמה בעיות. ראשית, נמצא ש-wPV גורם לתופעות לוואי מסוימות, כמו למשל חום אחרי החיסון, כאבים ונפיחות במקום החיסון ובעיות במערכת העצבים. שנית, 25 שנים אחרי הכנסת החיסון כנגד שעלת, מספר התינוקות שאושפזו בשל המחלה החל לעלות שוב. מדוע? חוקרים מצאו שהגנות חיסוניות שנוצרו על ידי wPV פחתו עם הזמן. לפני שההתחסנות נעשתה שכיחה, אנשים ששרדו שעלת כשהיו צעירים, לעיתים קרובות באו במגע עם ילדים צעירים שנדבקו, מאחר ששעלת הייתה עדיין נפוצה. המפגשים האלה גירו את גופם לייצר תאים חיסוניים ונוגדנים חדשים כשהם התבגרו. גירויים אלה נקראים מחזקים טבעיים (איור 2). אולם אחרי שהחיסון נעשה נפוץ, אנשים כבר לא באו במגע עם ילדים עם שעלת, וללא החיזוקים הטבעיים, ההגנות החיסוניות שלהם החלו לדעוך. כתוצאה מכך, אם הם נדבקו בחיידק הם היו עלולים לחלות ממש כאילו מעולם לא חוסנו. בעיה גדולה אפילו יותר הייתה שמבוגרים שנדבקו יכלו להפיץ את החיידק לתינוקות צעירים, לא מחוסנים, שעבורם כאמור המחלה מסוכנת מאוד (איור 2).

האבחנות האלה הובילו את החוקרים לנסות לפתח סוג חדש של חיסון כנגד שעלת – שיש לו פחות תופעות לוואי, ושיוכל לשמש לחיזוק קבוע של אנשים שההגנות החיסוניות שלהם כנגד פרטוזיס דעכו, מה שלא היה מומלץ עם wPV בשל תופעות הלוואי שלו [4].

## חיסון שעלת שני: חיסון ללא תאים

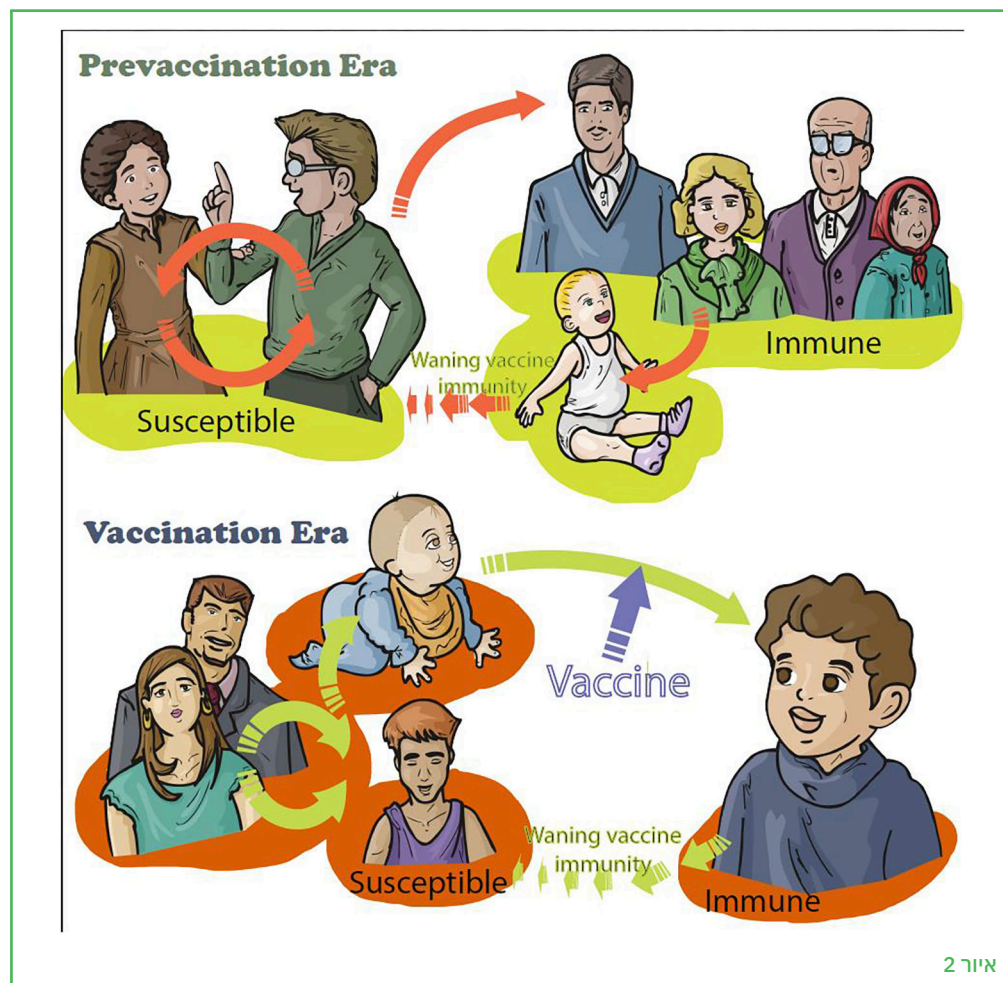
סוג החיסון השני שפותח כנגד שעלת נקרא חיסון פרטוזיס ללא תאים – **aPV**, מאחר שהוא מורכב מכמה רכיבים בלבד שמיוצרים על ידי החיידק. כדי להכין aPV, הכרחי לנקות את הרכיבים החיידקיים האלה בלי להרוס את המבנים שלהם, ואז להפוך אותם בלתי פעילים כדי שלא יזיקו לאנשים.

### aPV

חיסון שעלת ללא תאים  
(Acellular)  
(Pertussis Vaccine).

איור 2

שינוי בהעברת שעלת אחרי חיסון של תינוקות. טרם החיסון הראשון, לפני כ-80 שנים, ילדים נדבקו על ידי מגע עם ילדים שנדבקו (צבע צהוב סביב האנשים שבראש האיור). אחרי הכנסת החיסון עם wPV רק לתינוקות וילידים צעירים מאוד, התחלואה פחתה בשיעור ניכר וזו הייתה הצלחה. אך התרחש שינוי: ילדים היו מוגנים כנגד המחלה (צבע כתום סביב הילד מצד ימין למטה), אולם מתבגרים כבר לא היו מוגנים מאחר שההגנה של החיסון אינה לכל החיים. למבוגרים כבר לא היה מגע עם ילדים שנדבקו או תינוקות בגיל עד שמונה שבועות שעדיין לא יכלו להתחסן (צבע צהוב סביב חברי המשפחה מצד שמאל למטה). לאחר מצד שמאל למטה). לאחר מכן, פותח חיסון חדש-aPV. חיסון זה שימש להכנסת חיזוקים קבועים עבור ילדים צעירים, מתבגרים, מבוגרים ונשים הרות במטרה להגן על כל האוכלוסייה, כמו גם על תינוקות בני פחות משמונה שבועות (צבע כתום).



איור 2

אחרי כמה בדיקות, נמצא ש-aPV היה יעיל כמו wPV וגרם לפחות תופעות לוואי. משמעות הדבר הייתה ש-aPV יכול לשמש לזריקות דחף [3]. זמן קצר לאחר פיתוחו, הוכנס במהירות חיסון הדחף מסוג aPV עבור ילדים גדולים יותר, מתבגרים ומבוגרים, לאירופה, לאמריקה הצפונית, ליפן ולאוסטרליה, אך לא לאזורים רבים אחרים בעולם, מאחר שחיסון ה-aPV יקר. כיום, העולם מחולק לשניים: מדינות שמשמשות ב-wPV עם אסטרטגיית החיסון הישנה של חיסון ילדים צעירים בלבד (בעיקר אפריקה, אסיה ודרום אמריקה), ומדינות שמשמשות ב-aPV עם אסטרטגיית החיסון החדש שכוללת חיסוני דחף (אוסטרליה, אירופה, יפן וצפון אמריקה).

אולם, 20 שנים אחרי תחילת ההתחסנות ב-aPV, אנו שוב רואים עלייה במספר הפעוטות שמאושפזים עם שעלת, כפי שראינו בחיסוני wPV. מובן שהמספר נמוך מאוד בהשוואה לזמן שבו ילדים לא חוסנו כלל, אך אפילו מקרה מוות אחד או שלושה שבועות אשפוז של תינוק אינם מתקבלים על הדעת!

כעת אנו יודעים שההגנה החיסונית המתאפשרת על ידי aPV, בדומה לזו שהושרתה על ידי wPV, אינה הגנה לכל החיים. כיום אנו רואים שההגנה המסופקת על ידי חיסון שעלת אינה גבוהה מספיק במתבגרים ובמבוגרים. לצד זאת, מיתות של תינוקות צעירים, לא מחוסנים, עדיין מתרחשות: תינוקות לא יכולים להתחסן לפני גיל שישה-שמונה שבועות, ולכן הם

עלולים להידבק מההורים, הסבים, האחים, או השמרטפים שלהם לפני שהם גדולים מספיק כדי להתחסן.

## מה ניתן לעשות כדי להגן על תינוקות?

חוקרים עדיין מנסים לפתח חיסון חדש שיוכל לספק הגנה ארוכת-טווח כנגד שעלת. בינתיים, חשוב לפתח אסטרטגיות חדשות שניתן להשתמש בהן בעזרת החיסונים הקיימים, במטרה להגן על תינוקות מלידתם ועד לגיל שמונה שבועות.

אחת האסטרטגיות נקראת **אסטרטגיית הגולם**. במסגרתה, כאשר זוג מחליט להביא תינוק, ינתן חיסון להורים העתידיים ולכל האנשים שיהיו במגע עם התינוק לרבות חברי משפחה, שמרטפים והצוות הרפואי.

אסטרטגיה אחרת נקראת **חיסון אימהי** ובמסגרתה האם העתיידית מקבלת חיסון לפחות שלושה-ארבעה חודשים לפני הלידה. אם האם מחוסנת, היא תייצר תאי חיסון ונוגדנים ולא תעביר את המחלה לתינוק. יתרה מזו, היא תעביר חלק מהחיסוניות שלה לתינוק, ובמיוחד את הנוגדנים. אלה יגנו על התינוק במשך שלושה חודשים לפחות אחרי הלידה, עד שהתינוק יהיה מספיק בוגר כדי להתחסן.

## סיכום

מאז הכנסת החיסון כנגד שעלת נלמדו כמה שיעורים חשובים. ראשית, גילינו כי שעלת אינה מחלת ילדים בלבד. אדם שלא התחסן, או שההגנות החיסוניות שלו נחלשו, יכול להידבק בכל גיל. למדנו גם שהתחסנות היא הדרך הטובה ביותר להיות מוגנים כנגד שעלת, ולכן חשוב במיוחד שכולנו נתחסן בזמן המומלץ עבורנו. לבסוף, אנו צריכים לשים לב למקרים של התפרצויות שעלת, אפילו אם יש לנו חיסון אפקטיבי. אם נהיה ערניים, נוכל לתפוס התפרצויות חדשות מוקדם ולשנות את אסטרטגיית החיסון לפי הצורך – ככל הנראה באמצעות שימוש בשיטות כמו חיסון אימהי ואסטרטגיית הגולם [5].

ברשותנו חיסונים אפקטיביים שמסוגלים להגן עלינו כנגד המחלה, אולם החיסוניות שמושרית על ידי חיסונים אלה אינה תקפה לכל החיים. זו הסיבה לכך שלוח הזמנים של החיסון מתעדכן באופן קבוע על ידי הוספת חיסוני דחף במטרה לדכא את התמותה שנובעת מהמחלה. לכן חשוב מאוד לעקוב אחרי המלצות החיסון של רשויות בריאות הציבור.

## מקורות

1. Heininger, U. 2010. Update on pertussis in children. *Expert Rev. Anti Infect. Ther.* 8:163–73. doi: 10.1586/eri.09.124
2. Bordet, J., and Gengou, O. 1906. Le Microbe de la coqueluche. *Ann. Inst. Pasteur* 2:731–41.

### אסטרטגיית גולם (Cocooning Strategy)

אסטרטגיית חיסון שכוללת התחסנות של כל האנשים שעתידיים לבוא במגע עם תינוק, לפני לידת התינוק.

### חיסון אימהי (Maternal Vaccination)

אסטרטגיה של חיסון נשים בהיריון לפני הולדת תינוקן.

3. Guiso, N., Meade, B., and Wirsing Von Koenig, C. H. 2020. Pertussis vaccines: the first hundred years. *Vaccine* 38:1271–6. doi: 10.1016/j.vaccine.2019.11.022
4. Zepp, F., Heininger, U., Mertsola, J., Bernatowska, E., Guiso, N., Roord, J., et al. 2011. Rationale for pertussis booster vaccination throughout life in Europe. *Lancet Infect. Dis.* 11:557–70. doi: 10.1016/S1473-3099(11)70007-X
5. World Health Organization. 2015. *Pertussis Vaccines: WHO Position Paper*. Available online at: <https://www.who.int/wer/2015/wer9035>

פורסם אונליין: 30 בנובמבר 2022

נערך על ידי: Michel Goldman

מנחה מדעי: Gokul Raghunath

ציטוט: Guiso N (2022) מהי שעלת וכיצד אנו יכולים להגן על עצמנו מפניה? *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.543329-he

תורגם והותאם מ: Guiso N (2020) What Is Whooping Cough and How Can We Protect Ourselves? *Front. Young Minds* 8:543329. doi: 10.3389/frym.2020.543329

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

**COPYRIGHT** © 2020 © Guiso 2022. 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.

## סוקרת צעירה

SAHASRA, גיל: 14

היי, אני Sahasra, עולה לכיתה י ומחכה בקוצר רוח להתחיל את התיכון. אני מתעניינת במדע ובשפות, אוהבת להקשיב למוזיקה ולקרוא ספרים. ג'. ק. רולינג היא הגיבורה שלי. לשחק כדורעף זו התשוקה שלי – אני משחקת עבור בית הספר שלי ומועדון מקומי. הייתי רוצה לפתח קריירה במדעי החיים או בשירותי בריאות.

## הכותבת

NICOLE GUISO

Nicole Guiso סיימה את הדוקטורט שלה ואז את התזה שלה במיקרוביולוגיה ב-1980. היא הפכה למנהלת חוקרים בשנת 1991. Nicole הקימה את מרכז העיון הלאומי לשעלת במכון פסטר בפריז, וניהלה אותו מ-1993 ועד 2015. כתבה יותר מ-300 מאמרים בעיתונים בינלאומיים, ו-20 פרקי ספרים.



כיום היא הנשיאה של פרויקט "פְּרִילִיק" שמטרתו לבנות מעבדות עיון בכמה מכוני פסטר ברחבי העולם.  
\*nicole.guiso@pasteur.fr

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