



יבלות – מהן וכיצד הן נוצרות?

Meihua Yu, Janin Chandra*

מכון דיאמנטניה באוניברסיטת קווינסלנד, המכון למחקר העברה, בריסביין, קווינסלנד, אוסטרליה

סוקרים צעירים

AARAV

גיל: 8



SAM

גיל: 12



יבלות הן גושים קטנים שגדלים בעור. ייתכן שהייתה לכם יבלת, או שראיתם כזו בספרי ילדים, שם היא בדרך כלל גדלה על אפים של מכשפות. האם תהיתם אי פעם מהיכן יבלות מגיעות? ייתכן שתהיו מופתעים לגלות כי יבלות נגרמות על ידי וירוס. וירוסים הם חלק מאורגניזמים שזקוקים לתאים כדי להשתכפל. תאים הם אבני הבניין של כל היצורים החיים. הווירוס שגורם ליבלות, שנקרא וירוס הפפילומה האנושי, מזהם את תאי העור ומתמיר אותם למפעלים קטנים לייצור וירוסים. לווירוס יש כלים מיוחדים שגורמים לתאי העור לגדול מהר יותר ולחיות זמן רב יותר. זה מוביל לגדילת יתר של תאי עור, אשר יוצרת יבלת. וירוסים מתפשטים מאדם לאדם, מה שהופך אותם למדבקים, ולכן יבלות מדבקות גם הן. הקפדה על היגיינה טובה וכיסוי היבלת הם בין האסטרטגיות למניעת התפשטות יבלות לאזורים אחרים בגוף, ולאנשים נוספים.

עורכם מְחַדֵּש את עצמו בכל חודש!

כדי להבין כיצד יבלות גדלות, ראשית אנו צריכים להבין כיצד עור בריא גדל. גופכם בנוי מתאים מיקרוסקופיים, שהם אבני בניין בסיסיות של כל אורגניזם חי. התאים שלכם נוצרים

גן (Gene)

חלק בגנום שנקרא עבור חלבון מסוים.

גנום (Genome)

מכלול ההוראות הכימיות של אורגניזם.

אפידרמיס (Epidermis)

השכבות החיצוניות של העור.

דרמיס (Dermis)

השכבות הפנימיות של העור.

תא בסיס (Basal Cell)

סוג של תא עור מתמחה שאחראי על התחדשות רציפה של העור.

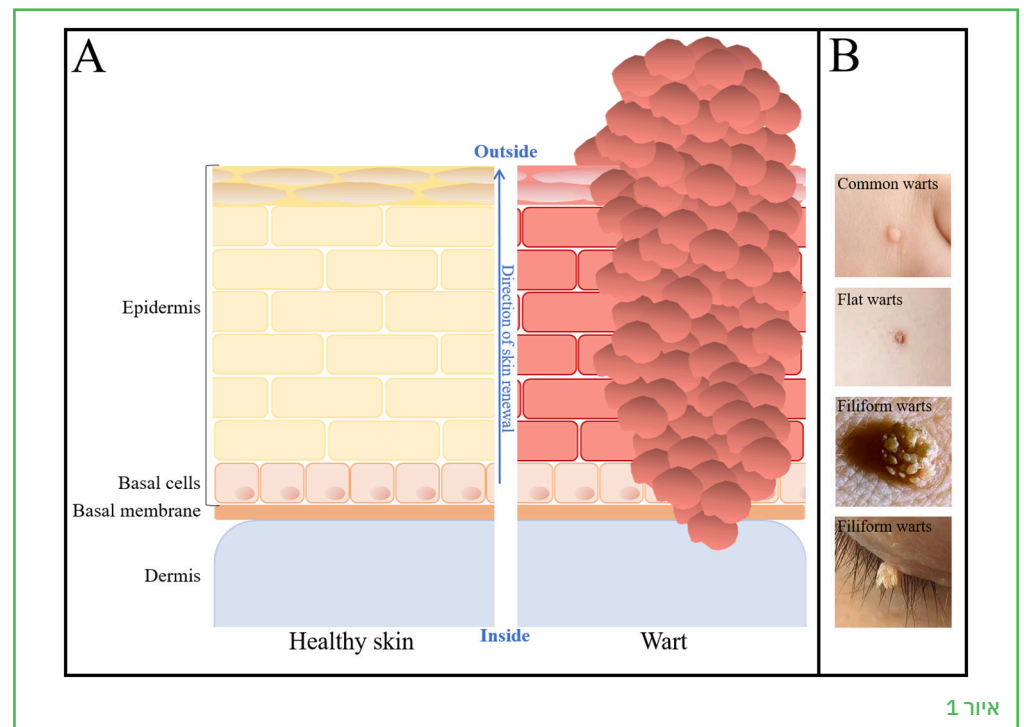
איור 1

תרשים מיקרוסקופי של עור בריא ושל יבלות. (A) המבנים של עור בריא (משמאל) ושל יבלת (מימין). השכבות של תאי עור בריאים מאורגנות בצורה מסודרת. תאי הבסיס ממשיכים לחדש את העור כל הזמן באמצעות חלוקה ותנועה מהחלק הפנימי לחיצוני. בשכבה החיצונית, תאי עור מתים ומושללים. ביבלת, הארגון המסודר של תאי עור מופרע. תאי עור גדלים יותר מדי ונעדרים, מה שיוצר גבשושית בחלק החיצוני שמגיעה למטה אל הדרמיס. (B) תמונה של סוגי יבלות שונים שניתן למצוא על ידיהם של ילדים, פניהם או עיניהם (מקור: מאמרי בלוג, WebMD, Penguin Pediatrics PLLC (MomJunction-I).

פפילומה (Papilloma)

המונח הרפואי ליבלת, שילוב של המילים פפילה (פּטָמָה) ו-אומה (גדילה).

באמצעות מעקב אחר הוראות שכתובות בגנים שלכם. הגנים הם כמו ספר הוראות לגו שמועד לבנייה של סוגי תאים שונים בגופכם. אולם גנים אינם ספר שמכיל דפים, אלא הוראות כימיות מורכבות ששולטות בתאים שאתם בנויים מהם. כל הגנים יחד נקראים **גנום**. לגוף האנושי המורכב יש סוגי תאים רבים, שכל אחד מהם מבצע מטלה שונה. תאים רבים מאותו הסוג יוצרים איבר, כמו למשל המוח, הלב, או העור. עורכם הוא האיבר הגדול ביותר בגופכם – הוא מורכב מיותר ממיליארד תאים, ויוצר מחסום אטום למים במטרה להגן על האיברים שבתוכו. עור בריא מאורגן בצורה מסודרת מאוד, מכיל הרבה שכבות שונות של תאים ומתאפיין במבנה מדויק מאוד, שמוביל לפני שטח חלקים וישרים (איור 1A). המבנה הזה נוצר על ידי הגנים בתאי העור שלכם. העור מכיל שני חלקים עיקריים: השכבה החיצונית שנקראת **אפידרמיס**, והשכבה הפנימית שנקראת **דרמיס**, אשר מחוברות באמצעות **ממברנה**. תאי העור הרגילים שלכם תמיד מתחלקים ומייצרים תאי עור חדשים מתאים שנקראים **תאי בסיס**, אשר ממוקמים על גבי הממברנה בין הדרמיס לאפידרמיס. משם, תאי העור החדשים נעים החוצה, ובסופו של דבר מתים ומושללים לסביבה. האם ידעתם שהעור הבריא שלכם מחדש את עצמו מדי חודש?



התחדשות העור משתבשת ביבלות

יבלות הן גושים קטנים וקשיחים שגדלים בעורכם. יבלות הן שכיחות, במיוחד בקרב ילדים בגילי בית ספר יסודי [1]. מרבית הסיכויים שבשלב כלשהו בחיכם הצעירים תפתחו יבלת, או שלמישהו שאתם מכירים תהיה יבלת. לעיתים קרובות יבלות מופיעות על הידיים או על כפות הרגליים, אך למעשה הן יכולות להתפתח בכל מקום בגופכם. המונח הרפואי ליבלת הוא **פפילומה**. יבלות מופיעות בצורות שונות (איור 1B): מרביתן נראות כמו גבשושיות קשות, קשיחות ומוגבהות; חלקן נראות כמו כרוביות קטנות, בעוד שאחרות נראות כמו גידולים ארוכים דמויי מברשת [2].

ביבלות, הארגון המסודר של תאי העור מופרע, והם גדלים יותר מדי, כשהכוונה אינה לגדילה בגודל, אלא לגדילה בכמות. כמו כן, ביבלות תאי עור חיים זמן ארוך יותר מהרגיל. יחד, ההשפעות האלה גורמות לתאי עור להצטבר, מה שיוצר את היבלת (איור 1A). לעיתים קרובות החלק העליון ביותר של היבלת מכוסה בחלק נוקשה, שמכיל תאי עור מתים ויבשים שלא הושלו.

יבלות נוטות להישאר בעור זמן ממושך, בדרך כלל חודשים ולעיתים שנים, לפני שהן נעלמות לפתע. לפעמים צריך לקבל טיפול רפואי עבור יבלת, במיוחד אם היא התפתחה במקום בגוף שמפריע, כמו למשל תחתית כף הרגל או בין אצבעות הידיים, היכן שמחזיקים עט. ישנן תרופות זמינות שניתן למרוח על העור, ובמקרים מסוימים רופאים יכולים להקפיא יבלות (ידוע בתור קְרִיאוֹתֶרְפִּיָה) – הליך שהורג את התאים הנגועים ומאפשר גדילה מחודשת של עור בריא.

יירוסי פפילומה גורמים ליבלות

ייתכן שזמן מה לאחר שחוויתם את היבלת הראשונה שלכם, תִּפְתְּחוּ יבלות אחרות, בין אם במקום קרוב ליבלת הראשונה, בין במקומות אחרים בגופכם. תופעה זו מתרחשת בשל העובדה שיבלות נגרמות על ידי יירוס, ומאחר שהוירוס יכול להתפשט בגופכם או להיות מועבר בין אנשים, אזי היבלות מִדְבָּקוֹת.

יירוסים הם חלקי אורגניזמים זעירים שמטרת קיומם היחידה היא לייצר יירוסים נוספים. הם חסרי חיים לבדם, ויכולים להשתכפל רק על ידי הדבקת התאים שלנו, שם לעיתים הם גורמים למחלות כמו צינון, שפעת, או יירוס הקורונה (קוֹבִיד-19). ישנן מגוון משפחות שונות של יירוסים, ומשפחת הוירוסים שגורמת ליבלות נקראת **יירוס הפפילומה האנושי (HPV)**. מדענים זיהו יותר מ-390 סוגים של יירוס זה [3], ועשרה מתוכם יכולים לגרום ליבלות [4].

כל חברי משפחת יירוס הפפילומה האנושי נראים דומים מאוד. יירוס הפפילומה האנושי הוא זעיר – גודלו 55 ננוֹמֶטְרִים בלבד. ננומטר אחד הוא מיליונית מילימטר, כלומר יירוס זה קטן הרבה יותר ממה שאנו יכולים לראות בעין. מדענים משתמשים במיקרוסקופ מיוחד שנקרא מיקרוסקופ אלקטרוני חודר (איור 2A) כדי להתבונן בוירוס פפילומה אנושי ולצלם תמונות שלו (איור 2B, משמאל). יירוסים ממשפחה זו מורכבים ממעטפת שנקראת קַפְסִיד (קופסית הנגיף), אשר עוטפת את הגֶנוֹם של הוירוס ומגינה עליו. קפסיד יירוס הפפילומה האנושי מכיל 72 בלוקים, שכל אחד מהם מורכב מ-5 יחידות של חלבוני קפסיד, שנקראות פְּנְטָמְרִים (איור 2B, מימין למעלה). גנום יירוס הפפילומה האנושי (איור 2B, מימין למטה) מְקֻדָּד לכל דבר שהוירוס צריך כדי להשתכפל.

באופן כללי, גְּנִים מקודדים חלבונים, שהם מולקולות הנמצאות בכל היצורים החיים ומבצעות מטלות מסוימות. חלבונים חיוניים עבור כל היצורים החיים. יירוסים לא יכולים לחיות לבדם מאחר שאין להם מפעלים לייצור חלבונים. לכן, הם משתלטים על המפעל לייצור חלבונים של התא, במטרה להשתכפל. לצורך כך, יירוסים נדרשים להדביק תאים, כלומר הם צריכים להכניס את הגנומים שלהם אל תוך התאים. לעיתים קרובות יירוסים מעדיפים להדביק אזור מסוים בגוף, ווירוס הפפילומה האנושי אוהב להדביק את העור. וירוס זה אינו יכול להדביק

יירוס הפפילומה האנושי (HPV - Human Papilloma Virus)

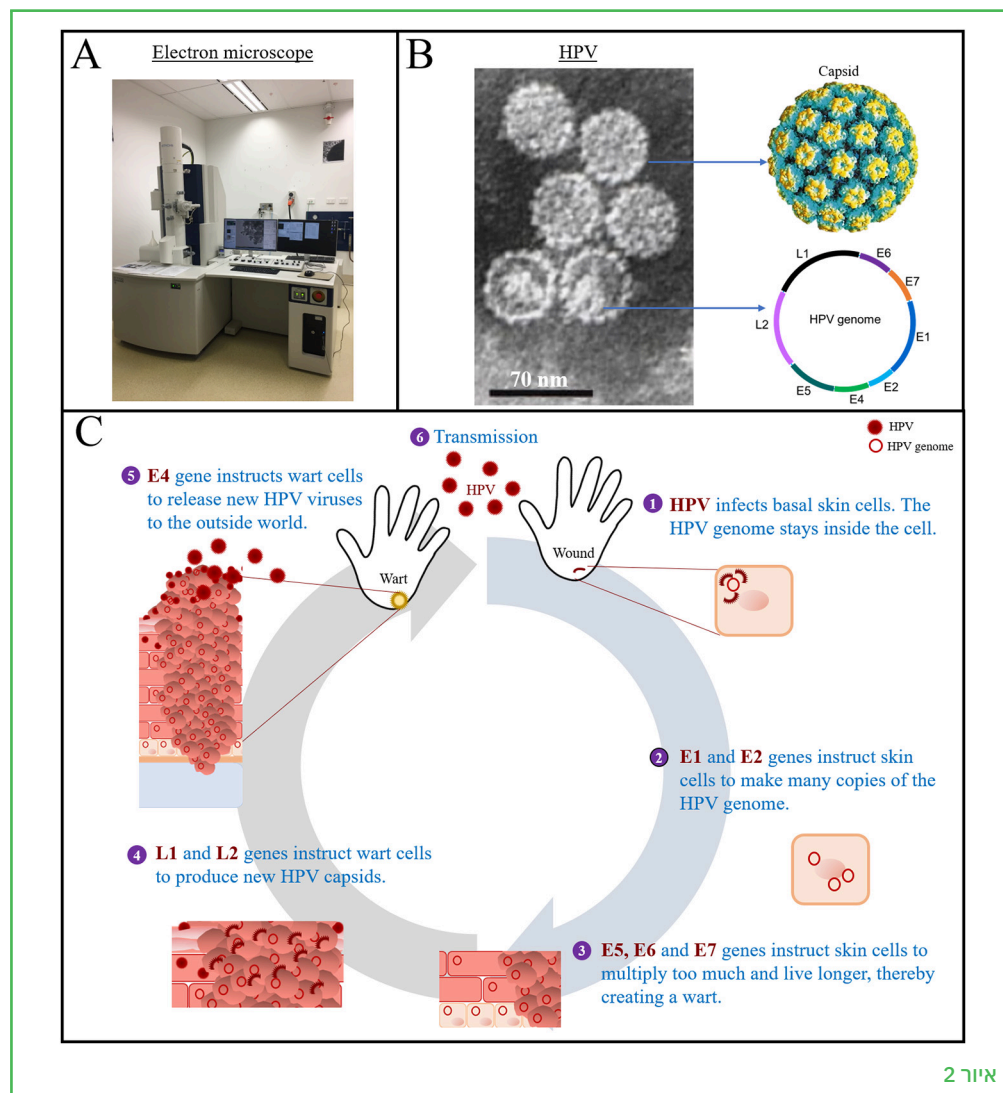
משפחה של יירוסים שיכולה לגרום ליבלות.

קפסיד (Capsid)

המעטפת החיצונית של יירוס, שמורכבת מחלבונים.

איור 2

וירוס הפפילומה האנושי (HPV) – מבנה ומחזור החיים. (A) מיקרוסקופ אלקטרוני (התמונה צולמה על ידי דוקטור Meihua Yu). (B) וירוס הפפילומה האנושי כפי שנראה באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני (מקור: Wiki, תחת רישיון Attribution 3.0 Unported), ציור של קפסיד וירוס הפפילומה האנושי (מקור: Micobewiki) והגנום שלו. הקפסיד מורכב מפּוֹטְמֵרִים, שבהם משולבות 5 יחידות קפסיד. גנום וירוס הפפילומה האנושי הוא סליל מעגלי של דנ"א, אשר מכיל את הגנים המוקדמים והמאוחרים. (C) במהלך מחזור החיים של וירוס הפפילומה האנושי, לכל גן יש תפקוד מסוים. יחד, הגנים מכפילים את גנום וירוס הפפילומה האנושי, מרכיבים וירוסים חדשים ומסייעים לוורוסים החדשים לצאת מהתא.



איור 2

את השכבה החיצונית של העור – עליו להיכנס לתאי הבסיס הפנימיים (איור 1A) דרך חתכים או פצעים קטנים. כפי שהוסבר קודם לכן, תאי בסיס ממלאים כל הזמן את מאגרי עורכם בתאים חדשים, ולכן הם אחראיים על ההתחדשות המתמשכת של עורכם. הווירוס משתלט על המנגנון לשכפול תאי הבסיס במטרה לשכפל את עצמו!

הפיכת תאי עור למפעלים לייצור וירוסים

כאשר וירוס הפפילומה האנושי מדביק תאי בסיס של העור (איור 2C), הוא מפרק את הקפסיד העוטף את הגנום, וגנום הווירוס יוצא מחוץ לתא [5]. גנום וירוס הפפילומה האנושי מכיל הוראות ליצירת וירוסים חדשים, וכן הוראות לשליטה על התאים. הוראות השליטה האלה מנחות את תאי העור להשתכפל יותר ולחיות זמן ארוך יותר, מה שמאפשר לוורוס הפפילומה האנושי לייצר וירוסים רבים יותר בתוך התאים.

גנום וירוס הפפילומה האנושי הוא בצורת טבעת, ומכיל שמונה גנים, אשר הופכים לשמונה חלבונים (איור 2B). הגנים מסוג E (E מייצג את המילה "Early", כלומר מוקדם), מתורגמים

לחלבונים זמן קצר אחרי ההדבקה, בשכבות התחתונות של העור. כדי להפוך תאי עור למפעלים לייצור וירוסים, נדרשים שישה גנים מסוג E (E1, E2, E4, E5, E6 ו-E7). הגנים E1 ו-E2 מנחים את התא ליצור הרבה גנומים ויראליים חדשים. הגנים E5, E6 ו-E7 מנחים את התאים להשתכפל ולחיות זמן ארוך יותר, ובאופן הזה לשנות את העור ליבלות! גנים מסוג L, L1 ו-L2 (L מייצג את המילה "Late", כלומר מאוחר), מקודדים את החלבונים עבור קפסיד וירוס הפפילומה האנושי. הגנים האלה מופעלים מאוחר במחזור החיים הוויראלי, ובשכבות העליונות של העור. ברגע שתאי יבלת מכילים מעטפות חלבון ויראלי וגנומים, הם יכולים להרכיב וירוסים חדשים, והגן E4 מפעיל את שחרורם של וירוסים חדשים לעולם שבחוץ. כאשר תאי העור מתים ומתפרקים, הם משחררים אלפי וירוסים חדשים ממשפחת וירוס הפפילומה האנושי, שכעת מוכנים להדביק את העור באזורים אחרים בגוף, או לעבור לאדם אחר. כאשר הווירוס החדש מוצא נקודת כניסה לעור דרך פצע או שריטה קטנה, הוא ידביק שוב תאי בסיס, ומחזור החיים הוויראלי יתחיל מחדש.

הדבקה וטיפול

פני השטח הקשים בדרך כלל של יבלת, מורכבים מאזור קשיח המורכב מתאי עור מתים ומיובשים. כאשר היבלת ממשיכה לגדול, כמות התאים על פני השטח ממשיכה להצטבר, ובכל פעם שתא עור מת ומתפרק, הוא משחרר אלפי וירוסים ממשפחת וירוס הפפילומה האנושי. אם יש לכם יבלת על היד, קל להעביר את הווירוס לכל דבר שאתם נוגעים בו, לרבות אזורים אחרים בגופכם, או אנשים אחרים, כמו משפחתכם וחבריכם. וירוס הפפילומה האנושי יכול להיות מועבר דרך משטחים, כמו צעצועים או הרצפה בבריכת השחייה שעליה אנשים רבים הולכים יחפים. כדי למנוע הדבקה, חשוב להקפיד על היגיינה טובה באותו האופן שאנו מקפידים להימנע מלהידבק בגורמי מחלה אחרים, כמו למשל באמצעות שטיפת ידינו וניקוי משטחים וצעצועים משותפים. אם יש לכם יבלת, חשוב להיות מודעים לכך שאתם יכולים להפיץ את וירוס הפפילומה האנושי, כך שתוכלו לפעול באחריות כדי למנוע זאת. שיטה טובה נוספת היא לכסות את היבלת בפלסטר. אם אתם סובלים מיבלת, רצוי להיוועץ ברופא לשם קבלת טיפול.

סיכום

יבלות נגרמות על ידי וירוס הפפילומה האנושי. וירוס זה משתלט על תא עור במטרה לייצר וירוסים נוספים, ומתעתע בתאי עור כדי שיגדלו במספריהם יותר מהרגיל. הדבר גורם להפרעה לארגון המסודר של תאי עור, ולצמיחה של יבלות. וירוס הפפילומה האנושי יכול להדביק אנשים אחרים.

מקורות

1. van Haalen, F. M., Bruggink, S. C., Gussekloo, J., Assendelft, W. J. J., and Eekhof, J. A. H. 2009. Warts in primary schoolchildren: prevalence and relation with environmental factors. *Br. J. Dermatol.* 161:148–52. doi: 10.1111/j.1365-2133.2009.09160.x

2. Hogendoorn, G. K., Bruggink, S. C., Hermans, K. E., Kouwenhoven, S. T. P., Quint, K. D., Wolterbeek, R., et al. 2018. Developing and validating the Cutaneous WARTS (CWARTS) diagnostic tool: a novel clinical assessment and classification system for cutaneous warts. *Br. J. Dermatol.* 178:527–34. doi: 10.1111/bjd.15999
3. Bzhalava, D., Muhr, L. S. A., Lagheden, C., Ekstrom, J., Forslund, O., Dillner, J., et al. 2014. Deep sequencing extends the diversity of human papillomaviruses in human skin. *Sci. Rep.* 4:5807. doi: 10.1038/srep05807
4. Bruggink, S. C., de Koning, M. N. C., Gussekloo, J., Egberts, P. F., ter Schegget, J., Feltkamp, M. C. W., et al. 2012. Cutaneous wart-associated HPV types: prevalence and relation with patient characteristics. *J. Clin. Virol.* 55:250–5. doi: 10.1016/j.jcv.2012.07.014
5. Hebner, C. M., and Laimins, L. A. 2006. Human papillomaviruses: basic mechanisms of pathogenesis and oncogenicity. *Rev. Med. Virol.* 16:83–97. doi: 10.1002/rmv.488

פורסם אונליין: 13 במרץ 2023

עורך: Bahtiyar Yilmaz

מנחים מדעיים: Louise Coats and Ajithkumar Vasanthakumar

ציטוט: Yu M and Chandra J (2023) יבלות – מהן וכיצד הן נוצרות? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.560890-he

תורגם והתאם מ: Yu M and Chandra J (2021) Say Wart??? *Front. Young Minds* 8:560890. doi: 10.3389/frym.2020.560890

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

COPYRIGHT © 2021 © Yu and Chandra 2023. 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.

סוקרים צעירים

AARAV, גיל: 8

אני בן 8, תלמיד כיתה ג שאוהב כל דבר שקשור לבניינים ולחלל. כשאגדל, ארצה להיות ארכיטקט. הבילוי האהוב עליי בשעות הפנאי הוא בניית דברים בלגו, קפלה וּגְ'נְגָה. אני אוהב לרכוב על אופניים ולשחק עם חברים. יש לי שאלות רבות על הכול, ולהרבה מהן עוד לא מצאתי תשובות.





SAM, גיל: 12

הי! קוראים לי סָם ואני גר בצפון אנגליה. אני מתעניין בחלל, בפיזיקה ובאינטליגנציה מלאכותית. בזמני הפנוי, אני נהנה לרכוב על אופניים בהרים, לקרוא, לערוך וידיאו ולבלות זמן עם כלב וחתול המחמד שלי. הסרטים האהובים עליי הם הסימפסונים וקרטה קיד.

הכתבות

MEIHUA YU

דוקטור מְיִהוּאַה יו היא חוקרת במכון דיאמנטינה באוניברסיטת קווינסלד בבריסביין, אוסטרליה. עבודתה הנוכחית מתמקדת באימונולוגיה ובפיתוח חיסון לוורוס הפפילומה האנושי. היא עשתה את הדוקטורט שלה בהנדסה ביו-רפואית והמציאה חומר ננומטרי לשיפור חיסונים. במטרה לבחון את המצאתה, עברה לתחום של אימונולוגיה, ולמדה את הידע הקשור בתחום חדש זה, את השפה המיוחדת אותו ואת תרבותו. מְיִהוּאַה מקווה שהמצאתה תוכל לסייע לאנשים המתמודדים עם מחלות. בזמנה הפנוי, היא אוהבת לשחק וללמוד עם בנה, ולצפות בסרטים.

JANIN CHANDRA

דוקטור ג'נין צ'ַנְדְרָה היא חוקרת במכון דיאמנטינה באוניברסיטת קווינסלד בבריסביין, אוסטרליה. מאז בית הספר התיכון הייתה מרותקת מדברים שונים בטבע, ובמיוחד מווירוסים ומהאופן שבו הם גורמים לבני אדם לחלות. ג'נין למדה ביולוגיה בגרמניה ועשתה את הדוקטורט שלה באימונולוגיה בשווייץ. לאחר מכן, הגיעה לאוסטרליה כדי לחקור כיצד וירוס הפפילומה האנושי מתחבא ממערכת החיסון וגורם ליבלות ולסרטן. ג'נין אוהבת לגלות ידע חדש מניסויים. בזמנה הפנוי, היא נהנית לרכוב על אופניים עם בניה, ללכת לים, לצייר, לטפס ולחקור את הטבע. [*j.chandra@uq.edu.au](mailto:j.chandra@uq.edu.au)

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