

נגיף הפפילומה הוא מסוכן – אך חיסון יכול לשמור עליכם!

Marie Neunez^{1,2*}, Susan Nasif^{3,4,5}, Pierre R. Smeesters^{6,7,8,9} | Hilde Stevens¹

¹המכון לחדשנות רב-תחומית בשירותי בריאות (I3H), האוניברסיטה החופשית של בריסל, בריסל, בלגיה

²קרן הילדים הבלגית למחקר רפואת ילדים, בריסל, בלגיה

³בית ספר ללימודי דוקטורט במדעי הביו-רפואה, קיי יו לון, לון, בלגיה

⁴הקומיקס הווירולוגי של סִמְזָה, בריסל, בלגיה

⁵מעבדת נייטס לחקר וירולוגיה, תרופות אנטי-נגיפיות וחיסונים, האוניברסיטה הקתולית של לון, לון, בלגיה

⁶המעבדה לביקטריולוגיה מולקולרית, האוניברסיטה החופשית של בריסל, בריסל, בלגיה

⁷קבוצת מחקר של מחלות טרופיות, מכון המחקר מורדוך לילדים, מלבורן, ויקטוריה, אוסטרליה

⁸המחלקה לרפואת ילדים, אוניברסיטת מלבורן, מלבורן, ויקטוריה, אוסטרליה

⁹בית החולים האקדמי לילדים המלכה פבילה, האוניברסיטה החופשית של בריסל, בריסל, בלגיה

סוקרים צעירים

A. Y. JACKSON
S. S.
(TORONTO
DISTRICT
SCHOOL
BOARD)
גיל: 13-15

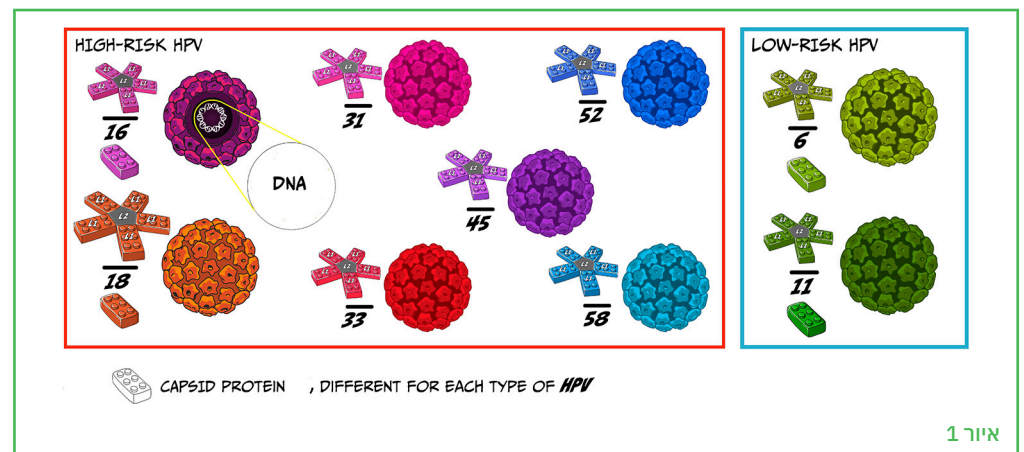


נגיף הפפילומה האנושי (HPV) הוא וירוס שיכול לגרום למחלות בעור ובמְמָרְנוֹת ריריות בקרב נשים וגברים. ישנם יותר מ-100 סוגים של הנגיף. בעוד שמרביתם גורמים למחלות בלתי מזיקות, חלקם מזיקים יותר ויכולים להוביל לסוגים שונים של סרטן. זיהומי נגיף הפפילומה האנושי אינם ניתנים לריפוי. הפתרון היחיד הוא למנוע הידבקות על ידי חיסון בנות ובנים בגילי 9-15. חיסון נגד הנגיף מונע הידבקות ועוצר את התפשטות הווירוס מאדם אחד לאחר. מאמר זה יסייע לכם להבין את העובדות הבסיסיות לגבי נגיף הפפילומה האנושי, המחלות שהוא גורם להן ומדוע חיסון נגדו הוא פתרון חשוב.

מהו נגיף הפפילומה האנושי?

נגיף הפפילומה האנושי מדביק בני אדם וגורם ל"פפילומה". מילה זו מורכבת מהמילה "פפילה", שמשמעותה פצעון, ומהמילה "אומה", שמתייחסת לגדילה אבנורמלית של תאים, המוכרת בשם גידול. העור הוא איבר בעל כמה שכבות רקמה, שמייצר את מחסום ההגנה הטבעי של גוף האדם. נגיף הפפילומה האנושי מדביק בעיקר תאי עור וממברנות ריריות: אלו רקמות הנמצאות במגוון איברים כמו הפה, הגרון ואיברי המין.

נגיפים אינם ניתנים לצפייה בעין בלתי מזוינת, אך אפשר לצפות בהם באמצעות מיקרוסקופ חזק. לנגיף הפפילומה האנושי יש צורה עגולה, וקוטרו 55 ננומטרים (1 ננומטר = 0.0000001 סנטימטר). זה קטן פי מיליון מכדור טניס! חלק מהחלבונים שמרכיבים נגיף זה משתלבים ליצירת מִגֵן בצורת כוכב, בדומה לכוכב שבונים מלגו®. בסך הכול, 72 "הגנות" בצורת כוכב מתחברות ליצירת צורתו העגולה של נגיף הפפילומה האנושי, שנקראת קפסיד. הקפסיד מכיל דנ"א נגיפי (איור 1) [1, 2].



הנגיף מגיע במגוון צורות ומתפשט בדרכים שונות

נגיף הפפילומה האנושי אינו נגיף יחיד. ישנם יותר מ-100 סוגים שלו, אך מרביתם נדירים ואינם מסוכנים. לכל סוג של נגיף הפפילומה האנושי יש מגן כוכב שנראה מעט אחרת, ולכן הוא בעל מאפיינים ייחודיים. מדענים נתנו לכל סוג של הנגיף מספר במטרה לזהותו. חלק מסוגי הנגיף, כמו 16 ו-18, מזיקים מאוד לבני אדם (נקראים "נגיף הפפילומה האנושי היי-ריסק" – בסיכון גבוה), ויכולים לגרום לגידולים ממאירים שמובילים לסרטנים באזורים שונים בגוף. אחרים, כמו 6 ו-11, פחות מסוכנים (נקראים "נגיף הפפילומה האנושי לואו-ריסק" – בסיכון נמוך) ועלולים ליצור פצעים, כמו למשל יבלות או קונדילומה (איור 2) בממברנות ריריות כמו אלו הנמצאות בגרון [2]. יבלות וקונדילומות נקראות גידולים שפירים מאחר שאינן מסכנות חיי אדם.

מעריכים שמרבית המבוגרים ברחבי העולם נדבקים בהווה או נדבקו בעבר על ידי נגיף הפפילומה האנושי. רוב האנשים אפילו לא מבחינים בהידבקות, אך עדיין יכולים להדביק אנשים אחרים. הידבקות יכולות להתרחש בבריכות שחייה, או דרך מגע ישיר בין עור לעור כשלוחצים ידיים. כשאישה בהריון נדבקת בנגיף, היא עשויה להעביר אותו לתינוק במהלך

ממברנה רירית

(Mucous membrane)

רקמה שמכסה את החלק הפנימי של כמה איברים לרבות חלל הפה, חלל האף ואיברי המין.

קפסיד

(Capsid)

מבנה החלבון שמקיף את החומר הגנטי של וירוס, כמו קליפה.

איור 1

מבנה של נגיף הפפילומה

האנושי. הנגיף מורכב מחלבונים שמתקבצים לצורת מגן כוכב. 72 מגיני כוכב מתחברים ויוצרים את הקפסיד, אשר מקיף את הדנ"א הנגיפי (איור על ידי Susan Nasif).

גידול ממאיר

(Malignant lesion)

גדילה אבנורמלית של רקמה/תאים שבדרך כלל מתפתחת במהירות ומתפשטת לכל הגוף. אם אינה מטופלת כראוי היא מסכנת חיים.

יבלת

(Wart)

גדילה אבנורמלית של תאים, לעיתים קרובות בצורת פֶּטְמָה או כרובית.

קונדילומה

(Condyloma)

יבלת שממוקמת בממברנה רירית בגוף, לדוגמה על איברי המין או בגרון.

גידול שפיר

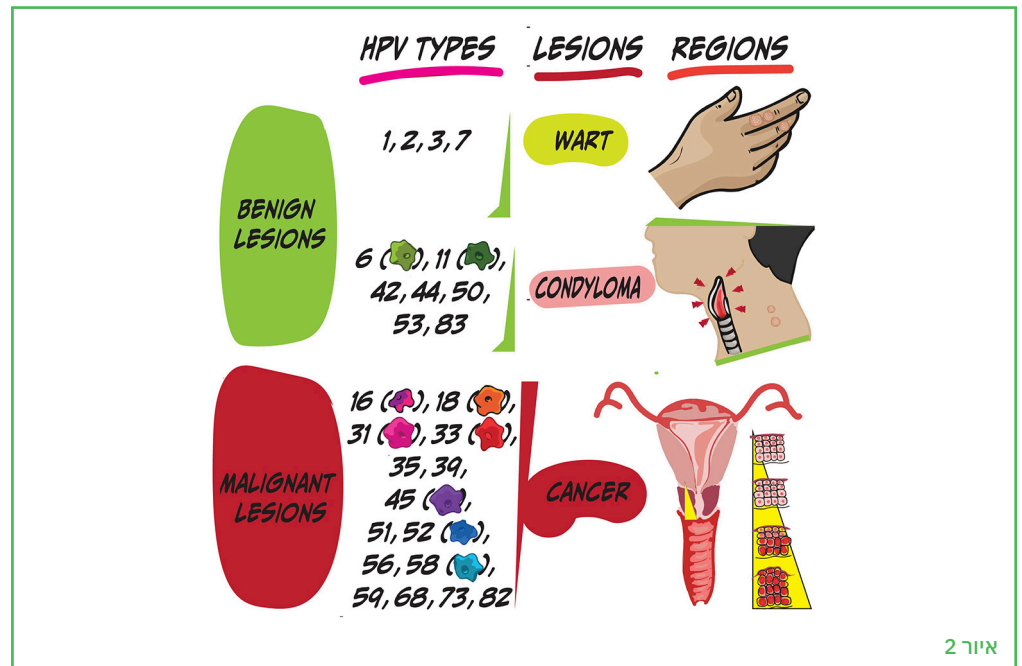
(Benign lesion)

גדילה אבנורמלית חדשה של רקמה/תאים אשר מתפתחת לאט ונשארת במקום שבו היא נוצרה במקור. גידול זה אינו מסכן חיים, אך לעיתים הוא מתפתח לכיוון ממאיר.

הלידה. נגיף הפפילומה האנושי הוא גם מחלת המין השכיחה ביותר שמועברת דרך מגע אינטימי ומיני צמוד.

איור 2

גידולים הנגרמים עקב הידבקות בנגיף הפפילומה האנושי. הידבקות בחלק מסוגי הנגיף עשויה להוביל למצבים שפירים, כמו למשל יבלות או קונדילומות. סוגים אחרים של הנגיף מסוכנים יותר ויכולים לגרום לגידולים ממאירים, כמו למשל סרטן הרחם. המשולש הצהוב בפינה הימנית התחתונה של האיור מראה אבולוציה של תאים בצוואר הרחם מהיווצרות תאים רגילה (למעלה) לסרטנית (למטה) (איור על ידי Susan Nasif).



הסמינים: מיבלות ועד לסרטן

יותר ממחצית מסוגי נגיף הפפילומה האנושי (כ-60) גורמים ליבלות על העור במגוון אזורים בגוף, כמו הידיים והרגליים. הגידולים האלה בדרך כלל אינם מסוכנים. סוגים אחרים של הנגיף (כ-40) נכנסים לגוף במהלך מגע מיני ואינטימי. מבין אלה, סוגים 6 ו-11 גורמים לקונדילומה. קונדילומה אינה מסכנת חיים, אולם סוגים 16 ו-18 של הנגיף תורמים להתפתחות סרטן צוואר הרחם. **צוואר הרחם** הוא אזור ברחם – איבר רבייה נשי חיוני. סרטן צוואר הרחם הוא כיום אחד מגורמי המוות המובילים בקרב נשים ברחבי העולם. בשנת 1983 הרופא הווירולוג הגרמני הרלד צור האזן גילה את הקשר בין נגיף הפפילומה האנושי לבין סרטן צוואר הרחם [3]. בשנת 2008, הוא זכה בפרס נובל לרפואה עבור תגליתו.

אף על פי שהנגיף מדביק גברים ונשים באופן שווה, נשים נמצאות בסיכון גבוה יותר לפתח סרטן אם נדבקו על ידי נגיף הפפילומה האנושי מסוג היי-ריסק. מרבית ממקרי סרטן צוואר הרחם נגרמים כתוצאה מהידבקות בנגיף הפפילומה האנושי. חלק מסרטני הפה והצוואר גם יכולים להיות קשורים לנגיף, ואף על פי שהם פחות שכיחים מסרטן צוואר הרחם, חשוב לזכור שגם גברים רגישים להידבקות בנגיף, ועלולים לחלות בסרטן.

הידבקות בנגיף אינה מובילה בהכרח לכך שהאדם יפתח גידול. אלה חדשות טובות, מאחר שנגיף הפפילומה האנושי הוא הזיהום הנגיפי השכיח ביותר במערכת הרבייה. כדי שיתפתח סרטן, אדם צריך להידבק בנגיף הפפילומה האנושי מסוג היי-ריסק ולהיות נגוע בו במשך זמן ארוך, כלומר שגופו של האדם לא יהיה מסוגל להילחם כנגד הנגיף ביעילות. כדי להבין טוב יותר את הסיכונים שמקושרים להידבקות בנגיף נמחיש זאת באמצעות דוגמה מספרית –

צוואר הרחם (Cervix)

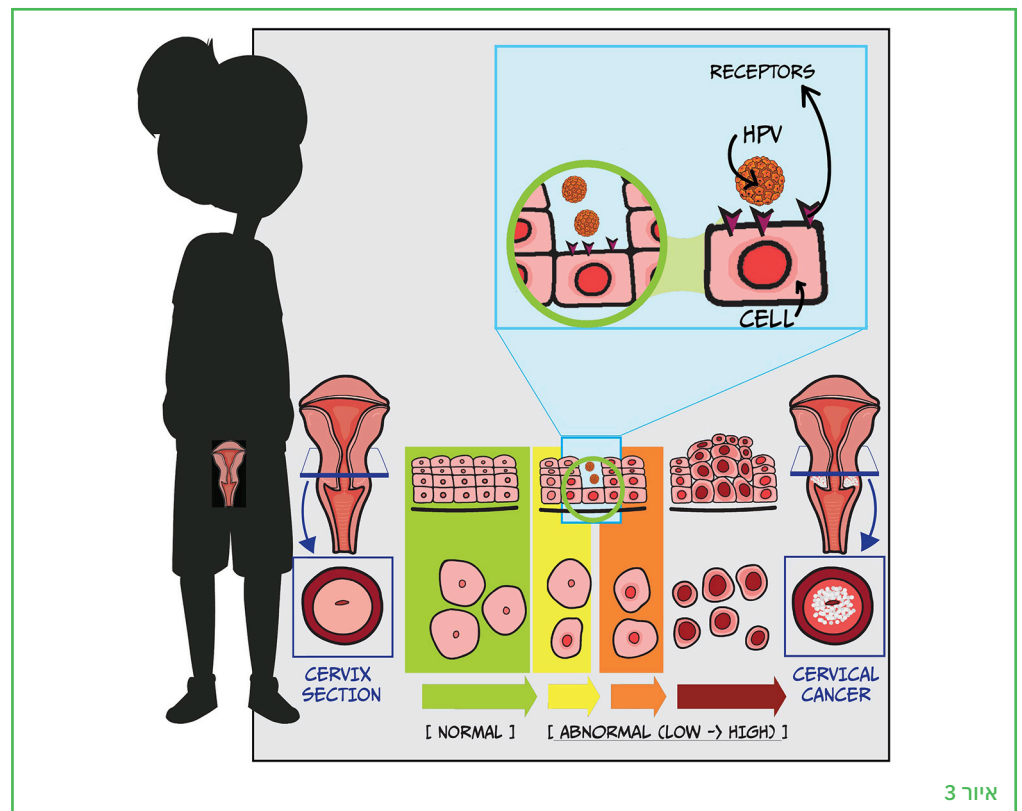
קצה החלק החיצוני הצר של הרחם, שהוא איבר הרבייה הנשי העיקרי.

אם עשרה מתבגרים נדבקים, תשעה מהם יִנקו את הנגיף מגופם ורק אחד יפתח מחלה רצינית, כמו למשל סרטן צוואר הרחם.

לעיתים, כשנגיף הפפילומה האנושי מסוג ה-ריסק מדביק תאים אנושיים, הוא יכול לתעתע במערכת החיסון ולְשַׁמֵר את הזיהום. זיהום ארוך-טווח זה הוא הצעד הראשון בהתפתחות פוטנציאלית של סרטן. הזיהום מתחיל בשכבת העור העמוקה ביותר, או בממברנה רירית (ראו משולש צהוב באיור 2). נגיף הפפילומה האנושי מפריע לתפקודם של תאים שהוא מדביק [1]. אחרי שהוא משתלט על תאים, הנגיף יכול להרבות את עצמו ולפלוש לתאים נוספים, מהשכבות העמוקות ביותר ועד לפני השטח. כל תא שנדבק מפגין חזות אבנורמלית שרופאים ומדענים יכולים לאתר אם הם בוחנים את התאים באמצעות מיקרוסקופ (איור 3).

איור 3

הידבקות בנגיף הפפילומה האנושי וסרטן צוואר הרחם. הריבוע הכחול העליון מראה את הדבקות התא על ידי נגיף הפפילומה האנושי. בחלק התחתון של האיור מוצגת האבולוציה של תאי צוואר הרחם מהיווצרות נורמלית (בירוק) לסרטנית (באדום) (איור על ידי Susan Nasif).



איור 3

חיסון מגן עלינו מפני נגיף הפפילומה האנושי

הידבקות בנגיף הפפילומה האנושי אינה ניתנת לריפוי. הפתרון היחיד הוא למנוע הידבקות בנגיף מלכתחילה, באמצעות חיסון. כיום, חיסון נגד נגיף הפפילומה האנושי יכול להגן עלינו מפני תשעה סוגים מסוכנים ("היי-ריסק") של הנגיף: 6, 11, 16, 18, 31, 33, 45, 52, ו-58 [2]. החיסון מונע לכן את מרבית המקרים שבהם הידבקות בנגיף עשויה להוביל לבעיות בריאותיות חמורות.

חיסון נגד נגיף הפפילומה האנושי מורכב ממגיני כוכב משוחזרים של הנגיפים, אשר אינם יכולים לגרום נזק לבני אדם. המגינים האלה נקראים חלקיקים דמויי-נגיף (VLPs) מאחר שהם נראים כמו נגיף הפפילומה האנושי, אך למעשה אינם מגיעים ממנו. חלקיקים

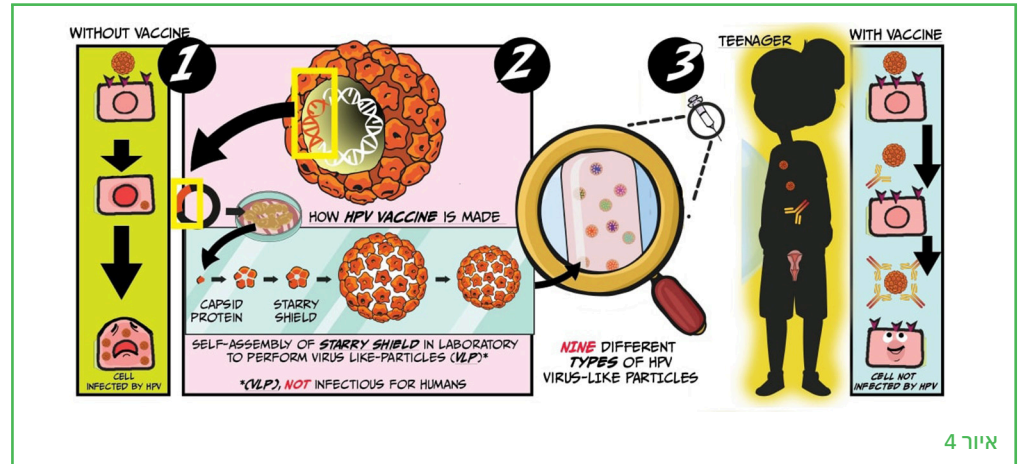
חלקיק דמוי-נגיף (Virus-like particle, VLP)

חלקיק קטן שנראה כמו וירוס מסוים מאחר שהוא מכיל חלבונים מקפסיד נגיפי. חלקיקים אלה לא מכילים חומר גנטי נגיפי ולכן אינם יכולים לגרום להדבקה. הם בדרך כלל מיוצרים במעבדות במטרה לחקות וירוסים, כמו בחיסון נגד נגיף הפפילומה האנושי.

דמויי-נגיף נוצרים במעבדות באמצעות תאי שֶׁמְרִים (איור 4). כשאדם מקבל את החיסון, מערכת החיסון מגיבה כנגד החלקיקים דמויי הנגיף וזוכרת אותם. אם האדם נדבק בנגיף הפפילומה האנושי בשלב מאוחר יותר, מערכת החיסון תזכור את מגיני הכוכב של הנגיף ותילחם בהם מייד כדי לחסלו.

איור 4

מהו חיסון נגד נגיף הפפילומה האנושי? אזור 1 באיור מראה תא שנדבק על ידי נגיף הפפילומה האנושי ונעשה חולה. אזור 2 מראה את השלבים ליצירת החיסון נגד הנגיף, על ידי שימוש בתאי שמרים ליצירת חלקיקים דמויי-נגיף (VLPs) שמחקים את החזות של נגיף הפפילומה האנושי. אזור 3 מראה תא שנדבק על ידי הנגיף. מערכת החיסון של התא נלחמת בנגיף ביעילות הודות לחיסון שניתן קודם לכן (איור על ידי Susan Nasif).



איור 4

בנות ובנים צריכים להתחסן כנגד נגיף הפפילומה האנושי בין גילי 9 ל-15. מדוע כל כך מוקדם? חשוב לקבל את המנה הראשונה של החיסון לפני שאתם באים במגע אינטימי עם מישהו שאתם אוהבים, מאחר שהנגיף מועבר בקלות מאדם לאדם. ככל שתקבלו את החיסון מוקדם יותר, כך תזדקקו לפחות זריקות: בין גילי 9 ל-14 תצטרכו לקבל רק שתי מנות של החיסון, בעוד שאם אתם בני 15 עד 45 תצטרכו לקבל שלוש מנות כדי להיות מוגנים. אף על פי שהחיסון יעיל ובטוח מאוד, ייתכן שתחוו תופעות לוואי קלות כמו כאב מקומי, נפיחות ואדמומיות באזור ההזרקה. כאבי ראש וסחרחורת גם עשויים להופיע, אך לעיתים רחוקות.

בדיקת הידבקות בנגיף הפפילומה האנושי

סוגים של הנגיף, שאינם נכללים בחיסון, עדיין יכולים לגרום להידבקות בקרב אנשים מחוסנים. כמו כן אם אנשים נדבקים לפני שהם מתחסנים, הנגיף יכול להישאר רדום בגוף ולהתפתח לזיהום בשלב מאוחר יותר. לכן, חשוב לבדוק באופן שגרתי אם האדם נדבק בנגיף.

בנות ונשים יכולות לבדוק הידבקות בנגיף הפפילומה האנושי במהלך ביקור אצל גניקולוג, שהוא רופא שמתמחה בבריאות איברי הרבייה של נשים. בדיקת משטח צוואר הרחם (פאפ) משמשת לבחינת שינויים בתאי צוואר הרחם. היא נקראת על שמו של דוקטור גאורגיוס פאפאניקולאו, הרופא היווני שפיתח את הבדיקה. גניקולוגים משתמשים במְטוֹש כדי להבריש קלות את רקמת צוואר הרחם, ולאסוף תאים לדגימה. התאים האלה מנותחים מתחת למיקרוסקופ כדי לבחון אם הם נראים בריאים או לא. אם לתאים יש חזות משונה, משמעות הדבר היא שיתכן כי הם נדבקו בנגיף הפפילומה האנושי ועלולים להוביל לסרטן. באמצעות בדיקת משטח צוואר הרחם, ניתן לאתר לפחות שמונה מתוך עשר בנות שנדבקו בנגיף, ולסייע להן כך שלא יפתחו סרטן ולא יפיצו את הנגיף. נגיף הפפילומה האנושי אינו ניתן לריפוי כאמור, אך אם רופאים מאתרים את ההידבקות בו מספיק מוקדם, הם יכולים

להסיר את הרקמה הנגועה של צוואר הרחם. מאחר שחלק מסוגי הנגיף יכולים להסתתר ולהופיע מחדש בשלב מאוחר יותר, חשוב שבנות יעברו בדיקת משטח צוואר הרחם מדי שלוש שנים.

בנים בדרך כלל נבדקים כשמשומוזר מופיע על איברי המין שלהם, או אם הם מגלים שכן או בת הזוג שלהם נדבקו בנגיף. לא קיימת בדיקה דומה לבדיקת משטח צוואר הרחם עבור בנים, אך ניתן לאתר את נגיף הפפילומה האנושי באמצעות שיטת מעבדה שמחפשת דנ"א של הנגיף. כאשר מבחינים ביבלת על איברי המין של בת או של בן, הרופאים יכולים לאסוף תאים מהיבלת, שאותם ניתן לבחון במעבדה כדי לבדוק אם הם מכילים את הנגיף.

כדאי להתחסן כדי להגן על עצמנו ועל אחרים!

נגיף הפפילומה האנושי נחשב כמחלת המין המועברת השכיחה ביותר, וגברים ונשים נדבקים על ידה באותה המידה. במרבית המקרים, אנשים שנדבקו מִפְנֵים את הנגיף מגופם, אך לעיתים מערכת החיסון לא מספיק חזקה כדי להילחם בו. לכן, חלק מהאנשים מפתחים בעיות בריאות חמורות, כמו למשל סרטן. כיום, אין תרופה שמאפשרת להיפטר מהנגיף לגמרי, אולם אנו יכולים להגן על עצמנו באמצעות חיסון.

ככל שיותר אנשים מחוסנים, כך קטן הסיכון להידבקות בנגיף הפפילומה האנושי. הפיצו את החדשות לחבריכם, לבני כיתתכם ולבני משפחה במטרה ליצור שרשרת של סולידריות כנגד הנגיף ולהפחית את התפשטותו. חיסון נרחב כנגד נגיף הפפילומה האנושי יוכל להפחית, ובסופו של דבר לחסל, את סרטני צוואר הרחם ומחלות אחרות שנגרמות על ידי הנגיף ברחבי העולם.

מקורות

1. Song, D., Li, H., Li, H., and Dai, J. 2015. Effect of human papillomavirus infection on the immune system and its role in the course of cervical cancer. *Oncol. Lett.* 10:600–6. doi: 10.3892/ol.2015.3295
2. Garbuglia, A. R., Lapa, D., Sias, C., Capobianchi, M. R., and Del Porto, P. 2020. The use of both therapeutic and prophylactic vaccines in the therapy of papillomavirus disease. *Front. Immunol.* 11:188. doi: 10.3389/fimmu.2020.00188
3. Mammas, I. N., and Spandidos, D. A. 2017. Paediatric virology as a new educational initiative: an interview with nobelist professor of virology harald zur hausen. *Exp. Ther. Med.* 14:3329–31. doi: 10.3892/etm.2017.5006

פורסם אונליין: 23 במאי 2024

נערך על ידי: Michel Goldman

מנחים מדעיים: Cora J. Burt

ציטוט: Neunez M, Nasif S, Smeesters PR | Stevens H (2024) נגיף הפפילומה הוא מסוכן – אך חיסון יכול לשמור עליכם! Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2020.558213-he

Neunez M, Nasif S, Smeesters PR and Stevens H (2021) Human Papillomavirus Is Dangerous—But a Vaccine Can Save You! Front. Young Minds 8:558213. doi: 10.3389/frym.2020.558213

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

זכויות יוצרים © 2021 © 2024 Neunez, Nasif, Smeesters | Stevens. 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

A. Y. JACKSON S. S. (TORONTO DISTRICT SCHOOL BOARD), גיל: 13–15
מועדון המדע א.י. ג'קסון מקדם יוזמות מדע כיפיות ומאתגרות דרך אירועים חודשיים.

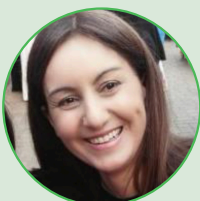
הכותבים

MARIE NEUNEZ

מרי נאונז היא דוקטורנטית בפקולטה לרפואה וסטודנטית לתואר שני ברפואה באוניברסיטה החופשית של בריסל (ULB). לפני כן היא הייתה עוזרת מחקר במשרה חלקית במשך שלוש שנים במכון לחדשנות רב-תחומית בשירותי בריאות (I3H). היא הייתה מתאמת מחקר קליני במשך שנתיים במחלקות לרפואה גרעינית ורדיותרפיה במכון ג'ולס בורדט (JCB). היא גם ערכה התמחות של חמישה חודשים ב-BASF SE (מנהיים, גרמניה) במחלקה לבריאות אנושית ותזונה. למרי יש תואר ראשון ברפואה (האוניברסיטה החופשית של בריסל, בלגיה); תואר שני בביו-הנדסה עם התמחות במדע, טכנולוגיה ואיכות מזון (UCL, בלגיה); פוסט-דוקטורט בניהול (בית ספר לניהול ICHEC, בלגיה) ותעודה בלימודים קליניים (Cefochim, בלגיה). *mneunez@i3health.eu

SUSAN NASIF

סוזן נסיף, מייסדת סימקה – מדע לחינוך בריאות הציבור ותקשורת מדעית/רפואית, משתמשת במדע ובאומנות במטרה לעורר מודעות לפערים בידע מדעי ולמיתוסים שנוגעים לחיסונים. החברה של סוזן משתמשת בשיטה מדעית למציאת הצורה והשפה המתאימות ביותר לפנייה לקהלים שונים. הקומיקסים של סוזן, המשלבים את כשרונה ואת מחקרה, הם כיפיים ואינפורמטיביים, ומתורגמים לשפות אירופיות רבות ולערבית. היא קיבלה שלושה פרסי הוקרה גלובליים כשזכתה ב-Hero Award ב-2015, בפרס חדשנות באוריינות מדעית ב-2017, ובפרס אתגר תקשורת חיסונים באירופה ב-2018. כתובת הלינקדאין של סוזן היא: <https://www.linkedin.com/in/susannasifphd/>





PIERRE R. SMEESTERS

פייר ה.סְמֵיסְטֵרְס הוא רופא ילדים שעובד כראש המחלקה לרפואת ילדים בבית החולים האקדמי לילדים המלכה פביולה באוניברסיטה החופשית של בריסל, בלגיה. הוא גם מוביל קבוצת מחקר במיקרוביולוגיה ומחלות זיהומית באוניברסיטה החופשית של בריסל. תחומי המחקר שלו כוללים מחקר העברה בסטרפטוקוקוס A, חיסונים, בדיקות אבחון חדשות ונושאים חברתיים שקשורים לילדות.



HILDE STEVENS

אני פרופסורית עמיתה באוניברסיטה החופשית של בריסל. המחקר שלי מתמקד באופן שבו אנשים ממגוון תרבויות ודרכי עבודה שונות (למשל, אקדמאים או אנשים בתעשיית התרופות) יכולים לשתף פעולה באופן מיטבי כדי להביא המצאות מהמעבדה אל החולים הרבה יותר מהר, וכיצד מטופלים במדינות בעלות הכנסה בינונית ונמוכה יכולים לקבל גישה לטיפולים חדשניים. אני אוהבת לספר לילדיי סיפורים על חיידקים רעים ועל איך להילחם בהם, ואחר כך אנחנו מציירים בעקבות הסיפורים.

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