

הנדון: חקיקה בנושא חיסונים

מחוקק יקר,

שמי טטיאנה אובוקניץ', דוקטור לאימונולוגיה. מכתב זה נועד לתקן מספר טעויות נפוצות בנוגע לחיסונים, על מנת לסייע לך לגבש הבנה מאוזנת ואובייקטיבית של הנושא, על בסיס תאוריות מקובלות בתחום לצד ממצאים מדעיים עדכניים.

האם ילדים לא מחוסנים מהווים סכנה גדולה יותר לציבור מאשר מחוסנים?

לעתים תכופות נטען שהורים הבוחרים לא לחסן את ילדיהם מסיבות אידאולוגיות מסכנים את יתר הציבור. החקיקה לביטול הפטורים מחיסונים, הנמצאת כעת בהליכים אצל המחוקקים הארציים והפדרליים בכל ארה"ב, מבוססת בעיקרה על תפישה זו. חשוב להבין שטבע ההגנה שמקנים חיסונים רבים - כולל מרבית החיסונים המומלצים לילדים על ידי המרכז לבקרת מחלות ומניעתן בארה"ב - אינו עולה בקנה אחד עם הצהרה זו. במכתב שלהלן אסקור מספר חיסונים מומלצים שאין ביכולתם למנוע הפצת מחלות, בין אם מפני שלא תוכננו למניעת הדבקה (אלא רק למניעת תסמיני המחלה), ובין אם מפני שנועדו למחלות שאינן מדבקות. כל אדם שלא יקבל את החיסונים שאתאר להלן אינו מהווה סיכון לכלל הציבור יותר מאשר אדם שכן התחסן, ומכאן שאפליה נגד ילדים לא מחוסנים בסביבה של בית ספר ציבורי למשל, לא תהיה צעד מוצדק.

1. **IPV (Inactivated Poliovirus Vaccine; חיסון מומת נגד נגיף הפוליו) אינו מסוגל למנוע הדבקה בנגיף הפוליו** (ראו מחקר מדעי בקישור מס' 1 בנספח). נגיף הפוליו הטבעי אינו קיים בארה"ב כבר לפחות עשרים שנה. אפילו במקרה של יבוא מחודש של הנגיף מחוץ לארץ, חיסון באמצעות IPV לא ישפיע על הבטיחות במקומות ציבוריים. יש לציין כי הכחדת נגיף הפוליו מיוחסת לשימוש בחיסון אחר, OPV (Oral Poliovirus Vaccine; חיסון פוליו שניתן דרך הפה). בארה"ב הופסק השימוש ב-OPV לפני זמן רב, למרות שביכולתו למנוע הדבקה בנגיף הפראי, והוא הוחלף ב-IPV עקב בעיות בטיחות.

2. **מחלת הטטנוס אינה מדבקת**, אלא מתפתחת בפצעי נקב עמוקים שהזדהמו בנגיף קולוסטרידיום טטני (*C. tetani*). חיסון נגד מחלת הטטנוס (הניתן בחיסון המשולב DTaP) אינו משפיע במאום על הבטיחות במקומות ציבוריים; הוא נועד להגנה אישית בלבד.

3. **חיסון נגד דיפטריה טוקסואיד** (הכלול אף הוא ב-DTaP) נועד אמנם למניעת השפעותיו המזיקות של רעלן הדיפטריה, אך הוא לא נועד למניעת התרבות והדבקה של החיידק *C. diphtheriae*. חיסון נגד דיפטריה אינו משפיע כלל על הבטיחות במקומות ציבוריים; אף הוא נועד להגנה אישית בלבד.

4. בסוף שנות ה-90 של המאה הקודמת החליף חיסון השעלת הניתן כיום בארה"ב (aP - acellular pertussis; הרכיב האחרון בחיסון המשולב DTaP) את חיסון השעלת הישן, שהיה מבוסס על תאים שלמים, צעד שגרר התפרצות חסרת תקדים של מחלת השעלת. בניסוי שבו הדביקו במכוון קופי אדם בשעלת התגלה שחיסון aP אינו יעיל במניעת התרבות והדבקה של *B. pertussis* (ראו קישור מס' 2 ברשימה שבנספח). מנהל המזון והתרופות בארה"ב פרסם אזהרה בנוגע לממצא מכריע זה [1].

* בנוסף, בישיבה של חבר היועצים המדעיים שהתקיימה במרכז לבקרת מחלות ומניעתן בארה"ב ב-2013, נחשפו נתונים מדאיגים נוספים, לפיהם זנים של נגיף השעלת (PRN-negative) המצויים כיום בארה"ב, פיתחו העדפה סלקטיבית להדבקות אנשים שקיבלו את כל זריקות הדחף של חיסון ה-DTaP (המסמך מופיע בקישור מס' 3 בנספח). פירוש הדבר שאנשים שחוסנו בכל המנות מצויים בסיכון רב יותר להידבקות בשעלת, ולפיכך גם להפצת המחלה, מאשר אנשים שלא חוסנו כלל.

5. מבין הזנים הרבים של וירוס ההמופילוס אינפלואנזה *H. influenzae*, חיסון Hib מונע אך ורק הידבקות בזן b. למרות שמטרתו היחידה היא להפחית את שיעור הנשאות, בין אם נלווים אליה תסמיני מחלה ובין אם לא, השימוש בחיסון Hib גרם להטיה לטובת הזנים האחרים (המסומנים באותיות a עד f). מאז שהוחל השימוש בחיסון Hib אצל ילדים, גורמים זנים אלה ליותר ויותר מבוגרים לחלות בזיהום חריף (ראו מחקר מדעי בקישור מס' 4 בנספח). הציבור הרחב פגיע כיום יותר לזיהומי המופילוס אינפלואנזה חריפים מאשר לפני תחילת מבצע החיסונים ב-Hib. בעידן של זיהומי המופילוס אינפלואנזה שאינם מזן b, אפליה נגד ילדים שלא מקבלים חיסון זה אינה הגיונית בשום קנה מידה מדעי.

6. **צהבת נגיפית B היא מחלה הנישאת בדם.** היא אינה מתפשטת בקהילה, במיוחד בקרב ילדים, שאינם עוסקים בדרך כלל בהתנהגויות בסיכון גבוה, כגון שימוש חוזר במחטים וקיום יחסי מין. חיסון ילדים נגד צהבת נגיפית מסוג B אינו יכול להשפיע משמעותית על מידת הבטיחות במקומות ציבוריים. בנוסף, אין איסור על הרשמה לבתי ספר לילדים שהינם נשאים כרוניים של נגיף הצהבת מסוג B. איסור על הרשמה לילדים שאינם מחוסנים - ואינם נשאים של הנגיף - יהווה אפליה בלתי סבירה וחסרת היגיון.

לסיכום, אנשים שלא קיבלו את החיסונים IPV, DTaP, HepB ו-Hib מסיבות אידאולוגיות, אינם מהווים סכנה לבריאות הציבור יותר מאשר אנשים שכן קיבלו חיסונים אלה. אין שום עילה לאפליה נגדם.

באיזו תדירות מתרחשות תופעות לוואי קשות כתוצאה מחיסונים?

אנו שומעים מכל עבר שתופעות לוואי קשות בעקבות חיסונים מתרחשות רק לעתים נדירות. למרבה הצער, המדע אינו מגבה הצהרה זו. במחקר שנערך לאחרונה באונטריו, קנדה, התברר כי חיסונים למעשה גורמים לביקור בחדר מיון אצל ילד אחד מכל 168 לאחר חיסוני גיל שנה, ואצל אחד מכל 730 לאחר חיסוני גיל שנה וחצי (המחקר מופיע בקישור מס' 5 בנספח).

מכיוון שהסיכון לתופעות לוואי המצריכות ביקור בחדר המיון לאחר מתן חיסונים במרפאות טיפת חלב הנו כה גבוה, קיים הכרח להשאיר את הבחירה לחסן לשיקול דעתם של ההורים. ניתן להבין שהם אולי אינם מוכנים לקחת על עצמם סיכון מיידי שכזה על מנת להגן על ילדיהם ממחלות שנחשבות קלות בדרך כלל, או שיתכן שילדיהם לעולם לא יחשפו אליהן.

האם יש באפשרותה של אפליה נגד משפחות המתנגדות לחיסונים מסיבות אידאולוגיות

למנוע התפרצויות עתידיות של מחלות מדבקות כגון חצבת?

"פרדוקס החצבת" הוא תופעה מוכרת היטב למדענים החוקרים את המחלה. אני מצטטת ממאמרם של פולנד וג'ייקובסון (1994): "הכשלון במיגור החצבת: הפרדוקס המשתמע מהתפרצות המחלה בקרב מחוסנים." ("Failure to Reach the Goal of Measles Elimination: Apparent Paradox of Measles Infections in Immunized Persons." *Arch Intern Med* 154:1815-1820):

"הפרדוקס המסתמן הוא, שככל שעולה שיעור החיסון נגד חצבת באוכלוסייה, כך הופכת החצבת למחלה מדבקת עבור אנשים המחוסנים נגדה." [2]

כאשר חקרו את הסוגיה לעומק התגלה שהפרדוקס הנ"ל נובע מאחוז קטן באוכלוסייה המכונה "בעלי תגובה חלשה לחיסונים". בעלי התגובה החלשה אינם יוצרים נוגדנים רבים כתוצאה מהחיסון הראשון נגד חצבת. גם בהמשך מגיבה מערכת החיסון של אנשים אלה

באופן בלתי מספיק לזריקות הדחף, ועד מהרה הם שבים להיות פגיעים למחלה (תוך 2-5 שנים), חרף היותם מחוסנים באופן מלא. [3]

תגובה חלשה שכזו אינה ניתנת לתיקון על ידי מתן חיסונים חוזרים: מסתמן שמדובר בתכונה חיסונית-גנטית [4]. מקרב אוכלוסיית הילדים בארה"ב מעריכים ש-4.7% הם בעלי תגובה חלשה לחיסונים. [5]

מחקירת התפרצויות של מחלת החצבת בסין ובקוויבק שבקנדה, עולה שהתפרצויות כאלה ממשיכות להתרחש, אפילו באוכלוסיות בעלות הכיסוי החיסוני הגבוה ביותר (95-97% או אפילו 99% מהאוכלוסייה, ראו מחקרים מדעיים בקישורים 6 ו-7 בנספח). זאת מפני שאפילו אצל המחוסנים בעלי התגובה המספקת לחיסונים, הנוגדנים שנוצרו עקב החיסון דועכים עם הזמן. החסינות המושגת כתוצאה מחיסונים אינה שוות-ערך לחסינות לכל-החיים, המתקבלת לאחר חשיפה טבעית למחלה.

קיים תיעוד לכך שאנשים מחוסנים הנדבקים בחצבת יכולים גם להדביק אחרים. למעשה, מקורן של שתי התפרצויות גדולות של המחלה ב-2011 (בקוויבק, קנדה ובעיר ניו יורק) היה באנשים שחוסנו בעבר נגד המחלה. [6][7]

לאור כל הנתונים שלעיל, ברור שביטול האפשרות לפטור מחיסונים, המנוצלת כעת רק בידי קומץ משפחות, לא תביא להכחדת מחלות וגם לא תמנע התפרצויות מחודשות של מחלות שכבר הוכחדו.

האם הפתרון המעשי היחיד הוא אפליה נגד מתנגדי חיסונים ממניעים אידאולוגיים?

במרבית התפרצויות החצבת האחרונות בארה"ב (כולל זו שהתרחשה בדיסנילנד) נדבקו בעיקר מבוגרים ותינוקות רכים, בעוד שבעידן שלפני החיסונים חלו בה בדרך כלל בגילאים 1-15. החשיפה הטבעית לחצבת הובילה לחסינות מפני זיהום חוזר לכל החיים, בעוד שהחסינות המושגת באמצעות חיסונים דועכת עם הזמן, ומותירה את המבוגרים חשופים, בהעדר ההגנה שהעניקו חיסוני הילדות שלהם. מחלת החצבת מסוכנת יותר עבור תינוקות ומבוגרים מאשר לילדים בגיל בית הספר.

בעידן שלפני החיסונים, למרות הסיכויים הגבוהים לחשיפה למחלה, תינוקות מתחת לגיל שנה כמעט לא חלו בה הודות למנגנון החיסוני רב העוצמה שהעבירו להם האמהות. העובדה שתינוקות רכים פגיעים כיום לחצבת היא תוצאה ישירה של מפעל החיסון ההמוני רב-השנים.

האמהות, שקיבלו חיסונים בילדותן, לא חלו בחצבת בגיל ה"בטוח", ולפיכך לא פיתחו חסינות לכל החיים שאותה יכלו להעביר לילדיהן וכך להגן עליהם במהלך שנתם הראשונה.

למרבה המזל קיים גיבוי בדמות טיפול המחקה את אותה חסינות אמהית שהלכה ונשחקה. תינוקות וכל מי שפגיע למחלה או בעל כשל חיסוני, יכולים לקבל אימונוגלובולין, כלי שביכולתו להציל חיים על ידי מתן נוגדנים לנגיף לאחר החשיפה אליו. אלה מונעים התפתחות מחלה או לפחות מפחיתים את חומרתה (ראו קישור מס' 8 בנספח).

לסיכום: (1) עקב תכונותיהם של החיסונים המודרניים, אנשים שאינם מחוסנים אינם מהווים סיכון גדול יותר להדבקה במחלות פוליו, דיפתריה, שעלת ואינספור זני המופילוס אינפלואנזה שאינם סוג B, מאשר אנשים שכן חוסנו. בסביבת בית הספר אין ביכולתם של לא-מחוסנים להדביק אף אחד בצהבת נגיפית B, ואילו טטנוס אינו מדבק כלל; (2) לאחר חיסוני הינקות קיים סיכון מובהק לביקורים רבים יותר בחדר המיון, דבר שמעיד כי מתן חיסונים אינו הליך נטול סיכון; (3) בלתי אפשרי למנוע כליל התפרצויות של מחלת החצבת, אפילו באוכלוסיות מחוסנות באופן מושלם; (4) קיימת שיטה יעילה למניעת חצבת ומחלות נגיפיות נוספות בקרב תינוקות שלא ניתן לחסנם ובקרב בעלי כשל חיסוני, בדמות אימונוגלובולין.

לאור ארבע עובדות אלו, ברור שלא ניתן להצדיק בשום אופן אפליה בבתי הספר הציבוריים נגד ילדים שאינם מחוסנים מסיבות אידאולוגיות, שכן מצבם החיסוני של המתנגדים אינו מהווה כל סכנה לבריאות הציבור.

בברכה,

טטיאנה אובוקניץ', PhD

טטיאנה אובוקניץ' PhD היא מחברת הספר "[אשליית החיסונים](#)". היא למדה אימונולוגיה במוסדות הרפואיים היוקרתיים בעולם. את הדוקטורט שלה באימונולוגיה כתבה באוניברסיטת רוקפלר בניו יורק, ואת הפוסט דוקטורט עשתה בבית"ס לרפואה של הרוורד בבוסטון, מסצ'וסטס, ובאוניברסיטת סטנפורד שבקליפורניה.

ד"ר אובוקניץ' מעבירה שיעורים באינטרנט לכל המעוניינים בהבנה עמוקה יותר של פעולת מערכת החיסון האנושית, ומערך שיקולי הסיכון ותועלת האימונולוגים הכרוך במתן חיסונים:

<http://www.naturalimmunityfundamentals.com>

נספח

קישור מס' 1:

The Cuba IPV Study collaborative group. (2007) **Randomized controlled trial of inactivated poliovirus vaccine in Cuba.** *N Engl J Med* 356:1536-44

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17429085>

הטבלה שלפנינו לקוחה ממחקר שנערך על חיסון IPV בקובה. עולה ממנה שלאחר חשיפה מכוונת לנגיפי פוליו חיים מוחלשים במהלך הניסוי, התגלו הנגיפים בקרב 91% מהילדים שלא קיבלו את החיסון (קבוצת הביקורת B). אצל הילדים שכן חוסנו ב-IPV (קבוצות A ו-C) התגלו נגיפים אלה בשיעורים דומים, של 94-97%. בדגימות צואה של כל הילדים התגלו כמויות גדולות של נגיפים חיים. תוצאות אלה מעידות כי אין ביכולתו של IPV לווסת אוכלוסיות של נגיפי פוליו.

Table 3. Isolation of Poliovirus in Stool Samples 1 Week after Oral Poliovirus Vaccine Challenge According to Study Group and Poliovirus Type.*

Group†	No. of Infants	Type 1		Type 2		Type 3		Any Type of Poliovirus		Mean Log ₁₀ Titer in Fecal Sample (95% CI)‡
		No.	% (95% CI)	No.	% (95% CI)	No.	% (95% CI)	No.	% (95% CI)	
A	52	10	19 (10–33)	45	87 (74–94)	5	10 (3–21)	49	94 (84–99)	3.46 (3.17–3.75)
B	54	9	17 (8–29)	48	89 (77–96)	3	6 (1–15)	49	91 (80–97)	3.89 (3.64–4.14)
C	72	13	18 (10–29)	67	93 (85–98)	10	14 (7–24)	70	97 (90–100)	3.37 (3.14–3.60)

* All stool samples taken from study participants just before the challenge dose were negative for poliovirus. Exact confidence intervals (CIs) are based on the binomial distribution.
 † Group A received a combination of diphtheria–pertussis–tetanus vaccine, *Haemophilus influenzae* type b vaccine, and inactivated poliovirus vaccine (DPT-Hib-IPV) at 6, 10, and 14 weeks of age. Group B, the control group, received a combination of DPT vaccine and Hib vaccine at 6, 10, and 14 weeks. Group C received the DPT-Hib-IPV combination at 8 and 16 weeks.
 ‡ Mean values are given for excretors of poliovirus.

קישור מס' 2:

Warfel et al. (2014) **Acellular pertussis vaccines protect against disease but fail to prevent infection and transmission in a nonhuman primate model.** *Proc Natl Acad Sci USA* 111:787-92

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24277828>

"קופי בבון שקיבלו חיסון aP היו מוגנים מתסמינים חריפים הקשורים לשעלת אך לא מפני התרבות מושבות החיידקים, לא נפטרו מהזיהום מהר יותר מאשר הפרטים שלא קיבלו חיסון והדביקו פרטים לא מחוסנים בחיידק ה-*B. pertussis* בקלות. לעומתם, אצל בעלי החיים שחלו בעבר (וזכו לחסינות טבעית) לא התפתחו מושבות בחשיפה חוזרת לחיידק."

קישור מס' 3:

Meeting of the Board of Scientific Counselors, Office of Infectious Diseases, Centers for Disease Control and Prevention, Tom Harkins Global Communication Center, Atlanta, Georgia, December 11-12, 2013

http://www.cdc.gov/maso/facm/pdfs/BSCOID/2013121112_BSCOID_Minutes.pdf

תפוצה מחודשת של שעלת (עמ' 6):

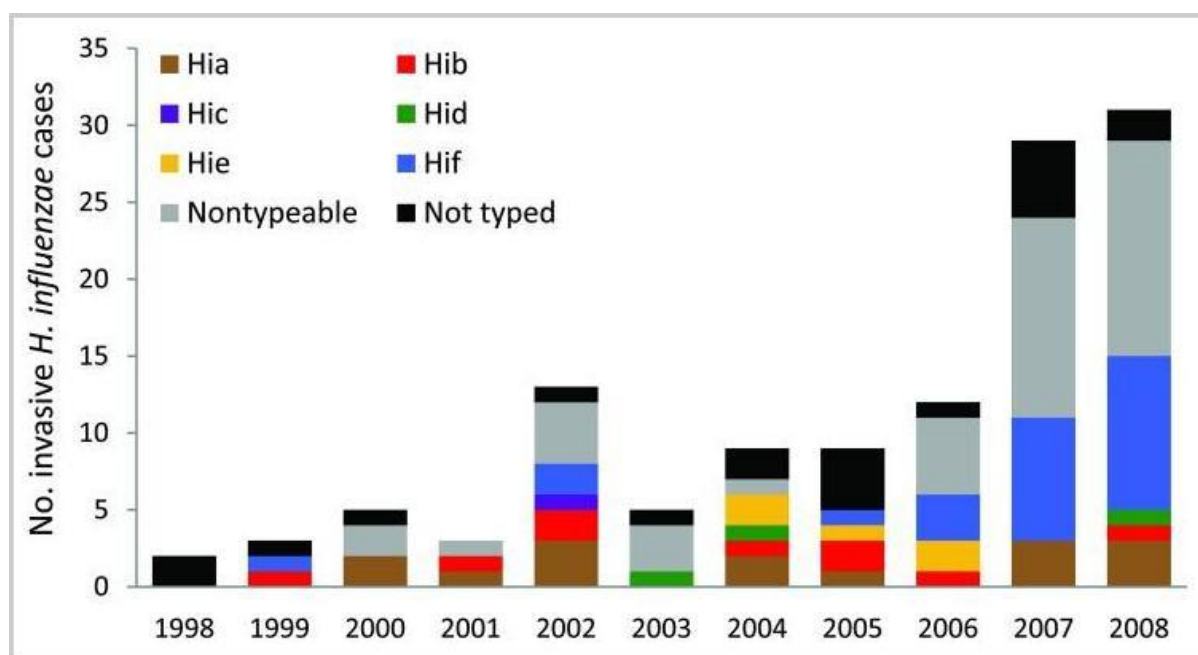
"ממצאים מעידים ש-85% מהחיידיקים שבודדו (מתוך שישה אתרי מעקב שעלת ומההתפרצויות בווינגטון ובורמונט בשנת 2012) היו חסרי PRN, וסיכוייהם של נבדקים מחוסנים היו גבוהים יותר במובהק מאשר לא-מחוסנים לחלות בזנים חסרי-PRN. יתרה מכך, בהשוואה של נבדקים שהיו מחוסנים לפי הדרישות ב-DTaP עם נבדקים לא מחוסנים, סיכוייהם לחלות בזנים חסרי PRN היו גבוהים יותר, ממצא המרמז שחיידיקים נטולי PRN פיתחו יתרון סלקטיבי להדבקת אנשים שחוסנו ב-DTaP."

קישור מס' 4:

Rubach et al. (2011) **Increasing incidence of invasive Haemophilus influenzae disease in adults, Utah, USA.** *Emerg Infect Dis* 17:1645-50

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21888789>

בגרף שלהלן, מתוך מחקר של Rubach et al, מתוארים מספר מקרים חריפים של המופילוס אינפלואנזה *H. influenzae* (מכל הזנים) ביטסה, בעשור שבו קיבלו ילדים חיסוני Hib.



קישור מס' 5:

Wilson et al. (2011) **Adverse events following 12 and 18 month vaccinations: a population-based, self-controlled case series analysis.** *PLoS One* 6:e27897

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22174753>

"4-12 ימים לאחר חיסוני גיל שנה היה לילדים סיכוי יחסי לארועים חריגים בשיעור של 1.33 (1.29-1.38) ביחס לתקופת הבקרה, או ארוע אחד לפחות במהלך תקופת הסיכון לכל 168 ילדים שחוסנו. 10-12 יום לאחר חיסוני גיל שנה וחצי היה הסיכון היחסי 1.25 (95%-, 1.17-1.33), המציג ארוע אחד לפחות לכל 730 ילדים שחוסנו. הסיבה העיקרית להיארעות המוגברת היתה עלייה מובהקת בשיעורי הביקורים בחדר מיון לאחר כל החיסונים."

קישור מס' 6:

De Serres et al. (2013) **Largest measles epidemic in North America in a decade—Quebec, Canada, 2011: contribution of susceptibility, serendipity, and superspreading events.** *J Infect Dis* 207:990-98

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23264672>

"מגיפת החצבת הגדולה ביותר בצפון אמריקה בעשור האחרון התרחשה ב-2011 בקוויבק, קנדה."

"ארוע בעל תפוצה מוגברת שהחל מיבוא יחיד והביא להדבקה מתמשכת ול-678 חולים."

"מקור המגיפה היה בוגר בגילאים 30-39, ששב לקנדה מביקור באיים הקריביים. חולה זה חוסן נגד חצבת בילדותו."

"מסקרים שנערכו במחוז [קוויבק] בשנים 2006, 2008 ו-2010 עולה באופן עקבי כי עד גיל 24 חודשים, כ-96% מהילדים חוסנו במנה אחת של חיסון נגד חצבת וכ-85% קיבלו שתי מנות, ועד גיל 28 חודשים שיעורם עלה ל-97% ו-90% בהתאמה. בתוספת המנות הניתנות בין גילאי 28 ו-59 חודשים, הכיסוי החיסוני באוכלוסיה נגד חצבת גבוה עוד יותר עד גיל הכניסה לבית הספר."

"בקרוב בני הנוער 22% [ממקרי החצבת] קיבלו שתי מנות חיסון. מחקירת ההתפרצות עולה כי הערכה זו היתה נמוכה מדי; מחקירת ממצאי הזיהומים הפעילים עלה שהיו 130% יותר מקרים בקרב המתבגרים שחוסנו בשתי מנות."

קישור מס' 7:

Wang et al. (2014) **Difficulties in eliminating measles and controlling rubella and mumps: a cross-sectional study of a first measles and rubella vaccination and a second measles, mumps, and rubella vaccination.** *PLoS One* 9:e89361

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24586717>

"שיעור ההתחסנות שדווח לחיסון המשולב חצבת-אדמת-חזרת (MMR) גבוה יותר מ-99% במחוז ג'ג'אנג (Zhejiang) שבסין. מאידך שיעור ההיארעות של מחלות החצבת, האדמת והחזרת נותר גבוה."

קישור מס' 8:

Immunoglobulin Handbook, Health Protection Agency

http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140714084352/http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebFile/HPAweb_C/1242198450982

אימונוגלובולין אנושי רגיל (HUMAN NORMAL IMMUNOGLOBULIN (HNIG)):

התוויות:

1. מניעה או החלשה של זיהום בקרב מטופלים בעלי כשל חיסוני
2. מניעה או החלשה של זיהום בקרב נשים הרות
3. מניעה או החלשה של זיהום בקרב תינוקות עד גיל 9 חודשים

[1]

<http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm376937.htm>

[2] <http://archinte.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=619215>

[3] Poland (1998) *Am J Hum Genet* 62:215-220

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9463343>

"מגיבים חלשים" קיבלו חיסון חוזר והגיבו ביצירת כמות נמוכה של נוגדנים, שהלכה ופחתה עד רמה בלתי ניתנת לאבחנה, ונדבקו בחצבת עם החשיפה לנגיף 2-5 שנים לאחר מכן."

[4] *ibid*

"ממחקרנו העדכניים עולה כי רמה אפסית של נוגדנים בסרום [בדם] לאחר חיסון [נגד חצבת] מאפיינת קרובי משפחה, וכי פולימורפיזם גנטי של HLA [גנים] משפיע באופן מובהק על רמות הנוגדנים."

[5] LeBaron et al. (2007) *Arch Pediatr Adolesc Med* 161:294-301

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17339511>

"באוכלוסיית המחקר כולה ירדו ריכוזי הנוגדנים באופן מובהק לאורך זמן [לאחר מנה שניה של חיסון MMR], ולפי התצפית האחרונה 4.7% מהילדים היו חשופים לזיהום."

[6] De Serres et al. (2013) *J Infect Dis* 207:990-998

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23264672>

"החולה שממנו החלה ההדבקה חוסן בילדותו נגד חצבת."

[7] Rosen et al. (2014) *Clin Infect Dis* 58:1205-1210

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24585562>

"החולה שממנו החלה ההדבקה קיבל שתי מנות חיסון הכוללות רכיב נגד חצבת."