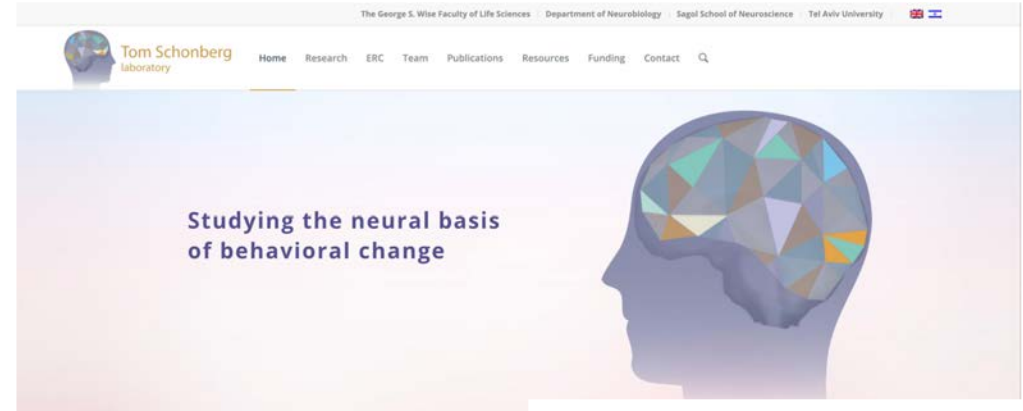




Tom Salomon
Nadav Aridan
Shiran Oren
Rani Gera
Oren Kobo
Michal Gabay
Naama Meidan
Hadas Salman
Dor Werbner Kalron
Dana Roll
Gal Rozic
Miri Goldman



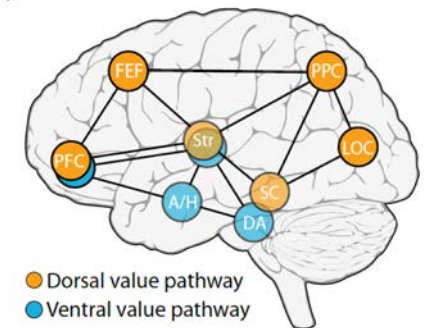
הבסיס המוחי של שינוי התנהגות



Trends in Cognitive Sciences

Tom Schonberg
schonberglab.tau.ac.il
schonberg@tauex.tau.ac.il
[@tschonberg](https://twitter.com/tschonberg)

(A)



למה לי סטטיסטיקה עכשיו?

פרופ' תום שינברג

schonberg@tauex.tau.ac.il

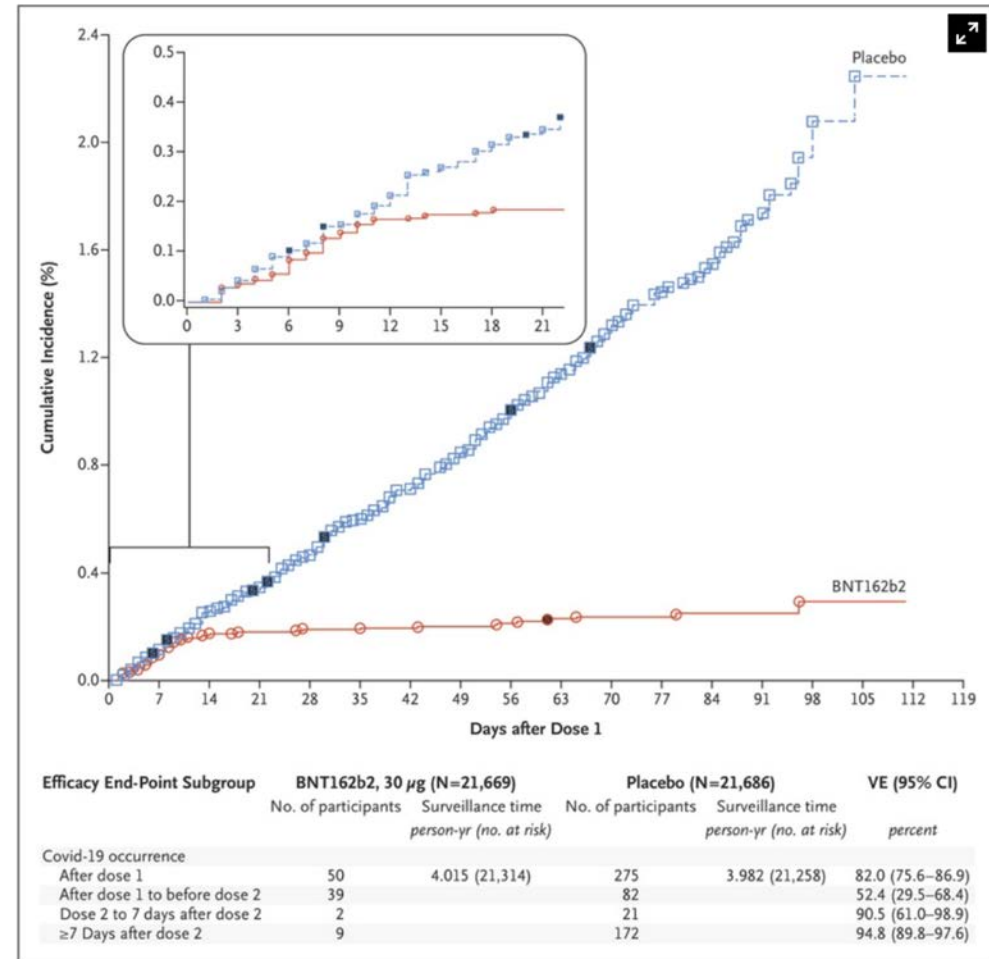
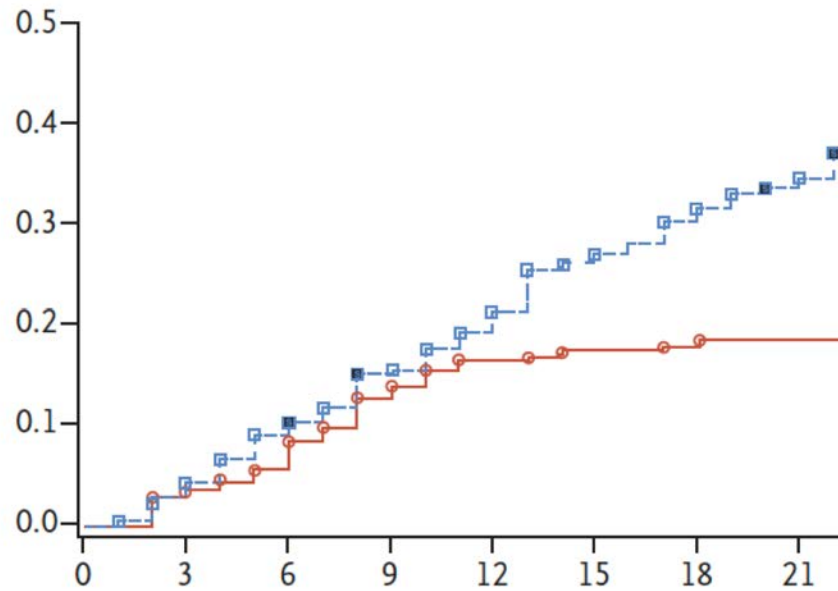
למה לי סטטיסטיקה עכשיו?

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812 DECEMBER 31, 2020 VOL. 383 NO. 27

Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine

Fernando P. Polack, M.D., Stephen J. Thomas, M.D., Nicholas Kitchin, M.D., Judith Absalon, M.D.,
 Alejandra Gurtman, M.D., Stephen Lockhart, D.M., John L. Perez, M.D., Gonzalo Pérez Marc, M.D.,
 Edson D. Moreira, M.D., Cristiano Zerbini, M.D., Ruth Bailey, B.Sc., Kena A. Swanson, Ph.D.,
 Satrajit Roychoudhury, Ph.D., Kenneth Koury, Ph.D., Ping Li, Ph.D., Warren V. Kalina, Ph.D., David Cooper, Ph.D.,
 Robert W. Frencik, Jr., M.D., Laura L. Hammitt, M.D., Özlem Türeci, M.D., Haylene Nell, M.D., Axel Schaefer, M.D.,
 Serhat Únal, M.D., Dina B. Tresnan, D.V.M., Ph.D., Susan Mather, M.D., Philip R. Dormitzer, M.D., Ph.D.,

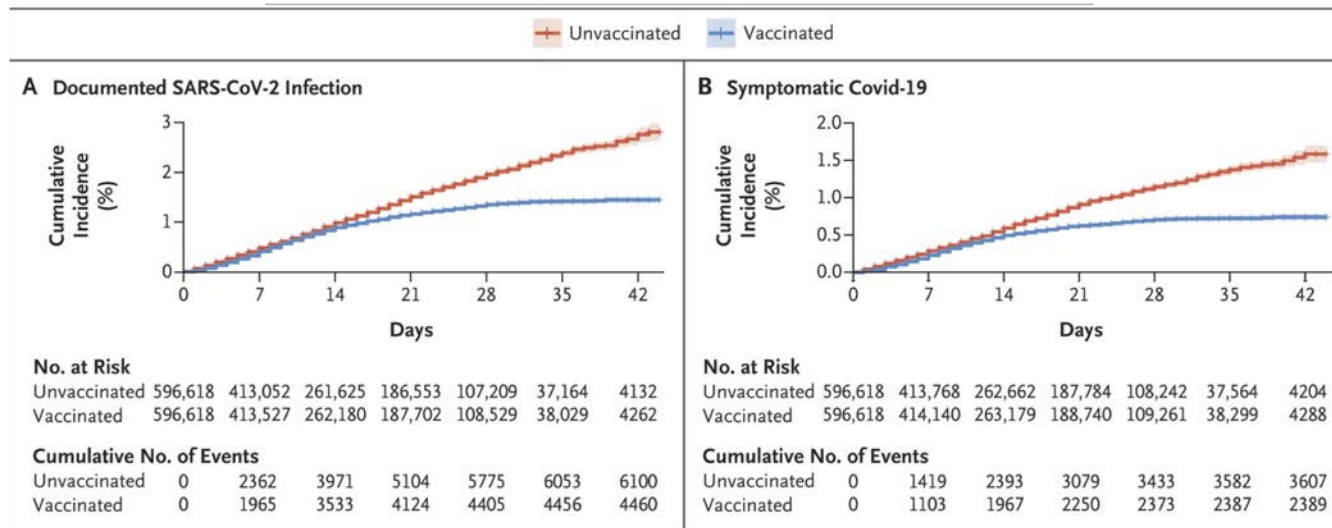


למה לי סטטיסטיקה עכשיו?

ORIGINAL ARTICLE

BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in a Nationwide Mass Vaccination Setting

Noa Dagan, M.D., Noam Barda, M.D., Eldad Kepten, Ph.D., Oren Miron, M.A.,
Shay Perchik, M.A., Mark A. Katz, M.D., Miguel A. Hernán, M.D.,
Marc Lipsitch, D.Phil., Ben Reis, Ph.D., and Ran D. Balicer, M.D.



למה לי סטטיסטיקה עכשיו?

Table 3. Vaccine Efficacy Overall and by Subgroup in Participants without Evidence of Infection before 7 Days after Dose 2.

Efficacy End-Point Subgroup	BNT162b2 (N=18,198)		Placebo (N=18,325)		Vaccine Efficacy, % (95% CI) [†]
	No. of Cases	Surveillance Time (No. at Risk)*	No. of Cases	Surveillance Time (No. at Risk)*	
Overall	8	2.214 (17,411)	162	2.222 (17,511)	95.0 (90.0–97.9)
Age group					
16 to 55 yr	5	1.234 (9,897)	114	1.239 (9,955)	95.6 (89.4–98.6)
>55 yr	3	0.980 (7,500)	48	0.983 (7,543)	93.7 (80.6–98.8)
≥65 yr	1	0.508 (3,848)	19	0.511 (3,880)	94.7 (66.7–99.9)
≥75 yr	0	0.102 (774)	5	0.106 (785)	100.0 (–13.1–100.0)
Sex					
Male	3	1.124 (8,875)	81	1.108 (8,762)	96.4 (88.9–99.3)
Female	5	1.090 (8,536)	81	1.114 (8,749)	93.7 (84.7–98.0)
Race or ethnic group [‡]					
White	7	1.889 (14,504)	146	1.903 (14,670)	95.2 (89.8–98.1)
Black or African American	0	0.165 (1,502)	7	0.164 (1,486)	100.0 (31.2–100.0)
All others	1	0.160 (1,405)	9	0.155 (1,355)	89.3 (22.6–99.8)
Hispanic or Latinx	3	0.605 (4,764)	53	0.600 (4,746)	94.4 (82.7–98.9)
Non-Hispanic, non-Latinx	5	1.596 (12,548)	109	1.608 (12,661)	95.4 (88.9–98.5)
Country					
Argentina	1	0.351 (2,545)	35	0.346 (2,521)	97.2 (83.3–99.9)
Brazil	1	0.119 (1,129)	8	0.117 (1,121)	87.7 (8.1–99.7)
United States	6	1.732 (13,359)	119	1.747 (13,506)	94.9 (88.6–98.2)

העקרונות סטטיסטיים הגדולים

- ללמוד מנתונים
- הסטטיסטיקה היא מדע "זריקת הנתונים"
- צריך ללמוד להכיל אי ודאות
- אנו דוגמים מדגמים מאוכלוסיה כדי להסיק על אוכלוסיה
- יש מצבים מסוימים בהם ניתן להסיק על סיבתיות

ההגדרה של מדע?

ההגדרה המילונית של מדע היא: "מחקר שיטתי במקצוע מסויים, מאורגן ומבוסס על עובדות, תצפיות או ניסויים שסוכמו לחוקים, לכללים ולאמיתות" (מתוך מילון אבן שושן). מחקרים מדעיים מבוססים על תצפיות, השערות והכי חשוב - ביקורת. כל תאוריה מדעית חייבת להיות ברת הפרכה, כלומר חייב להיות אפשרי לחשוב על ניסוי שתוצאותיו יוכלו לערער את אותה התיאוריה/ חייב להיות פתח לבחון את נכונות/ תחזיות התיאוריה בניסוי או תצפית. הסרטון שלפנינו מסביר על השיטה המדעית והעקרונות העומדים בבסיסה.



ד"ר ארז גרטי

18 במאי, 2012

7 ד'

מכון דוידסון

הזרוע החינוכית של מכון ויצמן למדע

Cargo Cult Science



<https://www.youtube.com/watch?v=qmlYe2KS0-Y>

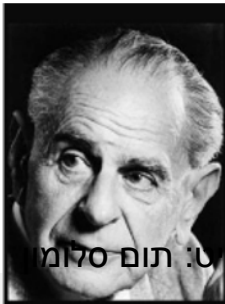
“The human understanding, once it has adopted opinions, either because they were already accepted and believed, or because it likes them, draws everything else to support and agree with them. And though it may meet a greater number and weight of contrary instances, it will, with great and harmful prejudice, ignore or condemn or exclude them by introducing some distinction, in order that the authority of those earlier assumptions may remain intact and unharmed.”

–Francis Bacon, *Novum Organum*, 1620

מדוע חשוב לדעת סטטיסטיקה?

- השיטה המדעית לצבירת ידע
- מחקר אמפירי – צבירת ידע באמצעות הניסיון.
- התפיסה ההיפותטית הדדוקטיבית
- כל תיאוריה (היפותזה) ניתן לבדוק באמצעות מחקר אמפירי אינדוקטיבי (הסקה מן הפרט אל הכלל).
- ניתן להפריך היפותזה, אך לא ניתן "להוכיח" היפותזה.
- עקרון ההפרכה של קארל פופר
- "לעשות שיעורי בית כל השנה ולא רק לפני הבחינה משפר את הציון"
- עומד בעיקרון ההפרכה
- "שתיית שוקו בבוקר זה מעשה בלתי מוסרי"
- לא עומד בעיקרון ההפרכה

<https://www.youtube.com/watch?v=-X8Xfl0JdTQ&feature=youtu.be>

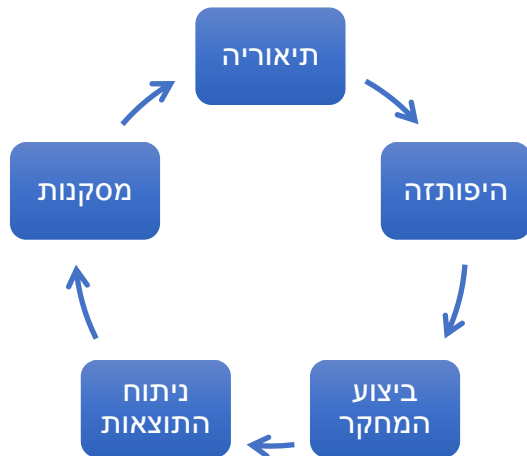


In so far as a scientific statement speaks about reality, it must be falsifiable; and in so far as it is not falsifiable, it does not speak about reality.

(Karl Popper)

קארל פופר: תום סלומ

מדוע חשוב לדעת סטטיסטיקה?



- השיטה המדעית לצבירת ידע
 - מחקר אמפירי – צבירת ידע באמצעות הניסיון
 - עקרון ההפרכה של קארל פופר
 - לעולם לא ניתן לומר על תיאוריה מדעית שהיא "אמת".
נוכל לומר שתיאוריה מדעית חזקה הצליחה לעמוד
בהרבה מבחני הפרכה

- יש לבחון בעצמכם את אמינות הממצאים האמפיריים
- להכיר את מגבלות הכלים המדעיים
- ספקנות וביקורתיות על מה שאומרים לנו שהוא אמת

A: Reliable and valid



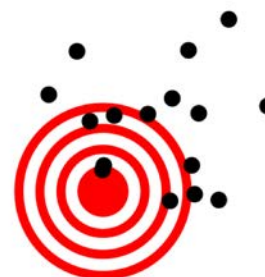
B: Unreliable but valid



C: Reliable but invalid



D: Unreliable and invalid



<https://statstinking21.github.io/statstinking21-core-site/>

שני "סוגים" עיקריים של סטטיסטיקה

- סטטיסטיקה תיאורית
- סטטיסטיקה היסקית
- ניבוי

מטרתה לתאר מאפיינים של פרטים השייכים לאוכלוסייה או למדגם.

הגדרות

מאפיין = **משתנה** = תכונה של פרט אשר יכולה לקבל מספר ערכים.

אוכלוסייה = אוסף של פרטים (לרוב אנשים) עליה רוצים להסיק.

מדגם = פלח של האוכלוסייה שאמור לייצג האוכלוסייה.

סולמות מדידה של משתנים

תכונה של פרט או מצב אשר יכולה לקבל מספר ערכים.

דוגמאות

דומיננטיות ביד – ערכים: ימין, שמאל.

גובה – ערכים: לפי בס"מ.

רמת שביעות הרצון ממוצר מסוים – ערכים:

1=מאד לא מרוצה

2=לא מרוצה

3=אדיש

4=מרוצה

5=מרוצה מאד.

רמת החרדה – ערכים: לפי התשובות (הסגורות) לשאלון מקובל.

רמת לחץ – ערכים: לפי שונות בקצב הלב.

מגדירים את המשמעות המתמטית שניתן ליחס לערכים השונים של המשתנה.
סולם המדידה קובע את הכלים הסטטיסטיים שמותר לנו להשתמש בהם.
צורת ההתפלגות גם קובעת את מדדי המרכז והפיזור

סולמות המדידה:

סולם שמי (nominal scale): שכיח

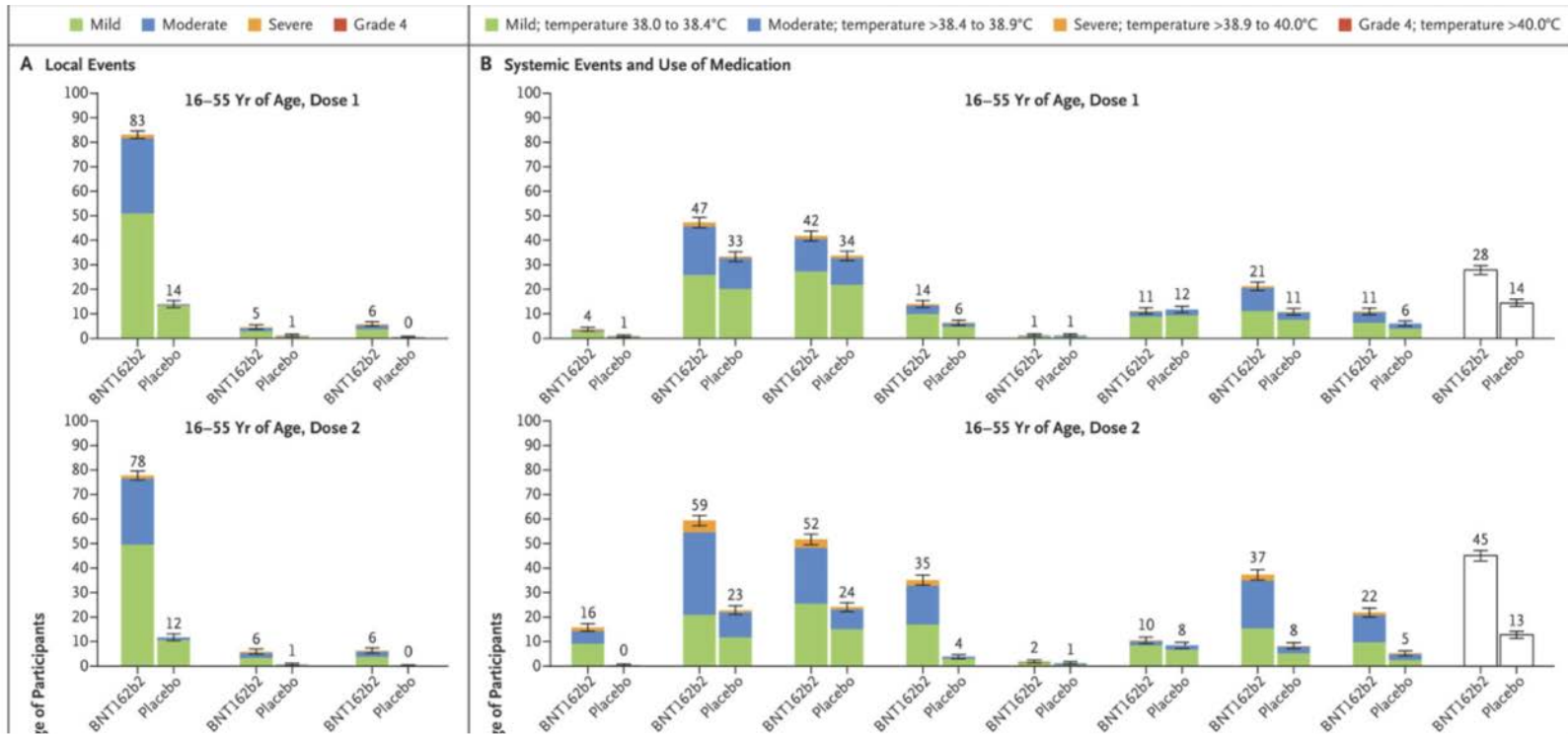
סולם סדר (ordinal scale): חציון, טווח

סולם רווח (interval scale):

סולם מנה (rational scale): ממוצע, סטיית תקן / שונות

הכלים השונים בסטטיסטיקה תיאורית

- טבלאות
- גרפים
- מדדי מיקום יחסי
- מדדים לנטייה מרכזית
- מדדי פיזור



הסקת מסקנות באמצעות נתונים של מדגם/ים על מאפייני האוכלוסיה ממנה הוא נלקח. גם היא נקבעת מסולם המדידה של המשתנה

דוגמאות

• על פי נתוני המדגם אחוז המצביעים עבור מפלגת הביולוגים צפוי לנוע בין 13% ל-15% (ברמת בטחון של 95%).

• נמצא שקיים קשר מובהק (ברמת בטחון של 95%) בין רמת החרדה לבין מידת החשיפה למגפות.

משתנה תלוי (dependent variable) : משתנה אשר מושפע ממשתנה אחר.

משתנה בלתי תלוי (independent variable) : משתנה אשר משפיע על משתנה אחר (משתנה תלוי).

על מנת שנוכל לומר באופן מדעי שהמשתנה הבלתי תלוי הוא הסיבה למשתנה התלוי, חייבת להתקיים קדימות בזמן (מערך ניסויי), דהיינו שהופעת המשתנה הבלתי תלוי קודמת את הופעתו של המשתנה התלוי (בנוסף לקיומם של קשר סטטיסטי בין המשתנים ותוקף מחקרי).

רק אז ניתן לדבר על קשר סיבתי $(X \rightarrow Y)$.

לדוגמא: החיסון מפחית את הסיכוי לחלות ב-COVID-19

דוגמא לקשר סיבתי

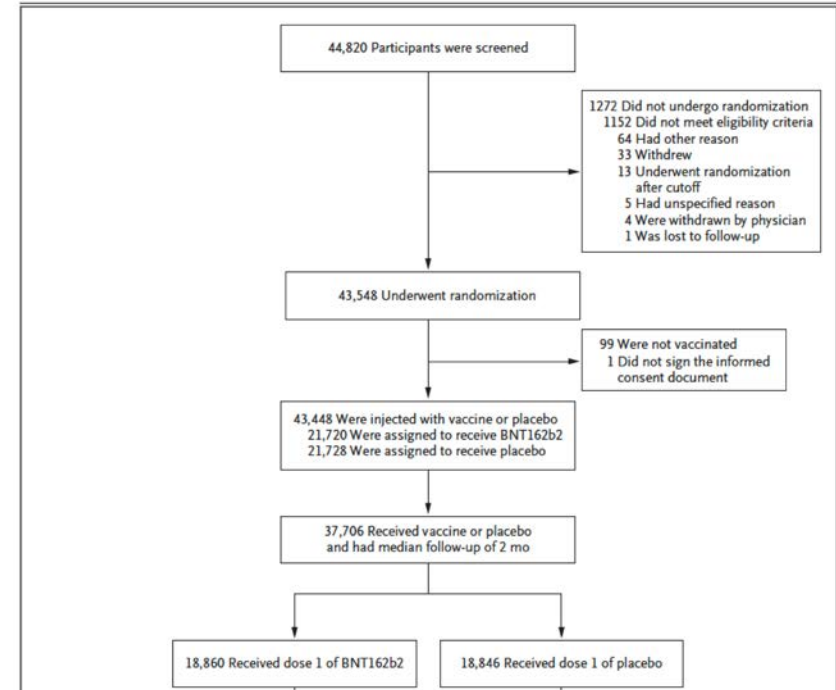
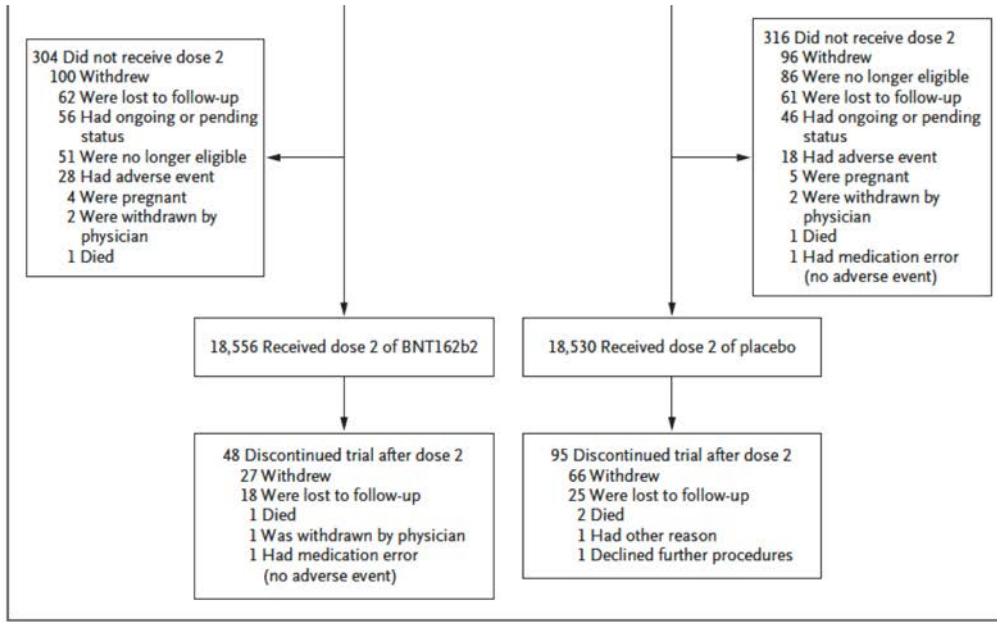
נמצא שחיסון הקורונה מפחית סיכויים לחלות בקורונה.

משתנה בלתי תלוי: חיסון (תרופתי).

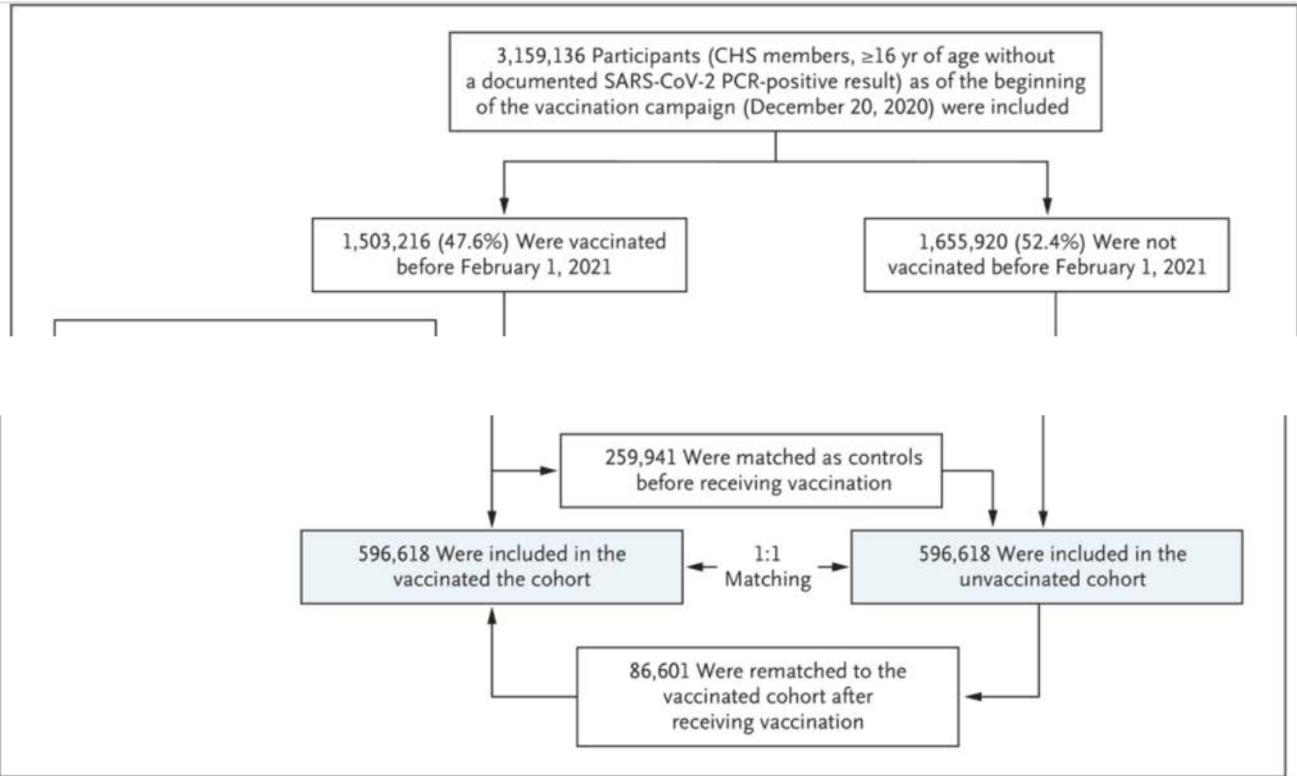
משתנה תלוי: חולי/מוות.

ניתן לדבר על קשר סיבתי (אם הניסוי בוצע כהלכה לפי השיטה המדעית).

מערך המחקר של ניסוי הקורונה של Pfizer



חיסוני קופת חולים כללית



עד כמה תוצאות המדע תלויות במדעניות/ים?



**What would happen if
70 independent groups of researchers
analyzed the same fMRI dataset?**

Botvinik-Nezer et al. (Nature, 2020)

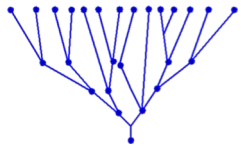
Acknowledgments

- **All 197 co-authors, analysis teams and traders**
- **Funding agencies:**
 - **Israeli Science Foundation**
 - **Austrian Science Foundation**
 - **Jan Wallander and Tom Hedelius Foundation**

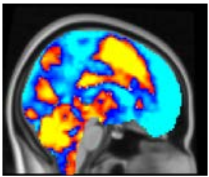
Rotem Botvinik-Nezer, Felix Holzmeister, Colin F. Camerer, Anna Dreber, Juergen Huber, Magnus Johannesson, Michael Kirchler, Roni Iwanir, Jeanette A. Mumford, R. Alison Adcock, Paolo Avesani, Blazej M. Baczkowski, Aahana Bajracharya, Leah Bakst, Sheryl Ball, Marco Barilari, Nadège Bault, Derek Beaton, Julia Beitner, Roland G. Benoit, Ruud M.W.J. Berkers, Jamil P. Bhanji, Bharat B. Biswal, Sebastian Bobadilla-Suarez, Tiago Bortolini, Katherine L. Bottenhorn, Alexander Bowring, Senne Braem, Hayley R. Brooks, Emily G. Brudner, Cristian B. Calderon, Julia A. Camilleri, Jaime J. Castellon, Luca Cecchetti, Edna C. Cieslik, Zachary J. Cole, Olivier Collignon, Robert W. Cox, William A. Cunningham, Stefan Czoschke, Kamalaker Dadi, Charles P. Davis, Alberto De Luca, Mauricio R. Delgado, Lysia Demetriou, Jeffrey B. Dennison, Xin Di, Erin W. Dickie, Ekaterina Dobryakova, Claire L. Donnat, Juergen Dukart, Niall W. Duncan, Joke Durnez, Amr Eed, Simon B. Eickhoff, Andrew Erhart, Laura Fontanesi, G. Matthew Fricke, Shiguang Fu, Adriana Galván, Remi Gau, Sarah Genon, Tristan Glatard, Enrico Glerean, Jelle J. Goeman, Sergej A. E. Golowin, Carlos González-García, Krzysztof J. Gorgolewski, Cheryl L. Grady, Mikella A. Green, João F. Guassi Moreira, Olivia Guest, Shabnam Hakimi, J. Paul Hamilton, Roeland Hancock, Giacomo Handjaras, Bronson B. Harry, Colin Hawco, Peer Herholz, Gabrielle Herman, Stephan Heunis, Felix Hoffstaedter, Jeremy Hogeveen, Susan Holmes, Chuan-Peng Hu, Scott A. Huettel, Matthew E. Hughes, Vittorio Iacovella, Alexandru D. Iordan, Peder M. Isager, Ayse I. Isik, Andrew Jahn, Matthew R. Johnson, Tom Johnstone, Michael J. E. Joseph, Anthony C. Juliano, Joseph W. Kable, Michalis Kassinopoulos, Cemal Koba, Xiang-Zhen Kong, Timothy R. Koscik, Nuri Erkut Kucukboyaci, Brice A. Kuhl, Sebastian Kupek, Angela R. Laird, Claus Lamm, Robert Langner, Nina Lauharatanahirun, Hongmi Lee, Sangil Lee, Alexander Leemans, Andrea Leo, Elise Lesage, Flora Li, Monica Y.C. Li, Phui Cheng Lim, Evan N. Lintz, Schuyler W. Liphardt, Annabel B. Losecaat Vermeer, Bradley C. Love, Michael L. Mack, Norberto Malpica, Theo Marins, Camille Maumet, Kelsey McDonald, Joseph T. McGuire, Helena Melero, Adriana S. Méndez Leal, Benjamin Meyer, Kristin N. Meyer, Glad Mihai, Georgios D Mitsis, Jorge Moll, Dylan M. Nielson, Gustav Nilsson, Michael P. Notter, Emanuele Olivetti, Adrian I. Onicas, Paolo Papale, Kaustubh R. Patil, Jonathan E. Peelle, Alexandre Pérez, Doris Pischedda, Jean-Baptiste Poline, Yanina Prystauka, Shruti Ray, Patricia A. Reuter-Lorenz, Richard C Reynolds, Emiliano Ricciardi, Jenny R. Rieck, Anais M. Rodriguez-Thompson, Anthony Romy, Taylor Salo, Gregory R. Samanez-Larkin, Emilio Sanz-Morales, Margaret L. Schlichting, Douglas H. Schultz, Qiang Shen, Margaret A. Sheridan, Jennifer A. Silvers, Kenny Skagerlund, Alec Smith, David V. Smith, Peter Sokol-Hessner, Simon R. Steinkamp, Sarah M. Tashjian, Bertrand Thirion, John N. Thorp, Gustav Tinghög, Loreen Tisdall, Steven H. Tompson, Claudio Toro-Serey, Juan Jesus Torre Tresols, Leonardo Tozzi, Vuong Truong, Luca Turella, Anna E. van 't Veer, Tom Verguts, Jean M. Vettel, Sagana Vijayarajah, Khoi Vo, Matthew B. Wall, Wouter D. Weeda, Susanne Weis, David J. White, David Wisniewski, Alba Xifra-Porxas, Emily A. Yearling, Sangsuk Yoon, Rui Yuan, Kenneth S.L. Yuen, Lei Zhang, Xu Zhang, Joshua E. Zosky, Thomas E. Nichols*, Russell A. Poldrack*, Tom Schonberg*



- משבר הרפליקציות



- דרגות החופש של החוקרים



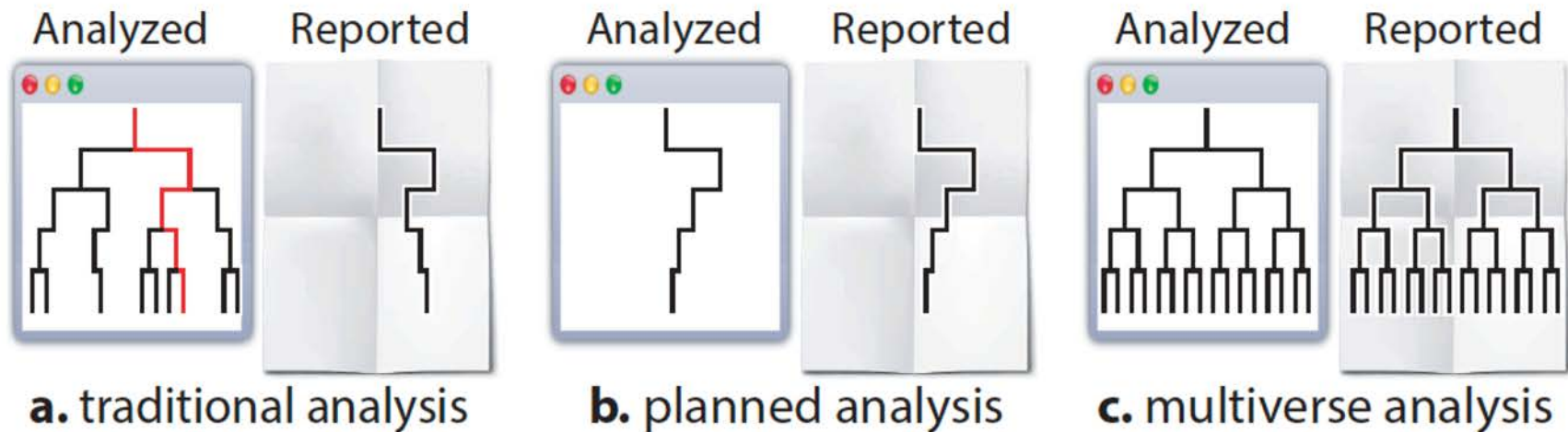
- בדקנו את גן השבילים המתפצלים

הקשר בין דמות הבוגר/ת למדע/נית המודרנים



- יושרה!
- כנות
- שקיפות

איך עושים מדע ואיך מדווחים על מדע?



גם תוצאה לא מובהקת היא תוצאה טובה!

[Pierre Dragicevic, et al CHI 2019 - DOI:10.1145/3290605.3300295](https://doi.org/10.1145/3290605.3300295)

סיכום: אז למה לי סטטיסטיקה עכשיו?

השיטה המדעית עובדת ומתקנת עצמה

חשיבה ביקורתית הכרחית

יושרה, כנות ופתיחות



תודה רבה



פרופ' תום שינברג

המחלקה לנוירוביולוגיה,

הפקולטה למדעי החיים ע"ש ג'ורג' סי' ויז

וביה"ס סגול למדעי המוח

schonberg@tauex.tau.ac.il

Schonberglab.tau.ac.il