



מרכז המידע והידע הלאומי למערכה בקורונה
מסמך מספר 196

מחקרים וארגוני בריאות בעולם קובעים כי בחללים סגורים ובלתי מאווררים תתכן הדבקה בדרך האוויר בנגיף קורונה וכי יש לנקוט בצעדים להפחתת סיכון זה

עיקרים

1. נגיף הקורונה מועבר **בעיקר** באמצעות **טיפות** גדולות יחסית, הנישאות למרחק קצר, באופן המחייב מגע ישיר והדוק (עד כ- 2 מטרים).
2. עם זאת, מדינות, ארגוני בריאות ומחקרים שונים קובעים כי בחללים סגורים תתכן גם הדבקה בנגיף בדרך האוויר באמצעות אירוסולים - טיפות קטנות הנישאות באוויר למשכי זמן ארוכים, **וזאת גם במרחק הגדול משני מטרים.**
3. העברת הנגיף בדרך האוויר בחללים סגורים **עלולה לגרום להתפרצויות רחבות** ובכך **להקשות** עד מאוד על הכלת המגפה.
4. **התנאים** שנמצאו כמקדמי הדבקה אווירנית בחללים סגורים כוללים **שהות ארוכה ומרובת משתתפים בחלל לא מאוורר** (באוויר חיצוני או מטוהר) **ובייחוד כאשר מתקיימות פעילויות המייצרות פליטת נגיפים** מוגברת (ספורט, שירה, דיבור בקול) **וללא מסיכות**. תנאים אלו עשויים להתרחש בכיתות, משרדים, תחבורה ציבורית, מסעדות וברים, בתי תפילה, חדרי כושר, אולמות אירועים, מוקדי שירות ועוד.
5. בישראל, עם ההקלות בסגר, ובוא **החורף** והנטייה לשהות במהלכו במקומות סגורים, הסבירות לקיומם של תנאים אלו **גוברת** וכפועל יוצא מכך **גובר הסיכון להתפרצויות רחבות היקף**. על כן, מומלץ לאוורר היטב חללים סגורים, לעטות **היטב וברציפות מסכות** בעת השהייה בהם, לצמצם את משך השהות ומספר השהים בהם ולהעדיף לקיים פעילויות ומפגשים הכרחיים ככל שניתן **בשטח פתוח**. כמו כן, מומלץ **לצמצם פעילויות קוליות וספורטיביות בחללים סגורים.**

רקע מדעי

1. נגיף הקורונה מתפשט **בעיקר** באמצעות הדבקה טיפית המחייבת מגע הדוק (מרחק של פחות מ-2 מטרים), כלומר באמצעות טיפות גדולות וכבדות יחסית, הנוצרות בזמן שיעול, עיטוש או דיבור המכילות את הנגיף, שאינן נישאות לרוב למרחק העולה על שני מטרים, מפאת כובדן. כך, טיפות אלו "נופלות" במהירות ולכן שמירה על מרחק של שני מטרים ועטיית מסיכה צפויים לספק הגנה מפני הדבקה בדרך זו.
2. אולם, באחרונה (5 באוקטובר)¹ אישר המרכז האמריקאי לבקרת מחלות ולמניעתן (CDC) כי בנסיבות מסוימות תתכן הדבקה בנגיף קורונה **דרך האוויר בחללים סגורים ובלתי מאווררים, ובפרט בעת שהות ממושכת בהם** (העולה על חצי שעה) או בעת קיום פעילויות המייצרות פליטה מוגברת של נגיפים בחללים סגורים כגון דיבור קולני, שירה ואימון גופני.
3. הכרזת הארגון באה על רקע **מספר פרסומים מדעיים שהעלו כי הסיכון להדבקה בחללים סגורים גבוה יותר משמעותית מאשר בשטחים פתוחים** (עד פי 20), בשל האפשרות **להדבקה באירוסולים** - טיפות **קטנות מאוד** (שקוטרן קטן מ-100 מיקרומטר), המכילות את הנגיף, אשר **מרחפות באוויר ונישאות למרחק רב**². העדויות התומכות בכך כוללות שורת מקרי הדבקה המוניים שאירעו בחללים סגורים ברחבי העולם, שההסבר הסביר ביותר לקיומם הינו העברה על ידי אירוסולים (בדרך האוויר). וכן שורת ניסויים אשר תוצאותיהם תומכות **בהיתכנות להדבקה בנגיף באמצעות אירוסולים**³.
4. משמעות קיומה של הדבקה אווירנית היא שתתכן הדבקה בחללים סגורים, בתנאים מסוימים, **גם במרחק הגדול משני מטרים**, באופן **המגביר מאוד** את הסיכון להדבקה המונית בעת השהות בחללים אלו. **משמעות**

¹ <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/scientific-brief-sars-cov-2.html>

² טיפיות אלו מתייבשות מהר ונוטות לרחף באוויר זמנים ארוכים כיוון שמשקלן נמוך מספיק כך שכוח הכבידה כמעט ולא משפיע על ריכוזן באוויר. טיפיות קטנות אלו עלולות להינשא למרחק רב, העולה על שני מטרים.

³ עדויות ממחקרי שטח בהם הודגמו הימצאות, יציבות וחיות של הנגיף באירוסולים באוויר במשך שעות רבות ונמדדה פליטת אירוסולים בטווח גדלים רחב ע"י בני אדם בעת ביצוע פעולות שונות

נוספת היא שחלק מצעדי המיגון הנהוגים כיום בחללים סגורים אינם **מספקים** הגנה מלאה למניעת הדבקה, ובפרט מיגון באמצעות חציצה פיזית (לוחות פלסטיק) **שהינו יעיל מפני הדבקה טיפתית** אך ככל הנראה איננו יעיל בכל תרחיש למניעת הדבקה בדרך האוויר בחללים סגורים.

5. התנאים שנמצאו כמעודדי הדבקה בחללים סגורים כוללים: **היעדר שימוש במסכות או שימוש לא תקין בהן, שהייה ממושכת ומרובת משתתפים בחללים עם אוורור מופחת וקיום פעילויות שמייצרות פליטת נגיפים מוגברת** כמו שירה, תפילה, דיבור קולני ופעילות גופנית מאומצת.

6. **הסיכון להדבקה בחללים סגורים צפוי אף לגבור עם בוא החורף,** לאור נטייה אנושית להצטופף במקומות סגורים בתקופה זו, ועל כן יש לתת דגש מיוחד לסוגיית ההתנהלות בחללים הסגורים, בתקופה הקרובה ובפרט עם פתיחת בתי הספר, גני הילדים ומקומות העבודה והבילוי.

התייחסות מדינות וארגוני בריאות עולמיים

7. מלבד הצהרת ה-CDC, מדינות וארגונים מרכזיים בעולם הכירו בתרומתם של אירוסולים להדבקה בנגיף הקורונה. ב-6 ביולי, קבוצה של כ-238 חוקרים פרסמה בכתב עת מדעי עמדה לפיה **יש להכיר בכך שהנגיף יכול לעבור באופן אווירני**.⁴ כתוצאה מכך, **ארגון הבריאות העולמי**, החל לשנות את התייחסותו לנושא והחל מה-20 באוקטובר, קובע שנגיף הקורונה אמנם מתפשט בעיקר באמצעות הדבקה טיפתית המצריכה מגע קרוב, אך לצד זאת, **בנסיבות מסוימות** תתכן העברתו גם באמצעות אירוסולים בדרך האוויר, **בפרט בחללים סגורים, צפופים ובעלי אוורור לקוי**, בהם שוהים אנשים חולים לצד בריאים, במשך פרק זמן ארוך.⁵
8. מדינות שונות החלו לאמץ במידות שונות עמדה זו, ונוקטות בצעדי מדיניות בהתאם. **בגרמניה**, כבר בחודש במאי הנחיות משרד הבריאות המקומי התייחסו לאפשרות של הדבקה בנגיף הקורונה באופן אווירני. ב-30 בספטמבר, **הקנצלרית מרקל התייחסה לנושא, וטענה כי "איוורור היא אחת הדרכים הזולות והיעילות ביותר למאבק בנגיף הקורונה"**. בהתאם לכך הושקעו משאבים רבים באוורור מבני ציבור⁶ ובתי ספר⁷. כיום איוורור הוא עיקרון מרכזי במדיניות גרמניה להמתמודדות עם המגיפה⁸.
9. **ביפן**, משרד הבריאות הוביל קמפיין שקרא להימנע מחפיפה בין "שלושת ה-C": **חללים סגורים עם אוורור גרוע** (Closed places with poor ventilation), **מקומות צפופים** (Crowded places) ו**מגע קרוב** (Close contact settings). מניעת החפיפה בין תנאים אלו מסייעת להפחתת הדבקה ע"י אירוסול ומקטינה את הסיכון להתפרצויות.
10. בבריטניה, בעדכוני המדיניות מצד גורמי הבריאות ניתנו דגשים על חשיבות איוורור החללים באוויר צח ועל החשיבות בהימנעות ממערכות

⁴ <https://www.nature.com/articles/d41586-020-02058-1>

⁵ <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-how-is-covid-19-transmitted>

⁶ <https://www.bbc.com/news/world-europe-54599593>

⁷ <https://www.dw.com/en/coronavirus-germany-unveils-airing-plan-for-schools/a-55286311>

⁸ <https://www.theguardian.com/world/2020/sep/30/germans-embrace-fresh-air-to-ward-off-coronavirus>

מיזוג מרכזיות אשר ממחזרות אוויר⁹. בנוסף, עבור מקומות בהם מקיימים פולחן דתי, ניתנו הנחיות להימנע משירה, צעקות או הרמת הקול, כמו גם מפעולות שעלולות להביא לכך באופן לא ישיר, כמו השמעת מוזיקה בעוצמה חזקה¹⁰.

<https://www.hse.gov.uk/coronavirus/equipment-and-machinery/air-conditioning-and-ventilation.htm>⁹
<https://www.gov.uk/government/publications/covid-19-guidance-for-the-safe-use-of-places-of-worship-during-the-pandemic-from-4-july/covid-19-guidance-for-the-safe-use-of-places-of-worship-during-the-pandemic-from-4-july>¹⁰

המלצות לצמצום סיכון ההדבקה (כולל בדרך האוויר) בחללים סגורים¹¹

11. **הקפדה על עטית מסיכות תקינה** – בעת שהיה בחללים סגורים

ציבוריים, ובעיקר כאשר אלו הומי אדם, מומלץ להקפיד על עטית מסיכות תקינות¹² **האוטמות את הפה ואת האף באופן מלא, וברציפות.** מסכות, ככלל, מהוות מחסום יעיל ביותר מפני הפצה של הנגיף, בפרט בחללים סגורים. בהתאם, מומלץ **להקפיד היטב** על עטיית מסיכות בבנייני משרדים, בתחבורה ציבורית או בכיתות לימוד גם כאשר נשמר מרחק של **2 מטרים** מכל אדם אחר¹³. **עטיית מסיכות שאינן מכסות את הפה והאף באופן מלא או הסתמכות על מחיצות פיזיות בלבד** אמנם עשויים לצמצם את הסיכון להידבקות ישירה אך **לא יוכלו להגן בכל תרחיש מפני הדבקה באמצעות אירוסולים.**

12. **העדפת מרחבים פתוחים על פני חללים סגורים** – ההדבקה

בנגיף הקורונה על-ידי אירוסולים מתאפשרת כאשר נמצאים באותו חלל (סגור) וללא תחלופת אוויר תדירה. בהתאם, **שהייה במרחבים פתוחים מצמצמת כמעט לחלוטין את האפשרות של הדבקה על-ידי אירוסולים**, שכן בשטח פתוח החלקיקים המדבקים מתפזרים באוויר ופוחת מאוד הסיכון להיקלטותם בגופינו. על כן, מומלץ להעדיף לקיים פעילויות ומפגשים הכרחיים **בשטחים פתוחים**, ככל שהדבר ניתן.

13. **הקפדה על אוורור תקין ותדיר של חללים סגורים** – ככלל,

אוורור טבעי עדיף על אוורור באמצעות מטהרי ומסנני אוויר. מומלץ לשאוף לאוורר חללים סגורים באופן קבוע, כדי לאפשר פיזור ותחלופת אוויר גבוהה באופן המדמה עד כמה שאפשר שהייה בחוץ. אופן האוורור המיטבי הוא על-ידי **הכנסת אוויר צח באמצעות פתיחת חלונות או**

¹¹ לשם הנוחות בחרנו להציג את עיקרי ההמלצות לשיפור המיגון מפני הדבקה אווירנית בחללים סגורים, על פי המלצות ה-CDC ומחקרים מדעיים נוספים. נמליץ לעיין בפירוט גם במסמך "קווים מנחים לצמצום הדבקה בקורונה בחללים סגורים" שנכתב בשיתוף הדסה, הטכניון והעברית ובמסמכים נוספים הנמצאים במקורות בסוף מסמך זה.¹² מסכות רפואיות באיכות טובה (מסכות "כירורגיות" ומסכות N95), מסכות בד תלת/רב שכבתיות איכותיות.¹³ ובבתי ספר לדוגמא, חשוב שהמורים יקפידו על עטיית מסיכה, משום שהם אלו שמדברים ולכן פולטים הכי הרבה אירוסולים, שעלולים להכיל את הנגיף, לחלל הכיתה

דלתות, ובעדיפות של יותר מכיוון אוויר אחד. בהתאם, מומלץ בתקופה זו לשמור על חלונות פתוחים במשרדים, כיתות לימוד ותחבורה ציבורית, אף כאשר החימום פועל או כאשר יורד גשם, ככל שהדבר ניתן. אם אין בנמצא חלונות או שלא ניתן לפתוח אותם מסיבות שונות, יש להשתמש במערכות מיזוג אוויר אשר מכניסות כמה שיותר אוויר חדש ולא ממחזרות אוויר קיים ('רה-סירקולציה'). מחקרים שונים וארגוני בריאות אף קבעו שבחללים משותפים, שימוש במזגנים הממחזרים אוויר קיים¹⁴ (ומערכות מרכזיות בפרט) כמו גם שימוש במאווררים¹⁵, עלול אף להגדיל את הסיכון ולסייע להתפשטות של חלקיקים מדבקים בכלל החלל ללא קשר למרחק מהחולה, ועל כן מומלץ להגביל את השימוש בהם.

14. **צמצום מספר השוהים ומשך השהייה בחללים סגורים** – מומלץ לשאוף לצמצום מספר האנשים השוהים באותו חלל סגור, וכן לצמצום משך השהייה בחללים אלו ברצף. זאת, במטרה למנוע מקרה בו אדם אחד חולה מדביק מספר רב של אנשים עקב הפצת חלקיקים מדבקים שמתפזרים בכלל החלל. ככל שמשך השהייה ארוך יותר, כך מתאפשרות התפשטות והצטברות של חלקיקים מדבקים בכלל המרחב ועולה הסיכוי לחשיפה אליהם. בהתאם, **מומלץ להגביל גם את מספר השוהים באותו חלל באירועים כמו דיונים, פגישות או שיעורים, וכן להגביל או לקטוע את משך השהייה הרציפה באותו חלל ולאוררו.** לשם המחשה, עדיף לקיים שני שיעורים של 45 דקות עם הפסקה ביניהם לטובת אוורור החלל, מאשר שיעור אחד רציף של כ-90 דקות.

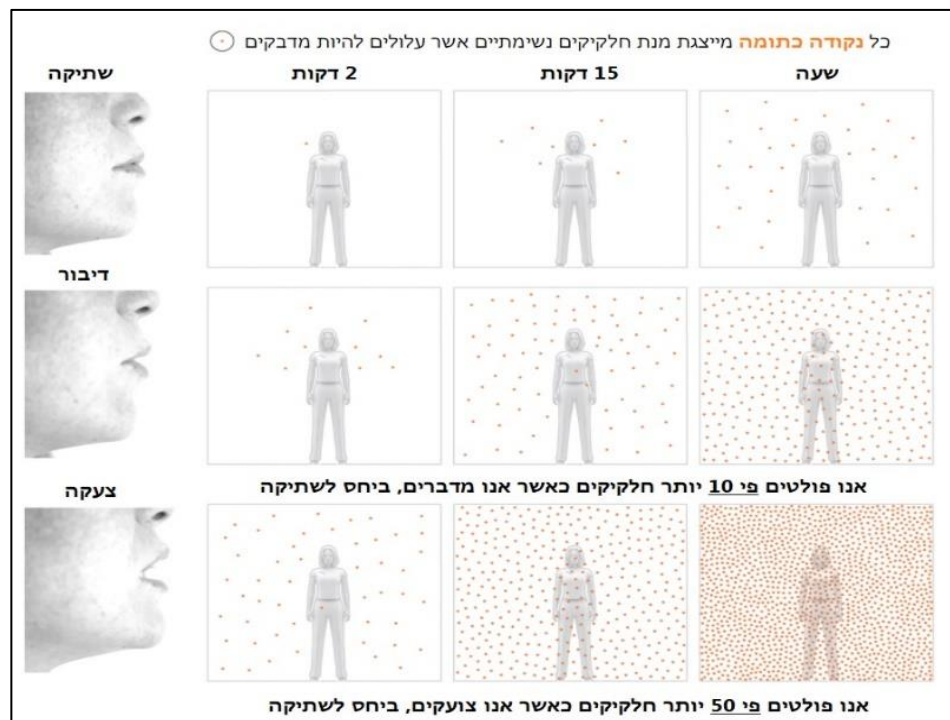
¹⁴ https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-0764_article,

<https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/2770172>

¹⁵ <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-ventilation-and-air-conditioning-and-covid-19>

15. **הימנעות מפעילויות "מפיצות נגיפים" בחלל סגור** – פעילויות ווקאליות כמו שירה, צעקות, דיבור קולני ופעילות גופנית מאומצת, המתקיימות בחללים סגורים, מגבירות את קצב פליטת החלקיקים המדבקים על-ידי אדם חולה כמו גם את הסיכוי לקליטת חלקיקים מדבקים על ידי אדם בריא, ובכך הסיכון להדבקה עולה. לאור זאת, מומלץ לצמצם ככל שניתן, את קיומן של פעילויות אלו בחללים סגורים, בחברת אנשים. על פי עקרון זה, לדוגמה, עדיף להפחית שיחות (פרונטליות או טלפוניות) בעת נסיעה ארוכה בתחבורה ציבורית (רכבות, אוטובוסים), וכן להימנע מדיבור בקול רם או צעקות בעת דיונים או שיעורים. כמו כן, יש להעדיף לקיים פעילות גופנית קבוצתית במרחב פתוח בלבד¹⁶.

איור 1 - המחשת השפעת סוג הפעילות על קצב פליטת החלקיקים הנשימתיים (Luis Almodovar, El Pais)



16. **לסיכום**, יישום העקרונות שפורטו לעיל, יצמצם משמעותית את הסיכון להידבקות בנגיף הקורונה, בדרך האוויר, בחללים סגורים. יודגש כי

¹⁶ האיור לקוח מתוך המאמר: <https://english.elpais.com/society/2020-10-28/a-room-a-bar-and-a-class-how-the-coronavirus-is-spread-through-the-air.html?ssm=whatsapp>

הצעדים שפורטו **אינם באים זה על חשבון זה** ועבור יעילות מיטבית, **יש להקפיד על יישומם במקביל** (באופן מצרפי), ככל שהדבר ניתן¹⁷. כך לדוגמה, עטיית מסיכות בלבד בחלל סגור, ללא אוורור תקין של החלל וללא הגבלת כמות האנשים או משך השהיה בו, לא בהכרח תספיק כדי להגן באופן מלא מפני הידבקות בנגיף באמצעות אירוסולים בחלל זה, זאת בפרט אם מתקיימות בו פעילויות המגבירות את הסיכון להדבקה כגון דיבור קולני. יודגש כי **המלצות אלו אינן מחליפות את הנחיות המיגון הבסיסיות כמו שמירה על מרחק והקפדה על היגיינה**, אלא באות **בנוסף להן**.

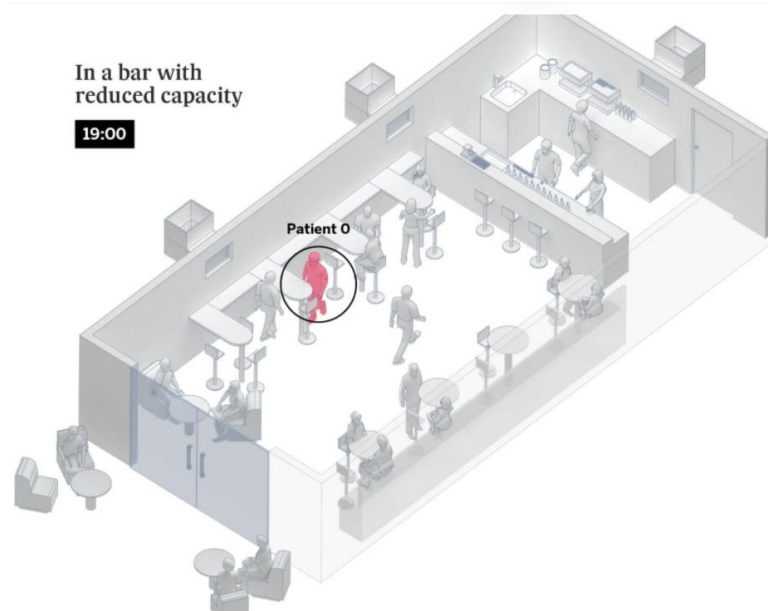
¹⁷ על פי מחקר מדעי שפורסם בכתב העת היוקרתי BMJ, הסיכון להדבקה בחללים סגורים תלוי בשקלול של מידת האוורור בחלל, מספר השוהים בו (צפיפות), משך השהות, עטיית מסכות ומידת הקולניות של המשתתפים, על פי שלוש רמות של פעילות ווקאלית: שתיקה, דיבור שגרתי ושירה/דיבור קולני - <https://www.bmj.com/content/370/bmj.m3223>

נספח א' - איורים להמחשת התפשטות האירוסולים בחללים סגורים מסוגים שונים¹⁸

17. בחרנו להציג דוגמה לאינפוגרפיקה (עיתון ElPAIS, Luis Almodovar) מהעולם הממחישה, על בסיס מחקר מדעי שנערך באוניברסיטת קולורדו, את הסכנה הנשקפת מהדבקה אירוסולית בחללים סגורים¹⁹. דוגמה זו ממחישה גם את העיסוק ושיטות להטמעת הבעיה בנושא האירוסולים ברחבי העולם. אמנם איננו יודעים להעריך את מידת הדיוק של נתוני ההדבקה בכל תרחיש פרטני שמוצג להלן (והם תלויים בשלל משתנים), אולם ניכר מהסימולציות פער ניכר בתרחישי הדבקה אירוסולית.

מסעדה/בר

18. תחילת הערב (19:00), חולה נכנס למסעדה בתפוסה חלקית – 15 לקוחות ו-3 עובדים:



¹⁸ <https://english.elpais.com/society/2020-10-28/a-room-a-bar-and-a-class-how-the-coronavirus-is-spread-through-the-air.html?ssm=whatsapp>

¹⁹ הסיכוי להדבקה בחללים הסגורים על פי מאפייניהם חושב על סמך מודל שתוכנן על ידי חוקרים מאוניברסיטת קולורדו, הפנייה למודל ניתן למצוא במקורות (מס' 19) נשים לב כי ההדבקה תלויה בעומס הויראלי של המדבק, כאשר בדוגמא כאן מדובר בחולה מדבק בעל עומס ויראלי יחסית גבוה, לצורך המחשת המקרה.

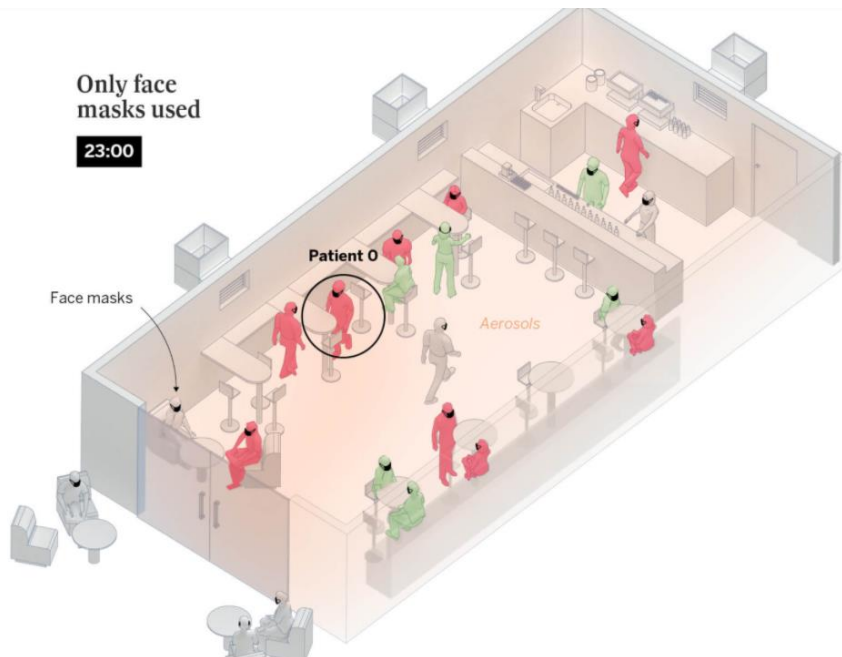
19. לאחר 4 שעות (23:00), ללא שימוש במסכות וללא אוורור,

14 מתוך 18 האנשים צפויים להידבק בנגיף:



20. לאחר 4 שעות (23:00), אך עם שימוש במסכות, רק 8 מתוך

18 האנשים צפויים להידבק בנגיף:

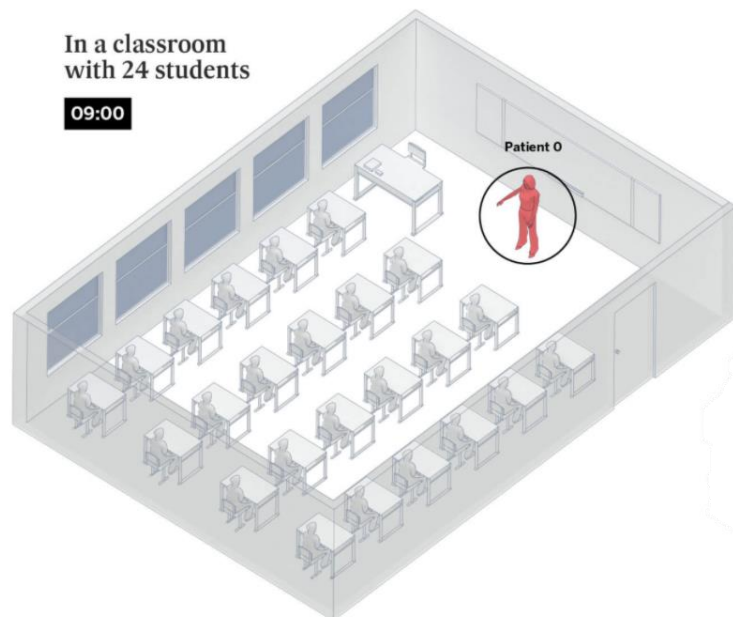


21. שילוב בין קיצור משך השהיה לשעתיים (21:00), עטיית מסיכות ואוורור החלל, יצמצמו משמעותית את הסיכון לכדי נדבק אחד בלבד מתוך 18 האנשים:

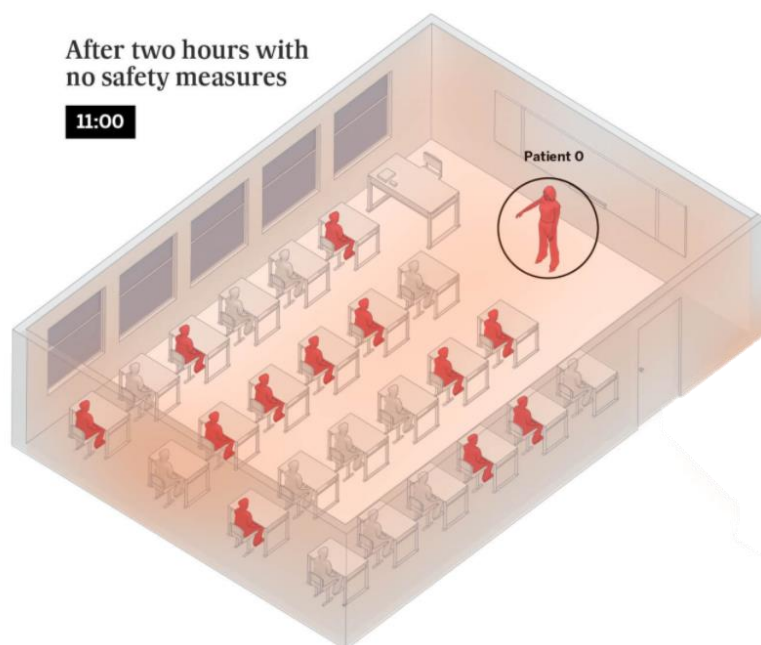


כיתת בית ספר

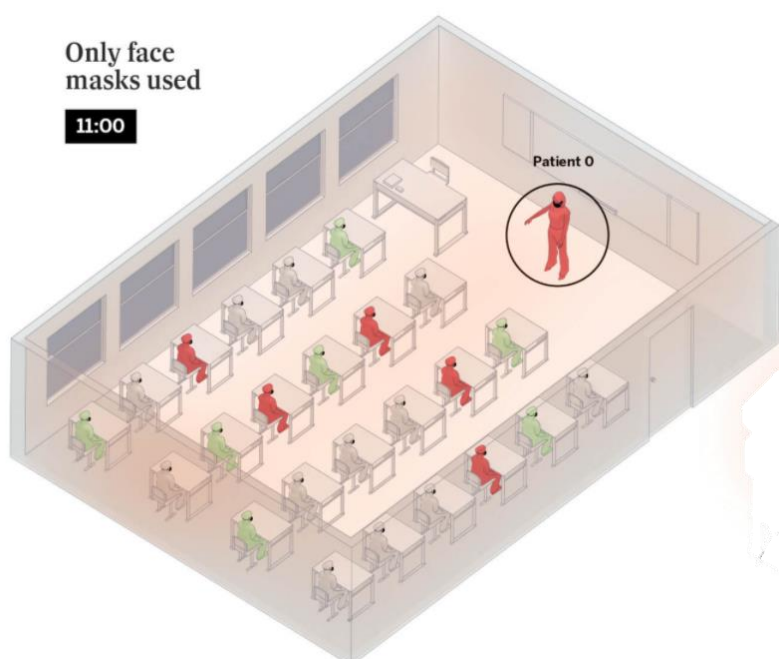
22. תחילת השיעור (09:00), מורה חולה בכיתה של 24 תלמידים:



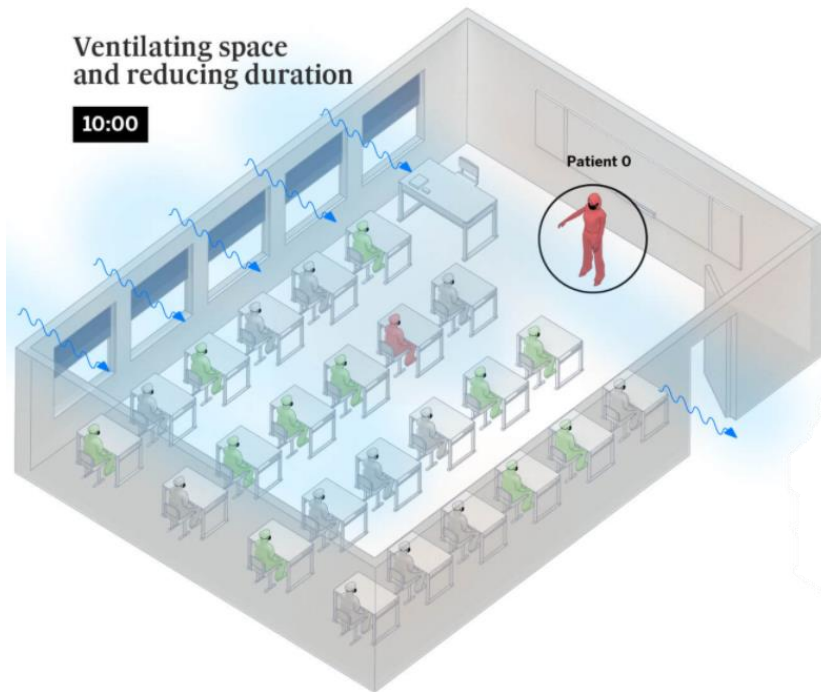
23. לאחר שעתיים (11:00), ללא מסיכות וללא אוורור, כ-12 תלמידים מתוך ה-24 נמצאים בסיכון להדבקה, ללא קשר למקום מושבם:



24. לאחר שעתיים (11:00) אך עם שימוש במסכות, שיעור הנדבקים צפוי לעמוד על כ-5 תלמידים בלבד מתוך ה-24:



שילוב בין קיצור משך השהייה לשעה (10:00), עטיית מסיכות ואוורור הכיתה (באמצעות פתיחת חלונות ודלת הכיתה), יצמצמו משמעותית את הסיכון לכדי הדבקה של תלמיד אחד בלבד:



מקורות:

1. עדכון המרכז לבקרת מחלות (CDC) בדבר האפשרות להדבקה אווירנית בנגיף הקורונה בחללים סגורים: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/scientific-brief-sars-cov-2.html>
2. מסמך מספר 128 של מרכז המידע והידע הלאומי למערכה בקורונה – "הסיכון להדבקה בנגיף הקורונה בחללים סגורים גבוה ומצריך התייחסות מיוחדת בהיבטי המיגון והאכיפה: <https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/report-n128-confined-spaces>
3. מסמך מספר 177 של מרכז המידע והידע הלאומי למערכה בקורונה – "מאפייני הפעילות האנושית בחללים סגורים משפיעים על סיכון ההדבקה" - <https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/research-report-n177-enclosed-spaces>
4. מסמך מספר 182 של מרכז המידע והידע הלאומי למערכה בקורונה – "עטית מסכות נרחבת על ידי הציבור תוביל לצמצום משמעותי של ממדי המגפה ותמנע גלי תחלואה נוספים" - <https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/research-report-n182-mask-usage>
5. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32416374>
6. <https://www.bmj.com/content/370/bmj.m3223>
7. <https://science.sciencemag.org/content/370/6514/303.2>
8. <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2768396>
9. <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/2770172>
10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7413047/>
11. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-02058-1>
12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016041202031254X>
13. [https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712\(20\)30739-6/fulltext](https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712(20)30739-6/fulltext)
14. <https://www.the-scientist.com/news-opinion/scientists-urge-consideration-of-airborne-sars-cov-2-transmission-67702>
15. <https://www.pnas.org/content/117/26/14857>
16. מאמר מכתב העת SCIENCE - 'צמצום ההדבקה בנגיף הקורונה: <https://science.sciencemag.org/content/368/6498/1422>

17. מסמך צוות חוקרים מהאוניברסיטה העברית, בית החולים הדסה והטכניון - קווים
מנחים לצמצום הדבקה בקורונה בחללים סגורים:
https://scholars.huji.ac.il/sites/default/files/razraanan/files/aerosol_transmission_of_sars-cov-2.pdf

18. כלי סטטיסטי לחישוב הסיכון להדבקה באמצעות אירוסולים בהתאם למאפייני המקום
והפעילות, מרכז המחקר למדעי הסביבה של אוניברסיטת קולורדו:
<https://cires.colorado.edu/news/covid-19-airborne-transmission-tool-available>