

יום שיא: לימודים בקורונה

מדעים



החומרים המובאים כאן נוצרו במסגרת פרויקט דיאלוגוס – מחקר משותף של אוניברסיטת תל-אביב, הטכניון, האוניברסיטה העברית בירושלים ומכון ויצמן למדע, במימון הקרן הלאומית למדע (מס' 2699/17).

© כל הזכויות שמורות

פתיחה: שיחה על סגירת בתי ספר

מתחילת התפשטות מגפת הקורונה בתי הספר נסגרו למשך תקופות ממושכות ומצטברות. מצב זה עורר מחלוקת בציבור כאשר חלק מהאנשים מצדיקים את ההחלטה לסגור את בתי הספר בתקופה זו, בעוד שחלקם מרגישים שהחלטה זו אינה מוצדקת והם דורשים לפתוח אותם גם במהלך הסגרים.

מהן, לדעתכם, ההצדקות לסגירת בתי הספר? האם אתם מסכימים איתן?
מהן, לדעתכם, ההצדקות לפתיחת בתי הספר? האם אתם מסכימים איתן?

בפעילות הבאה תיכנסו לנעליהם של יועצים המייעצים למשרד הבריאות על בדיקות המוניות לציבור שיאפשרו פתיחה מבוקרת של בתי הספר. לפני שתוכלו לגבש המלצה סופית כיועצים, תידרשו להבין כיצד הבדיקות עובדות ולשקול את כל היתרונות והחסרונות של הבדיקות השונות.

חלק ראשון: בדיקה אישית לקורונה

יועצים יקרים,

מאז שהחלה מגפת הקורונה להתפשט, נשמעו בחדשות ובשיח היומיומי שאלות שנוגעות לפתיחה האפשרית של חנויות, קניונים, אולמות תרבות, ועוד ארגונים שונים וביניהם גם בתי ספר, כמובן. אחד מהאמצעים שיאפשרו פתיחה מבוקרת של ארגונים אלו היא בדיקה המונית של הציבור שמבקש לבקר בהם.

בכתבה שלפניכם מוצעת בדיקה אישית לקורונה, שאפשר לבצע באופן פרטי.

קראו את הכתבה וחשבו: האם תמליצו למשרד הבריאות לאשר יבוא של ערכות כאלה*?

*שימו לב: בכתבה נפלה טעות, ומחיר הערכה \$25 ולא \$5.

חשבו גם על השאלות הבאות:

1. איזו בעיה הבדיקה באה לפתור? על איזה צורך היא עונה?
2. מה אתם חושבים שצריך לדעת על הבדיקה כדי להמליץ למשרד הבריאות לאשר בדיקות מסוג זה?

בברכה,

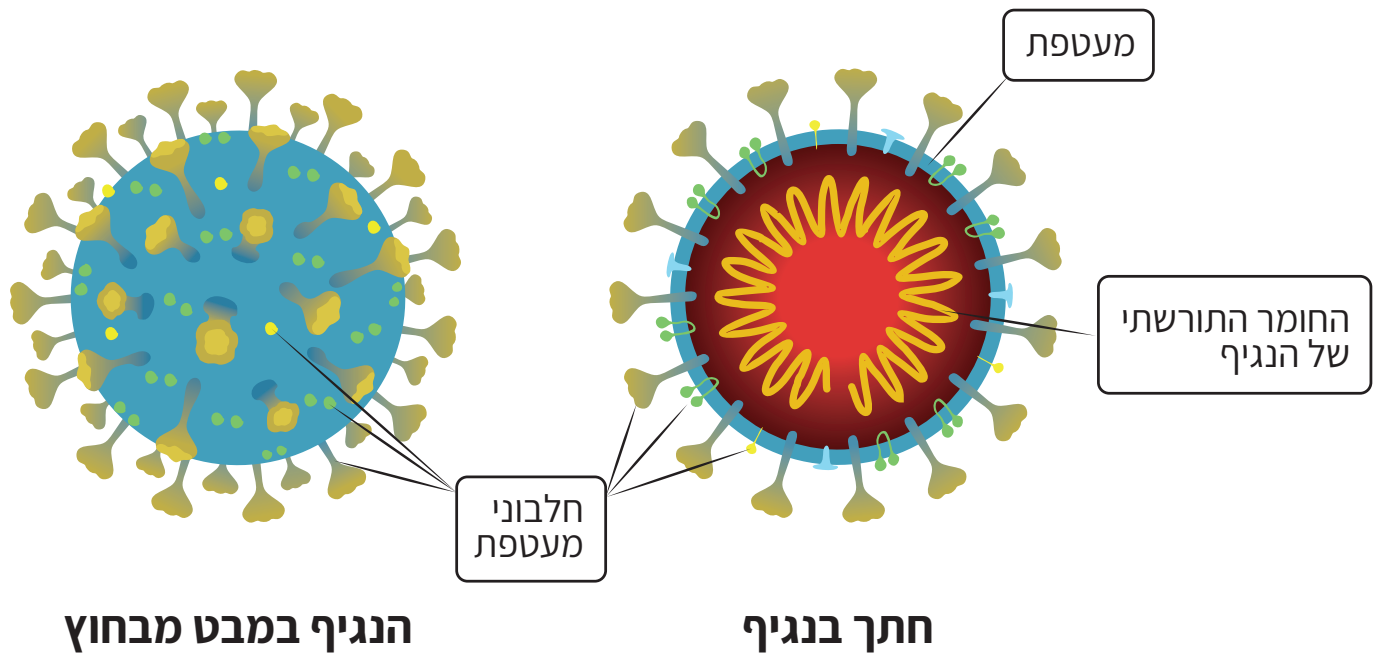
נציגי משרד הבריאות המבקשים התייעצות

חלק שני: איך בודקים אם נדבקנו בנגיף הקורונה?

שלום שוב יועצים, תודה על התשובה שלכם בנושא בדיקת הקורונה המהירה. עלו אצלנו שאלות נוספות הנוגעות לטכנולוגיה של הבדיקות. אנחנו זקוקים לעזרתכם כדי לענות עליהן. אספנו עבורכם קטעי מידע על דרכי הפעולה של שני סוגים שונים לבדיקות לקורונה. עיינו בהם והשיבו לשאלות שלנו בבקשה:

בדיקה של נוכחות נגיפים ברירת האף

אירוע הדבקה בנגיף הקורונה מתרחש באמצעות נחיתה של רסס רוק או אדי מים מאדם מדבק על רירית האף של אדם אחר. בעקבות הדבקה אפשר לאתר נגיפים ברירת האף של האדם שנדבק. כל נגיף קורונה מורכב מקופסה עשויה חלבונים העוטפת את החומר התורשתי של הנגיף.



שיטה ראשונה: בדיקות של נוכחות החומר התורשתי של הנגיף (בדיקות PCR)

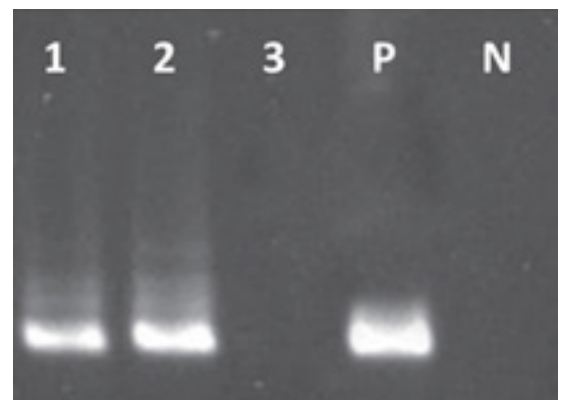
בבדיקות שמאותרות אם בדגימה מרירית האף יש חומר תורשתי של נגיף הקורונה, מתבצע תהליך של הגברה. תהליך זה מבצע במבחנה חיקוי של תהליך שכפול החומר התורשתי (ה-DNA) שמתרחש בתאים מתחלקים. התהליך מתרחש לפי השלבים הבאים:

1. הדגימה מרירית האף מוכנסת למבחנה שבה יש את כל ארבעת אבני הבניין של החומר התורשתי (ה-DNA; A, G, T, C), ואנזים שיכול לייצר מהם שרשרת של החומר התורשתי (שרשרת DNA).

2. אם בדגימה יש חומר תורשתי של נגיף קורונה, האנזים ישכפל אותו פעמים רבות ויתקבלו ממנו הרבה מאוד עותקים. כעבור כ-6 שעות מתקבלת כמות גדולה של חומר תורשתי (DNA), כך שאפשר באמצעים מיוחדים לראות אותה. בבדיקה היא נראית בצורת פסים, כמו בתצלום:

בתצלום, **דגימה P** היא דגימה שמראש יודעים שיש בה נגיף קורונה. מטרתה להראות שהכל עובד כשורה עם החומרים שבהם השתמשו לבדיקה, ואפשר לקבל הגברה של החומר התורשתי (ה-DNA) הנגיפי.

דגימה N היא דגימה שבה יש חומר תורשתי (DNA) אחר, לא של הנגיף, ומטרתה להראות שהחומרים שבהם השתמשו ייחודיים לנגיף הקורונה ולא משכפלים חומר תורשתי (DNA) כלשהו.



לדאגתנו, נודע לנו ששלושה עובדים במשרד הבריאות נחשפו לחולי קורונה. נלקחה דגימה מריריות האף שלהם והתוצאות מוצגות בתמונה שלמעלה בדגימות 1-3. האם לדעתכם הם נושאים את הנגיף? נסחו להם מכתב שמסביר את האבחנה שלכם ונמקו את תשובתכם בעזרת דגימות N-I P.

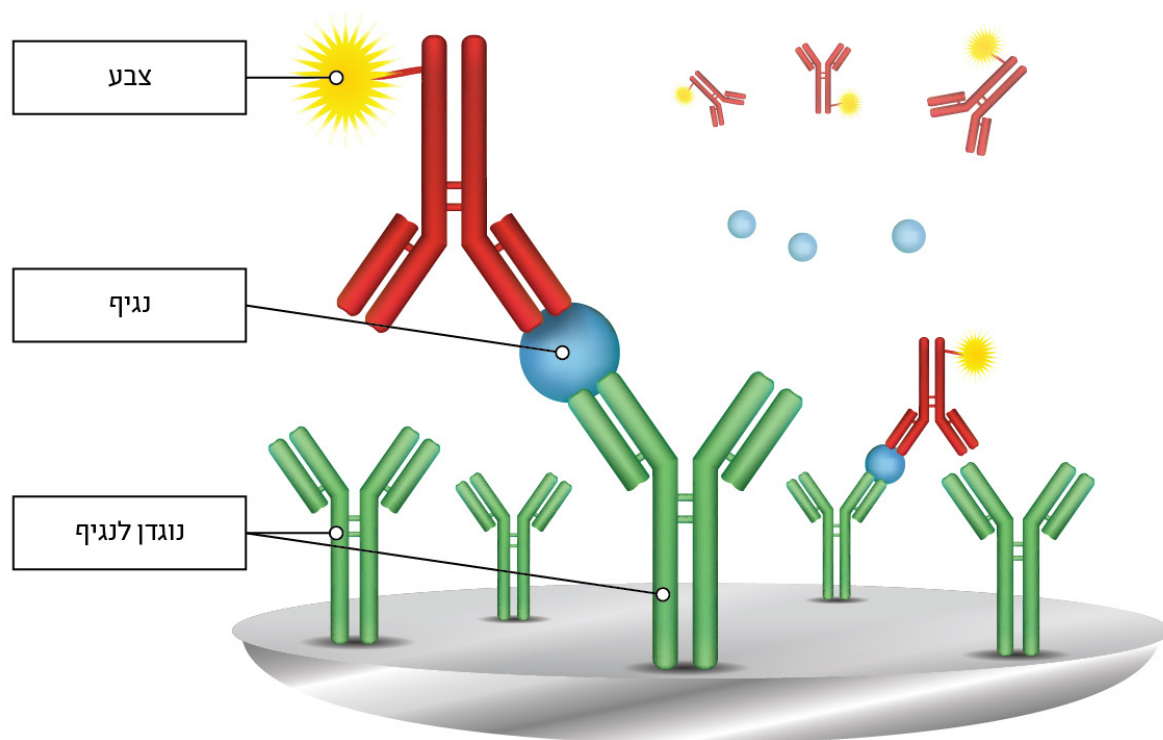
האבחנה שלנו לעובד מס' 1:

האבחנה שלנו לעובד מס' 2:

האבחנה שלנו לעובד מס' 3:

שיטה שנייה: בדיקות של נוכחות חלבוני הקופסה של הנגיף (בדיקות מבוססות נוגדנים)

גישה אחרת לבדיקה היא איתור חלבונים של קופסת הנגיף באמצעות נוגדנים המזהים אותם. נוגדנים אלה אינם של האדם הנבדק אלא נוצרו במעבדה. התוצאה מתקבלת תוך כחצי שעה ואפילו פחות מכך (בשיטה זהה משתמשים גם לבדיקות היריון). הנוגדנים לחלבוני הקופסה של הנגיף (ירוק באיור) מודבקים לקרקעית של צלוחית קטנה או אל נייר סופג. לתוך הצלוחית/לקצה הנייר הסופג מכניסים את הדגימה מרירית האף של אדם מסוים. אם בדגימה יש נגיפים (עיגולים כחולים באיור), הם ייקשרו לנוגדנים, וישארו קשורים גם לאחר שטיפת הצלוחית/הנייר. אפשר לראות אם יש נגיפים בדגימה באמצעות צבע (צהוב באיור) שמזהה רק נוגדנים קשורים לחלבוני נגיף. אם בדגימה אין נגיפים, חומרים מרירית האף שבדגימה לא ייקשרו לנוגדנים, הם יישטפו החוצה, ולא תהיה תגובת צבע.



תוצאות הבדיקה נראות כפס צבעוני על הנייר שבערכה. בצד ימין של הערכה נראית גומה שלתוכה מכניסים את הדגימה מרירית האף. במרכז הערכה נראה חלון ובו פסים: **הפס השמאלי** הוא בדיקה שכל החומרים בערכה תקינים, ומתקבל צבע כנדרש. כאשר יש **פס ימני**, הוא מעיד על נוכחות נגיפי קורונה בדגימה. כאשר אין פס ימני, לא היו נגיפי קורונה בדגימה.



יועצים, כעת כשאתם מכירים טוב יותר את הטכנולוגיה של הבדיקות, האם אתם מרגישים שאתם מוכנים יותר להמליץ לנו על סוג בדיקה? הסבירו לנו את בחירתכם לפי השאלות הבאות:

1. באיזו בדיקה הייתם בוחרים להשתמש כדי לבדוק את עצמכם? מדוע? הביאו לפחות נימוק אחד שמקורו בקטעי המידע שקראתם.
2. באיזו בדיקה הייתם בוחרים להשתמש כדי לבדוק את כלל אזרחי המדינה? מדוע? הביאו לפחות נימוק אחד שמקורו בקטע שקראתם.

חלק שלישי: רגע, אנחנו עדיין לא בטוחים עד הסוף באיזה בדיקה לבחור...

שלום שוב יועצים, אתם עושים עבודה מעולה ומאד עוזרים לנו אבל אנחנו עדיין מתקשים לקבל החלטה. נתקלנו [בכתבה](#) שלפניכם שמוצגת בה בעיה שהתעוררה בנוגע לבדיקות קורונה מהירות. קראו את הכתבה וענו על השאלות:

איך קובעים יעילות של בדיקה?

לכל שיטת בדיקה יש אחוז מסוים של טעות, שנובעת מדרך הבדיקה. מפעלים המייצרים בדיקה שאמורה לאבחן מחלה צריכים להראות אחריות גדולה למוצר שהם מייצרים. לפני שהם משווקים את הבדיקה, עליהם לבדוק מהו הדייק שלה, או במילים אחרות: מהו אחוז הטעות, ולפרסם אותו. עבור כל דגימה, יכולות להתקבל בבדיקה אחת מארבע אפשרויות:

טבלה 1: אפשרויות לתוצאות של בדיקות מאבחנות

דגימה מאדם בריא	דגימה מאדם חולה	
תוצאה חיובית כוזבת (טעות)	תוצאה חיובית אמיתית	תוצאה חיובית של הבדיקה (יש נגיף קורונה)
תוצאה שלילית אמיתית	תוצאה שלילית כוזבת (טעות)	תוצאה שלילית של הבדיקה (אין נגיף קורונה)

המפעל צריך לבדוק באיזה אחוז של המקרים מתקבלת תוצאה שהיא טעות. לשם כך, מבצעים את הבדיקות על כמות גדולה של דגימות, שעל כל אחת מהן ידוע מראש אם הן מאדם חולה או מאדם בריא. האחוז המתקבל של טעויות (שלילית כוזבת או חיובית כוזבת) הוא אחוז הדייק של הבדיקה באבחון הדבקה בנגיף.

לפניכם משפטים המתארים את תכונות הבדיקות שעליהן קראתם. שבצו כל משפט למקום המתאים בטבלה:

- בבדיקת PCR, עלול חומר תורשתי של נגיפים מבדיקה אחת להיכנס בטעות לתוך מבחנה אחרת.
- בבדיקת חלבוני הנגיף, יכול להיות שיהיו מעט מידי חלבונים של הנגיף בדגימה ולא ייווצר מספיק צבע
- ב-95% מבדיקות PCR של חולים הן תוצאה חיובית אמיתית, ולכן בדיקות אלה חזקות במיוחד באיתור חולים.
- בבדיקות 5% PCR מהחולים יקבלו תשובה שלילית למרות שהם חולים.
- ב-98% מבדיקות על חלבוני נגיף הקורונה של אנשים בריאים מתקבלת תוצאה שלילית אמיתית, ולכן בדיקות אלה חזקות במיוחד באיתור בריאים.
- בבדיקות חלבוני הנגיף 2% בלבד מהבריאים יקבלו תוצאה חיובית כוזבת.

חלק רביעי: האם לאשר סופית בדיקה אישית לקורונה?

בקשר לכתבה על הבדיקה האישית לקורונה

1. האם קיבלתם חלק מהמידע שביקשתם בתחילת הפעילות?
2. מהי המלצתכם הסופית למשרד הבריאות? נמקו את ההמלצה שלכם. (לעזרתכם, הוספנו כלי שיעזור לכם לקבל החלטה)

יועצים יקרים,

תודה לכם על כל העזרה! לא היינו מצליחים לקבל החלטה בלעדיכם!

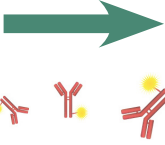
בברכה,

נציגי משרד הבריאות

שאלות שהעלו נציגי משרד הבריאות	תשובתכם	לאור תשובתכם, כיצד תצדיקו את הבחירה בבדיקה זו?
כמה זמן עד שמתקבלת תשובה לבדיקה?		
היכן הבדיקה מתבצעת?		
מי מבצע את הבדיקה?		
מהן ההשלכות של טעות בבדיקה?		
נימוק מסכם:		

שאלות שהעלו נציגי משרד הבריאות	תשובתכם	לאור תשובתכם, כיצד תצדיקו את הבחירה בבדיקה זו?
כמה זמן עד שמתקבלת תשובה לבדיקה?		
היכן הבדיקה מתבצעת?		
מי מבצע את הבדיקה?		
מהן ההשלכות של טעות בבדיקה?		
נימוק מסכם:		

חלבוני נגיף הקורונה



PCR

