

שגרת קורונה מידעון מטעם המכון הביולוגי

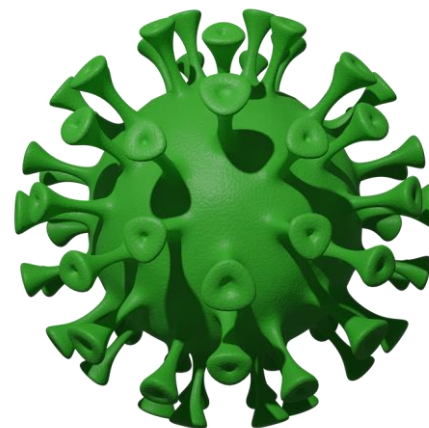
מידעון מס' 5 * כ"ז בטבת תשפ"א * 11.1.2021

תלמידים יקרים,

בימים אלו החלו בחיסון הציבור כנגד נגיף הקורונה, אך את השפעתו של החיסון על התפשטות המגיפה נראה רק בעוד מספר חודשים. בינתיים, מספרי המאומתים הולך ועולה ואנו נאלצים להיכנס שוב לסגר. בכדי להאט את התפשטות הנגיף ולקטוע את שרשראות ההדבקה, יש חשיבות רבה לביצוע בדיקות ולבידודם של האנשים הנושאים את הנגיף בגופם עד להחלמתם או עד אשר לא נמצאת עדות לקיום הנגיף. ב- 12.12.19 אושפז הנדבק הידוע הראשון בנגיף הקורונה החדש, בבית חולים בוואהן אשר בסין, ותוך זמן קצר מאד פרסמו החוקרים הסינים את רצף הגנום של הנגיף. מיד לאחר מכן, ובקצב מהיר ביותר פיתחו המדענים בדיקות רגישות וספציפיות מאד לזיהוי הנגיף, המאפשרות להבדיל אותו מנגיפים הגורמים למחלות עם תסמינים דומים כמו חום ושיעול. במידעון זה נדבר על **בדיקות קורונה**. ננסה להבין מהן הבדיקות העיקריות שמבוצעות כיום, כיצד מבצעים אותן, ומה הן מלמדות אותנו.

שולחים אליכם איחולי בריאות,

מדעני המכון הביולוגי



הצטרפו אלינו למסע בעולמם של הנגיפים

מה בדיוק בודקים כשמבצעים בדיקות קורונה?

כידוע, חלק מהאנשים שנדבקים בנגיף מפתחים תסמינים כמו שיעול, חום, קשיי נשימה ולעיתים אף עוברים מחלה קשה מאד, חלקם חווים מחלה קלה בלבד וחלקם לא מבטאים תסמינים כלל ומוגדרים כ-אסימפטומטיים. אנשים שנדבקו בקורונה יכולים להדביק אחרים מספר ימים לפני הופעת התסמינים, כשהם עדיין מרגישים בריאים לגמרי ולכן חשוב מאד לאתר את כל האנשים שנושאים בגופם את הנגיף מוקדם ככל האפשר (בעלי תסמינים וחסרי תסמינים) ולעצור את המשך ההדבקה. במעבדה אנו בודקים את נוכחות הנגיף בגוף החולה באמצעות **בדיקה גנטית המאפשרת זיהוי ישיר של מרכיבי הנגיף**. בדיקות אלו לא יזהו אדם שחלה בעבר במחלה וכבר החלים, כיוון שהנגיף כבר לא נמצא בגופו. כדי לזהות אדם שחלה בעבר במחלה והנגיף כבר סולק מגופו, אנו עורכים בדיקה הנקראת **בדיקה סרולוגית**, אשר מזהה את הנוגדנים שיוצרו בגוף כנגד הנגיף ונותרים בו לתקופה מסוימת, גם לאחר שהאדם הבריא מהמחלה.

משתפים אותך בידע שלנו

המכון למחקר ביולוגי בישראל
רחוב ראובן לרר 24, נס ציונה

www.iibr.gov.il

כיצד בודקים את המצאות הנגיף בנוף?

כדי לבדוק נוכחות נגיף אצל אדם חשוב נבצע בדיקה הכוללת מספר שלבים (המתוארים בתמונה בצד ימין ובתמונה בתחתית הדף):

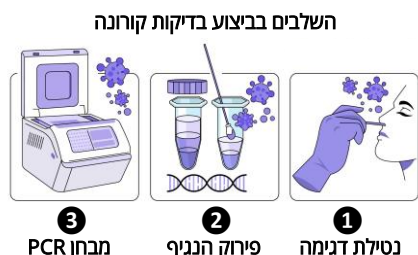
1 איסוף הדגימה- מטוש (מקל שבקצהו כרית סופגת) מוכנס לחלל הפה והאף של הנבדק ונאספת דגימה מההפרשות והתאים שבחללים אלו. הדגימה מוכנסת למבחנה בה תמיסה השומרת על הנגיף. האדם שאחראי על דיגום האנשים נמצא בתא ממוגן או שהוא מלבוש מיוחד, כך שהוא לא בא במגע ישירות עם החולה ואין סכנה שידבק ממנו. מבחנת הבדיקה נשלחת למעבדה.

2 עובדי המעבדה, מוגנים עם ציוד המיגון המתאים, **מפרקים את הנגיף** בצורה בטיחותית באמצעות חומר מיוחד, ומשחררים את החומר הגנטי של הנגיף (מולקולה הנקראת RNA) מתוך התמיסה שבמבחנה.

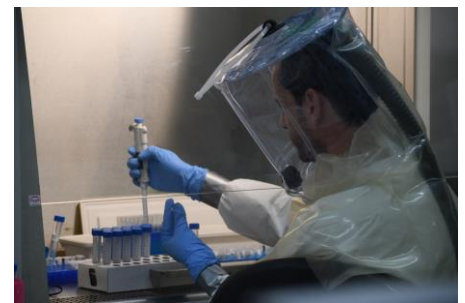
3 בשלב זה במעבדה הגנטית, מיצרים מהחומר הגנטי של הנגיף ה-RNA חומר גנטי מסוג DNA. מכיוון שכמות החומר הגנטי של הנגיף בגוף החולה נמוכה מאד ולא ניתנת למדידה, משוכפלים מספר מקטעי DNA לכמות עצומה הכוללת מיליוני עותקים. אנו עושים זאת באמצעות מכשיר הנקרא **PCR** המשמש כמו מכונת שכפול יעילה ומהירה, בתהליך הנקרא **Polymerase Chain Reaction**. קארי מוליס, המדען שהמציא את שיטת ה-PCR קיבל פרס נובל על המצאה חשובה זו בשנת 1993. PCR משמש אותנו לצרכים רבים במחקר היומיומי במעבדה, כמו גם בבדיקות גנטיות, בדיקות זיהוי פלילי, מחקר רפואי ועוד. כאמור, שיטה זו מאפשרת יצירת כמות אדירה של DNA מכמות התחלתית מאוד מאד קטנה.

בזמן שכפול ה-DNA אנו מסמנים אותו בצבע זוהר, שכמותו הולכת וגדלה בתהליך השכפול. ככל שבסוף התהליך נקבל יותר אור זוהר נוכל להסיק שהיה יותר נגיף בדגימה ולהפך.

4 אם בסוף תהליך הבדיקה ימצא בדגימה חומר גנטי נגיפי, התשובה לשאלה האם הנבדק נושא את הנגיף תהיה **חיובית**. אם הנגיף לא היה קיים בדגימה, בבדיקת ה-PCR לא יצטבר צבע זוהר, כך שנסיק שהבדיקה **שלילית**. רוב התהליך מתבצע באמצעות רובוט ותוצאות הבדיקה מתקבלות בתוך מספר שעות ונחשבות מדויקות ואמינות ביותר.



Designed by Freepik. <https://www.freepik.com>



ביצוע בדיקות קורונה במכון הביולוגי

השלבים בביצוע בדיקות גנטיות לאיתור נגיף הקורונה

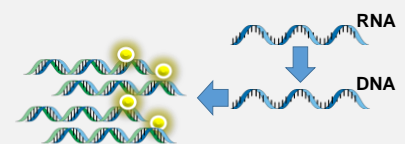
- 1** נלקחת דגימה באמצעות מטוש מחלל האף והפה לתוך תמיסה השומרת על הנגיף



- 2** במעבדה עובר הנגיף פירוק ומשחרר מתוכו החומר הגנטי RNA



- 3** מה-RNA של הנגיף מייצרים DNA ומקטעים ממנו משוכפלים במכשיר ה-PCR ומסומנים בצבע זוהר



- 4** נלאי קולט את סיגנל האור הזוהר. ככל שיש יותר נגיפים בדגימה - יצטבר יותר צבע זוהר. התוצאות מוצגות בגרפים מהם ניתן להסיק האם הנבדק חיובי או שלילי לקורונה



שלילי חיובי

כיום פועלות בישראל עשרות מעבדות לבדיקות קורונה



הדוגמאות מוסענות במכשיר רובוטי במכון הביולוגי

כיום קיימות בדיקות נוספות שעשויות לעזור לנו בזיהוי אנשים נשאים. ישנם מאמצים רבים לפתח בדיקות מהירות יותר ופשוטות יותר לביצוע, שיוכלו לשמש בשדות תעופה לפני טיסה, חולים המגיעים לבתי החולים, עובדים במקומות העבודה ואולי אף ישמשו את התלמידים בכניסה לבית הספר? לדוגמה, קיימות בדיקות מהירות המזהות את הנגיף על ידי זיהוי חלבונים השייכים לו, ולא על ידי זיהוי החומר הגנטי שלו (למשל, בדיקה בשם סופיה). הבדיקות מהירות יותר מבדיקת ה-PCR, אך גם פחות רגישות ולכן קיים חשש לקבלת תוצאה לא מדויקת.

כיצד נדע אם נדבקנו בעבר בקורונה?

האם נדבקתם בעבר בנגיף? גם אם היו לכם תסמינים התואמים לתסמיני הקורונה, יתכן כי הם נבעו ממחלה אחרת בעלת תסמינים דומים ולא תדעו זאת בוודאות אם לא בדקתם את קיומו של הנגיף בגופכם תוך כדי המחלה. כמו כן, יתכן כי נדבקתם בנגיף אך הייתם ללא תסמינים. כדי לבדוק זאת תוכלו לבצע בדיקה הנקראת **בדיקה סרולוגית**. בדיקה זו מזהה את קיומם של נוגדנים כנגד הנגיף בדם.

מהם נוגדנים? כאשר הנגיף נכנס לגופכם, מערכת החיסון שלכם מזהה אותו וכדי להילחם בו היא מייצרת כנגדו נוגדנים שתפקידם להרוס ולנטרל אותו. הגוף שלנו יודע לייצר חמישה סוגים שונים של נוגדנים. לכל סוג נוגדן מאפיינים ותפקידים שונים בגוף. אך כדי להבין את הבדיקה הסרולוגית, אנו נתרכז בשני סוגים בלבד, אלו הנקראים: **IgM ו-**IgG**. לאחר כ- 5-10 ימים מרגע ההדבקה בנגיף, הגוף מתחיל לייצר את נוגדני **IgM** והכמות שלהם מגיעה לשיא כ-14 יום לאחר הדבקה ואז הם דועכים בהדרגה (ראו בתמונה אשר בתחתית הדף). מאוחר יותר (10-14 יום לאחר ההדבקה לערך) הגוף מתחיל לייצר נוגדים מסוג **IgG**. לנוגדנים אלו לוקח זמן ארוך יותר להיווצר והם מגיעים לשיאם לאחר 4-8 שבועות, אך הם נשארים בדם לאורך הרבה יותר זמן. ישנם נגיפים שהנוגדנים כנגדם יישארו הרבה מאד זמן, לעיתים חודשים ואף שנים לאחר ההדבקה. הנוגדנים שנשארים בדם ותאי הזיכרון שמייצרים אותם, יגנו עלינו אם נידבק שוב במחלה. להגנה זו אנו קוראים **חסינות למחלה**. זה אומר כי אנו מחוסנים/מוגנים מהנגיף במקרה שנידבק שוב. הגנה זו היא לכל החיים עבור מחלות מסוימות, אך נחלשת ולעיתים אף נעלמת לגמרי עבור אחרות. עדין לא ברור מה משך הזמן שאנו מחוסנים לאחר הדבקה בקורונה.**

נתונים עדכניים

(מעודכן לתאריך 11.1.2021)

מספר המאובחנים לנגיף:

בעולם: 90,693,590
בישראל: 491,319

מספר המתים מהמחלה:

בעולם: 1,943,173
בישראל: 3,671

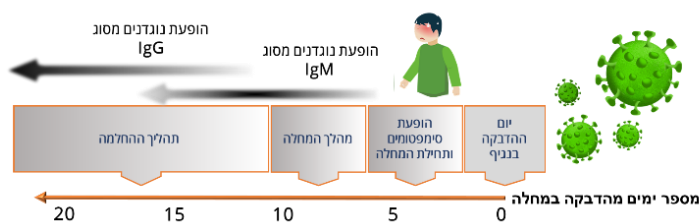
מספר המחלימים מהמחלה:

עולם: 64,813,856
בישראל: 419,907

מספר המאובחנים לנגיף הינו מספרם המצטבר של האנשים שנמצאו עד כה מאומתים לקורונה, כולל המחלימים והמתים.

מקור: אתר worldometer

איור הממחיש את מהלך המחלה הערכה של זמן הופעת הנוגדנים לאחר הדבקה בנגיף הקורונה (עשוי להשתנות מאדם לאדם)



איך מבוצעת הבדיקה הסרולוגית?

על ידי בדיקת הנוגדנים מסוג IgM ו-IgG, אנו מנסים לענות על השאלה, האם החולה נדבק במחלה בעבר? התשובה לשאלה זו נקבעת מתוך הימצאותם או היעדרם של נוגדנים אלו בדם. התשובה לבדיקה מתקבלת במהירות רבה, בד"כ תוך כ-10 דקות.

אלו שלבי הבדיקה (מתוארים בתמונה בתחתית הדף):

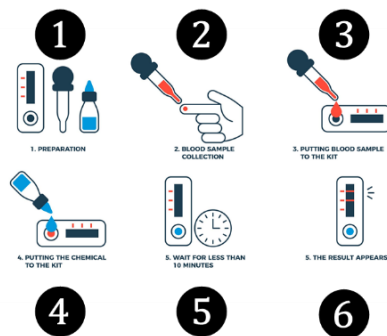
- 1 הבדיקה הסרולוגית כוללת ערכה פשוטה מאד לביצוע.
- 2 מהמטופל נלקחת דגימת דם (בדרך כלל על ידי דקירה באצבע או ישירות מהוריד).
- 3 את טיפת הדם מוסיפים לחלון/בארית שבערכת הבדיקה.
- 4 לאחר מכן מוסיפים נוזל המאפשר לדגימת הדם לזרום לצידה השני של הערכה.
- 5 עכשיו ממתנינים מספר דקות... סבלנות... כאשר הדגימה זורמת, היא עוברת בדרכה באזור שבו מונח נגיף לא פעיל המסומן בחלקיקי זהב. אם בדם הנבדק קיימים נוגדנים כנגד הנגיף, הם יקשרו ל"נגיף המזוהב" שבערכה והם ימשיכו לזרום יחד איתו הלאה בכוון הזרימה.
- 6 בהמשך הדרך הם נתקלים בשלושה קווי בדיקה בהם נתפסים הנוגדנים מדם הנבדק, נוגדנים מסוג IgM יקשרו לקו הבדיקה הראשון, ונוגדנים מסוג IgG יקשרו לקו הבדיקה השני. כשהם נקשרים נוצר פס אדום. בנוסף הקו השלישי הוא קו לבקרה (מסומן באות C) שנצבע אדום אם תהליך הבדיקה בוצע כהלכה (אם קו הבקרה לא נצבע באדום, זה מעיד על כך שהבדיקה לא התבצעה כראוי והיא פסולה).



הידעת?

המילה הלועזית לנגיף היא וירוס (virus) ומקורה מהמילה הלטינית "virulentus" שפירושה רעל או נוזל רירי.

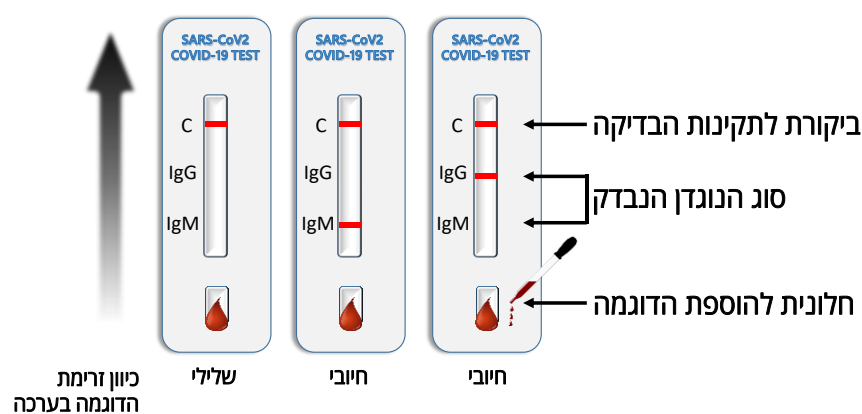
השלבים בביצוע הבדיקה הסרולוגית



Designed by Freepik. <https://www.freepik.com>

איך נפרש את התוצאות? בואו נסתכל על התמונה המתארת את תוצאות הבדיקה: אם לנבדק אין נוגדנים לקורונה בדם, הנגיף המסומן בזהב לא יקשר לקווי הבדיקה, אלא רק לקו הבקרה באזור המסומן באות C (צד שמאל בתמונה) ולכן תוצאת הבדיקה תהיה **שלילית**. נוכל להניח כי האדם לא חלה במחלה בעבר (עם זאת קיימת אפשרות כי הוא ממש בתחילת מחלה וגופו עדיין לא הספיק לייצר את הנוגדנים). אם נקבל בנוסף לפס הבקרה (C) פס אדום באזור IgM, זה מעיד על הופעת נוגדן לקורונה מסוג IgM בדם, כלומר על **הדבקה עכשווית בנגיף או לפני זמן קצר מאד**. פס באזור IgG בנוסף לפס הבקרה, מעיד על תוצאת IgG חיובי, פירושו של דבר שקיימים בגוף נוגדנים המעידים על **הדבקה בעבר**, אך בדרך כלל אין מדובר במחלה פעילה וברוב המקרים החולה כבר החלים.

ביצוע הבדיקה הסרולוגית



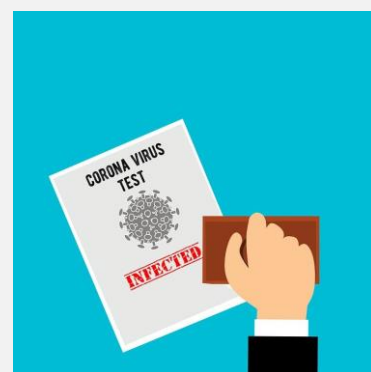
חשוב לזכור, כי גם אם נמצאו נוגדנים כנגד הנגיף בגופכם, עדיין לא ברור מה משך הזמן שהם נשארים בגוף ואם הם מספיקים בכדי להגן בפני הדבקה חוזרת. שאלות אלו עדיין נחקרות ועד שתהיה עליהן תשובה ברורה, חשוב להמשיך ולהיזהר מהדבקה.

הצצה לנעשה במכון הביולוגי

עם פרוץ מגפת הקורונה בארץ, מדעני המכון הביולוגי נרתמו מיד לסייע לפיתוח וביצוע בדיקות קורונה. במכון הופעלה מעבדת הזיהוי, הפועלת לזיהוי נגיף הקורונה בדגימות מטושים בשיטת ה-PCR (בין המעבדות הראשונות שהופעלו בארץ). לצורך כך נרכשו המכשירים הרבובטים והחומרים הדרושים ובמהלך כל החודשים מאז תחילת המגיפה נעשות במכון בדיקות מידי יום, הכוללות בעיקר אוכלוסיות בסיכון, במסגרת פרויקט מגן אבות ואימהות. תוצאות הבדיקות מועברות למשרד הבריאות. כמו כן, אנו עוסקים בהמשך פיתוח ושיפור תהליכי הבדיקה, קיצור זמני הבדיקה עד לקבלת התשובה ובנוסף לפיתוח ושיפור הבדיקות הסרולוגיות.

אגרת זו מופצת לבתי ספר על ידי המכון למחקר ביולוגי במסגרת פרויקט חינוכי מדעי וכשירות לקהילה והמידע בה מעודכן לזמן כתיבתה. מגפת הקורונה היא אירוע דינאמי שממשיך להתפתח ולכן הנתונים עשויים להשתנות וחשוב להתעדכן.

אנו עושים את מרב המאמצים לפעול בהתאם להוראות הדין ובכלל זה מכבדים זכויות יוצרים. היה וזיהיתם בתכנים אלו כי בשוגג נעשה שימוש ביצירה שאינה עולה בקנה אחד עם האמור לעיל, אנא פנו אלינו ונחדל מהשימוש בו.



נכתב ונערך על ידי

ד"ר יפית עטיה נסאגי

ד"ר אילת זאוברמן

לפניות:

ד"ר אילת זאוברמן

חוקרת במחלקה לביוכימיה וגנטיקה מולקולרית ומנהלת התוכנית לחינוך מדעי בקהילה

המכון למחקר ביולוגי בישראל, נס ציונה

ayeletz@iibr.gov.il