

לחימה טכנולוגית במגפה

רובוטיקה למחלקות קורונה, חישה פיזיולוגית מרחוק, בינה מלאכותית לתמיכה בהחלטות רפואיות במחלקת קורונה ותוכנית מגן חינוך - ארבע מפעילויות שערכה מפא"ת בקורונה, אשר שרדו את מבחן הזמן ומאפשרות מנעד רחב של יישומים. בראייה לאומית, יש לשקול להשתמש ביכולות אלה בתבונה גם בימי שגרה עבור יעדים לאומיים

סא"ל (מילי) ד"ר יובל, מהנדס ראשי למתקני תשתית ופרויקטור קורונה / סא"ל ערן, רע"ן בינה מלאכותית
רס"ן מידן, רמ"ד רובוטיקה ואוטונומיה / רס"ן אלון, רמ"ד מכ"ם מתקדם



ר' מפא"ת, תא"ל (מילי) ד"ר דניאל גולד בחפ"ק קורונה. התמגנות אנשי הצוות לפני כניסתם למחלקות הקורונה הוא ארוך, בזבזני ומייגע

מ"המרכז הטכנולוגי הלאומי למאבק בקורונה" שהובל על ידי אגף המבצעים ופעל עד מאי 2020. לפעילות הטכנולוגית בהובלת מפא"ת היו שותפים צה"ל, משרדי ממשלה, התעשיות הביטחוניות, חברות הזנק והאקדמיה. גם לאחר סגירת מרכז השליטה הלאומי, מפא"ת המשיכה לתמוך במשרד הבריאות וקידמה עשרות פרויקטים. מטבע הדברים חלק מהפרויקטים לא צלחו את מבחן ההיתכנות והנחיצות, וחלק עדיין נמצאים בשלב המו"פ. מאמר זה יסקור ארבע מהפעילויות אשר שרדו את מבחן הזמן ומאפשרות מנעד רחב של יישומים.

רובוטיקה למחלקות קורונה

אחד הצרכים במאבק בנגיף היה הרחקת המטפל מן המטופל, שכן התמגנות אנשי הצוות לפני כניסתם למחלקות הקורונה

הצעדים המהירים והטוטליים שנדרשו בעקבות התפרצות נגיף הקורונה בארץ ובעולם, הפכו את אירועי מרס-אפריל 2020 ליוצאי דופן ומכוננים. ישראל הציבה את עצמה כחלק מהמאמץ העולמי לבלירת הנגיף, ותוך ימים ספורים נדרשה להתארגן לבלירת המגפה באמצעות בניית תשתיות וסל פתרונות לצרכי מערכת הבריאות והאזרחים. זה היה אך טבעי שמערכת הביטחון תגויס למשימה, ומשכך ראש מפא"ת יזם פעילות לאומית רחבה וחוצת ארגונים להתמודדות עם המשבר. מפא"ת הפכה במהרה ל"מרכז הטכנולוגי הלאומי למלחמה בקורונה".

כחלק מהיותה מרכז טכנולוגי לאומי, מפא"ת הקימה את "חפ"ק מפא"ת", שהורכב מצוות רבת-תחומי בהובלת רמ"ח תקשור"ב, לניהול וקידום המאמצים הטכנולוגיים המיידיים הדרושים למלחמה בקורונה. חפ"ק זה הפך להיות חלק חשוב



ראש מו"פ, תא"ל ניב רותם, מקבל הסבר על רובוט מקרוב. המאמץ המשותף של מפא"ת וחברות הרובוטיקה הועיל ואף הוכיח את עצמו במהלך הזמן כמפחית את סיכון ההדבקה בנגיף (צילום: מולטימדיה מפא"ת)

המאמץ המשותף של מפא"ת וחברות הרובוטיקה הועיל ואף הוכיח את עצמו במהלך הזמן כמפחית את סיכון ההדבקה בנגיף. התוצר הסופי אפשר לצוותים הרפואיים לשלוח ציוד למטופלים, לתקשר איתם בווידאו, לעקוב אחר מצבם ואף להשתמש ברובוט לבידור המבודדים. כל זאת תוך שימוש בטכנולוגיות מתקדמות כגון ניווט תוך-מבני, הפעלה בזמן אמת של כמה רובוטים במקביל, זיהוי תמונה וקול ומיפוי מדויק של כל המחלקה לטובת ניווט הרובוט בסביבה דינמית. משרד הבריאות היה שבע רצון מביצועי הרובוטים, ובסוף תהליך הפיתוח קובעה תצורה המאפשרת לו לרכוש עוד רובוטים משודרגים בעלות-תועלת מיטבית. בימים אלה מטמיע משרד הבריאות, בליווי מפא"ת, רובוטים בבתי חולים נבחרים. נוסף על כך מתוכננת הצטיידות של רובוטים מסוג זה עבור מחלקות תשושי נפש ומחלקות גריאטריה, ואפשר לשער שבעתיד הרובוטים ישמשו בעוד מקומות במערכת הבריאות.

חישה פיזיולוגית מרחוק

צוות חישה פיזיולוגית מרחוק לפיתוח כלי חר"ס (כלי חישה רב-סנסורי) הוקם בענף מכ"מ שבמחלקת מערכות במפא"ת. הצוות גיבש ופיתח תפיסה המגובה במאמרים אקדמיים לניטור מדדים פיזיולוגיים של מטופלים בחדרי מיון, דוגמת קצב נשימות, דופק וחום גוף – ללא מגע ישיר בין הצוות הרפואי למטופל.

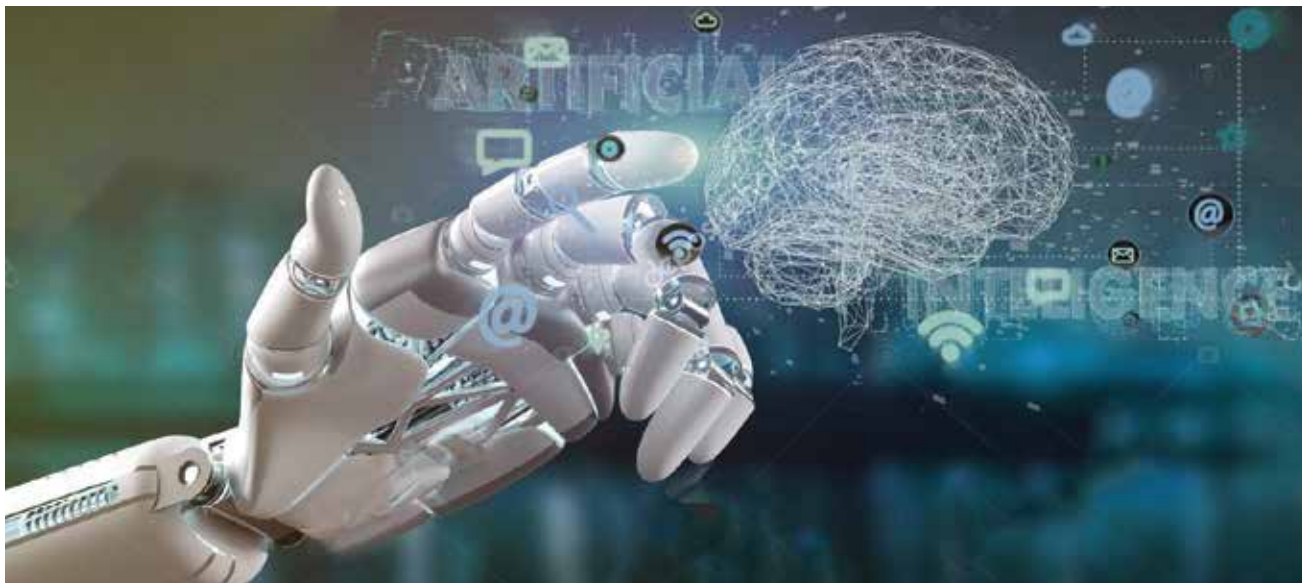
מטרת המערכת שפותחה היא להגן על הצוות הרפואי בבתי החולים מחשיפה למטופלים העלולים לשאת את נגיף הקורונה, ויחד עם זאת לנטר ביעילות ובמהירות מדדים פיזיולוגיים של חולים במלר"דים (מחלקות לרפואה דחופה) בבתי החולים כדי למיין חולים על-פי דרגת חומרתם ולהפחית את העומסים שבחדרי המיון.

הוא ארוך, בזבזני ומייגע ומקשה עליהם לעבוד לאורך זמן, ומנגד חשיפה לחולים ללא מיגון מסכנת את הצוות. הפתרון שמצאו נציגי מחלקת מח"ר (מערכות חימוש ורק"ם) בשיתוף אנשי הצוות הרפואי הוא שימוש ברובוטים מחלקתיים לטובת תקשורת עם המטופלים ושינוע של ציוד, תרופות ומזון. האפשרויות למערכות רובוטיות שעלו נעו בין פיתוח מהיר של פלטפורמה לטובת הצרכים המיוחדים של בתי החולים לבין רכישת מוצר מדף מהעולם האזרחי.

מדור רובוטיקה במחלקת מח"ר פיתח בזמן קצר פתרון המותאם לדרישות בתי החולים על בסיס רובוט לסביבה ביתית הקיים בשוק, המשמש בעיקר כ"מארח חברה" לאוכלוסיות מבוגרות באסיה, מתלווה לבעליו ברחבי הבית וכולל מצלמה ומסך מגע לבידור ותקשורת. הרובוט הוא פרי פיתוח של חברת TEMI הישראלית, אשר החלה את דרכה בפיתוח פלטפורמות רובוטיות לצרכים צבאיים (גם כן בשיתוף פעולה עם מפא"ת) ולאחר מכן הרחיבה את עיסוקיה לעולם האזרחי.

20 רובוטים הוטמעו במחלקות הקורונה במהירות כדי שתהליך למידת הדרישות מהמערכות יחל בד בבד עם תהליך הפיתוח והכנסת השיפורים. כמו כן כמה רובוטים מסוג זה ניתנו לחברות הרובוטיקה המובילות בארץ כדי שיציעו פתרונות משלהן לשדרוג יכולות הרובוט – החל בהתאמת מצלמות לגובה המיטות, דרך זיהוי נפילת אדם מרחוק וכלה בשליטה בכמה רובוטים במקביל. חברת TEMI נרתמה לפיתוח והחלה לעבוד על עדכון גרסה לתוכנה של הרובוט תוך התאמה לצרכים הרפואיים.

נמצא כי הפעלת רובוטיקה בבית חולים היא מאתגרת במיוחד בגלל בעיות תקשורת, סביבה מורכבת המקשה על הרובוט לנוע, חוסר הניסיון של אנשי הצוות בהפעלת רובוטיקה והפרעות מצד עוברים ושבים בבית החולים.



בינה מלאכותית לתמיכה בהחלטות רפואיות במחלקות קורונה (אילוסטרציה: DEPOSITPHOTO)

● ניטור מתמשך של מטופלים קשים. שיטות המדידה הייחודיות מאפשרות רגישות גבוהה לתהליכים פיזיולוגיים רבים בגוף הן בשל רגישותן הגבוהה לתנודות והן בשל רגישותן לשינויים כימיים מהירים בעור ובשכבות מסוימות מתחתיו. שיטות המדידה יפתחו צוהר לביצוע מדידות שאינן זמינות כיום לרופאים, לחיבור התוצאות למערכת התיקים הרפואיים בבתי החולים ובאמצעות הפעלת אלגוריתמי AI (בינה מלאכותית), הצלבת מידע וניתוח סטטיסטי שלו, לאבחן מטופלים בדיוק רב יותר ולהבין את הפיזיולוגיה לעומקה.

בינה מלאכותית לתמיכה בהחלטות רפואיות במחלקת קורונה

באפריל 2020, כשבועיים לאחר הקמת "המרכז הטכנולוגי הלאומי למאבק בקורונה", יצאה לדרך התוכנית לפיתוח והטמעה בבתי החולים של מערכת ICU-DIS (Intensive Care Unit Data Intelligence System). מערכת זו נועדה לתמוך בהחלטות רפואיות לטיפול בחולי קורונה המאושפזים בבית החולים, והיא מבוססת על בינה מלאכותית.

המערכת פותחה בהובלת חברת TSG ובשיתוף מפא"ת והרשות לחדשנות יחד עם מרכז רפואי רבין – בתי החולים בילינסון והשרון.

הפרויקט כלל שני נדבכים שנבנו כמשלימים זה את זה, הנדבך הראשון פותח באפריל 2020 והתבסס על המעבדה למחקר של מאושפזי הקורונה בבית החולים. הנדבך השני פותח לאחר כשלושה חודשים והיה אב טיפוס של אפליקציה אונליין התומכת בהחלטות רפואיות למאושפזים במחלקת טיפול נמרץ ופנימית.

האלגוריתם לחיזוי הידרדרות להנשמה מלאכותית פולשנית פותח במלואו עם תוצאה רטרוספקטיבית מעולה המאפשרת חיזוי של מעל 94% מהמקרים שניתנו לאלגוריתם בהצלחה, כאשר בקבוצת המדגם היו כ-1,700 מאושפזים מהמרכז הרפואי רבין. האפליקציה שמריצה את האלגוריתם על נתוני החולים המאושפזים במחלקה בזמן אמת נמצאת בתהליך

החל ממרס 2020, במהלך השבועות הראשונים של גל הקורונה הראשון, הצוות חבר לרופאי המרכז הרפואי בילינסון, יחד עם ראש המלר"ד פרופ' דרשר ורופאי ד"ר יוסי שעה וד"ר עקיבא אסתרסון, כדי לאפיין את הצורך הרפואי לניטור המדדים הפיזיולוגיים מרחוק ואת המדדים הנדרשים לאבחון במיון הראשוני. לאחר מכן סקר הצוות את הספרות האקדמית ביסודיות, גיבש מתווה מערכתי שכלל מערכת המשלבת מכ"ם ואלקטרואופטיקה במטרה לאפשר עמדת בדיקה אחודה לצוות הרפואי, רתם את התעשיות הביטחוניות הגדולות אל תא ואלביט יחד עם הטכניון וחברות הזנק כגון נטירא, בחן יחד איתן טכנולוגיות לניטור שיחלו לפעול במהירות, ואף כתב חלק מהקוד למימוץ מידע מהחיישנים וגילוי דופק ונשימות בחולים באמצעות מכ"ם.

תוך כשלושה שבועות הושלם תהליך פיתוח אב טיפוס טכנולוגי של המערכת בכל אחת מהתעשיות המבוסס על מכ"ם לבדיקת דופק ונשימות ומצלמה תרמית למדידת חום גוף ואף נבחן בהצלחה על כ-200 מטופלי המלר"ד בבילינסון במסגרת ניסוי קליני באישור ועדת הלסינקי. תוצאות הניסוי העלו כי המתווה שגובש נראה מבטיח וכי כבר כעת המערכות מגיעות לכ-90% הצלחה ולעיתים הן אף מדויקות יותר מהאמצעים הרפואיים ששימשו עד כה כמדד הזהב (Gold Standard).

בעקבות הצלחת הניסוי והירתמות הצוותים הרפואיים של בית החולים בילינסון, המערכת נבחנה על עוד מטופלים בבית החולים בילינסון, והוחלט לבחון אותה גם בבתי החולים שמיר ואסותא אשדוד, וזאת במטרה להשלים את תהליך האמ"ר (אמצעי רפואי) למערכות – התהליך הישראלי המקביל לאישור ה-FDA האמריקני.

בזכות פריצות הדרך בפיתוח המערכת, היא יועדה לשפר את מערכת הבריאות בעוד דרכים מלבד הטיפול בחולי קורונה:

- מיון ראשוני (טריאז') של מטופלים בקיפוח המודינמי וספסיס.²
- מיון ראשוני באירוע רב-נפגעים של מטופלים קשים אל מול קלים או הפרדה של מטופלים למלר"ד ביולוגי ומלר"ד רגיל.



הצלחה בתוכנית "מגן אבות" אפשרה את התנעת הפיילוט של "מגן חינוך", תוכנית לאומית לבדיקות סקר שבועיות בבתי הספר, שאף היא יוזמה של מפא"ת ובהובלתה (אילוסטרציה: DEPOSITPHOTO)

המידע המגיע למעבדת המחקר עובר התממה (אנונימיות) באמצעות בית החולים, ואילו אפליקציית האונליין פועלת בתוך רשת בית החולים והמידע מגיע אליה ללא התממה. הרשומות הרפואיות נקלטות כקבצים במבנה סטנדרטי ומטופלות אוטומטית בתהליך נרמול יחידות מידה, ניקוי שגיאות, מיזוג שדות עם תוכן זהה והשלמת פערים בתהליך המתאים במהירות את האלגוריתם לבתי חולים ולבסיסי מידע שונים. בסוף תהליך זה נוצר בסיס נתונים סטנדרטי, ללא תלות במקור המידע, מוכן ללמידת מכונה.

בעבודה משותפת עם הרופאים פותחה תפיסה חדשנית להנגשת המסקנות של אפליקציית האונליין, המסייעת להם להבין את התוצאה ולקבל החלטות בעזרתה. המידע מוצג לרופא בארבעה חלונות מידע באמצעות האפליקציה של בית החולים בליניסון, המכונה "עלמה" והזמינה לכל רופא במחשב העבודה הרגיל שלו, ללא צורך בצידוד ייעודי כלשהו.

ייעול תהליך הבדיקות ותוכנית מגן חינוך

בשנת 1943, במהלך מלחמת העולם השנייה, יזמו שירותי בריאות הציבור האמריקניים פרויקט גדול לאיתור חולי עגבת בקרב המתגייסים לצבא. באותם ימים בדיקה פרטנית לזיהוי עגבת או שלילתה הייתה יקרה.

רוברט דורפמן, כלכלן וסטטיסטיקאי, אשר שירת בחיל האוויר האמריקאי, ובהמשך הפך לפרופסור באוניברסיטת הרווארד, הציע פתרון יעיל לבעיה באמצעות בדיקות קבוצתיות.³ בשיטה

בחינה פרוספקטיבית-קליני. האלגוריתם נבחן על-ידי הרופאים בבית החולים ככלי מעשי שמציל חיים, והם נעזרים בו הלכה למעשה בבואם להחליט אם להנשים או לא. נוסף על כך נבחנים טיפולים משלימים אחרים כמו טיפול מיטבי לחולים מונשמים וחיזוי משך השהייה הצפוי לחולה.

מקור המידע לפרויקט הוא הרשומות הרפואיות האלקטרוניות של בית החולים המתועדות במערכות המידע וכוללות מידע סטטי ומידע דינמי על כל מאושפז. המידע הסטטי כולל פרטים כגון מגדר, גיל וגובה; המידע הדינמי כולל את המדדים מהמוניטורים כגון רמת חמצון, דופק, קצב נשימה, טמפרטורה ולחץ דם. כמו כן נכללות בפרויקט תוצאות בדיקות מעבדה כמו דם, שתן, PCR ומיקרוביולוגיה.

כשבועיים לאחר הקמת "המרכז הטכנולוגי הלאומי למאבק בקורונה", יצאה לדרך התוכנית לפיתוח והטמעה בבתי החולים של מערכת ICU-DIS שנועדה לתמוך בהחלטות רפואיות לטיפול בחולי קורונה המאושפזים בבית החולים, והיא מבוססת על בינה מלאכותית

כמות בדיקות מעבדה ל-10,000 נבדקים כתלות באחוז התחלואה ובכמות המטושים במבחנה

כמות מטושים במבחנה							אחוז תחלואה
30	25	20	15	10	8	5	
629	647	698	816	1,100	1,330	2,050	0.10%
1,057	1,007	988	1,035	1,247	1,448	2,124	0.25%
1,729	1,578	1,454	1,391	1,489	1,643	2,248	0.50%
2,936	2,622	2,321	2,066	1,956	2,023	2,490	1.00%
4,878	4,365	3,824	3,281	2,829	2,742	2,961	2.00%
6,323	5,730	5,062	4,334	3,626	3,413	3,413	3.00%
7,395	6,796	6,080	5,246	4,352	4,036	3,846	4.00%
8,187	7,626	6,915	6,034	5,013	4,616	4,262	5.00%
8,771	8,271	7,599	6,714	5,614	5,154	4,661	6.00%
9,200	8,770	8,158	7,300	6,160	5,654	5,043	7.00%
9,514	9,156	8,613	7,804	6,656	6,118	5,409	8.00%
9,743	9,454	8,984	8,237	7,106	6,547	5,760	9.00%
9,909	9,682	9,284	8,608	7,513	6,945	6,095	10.00%

מהילת מבחנות רבות מפחיתה מרגישות הבדיקה, ולכן האיגום מוגבל לשמונה מבחנות בלבד.

החידוש ברעיון שהובילה מפא"ת היה לבצע את האיגום כבר בעת לקיחת הדגימה – איגום מטושים פרטני. במקום להכניס לאותה מבחנה מטוש עם דגימה מהלוע ומטוש עם דגימה מהנחיריים (כמקובל בבדיקה רגילה), באיגום מטושים פרטני דוגמים בעזרת מטוש את הלוע ונחיר אחד ומכניסים למבחנה פרטנית ובעזרת מטוש אחר את הלוע והנחיר השני ומכניסים למבחנת איגום. אם לדוגמה דוגמים בשיטת איגום מטושים כיתה של 20 תלמידים, מקבלים בסוף התהליך 20 מבחנות פרטניות עם מטוש אחד, כאשר כל מבחנה משויכת לתלמיד, ומבחנת איגום אחת עם 20 מטושים, אשר מייצגת את כל הכיתה. באיגום מטושים פרטני אין צורך ברובוטיקה ייעודית למהילת המבחנות, משום שהאיגום כבר מתבצע בעת הדגימה, וכן רגישות הבדיקה אינה נפגעת מכמות הנבדקים מכיוון שכל המטושים מוכנסים לאותה מבחנת איגום, והמגבלה היחידה היא גודל המטוש ביחס לגודל מבחנת האיגום. בפועל הודגמו איגומים של שלושים מטושים ללא פגיעה ברגישות. ככל שאחוז התחלואה נמוך יותר כדאי לבצע את האיגום עם כמות מטושים גדולה יותר.

שיפור נוסף לשיטת האיגום הוא החלפת התמיסה המשמרת במבחנה בתמיסה מנטרלת-משמרת, כך שכבר בשלב הדיגום הנגיף מנוטרל ומושגת בטיחות ביולוגית גבוהה. כמו כן נחסך

זו לקחו במעבדה חלק מכל דגימת דם, ערבבו כמה חלקים ביחד ובדקו את התמיהל. ברוב הפעמים התוצאה הייתה שלילית. כאשר התוצאה הייתה חיובית היו חוזרים לדגימות הדם המקוריות ובדקים אותן אחת-אחת. באפריל 2020 החלה המעבדה בבית החולים הדסה שבירושלים, בהובלת פרופ' דנה וולף, ליישם את הפתרון שהציע דורפמן על-ידי איגום מבחנות. בעזרת רובוטים יעודיים במעבדה העבירו חלק מהנוזל שנמצא במבחנות המקור למבחנת איגום. שיטה זו חוסכת את כמות הבדיקות, אך מחייבת רובוטיקה ייעודית ומוסיפה שלב בעבודת המעבדה לטובת יצירת התמיהל. כמו כן

במסגרת ההכנות לפיילוט התברר שלצוות המטפלים נכונות נמוכה להיבדק אחת לשבוע, כפי שנדרש מהם, מכיוון שהבדיקות אינן נעימות. עשרות אחוזים מצוות המטפלים לא נבדקו, ובגלל ההשתתפות החלקית בבדיקות הסקר, האפקטיביות שלהן הייתה נמוכה

הצורך לשנע את המבחנה בקירור שנועד לשמר את הנגיף פעיל עד לנטרול שלו במעבדה.

אישור השיטה דרש בחינה בשטח והשוואה בין תוצאות המתקבלות מבדיקות פרטניות עם נוזל משמר אל מול בדיקות באיגום מטושים עם תמיסה מנטרלת-משמרת. כ-2,000 נדגמים נבדקו באותו זמן בשני האופנים, והשוואה זו הוכיחה שהתוצאות המתקבלות בשתי השיטות זהות לכל צורך פרקטי. משרד הבריאות אישר את השיטה, ומאמר על כך פורסם בעיתונות המדעית.⁴

גם לאחר שהשיטה אושרה, נדרשה עבודה רבה כדי לעדכן ולסנכרן את מערכות המחשוב של משרד הבריאות, קופות החולים, הגופים הדוגמים וכל המעבדות הפרטיות כך שכל נדגם המשוך לאיגום יקבל את תוצאת הבדיקה. מפא"ת נרתמה למאמץ ולאחר כמה שבועות של עבודה מאומצת ותיאום בין כל הגופים, הוכן פיילוט איגום מטושים פרטני נרחב ב"מגן אבות", תוכנית לאומית לבדיקות סקר שבועיות בבתי אבות בהובלת מפא"ת.

במסגרת ההכנות לפיילוט התברר שלצוות המטפלים נכונות נמוכה להיבדק אחת לשבוע, כפי שנדרש מהם, מכיוון שהבדיקות אינן נעימות. עשרות אחוזים מצוות המטפלים לא נבדקו, ובגלל ההשתתפות החלקית בבדיקות הסקר, האפקטיביות שלהן הייתה נמוכה. מפא"ת הציעה למשרד הבריאות ולצט"ם (צוות טיפול במגיפות המייעץ למשרד הבריאות) כיצד לדגום את הנדגמים בדרך ידידותית יותר, המגובה במחקרים, ולאשר לחלק מהמטפלים לדגום את עצמם תחת השגחה. ההמלצות התקבלו תחילה עבור "מגן אבות", ואחר כך הן אושרו כהמלצות כלליות. ההנחיות לדוגמי בדיקות PCR בכל הארץ עודכנו בהתאם להמלצות בתחילת נובמבר 2020.⁵

בפיילוט נבדקו תמיד גם מבחנות האיגום וגם המבחנות הפרטניות, והוכח הלכה למעשה שהתוצאות שמתקבלות במבחנות האיגום דומות מאוד לתוצאות שמתקבלות במבחנות הפרטניות. מפא"ת העבירה דו"ח מסכם של הפיילוט להתייחסות של פורום 876 המייעץ למפא"ת (פורום מומחים בהובלת פרופ' צבי ליבנה ממכון ויצמן שנרתמו לתהליך) וקיבל את אישור מנהלת המעבדה המרכזית לנגיפים של משרד הבריאות פרופ' אלה מנדלסון. פיילוט "מגן אבות" סוכם בהצלחה מלאה וכל הגופים הביעו עניין להמשיך במתווה. ההצלחה בתוכנית "מגן אבות" אפשרה את התנעת הפיילוט של "מגן חינוך", תוכנית לאומית לבדיקות סקר שבועיות בבתי הספר, שאף היא יוזמה של מפא"ת ובהובלתה. שיטת הבדיקות

ב"מגן חינוך" הייתה איגום מטושים פרטני. כ-40 אלף תלמידים ואנשי צוות ב-60 בתי ספר נבדקו במסגרת הפיילוט, שהחל בבית הספר היסודי בן-גוריון בגבעת שמואל בנובמבר 2020 ופעל עד ינואר 2021. הפיילוט סוכם כמוצלח מכמה בחינות: מבחינה בריאותית הוא תיקף את ההנחה שבדיקות סקר מאפשרות לאתר מאומתים לפני שהם מדביקים אחרים, וכך מקדם ההדבקה יורד; מבחינה פדגוגית התאפשרו יותר לימודים פרונטליים לאורך זמן; מבחינה חווייתית והסברתית מספר המשתתפים בתוך בית הספר עלה משבוע לשבוע וכל בתי הספר שנרשמו לפיילוט ביקשו להמשיך בתוכנית. המורים הרגישו בטוחים יותר, ההורים הבינו שבדיקות מפחיתות את הסיכון שהילד שלהם ידבק מילד אחר בכיתה ומדינת ישראל הרוויחה מכך שקיבלה כלי רב-עוצמה המאפשר למערכת החינוך לפעול בנוכחות הקורונה.

בעקבות הצלחת הפיילוט משרד הבריאות אישר את התוכנית, ומשרד החינוך הקים מטה להפעלת תוכנית מגן חינוך בכל הארץ שפעלה לפי קריטריונים פדגוגיים, חברתיים ובריאותיים. בתי ספר באזורים עם תחלואה גבוהה קיבלו אישור לפעול לפי התוכנית, והם אף לימדו ללא חלוקה לקפסולות. בתוכנית נבדקו מעל ל-100,000 תלמידים, היא צומצמה עם דעיכת הגל השלישי, ובסוף אפריל 2021 נסגרה התוכנית. המידע שהתקבל מהתוכנית היה הבסיס העובדתי להחלטה לבטל את מתווה הקפסולות בכל בתי הספר מסמאי 2021.

באוגוסט 2021, עם התגברות הגל הרביעי של הקורונה, הוחלט בקבינט הקורונה לחדש את תוכנית מגן חינוך לכל בתי הספר היסודיים. בדצמבר 2021 היו רשומים לתוכנית כ-750 בתי ספר יסודיים בכל רחבי הארץ.

השימוש בשיטת איגום מטושים התרחב, ובנובמבר 2021 מעל ל-90% מהדיגומים נעשו בשיטה זו. השיטה ממומשת בבתי אבות, בתי ספר, נתב"ג מתחמי הבדיקות של פיקוד העורף ועוד. השיטה תרמה להפחתת הזמן לקבלת תשובה לבדיקת PCR, וכיום הוא נמוך מ-24 שעות בממוצע. נוסף על כך, עדכון מודל התשלום למעבדות הביא לחיסכון כלכלי של כ-75 מיליון שקלים בכל חודש.

סיכום

המטה הטכנולוגי של מפא"ת קידם עשרות פעילויות לטובת ההתמודדות עם הקורונה. יחד עם זאת רק חלקן שרדו את מבחן הזמן, כמו הפעילויות שנסקרו במאמר זה: רובוטים למחלקות הקורונה, חישה פיזיולוגית מרחוק, מערכת לתמיכה בהחלטות רפואיות, ייעול הבדיקות על-ידי איגום מטושים ותוכנית מגן חינוך. פעילויות אלה נוגעות במגוון רחב של תחומי המדע: פיזיקה וביולוגיה, הנדסה ורפואה, מדעי המחשב ומתמטיקה, והן משלבות בין חדשנות ויצירתיות לצד יכולת ניהולית להובלה ורתימת מומחים במשרד הביטחון ומחוצה לו. למנעד היכולות המאפשרות למפא"ת להוביל פרויקטים מורכבים ורב-תחומיים יש השפעה לאומית על תחומים כמו רפואה, כלכלה וחינוך. כך סיסמת מפא"ת "הופכים חזון לביטחון" מרחיבה את משמעותה מהביטחון הצבאי הקלסי לעבר ביטחון אזרחי. בראייה לאומית, שומה עלינו לשקול להשתמש ביכולות אלה בתבונה גם בימי שגרה עבור יעדים לאומיים.

ההערות למאמר זה מתפרסמות בסוף הגיליון.

פעילות מפא"ת לייעול תהליך בדיקות הקורונה באמצעות איגום מטושים, שינוי שיטת הדיגום לידידותית יותר ובניית מודל מגן חינוך אינם מבוססים על טכנולוגיות דואליות, אלא בעיקר על יכולת ניהול פרויקטים מורכבים תוך רתימת מומחים מתחומי ידע שונים ומנהלים בכירים

