

נבואה אדומה



המעבדה לגנומיקה חישובית בפקולטה לרפואה של אוניברסיטת תל אביב, שבראשה עומד פרופ' נועם שומרון, ושל בית החולים איכילוב, מאפשר לראשונה לחזות בקרב חולים המפתחים אלח דם עוד בשלבים הראשוניים ביותר של המחלה, אילו חולים נמצאים בסיכון גבוה להתדרדרות ולמוות ואילו חולים עתידיים להתגבר על אלח הדם ולהבריא. המודל פורץ הדרך מעניק לראשונה לרופאים התראה מוקדמת המאפשרת למקד את המשאבים המוגבלים והטיפול בחולים שבאמת זקוקים לכך.

איך מפתחים מודל ממוחשב שיועד לחזות את העתיד של חולה? "לקחנו מידע רפואי של 8,000 מטופלים שסבלו ממצב של זיהום בדם ואושפזו בבית החולים איכילוב בשנים האחרונות, והתחלנו לחקור ולנתח את המידע הרפואי של כל חולה וחולה, החל מהיסטוריה רפואית, דרך בדיקות מעבדה ועד הטיפולים התרופתיים שקיבלו", מסבירים יזיד

השילוב בין ידע גנטי, בינה מלאכותית ועבודה משותפת בין רופאים, חוקרים ותמיכה ממשלתית, הופך את רעיון הרפואה המותאמת אישית מחזון למציאות, ומאפשר לשפר את חיזוי התפתחותן של מחלות מסכנות חיים

גיא מלמד

שיעור הנפטרים כתוצאה מאלח דם נמצא במגמת עלייה מתמדת, עד כדי כך שהפך לסיבת המוות החמישית בשכיחותה. חרף השכיחות הרבה ולמרות סיכויי התמותה הגבוהים, טרם נמצא המענה והטיפול למצב זה. יתרה מזאת, השכיחות הגבוהה של המחלה מקשה גם על מערכות הבריאות, שכן בעולם שבו תוחלת החיים הולכת ומתארכת, כל מוסד רפואי נדרש לחלק את משאביו, צוות רפואי, בדיקות וטיפולים כאחד, בין מספר הולך וגדל של חולים. פיתוח חדשני פרי שיתוף פעולה של

אחת המחלות שהרפואה מתקשה להתמודד עימה היא אלח דם (ספסיס), מצב רפואי מורכב שבמהלכו החולה מפתח זיהום חמור במערכת הדם לרוב בשל מיקרואורגניזם כלשהו כמו חיידק. כתוצאה מהזיהום ומתגובת מערכת החיסון מצב החולה עלול להתדרדר עד לקריסת מערכות. בארצות הברית למעלה ממיליון וחצי מטופלים מפתחים ספסיס ולמעלה מרבע מיליון מתים בשל המצב הרפואי. בישראל, על פי נתוני משרד הבריאות,



יזיד זועבי, חוקר במעבדה לגנומיקה חישובית: "המודל הממוחשב נותן לצוות המטפל את האפשרות שלא הייתה קיימת בשום צורה עד היום, לדעת האם אותו מטופל שמפתח מצב של זיהום בדם עתיד להתדרדר ולפתח מחלה קשה מאוד, או שהגוף שלו מסוגל להתמודד עם המצב הרפואי"



תולדות
לימים: גיא מלמד



פרופ' נועם שומרון, ראש המעבדה לגנומיקה חישובית: "המחקר שלנו הוא ביטוי למגמה עולמית של מעבר חוקרים בין העולמות החישוביים והעולמות הביולוגיים. לקחת את המידע הביולוגי ולהפוך אותו למידע דיגיטלי חישובי. לרצף את הדי־אן־איי האנושי, את ספר החיים, ולראות איפה האותיות בספר זזו ויצרו מוטציות"

כל החולים ששוכבים באותה מחלקה וסובלים מאותה מחלה זקוקים לאותו טיפול. גם אם על הנייר רשומה אותה מחלה לשני מטופלים, זאת לא באמת אותה מחלה. המאפיינים של הדי־אן־איי של כל אדם ואדם שונים ובשל כך גם המנגנונים של המחלה שונים והטיפול צריך להיות שונה ומותאם, כך שגם האבחון של התפתחות המחלה בשלבים המוקדמים, כמו באלח דם, זה חלק מהמעבר לרפואה מותאמת לחולה".

המודל הזה אמור להשתלב במקומות נוספים מלבד איכילוב?

זועבי: "בוודאי. אחרי שהמודל יוטמע באיכילוב אנחנו מתכננים לעשות לו אינטגרציה בבתי חולים נוספים בארץ ובהמשך בעולם. זה מודל שלומד תוך כדי עבודה, ככל שמתמשים בו הוא הופך למדויק יותר. יתרה מזאת, בפיתוח של האלגוריתם הסתמכנו בכוונת תחילה על מספר מצומצם יחסית של פרמטרים מכל מטופל. זה מאתגר יותר אבל מאפשר להטמיע את המודל בכל מקום בעולם, שכן בכל מערכת בריאות ומוסד משתמשים בנתונים ובבדיקות מעט שונים".

פרופ' שומרון: "אף שהמודל הזה פורץ דרך בכל כך הרבה בחינות, זה לא פשוט לרכוש את אמון הרופאים והמערכת. צריך לבקש מאנשים שהתרגלו לעבוד בצורה מסוימת במשך עשרות שנים לשים את מבטחם באיזו קופסה שחורה ואיזה אלגוריתם. אולם בסופו של יום אנחנו רק לקחנו פינה קטנה בבית חולים, אתגר עצום אך עדיין אחד מיני אין־ספור אתגרים בעולם הרפואה, ובאמצעות ההצלחה הזאת אנחנו למעשה אומרים – תרימו את הראש, תראו אילו דברים מדהימים אפשר לעשות באמצעות הכלי של גנומיקה חישובית, בכל מחלקה ובכל בית חולים. אפשר רק לדמיין את ההשפעה שעתידיה להיות למודל שפיתחנו על הצלת חייהם של כל כך הרבה חולים".

היקר יותר, וחשוב מכול – הצוות יוכל לעשות את זה בהקדם, עוד בטרם החולה מתדרדר לשלב שבו כבר יזדקק לטיפול האינטנסיבי והיקר יותר".

מתבקש אך לא טריוויאלי

מאחורי המודל פורץ הדרך עומדים גם ד"ר אהובה וייס מייליק, פרופ' עמוס אדלר וד"ר אורלי קהת מבית החולים איכילוב. מסתבר ששיתוף הפעולה שלכאורה נראה כה טבעי בין האקדמיה לבתי החולים אינו מובן מאליו.

"לבתי חולים כמו איכילוב יש הרבה מאוד מידע. יש להם את כל הנתונים של החולים והמחלה, ואילו לנו באקדמיה יש את הכוחות והיכולת החישובית המאפשרת להפיק מתוך כל המידע הזה נתונים שיהפכו לכלי עזר עבור הרופאים והרופאות, כשהם ניגשים לטפל בחולים. עד לפני הקורונה שיתופי פעולה שכאלה היו הרבה פחות נפוצים", אומר פרופ' שומרון. "כעת הקשר הזה הרבה יותר חזק ושיתופי הפעולה הדוקים מאי פעם. הקשר בין צלעות המשולש, הרופאים, החוקרים והגורמים הממשלתיים כמו משרד הבריאות, התחזק בעקבות משבר הקורונה. התחדדה ההבנה שכל צד מביא לשולחן משהו אחר ושיתוף הפעולה הזה גורם לדברים מדהימים".

אם כך המחקר שלכם, והמודל שפיתחתם, הוא למעשה חלק ממגמה הרבה יותר רחבה.

"כן, ולא רק בנושא הזה. זה ביטוי למגמה עולמית של מעבר חוקרים בין העולמות החישוביים והעולמות הביולוגיים. חוקרים שיודעים לדבר, לעסוק ולחקור בשני העולמות; לקחת למעשה את המידע הביולוגי, מה שמכונה 'המידע הרטוב', ולהפוך אותו למידע דיגיטלי חישובי. בין היתר לרצף את הדי־אן־איי האנושי, את ספר החיים, ולראות איפה האותיות בספר זזו ויצרו מוטציות. העבודה שלנו מושפעת מהליך שכל עולם הרפואה עובר כיום – מעבר לרפואה מותאמת אישית. ההבנה שלא

זועבי ודן להב, החוקרים שהובילו את המחקר והפיתוח מטעם מעבדתו של פרופ' שומרון. "אחרי שאספנו את כל מאגר הנתונים העצום הזה, ניתחנו את הנתונים באמצעות מערכת שפיתחנו המתבססת על טכנולוגיה של בינה מלאכותית, שלומדת ומזהה את האלמנטים הייחודיים לאותם אנשים המצויים בסיכון גבוה להתדרדרות והחמרה במצבם".

היכן בקליניקה יכולים הרופא או הרופאה להשתמש בזה?

"זה בעצם כלי רפואי לכל דבר. המודל הממוחשב נותן לצוות המטפל את האפשרות שלא הייתה קיימת בשום צורה עד היום, לדעת האם אותו מטופל שמפתח מצב של זיהום בדם עתיד להתדרדר ולפתח מחלה קשה מאוד, או שהגוף שלו מסוגל להתמודד עם המצב הרפואי. זה מאפשר לצוות לחלק את המשאבים המוגבלים של המחלקה ובית החולים בצורה מיטבית ולטפל בצורה הרבה יותר מדויקת, ועם טיפול נכון יותר עבור כל חולה וחולה", אומר זועבי, סטודנט במסלול ה־MD-PhD, המסלול המשולב ללימודי רפואה ומחקר של אוניברסיטת תל אביב. "המערכת הרפואית תמיד מוגבלת במשאבים ובכוח אדם", אומר פרופ' שומרון, אשר הקים את המעבדה לגנומיקה חישובית לפני 12 שנים, כאשר חזר לארץ מאוניברסיטת MIT. "במעבדות בתי החולים, כדי לאבחן חיידק או מחולל מחלה שגרם לזיהום, יכולים להשתמש בצלוחית לגידול חיידקים שעולה עשרה סנטים או במכשיר שלהפעיל אותו עולה חמישים דולרים. כך שההעדפה כמובן תהיה לצלוחית הזולה יותר על כמה שיותר מטופלים, גם שזה לא תמיד הכי מדויק וטוב. באמצעות המחקר והמודל שפיתחנו, הצוות המטפל יכול לקבל החלטה מושכלת פר חולה מתי להשתמש באמצעי הזול, שיהיה טוב דיו עבור אבחון וטיפול מיטביים ולאיזה חולה נדרש להשתמש במכשור ובטיפול