

# שינוי הפרדיגמה ברפואה בעקבות המהפכה התעשייתית הרביעית

תקציר:

**הקדמה:** שינוי פרדיגמה אדיר מתרחש ברפואה, ומקורו בהתבססותה של הרפואה הדיגיטלית, ויחד עימה הופעת טכנולוגיות עמוקות חדשות, שהצירופים ביניהם יוצרים מפץ של פתרונות רפואיים חדשניים. המהפכה הטכנולוגית והקצב האקספוננציאלי מביאים שינויים חברתיים מרחיקי לכת שמשפיעים אף הם על הרפואה.

**שינוי הפרדיגמה ברפואה:** הקצב האקספוננציאלי הגובר של השינויים שקרוי המהפכה התעשייתית הרביעית משנה את הרפואה. המאמר סוקר את שינויי הפרדיגמה המתחוללים ברפואה במספר מימדים שלובים, דוגמת מעבר ממיקוד בחולי למיקוד בבריאות; מעבר מצבירה איטית של ידע וקצב פיתוח איטי של פתרונות רפואיים לקצב שינוי אקספוננציאלי; מרפואה אישית לרפואה דיגיטלית; מרפואות אוכלוסייה לרפואה מותאמת אישית; ועוד.

כל מימד כזה מציב אתגרים בפני מערכות הבריאות, רגולטורים, הציבור והתעשייה. והשורה התחתונה היא שהרפואה חוזרת הביתה, אבל ממש לא בדרך שבה רופא הכפר בדק את מטופליו לפני 100 שנים ויותר.

ההזדמנות בהתבססות הרפואה הדיגיטלית וטכנולוגיות חדשות היא יצירת זמן לרופא להמשיך להיות משמעותי במקומות בהם הוא נחוץ, כטרנספורמטור במשוואה שאינה מתכנסת של מחסור במשאבים ועליה בביקוש.

רופאים, מערכות וארגוני הבריאות, משרד הבריאות, חברות הביטוח והתעשייה צריכים להיערך לשינוי הפרדיגמה כל אחד במקומו ובתפקידו. תיזרש חשיבה מעמיקה על התכליות לכל התשתיות הקיימות, על תפקיד הרופא, על שלוב טכנולוגיות ועוד.

ראש וראשונה ראוי להתחיל את הכל במטופל – בחשיבה ופעולות פרקטיות לשיפור בריאותו ואיכות חייו מחד, ולצמצום הוצאות הרפואה מאידך. המוחות המזבילים והמשפיעים צריכים להיערך במהירות לשינוי – ולתכנן "אשפוזי בית" בצד צוותים רפואיים רב תחומיים נתמכי טכנולוגיה שיתנו למטופל הצרכן בדיוק את מה שהוא רוצה וזקוק לו.

מיכל חמו לוטם<sup>1</sup>  
מרדכי שני<sup>2</sup>

<sup>1</sup>חדשנות, קרן מחקרים ופיתוח תשתיות, מרכז רפואי שיבא, תל השומר, רמת גן  
<sup>2</sup>קרן מחקרים ופיתוח תשתיות, מרכז רפואי שיבא, תל השומר, רמת גן

מילות מפתח:

רפואה דיגיטלית; שינוי פרדיגמה; חדשנות רפואית; מטופל במרכז.

:KEY WORDS Digital Health; Paradigm shift in medicine; Medical innovation; Patient centered medicine

## הקדמה

שינוי פרדיגמה אדיר מתרחש ברפואה, ומקורו בהתבססותה של הרפואה הדיגיטלית, ובמקביל הופעתן של טכנולוגיות עמוקות חדשות. מפץ של פתרונות נולדים חדשות לבקרים ומשנים את העולם. לשינוי תורמים כמובן גם השינויים הצרכניים והחברתיים מרחיקי הלכת שחלים בעקבות המהפכה הטכנולוגית, בעידן שקיבל את השם "המהפכה התעשייתית הרביעית".

המהפכה הטכנולוגית אינה פוסחת על הרפואה. היא יכולה לפנות זמן לרופא להמשיך להיות משמעותי במקומות בהם הוא נחוץ. ההזדמנות בטכנולוגיה היא לסייע לרופאים ולמערכות הבריאות המצויות בסד של מחסור במשאבים

מחד גיסא, בצד עלייה בביקושים עקב עלייה בתוחלת החיים, שמקשה על מתן רפואה איכותית מאידך גיסא.

הרפואה הדיגיטלית מביאה לדמוקרטיזציה של הרפואה ולהנגשתה לקהל הרחב [1]. לכך מתלווה רשימה ארוכה של תחומי חדשנות וטכנולוגיות עמוקות בעלות נגזרות ברפואה, החל ממהפכת הגנום האנושי, מריצוף דנא דרך עריכת דנא באמצעות CRISPR/Cas9 ועד סינתזת חיים מלאה [2,3]; המשך באינטרנט של הדברים שיכול לדוגמה לסייע באיסוף מידע מחולים באמצעות שבבים וחיישנים ולהשתלב בטלה רפואה; את כמויות המידע מנתחת בינה המלאכותית – AI, שמביאה יכולות פענוח של הדמיה, סליידים של פתולוגיה, נגעי עור, רטינה, צילום נגעים בצוואר הרחם ועוד [4,5]; גם למציאות מדומה ורבודה

מתן היתרים לשלל הטכנולוגיות הרפואיות, תוך שמירה על בטיחות המטופל.

## מרפואה אישית לרפואה דיגיטלית

העסקים עברו לדיגיטל. הרפואה הופכת אף היא לדיגיטלית. מעבר לאפליקציות מפותחים במכשירים הנלווים לסלולרי: בפחות מ-\$75 ניתן לחבר לסלולרי אוטוסקופ לבדיקת אוזניים לשלילת דלקת האוזן התיכונה, ובעלות דומה לחבר

לנייד משגוח (מוניטור) למדידת לחץ דם או מכשיר אק"ג. שלוש חברות כבר מציעות מכשיר אקו לב המחובר לסלולרי, בעלות של פחות מ-\$200.

פיתוחים דוגמת התקן לבדיקת ירוד (קטרקט) בעיניים, מצלמה וגנילית המתחברת לנייד לאבחון סרטן צוואר הרחם, סקירת על שמע (אולטראסאונד) דיגיטלית, ומעבדה בכיס – לכל בדיקת דם שגרתית באמצעות התקן שמתחבר לטלפון. מעבר לספירת דם וערכים כימיים, הבדיקות הללו מתוחכמות הרבה יותר כגון HPV, מלריה, שחפת, וברואנדה כבר מאבחנים HIV ועגבת באמצעות שבבים מיקרופלואידיים בדיוק של 100%. הבדיקה לוקחת רבע שעה ועולה סנטים בודדים, הכל באמצעות הטלפון הנייד (הסמארטפון).

במקביל, האינטרנט והרשתות החברתיות עברו לסלולרי, ויצרו קטליזטור נוסף לשינוי, הצעירים פונים לדיגיטל לחפש פתרונות נוחים. הרפואה הדיגיטלית יוצרת הזדמנות להגדלת השינוי, כשהמידע ומיטב המומחים נגישים לכל בסמארטפון. בנוסף, הרפואה הדיגיטלית מחזקת את מגמות הטלה-רפואה. מאידך, הופיע אתגר של מידע לא מהימן,

שמחייב סיוע לציבור לברור את מקורות המידע שלו בקפידה. הדיגיטל מביא לכך שכל אדם מחזיק "עוזר רופא" צמוד בכף ידו, והמטופלים הופכים לפעילים באבחון ובקבלת החלטות. הרפואה הופכת מאישית – כזו המושתתת על היכרות ארוכת שנים ויחסי אמון בין רופא לחולה, לדיגיטלית.

## מחולה ללקוח

בשנת 2011 תועד האירוע הראשון של אבחנה באמצעות ההמון – אם שפרסמה את תמונות וסיפורי מחלתו של

מתפתחים יישומים רפואיים, לדוגמה במניעת נפילות טיפול בבעת (פוביות), בכאב, ובתסמונת בטר חבלית (פוסט טראומטית – PTSD) [6] בצד שילוב בהכשרת רופאים; הדפסת תלת מימד שמאפשרת יצירת פרוטוזות ועזרים לסימוציית ניתוח, וביופורניטינג – הדפסת תלת מימד ביולוגית שמציגה אפשרות עתידית להדפסת איברים להשתלה; מהפכת תאי גזע – Stem Cells; שימוש ברובוטים; רפואה מולקולארית; ננורפואה; מיקרוביום; הבלוקצ'יין – שפותח דלתות חדשות גם בנושא מידע רפואי לאור הדימיון למידע פיננסי, ועוד.

כל אחת מהטכנולוגיות הללו מהווה תשתית לפיתוח עוד ועוד יישומים משני מציאות. בנוסף השילובים בין התחומים הללו הם אינסופיים, ויוצרים האצה בלתי נתפסת, שמביאה למעבר מ"רפואה ישנה לרפואה חדשה". המדובר בשינוי פרדיגמה במספר מימדים שלובים. כל השינוי מייצר הזדמנויות בצד אתגרים בפני מערכות הבריאות, רגולטורים, הציבור והתעשייה. השורה התחתונה היא שהרפואה חוזרת הביתה, אבל כלל לא בדרך שבה רופא הכפר בדק את מטופליו לפני 100 שנים ויותר [7].

## מיקוד במניעה ובקידום בריאות

המערכת הרפואית המערבית עוצבה לטיפול במחלות, ובתי החולים הם מגדל השן המייצג את התפיסה. עלויות הטיפול הרפואי מהוות נתח ניכר ההולך ועולה מן התוצר. עלויות הרפואה בארצות הברית הן כיום כ-17.5% מהתוצר הלאומי הגולמי [8]. מדינות אינן יכולות לשאת בעלויות הכבדות של הרפואה, שעולות עם הזמן יותר מהעלייה בתוצר, לכן ממשלות מחפשות דרכים להקטין את העלויות. התוצאה היא דגש גובר על הבריאות.

הצורך הגובר במניעה נתמך על ידי הרפואה המנבאת, דוגמת ניבוי מי בסיכון לפתח סרטן מעי על בסיס מידע עתק, או מי מצוי בסיכון לאשפוז חוזר, ונקיטת אמצעי אבחון מוקדם או מניעה. המטופלים מסתייעים בשלל אפליקציות למניעה ראשונית המסייעות להם לשמור על אורחות חייהם – תזונה נכונה, פעילות גופנית, מניעת עקה ועוד. בנוסף פותחו אפליקציות לאבחון מוקדם, ועבור חולים כרוניים – לניהול מחלה ומניעת הידרדרות.

## מרפואה אישית לרפואה אקספוננציאלית

רפואה היא מקצוע איטי, Primum Non Nocere – "קודם כל לא להזיק" – מחייב גישה שמרנית. העלייה האדירה בקצב יצירת הידע וצבירתו, בצד קצב הפיתוחים הטכנולוגיים מחייבת יצירת תפיסות חדשות המשלבות בטיחות מחד, והסתגלות מהירה יותר לשינויים מאידך. לדוגמה בסוף שנת 2017 היו כ-325,000 אפליקציות בריאות ורפואה נגישות באפל סטור ובאנדרואיד, שלוש שנים קודם, בשנת 2014, ההערכה עמדה על כ-50,000 אפליקציות. הקצב האקספוננציאלי של יצירת הידע ופיתוח טכנולוגיות חדשות מאתגר את הרופאים, שנדרשים להישאר מעודכנים ולהשקיע יותר ויותר זמן במעקב אחרי הספרות. אתגר נוסף ניצב לפתחי הרגולטור, שאמון על

שונה מאדם לאדם בהתאם לגנטיקה, להעדפות האישיות, ולמיקרוביום שלו.

השינוי מתרחש גם במחקר – רפואת העבר הסתמכה על מחקרים שהשוו בין קבוצות חולים. בעולם של רפואה מותאמת אישית המחקר משתנה בהתאם ויכול לכלול מטופל בודד.

### מהפכת המידע

אין מקום שבו שינוי הפרדיגמה ברפואה בולט יותר מזה המתרחש בתחום המידע. ראשית מדובר במקורות מידע חדשים, לדוגמה: מידע אורכי שנוצר על ידי המטופל באמצעות 'לבישים'; מידע גנומי וביולוגי; ריצוף גנום, מיקרוביום, מטבולום; מידע מרשתות חברתיות ואינטרנט; מידע קולי.

שנית, מדובר על מידע עתק – Big Data. חברת IBM השקיעה סכומי עתק במחקר ובהקמת חטיבת Watson Health המבוססת על בינה מלאכותית וננר-טכנולוגיה. ווטסון מסייע בפענוחי מידע מהדמיה, גנום ופתולוגיה, והופך כלי עזר מרכזי בעבודת הרופא – היא זה מומחה הדמיה או אונקולוג. לפי הערכות של IBM המידע הקליני של חולה (בדיקות, דימות והדמיה, בדיקות מעבדה) יהווה פחות מ-10% מהמידע הרפואי הרלבנטי, וכל אדם ייצור במשך חייו מידע השווה ל-300 מיליון ספרים. המוח האנושי אינו מתוכנן להתמודד עם כמויות הנתונים האדירים הללו, הבינה המלאכותית כן בנויה לכך. האתגר הוא להפוך את כמויות המידע לתובנות יישומיות. לצורך כך עומדת לצד הרופא לסייע בינה מלאכותית.

שלישית, בגלל מקורות המידע החדשים נוצר ביזור במחזיקי המידע. בעבר המידע הוזמן יוצר והוחזק רק בידי רופאים וארגוני הבריאות, כיום יותר ויותר מהמידע נוצר על ידי הצרכנים בסלולרי שלהם, וכמובן אצל ענקיות אינטרנט. מקומו העתידי של המידע צריך להיות בידי המטופל ורופאו, או בידי מי שהוסמך על ידו. הקרב הזה ימשך זמן, אבל הוא יוכרע ביום בו מרבית המידע הרלבנטי לא יוחזק בידי מוסדות הבריאות.

### צ'יפים זולים, חוק מור

בשנת 1965 חזה גורדון מור שצפיפות הטרנזיסטורים במעגלים משולבים, קרי עוצמת המחשוב ליחידות נפח, תוכפל כל שנתיים בערך, בצד ירידה במחיר. 'חוק מור' הפך מפת דרכים לתעשייה וגרם למוטיבציה להמשיך במזעור תוך הורדת העלויות. עלות ריצוף הדנ"א, לדוגמה, יורדת אקספוננציאלית, בקצב העולה על חור מור. עלות ריצוף הדנ"א בפרויקט הגנום האנושי עמדה על מעל 3 מיליארד דולר, והמחיר צנח מתחת ל-\$1000, וצפוי להגיע לעלות בדיקת דם בעתיד הקרוב.

הרפואה עוברת שינוי מיקרה לזולה, העולם התמלא בצ'יפים זולים, פרובים המתחברים למכשיר הסלולרי. אפילו מערכת הרשומה הרפואית הכבדה והיקרה צפויה לעבור 'חדשנות משבשת' ועלויותיה ירדו בצורה ניכרת. אינספור סטארטאפים מפתחים פתרונות זולים שיתנו מענה לכל שכבות המידע הללו וחלופות זולות וביתיות צצות כפטריות אחר הגשם. השינוי בקצב יחד עם השינוי בעלויות והדיגיטליזציה, יהפכו את הרפואה נגישה ושיוויונית יותר.

### טבלה 1: השוואה בין "רפואה ישנה" ל"רפואה חדשה"

רפואה ישנה	רפואה חדשה
מיקוד בחולי	מיקוד בבריאות
איטית	אקספוננציאלית
פרסונלית	דיגיטלית
תפיסת "חולה"	תפיסת "לקוח"
רפואת אוכלוסייה	מותאמת אישית
דטה - בהזמנת רופא, שייך למערכת	דטה נוצר גם על ידי הלקוח, שייך ללקוח
יקרה	צ'יפים זולים, חוק מור
רופא מטפל	צוות רפואי AI + (בינה מלאכותית)
מבוססת בית חולים	מבוססת בית

בנה בפייסבוק קיבלה מכמה מחבריה אבחנה נכונה של מחלת קוואסקי. כיום רבים נועצים בחבריהם בפייסבוק או ניזונים ממידע באינטרנט לפני שהם הולכים לרופא. קהילות של חולים צצות כפטריות אחר הגשם, ויותר מטופלים סומכים על חכמת ההמון, נעזרים באתרים דוגמת CrowdMed, ומסתיעים בניסיונם של חולים דומים שאותם לא פגשו מימיהם. ד"ר אריק טופול, קרדילוג, גנטיקאי ומוביל עולמי בתחום רפואה דיגיטלית מתאר בספריו [7,1] את ההשלכות של הרפואה הדיגיטלית על תפיסת הצרכנות של מטופלים. "הרפואה עברה דיגיטליזציה ודמוקרטיזציה" אומר אריק טופול.

תפיסת הלקוח בצעירים משמעה ציפייה שהרופא יראה אותם במקום ובזמן הנוחים להם. הם לא מעוניינים לחכות לרופא בתור, לבזבז זמן ולהיחשף למחלות. אותם לקוחות רוצים לבחור את הרופא ואת המחלקה, לא רק את המקום של המפגש והמועד שלו, ולהבין יותר ויותר לעומק את מחלתם, וזו אכן זכותם. הנגישות לרפואה הדיגיטלית מביאה לדרישה לשקיפות, להשוואת נתונים לרבות על רופאים, טיפולים, מחלקות ומוסדות רפואיים. למטופל החדש יש יותר ידע וכלים לנהל את בריאותו ולדרוש שירות מותאם אישית, לא רק רפואה מותאמת אישית.

יותר ויותר חשיבה מושקעת ביצירת תשתיות קלות בהן אנשים יוכלו לקבל שירות, לדוגמה ברשתות פארמה, באמצעות רפואה ניידת (באוטובוס/ואן) וכמובן – בבית דרך טלה-רפואה. ארגוני בריאות חפצי חיים נדרשים לשינוי מערכתי שעיקרו "מהמערכת במרכז ללקוח במרכז".

### מרפואת אוכלוסייה לרפואה ובריאות מותאמת אישית

מהפכת הגנום והמיקרוביום, בצירוף היכולות של עיבוד מידע עתק, הביאו לכך שהרפואה הופכת מותאמת אישית. כל מטופל שונה. רפואה מותאמת אישית מתבססת לא רק על ביולוגיה שונה, אלא גם על נטיות והעדפות שונות של מטופלים. פריצתה נראית באונקולוגיה, אבל היא מגיעה לעוד תחומים, לדוגמה רפואת השמנה. כיום מבינים שהשמנה אינה מחלה אחת, היא קשורה בגנים רבים, לפחות 25 מהם מופו כקריטיים וכיום מגדירים 59 סוגי השמנה. כבר כיום יש חברות הממליצות על תפריט וטיפול

השגחה ניטור בצד ויכולות החייאה זמינות. כל השאר – "אושפזו" בבית.

השינוי הזה בולט דווקא במדינות בהן התשתיות חסרות, שעושות "קפיצת דור". בניגוד למדינות המפותחות שבהן תשתיות, מערכות וכוחות קיימים מעכבים את השינוי. סין משקיעה מיליארדי דולרים בהקמת תשתיות לרפואת העתיד, והמחסור שלה ברופאים ובתשתיות רפואת קהילה ימשוך את הרפואה קדימה ולא אחורה. כבר כיום מוקמים בסין מספר בתי חולים וקופות חולים וירטואליים.

בית חכם המלווה בסנסורים, במראות חכמות, בשירותים חכמים וכמובן בקישורי טלה-רפואה וברפואה דיגיטלית לבינה מלאכותית, ולרופאים וצוותים רב תחומיים – הוא בית העתיד. את בית החולים והמרפאות העמוסות של הקופות יחליף הבית, או במילותיו של ד"ר **אריק טופול** – "The future hospital room will be the bedroom"

## לסיכום

הרפואה עוברת הביתה, המקצוע עובר מהפכה, והשאלות האתיות המקצועיות והפרקטיות גדולות מאוד. רופאים, מערכות וארגוני הבריאות, משרד הבריאות, חברות הביטוח והתעשייה צריכים להיערך לשינוי הפרדיגמה – כל אחד במקומו ובתפקידו. תידרש חשיבה מעמיקה על התכליות לכל התשתיות הקיימות, על תפקיד הרופא, על שילוב טכנולוגיות ועוד, כפי שכבר נעשה בקופות, בפרוים ריבוט במשרד הבריאות ובמקומות נוספים.

בראש ובראשונה ראוי להתחיל את הכל במטופל – בחשיבה ובפעולות פרקטיות לשיפור בריאותו מחד גיסא, ולצמצום הוצאות הרפואה מאידך גיסא. המוחות המובילים והמשפיעים צריכים להיערך במהירות לשינוי – ולתכנן "אשפוזי בית" בצד "רופאי בית" נתמכי טכנולוגיות שיתנו למטופל הצרכן בדיוק את מה שהוא רוצה וזקוק לו.

מחברת מכותבת: מיכל חמו לוטם  
 דוא"ל: michalhemmo@gmail.com

## ביבליוגרפיה

1. The creative destruction of medicine: How the digital revolution will create better health care, E Topol, 2013.
2. Jennifer A, Doudna, Emmanuelle Charpentier, The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9, Science 28 Nov 2014: Vol. 346, Issue 6213
3. Cyranoski D, CRISPR gene-editing tested in a person for the first time. Nature. 2016;539:479.
4. Jha S & Topol EJ, Adapting to artificial intelligence radiologists and pathologists as information specialists. JAMA. 2016 Nov 29.
5. Eric J, Topol. Landmark Digital Medicine Trial: Patient-Generated Data Improve Cancer Survival - Medscape - Jun 07, 2017.

## מרופא לצוות רב מקצועי הכולל את המטופל ובינה מלאכותית

כל הנתונים שהובאו במאמר סקירה זה מקרינים על מקצוע הרפואה ועל דמות הרופא בעתיד. המגוון האיסופי של הפתרונות, כמויות המידע והמקורות החדשים שלו, הצרכן החדש, בינה מלאכותית ורובוטים, כל אלה יחוללו שינוי עמוק במקצוע. הרופא בעתיד יפעל בצוות מקצועות רב תחומי משולב בינה מלאכותית, שהמטופל במרכזו. העבודה בצוות כזה אינה מובנת או אינטואיטיבית. ההכשרה הרפואית הארוכה עם בדיקת כשירות חד פעמית תצטרך להסתגל ולהשתנות בהתאם.

פרס הטריקורדר בגובה של 10 מיליון דולר שהכריזה EXPRISE. לצוות שיפתח מכשיר ביתי שיכול לאבחן לפחות 13 מחלות; 5 סימנים חיוניים; בצירוף חוויית משתמש טובה הוא עדות אחת לשינוי. 312 צוותים נרשמו, 29 התחרו ו-7 צוותים עלו לגמר בפיתוח 'עוזר הרופא' הזה. גם השותפות של IBM עם בתי חולים כמו 'סלואן קיטרנג' מסמנת כיוון של עוזר רופא עתידי חמוש בבינה מלאכותית שישתלב בצוות ויתמוך בו. אין ספק שהרופא יסתייע רבות בכלים דיגיטליים ובבינה מלאכותית, דבר שיאפשר להגדיל את הדיוק באבחון ובטיפול.

## מבית החולים הביתה

בתי החולים הם מקומות מסוכנים: כ-5,000 איש מתים כל שנה מזיהומים נרכשים בבתי חולים בישראל. בנוסף, העלייה בתחלואה הכרונית ביחס לתחלואה החדה (אקוטית), שחלקה נגזר מיכולות אבחון מוקדם של אירועים כגון התקפי לב, מאפשרת טיפול בחולים הכרוניים בביתם. הבינה מלאכותית הביתית גוגל הום, או אמזון-אקו ואפליקציית אלקסה שעליו, מייצרות עתיד של בינה מלאכותית בכל בית שתיתן מענה לשאלות בריאות של בני המשפחה. בנוסף, בבתים יסייעו לחלק מן המטופלים רובוטים, שיהיו תחליף למטפל הסיעודי.

מגמה של ירידה באשפוזים כבר מסתמנת בנתוני דו"ח הוועדה המייעצת לתשלומי מדיקייר – בין השנים 2008–2014 פחת מספר המאושפזים בבתי החולים בארצות הברית ב-8%, בעוד שמספר המבקרים במרפאות חוץ עלה ב-32.9% [9]. במקביל, מתחזקת המגמה של הקמת בתי חולים וירטואליים/דיגיטליים, דוגמת בית החולים מרסי וירטואל בסנט לואיס, בית חולים ללא מיטות שמתוכו פועלים כ-300 אנשי מקצוע המטפלים באלפי חולים בטלה-רפואה ובמוניטורינג ביתי. תפקידם של בתי החולים ישתנה בתכלית בעקבות המהפכה התעשייתית הרביעית, חולים כרוניים יוכלו לקבל טיפול ביתי, דוגמת מוקד MOMA של מכבי שירותי בריאות. בהדרגה גם חלק מן החולים החריפים יופנו ל"אשפוז בית", שם יקבלו מענים רפואיים משולבי טלה רפואה, רובוטיקה ובינה מלאכותית.

בתי החולים יידרשו לטיפול במצבי טראומה ובמצבי חירום מסכני חיים, לניתוחים דחופים ואלקטיביים. הם גם יספקו שירותים שדורשים מכשור בעלויות רכישה ותחזוקה גבוהות, למשל בדיקות MRI, ויערכו בדיקות וטיפולים מורכבים. המאושפזים יהיו אנשים בסכנת חיים הדורשים

6. Mirelman A, Rochester L, Maidan I *et al*, Addition of a non-immersive virtual reality component to treadmill training to reduce fall risk in older adults (V-TIME): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2016;388:1170-1182.
7. The patient will see you now: the future of medicine is in your hands, E Topol - 2016. [books.google.com](https://books.google.com).
8. Dieleman JL, Baral R, Birger M *et al*, US Spending on Personal Health Care and Public Health, 1996-2013. *JAMA*. 2016;316(24):2627-2646.
9. Data book-health care spending and the medicare program, June 2016.

כרוניקה

## מעפורמין משפר את מצבם של הלוקים בלייפת ריאות



(אפופוטזיס). שפעול פארמאקולוגי של AMPK במיופיברובלסטים מריאות בני אדם לוקי IPF הציג פעילות לייפתית מופחתת, לצד הגברה של הביוגנזה במיטוכונדריות, ואף החזיר את רגישות התאים לאפופוטזיס למצב רגיל. בדגם עכבר של בלאומצין-לייפת ריאות, טיפול במטפורמין האיץ את ריפוי אזורי הלייפת בריאות, תהליך שהיה תלוי ב-AMPK.

החוקרים מעלים סברה, כי ממציא מחקר זה מעידים על כך שלקות בלייפת קשורה עם תת פעילות של AMPK, ותומכים בתהליך שבו מטפורמין (או משפיעים אחרים של AMPK) מסוגל להפוך את התהליך הלייפתי על ידי הפסקתו ועל ידי שינוי העמידות למוות תאי מתוכנת (אפופוטזיס) במיופיברובלסטים. איתן ישראלי

לייפת היא תוצאה פתולוגית של תיקון לקוי של רקמות פגועות, המתרחש באיברים שונים של הגוף, כולל הריאות. חילוף החומרים ברמה התאית מכוון תיקון נזקים ומבקר את תגובת התאים והרקמות כמענה לפגיעה בשלמות הרקמה. AMPK, אדנוזין מונופוסט קינאזה, מוכר כרגש ביואנרגטי ברמת התא המבקר את המעבר מחילוף חומרים אנאבולי לקטבולי. עם זאת, תפקידו של AMPK בתהליך הלייפת אינו מבוסס דיו.

ראנג'אראג'ן וחב' (Nature Med 2018;24:1121) חקרו את מוערבותו של AMPK בבני אדם הלוקים בלייפת ריאות אידיופתית (IPF) וכן במודל עכבר של מחלה זו. החוקרים גילו כי פעילות AMPK נמוכה ביותר באזורי לייפת הקשורים עם מיופיברובלסטים הפעילים בחילוף חומרים ועמידים למוות תאי מתוכנת

כרוניקה

## מחקרים בפעילות אינבו



בכאבים מגיבים טוב יותר לגלולות לבנות. במחקר של לוקים בכאב גב תחתון, תיאר קפטצ'וק ניסוי בשנת 2016, שפורסם בכתב העת "כאב", ואכן נוטלי גלולות "אינבו ישר" הגיבו טוב יותר מנוטלי תרופה במאפיינים של כאב, כאב מירבי ושיפור כושר. רופאים וחוקרים אחרים מפקפקים באמינות תופעת האינבו הישר, אך קפטצ'וק מגן על עמדתו ועל נכונות ניסוייו.

החוקרת אליה קרום מסתפורד מכירה בתופעה, ומוסיפה כי השפעת האינבו נתמכת ומועצמת בעזרת יחסו של המטפל. ככל שהרופא יותר אמפתי, חייכן, וחמים למטופל, כך השפעת האינבו וגם התרופות תהיינה משמעותיות יותר. תופעה זאת של השפעת יחס הרופא למטופל התבטאה גם במחקרה של קרום בתגובות אלרגיות, בצד השפעה של ציפיות המטופל משימוש בנוגדי אלרגיה.

כתב העת "טיים" מביא מספר נתונים מעניינים: במטופלי IBS, 28% השתפרו ללא כל טיפול, בקבוצה שטופלה בדיקור מזויף השתפרו 44% ובקבוצה שקבלה טיפול זהה עם יחס חם מהמטפל - 62% חוו שיפור. בניסוי אחר, 35% ממטופלי IBS חשו הקלה בתסמינים ללא כל גלולות, בעוד ש-59% חשו הקלה לאחר נטילת אינבו ישר. הרופאים והחוקרים מייחסים את התופעה של אינבו כולל אינבו ישר, להשפעה משמעותית לנח המוח על תגובת הגוף ולכוח השכנוע העצמי של מטופלים (September 3-10, 2018).

איתן ישראלי

התופעה של פעילות אינבו במחלות שונות ידועה היטב כבר שנים רבות. רופאים וחוקרים משתמשים באינבו (פלסבו) במחקרים, כדי להשוותו עם השפעת תרופה נבדקת. רופאים יודעים ואף רושמים לעתים גלולות אינבו והמטופלים מגיבים בשיפור התסמינים.

במחקרים מבוקרי אינבו אין הנכללים יודעים האם הם נוטלים אינבו או תרופה, אך טד קפטצ'וק מבית הספר לרפואה של אוניברסיטת הארווארד שינה גישה זאת, והחליט ליידיע משתתפים בניסויים על סוג האינבו הם נוטלים. החוקרים מכנים גישה זאת "אינבו ישר", ובניסוי בלוקים בתסמונת המעי הרגיש (IBS), במרכז הרפואי בית ישראל בשנת 2009, נמצא כי התסמינים של נוטלי האינבו בידיעה שאין בו חומר פעיל הוטבו בשיעור כפול מזה של נכללים שלא נטלו כל תרופה. יתרה מכך, ההטבה עקב נטילת אינבו הייתה כמעט זהה לזו שהתקבלה בקרב נוטלי שתי תרופות מוכרות ל-IBS.

קפטצ'וק מוביל צוות שחוקר את פעילו האינבו וקיבל מענק של 2.5 מיליון דולר ממכוני הבריאות הלאומיים בארה"ב לשם כך. המנגנון בבסיס תופעת פעילות האינבו אין ידוע, ויש גורסים כי עצם נטילת גלולה משפעת במוח מתווכים העשויים להיות פעילים במניעת כאב ובהקלה על תסמיני מחלה אחרים. חוקרים יודעים כי ככל שהתרופה יקרה יותר, כך השפעתה גדולה יותר, וכי גם צבע הגלולה עשוי להשפיע על תוצאות הטיפול, כאשר מטופלים מגיבים טוב יותר לגלולות הרגעה כחולות, ולוקים