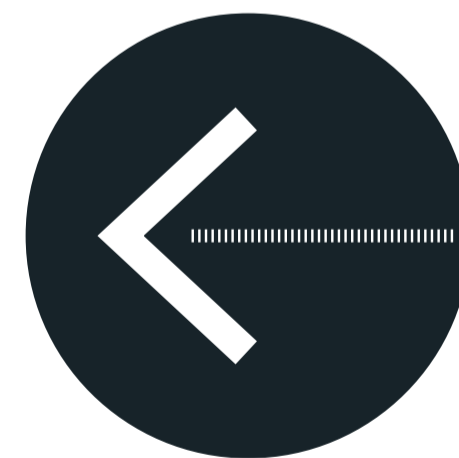


הזדהו אדם?



דוגמים: אורן מולד ואילה ל-pipo
ניצוב שיער ואיפור: פטריק עובד לסולי

1. מכון גרטנר בתל השומר ריפוי גנטי

בשעת צהריים במשרדה בבית החולים תל השומר, נסחפת ד"ר אורנה טל בתיאור טכנולוגיות רפואיות מלאות קסם. "מיפוי הגנום האנושי הסתיים לפני שנתיים והיום כל אחד יכול למי פות את הגנום שלו", מוכירה בהנאה טל המכנהגת כראש תחום חיזוי טכנולוגי במכון גרטנר, מכון המחקר הלאומי לחקר אפי־דמיולוגיה ומריגניות בריאות. "היום, תמורת אלף דולר, כל אדם יכול לדעת את כל התכונות שלו על פי דגימת דם. היכולת להשתמש בטכנולוגיה הזאת היא מדהימה. אנחנו יכולים לקבל מיפוי של מרבית המחלות שעלולות לפרוץ אצלנו. אנחנו יכיר לים להכיר את הגוף שלנו באופן שונה לחלוטין מכפי שהיה לפני שנים מעטות. כמוכן שעולה השאלה אם נרצה לדעת מה מצפה לנו בשלב מסוים בחיינו: אלצהיימר, סרטן, או שבץ מוחי – אבל האפשרות לערוך טביעת אצבע גנטית עומדת בפנינו".

טל, המכנהגת גם כראש אגף למריגניות טכנולוגיות רפואיות במשרד הבריאות, רואה מולה עולם חדש שמתקדם מתוך שלל התפתחויות מדעיות בתחומי הרפואה, הטכנולוגיה והגנטיקה. "עם השלמת פרויקט גנום האדם, אנחנו עדים להתפתחות מהירה של רפואה חדשה ושונה מאוד מכל מה שהכרנו", היא ממשיכה. "היום פרוצדורות של ריפוי גנטי נמצאות בשלבי ניסוי מתקדי"

ברור שאנחנו יכולים לא רק לאפיין מחלות אלא גם לבחור תכונות כמו צבע עיניים, צבע שיער, גוון עור וגובה מצטבר. עם התקדמות נוספת בתחום, נוכל גם לאפיין תכונות כמו כישרון אמנותי, יכולת מתמטית, תכונות אופי ואלימות. נוכל לבחור עוברים שלא יהיו בעלי תחלואה שנוהה מראש. בצורה כזאת אפשר יהיה להעלים לחלוטין מחלות לב או סרטן מסוים. פשוט נימנע מהולדת עוברים בעלי סיכוי לאותן מחלות".

עולם בלי סרטן וכלי מחלות לב ישנה באופן דרמטי את האופן שבו אנחנו מתייחסים לתחלואה?

"כבר היום יש שינויים דרמטיים. אם פעם חשכנו שמחלות כלי דם ולב הן הבעיות האקוטיות שלנו, הרי שהיום ישנן מגי פות חדשות. אנחנו מוטרדים הרבה יותר מהשמנת יתר וסוכרת בקרב ילדים. היום כל אדם שלישי בין הגילאים 20-10 בישראל, נחשב שמן. יש היום תחלואה חדשה שיותר רחוף לרפואה להתמודד איתה, כמו דיכאון, מחלות נוירולוגיות, התבודדות האדם. ארגון הבריאות העולמי פחות עוסק היום במחלת הסרטן, אלא במחלות זיהומיות, בוירוסים, כמו איידס וסארס, בעוד שבעבר חשכנו שהתחלואה הזיהומית הורבה. בשנה שעברה כל העולם היה טרוד משפעת החזירים, דיברו על שואה שעשויה להתפרץ ולהביא למות של פלחים עצומים באוכלוסייה. ממרי התחלואה בהחלט משתנים, ואם פעם התייחסו לוירוס כאל מחלה קלה וחר לפת, היום וירוס יכול להיות איום בינלאומי. אם פעם התייחסו לסרטן כמחלה קצרה, מיידית והורגת, היום יש סוגי סרטן שהפכו למחלה כרונית".

את מהרהרת לפעמים בתהנות האחרונות שקצב בוח של התפתחויות מדעיות וטכנולוגיות מוביל אליהן?

"פעם, בין התפתחות טכנולוגית אחת לאחרת היה פער גדול

התפתחות המדעית המואצת בתחומי הרפואה, הטכנולוגיה והגנטיקה עשויה לשנות לחלוטין את כלי הקיבול הקיומי שלנו, גוף האדם. נוכל לגדל איברים חדשים, להרכיב איברים חיצוניים, לתקן די־אן־איי, לשלוט בגוף מרחוק, להקליט מחשבות, לבחור תכונות ולחיות ולחיות. מסע בשבע תחנות לעבר העתיד המבטיח והמטריד, שממתין לנו ממש מעבר לפינה

מים: אם אנחנו יודעים שיש לנו די־אן־איי פגום, תכונה מסוימת שעשויה לייצר מחלה, אנחנו יכולים להחליף את הגן, לתקן. יש מצבים שבהם, אם אנחנו יודעים איפה הפגם, נוכל בעזרת מיק רומניפולציה, כירורגיה מיקרוסקופית – לתקן את הגן הפגוע, כלומר, להחליף חלבון נגוע ולהכניס במקומו חלבון תקין ובכך למנוע הופעת המחלה".

יש בידה של טל דוגמאות לניסויים מתקדמים שמתבצעים בתחום זה והיא ממזרת להציג אותן, מיד לאחר שהיא מניחה על שולחן רחב ומסודר בקפידה שתי כוסות מים. "יודעים היום להחליף את הגן שגורם לילדים לפתח תנגודת חיסונית נמוכה ומביא אותם לחיים בכיור, כי הם עשויים למות מכל זיהום שיתקוף אותם. דוגמה נוספת היא מחלה שנקראת קסורדרמה־פיגמנטוזום שבה פגם בדי־אן־איי גורם לאנשים לפתח בחשיפה לשמש סרטני ני עור אלימים שעלולים לגרום למותם.

"היום יודעים את המיקום של הגן הפגום ויש אפשרות לתקן אותו. כיוון שמדובר במחלות תורשיות, השלב הבא הוא תיקון גנים פגומים כבר בשלב העובר. בתהליך של הפריה חוץ־גופית, כשהעובר נמצא בשלב של שמונה תאים בלבד, אפשר להוציא תא אחד שטרם עבר התמיינות, לברוק אותו, לעשות לו מיפוי גנטי ורק אם התא בריא, להחזיר את הביצית לרחם. התהליך הזה מבוצע בפועל כבר היום באוכלוסיות הנושאות מחלות מיוחדות, קשות, המביאות לנזק חמור ואפילו למות היילוד שיישא אותן".

אותן דוגמאות לתיקון גנים סוררים יכולות להתפרש כהרחבה ושכלול של מושג הגוף. על פי טל, גוף האדם אינו מושג סופי, ושינויים קוסמיים ואסתטיים הם רק קצה הקרחון של שרשרת תמורות בלתי שגרתיות הצפויות לנו. "לאן זה לוקח אותנו?" שואלת טל ומשיבה. "תלוי לאן מסתכלים. היום ספורטאי יכול למשל לעבור שעון דופק ולמרוך תוך כדי פעילות גופנית את הדופק, לחץ הים שלו וכמה קלוריות איבד. זה פשוט. תאר לך שכל אדם יוכל לנטר בכל רגע כל דבר בגוף שלו: סוכר, מלחים, פעילות לב, פעילות תאים, ייצור תאי ודע, פעילות מוחית, רמת רוגו, רמת רעב. יהיה לנו מכשיר על הגוף שיאסוף את כל הנתונים האלה למוקד מידע חיצוני שישלח לנו פענוח והוראות איך לנהל את הגוף.

"זה לוקח אותנו גם לתחום בחירת עוברים והגדרת תכונות.

מאוד, למשל בין המצאת מגוע הקיטור למכונית. היום קצב הדי רימה של הטכנולוגיות החדשות מאוד מהיר, הוא כבר לא לינארי ואטי, אלא אקספוננציאלי. אנחנו לא יודעים לאן נגיע. בהחלט אפשר להרהר בשאלה, האם הידע, כמו הגילם מפראג, יפרוץ מעבר ליכולת ההשתלטות עליו. או נשאלת השאלה אם אנחנו לא מרחיקים לכת ויוצרים פה סיפור מתחום המדע הבריוני".

2.

הנהלת שירותי בריאות כללית איברים חלופיים

ר"ד זיו רחוביים מעלה על מסך המחשב שלו תמונת רובוט דמוי נחש. "קוראים לו Cardio Arm (דוע־לבבית)", הוא אומר בהתלהבות. "הקוטר של הרובוט הזה הוא 12 מילימטר, אורכו 30 סנטימטר ויש לו 102 דרגות חופש שמאפשרות לו להיכנס לתוך הגוף ולהגיע לאיברים רצויים תוך מועד הפגיעה ברקמות בדרך אל היעד. הוא יכול להיכנס סביב הלב למשל. הרובוט הזה, שיש לו גם יכולות ניווט, מסייע למנתח להגיע אל גידול שנמצא במי עטפת הלב ולכרות אותו".

רחוביים, ראש אגף טכנולוגיות רפואיות בשירותי בריאות כללית, עוסק מתוקף תפקידו בחיזוי העתיד והטמעתו בסדר היום הרפואי. בנוסף, הוא משמש גם רופא בכיר במחלקה לניורוכירורגיה בבית החולים בילינסון.

הרובוט שצפוי לצאת לשוק בעוד כשלוש שנים, הוא רק רך גמה אחת שממחשה את האופן שבו הטכנולוגיה עתידה לשנות את הרפואה. "מכשיר כזה מהווה פריצת דרך, כי הוא מבטא את יכולת המועד של הרובוטים שיש לנו היום", הוא מסביר. "היום יש לנו רובוטים גדולים ומטורבלים, הם תופסים מקום בחדר הניתוח ויקדים מאוד. ככל שנצליח למועד את הרובוטיקה, מכשירים כאלה יהפכו יותר ויותר זמינים. הם יהיו חלק מתוך חדר הניתוח העתידי שיהפוך להיות אינטגרטיבי, שניתן יהיה



ד"ר אורנה טל: נוכל לבחור עוברים שלא יהיו חולים במחלות שנוהה מראש. כך אפשר יהיה להעלים מחלות לב או סוגי סרטן מסוימים. פשוט נימנע מהולדת עוברים בעלי סיכוי לאותן מחלות"

ד"ר זיו רוזנבוים: "פיתוחים בנוו-טכנולוגיה מובילים אותנו לכך שבתוך 20 שנה, רובוטים קטנים יגיעו דרך זרם הדם לאתרי מטרה ויבצעו פעולות כירורגיות כדי לשנות את מבנה הגוף"

לייבא ולייצא ממנו מידע, שהניתוחים בו יהיו מונחי מערכות דימות ממוחשבות, מצוידים במערכות ניווט שיאפשרו למנתח להגיע בדיוק למקום הנכון בניתוח מוח או קיבוץ עורר שדרה. חלק מטכנולוגיות אלו מיושמות גם כיום בחדרי הניתוח שלנו.

זעיר-פולשנית מובילים אותנו לכך שבתוך 20 שנה, רובוטים קטנים ייכנסו לתוך זרם הדם ויגיעו לאתרי מטרה לשם ביצוע פעולות כירורגיות. הוא מוסיף. "הם יפעלו מכנית, לא רק תרופתית, כדי לשנות את מבנה הגוף. האוטופיה היא כמוגן גילוי מוקדם של מצב טרום-מחלתי במטופלים, כך שנוכל להתערב מוקדם לפני שהמחלה פורצת. הטיפול במקרים כאלה יהיה אישי ומכוון לאותו מטופל, בהתאם לפי רופיל הגנטי שלו. השלב הבא, אם חלילה לא הצלחנו למנוע את המי חלה, הוא טיפול באמצעות רפואה רגנטטיבית, שמשחזרת איברים או רקמות. זה מצב דומה למצב שבו יש רכב לא תקין, או מגיעים למוסך ושם פשוט מוציאים רכיב אחד ומכניסים רכיב אחר".

בלימור?
 "נגיע למצב שאם יש בעיה של אי תפקוד של תאי בטא בבלבל, שגורם לסוכרת, נוכל להשתיל תאי בלבב. אם יש פגיעה של מחלת פרקינסון במוח כתוצאה מחוסר דופאמין במוח, נוכל להשתיל תאים שיראגו להפרשת החומר. מדובר על הרחבת תחום השתלות האיברים להשתלת רקמות. תהיה גם החלפת מפרקים בצורה טבעית, כלומר במקום להחליף מפרק ירך או ברך במפרק מכותי, נוכל להשתמש בחומרים שייצרו סחוס. נוכל להתערב באופן טבעי וליצור חלקי חיי לוף מתאימים יותר, שמחזקים באופן מושלם את המערכות הטבעיות שאנחנו חיים איתן היום".

השתלת יריים ורגליים?
 "יש גם התפתחויות בנושא השתלת תותבים. כיום המדע יודע לחבר בין הרקמה הביולוגית לבין חומרים שעשויים ממתכת. אפשר לגרום לכך שיר תותבת תנוע ככוח המחשבה. אבל אנחנו רק בצעו דים הראשונים בתחום, ועדיין אי אפשר לגרום במטה קסם לצמיחת איבר כמו יד שנקטעה. מצד שני יש פיתוחים של איברים מלאכותיים שכבר קיימים. כליה מלאכותית למשל - היום נמצאות בפיתוח מכר נות דיאליזה קטנות שמשופרות יכולים לשאת על הגוף. במקום שהי מטופל יישב בבית חולים, מרותק למכונות, הוא יישא על גופו כליות נישאות. מכשיר כזה שמשקלו שלוש קילוגרם צפוי להיכנס לשוק בעוד שלוש שנים. יש כליה נוספת, בגודל של מכשיר טלפון נייד ששוקל בין 30 ל-100 גרם, שנמצאת כריגע כבדיקה על חיות מעבדה ואמורה להיכנס לשימוש תוך חמש שנים".

3.

התגמה לטכנולוגיות תקשורת כבר אילן מוחו של המוח

מהפכות רפואיות מהסוג שמתארים טל ורוזנבוים, עתידות לשפר משמעותית את בריאות האוכלוסייה ומובילות לעולם שבו בני האדם יוכו לתחלת חיים ארוכה יותר. העתידן פרוץ דוד פסיג, ראש המגמה לטכנולוגיות תקשורת באוניברסיטת בר אילן, מזכיר כי ההומוריסט פיינס, המין שכולנו משתייכים אליו, עשה קפיצה מרשימה בתחלת חייו במאתיים השנים האחרונות. "לדעת מרבית החוקרים, תוחלת חייו הממוצעת של ה-Cro-Magnon, ההומוריסטאפייני המוקדם באירופה שחי לפני כ-35 אלף שנה, הייתה כ-18 שנות חיים בלבד. אחר כך, עברו לא פחות מ-35 אלף שנה עד שהאדם הצליח להוסיף בקושי רב עוד שבע שנות חיים בממוצע. זה קורה ב-1800, או ממוצע תוחלת החיים היה 25 שנה. בתוך מאתיים השנה שלאחר מכן, האדם כבר משלש את תוחלת החיים לכ-75 שנה".

לדעתו של פרופ' פסיג, הנתונים האלה מבשרים כי קצב הגידול בתוחלת החיים צפוי להיכנס לדרפוס מואץ הרבה יותר ממה שאולי נדמה. "אם האדם שילש את תוחלת חייו במשך 200 שנה - ולו רק בגלל שגילה דרכים לשמור על היגיינה טובה יותר, גילוי דרכים לה עשיר את הריאטה שלו ולשפר את הרפואה שלו - אזי בעודת הנדרס

מה עור?
 "יש ניסיונות על בני אדם בשימוש במערכת שהיא למעשה בלבב מלאכותי. המכשיר הזה משלב בין שתי טכנולוגיות קיימות - ניטור רציף של רמת הגלוקוז ומשאבת אינסולין. המערכת, שרשות המזון והתרופות האמריקאית (אפדיי-איי) צפויה לאשר בעוד עשר שנים, גוף מורכבת מגלאי שמצא בתוך הגוף ומודר כל הזמן את רמת הסוכר ברם. הגלאי משדר את הבריאות באופן לאחוזי למחשב זעיר שנמצא על הגוף. לפי אותו בדיקות, המחשב מתאם את כמות הידרות האיני סולין שעל המשאבה להחליף אל הדם. היתרון הגדול כאן הוא מנגי נון טיפול וקבוע אוטומטי, שעובר ללא התערבות אנושית. מכשיר כזה נותן השראה לפיתוחים נוספים, היצירה של מעגל סגור בין שלב האבחון לשלב הטיפול הוא צעד חשוב קדימה".

העתידן ריו קורצווייל מדבר על מותו של המוח: שאדם שיצלה את שלושים השנה הבאות, יזכה לחיי נצח. מה דעתך על כך?
 "צריך להקשיב טוב לדבריו, הוא מדבר על סבירות של 30-50 אחוז שירב כזה יתחזה. אני נותן לזה סבירות של 30-20 אחוז. אבל גם אם לא כולם שוכנים להודות או רוצים להתעסק בסוגיות האלה, ברור שמשוה בלתי רגיל עובר על האנושות. אלו שהיום הם בני 30, לא ייצאו לפנסיה בגיל 67. אין סיכוי. יכול להיות שהם בונים או מת' כננים את החיים שלהם כך, אבל זה לא יהיה. בני 30 לא מבינים שהם עלולים להגיע לגיל 100, בלי להתכוון בכלל. המשמעות היא מרחייה להמשיך לעבוד עד לגיל 80 או 90. כל סגנון החיים שהם חולמים עליו - שיתנה. מהסיבה הזאת יהיו הרבה מבוגרים עניים מאוד. אנשים לא מבינים שהם צריכים לתכנן את החסכונות שלהם בצורה אחרת ממה שהם עושים היום".

מתי אתה מתכוון לצאת לפנסיה?
 "באקדמיה פורשים בגיל 68", הוא משיב ומחייך. "הבעיה היום שמי רצים בני 68 מרגישים צעירים והאוניברסיטה לא נותנת להם להמשיך ללמד. בגלל זה לא מעט חוקרים מצוינים עברו ללמד במכללות אחר צאתם לגמלאות. אולי גם אני אפתח מכללה משלי לחקר העתיד".

4.

מרכז רפואי רבין בפתח תקוה טיול בלב

במסע חוצה הריצפילינות לתמורות שיעבור גוף האדם, לא כולם חוששים מהקצב המהיר שבו טוטעות טכנולוגיות חדשות. בסופה של משמרת הבוקר, בשעה שלוש וחצי בצהריים, פרופ' רן קורנובסקי, יו"ר איגוד המצנתרים הישראלי ומנהל המכון לצנתורי לב במערך הקרדיולוגי במרכז רפואי רבין, חוזר לחדרו ומבטיח כי "קרדיולוגית המחיר תהיה מותאמת אישית, מתוחכמת יותר ומדויקת יותר. היא תמנע באופן יעיל יותר מחלות לב, תזהה בעיות בשלב מר קדם יותר ותציל יותר ויותר חי אדם. בעוד מספר שנים לא רב נוכל לטפל כמעט בכל מחלות הלב באופן יעיל מאוד באמצעות צנתורים ממוערים. טיפול בערוקי לב, במסתמים, בפגמים מולדים במבנה הלב, בהפרעות חשמליות או מכניות. הצנתורים האלה יהיו תחליף לניתוחי לב פתוח שנערכים היום".

קורנובסקי מצוין כי מחלות לב וכלי דם, הן הסיבה הראשונה בעולם ובישראל לתחלואה ותמותה. בכל שנה מתבצעים בישראל 40 אלף צנתורים ובין 4,000 ל-5,000 ניתוחי לב. "בהערכה גסה יש היום כחצי מיליון חולי לב בישראל", הוא אומר, והידע, לרבריו, מר סיף הרבה כוח. "אני רואה מספר התפתחויות דרמטיות: התחום של הפרמקוגנטיקה, מחקר המתמקד בתבנית הגנטית הספציפית לאדם והשפעתה על אופן הפעולה של תרופות מסוימות, נכנס במהירות הרפואה הלב. התרופות הופכות כך ליעילות יותר ובטוחות יותר, והן יאפשרו מניעת מגוון רחב של מחלות לב וטיפול בהן. אנחנו גם נשת' מש בחיישנים ממוערים, שישתלו בגוף החולה ויאפשרו ניטור מר חוק של כל חריגה בפעולות החשמלית והמכנית של הלב. החיישנים יתריעו מבעוד מועד על כל אירוע מתקרב, ונוכל לנטרל אירועי לב באופן אוטומטי או על ידי הגעה לבית החולים".

התפתחות טכנולוגית נוספת היא שימוש באיברים מתכלים, שיושתלו בלב. יבצעו את תפקידם ולאחר מכן יתמוססו לתוך רק' מות הלב. "תומכים מתכלים כבר נמצאים בפיתוח ואני מעריך שהם ייכנסו די בקרוב לשימוש במסגרת מחקרים", הוא אומר. "כבר היום אנחנו מסוגלים לטיל בתוך הלב עם צנתורים מונחי ג'יפיי-אס, על מנת לראות במדויק את מצב העורקים ולאתר בעיות מבניות וחשי מליות בתוך הלב".

ומה לגבי האפשרות להחליף את הלב?
 "אני חושב שהטיפול בלב הכושל משוער לפתרונות יותר טר' בים, ואני מעריך שבעתיד יפותחו משאבות יעילות ובטוחות יותר שיאפשרו איכות חיים טובה יותר לחולים. המשאבות הללו יחליפו את לב האדם או את הלב המושל. אני מאמין שהקרדיולוגיה תהיה מסוגלת גם לשתור רקמות מתות בלב, ולהפוך אותן לרקמות חיות. אני חושב שהלב יוביל את המהפכה הטיפולית הזאת שהבסיס שלה יהיה הבנה טובה יותר של הביולוגיה והגנטיקה של הלב".

תפיסת הגוף שלנו תשתנה בעקבות הפרוצדורות שציינת?
 "אני חושב שתפיסת הגוף הבסיסית לא תשתנה. מה שישתנה הוא התפיסה של שלמות הגוף. המועד הטכנולוגי ייצור תודעה וררי' שה ציבורית לפרוצדורות פחות פולשניות. אפשר לראות ביטוי של התופעה כבר היום, בניתוחי שד ובחלת הבטן למשל. במוחה הרחוק, שלמות הגוף חשובה מאוד, מתוך אמונה שברגע שפוחחים את הגוף, הנשמה עלולה לברוח. הרפואה המערבית רואה את הדברים אחרת, ואם נדרשת פעולה פולשנית - מבצעים אותה. אבל התפיסה הזאת כהחלט מפנה מקום לראייה אחרת, שמבקשת לשמור ככל שניתן על שלמות הגוף".



תכנון גנטי
 בחירת תכונות אופי ויכולות אמנותיות, מתמטיות ספורטיביות, מתמטיות

סייבר-חיים
 • קריאת מחשבות
 • "הקלטה" של התודעה
 לשבב והעברתו לגוף אחר

תיקון הלב
 • צנתורים זעירים ומתכלים יתקנו את כל חלקי הלב
 • חיישנים יחזו אירוע לבבי מתקרב
 • החייאת רקמת לב מתה

חידוש רקמות
 • טיפול בפרקינסון על ידי השתלת תאים המפרישים דופמין
 • טיפול בסוכרת על ידי השתלת תאי בטא בלבב
 • החלפת מפרקים המייצרים סחוס

איברים מלאכותיים
 מכשירים חיצוניים זעירים יחליפו את הכליה, הלב, ואיברים אחרים

הגוף הוא רק טיוטה השינויים האפשריים בגופנו, שנים ספורות מהיום

תותבים
 השתלת תותבים המונחים בכוח המחשבה

כירורגיה גנטית
 תיקון גנים פגומים הגורמים למחלות

רובוטים מנתחים
 רובוטים ינווטו במתרכת הדם אל איברי מטרה לביצוע פעולות כירורגיות

מרכז בקרה ושליטה
 מידע על מדדים גופניים יישלח למוקד מידע חיצוני לקבלת הוראות לניהול הגוף

תוחלת חיים
 ילדים הולדים היום יחיו יותר ממאה שנים, ואולי אף 150 שנים בעתיד

5.

המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב קץ הפרטיות

יאיר שרון, דוקטור לפיזיקה, מנהל המרכז לניתוח ותחזית טכנור לוגית באוניברסיטת תל אביב, נוהג לספר את משל הצפרדעי. "צפ" ררע, ששמים אותה בכלי מים ומחממים אותו לאט־לאט, לא מבחינה בשינוי הטמפרטורה. היא לא תברח מהמים המתחממים עד רתיחה. לעומת זאת, אם נזרוק אותה למים רותחים, היא מיד תקפוץ הוצאה. הסיפור הזה מוכיר במשהו את החיים בעולם שבו ההתפתחות המד־

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא: "אנחנו מעריכים אנשים שעבדו קשה והגיעו להישגים, ספורטאים או מדענים. כשהיכולות האלה יהיו תוצאה של טכנולוגיה ולא תוצר של עמל ופיתוח אישי. כל היחס לאדם האותנטי ישתנה"



עית מוצאת. כל הזמן מוסיפים לנו משהו, עוד ועוד שימושים ומע־ רכות, זו לא תמיד מדיניות מכוונת, אבל כיוון שהאמצעים כל הזמן משתכללים, פתאום אתה מוצא את עצמך בעולם מרושת במצלמות ברחובות, נותן טביעת אצבע בנמלי תעופה, מישוהו קורא את האישון שלך בכניסה לארצות הברית והסביבה אינה כתמול שלשום."

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

לבוש בג'ינס שהיו וחולצה לבנה מכופתרת, שרון מספר כי רק לאחרונה קיים כנס מומחים להתנעת מחקר בחסות אירופית, שמי טרתו לבחון את ההשפעה של טכנולוגיות עתיריות ששימוש בהן עלול להביא לפגיעה בפרטיות. "כל הפיסת הפרטיות של אנשים עומדת להשתנות", אומר שרון. "כבר היום מאוד קל לחדור לפרטיות של אנשים על ידי צילום או על ידי האזנה. אבל זה כנראה רק קצה הקרחון, כי אפשר לשכלל את היכולות הטכנולוגיות לרמה שיוכלו למשל לצלם ולהאזין מבעד קירות. או נוכל לצלם אנשים איפה שנ־ רצה, יעמוד לוויין מעל תל אביב ויצלם כל אדם בביתו. האה הגדול במיטבו".

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

איך התפתחות בוז מובילה להשפעה על הגוף שלנו?
"ש להתפתחויות האלה השפעה על האינדיבידואל, על התפי־ סה מה שלך ומה ציבורי. הגוף שלנו נכנס לעולם שמספק לנו המון נוחות, אבל תוך כדי תחרות מודעית, גם פוגע בפרטיות שלנו. הפ־ רטיות שלך הופכת לעניין חיצוני, נחלת הכלל. אם חקר המוח ית־ פתח, והצפיות הן שתוך 15-10 שנים תהיה התקרבות כמות שמעועות בתוכם, אפשר יהיה לחדור גם אליו. קריאת מחשבות כבר אינה דבר בדיוני. אנחנו יודעים לקרוא גלי מוח, מה שנשאר הוא לפתח מכש־ רים מאוד רגישים שיידעו לזהות את הגלים ולפענח אותם. ובעתיד גם אולי נוכל להקליט מוח של אדם".

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

האם אפשר בכלל לעצור תהליך כזה?
"אני חושב שקשה לחזויר את השד לבקבוק. אפשר לחוקק חר־ קים, ליצור רגולציה מגבילה, אבל רוב המגבלות שעוברות, הן מג־ בלות שהמדע קיבל על עצמו. כאשר מדענים הבינו שניסויים על בני אנוש הם דבר שרודש בקרה, הם קיבלו על עצמם לפעול על סמך נוהל לניסויים רפואיים בבני אדם שגובש בהצורת הלטינק. המחקר נושע על עצמו מנגבלות כבדות גם כאשר הוא עוסק בכל הקשור לנשק ביולוגי, מתוך הבנה שארגוני טרור יכולים לעשות בו שימוש. אבל ברגע שידע ייצא לאוויר העולם, אי אפשר לעצור אותו. תמיד יהיו כאלה שמישכו לפתח אותו מסיבות טובות, אבל יהיו גם כאלה שעלולים לעשות בו שימוש לרעה. כמו במקרה של פרטיות, אם נהיבטים אלה התפיסות החברתיות משתנות עם הזמן ולכן תסרטי ההתממשות תלוי בסופו של דבר ברצון של החברה ובי־ כולתה לבקר תהליכים כאלה".

6.

המרכז לעיבוד שפה במחללת אפקה חנות רובוטים

ד"ר עמי מויאל מתרפק בסיפוק על כיסאו המתנדנד: "תאר לך עולם ובו יש חנות של רובוטים. הם יהיו מסודרים על מרפים, וכל אדם או חברה, ויכולו לקנות רובוט לפי צורכיהם ותקציבם. יש מי שיקנה רובוט את הבית, יש מי שיקנה רובוט שהוא מהנרס פיתוח, יציבו בו תוכנה של מהנרס והוא יהיה הרבה יותר יקר. יהיה גם רובוט שהוא סמנכ"ל פיתוח ויהיה רובוט ממש יקר שיהיה מנכ"ל חברה. יהיה בחנות הזאת אפילו רובוט־עיתונאי, לא תצטרך לבוא לראיין אותי. אתה תהיה 'צ'יפ:ג'ורנליסט', יהיה לך צוות של מאה רובוטים־עיתונאים, שיעבדו בשבילך. הם ידעו לקיים ראיון בסיסי ויהיו להם סטים של שאלות לכל מיני מצבים ומראיינים".

מויאל, המכהן כראש המרכז לעיבוד שפה וראש המחלקה להנד־ סת חשמל ולאקטרוניקה במחללת אפקה להנרסה, לא יכול להפסיק לחייך כשהוא מדבר על הרעיון הזה. אחרי ניסיון של 20 שנות מח־ קר, החנות הזאת כבר אינה תחזית דמיונית בעיניו. ולאחר שקודמיו במסע הוסיפו לגוף מרכיבים מלאכותיים, מויאל מכניס למכשירים לב אנוש: הגוף והמכונה מתקרבים לעבר נקודת מפגש. "אות הטכ־ נולוגיות המרכוזות במימוש עולם כזה הנה טכנולוגיית יהיו ריבוד שתאפשר לרובוטים להבין את שפתנו ולתקשר עמנו". אומר מויאל, ומזמנה בעיבוד אותוח, המפתח את היכולת של מחשבים או מכונות לזהות דיבור של בני אדם. הוא צופה כי "תחום יהיו הריבוד ישפיע בעיקר על הממשק, על אופן התחברות האדם לעולם, בדרך שבה הגוף שלנו יתקשר עם מכונות".

"זה יתחיל מדברים בסיסיים ויעבור לדרברים מורכבים", הוא אומר. "אם הטכנולוגיה היתה מספיק מפותחת היינו כבר מדברים היום עם כל המכשירים החשמליים שלנו. הרי אתע שגולמר את השפה של המכשירים אם אנחנו יכולים ללמד אותם לדבר בשפה שלנו. כחלק מהקונספט של הבית החכם, למשל, יש היום טכנולו־ גיה שתאפשר לנו לדבר עם המכשירים במקום להשתמש בשלט של הטלוויזיה או בלוח המקשים של המיקרו. להגיד למיקרו: 'חם לי את המנה במשך ארבעים שניות'. מודל מתקדם יותר יהיה מחשב מרכזי בכל בית שיתקשר עם כל המכשירים בבית ונוכל להפעיל

אותו בדיבור. כך למשל כשנחזור מנסיעה נתקשר למחשב הראשי בכית, או לרובוט, נודיע שאנו מגיעים ואז תתחיל סדרת פעולות: הרלקת אורות, מערכת מיווג, חימום מים ופתיחת שער חניה. מה שיהיה הוא שהגוף האנושי יפתח אינטראקציות תקשורתיות עם עצמים רוממים".

במקומות מסוימים הטכנולוגיה הזאת כבר בשלה, מרגיש מויאל בטון מאוכזב מעט. "אבל היא לא נכנסת לשימוש עדיין בגלל הרתי־ עה שיש לאנשים להשתמש בה. זה נראה עתידני מדי, מאיים, שונה מרפוסי התקשורת המקובלים. אבל יש שווקים שזה עובר בהם. היום כשמתקשרים לחברת התעופה אמריקן איירליינס, לקוחות מזמינים כרטיס טיסה באמצעות שיחה עם מכונה, לא עם נציג שירות. בארצות הברית אפשר היום להזמין פרחים באמצעות שיחה עם מכונה. בעתיד האדם לא יכתוב יותר במחשב, הוא יכתיב את מה שהוא רוצה לכתוב. העכבר והמקלדת ייעלמו וכל האינטראקציה שלנו עם המחשב תיע־ שו בדיבור".

אותו תהליך שמשרטט מויאל בתשוקה נמשך הלאה כאשר די־ בור עם המחשב עשוי לשנות באופן עמוק את דפוסי ההתנהגות של־ נו. "אנחנו נאציל יכולות טכנולוגיות למכונות והן יתחילו להחליף אותנו בדברים שאנחנו עושים", הוא צופה. "מה שיקרה שנעביר יותר ויותר יכולות למכונות, בהתחלה נדבר איתן ואחר כך, אחרי שנטמיע בהן 'אינטליגנציה מלאכותית', נעבור לתקשר עם המכונות כמו שא־ נחנו מתקשרים עם בני אדם. ההתפתחות הטכנולוגית תשפיע כמונן גם על אופן התקשורת בין אדם לאדם. למשל נוכל לקיים שיחה אינ־ טראקטיבית בין שני אנשים בשפות שונות ללא צורך במתורגמן. נגיע שאני דובר עברית ואתה סיני. אני אדבר בעברית, מנוע זיהוי דיבור יתרגם את שאמרת לטקסט עברי, מנוע לתרגום טקסטואלי יתרגם את הטקסט בעברית לטקסט באנגלית, אחר כך לטקסט סיני ובסר־ פו של דבר מנוע יליצירת דיבור יתרגם את הטקסט האנגלי לדיבור אנגלי".

7.

בית הספר לניהול באוניברסיטת בן גוריון סיוחת אתיה

ד"ר יותם לוריא, מרצה בכיר בבית הספר לניהול באוניברסיטת בן גוריון, אינו נסחף בהתלהבות אחר קצב השינויים הצפוי. הוא טרוד בטוגיות אתיות שעולות מאותה התפתחות מודעית מואצת. "כל השיפורים הטכנולוגיים האלה יוצרים מסחור של היחסים האנושיים", הוא חורץ בראגה. "זה מזכיר לי את המחקר הקלאסי של ריצ'רד טיטמוס, על מסחור בנק הדם. הוא אמר שברגע שממסחרים דם אנושי, אנחנו משנים את יחסנו לדם. כשדם לא נסחר, הוא ניתן לאנשים שזוקקים לו כתרומה שהיא מתנת חיים. אבל ברגע שנמ־ סחר את הדם, הוא יהפוך לסחורה וההבדל בין מתנת חיים לסחורה הוא הברל מהותי".

לוריא מרגיש את החשש שלו כי שינוי מעמד הדם ישנה גם את מערכת היחסים האנושית. "בעולם של הנרסה גנטית או ההלפת איברי גוף, במקום שמישהו יתרום את הקרנית שלו, היא תהפוך למוצר שאפשר לקנות. מי שיש לו כסף יקנה מודל א' ומי שאין לו כסף יקנה מודל ב'. הקרנית כבר לא תהיה מתנה מצילת חיים, אלא סחורה שהופכת את היחסים האנושיים ליחסים המושתתים על כסף, ולא על היכולת לתת את עצמנו. השינוי הזה ביחס לגוף הוא דרמי־ טי, המושג שאנחנו משתמשים כדי לתאר אותו הוא 'שינוי המעמד הקיומי': ממעמד ייחודי למעמד שבו הגוף שלנו הופך לסחורה".

סוגיה אתית נוספת שמעלה לוריא היא היחס לעבודה ועמל קשה. "אנחנו מעריכים אנשים שעבדו קשה והגיעו להישגים", הוא מוסיף. "אנחנו מעריכים ספורטאים בשל כך, או זוכי פרס נובל כמו פירופ' עדה יונת. בוא נחשוב על סיטואציה, שבה היכולות האלה הן תוצאה של טכנולוגיה ואינן תוצר של עמל ופיתוח אישי. כל היחס לאדם האותנטי – משתנה. זה מתחיל מתרבות חדשה, שבה האדם יוצר לעצמו גוף יפה בעזרת שתלי סיליקון וניתוחים פלסטיים ולא בעזרת אימון גופני, אבל הופך מורכב יותר. אולי זה נשמע כיפי וקל שרובוט יעבוד בשבילך, אבל הדבר הזה מביא לכך שכל ההערכה האנושית שיש לנו ליושרה ואתגנטיות, הולכת לאיבוד.

"אנחנו מעריכים ספורטאי שעבר קשה ועלה לגדולה מרקע של עוני והזנחה. ועכשיו נחשוב על רגליים מושתלות שיהיו יותר חז־ קות ויותר מהירות, או על הנרסה גנטית שתיצור מלכתחילה אדם בעל תכונות חריגות של אינטליגנציה, עוצמה ומהירות. האם הוא ספורטאי אמיתי? האם הוא אדם אמיתי? מה אנחנו בעצם מעוללים לאותנטיות האנושית?!"

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב

ד"ר יותם לוריא, מנהל המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת תל אביב