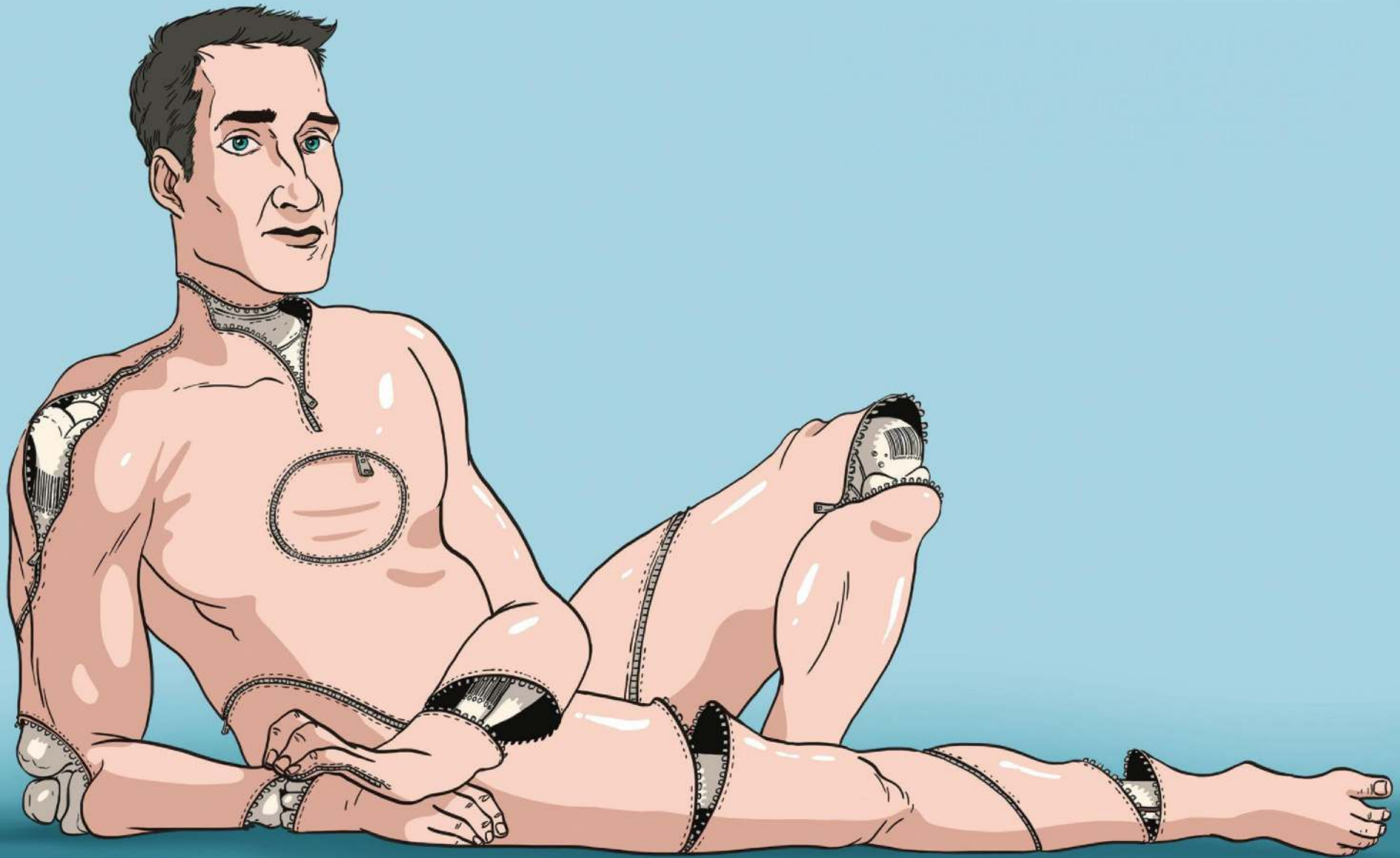


26.84x24.31	1/6	1 עמוד	מגזין - גלובס	07/04/2016	52726356-6
מרכז רפואי תל אביב איכילו - 38046					



# חזון העצמות

רקמות, מפרקים, פנים, שיניים ואפילו עמוד שדרה. **G בעקבות טכנולוגיית תלת הממד**  
שמאפשרת להדפיס חלקי גוף ומחוללת מהפכה בעולם הרפואה | רנן נצר (32)

25.5x29.56	2/6	עמוד 32	מגזין גלובס -	07/04/2016	52726366-7
מרכז רפואי תל אביב איכילו - 38046					



רקמות אנושיות, לסתות, עצמות, פנים ואפילו עמוד שדרה שלם - כל אלה כבר נוצרו במדפסות תלת-ממד והיישומים הרפואיים בנושא רק בחיתוליהם. כיצד הטכנולוגיה הזו משנה את פני הרפואה, מה יהיו ההשלכות על תרומות איברים, וממה צריך להיזהר. דוח G ← רנן נצר

### זה היהודק עניין של יומן

שנפגע בתאונת דרכים, שוחזרו בהרפסה תלת-ממדית.

בסקוטלנד הרכיבו מדענים מדפסת שמסוגלת לייצר רקמות אנושיות מחומר גלם של תאי גזע עובריים. ובאוסטרליה הושגו לפני שבועות מספר עמוד שדרה שהודפסו בתלת-ממד.

שימוש נפוץ שנעשה כיום ברפואה בטכנולוגיה החדשנית הוא הדפסת מודלים אנטומיים, המשמשים את הרופאים לקבלת החלטות ולתכנון הניתוח, מה שמייצר סטנדרטים חדשים של דיוק ומוכנות של הצוות הרפואי עוד לפני שהמטופל עצמו שוכב על מיטת הניתוחים. שימוש אחר הוא הדפסת מכשירי עזר חד-פעמיים לניתוח, המותאמים לגופו של החולה.

החזון המהפכני הוא שבעתיד יצליחו המדפסות להוות אלטרנטיבה לתרומות איברים, ייצרו רקמות וירחיבו משמעותית את ארגז הכלים של הרופאים. דרוש לכך עוד מחקר רב, וגם הטכנולוגיה

עדיין טכנולוגיה המלהיבה שמביאה עמה ההרפסה התלת-ממדית תיכנס בסערה לעולם הרפואה ותביא תקווה חדשה לחולים. לצד מדפסות תלת-ממד שכבר יודעות להדפיס צעצועים, רהיטים, חלקים לכלי רכב ולציוד צבאי, תכשיטים ואפילו בגדי ים, בשנים האחרונות נרשמו בעולם פריצות דרך רפואיות ומסעירות בתחום.

טכנולוגיית ההרפסה בתלת-ממד קיימת כבר כשלושה עשורים (המדפסת התלת-ממדית הראשונה נוצרה ב-1983), אך רק בשנים האחרונות מתקיים מחקר אינטנסיבי לגבי היישומים האפשריים בשירות הרפואה.

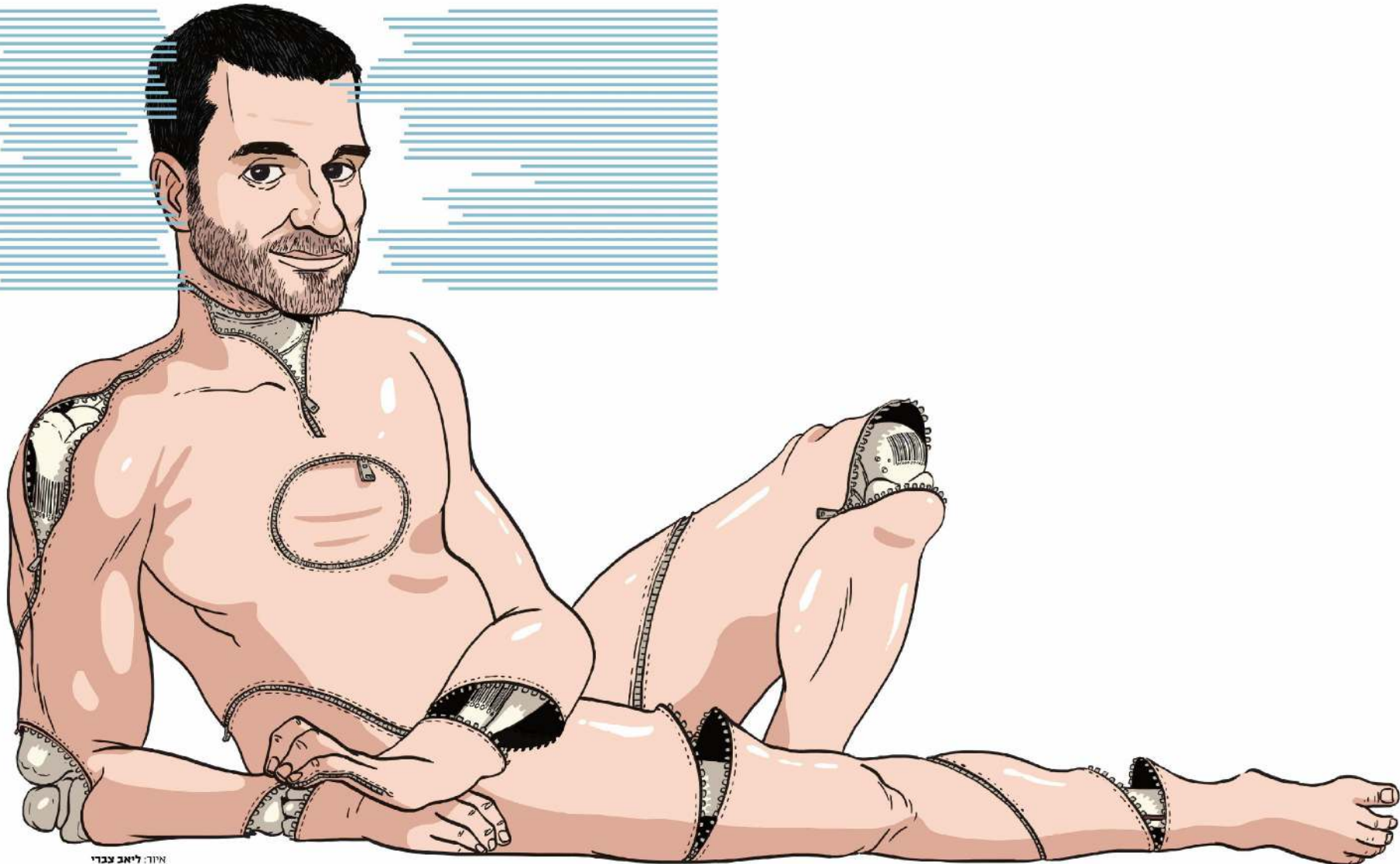
בשנתיים-שלוש האחרונות נרשמו הישגים יוצאי דופן בתחום. הנה רשימה חלקית: במישיגן, חייו של תינוק שחלה במחלה נדירה, הגורמת לחנק, ניצלו בזכות סדר שהודפס בתלת-ממד, הותאם לקנה הנשימה שלו והושגו בגופו.

באנגליה, פניו של סטיבן פאואר, גבר כבן 30

מודל של מפרק ירך שהודפס בתלת-ממד



24.99x15.01	3/6	33	עמוד	מגזין - גלובס	07/04/2016	52726393-7
מרכז רפואי תל אביב איכילו - 38046						



איור: ליאב עברי





הרופאים הישראלים הם מאלתרים וריוזים, ויחד עם זאת מקצועיים. גם החברות עצמן נמצאות בתהליך למידה כמונו, והן צריכות אותנו הרופאים. אנחנו נותנים להן אינפוסטים כדי שיבינו מה אפשר לעשות עם הטכנולוגיה הזאת בקרדיולוגיה?  
**איך מגיבים הקרדיולוגים לטכנולוגיה?**  
 "כשהקרדיולוגיה מתלבשת על טכנולוגיה חדשה היא טסה איתה קדימה, זה מקצוע מאוד טכנולוגי. ברגע שימצאו את היישומים המתאימים, לדעתי זה יתפוס די מהר."

**תחנה שנייה: פה ולסת**

פרופ' גבריאל צ'אשו, מנהל מחלקת פה ולסת בבילינסון, מכיר מקרוב את טכנולוגיית התלת-ממד. בתחום רפואת הפה והשיניים בישראל כבר לא מדובר רק בהרפסת דגמים שמסייעים לרופאים בפרוצדורות מורכבות, אלא בהשתלה ממש של איברים מודפסים: שתלים, כתרים ושיניים, ואפילו חלק מהלסת. בבילינסון, לדבריו, בוצעו כבר כעשרים פעולות מסוג זה.

יום לאחר פגישתנו, למשל, השתיל פרופ' צ'אשו שיניים ושתלים שהודפסו בתלת-ממד במטופל שבעבר נכרתה חצי מהלסת שלו, ועם הזמן הוא איבד את היכולת לאכול ולדבר. "הרפסת שתלים בתלת-ממד היא המוצא האחרון של המטופל", הוא אומר. "אחרי הניתוח הוא יחזור לאכול ולדבר."

זה אולי נשמע זחוח, אבל פרופ' צ'אשו כלל אינו ממהר "ללחוץ על ההדק" כשמדובר בהשתלות של התוצרים התלת-ממדיים. "אנחנו מציעים את הטכנולוגיה למטופלים שאין להם אופציה אחרת", הוא מבהיר. "כמו בכל טכנולוגיה חדשה, צריך להיות זהירים. אין לנו מספיק נתונים לאורך שנים על חומר הטיטניום שממנו עשויים השתלים המודפסים, ואיך הם יגיבו בעתיד בגוף האדם."

פרופ' צ'אשו מתאר היררכיה של מוצרים שאפשר להדפיס בתחום הפה והלסת: "השלב הראשון הוא דגם תלת-ממדי של איבר שאיתו אנחנו מתכננים את הניתוח בצורה אופטימלית. אם צריך לכתות חצי לסת ולשחזר אותה, הדרך הכי קלה היא לקחת את הצד השני והבריאה של הלסת, לשכפל אותו, ולפי זה לתכנן את השחזור."

המוצר השני בהיררכיה הוא מעין מכשיר מנחה, שמוצר על בסיס דגם של האיבר וצילום CT שלו, המותאם באופן אישי למטופל. "זה מעין GPS שמסייע בניתוח", מסביר צ'אשו. "במקום ניתוח מורכב שבמסגרתו יש צורך לפתוח את כל הלסת, אפשר להדפיס גייד (מוביל) ולהחדיר בעזרתו שתל לאזור הזיגומה (עצם הלחי)."

וזה עובר ללא תקלות?  
 "קרה לנו שבחדר ניתוח התברר שהגייד לא



**מודל תלת ממדי של עצם ושל גידול ש"ושב" עליה**



**"מה שמאפיין את ישראל כסטארט-אפ ניישן היא האינטימיות שקיימת בין תעשיית הביומד לבין רופאים"**

**אומר פרופ' רן קורנובסקי (בתמונה), מנהל המערך לקרדיולוגיה בבתי החולים בילינסון והשרון. "ברגע שאמרנו שמעניין אותנו לראות את הטכנולוגיה של תלת-ממד, בתוך יומיים הייתה פה פגישה"**

**באיזה אופן הדגמים המודפסים מסייעים לכם כיום?**

ד"ר חמדאן: "הטכנולוגיה עוזרת לנו, למשל, להחליט אם ללכת לצנתור או לניתוח. עד כה הדפסנו דגמים של מסתמים במקרים מורכבים, כמו אחרי השתלה או אם יש דליפה של המסתם. במקרים שבהם הדפסנו, הלכנו לפעולה בצורה יותר בטוחה, וכשהיו חילוקי דעות זה עזר להגיע להחלטה. בפעולות של השתלת מסתמים בצנתור חשוב לנו לקבל מידע מקסימלי כדי להתאים את הגודל הנכון של המסתם. זה קריטי להצלחת הניתוח ולהשפעה על בריאות המטופל לשנים הבאות."

בילינסון עובד עם שלוש חברות בשוק שעוסקות בהרפסת תלת-ממד, בארץ ובחול. "מה שמאפיין את ישראל כסטארט-אפ ניישן הוא האינטימיות שקיימת בין תעשיית הביומד לבין רופאים", אומר פרופ' קורנובסקי. "ברגע שאמרנו שמעניין אותנו לראות את הטכנולוגיה של תלת-ממד, בתוך יומיים הייתה פה פגישה. זה לא קצב אמריקאי, עם חוזים וכיוצא באלה."



**מודל אגן שהודפס בתלת-ממד**

**"זו שיטה הרבה יותר מדויקת", מסביר ד"ר נבות גבעול מנהל היחידה לפה ולסת בסורוקה. "אפשר לעשות שתלים מותאמים לפציינט במקום להתאים פלטה ולכופף אותה, היא מקלה את התכנון וחוסכת שעות רבות בחדר ניתוח, כי הנתונים ידועים מראש"**

עוד משתנה ומתחדשת ואינה תמיד ברורה, אולם בעולם הרפואי כבר מסכימים כי לא מדובר באופנה חולפת.

בארץ התחום עוד נמצא בחיתוליו, ובאופן טבעי, הרוב המכריע של היישומים מתבצע בבתי החולים. מן הבחינה הזאת, בילינסון (המרכז הרפואי רבין) נחשב לפורץ דרך, אך גם בתי חולים אחרים כבר עושים בטכנולוגיה הזו שימוש מרתק. ככה זה נראה מבפנים.

**תחנה ראשונה: קרדיולוגיה**

פרופ' רן קורנובסקי, מנהל המערך לקרדיולוגיה בבתי החולים בילינסון והשרון, מחזיק בידו מסתם שהודפס בטכנולוגיית תלת-ממד. זהו דגם זהה למסתם שנמצא בלבו של מטופל שסבל מדליפה, והצוות הרפואי נתקל בקושי לאתר את מקורה. פרופ' קורנובסקי מותח את המסתם המודפס ומצביע על החור הקטנטן החבוי בו. "זה האיר את עינינו", הוא מציין ולוקח מסתם מודפס אחר, "והמסתם הזה נתן אישור למה שחשבנו". ההרפסות התלת-ממדיות, כפי שניתן להתרשם בבירור מהדגמים של המסתמים שבחרו של פרופ' קורנובסקי, מביאות לכך שהרופאים כבר לא צריכים להסתפק בצילומים.

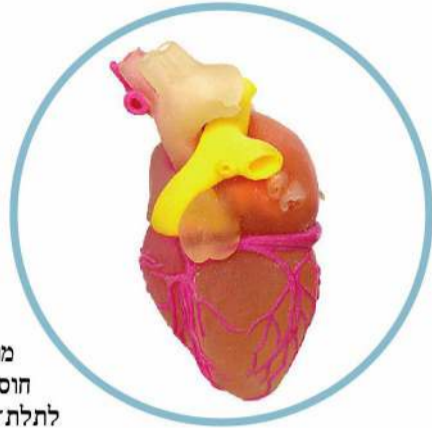
המערך הקרדיולוגי בבילינסון הוא ככל הידוע הראשון בישראל שעושה שימוש בטכנולוגיה הזו במסגרת ניתוחים במטופליו. בקרדיולוגיה, בשלב זה, מדובר בהרפסת דגמים בלבד. גם בהדסה ובוולפסון (באחרון בתחום הילדים, במסגרת פרויקט "הצל לבו של ילד"), הודפסו דגמים בודדים.

"אנחנו מנסים להבין מהו הערך המוסף של הרפסת תלת-ממד בהיבט האבחוני ומה זה יתרון לנו בהיבט הטיפולי, אבל זה מאוד מעניין ומלהיב אותנו", אומר פרופ' קורנובסקי. "אני רואה לנגד עיניי שבעתיד, ליד כל תחנת CT בבית חולים תהיה גם מרפסת תלת-ממד, שתהיה זמינה לצוות הרפואי."

ד"ר אשרף חמדאן, קרדיולוג בכיר ואחראי תחום דימות הלב בבילינסון, מסביר כי "אחד הרברים הכי חשובים שהתרחשו בקרדיולוגיה הוא מעבר מדר-ממד לתלת-ממד, כלומר מאקו לב סטנדרטי לבריכת CT שנותנת תמונה תלת-ממדית. הרפסת תלת-ממד זה הצעד השני שצפוי להיות משמעותי. להביא את הרברים האנטומיים למצנתר לפני פעולה, כך שהוא יכול להתרשם ולחוש אותם, זה דבר גאוני שיכול להוסיף לנו מאוד."



26.68x33.34	5/6	36	עמוד	מגזין - גלובס	07/04/2016	52726511-9
מרכז רפואי תל אביב איכיל - 38046						



מתאים בגודל, בגלל חוסר התאמה בין ה-CT לתלת־ממד, וזה אף שרופא מטעמנו הולך למפעל המרפסות כדי לתת אישור לפני ההדפסה. כשזה קורה, אני זורק את הגייד ועושה את הניתוח המסורתי. יש רופאים שעושים את זה בקליניקות פרטיות, והם לא מיומנים בניתוחים הקונבנציונליים, ואז עלול לקרות נזק. הם חושבים שהטכניקה של התלת־ממד תכפר על חוסר המיומנות שלהם, אבל זה לא נכון". המוצר השלישי בתור הוא שתלים מודפסים מטיטניום, שעליהם אפשר לבנות שיניים. "היתרון הוא ששתל מודפס לא צריך את העומק בפה אלא את פני השטח - ואת זה יש הרבה, בניגוד לעומק", מתאר פרופ' צ'אושו. "הטכנולוגיה הזאת נותנת הזדמנות ליותר אנשים לעבור פעולות בלי להזדקק להשתלת עצם. השתלים שאנחנו משתילים הם באזור חיצוני, וקל להוציא אותם במקרה הצורך". השלב האחרון הוא כמובן הרפסת האיבר עצמו, למשל חצי לסת.

"בשנים האחרונות אישרתי שתלים מודפסים רק במפרק הלסת, שם ראיתי שזה מוכח מבחינת בטיחות", מציין פרופ' צ'אושו. "לפני מספר חודשים עשינו בבילינסון שחזור של מפרק הלסת באמצעות הרפסת תלת־ממדית. בחו"ל יש ניסיון של כמה עשרות מקרים בלבד, ואנחנו עדיין לא יודעים איך זה יגיב לאורך השנים. ככל הנוגע לתחליפים אחרים לאיברים, כשאיה מספיק בטוח שהחומרים יכולים לשמש תחליף - אשתמש בהם. היום אני עדיין לא רואה הוכחות לכך. אני לא עושה ניסויים על המטופלים שלי, ואני רוצה לישון טוב בלילה".

**רופאי שיניים משתילים שתלים מודפסים בקליניקות פרטיות?**  
 "זה קורה לא מעט, ולצערי התוצאות לא תמיד מוצלחות. יש מטופלים שהגיעו בעקבות פרוצדורות כאלה אלינו, לבית החולים, עם פגיעות בעצבים, חדירה לסינוסים - מכל טוב הארץ. אין פיקוח על זה, השוק פרוץ לגמרי, ובעיניי זה אסון. זו טכנולוגיה מדהימה ומלהיבה, אבל היא צריכה להתבצע בידיים המיומנות ובאינדיקציות הנכונות. צריך לזכור שקודם כול אנחנו לא רוצים לעשות נזק. יש רופאים 'קאובואים' שלפעמים שוכחים את זה מתוך הרצון להתפרסם או בשם החדשנות, ורצים קדימה מהר מדי לשימושים לא ברורים".

**מהן העלויות של ההדפסות?**

"העלויות נעות בין 5,000 שקלים ל-25 אלף שקלים. יש מקרים שבהם המטופל מממן ויש שבית החולים סופג את ההוצאה".

**איך לדעתך ייראה התחום בעתיד?**

"אני צופה שבעוד חמש שנים תהיה מרפסת בכל בית חולים. אנחנו מרפסים כעת אצל חברות חיצוניות, כי הטכנולוגיה מתחדשת בכל שנה ובשלב זה עדיף לעשות אוטוסורסינג. בנוסף, אני מקווה שיתפתח מקצוע של טכנאי תלת־ממד, צריך בתחום הזה הכשרה וכללים מסודרים".

גם ד"ר נבות גבעול, מנהל היחידה לפה ולסת במרכז הרפואי סורוקה, הוביל בשנה האחרונה



**"יש רופאים שמתמשים בטכנולוגיית תלת־ממד בקליניקות פרטיות והם לא מיומנים בניתוחים הקונבנציונליים, ואז עלול לקרות נזק", מסביר פרופ' גבריאל צ'אושו (בתמונה), מנהל מחלקת פה ולסת בבילינסון. "הם חושבים שהטכניקה של התלת־ממד תכפר על חוסר המיומנות שלהם, אבל זה לא נכון"**

גובר והולך בהרפסות תלת־ממד - מהחלפת מפרקי ירך וברך, טיפול בשברים מורכבים ועד הסרת גידולים סרטניים. ואם כירורגים רבים מרימים גבה כאשר למידת השפעתה הפוטנציאלית של הטכנולוגיה בתחומם, לד"ר שלמה דריה, אורתופד בכיר במחלקה לאורתופדיה אונקולוגית באיכילוב, אין ספקות כאשר לבטוח שהיא מביאה. "כירורגיה היא עולם שמרן מאוד, אבל גם אצל הקולגות שלי הסקפטיות מתחילה להתקלף כשהם רואים עד כמה השיטה משמעותית", הוא מספר.

ד"ר דריה עשה שימוש בטכנולוגיה בתריסר ניתוחים. בכלם מרוכז בהסרת גידול ממקומות סמוכים למפרקים, בירך או באגן. האתגר הגדול באורתופדיה אונקולוגית, הוא מסביר, נעוץ בדיוק הנדרש בכריתת גידול ממאיר בשלמותו מתוך העצם, כדי למנוע חזרה של הגידול וגרורות. הדבר עוד יותר קריטי בילדים, כיוון שהשלד שלהם עדיין בצמיחה, והגידולים ממוקמים בסמיכות למפרקים וללוחיות צמיחה. טכנולוגיית התלת ממד מאפשרת להרפס דגם של האיבר וגם של הגידול, במטרה לתכנן את הכריתה במדויק ולהתאמן "על יבש" לפני הניתוח.

"עבורי זה מאוד מרגש", אומר ד"ר דריה. "כשאתה רואה שהגידול יוצא בצורה מדויקת, ואחרי שבוע מתקבלת תוצאה מהפתולוגיה שהכול נקי - זה קתרוז".

מה הבעיה בשיטה הנוכחית, שכוללת CT? MRI? "הם מספקים לנו תמונה דיממדית. ככירורגים

מספר ניתוחים שבהם השתמש בטכנולוגיה. באחד המקרים הוא טיפל בחייל שנפצע קשה במבצע צוק איתן, והיה צורך לשחזר חלק מפניו. "החייל הגיע עם צד מרוסק של הפנים", מספר ד"ר גבעול, "וכדי לשחזר אותו במהירות, וכמה שיותר קרוב למקור, הרפסנו דגם של לסת לפי הצד הבריא. השתמשנו בדגם כתבנית, שעליה כופפנו את הפלטות לקיבוע שברים. זה עוד לנו מאוד בתכנון הניתוחים שאותו חייל נאלץ לעבור".

"במקרה אחר היינו צריכים לכרות לאישה חלק גדול מהלסת מהתחונה ולשים שם שתל, שבפרוצדורה הסטנדרטית נלקח בדרך כלל מהרגל. אבל במקרה שלה הרפסנו פלטה בתלת־ממד, עשויה טיטניום, שאותה השתלנו".

**מהם היתרונות של הטכנולוגיה הזו מבחינתך?**  
 "זו שיטה הרבה יותר מדויקת: אפשר לעשות שתלים מותאמים לפציינט במקום להתאים פלטה ולכופף אותה; היא מקלה את התכנון בניתוח, בוודאי במקרים שבהם האוריינטציה קשה. השיטה הזאת חוסכת שעות רבות בחדר ניתוח, כי הנתונים ידועים מראש. צריך ללמוד להשתמש בטכנולוגיה הזאת, שבעתיד צפויה לחסוך בכוח אדם ולהווייל עלויות. פעם גם תכנון שתלים וירטואליים והכנת סדים היה בכחינת 'וואו', נורא מסובך ויקר. היום זה שגרתי, לא יקר ומאוד מקל על הרופאים. זה מה שכל הנראה יקרה גם בתלת־ממד".

**תחנה שלישית: אורתופדיה**

תחום הכירורגיה האורתופדית עושה שימוש



**"הטכנולוגיה עוזרת להחליט אם ללכת לצנתור או לניתוח", מסביר ד"ר אשרך חמדאן (בתמונה), קרדיולוג בכיר בבילינסון. "במקרים שבהם הדפסנו, הלכנו לפעולה בצורה יותר בטוחה, וכשהיו חילוקי דעות זה עזר להגיע להחלטה. זה קריטי להצלחת הניתוח ולהשפעה על בריאות המטופל לשנים הבאות"**



## איך בדיוק מדפיסים איברים?

מובן שההסבר שיובא כאן הוא על קצה המזלג: ברפואה נסמכת התוכנה על צילומים דו־ממדיים המופקים ב־CT או ב־MRI, שמתוכם ניתן לבדוד רקמה או עצם מסוימת. את המודלים הללו ניתן להדפיס בחומרים שונים, בדרגת קשיחות שונה ובצבעים שונים. יש שיטות הדפסה שונות, רובן מתבססות על הנחת שכבה אחרי שכבה של חומר גלם, בעזרת מערכת לייזר המשרטטת את הצורה הנדרשת. הדפסה אורכת בדרך כלל שעות ספורות בלבד, והחומר שממנו עשויים התוצרים הם טיטניום וחומרים נוספים לפי הצורך.

היא לפתוח מעברת תלת־ממד בבית החולים, לפתח את היכולות והידע ולתת שירות לרופאים בתוך המרכז הרפואי.

אורתופדים בעולם כבר משתילים כיום מפרקים שהודפסו בתלת־ממד. גם ד"ר ואדים בנקוביץ', מנהל היחידה להשתלות מפרקים בסרוקה ומייסד המרכז הישראלי לבריאות המפרק והגב, עשה זאת כבר מספר פעמים והשתיל אצל מטופליו מפרק ירך או ברך. "אם הנזק במפרק של מטופל כליכך חמור ולא מאפשר פתרונות סטנדרטיים, אנחנו מזמינים שתלים שהם ייצור חד־פעמי לאדם לפי תכנון תלת־ממד. זו ממש תפירה אישית; מגיעה אריזה עם המפרק ועם שמו של המטופל, והמטופלים, אגב, מאוד מתלהבים מזה", הוא צוחק. "כיום אלה מקרים שהם עדיין יחסית נדירים".

יש מספיק ניסיון כדי לדעת איך משתלבים החומרים האלה בטווח ארוך בנזק?

"שאלה לגיטימית, אבל משתמשים בחומרים האלה כבר שנים. גם בתחום של הנדסת חומרים הרפואה עשתה כבר דרך, והשימוש בהם כבר הוכיח את עצמו עוד לפני הדפסת תלת־ממד. השתלים עשויים בבסיסם מטיטניום ומחומרים אחרים; מפרק ירך, למשל, בדרך כלל מורכב מטיטניום ומקרמיקה. אני עוקב אחר התוצאות בעולם, שנאספות בשמונה השנים האחרונות. עם חומרים שאנחנו מכירים ועם פרספקטיבה של כמעט עשור, אין לנו סיבה לחשוב שזה יהיה פחות טוב; אנחנו משוכנעים שזה יהיה יותר טוב".

ברגמים מודפסים, אומר ד"ר בנקוביץ', הוא וצוותו בסרוקה עושים שימוש כבר כרוטינה - עשרות פעמים בשנים האחרונות. "אנחנו מזמינים דגם תלת־ממד של המפרק הפגום כדי לעשות עליו מדירות ולהדפיס מכשור עזר חד־פעמי, שגם מאפשר לנו דיוק והתאמה לאותו מפרק שננתח - וכל זה לפני שמטופל בכלל מגיע לניתוח. זה העתק מוחלט, אחד לאחד, של המפרק, זה כמו פיסול".

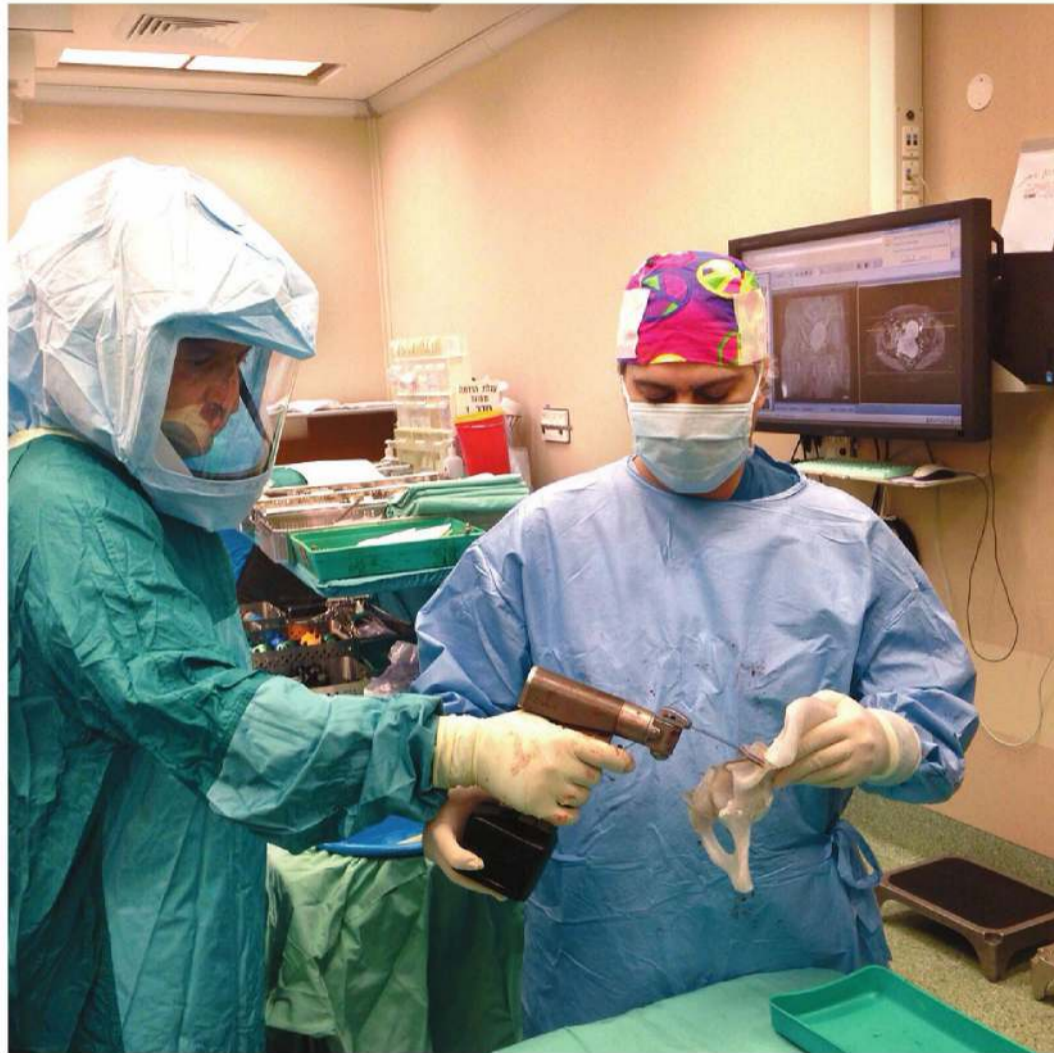
איך משפיעה הטכנולוגיה על הניתוח ועל ההתאוששות ממנו?

"אנחנו מסוגלים לבצע ניתוח בזמן מהיר יותר, לפעמים בתוך פחות משעה, כשפעם זה היה לוקח כמה שעות. באותו יום אנחנו מסוגלים להקים אדם על הרגליים והוא יכול ללכת כמה מטרים במחלקה. מעבר לכך, הטכנולוגיה מביאה לקיצור זמן אשפוז, לצמצום חשיפה לזיהומים ולירידה בשיעור הסיבוכים".

איך המטופלים מגיבים לטכנולוגיה?

"מטופלים מגיעים מיוזמתם עם דרישה לטיפול באמצעות התלת־ממד. הם ראו שכנים וקרובי משפחה שעברו את זה, והם מתחילים איתי את השיחה בכך שהם רוצים את הטכנולוגיה של התאמה אישית ושל שיקום מהיר".

renen@globes.co.il



## "ככירורגים התרגלנו לחבר בראש את התמונות הדו־ממדיות ואנחנו עובדים עם זה טוב, אבל עדיין יש מגבלה", מסביר ד"ר שלמה דדיה (בתמונה מימין), אורתופד בכיר באיכילוב. "התלת־ממד מאפשר לבדוד רקמה או עצם, כך שאפשר לראות ולמשש את 'הדבר האמיתי' לפני הניתוח"

בעשור השני לחייהם - חולי סרקומה ראשונית של העצם. "בטכנולוגיה הזאת אפשר להתקרב לגידול בצורה בטוחה, לחסוך בכריתת עצם ולא לפגוע בלוחיות צמיחה, כדי שהגפה תצמח ולחסוך מהמטופל ניתוחים בעתיד. בגלל היתרונות האלה, עמותת חיים לילדים חולי סרטן אימצה את הפרויקט ותרמה לו סכומים גדולים".

באיילו מקרים כבר השתמשת בטכנולוגיה הזאת?

"במקרים מורכבים דוגמת גידול באגן. מבנה האגן מורכב, יש איברים פנימיים שנמצאים בחלל הפנימי שלו, כלי דם ועצבים גדולים. בכל העולם יש שיעור מסוים של טעויות בניתוחים הללו, ולכן בעשור האחרון התחילו להשתמש במערכות ניווט משוכללות תוך כדי ניתוח".

מזהו העלויות?

"לא גבוהות. עומדות על כ־1,000 דולרים לדגם תלת־ממד. אני מאמין שחברות ביטוח, ובסופו של דבר גם הביטוח הציבורי, ייקחו את זה בשתי ידיים כי הטכנולוגיה תחסוך שעות ניתוח, תקצר מאוד ניתוחים מורכבים ואת משך האשפוז. יהיו לכך השלכות רחבות על כל המערכת הציבורית".

ומהו השלב הבא?

"כשכורתים גידול נשאר עם 'בור', והשלב הבא יהיה ליצור משתל שיתאים לאותו חסר ומודפס בתלת־ממד. זה כבר מתקיים במספר מקומות בעולם. ובאופן כללי יותר, המטרה שלנו באיכילוב

התרגלנו לחבר בראש את התמונות הדו־ממדיות שמתקבלות ואנחנו עובדים עם זה טוב, אבל עדיין יש בכך מגבלה בוויזואליזציה. הטכנולוגיה התלת־ממדית פותרת את זה בצורה מדהימה. אפשר לבדוד ולשלוף רקמה אחת משאר הרקמות או עצם מסוימת, כך שאפשר לראות ולמשש את 'הדבר האמיתי' לפני הניתוח ובמהלכו".

ד"ר דדיה לקח קדימה את הנושא, וכיום הוא נמצא בתקופת מחקר בלונדון, שם הוא מנהל פרויקט ב־MSK Lab השייכת לאוניברסיטת Imperial College London, בשיתוף איכילוב. "במסגרת הפרויקט פיתחנו פלאנר ממוחשב - כלי לכירורג - והתחלנו ביישום קליני שלו באיכילוב עם חולים אונקולוגיים. מדובר במכשור תוך ניתוחי מותאם חולה, מודפס בתלת־ממד, שמכוון את הכירורג לביצוע כריתה מדויקת. בעת הניתוח הפלאנר מוחדר לגוף המטופל ומשמש מעין תחם של גבולות הגידול".

בעתיד, לדבריו, ניתן יהיה למסחר את הפיתוח, שיצמצם משמעותית את טווח הטעות האנושית. מבחינת גילאים, המחקר מכוון בעיקר לילדים



## "אנחנו מזמינים דגם של המפרק הפגום כדי לעשות מדידות ולהדפיס מכשור חד־פעמי - וזה לפני שמטופל בכלל מגיע לניתוח", אומר ד"ר ואדים בנקוביץ' (בתמונה), מנהל היחידה להשתלות מפרקים בסרוקה. "זה העתק מוחלט של המפרק, זה כמו פיסול"