

רפואה רגנרטיבית

פורג'ן נוצר מהרצון להשתמש בהתקדמויות המדהימות ברפואה הרגנרטיבית במשך חמש-עשרה השנים האחרונות. כיום, טכניקות לתחליף עורי יכולות לשחזר רקמה מקורית לאלה שאיבדו אותה.

להלן הסבר קצר ומופשט לתהליך הרגנרציה.

מהי רגנרציה ?

רגנרציה היא יכולת הגוף לשחזר רקמה כאשר היא נאבדת מטראומה, מחלה, או מתופעה אחרת. הדוגמה המפורסמת ביותר לזה היא ה**סלמנדרה**, אשר מסוגלת לשחזר זרועות שלמות, זנב, וחלקי גוף אחרים בכמה ימים לאחר קטיעתם.

סלמנדרות הן, למרות זאת, לא היצורים היחידים בעלי כחות אלו; בני אדם, לדוגמה, גם מסוגלים לכך (לפחות לזמן מה) בזמן התפתחותם ברחם. אם עובר מתפתח מאבד אצבע או קצה גוף אחר, הוא פשוט מגדל אותו בחזרה מבלי ליצור רקמת צלקת. אכן, תינוקות ילודים צעירים מאד לפעמים יכולים לעשות את אותו הדבר אם הם נפגעו זמן קצר לאחר היוולדותם. אפילו במבוגרים, **כליות וכבד** שומרים על חלק מהיכולת הרגנרטיביות האלו כאשר הם נפגעים.

למעט הכליות והכבד, למה בני אנוש לא מסוגלים להשתחזר בתור בוגרים ?

אף על פי שאנו לא לגמרי בטוחים למה אנחנו לא יכולים לשחזר רקמות לאחר הלידה, קיימות תיאוריות העשויות להסביר את התופעה.

תיאוריה אחת היא שעצירת תהליך הרגנרציה הינו חיוני לאפשר סיוע הישרדות חזק יותר : הצטלקות. צלקת מאפשרת לפצע להיאטם במהירות, ובכך מונע מוות מזיהום או איבוד דם. במונחים אבולוציוניים, היכולת להצטלק עזרה לאבותינו הקדומים לשרוד. במילים פשוטות, לאדם קדמון לא הייתה תועלת רבה לגוף המשחזר יד קטועה (דבר אשר לוקח חודשים) אם, בינתיים, הוא דימם למוות. הישרדות על ידי הצטלקות הייתה, לפיכך, שלב חשוב במיוחד במונחים אבולוציוניים אשר קידם לא רק את האדם, אלה את כל היונקים.

עם זאת, להצטלקות יש מחיר. קודם כל, רקמת הצלקת מונעת כל שחזור ברגנרציה; ושנית, רקמת הצלקת שונה מהרקמה הרגילה שפעם הייתה שם (כפי שכל אחד ואחת עם צלקת יודע), במראה וגם בתפקוד. דבר זה מונע מאתנו למות כאשר פגועים, אך אינו מועיל תפקודית.

כיצד ניתן להשתחזר בתור בוגרים ?

זהי השאלה אשר תחום המחקר הביו-רפואי בודק מלפני שנים רבות. למרבה המזל, יש לנו כיום כמה תשובות.

הראשונה היא התגלית שהמבנה הייחודי של ה-DNA המצוי בכל תא מייצג (בין היתר) **תכנית** או מפה של כל גופנו, לא רק את המידע הרלוונטי לתא זה. תכנית זו מארגנת את התפתחות הגוף ברחם על ידי נתינת פקודות לתאים, אשר מאפשר להם לדעת מה השלב הבא בתהליך ההתפתחות. מפת גוף זו נוצרת בתא שלנו הראשון ונשארת קבועה לאורך חיינו, בלתי משונה אפילו עם גופנו נפצע, נפגע, או קטוע באופן כל שהוא. לפיכך, בזמן פציעה, לגופנו עדיין יש רשום למה היה אמור להיות שם, רשום אשר משתמשת בו הרפואה הרגנרטיבית בכדי שהגוף ירכיב את עצמו מחדש.

השנייה היא ללמוד איך למנוע את תהליך הצטלקות מלהתקיים. כאשר אנו פצועים, גופנו באופן אוטומטי מעביר לתאים באתר הפציע הוראות ליצור רקמת צלקת. כמתואר לעיל, תפקוד זה היה משמעותי

לאבולוציה, אך הפסיק את תהליך הרגנרציה הטבעי בגופנו. טכניקות ברפואה רגנרטיבית הראו כי ניתן למנוע הוראה זו מלהגיע למוח, ולהעביר הוראה חדשה לשחזר את החסר לאתר הפציעה במקום, באמצעות התכנית הקיימת ב-DNA שלנו, כאילו הגוף עדיין היה עובר.

איך מניעים את תהליך הרגנרציה מה-DNA שלנו ?

לרגנרציה שתי נקודות יסוד : [תאי גזע ומטריצה חוץ-תאית](#) (או ECM, מייצג Extra-Cellular Matrix). לאחרונה, מדענים גילו שיטה פשוטה [להחזיר בבוגרים תאי עור לתאי גזע עוברים](#). תגלית זו תרמה רבות לתחום הרגנרציה. מטריצה חוץ-תאית הינה גם חשובה. ה-ECM יכולה להיחשב כמן שלד לרקמה. היא מקשרת תאים ביניהם ומביאה להם את מבנם. היא גם מאפשרת תקשור בין תאים. עם ECM, תאי גזע יודעים לאיזה מבנה להתפתח. היא גם מספקת את כלי הדם הנחוצים להזין את התאים ולהסיר פסולת. ה-ECM מודיעה לסביבת התאים לתקן את הרקמה במקום ליצור רקמת צלקת. היא יכולה להיות מהונדסת, בדרכך כלל עם מדפסת תלת-ממד, או נרכשת בהסרת תאים מתרומת רקמה בעזרת חומרים מיוחדים (detergents), בדומה לחומרי ניקוי. (לקריאה נוספת על תהליך ההדפסה הביולוגית באנגלית, לחצו [כאן](#))

ברגנרציה, משיגים את ECM הרקמה אשר רוצים לשחזר ואז מזריעים את שכבת התאים המתאימה עליה. שיטה זו מוצלחת מאד, ושימשה לרגנרציית איברים מבין המורכבים ביותר, כגון לב, כבד, וכליות.

מה השיגה הרפואה הרגנרטיבית עד כה ?

הרפואה הרגנרטיבית השיגה רמת הצלחה אשר לא הייתה אפשרית בעשורים האחרונים. להלן רשימת הישגים משמעותיים קצרה בתחום :

- [שחזור שלפוחיות שתן והדפסת אבות טיפוס כליה](#)
- [תהליך שיבוט מלפני 7 שנים](#)
- [השתלת קנה נשימה משוחזר על ידי הדפסת תלת-ממד](#)
- [דסלולריזציה \(decellularization\) ואז שחזור לבבות עכבר](#)
- [רגנרציה חלקית של לבבות אנוש חיים](#)
- [שחזור מפרק אחרון באצבע אנושית](#)
- [שחזור רקמת חזה חלקי](#)
- [השתלת רקמת נרתיק משוחזרת](#)
- [רגנרציית פני ארנבים תיפקודיים](#)
- [דסלולריזציה עורלות חייה לשחזור עתידי](#)

הצלחות אלו משכנעות אפילו את המפקקים במשימת פורג'ן, לשחזר עורלות, כי הפיכת המילה אפשרית. אנו יודעים כי הטכנולוגיה קיימת. למעשה, התקדמנו בצורה מוחשית כלפי זה, וזה מה שפורג'ן ישיג.

למה להתמקד בשחזור עורלה לעומת איברים חיוניים אחרים ?

זוהי שאלה נפלאה, ואחת אשר פורג'ן לוקח ברצינות רבה. פורג'ן מכבד מאד את מאמצי כל המדענים המוקדשים בתחום הביוטכנולוגיה ומכיר בחשיבות עבודתם. אין ספק כי מטופל נחוץ לאיברים חיוניים תפקודיים לפני איברים מיניים שלמים בתפקודם על מנת לשרוד, אך קיימות סיבות מציאותיות לעקוב ברגנרציית עורלה אשר יתרמו מכל מיני בחינות בתחום הרפואה הרגנרטיבית.

קודם כל, הביקוש לריפוי מילה הינו עצום. חלק הגוף בעל הביקוש הגבוהה ביותר בארצות הברית הוא הכליה. בארך 100,000 אנשים נמצאים ברשימת המתנה לאחת. ישנם כבארך פי 1,000 יותר זכרים (100 מיליון) אשר זקוקים לפין שלם בארצות הברית בלבד! אומנם לא כל הגברים האלה מודעים לקיום פורג'ן עדיין, או אפילו לנזק האוכף עליהם, הם בקרוב יהיו כפי שאנו מתקדמים כלפי רגנרציה. שיחזור עורלה גם יביא לתחום הרפואה הרגנרטיבית תשומת לב. כאשר נצליח, הרפואה הרגנרטיבית תובא לעיני הציבור בעקבות ההשפעות שהתרפיה שלנו תספק למיליוני אנשים. לבסוף, אנחנו בפורג'ן מאמינים כי קיים הבדל בין לשרוד לבין באמת לחיות. בכדי לחיות, אחד צריך להיות פיזית, מנטלית, ונפשית בריא. חיי מין בריאים הינם חלק בלתי נפרד מהרווחה הכללית של כל אדם. היות שמילה קוטעת חלק משמעותי של עור, עצבים, ותפקוד מאיבר המין הזכרי, הכרחי להפוך את הנזק הזה על מנת לקבל בחזרה חיי מין שלמים ונפש רגשית.

האם טכניקות רגנרציה כבר נוסו על רקמת עורלה ?

כן, גם פורג'ן וגם מעבדת אנתוני אטאלה (בעקיפין עם [ניסוי הארנב](#) שלו), קידמו את שיחזור העורלה. למרות זאת, אף ניסוי קליני בעל המטרה לשחזר עורלה לזכר נימול עוד לא התרחש, עדיין. עם זאת, דגימות רקמת עורלה קטנות [שומשו בהצלחה](#) בניסויים רפואיים רבים במטרה ליצור עור חדש (יש לציין, למרות זאת, כי כמה מניסויים אלו היו, מבחינת פורג'ן, לא מוסריים מפני שכללו עורלות לקוחות ללא הסכמה מתינוקות בריאים אשר נימולו ללא הסכמתם. פורג'ן אינו, ואף פעם לא יהי, מעורב בניסויים כאלה). לפורג'ן הייתה הצלחה גדולה עד עכשיו ועם עזרתכם יסוגל לשחזר עורלה בקרוב.

אז מתי פורג'ן ישחזר עורלה ?

במהרה! כבר יש לנו את ה-ECM לשחזר עורלות בעלי חיים וכרגע פועלים להשגת ה-ECM מתרומות רקמה אנושית. בטווח הקצר, אנו מקווים לשחזר לחלוטין עורלות בני אדם. לאחר שנשיג זאת, מטרתנו היא לקדם ניסויים קליניים על בני אדם מהרגע שזה בטוח.

האם לרקמה החדשה יהי תפקוד מלא ?

אנחנו מאמינים כך. בניתוחי רגנרציה אחרים, הרקמה החדשה שילבה את עצמה בחזרה בגוף, אשר זיהה את הרקמה כשלו ולא דחה אותה באמצעות מערכת החיסון כפי שהיה קורה בהשתלת עור או איברים. לאלה שכבר חוו תרפיות רגנרטיביות הייתה הצלחה מדהימה. לדוגמא, לאלה שקיבלו שלפוחית שתן או קנה נשימה משוחזר, כמתואר קודם לכן, יש כעת איברים תפקודיים לגמרי! חיבורי העצבים אשר נותקו בטראומת הניתוח (במקרה שלנו, מילה) נקשרו בחזרה לגוף עם הרקמה המושתלת החדשה. אנו מצפים כי פורג'ן ישיג תוצאות דומות [בניסוי הקליני](#) שלנו.

מה אני יכול לעשות בכדי לעזור ?

פורג'ן מעריך את נכונותכם לעזור לנו במשימתנו להפוך את המילה. אנחנו מתקדמים מהר ככל האפשר, אך בכדי להישאר מעודכנים בהתקדמויותינו, אנא צרו חשבון אתנו ב[אתר](#) הראשי שלנו. כמו כן, אנו מעריכים את [תרומותיכם המוכרות לצורכי מס](#) ואנו מעודדים אתכם להפוך [לחבר פורג'ן!](#) לסיים, אנא שתפו את חבריכם ומשפחתכם בפורג'ן, בנוסף לשיתוף על רשתות חברתיות בכדי לעזור להפיץ את המסר. בעזרתכם לפורג'ן, אתם מביאים את שיחזור העורלה צעד אחד קרוב יותר למציאות.