

מחקר פורץ דרך בשימושי המגנזיום כשתל

אורי בורג, אילן מרטיוק, מעוז מרקרבס*

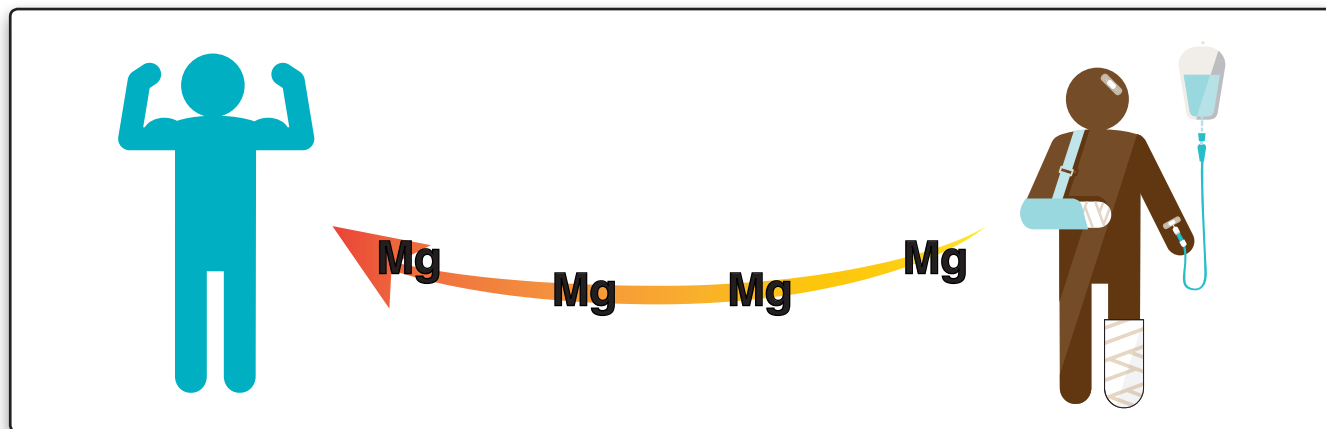
הם מתכלים בהדרגה בזמן שהעצם נבנית מחדש. השתלים המתכלים המצויים בשוק כיום עשויים מחומרים פולימריים או קרמיים, יש להם תכונות מכניות הדומות לעצם, כך שהם עשויים להקיף את רקמת העצם. לאחרונה התגלה שלמגנזיום, Mg - יסוד השייך למשפחת המתכות האלקליות העפרוריות, ולסגסוגות שלו, יתרון בהתפתחות רקמת העצם. הוא גורם ליציבות גבוהה של השתל ולבסוף - להחלפת השתל שהתכלה בעצם. מכיוון שמגנזיום מתכלה, אין צורך בניתוח שני להסרת לוחיות המגנזיום. דבר אשר מפחית את העלויות הכספיות ומשפר את איכות חייו של המטופל.

יתרון נוסף הוא שהמגנזיום הוא בעל צפיפות של 1.74 גרם לסמ"ק בדומה לצפיפות העצם, והוא מותאם ביולוגית כתחליף לעצם. כמו כן מגנזיום הכרחי לתפקודו התקין של הגוף, הוא מצוי באתר הפעיל של אנזימים שונים המשמשים בתהליכי הפירוק והבנייה המתבצעים כל העת בגוף. חוסר במגנזיום עלול לגרום לתופעות כגון רעד בשרירים, בעיקר

לפני כמה שנים עבר ד"ר גיא בן חמו תאונת דרכים, שבעקבותיה היה צורך להשתיל לו עצמות. אמנם נמצא תחליף לעצמות שנשברו, אבל גיא ידע שכעבור כמה שנים הוא יצטרך לעבור ניתוח נוסף לצורך החלפת השתלים. ניתוח הוא הליך מורכב, שבו נעשית פעולה פולשנית שיכולה לגרום לזיהומים ולסכנת חיים. לכן היה צריך לחשוב על פתרון לבעיה זו.

ידוע שהשתלים הם לוחיות עצם מתכתיות שמהוות תמיכה מכנית בקיבוע פנימי לריפוי שברים בעצמות. כיום פלדות אל חלד וסגסוגות טיטניום משמשות ללוחיות עצם, בגלל עמידותן הגבוהה בפני קורוזיה. לפתרון זה כתחליף לעצם יש חסרון. לאחר החלמת השבר ובניית העצם מחדש, יש להוציא את הלוחיות מהגוף בניתוח. פתרון אחר לבעיה זו הוא השתלת שתל מתכלה.

לשתלים המתכלים יתרונות בתיקון רקמות עצם פגועות.



איור 1. שתל מגנזיום משפר את ההחלמה ואת איכות חייו של המטופל

* אורי בורג, אילן מרטיוק, מעוז מרקרבס, תלמידים בכיתה ט', בית הספר: מקיף ג' באר שבע, בהנחיית המורה חווה סטרול. הכתבה זכתה במקום הראשון במסגרת תחרות הכתבות בפרויקט לעידוד לימודי הכימיה - יש לנו כימיה! כימיה תעשייה וסביבה בראי החברה והפרט, תשע"ד.



האלקטרוניום. תהליכי הקורוזיה מהווים בעיה נפוצה שגורמת לנזקים במבנים ובאנויות, ולכן גם לנזקים כלכליים. באיור 2 תמונה המתארת גלגל שיניים שעבר קורוזיה.

מסיבות אלה תגובה זו נחקרת רבות. המהירות שבה מתרחשת התגובה תלויה בעיקר בסוג המתכת ובסביבה שבה המתכת מצויה. במעבדת המחקר של ד"ר גיא בן חמו במכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון, מתבצע מחקר בנושא קצב התפתחות הקורוזיה בשתלי מגנזיום ובסגסוגות מגנזיום.

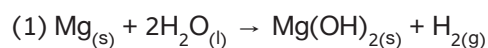
במחקר נחקרים התנאים השונים שבהם מגנזיום מגיב עם המים, ולשם כך משנים, למשל, את כמות המלחים בתמיסות מימיות שונות המדמות נוזלי גוף ואת ריכוז התמיסות. במחקר נבדק קצב התגובה בתנאים שבהם מצוי השתל בגוף, על מנת להתאים את קצב התכלות השתל לקצב בניית העצם. המטרה במחקר היא לבדוק ולמצוא מהם התנאים שבהם השתל מתכלה באותו הקצב שבו העצם נבנית. המחקר מתבצע בשיטה אלקטרוכימית¹ שבה נמדדת כמות המימן ויוני המגנזיום שמשתחררים כתוצאה מהתגובה כתלות בזמן. בשיטה זו מחברים נתך מגנזיום כמוליך, הנמצא בתמיסה מימית, לספק מתח, פוטנציאלסטט, ומודדים את הזרם שנוצר כתוצאה מהתהליך. הזרם הוא מדד לכמות המימן ויוני המגנזיום שמשתחררים בתהליך כתלות בזמן. איור 3 מתאר נתכים של סגסוגות מגנזיום שעברו טבילה בתמיסת בופר פוספאט. מהאיור ניתן לראות שבמשך הזמן התרחש תהליך קורוזיה. האזורים שבהם נוצרה קורוזיה אינם אחידים. כמו כן הקורוזיה בסוגי הסגסוגות השונות היא שונה, ומכאן ניתן להסיק שסוג הסגסוגת משפיע על הקורוזיה ועשוי להשפיע על התכלות השתל.

בעזרת מיקרוסקופ אלקטרוני² חוקרים את שטח הפנים של המגנזיום שהשתנה כתוצאה מתגובת הקורוזיה. שטח

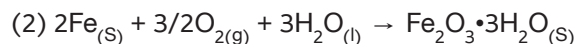


איור 2. יצירת חלודה על גלגל שיניים

בגפיים, ובעיות במערכת העיכול. כאשר מתכות שונות מתכלות, הן מפרישות לגוף יונים רעילים. לעומתן יוני מגנזיום נצרכים על ידי הגוף. עודף מגנזיום שנוצר בתהליך התכלות השתל, מופרש דרך השתן. כאשר מגנזיום מושתל בגוף כשתל, השתל מתכלה על ידי כך שהמגנזיום עובר תהליך חיצון-חיזור בתגובה עם המים המצויים בגוף. להלן תגובה (1):



תגובות חמצון-חיזור הן תגובות שבהן מועברים אלקטרוניום מאטום אחד למשנהו או ממולקולה אחת לאחרת. דוגמה לתהליך חמצון-חיזור היא תגובת קורוזיה, בעברית שיתוך. זוהי תגובה בין מתכת לבין חמצן ומים. תגובה נפוצה היא חלודה שהיא תגובה בין ברזל לחמצן בנוכחות מים, להלן תגובה (2):



בהיווצרות חלודה החמצן משמש כחמצן, כלומר, כמקבל האלקטרוניום, והמתכת היא החומר המחזר שמוסר את

1. אלקטרוכימיה הוא ענף בכימיה אשר עוסק בתגובות כימיות שבהן מתרחשים מעברי אלקטרוניום.

2. מיקרוסקופ אלקטרוניום הוא מיקרוסקופ המסוגל להגדיל עצמים קטנים במיוחד, עד פי 10,000,000 מגודלו המקורי של העצם. הוא עושה זאת על ידי שליחת קרינת אלקטרוניום שפוגעת בעצם. עוצמת קרינת האלקטרוניום שחוזרת כתוצאה מהפגיעה בעצם נמדדת, ובכך ניתן לסרוק פני שטח ברזולוציה גדולה.

t=30min	t=15min	t=5min	
			סגסוגת מגנזיום אבץ
			סגסוגת מגנזיום אבץ סיליקון

איור 3. נתיכי סגסוגות מגנזיום שהוטבלו בתמיסת בופר פוספאט

רשימת מקורות

1. ד"ר עמנואל מזורולה, עקרונות הכימיה ב', הוצאת קווים, פרק 16 עמ' 1035.
2. פרויקט גמר של סטודנטית להנדסה כימית בנושא קורוזיה בשתלי מגנזיום בהנחיית ד"ר גיא בן חמו.
3. שיחה עם החוקר ד"ר גיא בן חמו ופגישה במעבדת המחקר שלו ושל ד"ר אריאלה בורג במכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון.
4. ויקיפדיה - האנציקלופדיה החופשית.

הפנים של המגנזיום נותן מידע על התוצרים שגדלים עליו כתוצאה מתהליך הקורוזיה, והוא מדד נוסף למה שיכול לקרות לשתל בגוף.

כיום יש בגרמניה חברה שמייצרת שתלים מסוג זה ומוכרת אותם. בשלב זה של המחקר עדיין לא נמצאו התנאים שבהם ניתן להשתמש במגנזיום לייצור שתל בבני אדם. שתלים מסוג זה נוסו על בעלי חיים, ועד כה היו הממצאים חיוביים, והם מראים שמגנזיום יכול לשמש תחליף לעצם בבעלי חיים. כעת נותר להמשיך בניסויים על קצב הקורוזיה של סגסוגות המגנזיום כדי שהסגסוגות יוכלו לשמש תחליף לעצם בגוף האדם.