

## הנדסת רקמות בפגיעות מוחיות טראומטיות

Judy Tanios<sup>1†</sup>, Sarah Al-Halabi<sup>2†</sup>, Hiba Hasan<sup>1,3†</sup>, Samar Abdelhady<sup>1,4</sup>, John Saliba<sup>1</sup>, Abdullah Shaito<sup>5\*</sup>  
I Firas Kobeissy<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לביוכימיה ולגנטיקה מולקולרית, הפקולטה לרפואה, האוניברסיטה האמריקנית של ביירות, ביירות, לבנון  
<sup>2</sup>המחלקה לביולוגיה, הפקולטה לאומנויות ולמדעים, האוניברסיטה האמריקנית של ביירות, ביירות, לבנון  
<sup>3</sup>המכון לאנטומיה ולביולוגיה של התא, אוניברסיטת יסטוס-ליביג גיסן, גיסן, גרמניה  
<sup>4</sup>הפקולטה לרפואה, אוניברסיטת אלכסנדריה, אלכסנדריה, מצרים  
<sup>5</sup>המחלקה למדעי הביולוגיה והכימיה, האוניברסיטה הלבנונית הבינלאומית, ביירות, לבנון  
<sup>†</sup>מחברים אלה תרמו באופן שווה לעבודה

### סוקרים צעירים

ARIANA  
גיל: 12



LUCIEN  
גיל: 12



NAOMI  
גיל: 12



מוח אשר נפגע עקב פגיעה מוחית טראומטית, יאבד חלק מתאיו. אם תאי המוח של אדם ניזוקים, עלולות להיווצר אצלו בעיות של שליטה בתנועה; בדיבור, או אפילו בזיכרון! התחזית היא כי בעתיד הנדסת רקמות תוכל בתקווה לסייע לאנשים עם פגיעה מוחית טראומטית. הנדסת רקמות מְעַרְבֶת בנייה של פיסת רקמה מחוץ לגוף, או סיוע לְחֵלֶק שֶנֶפְגַע בִּרְקֵמָה לַגְדוֹל מחדש ולתפקד בתוך הגוף. תאים הם אבני הבניין של הגוף, מוקפים על ידי מְטְרִיצָה שתומכת בהם, ומכונה 'מטריצה חוץ-תאית'. מדענים יכולים לייצר חיקויים מלאכותיים של המטריצה החוץ-תאית. המטריצה החוץ-תאית המלאכותית מסייעת לרקמה שניזוקה לגדול מחדש. במאמר זה נדון באופן שבו חומר בשם 'ג'ל-מָא' (Gel-MA), שהוא מטריצה חוץ-תאית מלאכותית, יכול לאפשר תכונות מְרַפְאוֹת במוחות פגועים.

## הקדמה

האם ידעתם כי לטאה יכולה לגדל מחדש את זנבה שנחתך? תכונה זו מכונה רֶגֶנֶרָצְיָה (התחדשות). רגנרציה היא יכולת שאינה ייחודית ללטאות. חיות רבות מסוגלות לגדל מחדש חלקים מגופן במטרה להחליף חלקים שניזוקו. כאשר תולעת שטוחה מסוימת נחתכת לחתיכות, כל חתיכה כזו יכולה להפוך לתולעת שלמה חדשה! כוכב ים יכול לגדל מחדש זרוע חדשה אם הוא מאבד אחת, ולעיתים זרוע בודדת יכולה לגדול לכדי כוכב ים שלם. גם לבני אדם יש יכולת לבצע רגנרציה, אולם ברמה פחותה. לדוגמה, האם אי פעם תהיתם מדוע כשאנו חותכים את עצמנו בטעות עם משהו חד, מאוחר יותר אנו מוצאים שהחתך נרפא ללא סימני פציעה, מלבד צלקות מזדמנות? זה קורה הודות ליכולת הרגנרטיבית של העור. למרבה הצער, לא כל חלקי הגוף והרקמות שלנו יכולים לתקן את עצמם, וחלקם אף פעם לא עושים זאת.

### יכולת רגנרטיבית (Regenerative capacity)

היכולת של הגוף לתקן ולהחליף תאים; רקמות, או איברים שניזוקו כתוצאה מפגיעה או ממחלה.

## המוח האנושי

מוחותינו הם כמו מכונות שפועלות יום ולילה, ללא הפסקה. איננו נותנים את הדעת על מרבית התפקודים שהמוח האנושי שולט עליהם, כמו נשימה; ויסות פעימות הלב, ועיכול המזון הנאכל באמצעות הַנְעָת שרירי הקיבה.

המוח הוא איבר מורכב הנמנה עם מערכת העצבים המרכזית. במוח ישנם שני סוגים עיקריים של תאים: תאי עֶצֶב (נוֹיְרוֹנִים) ותאי גְלִיָּה (איור 1). נוירונים הם השחקנים הראשיים בעיבוד מידע. המוח של כל אחד מאיתנו מכיל כ-100 מיליארד נוירונים – כמות השווה למספר הכוכבים בגלקסיית שביל החלב! נוירונים הם התאים המאפשרים את יכולותינו לחשוב; ללמוד; לזכור דברים ולהעביר הודעות לאזורים שונים בגוף. תאי גלייה תומכים בנוירונים. הם פועלים כמו מנהלי משק בית או אחים סיעודיים של המוח – מספקים לנוירונים תזונה ראויה; מְפַנֵּים נוירונים מתים ומגינים על נוירונים חיים מפני זיהום על ידי אורגניזמים זרים.

הנוירונים מחוברים זה לזה ויוצרים רשת שמאפשרת למוח לבצע את תפקודיו. אם רק כמה נוירונים במוח ניזוקים או מתים, הפרעה בסדר גודל קטן כזה ברשת הנוירונים עשויה שלא להיות מורגשת על ידי האדם שהושפע מכך. אולם, אם נוירונים רבים מתים, האדם שהושפע מכך עלול לסבול ממגוון בעיות: בתנועה; בזיכרון; בדיבור; בחשיבה וכד'. כאשר המוח מאבד נוירונים רבים מדי, הוא לא יכול להחליף את כולם. הסיבה לכך היא שהמוח, שלא כמו העור, אינו יכול לגדול מחדש. לכן, חייבים להגן על האיבר החיוני הזה!

דבר שחשוב לדעת על המוח הוא שטְלִטְלָה גורמת לו להישבר. פגיעת ראש שנובעת ממכה חזקה או מנפילה נקראת פגיעה מוחית טראומטית. היא עלולה לגרום טראומה למוח, ולשבש את תפקודיו התקינים. חבלות שונות בראש עלולות להוביל לסוגים שונים של פגיעות מוחיות טראומטיות, בדרגות שונות: קלה, בינונית וחמורה. התסמינים המופיעים עקב טראומה במוח תלויים במידת החומרה של הפגיעה המוחית הטראומטית, ובתכיפותה. פגיעות מוחיות טראומטיות אינן נדירות. זעזועי מוח למשל, שעלולים להתרחש כשאנו

### פגיעה מוחית טראומטית (Traumatic brain injury - TBI)

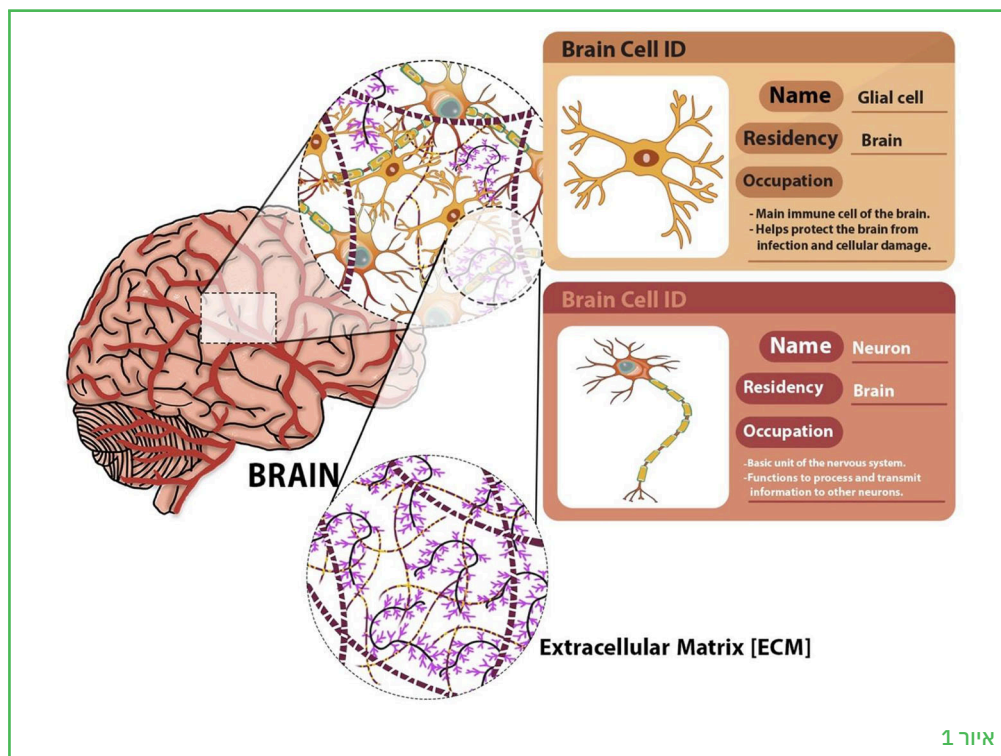
נזק שנגרם למוח עקב חבלה בראש. הפגיעה בדרך כלל מפריעה לתפקוד מוחי תקין.

**איור 1**

**המבנה התלת-ממדי של תאים במוח – תאי מוח והמטריצה החוץ-תאית שמקיפה אותם.** המוח האנושי מורכב משני סוגים עיקריים של תאים, המוצגים באזור המוגדל (מימין למעלה). אזור זה גם מראה תאי מוח המוקפים על ידי מטריצה חוץ-תאית (Extracellular Matrix – ECM). המטריצה החוץ-תאית מורכבת מרשת של מולקולות ביולוגיות, כפי שמוצג בעיגול המוגדל (משמאל למטה). היא מקיפה את הניורונים ויוצרת מבנה תלת-ממדי סביב לתאים, הפוקנה להם את צורתיהם ומסייע להם לבצע את תפקודיהם. שני סוגים עיקריים של תאים במוח, ניורונים (Neurons) ותאי גליה (Glial cell), מפורטים באזור המוגדל מימין למעלה. תאים אלה משתנים בצורתיהם, במבנים שלהם ובתפקודיהם. ניורונים מעבדים מידע ומעבירים אותו למערכות הגוף ולאיברים השונים בו. תאי גליה תומכים בניורונים באמצעות אספקת חומרי מזון, ומגינים על המוח כולו מפני נזק תאי וזיהום על ידי אורגניזמים זרים.

**רפואה רגנרטיבית (Regenerative medicine)**

ענף רפואי שמפתח שיטות להחליף או לייצר מחדש תאים אנושיים; רקמות, או איברים במטרה לשחזר תפקוד תקין או לבססו. התפקוד הפגום יכול להיות תוצאה של כל גורם, לרבות מומים מולדים; מחלה; טראומה, או הזדקנות.



איור 1

נופלים מאופניים; עוסקים בספורט, או מעורבים בתאונת רכב, הם אחד הביטויים של פגיעה מוחית טראומטית.

**רפואה רגנרטיבית מציעה מענה לפגיעות מוח טראומטיות**

מכה במוח עלולה לפגוע בחלק מהניורונים, ואפילו לגרום להם למות. ניורונים מתים לא ניתן להחליף כראוי. אפשר לְדַמּוֹת זאת לפיצוץ המתרחש בעיר, וגורם לחלק מהבניינים להתמוטט. ברור שהבניינים אינם יכולים לבנות את עצמם מחדש - כדי לתקן את הנזק נדרשים מהנדסים ופועלים. אם מיישמים את אותו הרעיון לאזורי גוף פגועים (כמו למשל המוח), **רפואה רגנרטיבית** יכולה לפעול כמו מהנדסים ופועלים, ולהציל את המצב [1].

הודות לרפואה רגנרטיבית, מתאפשר כיום שחזור של תפקודי גוף שניזוקו כתוצאה מפגיעה או מחלה. רפואה רגנרטיבית יכולה לשמש לטיפול במחלות מסוימות של מערכת העצבים, ובחלק ממחלות הלב. כמו כן ביכולתה להחליף או לתקן רקמות ואיברים שניזוקו עקב טראומה (כמו פגיעה מוחית טראומטית), או עקב הזדקנות. ישנן שתי דרכים שבהן רפואה רגנרטיבית יכולה לסייע. ראשית, על ידי שימוש בתאים שמוצרים מחוץ לגוף להחלפת תאים אבודים בגוף או תאים שניזוקו. שנית, על ידי הגברת הייצור של תאים חדשים בתוך הגוף. גישות הרפואה הרגנרטיבית הללו יכולות לתרום לחיזוק תפקוד של רקמות; הפחתת מוגבלויות ושיפור איכות החיים [2].

## הנדסת רקמות והדפוק הקסום

הנדסת רקמות היא תת-תחום חדש ברפואה רגנרטיבית, המשלב בין מדעי החיים להנדסה, ומיישם עקרונות משני תחומי דעת אלה. הנדסת רקמות מתמקדת בפיתוח רקמות מחוץ לגוף החי, שיכולות לשמש לשחזור תפקוד גוף או תחזוקו, או אפילו להחליף איבר שלם.

תאים הם אבני הבניין של רקמות, מחוברים באמצעות סוג של דבק שנקרא **מטריצה חוץ-תאית**. המטריצה החוץ-תאית מייצרת מבנה תלת-ממדי סביב לתא, אשר מסייע לתא לשמור על צורתו (איור 1). מבנה תלת-ממדי זה מסייע לתאים לתקשר זה עם זה, ומאפשר להם לתפקד כראוי. לכל סוג של תא (תאי מוח, תאי לב וכד') יש מטריצה חוץ-תאית הייחודית לו, ורק היא יכולה לאפשר לאותו סוג תא לתפקד כראוי. צורה אחת של הנדסת רקמות מנסה לספק לתאים את דבק המטריצה החוץ-תאית המתאים, שיוכל לסייע בתיקון תאים שניזוקו. הדבק הטוב ביותר הוא זה שהכי דומה למטריצה החוץ-תאית המקורית שבתוך הרקמה. לדוגמה, כדי שיהיו לנו תאי מוח תפקודיים, עלינו להשתמש במטריצה חוץ-תאית שדומה למטריצה החוץ-תאית הטבעית שמקיפה תאי מוח בתוך הגוף. הסיבה לכך היא שרק המטריצה החוץ-תאית של המוח מספקת לתאי המוח את המבנה התלת-ממדי התקין שלהם.

כאשר מהנדסים רקמה, מדענים משתמשים בתאים שהם מגדלים במעבדה ו/או בדבק מטריצה חוץ-תאית. הם יכולים לבנות רקמה שלמה במעבדה, ואז להשתיל אותה לאדם שזקוק לה. אפשרות נוספת היא לספק ישירות לרקמה הפגועה את החומרים להם היא זקוקה כדי לבנות את עצמה מחדש. במקרה זה, דבק המטריצה החוץ-תאית יכול להיות מוסף לרקמות שניזוקו, ללא צורך בהוספת תאים [3].

### ג'ל-מא – מטריצה חוץ-תאית המתאימה לטיפול בפגיעה מוחית טראומטית

אחד האתגרים של הפרעות מוחיות, כמו למשל פגיעה מוחית טראומטית, הוא שלא פשוט להחליף את הנוירונים שנפגעו. לנוירונים קשה לגדל את עצמם מחדש, מדענים עומלים קשה כדי לגרום לכך לקרות. מאחר שביצוע ניסויים על מוחם של בני אדם חיים אינו אֶתִי, מדענים משתמשים בתאים שגדלים בצלחות פלסטיק קטנות, שנקראות צלחות לתרבויות תאים (איור 2A). במעבדה שלנו, אנו מגדלים תאים מיוחדים שמבצעים תפקודים דומים לנוירונים. תאים מיוחדים אלה מתורבתים על מטריצה חוץ-תאית מלאכותית המכונה ג'ל-מא (Gel-MA). ג'ל-מא הוא סוג של ג'ל המורכב מג'לטין (אותו חומר המְקִינָה לג'לי את מרקמו). בְּחִנּוּ את ההשפעות של ג'ל-מא במטרה לבדוק אם הוא יכול לסייע לתאים לגדול. גידלנו את התאים המיוחדים עם כמויות שונות של ג'ל-מא. שמנו את התאים בצלחות לתרבויות תאים למשך יום אחד, ובדקנו כיצד הם גדלים. מצאנו שככל שהגדלנו את כמות הג'ל-מא, כך תאים רבים יותר חיו. כלומר, ג'ל-מא סייע לתאי המוח המיוחדים האלה לגדול טוב יותר (איור 2A).

בניסוי אחר, בְּחִנּוּ אם ג'ל-מא יכול להגן על נוירונים מפני נזק על ידי פגיעה מוחית טראומטית. לשם כך, השתמשנו בעכברים שאותם חשפנו לפגיעה מוחית טראומטית. מיקמנו טיפה של ג'ל-מא בְּמִקּוּם של פגיעת הראש. כעבור שבוע, העכברים עדיין היו בחיים, כלומר לג'ל לא

#### הנדסת רקמות

##### (Tissue engineering)

תת-תחום ברפואה רגנרטיבית המיישם עקרונות מתחומי הנדסה ומדעי החיים. משמשת לפיתוח תחליפים ביולוגיים שיכולים לשחזר רקמות או איבר שלם, לתחזקם או לשפר את תפקודיהם. עם התחליפים הביולוגיים נמנים ביו-חומרים; תאים ומולקולות פעילות ביולוגית. אלה יכולים לשמש ליצירת רקמות או תוצרים תאיים מחוץ לגוף, או לסייע לתקן רקמות בתוך הגוף.

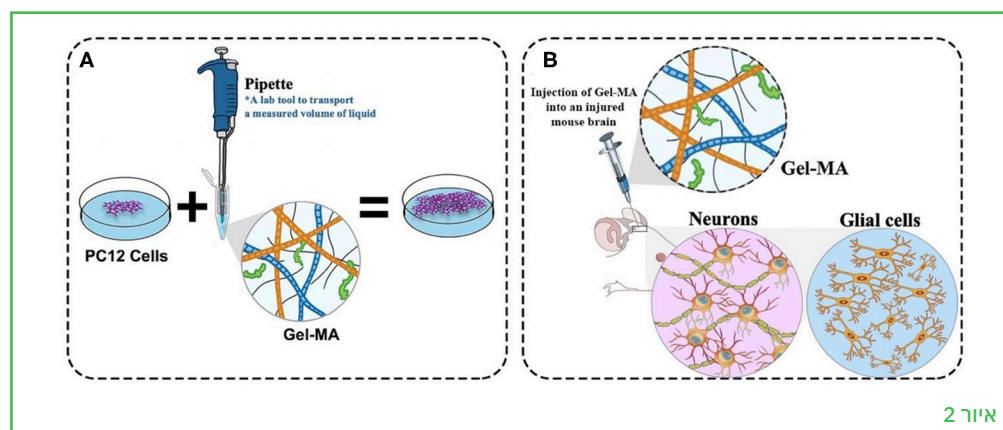
#### מטריצה חוץ-תאית

##### (Extracellular matrix - ECM)

רשת תלת-ממדית של מולקולות ביולוגיות שנמצאות סביב לתאים. מספקת תמיכה לתאים שהיא מקיפה.

## איור 2

ג'ל-מא הוא מטריצה חוץ-תאית פוטנציאלית לטיפול בפגיעות מוחיות. (A) תאים מיוחדים בשם PC12, שדומים מאוד לניורונים, גודלו בצלחות לתרבויות תאים. כאשר ג'ל-מא הוסף לתאים, מספרם גדל. (B) ג'ל-מא הונח ישירות על המוחות הפגועים של עכברים, במטרה לחקור את ההשפעות המועילות והמְרפאות שלו בפגיעה מוחית טראומטית. נמצא כי ג'ל-מא הקטין את היקף הפגיעה כאשר הונח על המוחות הפגועים, וסייע לתאי גלייה ולניורונים לתפקד טוב יותר.



איור 2

היו השפעות רעילות. כשבדקנו את המוחות של העכברים שניזקו, מצאנו שהפגיעות כמעט נעלמו בחלוף שבוע ממועד הוספת הג'ל-מא. כעת, אנו בודקים אם ג'ל-מא, שמוסף למוחות הפגועים של עכברים, יכול לשפר את התנהגותם של עכברים אלה, או אם בעקבות כך הם יכולים לבצע מטלות מנטליות בצורה טובה יותר. אם נראה שיפור, המשמעות היא שג'ל-מא מסייע בריפוי פגיעות מוחיות, וביכולתו לשחזר תפקודים מוחיים (איור 2B).

## סיכום ומסקנות

אנו משתמשים בג'ל-מא מאחר שביכולתו לסייע לניורונים לבסס את המבנה התלת-ממדי התקין שלהם. זאת בדומה למה שמטריצה חוץ-תאית טבעית מבצעת במוח. היבט חשוב נוסף הוא שג'ל-מא אינו רעיל לתאים, להפך, הוא מגביר את גדילתם. ממצא זה מְרַגֵּש מאחר שמשמעותו היא כי באמצעות שימוש במטריצה חוץ-תאית מלאכותית, כיום אנו מסוגלים לסייע למוח הפגוע בתהליך החלמתו [4]. בניסויים שלנו נוכחנו כי לג'ל-מא יש תכונות מְרפאות במהלך פגיעה מוחית טראומטית. שאיפתנו היא שבעתיד מדענים יוכלו לשפר את הטיפול בפגיעה מוחית טראומטית באמצעות ג'ל-מא או בצורות אחרות של הנדסת רקמות. למוח, שבמשך זמן רב נחשב כבלתי ניתן לתיקון, יש כעת פוטנציאל ריפוי. ג'ל-מא יכול להציע שיטה חדשנית ומבטיחה עבור טיפול בפגיעה מוחית טראומטית. עתה, עלינו ליישם את הממצאים שלנו על עכברים בבני אדם, כדי שנוכל להתמודד עם פגיעה מוחית טראומטית – נושא בעל חשיבות בכל רחבי העולם.

## מאמר המקור

Al Rifai, N., Hasan, A., Kobeissy, F., Gazalah, H., and Charara, J. 2015. "Culture of PC12 neuronal cells in GelMA hydrogel for brain tissue engineering," in *2015 International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME)*. p. 254–7. doi: 10.1109/icabme.2015.7323300

## מקורות

1. Mondello, S., Schmid, K., Berger, R. P., Kobeissy, F., Italiano, D., Jeromin, A., et al. 2014. The challenge of mild traumatic brain injury: role of biochemical markers in diagnosis of

- brain damage. *Med. Res. Rev.* 34:503–31. doi: 10.1002/med.21295
2. Colombo, F., Sampogna, G., Coccoza, G., Guraya, S. Y., and Forgione, A. 2017. Regenerative medicine: clinical applications and future perspectives. *J. Microsc. Ultrastruct.* 5:1–8. doi: 10.1016/j.jmau.2016.05.002
  3. Kim, Y., Ko, H., Kwon, I. K., and Shin, K. 2016. Extracellular matrix revisited: roles in tissue engineering. *Int. Neurobiol. J.* 20:S23–9. doi: 10.5213/inj.1632600.318
  4. Al Rifai, N., Hasan, A., Kobeissy, F., Gazalah, H., and Charara, J. 2015. "Culture of PC12 neuronal cells in GelMA hydrogel for brain tissue engineering," in *2015 International Conference on Advances in Biomedical Engineering (ICABME) Beirut*. p. 254–7. doi: 10.1109/icabme.2015.7323300

פורסם אונליין: 23 במאי 2024

נערך על ידי: Robert T. Knight

מנחים מדעיים: Marina Shpaner

ציטוט: (2024) Tanios J, Al-Halabi S, Hasan H, Abdelhady S, Saliba J, Shaito A | Kobeissy F. הנדסת רקמות בפגיעות מוחיות טראומטיות. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.514428-he

תורגם והתאם מ: Tanios J, Al-Halabi S, Hasan H, Abdelhady S, Saliba J, Shaito A and Kobeissy F (2021) Tissue Engineering in Traumatic Brain Injuries. *Front. Young Minds* 8:514428. doi: 10.3389/frym.2020.514428

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © 2021 © 2024 Tanios, Al-Halabi, Hasan, Abdelhady, Saliba, Shaito ו Kobeissy. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

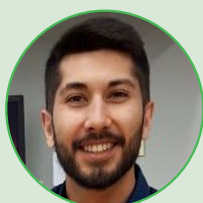
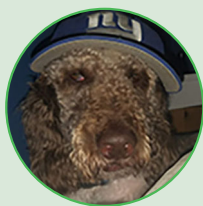
## סוקרים צעירים

ARIANA, גיל: 12

קוראים לי אריאנה ואני בת 12. חלק מהתחביבים האהובים עליי הם קריאה; הוקי קרח ומוזיקה. אני מנגנת בקלרינט ובפסנתר. סדרת הספרים האהובה עליי היא הארי פוטר, ואני יכולה לקרוא בערך ספר ביום! כמו כן אני אוהבת לעסוק במדע בדרך חווייתית ולערוך ניסויים באומנות.







## LUCIEN, גיל: 12

שמי לואיסָן, תלמיד כיתה ו. המקצועות האהובים עליי הם תחומי ה-STEM: מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה. ענפי הספורט החביבים עליי הם הוקי, טניס וסקי. דברים נוספים שמהם אני נהנה הם יצירת תמונות תלת-ממדיות במחשב; עיצוב גרפי; משחקי מחשב וצפייה בתכנים במחשב שביתי. יש לי שתי אחיות קטנות. כשאני מציק להן, אני אוהב להכין עבורן ארוחת בוקר.

## NAOMI, גיל: 12

קוראים לי נעמי, תלמידת כיתה ו. בזמני הפנוי אני נהנית לקרוא; לעסוק בספורט ולנגן בפסנתר ובקרן יער. אני הבת הבכורה במשפחה, ויש לי שני אחים צעירים מעצבנים מאוד!

## הכותבים

### JUDY TANIOS

כיום אני אֶמְבְּרִיולוֹגִית (עוסקת בהתפתחות העובר) זוטָרָה במרפאת הפריה חוץ-גופית (IVF). בתפקידי אני מחויבת לנסות לגרום לניסים לקרות עבור אלה שאיבדו תקווה להולדת ילדים. כדי לִמְמַשׁ את תשוקתי למחקר, אני מתנדבת במעבדה של דוקטור פִּיֶרְס קוֹבֵיִיסי באוניברסיטה האמריקנית של ביירות. אני אוהבת לקרוא פרסומים מדעיים גם בזמני הפנוי, לצפות בסרטים ולקיים לפחות ערב סרט אחד עם חברים מִדֵי שבוע.

### SARAH AL-HALABI

למדתי לתואר ראשון בבייכומיה באוניברסיטה הלבנונית הבינלאומית. כיום אני לומדת לתואר שני בביולוגיה באוניברסיטה האמריקנית של ביירות. עם תחומי העניין המחקריים שלי נמנים סרטן; מיקרוביולוגיה; טְרַנְסְקְרִיפְטוֹמִיקָה (ענף מחקר העוסק באפיונו של רנ"א משועתק מִגֶּנוֹם מסוים), וִפְרוֹטְאוֹמִיקָה (ענף מחקר העוסק בחלבונים בקנה מידה נרחב, בפרט במבנה חלבונים ובתפקודם). אני מעוניינת להשלים דוקטורט בביולוגיה או בבייכומיה.

### HIBA HASAN

כיום אני מתנדבת במחלקה לבייכומיה וגנטיקה מולקולרית באוניברסיטה האמריקנית של ביירות. המעבדה מתמקדת בהבנת הבסיס הפתולוגי לפגיעות מוחיות, ובוחנת טיפולים מבוססי תאים ותרופות עבור פגיעות מוחיות טראומטיות. יש לי תואר שני בביולוגיה עם התמחות באימונולוגיה, שבמהלכו בחנתי פעילויות אנטי-דלקתיות ופעילויות חומרים נוגדי חמצון (אנטי-אוקסידנטים) של סוכנים טבעיים שונים על מחלות אוטואימוניות. אני מקווה לעשות דוקטורט שיתמקד בבסיס האימונולוגיה של הפרעות אוטואימוניות, ומקווה למצוא תרופה למחלות כאלה.

### SAMAR ABDELHADY

אני רופאה. עשיתי התמחות מחקרית במעבדתו של דוקטור קוֹבֵיִיסי באוניברסיטה האמריקנית של ביירות. במסגרת זו חקרתי פגיעה מוחית טראומטית באמצעות חיות מוֹדֵל. בזמני הפנוי, אני אוהבת לצייר איורים מדעיים, ליצור אומנות שקשורה למוח ולצפות בסרטים אשר עוסקים במוח. מאחר שעבודתי כרוכה בשעות ארוכות של ישיבה ליד שולחן כתיבה, אני נהנית לצאת לטייל כדי לשמור על גופי בכושר.

### JOHN SALIBA

אני דוקטורנט להנדסה ביו-רפואית באוניברסיטה האמריקנית של ביירות. תחומי העניין המחקריים שלי הם מדעי המוח; ביו-חומרים; הנגשת תרופות וסרטן. בעל תואר שני ב-BioMEMS (מערכות ביולוגיות מיקרו-אלקטרו-מכניות) ותואר ראשון בפיזיקה. יש לי תשוקה ללמידת דברים חדשים ולהבנת האופן שבו

העולם סביבי פועל. אני מקווה שאוכל לתרום לשיפור שירותי הבריאות של מטופלים דרך ממצאים מדעיים חדשים וגישות חדשות לטיפול.



### ABDULLAH SHAITO

עשיתי את הדוקטורט שלי באוניברסיטת דרום-מערב טקסס (דאלאס, טקסס, ארצות הברית), במסגרתו חקרתי אינטראקציות של מיקרואורגניזמים במיקרוביוטה עם תאי המעיים. כיום, אני עוזר פרופסור באוניברסיטה הבינלאומית הלבנונית (ביירות, לבנון). פרויקטי המחקר הנוכחיים שלי כוללים שימוש בתאי גזע לטיפול בפגיעות מוחיות טראומטיות, ותקשורת תא-תא שמתרחשת בסוגי סרטן שונים. אני גם מלמד כמה קורסי יסוד בבילוגיה לתואר ראשון. נשלחו לי הודעת מייל כשתגיעו לקולג' ותצטרכו עזרה בקורסים שלכם בבילוגיה. [\\*abdshaito@gmail.com](mailto:abdshaito@gmail.com)



### FIRAS KOBEISSY

אני מדען מוח עם ניסיון רחב בפגיעות מוחיות ניסיוניות. כיום, אני עוזר פרופסור במחלקה לביוכימיה באוניברסיטה האמריקנית של ביירות. את הדוקטורט שלי בתחום מדעי המוח קיבלתי מאוניברסיטת פלורידה. מחקרי העכשווי מתמקד בזיהוי סמנים ביולוגיים לרעילות שנובעת משימוש יתר בתרופות, ובנירוף פרוטאומיקה (מחקר מינים ומבנים של חלבונים המרכיבים את מערכת העצבים), בפגיעות מוחיות טראומטיות. אני חבר במרכז המחקר לנירוף פרוטאומיקה וסמנים ביולוגיים, ובמרכז לחקר פגיעה מוחית טראומטית, במכון המוח מקנייט באוניברסיטת פלורידה. [\\*firasko@gmail.com](mailto:firasko@gmail.com)

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים  
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس  
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK