[[1]](#endnote-1)

פעילות לכיתת הביולוגיה לכבוד יום המאה לגילוי האינסולין

מבוססת על סיפור מדעי של פרופ' אהוד זיו, המרכז הרפואי הדסה והאוניברסיטה העברית בירושלים

נכתבה ע"י ד"ר מיכל דנין-קרסלמן, המרכז הארצי למורי הביולוגיה

עריכה לשונית: נדין קלברמן

הקדמה

השנה, שנת 2021, אנו מציינים 100 שנה לגילוי ההורמון אינסולין. משמעות הגילוי היא בידוד האינסולין מהלבלב, הוכחת השפעתו הביולוגית על איזון מטבוליזם הגלוקוז בגוף ורמתו בדם והבנת השימוש בו כתרופה מצילת חיים לחולים סוכרתיים. גילוי זה היה תוצאה של מחקר שנערך באוניברסיטת טורונטו בעיר טורונטו שבקנדה. בשלביו הראשונים נערך המחקר בכלבים. השלב הראשון (מאי 1921) היה בידוד האינסולין מהלבלב של כלב בריא, והשלב השני (יולי 1921) התמקד בהזרקת החומר החדש שהתקבל לכלב סוכרתי ואיזון רמת הגלוקוז בדמו. שיאו של המחקר היה בהכנת אינסולין מלבלב של בקר ובטיפול מוצלח בנער חולה סוכרת (ינואר 1922).

כדי להעריך את חשיבות הגילוי, נפתח דווקא בטיפול בחולי סוכרת היום, טיפול שעומד להינתן לנועה, חולת סוכרת ותלמידת ביולוגיה בתיכון.

**שלב א: קריאה על הלבלב המלאכותי**

**קראו את הקטע** "נועה מגד מתחברת ל"לבלב מלאכותי".

הצעות למורה: האם יש לכם שאלות שדורשות הבהרה לפני שנמשיך?

**נועה מגד מתחברת ל"לבלב מלאכותי"**

ביום שלישי בבוקר ניכרת התרגשות רבה בבית משפחת מגד. עוד מעט יצאו להרכיב "לבלב מלאכותי"**1** לנועה במרכז הסוכרת שבבית חולים גדול במרכז הארץ. נועה, בת 16, תלמידה בכיתה י"א, היא סוכרתית כבר 10 שנים. נועה מזריקה אינסולין בשנים האחרונות בעזרת משאבת אינסולין. אינסולין הוא 'הורמון החיים' שלה**2**, היא מקפידה על ניתור הגלוקוז, ומזה שנה היא משתמשת במד גלוקוז רציף. הרופא שלה במרכז הסוכרת, ד"ר עודד ניר, אומר שהיא נמנית עם הפציינטים הרציניים ביותר שהוא מטפל בהם. נועה שומרת על דיאטה נכונה, היא בין המובילות בנבחרת הכדורסל של בית הספר ומנסה לשמור על מצב רוח טוב ככל האפשר. "אחריות אישית" היא הסיסמה שלה. הודות לסקרנות ולמודעות שלה, נועה מתעניינת במחלה שלה בכל היבט, בין אם זו ההיסטוריה של המחלה והטיפולים בה ובין אם אלה חידושים בטיפול בסוכרת. הסוכרת "שלה" קרויה סוכרת מסוג 1 (פעם נקראה סוכרת נעורים), והיא נגרמת מהרס מלא של התאים המייצרים ומפרישים את האינסולין לאחר תהליך אוטואימוני שקורה בגוף החולה.

ליד הכניסה בחדר ההמתנה תלויות שתי כרזות גדולות. הכרזה הראשונה שכותרתה: "100 שנה לגילוי האינסולין", מראה בקבוק אינסולין מהדגמים שהיו בתקופה ההיא ולידו תמונת מזרק זכוכית עם מחט ענקית. הכרזה השנייה מראה גבר צעיר המחובר למשאבת אינסולין מתקדמת (היברידית**3**) בצדה האחד של הבטן ולמד גלוקוז רציף בצדה השני של הבטן. ביד הוא מחזיק טלפון "חכם". ד"ר ניר יצא לקראתה ולקראת הוריה ולפני שנכנסו לחדרו אמרה נועה: "עכשיו אני מתרגשת מאוד לקראת התקנת, המכשור אבל כשנסיים יש לי הצעה ובקשה לגבי הכרזות שתלויות כאן."

התקנת המכשור ארכה זמן לא רב. הדרכת השימוש בו הייתה ארוכה יותר וכללה הרבה הסברים על הרבה אפשרויות לשימוש נכון, כמו גם על הרבה אפשרויות לתקלות. עולם חדש נפתח לנועה: יותר חופשיות**4** אבל הרבה יותר אחריות. נועה וד"ר ניר סיכמו שיהיו בקשר טלפוני רצוף וייפגשו למחרת להפקת לקחים ולהמשך ההדרכה. ד"ר ניר הזכיר לנועה את עניין הכרזות, אך היא השיבה שהיא עייפה ומרוגשת מדיי ושהרעיונות שלה דורשים הסבר ארוך מאוד. היא הציעה שהרופא יזמין אותה לשיחה בנושא ביום אחר, וכך קבעו.

למחרת התקיימה פגישה נוספת במרפאה, ולאחר מכן ניהלו ביניהם שיחות טלפון יומיות במשך שבוע. בפגישת התאמה נוספת במרפאה שלו, כשנועה מרגישה שהיא בדרך הנכונה, נקבעה עם ד"ר ניר פגישה לגבי הכרזות התלויות במרפאה.

**הערות**

1. לבלב מלאכותי הוא מכשיר הנישא על גבי החולה, שמאזן את ריכוז הסוכר בדם בדומה ללבלב אמיתי. במכשיר חיישן המושתל מתחת לעור החולה שמאפשר ניטור רציף של הסוכר בדם, ומערכת של עירוי קבוע של אינסולין המותאמת לחיווי הסוכר הרציף. הרחבה על הלבלב המלאכותי ניתן לקרוא [בכתבה כאן](https://www.ynet.co.il/articles/0%2C7340%2CL-5559964%2C00.html).

2 אינסולין הוא הורמון המופרש מהלבלב לזרם הדם, וגורם להגברת הספיגה של סוכר בשרירים ובתאים אחרים ולהפחתת רמות הסוכר בדם במהלך היום ולאחר ארוחות. בהיעדר אינסולין, כמו בחולי סוכרת מטיפוס 1, רמות הגלוקוז הגבוהות בדם והיעדר אספקת גלוקוז לשרירים ולתאים אחרים, גורמים לשיבושים פיזיולוגיים רבים ויכולים לגרום אף למוות.

3. בקרת הגלוקוז בדם היא למעשה תוצאה של שני הורמונים לבלביים, אינסולין וגלוקגון, שהשפעותיהם על רמת הגלוקוז בדם הן הפוכות. המילה "היברידית" מתייחסת לפיתוח החדיש ביותר של הלבלב המלאכותי שבו מוזרק לא רק אינסולין אלא גם גלוקגון, ועל ידי כך מושלם החיקוי של פעילות הלבלב בוויסות הסוכר בדם.

4. בטיפול ללא הלבלב המלאכותי יש צורך בבדיקות שתן יזומות של רמת הגלוקוז ובדקירות תכופות של העור להזרקת אינסולין בהתאם למדידות הגלוקוז. בטיפול זה חולי הסוכרת, ולא פעם גם בני משפחתם, חייבים להתמקד במצבו הבריאותי ללא מנוח. הלבלב המלאכותי מאפשר לחולים ולבני משפחתם לנהל את חייהם בבטחה ובחופשיות, ככל אדם אחר.

**שלב ב: הצעתה של נועה**

**קראו את הקטע "**הצעתה של נוע**ה".**

הצעות למורה: אחרי הקריאה של הפסקה, אפשר לציין בפני התלמידים שבסוף הפעילות תינתן לתלמידים אפשרות, או מטלה, להציע עיצוב לכרזה לציון מאה שנה לגילוי האינסולין, שתיתלה בחדרי המתנה בבתי החולים השונים. אפשר להמליץ להם לחשוב על כך תוך כדי התקדמותם בקריאת המשך המאמר:

* מה המסר המדעי?
* אילו מסרים חברתיים-אתיים הייתם רוצים להביע?
* איזו הרגשה אישית הייתם רוצים להשאיר אצל המטופלים במרפאה, הרגשה שתלווה אותם במהלך הטיפולים בתסמיני הסוכרת?
* איזה סגנון ויזואלי הייתם רוצים שיהיה בכרזה?

אפשר לרכז את הרעיונות על הלוח או על נייר גדול, כדי לחזור לכך בהמשך.

**הצעתה של נועה**

נועה לומדת ביולוגיה בתיכון. כשלמדו בכיתה על סוכרת הציעה נועה להרצות, ביחד עם חברתה מורן, לתלמידי הכיתה על חידושים בטיפול. מה הייתה הבקשה וההצעה של נועה ומורן בקשר לכרזות?

הן הסבירו לד"ר ניר כי לדעתן מרפאת הסוכרת היא המקום שבו צריך לכבד את פורצי הדרך במחקר וברפואה שהביאו את הטיפול בסוכרת להישגיו הגדולים. נועה ומורן הדגישו שיצירת לבלב מלאכותי הוא הישג עצום שעוזר ביום יום לחולי הסוכרת מסוג 1, וציינו שמדובר במעל מיליון וחצי חולי סוכרת מסוג 1 בעולם.

אחרי קריאה מעמיקה בהיסטוריה של המחלה ובפריצות הדרך שהביאו את התוצאה העכשווית, הסיקו שצריך לציין בראש ובראשונה את מי שגילו את האינסולין לפני 100 שנה; ולא פחות חשובים ותורמים להצלחה היו החוקרים שגילו כ-30 שנה לפני גילוי האינסולין, שמקור ההפרשה הפנימית של הגורם המשפיע (האינסולין) הוא הלבלב.

ד"ר ניר חישב במהירות ואמר: "אם כך אתן מציעות לתלות תמונות של שישה אנשים?" נועה ומורן אמרו שיש עוד תמונה חשובה מאוד, המדגישה בזכות מי היה הגילוי של הלבלב כמקור האינסולין והגילוי של האינסולין עצמו; אלה היו כמובן כלבי המחקר שבזכותם חיים בעולם חולי הסוכרת מסוג 1 שחייהם תלויים יום יום בהזרקת אינסולין חיצוני. נועה ומורן הראו לד"ר ניר מה הן רוצות לכתוב ליד התמונות שיהיו תלויות במרפאה:  נועה ומורן סיפרו לד"ר ניר מה הן למדו על ההיסטוריה של גילוי האינסולין, והשלושה קבעו להיפגש שוב כדי לדון בתכנון הכרזות לחדר ההמתנה.

**שלב ג: קריאה על ההיסטוריה של גילוי האינסולין**

**קראו את** המאמר על ההיסטוריה של גילוי האינסולין. **השיבו על השאלות המבוססות על המאמר, בקבוצות או ביחידים, בהתאם להנחיות המורה.**

הצעות למורה:

על מנת לייעל את הקריאה ולגוון את השיעור ניתן לחלק את המאמר לשני חלקים ולערוך פעילות "ג'יקסו".

**ההיסטוריה של גילוי האינסולין**

בידוד האינסולין מהלבלב הוא דוגמה חשובה של מחקר ביולוגי שהביא תוצאות רפואיות. שני מחקרים הביאו את התוצאה שנמנית עם התוצאות החשובות במחקר הביולוגי. המחקר הראשון נערך בשנת 1889 על ידי החוקרים אוסקר מינקובסקי (Oskar Minkowski) וג'וזף פון מרינג (Josef von Mering) באוניברסיטת שרבורג בגרמניה. המחקר נערך על כלבים, ומטרתו הראשונה הייתה למצוא את הפורמולציה הנכונה לספיגת שומנים מהמעי כדי לעזור לחולים שיש להם בעיות בספיגת שומנים מהמזון הרגיל. עיקרה של שיטת המחקר היה לבדוק את תפקיד אנזימי העיכול המופרשים מבלוטת ההפרשה החיצונית העיקרית למעי - הלבלב. הלבלבים של חיות המודל (כלבים) הוצאו בשלמותם, ואח"כ נבדק הרכב השומנים במזון ובהפרשות של כלבים עם לבלבים ובלעדיהם. הניתוח של הכלב הראשון כבר הביא לתוצאות המהפכניות בהבנת הביולוגיה של הסוכרת. הכלב התאושש מהניתוח אבל השתין ללא הפסקה בכל המעבדה. מינקובסקי בדק את השתן ומצא שהוא מכיל הרבה גלוקוז וגופי קטו האופייניים לסוכרת. התוצאה הזה לא הייתה צפויה, ולכן פון מרינג ומינקובסקי חזרו על הניסוי עם כמה כלבים נוספים וקיבלו את אותה תופעה אצלם. הוצאה מלאה של הלבלב גרמה למצב של סוכרת, שכונתה "סוכרת לבלבית". החוקרים הסיקו שיש מקור אחד בגוף - הלבלב, אשר מכיל את הגורם המפקח על מטבוליזם הפחמימות, ומפריש אותו ב"הפרשה פנימית" מהלבלב לשאר אברי הגוף (המושג הורמון התקבל יותר מ-10 שנים מאוחר יותר). המחקר התפרסם בעיתון מדעי ובכנסים בין לאומיים עוד באותה שנה (1889), וחוקרים רבים אחרים הטילו ספק במסקנות המחקר. פון מרינג ומינקובסקי ערכו בכלבים סדרת ניסויים נוספים כדי לבסס את מסקנותיהם. לאחר הוצאה מלאה של הלבלב מכלב, השתילו החוקרים חלק מהלבלב תחת העור של אותו כלב באזור הגב (השתלה עצמית). הכלב לא הפך לסוכרתי. אחרי כמה ימים הוציאו החוקרים את חתיכת הלבלב המושתל, והכלב הפך לסוכרתי.

לאחר שמסקנות המחקרים של פון מרינג ומינקובסקי התקבלו בעולם המדעי, ניסו לא מעט חוקרים לבודד את ה"חומר הפנימי" מהלבלב המפקח על מטבוליזם הפחמימות בגוף כדי להפוך אותו לתרופה מצילת חיים. היה ברור לחוקרים שהתנאי להצלחת הכנת תכשיר פעיל הוא שמירת פעילותו הביולוגית של חומר ההפרשה הפנימית. זה מכבר היה ידוע, שמקורו של הגורם הפעיל מקבוצות תאים בלבלב הקרויים איי לנגרהנס (המהווים רק 2% מתאי הלבלב), ושהגורם הפעיל כנראה מתפרק על ידי אנזימי העיכול רבי העוצמה הנמצאים ביתר חלקי הלבלב.

לרופא צעיר בקנדה, ד"ר פרדריק גרנט בנטינג (Frederick Grant Banting), היה רעיון איך להקטין את פעילות אנזימי העיכול המצטברים בלבלב. בחודש מאי 1921 החל בעבודה במעבדתו של הפיזיולוג הידוע פרופ' ג'ון ג'ימס ריצ'רד מקלאוד (John James Richard Macleod) באוניברסיטת טורונטו בעזרת סטודנט לרפואה צ'רלס הרברט בסט (Charles Herbert Best). הרעיון היה לגרום לניוון תאי ההפרשה החיצונית מהלבלב בכלבים על ידי קשירת הצינור היוצא מהלבלב לתריסריון למשך שבעה עד 10 שבועות. בשלב השני הוצא הלבלב מהכלב ועבר פירוק ומיצוי בקור בתמיסת רינגר פיזיולוגית. השלב השלישי והקובע היה הזרקה תוך ורידית של נוזל המיצוי לכלב שהוצא ממנו הלבלב והפך לסוכרתי. העבודה המעבדתית כללה ניתוחי כלבים, הכנת המיצוי, קביעות גלוקוז בדם ובדיקות דם נוספות. המיצוי הנוזלי שהוכן על ידי בנטינג ובסט הביא בפעם הראשונה בהיסטוריה להורדת רמת הגלוקוז בדם הכלבים ולאיזון הגלוקוז לאורך זמן. בנטינג ובסט הראו שגם מיצוי מלבלב של חתול וארנבת מביא לאותה תוצאה בבדיקה על כלבים.

התקדמות חשובה לקראת טיפול בבני אדם חלה כאשר הופק מיצוי פעיל מלבלב של בקר. המיצוי הראשוני שעבד על כלב, הוזרק הזרקה תת עורית לנער לאונרד תומפסון ב-11 בינואר 1922 - חמישה עשר מ"ל של נוזל אפור, אך לא היה שינוי ברמות הגלוקוז הגבוהות בדמו. ד"ר ג'ימס ברטרן קוליפ (James Bertran Collip), ביוכימאי שצורף לצוות, הכין מיצוי מרוכז ונקי יותר שהוזרק ללאונרד תומפסון ב-23.1.1922. אפקט הורדת רמות הגלוקוז בדם היה דרמתי. תומפסון קיבל זריקה נוספת למחרת ועוד 9 זריקות יומיות החל מ-27.1.1922. גופי הקטו נעלמו מדמו, ורמות הגלוקוז בדמו ירדו לטווח נורמלי. עד חודש מרץ באותה שנה טופלו עוד שבעה ילדים חולי סוכרת שהיו על סף מוות עם הצלחה דומה. הגורם מונע הסוכרת קיבל את השם "אינסולין", על שם איי הלבלב שמפרישים אותו (insula, פירושו אי בלטינית).

פריצת הדרך בטיפול מציל החיים הושגה. ההישג הרפואי ובמיוחד האנושי סוכם על ידי ד"ר אליוט ג'וסלין מבוסטון: "עד חג המולד של 1922 ראיתי כל כך הרבה מקרים של כמעט תחיית המתים והבנתי שלנגד עיני מתרחש חזון העצמות היבשות של הנביא יחזקאל".

בימינו אנו כל שנה מתגלים בעולם כ-130 אלף חולים חדשים של סוכרת מסוג 1, שחייהם ניצלים בזכות האינסולין שהחוקרים גילו ובזכות הכלבים שבלעדיהם לא היה המחקר מתקיים ומצליח.



בנטינג ובסט יחד עם אחד מכלבי המחקר

**מקורות**

Banting FG. and Best CH., The internal secretion of the pancreas, The Journal of Laboratory and Clinical Medicine, St. Louse, VII: 5(February), 251-266, 1922.

Banting FG, Best CH, Collip JB, Campbell WR, and Fletcher AA., Pancreatic extracts in the treatment of diabetes mellitus: preliminary report., Canadian Medical Association Journal, 12(March): 141-146, 1922.

Minkowski O., Historical development of the theory of pancreatic diabetes by Oscar Minkowski, 1929: introduction and translation by Rachmiel Levine. Diabetes. 38(1): 1–6. 1989.

Bliss M., The history of insulin, Diabetes Care, 16(Suppl 3): 4–7, 1993.

Roth J, Qureshi S, Whitford I, et al., Insulin’s discovery: new insights on its ninetieth birthday.

Diabetes Metab Res Rev. 28: 293–304. 2012.

**מקורות נוספים**

\* [סוכר, סוכרת ומה שביניהם](https://www.youtube.com/watch?v=-HHYdIC8KQg) - ריאיון עם ד"ר אהוד זיו לכבוד יום הסוכרת הבינלאומי בשנת 2015

<https://www.youtube.com/watch?v=-HHYdIC8KQg>

\* [The Discovery of Insulin](https://www.youtube.com/watch?v=Gk1D4VgM8jY) - סרטון על גילוי האינסולין: ריאיון עם ד"ר שנטל מתיו (Chantel Mathieu) ביוני 2021 על התקופה שקדמה לגילוי האינסולין, על ההיסטוריה של גילוי האינסולין ותחזית על עתיד הטיפול בחולי סוכרת מסוג 1. (ניתן להפעיל תרגום אוטומטי לעברית ולערבית.)

<https://www.youtube.com/watch?v=Gk1D4VgM8jY>

\* [Dr. Banting's Miracle Drug](https://www.youtube.com/watch?v=kVG7xlY7xVg) - סרטון מ-2018 על ההיסטוריה של גילוי האינסולין, עם דגש על הנפשות המעורבות, על האינטראקציה ביניהם ועל ההכרה הבינלאומית שניתנה לחלק מהמדענים המעורבים.

(אין כתוביות ולא ניתן להפעיל תרגום אוטומטי.)

<https://www.youtube.com/watch?v=Gk1D4VgM8jY>

**שלב ד: שאלות הבנה על בסיס המאמר**

הצעות למורה (או למורים. ההנחיה היא לנקוט לשון רבים המייצגת את שני המינים)

* כדאי לפתוח בסיעור מוחין קצר בכיתה על מחשבות ו/או שאלות שעולות אצל תלמידים בעקבות קריאת המאמר.
* אחר כך הנחו את התלמידים, כקבוצות או כיחידים, לעבור על שאלות ההבנה.
* עברו בין הקבוצות וודאו שההנחיות והשאלות ברורות לתלמידים.

**שאלות על הניסוי של מינקובסקי ופון מרינג משנת 1889**

1. באותה תקופה מחלת הסוכרת הייתה ידועה, אבל מטרת הניסוי של מינקובסקי ומרינג לא הייתה קשורה לסוכרת. מה הייתה מטרת הניסוי המקורית? מה הביא את החוקרים לבצע את הניסוי?

מינקובסקי ופון מרינג ביקשו ללמוד על תפקיד הלבלב בוויסות המטבוליזם של שומנים, כדי למצוא מזור לאנשים שסובלים מקשיי ספיגה של שומנים ממערכת העיכול.

2. מה היה ידוע על תפקוד הלבלב לפני הניסוי של מינקובסקי ומרינג?

הלבלב היה ידוע בעיקר כמקור של אנזימי עיכול, בעיקר מפרקי חלבונים וסוכרים.

3. תארו את עיקר הניסוי ותוצאותיו.

החוקרים הוציאו בניתוח את כל הלבלב של הכלב מתוך כוונה לבדוק את סוגי השומנים שיימצאו בהפרשות הכלבים. הכלבים התאוששו מהניתוח, אבל התחילו להשתין בצורה מוגזמת במעבדה.

4. הסבירו כיצד תוצאות הניסוי נקשרו לתופעת הסוכרת?

השתנת יתר הייתה ידועה כתסמין ראשוני ואופייני מאוד לחולי סוכרת. החוקרים בדקו בעקבות זאת גם את רמות הסוכר בשתן, שהיו אכן גבוהות מהרגיל.

5. אילו מסקנות נלמדו מתוצאות הניסוי, וכיצד הן השפיעו על המחקר בשנים שלאחר מכן?

החוקרים הסיקו שיש ללבלב תפקיד בוויסות רמת הגלוקוז בנוזלי הגוף, ושייתכן שיש בלבלב גורם שחסר בחולי סוכרת, ושהשלמתו תסייע לחולים אלו.

6. האם הייתם מצפים לביצוע של ניסוי דומה בימינו? הסבירו.

תשובה אפשרית: לא היינו מצפים, כי היום היו נמנעים מהרחקה של איבר שלם. היום היו קודם כול עורכים השוואות בשיטות מיקרוסקופיות ודימות בין חולים לבריאים, כדי למפות את האזורים הרלוונטיים למחלה, או השוואות גנטיות שיובילו לזיהוי המולקולות הרלוונטיות, ואח"כ - לזיהוי מקום הפרשתן.

**שאלות על הניסוי של בנינג ובסט משנת 1921**

7. מה היה ידוע על תפקודי הלבלב לפני הניסוי של בנינג ובסט?

היה ידוע כי הלבלב מייצר אנזימי עיכול, אבל שיש בו אזור קטן שמתפקד בוויסות גלוקוז.

8. מה היה הקושי של חוקרי הסוכרת בשנים שלפני הניסוי של בנינג ובסט? מה גרם לקושי זה?

הקושי היה במיצוי הגורם הפעיל בלי שיתפרק על ידי אנזימי העיכול מהלבלב עצמו.

9. מה היה הרעיון המקורי של בנינג שעליו התבסס הניסוי שהצליח?

הרעיון המקורי היה למנוע גישה של אנזימי העיכול לגורם מונע הסוכרת שבלבלב.

10. תארו את שיטת הניסוי ותוצאותיו.

הגישה הראשונה הייתה לקשור את צינור ההפרשה של הלבלב למעי ועל ידי כך לנוון את פעילות התאים שמייצרים ומפרישים את אנזימי העיכול שעלולים לפרק את הגורם הפעיל. הניסוי הזה לא היה מוצלח, ולכן עברו למיצוי רקמת הלבלב עם ממסים אורגניים בקור (שגרמו לדנטורציה של הפרוטאזות) כתוצאה מכך התקבלה תמיסה - שהזרקתה לכלב סוכרתי תחילה, ובהמשך לחולה סוכרת - הורידה את רמת הגלוקוז בדמם במהירות לרמות קרובות לנורמליות.

11. מה הייתה תרומתו של ד"ר קוליפ להצלחת הניסוי?

בתחילה לא הצליחו המיצויים מהלבלב של בנינג ובסט לתת תוצאות עקביות. ד"ר קוליפ סייע בניקוי ובריכוז התמצית, כך שהזרקתה מתחת לעור הצליחה להוריד את רמת הגלוקוז אצל הנער המטופל.

12. בשיחה שלו עם נועה הזכיר ד"ר ניר שישה אנשים שראוי לציינם לצד התמונות בכרזה. לאילו שישה אנשים התכוון ד"ר זיו, לדעתכם?

מינקובסקי, מרינג, מקלאוד, בנינג, בסט, קוליפ, ואולי גם המטופל הראשון - תומפסון.

13. (לא חובה) האם יש לכם שאלות בשלב זה על ההיסטוריה של גילוי האינסולין, על הלבלב, על אינסולין ועל סוכרת?

**שלב ה: דיון ערכי בעקבות הקריאה על גילוי האינסולין**

לפניכם כמה שאלות אפשריות לדיון. קיימו דיון בהתאם להנחיות המורה.

\* מה דעתכם על השימוש בכלבים ועל דרך השימוש בכלבים (או יונקים אחרים) לצורכי התפתחות מדע הרפואה?

\* פרס נובל לרפואה ניתן רק לבנינג ולמקלאוד. האם לדעתכם הדבר מוצדק?

\* האם יש ערך לכך שמטופלים יידעו על מחקרי מפתח שהובילו לפיתוח הטיפול שממנו הם נהנים? הסבירו.

\* בהתחשב בידע שהיה קיים בתחילת המאה ה-20, כיצד השפיעה תגלית האינסולין על התקדמות מדע הרפואה בכלל?

הצעות למורה

מומלץ לקיים דיון על שאלה אחת או על כל השאלות, בהתאם לזמן שנשאר לשיעור. ניתן לקיים שיחה פתוחה בזמן השיעור או סיעור מוחין על גבי פלטפורמות דיגיטליות כמו מודל וגוגל קלאסרום. מטרת הדיון לעורר מחשבה ומודעות, אך אין הכרח להגיע למסקנות חד משמעיות.

**שלב ו: בניית כרזה לחדר המתנה**

חזרו למה שכתבתם בסוף שלב ב, לאחר קריאה של "הצעתה של נועה". בדקו את עצמכם - האם נוספו לכם רעיונות חדשים לאחר קריאת המאמר על ההיסטוריה של גילוי האינסולין? הוסיפו אותם.

כעת התארגנו בקבוצות, לפי הנחיות המורה, וצרו טיוטה של כרזה על נייר גדול, או באחד מהכלים הדיגיטליים העומדים לרשותכם.

הצעות למורה

\* אפשר לדון בקצרה ככיתה על מטרות הכרזה מבחינת תוכן, עיצוב ויזואלי וסגנון. אפשר גם לדלג על הדיון הכיתתי, אבל להנחות את הקבוצות לרשום לעצמן מה מטרות הכרזה שינחו אותם בעבודתם.

\* אם תלמידים מעוניינים בתמונות של החוקרים, הם יכולים למצוא אותן בסרטונים שמוזכרים תחת "מקורות נוספים" אחרי [המאמר](https://docs.google.com/document/d/1DpruNB4vxKTF1x9Ebx15Z3RouzkRLNDqkUIiRC7Falk/edit?usp=sharing) [ההיסטורי](https://docs.google.com/document/d/1DpruNB4vxKTF1x9Ebx15Z3RouzkRLNDqkUIiRC7Falk/edit?usp=sharing).

\* ישנם כלים רבים וחינמיים שפותחו [ליצירת כרזות דיגיטליות או אינפוגרפיקה](https://digitalpedagogy.co/?s=%D7%9B%D7%A8%D7%96%D7%95%D7%AA).

אם הגישה למחשבים בעייתית, אפשר בפשטות לחלק לכל קבוצה נייר לבן גדול, שעליו יארגנו התלמידים את מחשבותיהם ויעצבו את הכרזה לפי טעמם.

\* ניתן להכריז על תחרות בין הקבוצות על הכרזה/כרזות הכי מוצלחות מבחינת תוכן ועיצוב. הפרס לזוכים יכול להיות ממתק בריא יחסית.

**שלב ז: סיום הפעילות בקריאת האפילוג**

קראו את הפסקה המסיימת של המאמר של ד"ר אהוד זיו: " אפילוג: בחזרה לנועה וד"ר ניר".

הצעות למורה: אפשר גם להפנות את התלמידים העמלים על בניית הכרזה לקריאה של הפסקה החותמת את המאמר של ד"ר זיו. היא יכולה לסייע להם למקד את מטרות הכרזה שהם מעצבים.

**אפילוג: בחזרה לנועה וד"ר ניר**

ד"ר ניר חכך בדעתו ואמר "דבר ראשון, הכיתוב ליד התמונות ארוך, אבל בהתחשב בעובדה שהחולים מחכים לרופא לא מעט זמן, ייתכן שאפשר להשאיר אותו. לגבי התמונות - יש לי הצעה אחרת: תמונה אחת להישגי העבר ותמונה שנייה להווה. לגבי העבר אולי במקום שש תמונות של האנשים שבאמת מגיע להם כבוד רב, לתת תמונה אחת שבה רואים את בנטינג ובסט יחד עם אחד מכלבי המחקר - שלוש דמויות מרכזיות בהישג המדהים. בתמונה שנייה - ההווה," ד"ר ניר שתק לרגע  ואמר "אין צורך בעוד תמונה של לבלב מלאכותי, צריך לתת משהו אנושי. מה דעתך נועה שניתן תמונה שלך זורקת וקולעת כדור לסל כסמל לתקווה של חולי הסוכרת לחיות חיים רגילים בעזרת ההתקדמות שכבר הושגה במאה השנים האחרונות ותמשיך להתקדם עם המוטיבציה של הסוכרתיים והחוקרים?" מורן מיד תמכה. נועה אמרה שהיא עוד צריכה לחשוב על זה.

1. מרכז המורים מופעל על ידי המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע עבור משרד החינוך במסגרת מכרז מס' 22/11.2020: הקמה והפעלה של מרכזי המורים הארציים במקצועות הבאים: מדעים, טכנולוגיה ומתמטיקה. [↑](#endnote-ref-1)