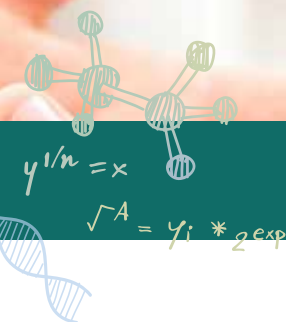
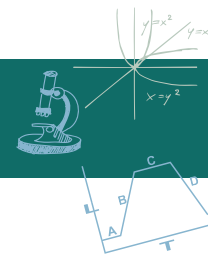


ביורפואה חישובית סוכרת | מדריך למורה



חולה או לא חולה?



אבחון מחלת הסוכרת

למורה: מומלץ שהתלמידים יבצעו את הפעילות "מהו ריכוז" אם טרם עשו אותה או להזכיר להם את עיקריה, אם כבר עשו אותה.

למרפאה של רופאת משפחה מגיע ד.כ., גבר בשנות ה-50 לחייו. הוא מספר שאימו חולת סוכרת וגם בני משפחה מצד אביו חולים במחלה ומביע חשש שאולי גם הוא. לדבריו יש עלייה בתכיפות במתן שתן, וגם בלילה הוא לפעמים מתעורר בשל כך, אבל מלבד זאת אין משהו מיוחד שהוא סובל ממנו. הוא מציג לרופאה את תוצאות בדיקת הדם האחרונה שביצע:

ריכוז גלוקוז בדם לאחר צום: 113 מיליגרם לדציליטר

הבדיקות מעלות ספק אצל הרופאה והיא מתקשה להחליט אם ד.כ. אכן חולה סוכרת ויש להוריד את ריכוז הגלוקוז בדמו. היא יודעת שאבחון מוטעה של אדם בריא כאילו היה חולה סוכרת עלול לסכן אותו, ולכן הרופאה מעוניינת להתייעץ עם מומחה לסוכרת.

בפעילות זאת תתבקשו ליעץ לרופאה בנוגע לאבחון הסוכרת של ד.כ.

חלק א: מהי סוכרת?

אתם מתבקשים לראיין אנשים בסביבתכם הקשורים למחלת הסוכרת. תוכלו לקיים ראיונות עם חולי סוכרת, רופאי משפחה, רופאים במשפחה, תזונאים קליניים.

למורה: רצוי לדאוג לכך שלפחות אחד המרואיינים יהיה רופא (רצוי רופא משפחה או פנימי) כדי שהמידע שיתקבל על המחלה יהיה גם מקצועי. אם יש קושי למצוא רופאים שמוכנים לפגוש את התלמידים, כדאי יהיה לאמת את המידע שאספו עם אתר מקצועי על סוכרת. לדוגמה: [כללית](#) או [אינפומד](#)

1. נסחו יחד, בכיתה, שאלות שהייתם מעוניינים לשאול בראיון. כמו כן, בקשו מהמרואיינים שלכם בדיקות שנעשו בהקשר לסוכרת (בעילום שם, כמובן) והביאו אותן לכיתה.

למורה: מאוד חשוב שהתלמידים ינסחו שאלות למרואיינים בעצמם. אם הם מאוד מתקשים בהעלאת שאלות לפני הראיון או כשאלות סיכום אפשר לעזור להם עם שאלות לדוגמה:

1. מהם התסמינים של המחלה?
 2. מהו המנגנון הפגוע בקרב חולי סוכרת?
 3. אילו בדיקות קיימות למחלה?
 4. אילו תרופות מקבלים החולים במחלה, ואילו הרגלים הם היו צריכים לשנות בהמלצת הגורמים המטפלים בהם?
- אפשר ורצוי שהתלמידים יסכמו את התשובות מהראיונות באופן שיתופי כלשהו - מסמך שיתופי, מצגת שיתופית.

2. מה למדתם מהראיונות על מחלת הסוכרת?
 א. מהם התסמינים של המחלה?
 ב. מהו המנגנון הפגוע בקרב חולי סוכרת?
 ג. אילו בדיקות קיימות למחלה?
 ד. אילו תרופות מקבלים החולים במחלה, ואילו הרגלים הם היו צריכים לשנות בהמלצת הגורמים המטפלים בהם?

למורה: סוכרים הם אבני הבניין של רוב הפחמימות. קיימים סוגים שונים של סוכרים, וגלוקוז הוא אחד מהם. בסוכרת מדובר על עלייה בריכוז סוכר מסוג גלוקוז בדם.

3. התבוננו ב**בסרטון** המסביר מהי מחלת הסוכרת.

א. מה תוכלו להוסיף למה שלמדתם מהראיונות?

ב. תארו במילים שלכם את רצף האירועים שחל בגופו של אדם בריא לאחר ארוחה.

הפחמימות מתפרקות במערכת העיכול לסוכרים, שנספגים לדם. העלייה בריכוז הסוכר בדם, בעיקר סוכר מסוג גלוקוז, נורמת לעלייה בהפרשת ההורמון אינסולין. באמצעות זרם הדם מגיעות מולקולות הגלוקוז ומולקולות אינסולין לכל הגוף, ויוצאות מכלי הדם לתאים. באמצעות אינסולין נכנס הגלוקוז לתוך התאים שם הוא משמש להפקת אנרגיה.

ג. בסרטון מדומה ההורמון אינסולין למפתח. האם לדעתכם הדימוי למפתח מתאים לאינסולין? אם כן, מדוע ואם לא – איזה דימוי אחר הייתם בוחרים לאינסולין ומדוע לדעתכם הוא מתאים יותר?



4. א. היפוגליקמיה היא מצב שבו ריכוז הגלוקוז בדם **נמוך מאוד**. היעזרו במידע על **היפוגליקמיה** כדי להסביר מדוע חושבת הרופאה שאבחון אדם בריא כחולה סוכרת הוא מסוכן.

ירידה חזקה בריכוז הגלוקוז בדם עלולה לגרום להתעלפות ולמצב מסכן חיים. אם אדם בריא יטופל בתרופות להורדת ריכוז הגלוקוז בדם כאילו הוא חולה סוכרת - הוא עלול להגיע למצב של היפוגליקמיה המסכנת חיים.

ב. יש חולי סוכרת העונדים צמיד ובו פניה בנוסח:

אני חולה סוכרת. אם התעלפתי שימו לי בפה קוביית סוכר שתמצאו בכיס.

מדוע חולי סוכרת צריכים ללכת עם ממתקים בתיק או בכיס?

במקרה של ירידה משמעותית בריכוז הגלוקוז בדם וכניסה למצב של היפוגליקמיה חולי הסוכרת עלולים להתעלף. הגלוקוז מהמתק שבפה ייספג דרך כלי הדם שבפה ישירות לזרם הדם, וכך מעלים את ריכוז הגלוקוז בדם באופן מיידי. טיפול כזה מחזיר אותם כמעט מייד להכרה.

חלק ב: איך מאבחנים סוכרת?

אבחון נכון של מצבו המטופל חשוב לרופאה: אם ד.כ. אכן חולה סוכרת, יש לטפל בהורדת ריכוז הגלוקוז בדם כדי למנוע את הסיבוכים הקשים מהמחלה; ואם הוא מאובחן כחולה סוכרת בטעות, עלול הטיפול לגרום להיפוגליקמיה. כדי לאבחן סוכרת נעזרים הרופאים בשלוש בדיקות: (1) ריכוז גלוקוז בדם, (2) המוגלובין מסוכר, ו-(3) העמסת סוכר.

1. ריכוז גלוקוז בדם



בבדיקה זאת מגיע הנבדק למעבדת בדיקות, לרוב בקופת החולים, לאחר לפחות 8 שעות צום לשם בדיקת דם. המבחנה עם הדם מועברת למעבדה. התוצאות מתקבלות ביחידות של משקל לנפח: מיליגרם לדציליטר (אלפיות גרם גלוקוז לכל עשירית הליטר).

5. א. איך הייתם בודקים מאיזה ריכוז של גלוקוז בדם כדאי להתנהג בזהירות כדי למנוע סוכרת או לטפל במחלה?

הציעו דרך למצוא את המדדים שמאותתים לאנשים שהם עלולים לחלות בסוכרת אם לא יישמרו.

כדי לדעת מהם ערכי ריכוז גלוקוז בדם הגורמים למחלת הסוכרת נערך בעבר סקר נרחב באוכלוסיה. למשתתפים בסקר נערכו בדיקות דם, וכן נבדק האם הם סובלים מסיבוכים האופייניים למחלה. נמצא, שהסיבוכים הופיעו בקרב אנשים שבדיקות הדם שלהם הראו ערכי גלוקוז העולים על 125 מיליגרם לדציליטר. על פי הסקר נקבעו ערכי ריכוז הגלוקוז בדם המתאימים למצבי סוכרת שונים:

מצב בריאותי	ריכוז אופייני של גלוקוז בדם לאחר צום
בריאים	פחות מ-100 מיליגרם לדציליטר
טרומ סוכרתיים	100-125 מיליגרם לדציליטר
סוכרתיים	126 ומעלה מיליגרם לדציליטר

למורה: ערכי טרום-סוכרת נקבעו בשלב מאוחר יותר, מתוך מחשבה שאפשר יהיה למנוע הידרדרות לסוכרת. לרוב אין צורך לטפל תרופתית במצבים אלה. למתעניינים, ראו [מאמר](#) ב-Science.

ערכים אלה של רמות גלוקוז בדם משמשים עד היום כסטנדרט: ערכים שלפיהם יכולים רופאים לאבחן מצב של סוכרת. ב. בדיקת הדם של ד.כ. הראתה שריכוז הגלוקוז בדם לאחר צום היה 113 מיליגרם לדציליטר. כיצד הייתם מאבחנים אותו על פי בדיקה זאת בלבד?
על פי ערך זה ד.כ. הוא טרום סוכרתי.

בדרך כלל רופאים לא מאבחנים סוכרת על פי בדיקה אחת בלבד של ריכוז גלוקוז בדם (או אפילו על פי יותר מבדיקה אחת). כדי להבין מדוע בדיקה זו אינה מספיקה בכדי לאבחן את ד.כ, נביט בדוגמה הבאה:

ריכוז בדם מיליגרם לדציליטר	תאריך
130	01-03-2018
75	02-03-2018
100	03-03-2018
150	04-03-2018
85	05-03-2018
90	06-03-2018
95	07-03-2018
105	08-03-2018
115	09-03-2018
100	10-03-2018
100	11-03-2018
150	12-03-2018
130	13-03-2018
135	14-03-2018
135	15-03-2018
65	16-03-2018
85	17-03-2018
85	18-03-2018
85	19-03-2018
100	20-03-2018
105	21-03-2018
130	22-03-2018
125	23-03-2018
120	24-03-2018
120	25-03-2018
110	26-03-2018
150	27-03-2018
113	28-03-2018
86	29-03-2018
88	30-03-2018
75	31-03-2018

לפניכם גיליון של מתנדב ובו תוצאות בדיקות של ריכוז גלוקוז בדם עם ההתעוררות בבוקר (מקביל לבדיקה לאחר צום) במשך חודש. לרוב, לא שולחים אדם לבצע בדיקות כל יום אלא אם כן הוא מאובחן כחולה ומבצע את הבדיקות הללו בבית.

למורה: הבדיקות נלקחו באמצעות מכשיר ביתי למדידת ריכוז גלוקוז בדם. אדם זה נמצא בסיכון לסוכרת: לעיתים ערכי הגלוקוז בדמו עולים מעל 126 מיליגרם לדציליטר. ממוצע ערכי הגלוקוז בדם אינו מגיע ל-126 מיליגרם לדציליטר, אבל הוא מעל 100 מיליגרם לדציליטר, ולכן אינו בטוח הערכים הבריאים. יחד עם זאת, הממוצע אינו מדד בטוח משום שאינו מצביע על התנדדות בערכי הגלוקוז לאורך זמן.

- ג. חשבו את הממוצע של ריכוז גלוקוז בדם עבור אדם זה. איזו מקבוצות האוכלוסיה (חולים, טרום-סוכרתיים, בריאים) מאפיין הממוצע שחישבתם?
הממוצע: 107 מיליגרם לדציליטר, מאפיין טרום-סוכרתיים.
- ד. האם אתם יכולים על סמך הגיליון לאבחן אם האדם חולה סוכרת, טרום סוכרתי או בריא? הסבירו על פי מה קבעתם את האבחון.
- ה. אם אתם מתלבטים – הסבירו מדוע. מה הייתם מציעים לעשות במקרה שבו קשה להחליט?
- ו. כיצד היו הרופאים מאבחנים אדם זה אילו פנה לבדיקה בתאריך 5.3? כיצד היו מאבחנים אותו אילו פנה בתאריך 12.3? בתאריך 26.3? מדוע?
בתאריך 5.3 היה האדם מאובחן כבריא כי 85 נמוך מ-100 מיליגרם לדציליטר; בתאריך 12.3 היה האדם מאובחן כחולה סוכרת, כי 150 גבוה מ-126 מיליגרם לדציליטר; בתאריך 26.3 היה האדם מאובחן כטרום סוכרתי כי 110 הוא ערך ביניים בין 100 ל-125 מיליגרם לדציליטר.
- ז. אילו היה המתנדב מתבקש לבצע בדיקות של ריכוז הגלוקוז בדם רק ארבע פעמים במהלך החודש בפער של שישה ימים לפחות ביניהן: 1. הביאו דוגמא לצירופי ימים שבהם ממוצע הבדיקות היה מראה שהמתנדב חולה סוכרת. 2. הביאו דוגמא לצירופי ימים שבהם ממוצע הבדיקות היה מראה שהמתנדב טרום סוכרתי. 3. הביאו דוגמא לצירופי ימים שבהם ממוצע הבדיקות היה מראה שהמתנדב בריא.

..... דיון מתמטי

בסעיף ז' רמת החשיבה הנדרשת עולה. תלמידים נדרשים לחיפוש פתוח (ללא דרך פתרון שנוסחה עבורם מראש). במקום לחשב ממוצעים של ריכוז הגלוקוז בבדיקות שונות, התלמידים מתבקשים להביא דוגמאות של תוצאות בדיקה שהממוצע שלהן ממלא תנאי כלשהו (מאפיין אדם בריא/ סוכרתי/טרום סוכרתי).

תלמידים יכולים לנקוט באסטרטגיה נוחה, שבה הם בוחרים רק ימים עם ערכים המתאימים לאבחון המבוקש (בריא/סוכרתי/טרום סוכרתי). כדי למנוע זאת, הוספנו דרישה שהפער בין הבדיקות יהיה של 6 ימים. כך התלמידים נדרשים לשיקולים מורכבים יותר. שיקולים הנשענים על תכונות הממוצע (ראו דוגמאות בהמשך) הם יעילים יותר, ורצוי שיעלו בדיון. יש לשער שלפחות חלק מהתלמידים יתבססו על תכונות ממוצע ידועות להם, ותשובותיהם ידגישו שהכרת תכונות הממוצע יכולות לעזור למצוא את התשובה בקלות וביעילות.

כדאי לבקש מתלמידים אחדים להציע דוגמאות לימים שמתאימים לדרישות הסעיף, וגם להסביר את השיקולים שלהם. כל תלמיד בתורו יכול להביא דוגמה משלו ולהסביר את השיקולים שלו כשחיפש את הדוגמה או להגיב על דוגמה שתלמיד אחר הציע, או על השיקולים שלו. דוגמאות להצעות שתלמידים יכולים להעלות:

"חיפשתי 4 ימים במרווח המתאים שכול תוצאות מתאימות לאדם בריא. עלי לבחור רק ימים שבהם הבדיקות מראות ריכוז גלוקוז של פחות מ-100 מיליגרם לדציליטר."

(השיקול הוא נכון אבל נשים לב שאין דוגמאות כאלה. אין 4 ימים כאלה, בפער של 6 ימים לפחות ביניהם, שבכולם תוצאת הבדיקה מצביעה על אדם בריא. לכן התלמידים צריכים שיקולים מורכבים יותר).

"אקח בהתחלה ימים אקראיים ואחשב ממוצע. ואם לא אקבל את התוצאה הרצויה אחפש ימים אחרים"

(גם זו דרך אפשרית אלא שאינה יעילה).

"כדי שהממוצע של ריכוז הגלוקוז בדם יהיה קטן מ-100 סכום הריכוזים של 4 ימים צריך להיות קטן מ-400".

(זהו שיקול שמתבסס על תכונת הממוצע. הממוצע הוא סכום הנתונים חלקי מספר הנתונים. מכאן שסכום הנתונים הוא הממוצע כפול מספר הנתונים)

"לא הייתה לי אפשרות לבחור רק ימים שבהם ריכוז הגלוקוז היה נמוך מ-100 מיליגרם לדציליטר. בחרתי גם ימים שהתוצאה הייתה קצת יותר גבוהה, וקיזזתי אותם עם ימים שבהם הריכוז היה נמוך בהרבה מ-100".

(גם שיקול זה מתבסס על תכונות הממוצע: סכום הסטיות כלפי מעלה מהממוצע תמיד שווה לסכום הסטיות כלפי מטה מהממוצע.)

ח. מהם לדעתכם היתרונות והחסרונות של ממוצע ריכוז גלוקוז בדם כמדד לאבחון סוכרת?
הממוצע של 107 מיליגרם לדציליטר מצביע על כך שלפעמים הערכים גבוהים מהערכים הרצויים (מעל 100) ויש בכך רמז למצב שאינו בריא. כלומר, ממוצע יכול להראות סטייה מסוימת מהמצב הרצוי.

יש לשים לב לכך, שהממוצע יכול להיות בטווח הנורמלי, גם אם במהלך החודש היו מספר ימים שבהם היו ערכים גבוהים מ-100 מיליגרם לדציליטר. כמו כן, על פי הממוצע קשה לדעת האם רוב הזמן הערכים הם תקינים, האם קיימת קפיצה אחת ממושכת או מעט קפיצות שפזורות לאורך החודש, או עד כמה הסטיות מהממוצע גדולות. כמו כן, הממוצע לא מראה חריגות מהמצב הבריא שהן מזיקות במקרה של סוכרת גם כשהן כלפי מעלה מהממוצע וגם כשהן כלפי מטה ממנו.

ט. בדרך כלל רופאים מפנים נבדקים לפחות לבדיקת ריכוז גלוקוז בדם אחת נוספת. כיצד יכולה בדיקה שנייה לעזור באבחון?

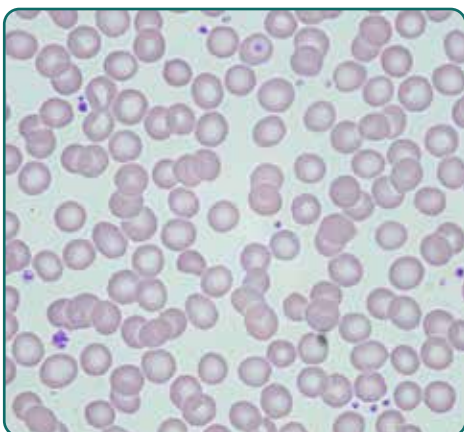
בדיקה שנייה יכולה לאתר תנודות בערכי הגלוקוז בדם, ומקטינה את האקראיות שבבדיקה ביום יחיד.

למורה: אבחון סוכרת לרוב לא נשען רק על שתי בדיקות כאלה. בהמשך הפעילות יחשפו התלמידים לבדיקות נוספות שיש לבצע כדי לאבחן ביתר ביטחון.

2. המוגלובין מסוכרר

בבדיקת הדם שביצע ד.כ. נבדק אחוז ההמוגלובין המסוכרר (A1C). תוצאות הבדיקה הצביעו על **5.7% המוגלובין מסוכרר**.

למורה: מידע נוסף על דרך ביצוע הבדיקה מופיע בעמוד האחרון של יחידה זו



תאי הדם האדומים עשירים בחלבון **המוגלובין**, הקושר חמצן. נוסף לחמצן, מולקולות המוגלובין קושרות גם מולקולות גלוקוז, ובמצב זה הן מכונות המוגלובין מסוכרר. נמצא, שככל שריכוז הגלוקוז בדם גבוה יותר, כך אחוז ההמוגלובין המסוכרר גבוה יותר.

6. א. כיצד נתון זה מתקשר לאבחון מחלת הסוכרת?

ריכוז הגלוקוז בדם של חולי סוכרת הוא לרוב גבוה יותר. לכן, סביר להניח, שבקרב חולי סוכרת יהיה יותר המוגלובין מסוכרר לעומת אנשים בריאים.

ב. הוסיפו לאיורים הבאים של כלי הדם את מולקולות ההמוגלובין והגלוקוז בדם של אדם בריא ושל אדם חולה בסוכרת.

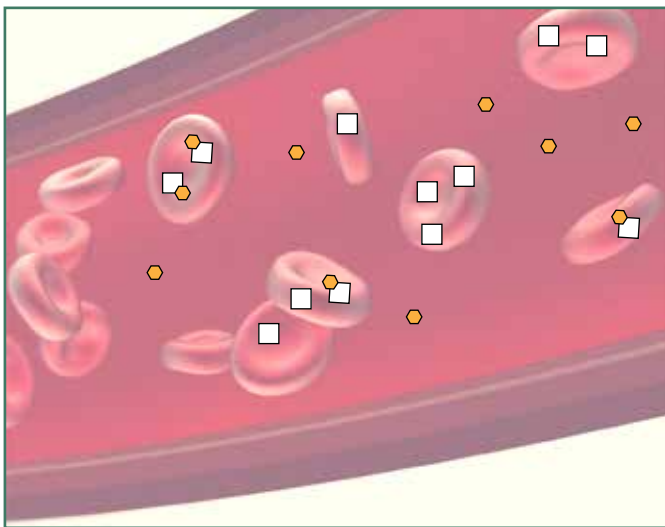
- למורה:** הציורים שהתלמידים יקבלו יכללו רק את הרקע של כלי הדם. האיורים של ההמוגלובין והגלוקוז המופיעים כרגע הם דוגמה לתשובה אפשרית. גם אם התלמידים יציירו קצת אחרת, הרעיונות המרכזיים שצריכים להיות נוכחים בתשובותיהם הם:
- ההמוגלובין + המוגלובין מסוכרר מצויים בתוך תאי הדם האדומים.
 - גלוקוז חופשי מצוי בעיקר בזרם הדם.
 - בגופו של אדם בריא יש פחות גלוקוז חופשי בזרם הדם (מאשר בגופו של חולה סוכרת).
 - בגופו של אדם בריא יש פחות המוגלובין מסוכרר (מאשר בגופו של חולה סוכרת).

סמנו בציור **מולקולות גלוקוז** כמשושים: ●

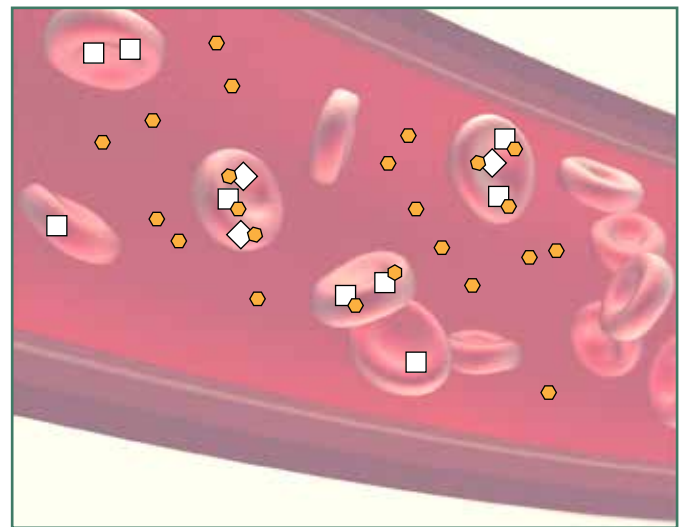
מולקולות המוגלובין כריבועים: □

מולקולות המוגלובין מסוכרר סמנו כ- □●

שימו לב: מולקולות המוגלובין ומולקולות המוגלובין מסוכרר נמצאות בתאי הדם האדומים. גלוקוז נמצא לרוב מחוץ לתאים, בנוזל הדם.



אדם בריא



חולה סוכרת

בדיקת המוגלובין מסוכרר כוללת שני שלבים עיקריים:

בשלב הראשון בודקים כמה המוגלובין יש בדגימת הדם של הנבדק. המספר המתקבל כולל המוגלובין מסוכרר והמוגלובין לא מסוכרר.

בשלב השני בודקים רק את כמות ההמוגלובין המסוכרר בדגימה.

ג. לאישה שנשלחה לבדיקת המוגלובין מסוכרר נמצאו סך הכל 13.4 גרם לדציליטר המוגלובין, ומתוכם 0.8 גרם לדציליטר היו המוגלובין מסוכרר. חשבו את אחוז ההמוגלובין המסוכרר של האישה.

$$\frac{\text{כמות ההמוגלובין המסוכרר בדגימה}}{\text{סך כל כמות ההמוגלובין בדגימה}} \times 100$$

6% המוגלובין מסוכרר: 0.8:13.4x100

ועוד נתון חשוב על בדיקת המוגלובין מסוכרר: תאי דם אדומים חיים לכל היותר 3 חודשים. כל עוד תא הדם עדיין חי מולקולות ההמוגלובין שסוכררו נשארות קשורות לגלוקוז. לכן, ביום שבו נלקחת דגימת הדם מתקבלת כמות המוגלובין המסוכרר שהצטברה בתאי הדם האדומים במשך שלושת החודשים האחרונים.

אחוז ההמוגלובין המסוכרר נבדק בקרב אנשים בריאים ואנשים חולי סוכרת. על פי הסקר נקבעו הערכים המתאימים למצבי סוכרת שונים:

מצב בריאותי	אחוז ההמוגלובין המסוכרר האופייני
בריאים	פחות מ-5.7%
טרומ סוכרתיים	5.7-6.5%
סוכרתיים	6.5% ומעלה

בדומה לערכי רמת הגלוקוז בדם, גם ערכים אלה של אחוז המוגלובין מסוכרר משמשים כסטנדרט: ערכים שלפיהם יכולים רופאים לאבחן מצב של סוכרת.

- ד. לאיזה אבחון מתאימה תוצאת הבדיקה של האישה הנ"ל?
ה. תוצאות הבדיקה של ד.כ. הצביעו על 5.7% המוגלובין מסוכרר. לאיזה אבחון מתאימה תוצאת הבדיקה?
ו. מה לדעתכם מוסיפה בדיקת המוגלובין מסוכרר על בדיקת ריכוז הגלוקוז בדם?
המוגלובין מסוכרר נותן מידע על ערכי הגלוקוז בדם לאורך זמן, לפחות שלושה חודשים, וכך נמנעת האקראיות שבדגימה.

3. העמסת סוכר

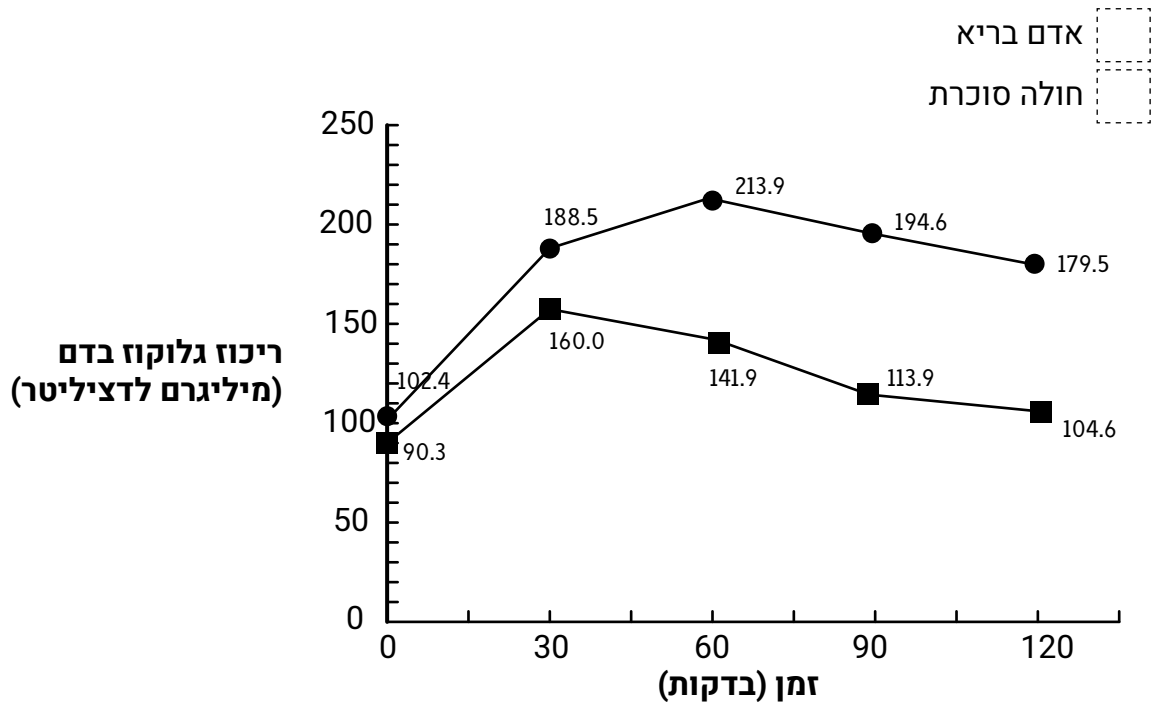
בדיקת העמסת סוכר כרוכה באי-נוחות למטופל ולכן אם אין התלבטות או חשש אמיתי לגבי מטופל, לא נהוג לבקש בדיקה זו. הרופאה מתלבטת אם להפנות את ד.כ. להעמסת סוכר. לאחר שתלמדו על בדיקה זו עליכם ליעץ לרופאה אם כדאי להפנות אליה את ד.כ. בבדיקה זאת עוקבים אחר היכולת של הנבדק לפנות גלוקוז מהדם. תחילה נוטלים דגימת דם מהנבדק. לאחר מכן, הנבדקים מתבקשים לבלוע נוזל מתוק מאוד המכיל כ-70 גרם גלוקוז (שווה ערך לכ-6 כפות סוכר). לאחר שעה, שעתיים ושלוש שעות (או מידי חצי שעה) נלקחת מהם שוב דגימת דם (בסך הכל לפחות ארבע בדיקות דם). בדיקת העמסת סוכר מספקת נתונים על מספר שלבים במסלול הגלוקוז בגוף לאחר בליעת הנוזל:

למורה: שלבים אלה דומים בחלקם למסלול שעוברת תרופה בגוף כפי שמתואר ביחידה "שימוש מושכל בתרופות" על הרעלת פרצטמול. אפשר לעשות בין היחידות את הקישור בהתאם לרצף שבו למדו התלמידים את היחידות.

- א. ספיגת הגלוקוז מהמעיי לדם
ב. מעבר הגלוקוז מהדם לתאים בגוף
ג. פירוק הגלוקוז בתאים ויצירת אנרגיה זמינה לתהליכים מקיימי חיים
ד. חלק מהגלוקוז הופך בכבד לחומר התשמורת גליקוגן, ובתאי השומן לשומן
כל השלבים מתרחשים בו זמנית בגוף: גם לפני ארוחה קיים ריכוז מסוים של גלוקוז בדם, וחלקו נספג בתאי הגוף. כל העת, גם בין ארוחות, תאים משתמשים בגלוקוז להפקת אנרגיה. לאחר ארוחה נספגת כמות גדולה יותר של גלוקוז לדם, ריכוזו בדם עולה וכתוצאה מכך מוגברים גם שאר השלבים עד לחזרה לערכים הראשוניים של גלוקוז בדם.

7. א. איזה שלב (א-ד) יגרום לעליה של ריכוז הגלוקוז בדם? **שלב א**
ב. אילו שלבים (א-ד) יגרמו לירידה בריכוז הגלוקוז בדם? **שלבים ב-ד**

למורה: כדאי להתייחס לכך שהחיבור של הנקודות בקו ישר זה לצורך זיהוי מגמה. הגרף של תוצאות הבדיקות שנעשו לא כולל את הקטעים אלא רק 5 נקודות. אנחנו לא באמת יודעים מה קרה בנקודות אחרות על הגרף. במילים אחרות: יש 5 נקודות שהתקבלו מנתונים אמיתיים וכל שאר הנקודות על הגרף לא מייצגות נתונים אמיתיים אלא מגמה בין שתי תוצאות בדיקות.



גרף 1: שינויים בריכוז גלוקוז בדם לאורך זמן בבדיקת העמסת סוכר של אדם בריא לעומת אדם חולה בסוכרת

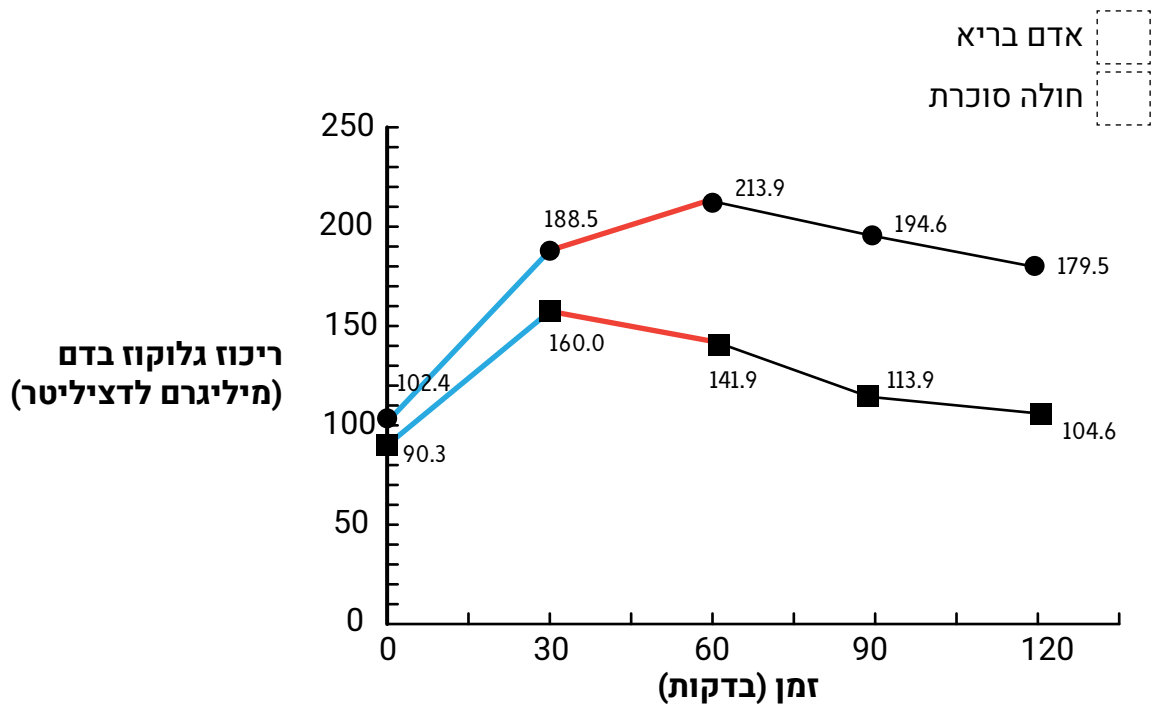
בבדיקת העמסת סוכר מאובחן הנבדק כחולה סוכרת אם לאחר כשעה עולה ריכוז הגלוקוז בדמו מעל 200 מיליגרם לדציליטר, ונשאר שעה נוספת בין 140 ל-200 מיליגרם לדציליטר. ערכים נמוכים מ-140 מיליגרם לדציליטר לאחר כשעתיים הם תקינים.

למורה: שאלה 1 מופיעה גם בלקט משימות אוריינות של משרד החינוך

8. היעזרו בנתונים אלה כדי להשלים את המקרא לגרף 1.

עיגולים: חולה סוכרת; ריבועים: אדם בריא

9. התבוננו במקטעים המסומנים בצבעים בגרף של חולה הסוכרת ובגרף של האדם הבריא.



א. מה מתארים הקטעים הכחולים? איזה שלב מתהליך פינוי הגלוקוז מתרחש בשלב זה אצל אדם בריא? **הקטעים הכחולים מתארים את השינוי בריכוז הגלוקוז אצל הנבדקים בחצי השעה הראשונה. בשלב זה אצל אדם בריא מתרחשת רוב ספיגת הגלוקוז מהמעי, וכן מידה מסוימת של ספיגת גלוקוז בתאים.**

ב. מה מתארים הקטעים הכתומים? איזה שלב מתהליך פינוי הסוכר מתרחש בשלב זה אצל אדם בריא? **הקטעים הכתומים מתארים את השינוי בריכוז הגלוקוז אצל הנבדקים בחצי השעה השנייה. בשלב זה אצל אדם בריא מתרחשת ספיגה משמעותית של הגלוקוז מהדם לתאי הגוף.**

ג. לאיזה קטע כחול יש שיפוע גדול יותר? הסבירו איך מצאתם. **לקטע הכחול העליון יש שיפוע גדול יותר.**

למורה: כאן תלמידים יכולים להציע הסברים אחדים והם כנראה יתנסחו בפחות בהירות.

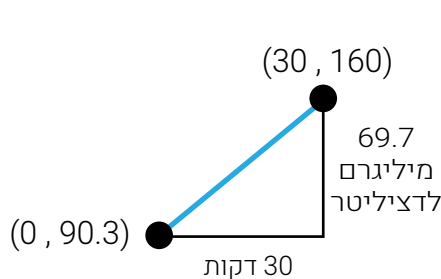
הסברים אפשריים:

- אפשר לראות בעין מי תלול יותר (כמו שיפוע של הר).
- אפשר למדוד את הזווית של השיפועים השונים.
- אפשר לראות שבאותו פרק זמן, חצי שעה, ריכוז הגלוקוז בדם בגרף העליון עלה יותר מאשר בגרף תחתון.
- חישוב מתמטי: היחס בין השינוי (הפרש) בערכי Y לשינוי בערכי X, גדול יותר בגרף העליון. אם אנחנו רוצים לדעת בכמה, בממוצע, השתנה ריכוז הגלוקוז בדם בכל דקה, נחשב בכמה השתנה הריכוז ונחלק במספר הדקות שחלפו.
- הדבר דומה למה שנכתב בסעיף הקודם: בציר X (הזמן) השינוי זהה בשני הגרפים, בציר Y (הריכוז) בגרף העליון השינוי גדול יותר מאשר בתחתון.

$$\text{גרף עליון} \quad \frac{\text{מיליגרם לדציליטר}}{\text{דקה}} = 2.87 = \frac{86.1}{30} = \frac{188.5 - 102.4}{30 - 0} = \frac{\text{שינוי בציר } y}{\text{שינוי בציר } x} = \frac{\text{שינוי בריכוז}}{\text{משך הזמן}}$$

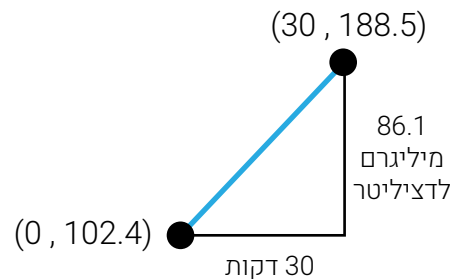
$$\text{גרף תחתון} \quad \frac{\text{מיליגרם לדציליטר}}{\text{דקה}} = 2.32 = \frac{69.7}{30} = \frac{160 - 90.3}{30 - 0} = \frac{\text{שינוי בציר } y}{\text{שינוי בציר } x} = \frac{\text{שינוי בריכוז}}{\text{משך הזמן}}$$

- חישוב זה תואם את הנוסחה לחישוב שיפוע. כיוון ששפת השיה משתמשת במונחי המשתנים של השאלה, החישוב יוצק בנוסחה משמעות. אין צורך להשתמש בנוסחה עצמה. אנחנו מעוניינים במשמעות של החישוב.
- בהיבט גרפי: אם נשרטט מדרגה שמתארת את השיפוע ונחשב את גובה המדרגה חלקי רוחב המדרגה, התוצאה תהיה יותר גדולה בגרף העליון. שימו לב שהחישוב דומה לזה שערכנו קודם, רק שהפעם מלווה לכך שרטוט. גם כאן, המשמעות של גובה המדרגה ושל רוחב המדרגה בהקשר של השאלה יוצקת משמעות בחישוב שהתלמידים מבצעים בשיעורי מתמטיקה, בשאלות שהן לפעמים חסרות הקשר מציאותי.



אדם בריא

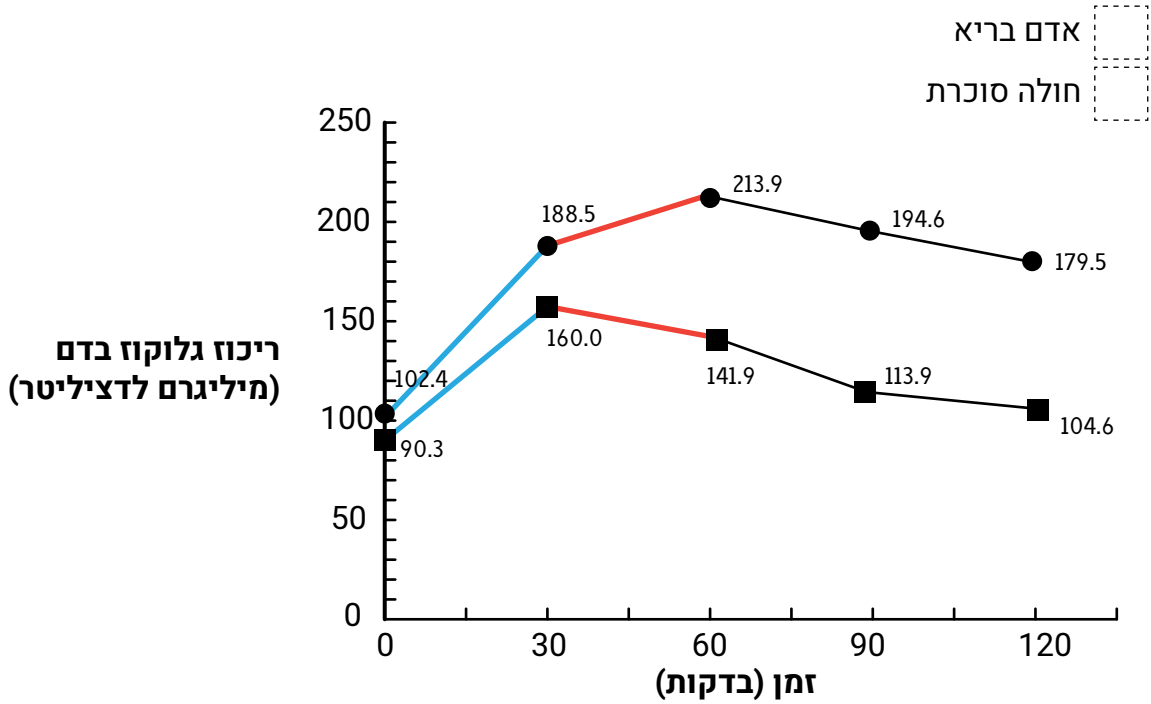
$$\frac{69.7}{30} = 2.32 \frac{\text{מיליגרם לדציליטר}}{\text{דקה}}$$



חולה סוכרת

$$\frac{86.1}{30} = 2.87 \frac{\text{מיליגרם לדציליטר}}{\text{דקה}}$$

על קצב שינוי ושיפוע הגרף

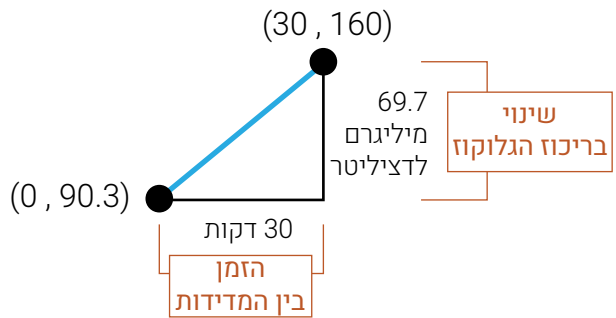


בגרפים רבים ציר ה-x מייצג את הזמן וציר ה-y מייצג כמות כלשהי המשתנה לאורך הזמן. במצבים אלה, (ולא רק בהם) אנחנו לפעמים מתעניינים בקצב השינוי הממוצע של הכמות לאורך פרק זמן. במקרה שלנו חישבנו את קצב השינוי של ריכוז הגלוקוז בדם, ולכן חילקנו את השינוי בריכוז הגלוקוז באורך פרק הזמן.

דוגמה מתחום אחר: אם נסענו 200 ק"מ במשך 2 שעות אז בממוצע התקדמנו 100 ק"מ בכל שעה. קצב השינוי הממוצע במקרה זה הוא המהירות: 100 קמ"ש.

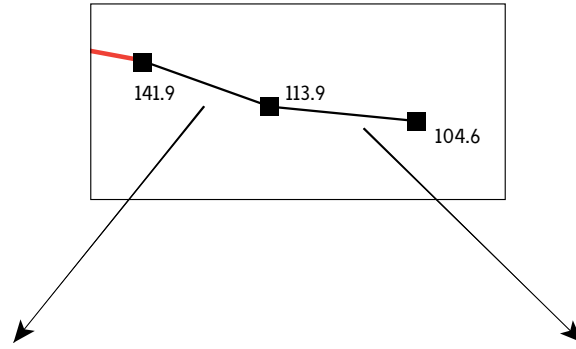
לפעולה שעשינו יש גם ביטוי גרפי: אם נחשוב על השינוי שחל בין שתי נקודות זמן כעליה או ירידה של מדרגה, השינוי בכמות הוא גובה המדרגה והשינוי בזמן הוא רוחב המדרגה. השבר $\frac{\text{גובה המדרגה}}{\text{רוחב המדרגה}}$ מבטא את קצב השינוי. במקרה של עלייה:

ככל שקצב השינוי גדול יותר, היחס בין גובה המדרגה לרוחב המדרגה גדול יותר, ולכן הגרף נראה יותר תלול.



במקרה של ירידה בריכוז הגלוקוז (שינוי שלילי), קצב השינוי שלילי. במקרה זה הגרף יורד משמאל לימין. נשים לב שאנחנו מסתכלים תמיד משמאל לימין, כי חץ ההתקדמות של המספרים על ציר ה-x פונה משמאל לימין.

במקרה כזה, ככל שהערך המוחלט של קצב השינוי יותר גדול כך הגרף יותר תלול.
נתבונן בשני קטעי הגרף המאוחזרים של הנבדק הבריא:



$$\frac{\text{שינוי בריכוז}}{\text{משך הזמן}} = \frac{-28}{30} = -0.93 \frac{\text{מיליגרם לדציליטר}}{\text{דקה}} \qquad \frac{\text{שינוי בריכוז}}{\text{משך הזמן}} = \frac{-9.3}{30} = -0.31 \frac{\text{מיליגרם לדציליטר}}{\text{דקה}}$$

בקטע הימני הערך המוחלט של שיפוע הגרף גדול יותר, והגרף תלול יותר.

ד. מהם השיפועים של הקטעים? באילו יחידות חישבתם אותם?
מיליגרם לדציליטר לדקה

ה. מה המשמעות של שיפוע קטע בהקשר של הבדיקה של העמסת סוכר?
השינוי בריכוז הגלוקוז בדם ליחידת זמן, במקרה שלנו דקה.

ו. חישבו על הסבר אפשרי להבדל בשיפוע בין שני הקטעים הכחולים. היעזרו בשלבי תהליך פינוי הגלוקוז.
זהירות! מפתה מאוד להסיק מההבדל בשיפועי הגרפים שקצב ספיגת הגלוקוז לדם הוא מהיר יותר אצל חולה סוכרת מאשר אצל אדם שאינו חולה סוכרת. המסקנה הזאת לא נכונה, לכן סעיף זה מספק לנו הזדמנות לדון במסקנות שאנחנו מסיקים, ולבדוק אם הן נתמכות גם על ידי נתונים אחדים, במקרה שלנו במידע העולה מן הגרף בפרקי זמן אחרים. אפשר לראות בהמשך הגרף שאצל חולה הסוכרת העלייה של ריכוז הגלוקוז בדם ממשיכה גם כאשר אצל האדם הבריא כבר מתחילה ירידה של ריכוז הגלוקוז בדם. הסבר מתאים הוא ההסבר הבא:

בחצי השעה הראשונה אצל שני הנבדקים מתרחש תהליך של ספיגת כמות גדולה של גלוקוז מהמעיי. אצל הנבדק הבריא, מתרחשת במקביל לכך כניסה יעילה של גלוקוז לתאים. לעומתו, אצל חולה הסוכרת הספיגה לתאים אינה מתרחשת ביעילות ופינוי הגלוקוז מהדם משובש. לכן, קצב העלייה בריכוז הגלוקוז בדם של החולה יהיה גבוה יותר. אנחנו אכן יודעים שמחלת הסוכרת מאופיינת בהעברה לא תקינה של הגלוקוז מהדם לתאים ואינה קשורה למעבר הגלוקוז מהמעיי לדם.

ז. מה המשמעות של שיפוע חיובי? שלילי?

כשהשיפוע חיובי ריכוז הגלוקוז בדם גדל ואילו כשהשיפוע שלילי ריכוז הגלוקוז בדם קטן.

ח. **שאלת אתגר:** מצאו פרק זמן שבו אצל אחד מהנבדקים השיפוע חיובי ואצל השני השיפוע שלילי. הציעו הסבר מדוע זה כך.

בפרק הזמן שבין חצי שעה לשעה אחרי העמסת הסוכר ריכוז הגלוקוז של החולה נמצא בעלייה ואילו ריכוז הגלוקוז אצל האדם הבריא נמצא בירידה. בפרק זמן זה מתרחשת ספיגת הגלוקוז מהדם לתאים ומסתיימת ספיגת הגלוקוז מהמעיי לדם. אצל האדם הבריא קצב ספיגת הגלוקוז מהדם לתאים גדול מקצב ספיגתו מהמעיי לדם, ואילו אצל החולה, בגלל קצב הספיגה האיטי לתאים, כמות הגלוקוז הנספגת מהמעיי לדם עדיין גדולה מהכמות הנספגת לתאים.

ט. **שאלת אתגר:** בפרק הזמן שבין שעה לשעתיים לאחר העמסת הסוכר קצב פינוי הגלוקוז מהדם מתייצב אצל חולה הסוכרת ואצל הנבדק הבריא. נסו למצוא הסבר אפשרי לתופעה זו.

הסבר אפשרי: הנבדק הבריא כבר כמעט חזר לרמת הגלוקוז שהייתה לו בדם לפני העמסת הסוכר. ברמות אלה של ריכוז גלוקוז בדם יש איזון בין תהליכי כניסה של גלוקוז לדם לבין תהליכי פינוי של גלוקוז מהדם. לכן קצב פינוי הגלוקוז הוא איטי. אצל חולה הסוכרת ריכוז הגלוקוז עדיין גבוה, ולכן קצב פינוי הגלוקוז מהיר מעט יותר.

למורה: תופעה דומה של התייצבות מתרחשת גם לאחר בליעת תרופה. במקרה זה קצב פינוי התרופה מהדם מאט עם הזמן. התלמידים יכולים לפגוש את התופעה ביחידה "ללכת בין הטיפות" העוסקת בקביעת מינון מתאים לתרופות.

1. **שאלת אתגר:** התבוננו בשני הקטעים הימניים של הגרף המתאר את ריכוז הגלוקוז בדם אצל האדם הבריא. איזה קטע מתאר ספיגת גלוקוז מהירה יותר לתאים?
הקטע המתאר את פרק הזמן שבין שעה לשעה וחצי מהעמסת הסוכר מתאר ספיגת גלוקוז מהירה יותר לתאים. אפשר לראות שהגרף תלול יותר (הערך המוחלט של השיפוע השלילי יותר גדול). לעומתו, הקטע שבין שעה וחצי לשעתיים מראה ספיגה איטית יותר לתאים.

הסבר אפשרי: לריכוז הגלוקוז בדם יש טווח ערכים מצומצם וקבוע בין הארוחות. במצב זה קצב ההוספה של גלוקוז לדם שווה לקצב ספיגתו לתוך התאים. לאחר ארוחה, מוגבר קצב ספיגת הגלוקוז מהמעי לדם ומפר את שיווי המשקל, אבל עם הזמן, לאחר ספיגת רוב הגלוקוז מהדם לתאים חלה התייצבות, והקצב של שני התהליכים משתווה שוב.

10. לאור מה שלמדתם על בדיקת העמסת סוכר. האם הייתם ממליצים לרופאה לשלוח את ד.כ. לבדיקת העמסת סוכר? מהם השיקולים בעד ונגד?

בעד הבדיקה: העמסת סוכר יכולה להראות לרופאה כיצד מתמודד גופו של ד.כ. עם סילוק רמות גבוהות סוכר בדם לאורך זמן. הבדיקה לאורך זמן יכולה להעיד על תהליך, ולא רק על נקודה יחידה בזמן. לכן היא יכולה לעזור לרופאה לאבחן בביטחון רב יותר את מחלת הסוכרת.

נגד הבדיקה: הבדיקה מהווה אי נוחות עבור המטופל. המשקה לא טעים, הבדיקה אורכת שעות רבות וכרוכה במספר בדיקות דם באותו היום. אם אין התלבטות או חשש אמיתי לגבי מטופל, לא נהוג לבקש בדיקה זו.

ניתן לקבל תשובות שונות מהתלמידים, כדי לחשוף אותם לכך שהמציאות היא מורכבת ולא תמיד יש תשובה אחת ברורה.

11. אבחון סוכרת מתקיים אם אחת משלוש הבדיקות מראה ערכים של מחלת סוכרת לפחות פעמיים בשני מועדים שונים. הסבירו מדוע אי אפשר להסתפק באחת מהבדיקות (ריכוז גלוקוז בדם, המוגלובין מסוכרר, העמסת סוכר).
ספיגה מוגברת של גלוקוז לדם וקושי בפינוי הגלוקוז מהדם יכולים להתרחש באקראי גם אצל אדם בריא. לעומת זאת, אצל חולי סוכרת מאפיינים אלה לרוב חוזרים על עצמם. בדיקה חוזרת יכולה להבדיל בין מצב אקראי אצל אדם בריא לבין מצב תמידי המאפיין חולי סוכרת.

למורה: שאלה 3 והשאלות המופיעות בחלק ג (אבחנה) הן שאלות פתוחות, שאפשר לענות עליהן במגוון אפשרויות, כפי שאפשר לראות בתשובות שכתבנו עבורכם. יש לכך כמה יתרונות:

1. החשיפה לרעיונות שונים שהתלמידים מעלים יכולה לסייע להם להעמיק את ההבנה של עצמם בתכנים שלמדו עד כה הקשורים למחלת הסוכרת. חשיפה כזאת יכולה לקרות בעיקר בדיון במליאה או בעבודה בקבוצות.
 2. היעדר תשובה אחת והחלטית לבעיה שומר על אותנטיות ומקרבת את התלמידים למציאות המורכבת. ראשית מפני שבמקרים רפואיים רבים יש דרכים שונות לטיפול בחולים. שנית, המורכבות מעניקה חשיבות להמלצה של התלמידים לרופאה: אכן יש צורך בהתייעצות עם מומחה, כפי שרופאים רבים עושים בפועל, כי המצב מורכב ותוצאות הבדיקות לא תמיד מסייעות לאבחן באופן חד משמעי ולהחליט ללא הסתייגויות על טיפול מתאים.
 3. דווקא המקרים שבהם אין תשובה חד משמעית, ויש מקום לחשיבה ולפירוש העדויות, יכולים לייצר עניין בשאלה/משימה.
- במשימה מסוג זה התלמידים אינם נמדדים על פי תשובה נכונה או לא נכונה, אלא על פי יכולתם לגייס את הידע שלמדו עד כה ביחידה כדי לנמק את המלצתם.

אם בכל זאת אתם חשים שהתלמידים שלכם חייבים תשובה/החלטה חד משמעית, אפשר לחשוף בפניהם שלאור התלבטויותיה ד.כ. הופנה על ידי הרופאה לבדיקת העמסת סוכר ונמצא שלאחר שעתיים היו לו 147 מיליגרם לדציליטר גלוקוז בדם. על פי ערך זה ד.כ. הוא טרום סוכרתי. שימו לב, שהחשיפה של נתון זה עלולה ליצור מסר לא רצוי לתלמידים שהציעו כיוון אחר להמשך האבחון, כאילו הם טעו.

חלק ג: אבחנה

חיזרו לנתונים של ד.כ.:

ריכוז גלוקוז בדם לאחר צום: 113 מיליגרם לדציליטר

המוגלובין מסוכרר: 5.7% (A1C)

העמסת סוכר: 147 מיליגרם לדציליטר

למורה: הנתון על העמסת הסוכר ינתן לתלמידים אם בחרתם לחשוף אותם לתוצאות הבדיקה הזאת של ד.כ.

היעזרו במידע שלמדתם על בדיקות לאבחון סוכרת כדי לענות על השאלות הבאות:

12. א. מה עשויה להיות האבחנה על פי נתוני הבדיקות של ד.כ.?

סביר ש-ד.כ. הוא טרום סוכרתי. הבדיקות שלו מראות ערכים בינוניים, שעל פי סטנדרט בדיקות הסוכרת (טבלאות הערכים לבריאים וחולים) מוגדרים כערכי טרום סוכרת.

ב. הרופאה מתלבטת אם לטפל בד.כ. תרופתית או לא. מהן ההצדקות להתלבטות של הרופאה?
הרופאה התלבטה מפני שערכי הבדיקות ש- ד.כ. הביא איתו התאימו לטרום סוכרת, והשאלה היא אם לטפל בו תרופתית או לא. אם לא יטופל בתרופות ולמעשה הוא חולה -היעדר טיפול עלול לסכן אותו, ואם יטופל בתרופות אבל הוא בריא - אז טיפול תרופתי עלול לגרום לו להיפוגליקמיה, שהיא מצב מסכן חיים.

ג. לאילו נתונים הייתם מצפים אילו ד.כ. היה בריא?

ריכוז גלוקוז בדם לאחר צום: 100 מיליגרם לדציליטר ומטה, המוגלובין מסוכרר (A1C): פחות מ- 5.7%, העמסת סוכר: פחות מ-140 מיליגרם לדציליטר לאחר שעתיים.

ד. מהם הסיבוכים מהם ד.כ. עלול לסבול אם הוא אכן חולה בסוכרת?

סיבוכים הנגרמים מסוכרת הם: יתר לחץ דם, פגיעה בראיה, בצקות, פגיעה בסינון הדם בכליות והשתנה מרובה, נמק (היעדר אספקת דם לרקמות).

ה. מדוע אבחון מוטעה של אדם כחולה בסוכרת עלול לגרום למצבי סיכון?

טיפול תרופתי באדם שאינו חולה עלול לגרום להיפוגליקמיה: ירידה חריפה בריכוז הגלוקוז בדם שעלולה אף לגרום למוות.

13. רשמו לרופאה את חוות דעתכם המלומדת. היעזרו בתשובותיכם לשאלות אלה ובמה שידוע לכם על מחלת

הסוכרת ועל בדיקות לסוכרת.

תשובה רצויה צריכה לכלול את הגדרת הערכים של הבדיקות שביצע ד.כ. כטרום סוכרת והסבר על הסכנה בטיפול תרופתי ביתר או בהיעדר טיפול. מכאן יש כמה אפשרויות: א. להתחיל בדיאטה דלת סוכר ולבדוק גלוקוז בדם לאחר פרק זמן מסוים. יתכן שאין צורך בטיפול תרופתי בשל הערכים הנמוכים, ואפשר יהיה לווסת את ערכי הסוכר בדם רק באמצעות דיאטה מתאימה. ב. להזמין לביקורת בעוד כחצי שנה ולאחר בדיקת גלוקוז בדם בצום. בדרך זאת אפשר להתחיל טיפול תרופתי רק אם יש החמרה בנתונים. ג. המלצות נוספות שאולי שמעו במהלך הראיונות.* הצעות אלו תקפות בין אם התלמידים המליצו לרופאה לשלוח את ד.כ. להעמסת סוכר ובין אם לא.

חלק ד: אתם יכולים לעזור!

איך מונעים בקהילה מקרי סוכרת

מצב של טרום סוכרת אמנם מקדים הופעת סוכרת, אבל יש סיכוי שהוא עדיין הפיך, וטיפול מתאים והתנהגות נכונה בשלב זה אולי ימנעו את הופעת המחלה! אתם יכולים להשתמש בידע שלמדתם עד כה על מחלת הסוכרת ועל הבדיקות שיש לבצע כדי לאבחן את המחלה; ובאבחון שעליו המלצתם לאדם עם חשד למחלה.

14. כיצד תוכלו לעודד רפואה מונעת של סוכרת בקהילה שלכם (הורים, סבים וסבתות, חברי צוות בית הספר, תלמידים). יש לכם רעיון?

למורה: בשלב הראשון התלמידים צריכים להגדיר מה הם רוצים לשנות בקהילה. לדוגמה: הרכב תזונה שמעודד רמות סוכר נמוכות יותר, עידוד בדיקות דם שגרתיות לסוכרת ובמיוחד במשפחות שבהן יש בני משפחה שכבר אובחנו. בשלב הבא, אפשר לבקש מהתלמידים להעלות רעיונות כיצד להפיץ את המודעות והידע על סוכרת בקרב הקהילה, אבל אפשר גם להציע לתלמידים רעיונות שונים:

- לקיים יום הורים עם דוכנים שבהם יוסברו התסמינים התזונה והתרופות המתאימים למחלה
- לאסוף רשימות של קניות בסופר של משפחות בכיתה ולנהל שיחה עם האחראים עליהן איך לשפר את השפעת המוצרים על ריכוז הגלוקוז בדם.
- לביים סרטון הסברה או ליצור עלון הסבר שיופץ בקהילה (במקרה זה יש להוסיף כיתוב: נכתב כעבודת סיכום בכיתה ט עמ"ט בית ספר...)

מקורות לגרפים ולנתונים:

הגרף בעמוד 8 "תוצאות בדיקת העמסת סוכר":

Jung Won Yun et al. (2009): Abnormal glucose tolerance in young male patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Liver international: official journal of the International Association for the Study of the Liver* 29(4):525-9

DOI:10.1111/j.14783231.2008.01920x

למורה: אמנם זו העשרה, אבל חשוב להגיד לתלמידים שיש מחלה כזאת (אם הנושא לא עלה בראיונות).

לפעמים ילדים חולי סוכרת זוכים לחוסר הבנה למצבם (מילדים אחרים וגם ממבוגרים), מפני שחושבים שהמחלה באשמתם כי הם אוכלים הרבה ממתקים... רצוי שלפחות יראו את הסרטון, גם אם הנושא עלה בראיונות.

1. סוכרת נעורים

בסרטון מסבירים ילדים הלוקים בסוכרת נעורים (סוכרת מסוג 1) ובני משפחותיהם על המחלה וההתמודדות איתה לקראת מבצע התרמה לאגודה לסוכרת נעורים.

1. רשמו אילו מושגים הקשורים למחלה מועלים בסרטון.

2. השתמשו במושגים שציינתם כדי להסביר:

א. מהי הסיבה למחלה?

ב. מהי התוצאה של המחלה?

ג. אילו תסמינים מאפיינים את המחלה?

ד. מהו הטיפול במחלה?

למורה: צריך להחליט אילו תשובות התלמידים יכולים לענות לאחר הצפייה בסרטון. אפשר את שאר התשובות לתת לתלמידים כבר בתוך הטבלה כדוגמה למה הכוונה.

3. מלאו את הטבלה הבאה כדי להשוות בין הידוע לכם על סוכרת מסוג 2 לידוע לכם על סוכרת מסוג 1.

סוכרת מסוג 2	סוכרת מסוג 1	
לרוב אנשים בגיל מבוגר	לרוב ילדים ונוער, אנשים צעירים	הגיל בו מופיעה המחלה
טווח ערכים מ-126 מיליגרם לדציליטר ומעלה	מאוד גבוהים (200 מיליגרם לדציליטר ומעלה)	ערכי גלוקוז בדם
+	-	הפרשת אינסולין
תאי הגוף אינם מגיבים לאינסולין	תאי הבלב המייצרים ומפרישים אינסולין	מקום הפגיעה
<ul style="list-style-type: none"> דיאטה דלת סוכרים ופחמימות תרופות להורדת ריכוז הגלוקוז בדם באופן בלתי תלוי באינסולין 	<ul style="list-style-type: none"> העלאת ריכוז אינסולין בדם בזריקה או באמצעות משאבה הימנעות ממזון עתיר סוכר 	טיפול

4. על פי ההשוואה שעשיתם בין סוגי הסוכרת, איזה סוג סוכרת סביר שמאפיין את הגבר ד.כ. שהגיע למרפאה בתחילת הפעילות?

2. איך מודדים המוגלובין מסוכרר בדם?

למורה: חלק זה עוסק בדרך שבה פועלת הבדיקה, כלומר בתהליך הכימי שמאפשר בסיומו את ניטור הריכוז. הוא מאתגר משום שנדרשת חשיבה מופשטת כדי להבינו. אתם יכולים להחליט אם הנושא מתאים לתלמידים שלכם.

שלב א: כימות סך כל מולקולות ההמוגלובין מדגימת הדם

לוקחים דגימת דם מהנבדק, וממיסים את קרומי תאי הדם. כך משתחררות כלל מולקולות ההמוגלובין, המסוכרר ושאינו מסוכרר, לנוזל הדם. מערבבים את הנוזל עם חומרים שנקשרים לכלל מולקולות ההמוגלובין ומאפשרים לבדוק בליעה באורך גל מסוים בספקטרופוטומטר. בשלב זה קובעים כמה המוגלובין יש בסך הכל בדם (מסוכרר+לא מסוכרר).

שלב ב: חיתוך הקצה המסוכרר של המוגלובין

מוסיפים למבחנה אנזימים שמפרקים את קצה ההמוגלובין שאליו מחובר הגלוקוז.



שלב ג: כימות ההמוגלובין המסוכרר

מוסיפים למבחנה אנזימים מסוג אחר, שמפרקים את הקצה המסוכרר ויוצרים בתוך כך מולקולות של מי חמצן. כמו כן, מוסיפים למבחנה חומר שצבעו משתנה בהתאם לכמות מי החמצן. באמצעות ספקטרופוטומטר נמדדת הבליעה של הצבע שבתמיסה. המדידה מאפשרת לקבוע כמה מי חמצן נוצרו ולחשב בעזרת כמות זאת כמה המוגלובין מסוכרר היה בדגימת הדם.

