

ליסה קפלן - מאמנת כושר אישית  
דצמבר 2020

# פחמימות

המדריך השלם





שער ראשון

מה זה

פחמימות

תיאור הרכב הפחמימות בטבע

תהליך פירוק

הפחמימות בגוף

קצת כימיה ופיזיולוגיה

הקשר בין

פחמימות - שומן

ושריר

המטבוליזם שלנו



שער ראשון

# תוכן עניינים



03 הסבר על הרכב הפחמימות בטבע

04 איך הפחמימות מתפרקות

05 קשר גלוקוז-שומן-שריר

07

08



# תיאור הרכב הפחמימות בטבע

## מה זה פחמימות

כל סוגי הפחמימות (סוכרים) השונים עשויים מאותם יסודות כימיים - פחמן מימן וחמצן, ומה שמבדיל בין סוגי הפחמימות הוא הכמות השונה והמבנה השונה של היסודות הללו. פחמימות ניתן לחלק לשתי קבוצות עיקריות, פשוטות ומורכבות.

| פחמימות פשוטות                                             |                   |                            | פחמימות מורכבות – שרשרת מורכבת של חד סוכרים                                  |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| חד סוכר : כל פחמימה מתעכלת לבסוף לסוכרים פשוטים, לחד סוכר. |                   |                            | דו סוכר: שני חד-סוכרים מחוברים הנותנים דו-סוכר                               |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                               |
|                                                            |                   |                            | עמילן: רב-סוכר המורכב מיחידות של חוזרות של גלוקוז (צמחים אוגרים סוכר בעמילן) | גליקוגן: אוסף גדול של שרשראות קצרות של גלוקוז (בעלי חיים אוגרים את הסוכר בגליקוגן) כאשר רמת הגלוקוז בדם גבוהה, הגוף מאחסן את הגלוקוז העודף בגליקוגן. | סיבים: רב-סוכר בעל מבנה מאוד מורכב, כמו של רשת. בעלי חיים לא מפרקים סיבים.                                                                                                    |
| גלוקוז                                                     | פרוקטוז           | גלקטוז                     | גלוקוז+גלקטוז=לקטוז                                                          | גלוקוז+פרוקטוז=סוכרוז                                                                                                                                | גלוקוז+מלטוז=מלטוז                                                                                                                                                            |
| תפח'א, לחם, אורז, שעועית                                   | תפוח עץ, אגס, דבש | חלב, עגבניות, אבטיח, תאנים | נבטים, נבטונים                                                               | פירות ירקות, דבש, סירופ, סוכר לבן                                                                                                                    | יוגורט, קוטג', חלב                                                                                                                                                            |
| תפח'א, גזר, אגס, עדשים, בננות                              |                   |                            |                                                                              |                                                                                                                                                      | הגליקוגן מאוחסן בשריר ובכבד, ומיוצר בכבד מאוסף של חד-סוכר הגלוקוז. הגליקוגן בכבד נועד לשמש אנרגיה לכל הגוף. ומשחרר גלוקוז על פי דרישת הגוף ובכך שומר תמיד על רמות סוכר תקינות |

### כל הפחמימות מתפרקות בסוף לחד סוכר

לא משנה אם זה עמילן, לקטוז, סוכרוז, חד/דו/רב סוכר, כל הפחמימות הם בסוף סוכרים. אורז, פסטה, לחם, לחם כוסמין, פירות, קורנפלקס, בצקים, תפוחי אדמה, בטטות, דלעת, דלורית, עדשים, סויה, חלב, חלב דל לקטוז, מוצרי חלב רזים (גבינה למריחה, יוגורט מכל סוג), דבש סילאן משקאות. אלכוהולים וכו' - כולם מכילים פחמימות.



# תהליך פירוק הפחמימות בגוף

## קצת כימיה ופיזיולוגיה

בשלב ראשון מתחיל תהליך פירוק הגלוקוז בגוף :

גליקוליזה:

מתרחש בציטופלזמת התא. למשל תאי שריר.  
בתהליך זה מתרחש פירוק גלוקוז לשתי פירובט  
להפקת אנרגיה, בה התא יכול להשתמש.

בשלב השני מתרחש תהליך פירוק גליקוגן:

גליקוגנוליזה:

תהליך פירוק גליקוגן. מתרחש  
בשריר ובכבד. שם יש מאגרי  
גליקוגן. כתגובה לרמות גלוקוז  
נמוכות. גליקוגנוליזה יכולה לספק את צורכי  
הגלוקוז של אדם בוגר עד 12-18 שעות, אז מאגרי  
הגליקוגן של הגוף נגמרים.

בשלב השלישי מתרחש פירוק חומצות שומן להפקת  
גלוקוז:

גלוקונאוגנזה:

אחראית על שמירת  
רמת גלוקוז קבועה בדם בין  
הארוחות, כשהגוף נתון תחת מאמץ  
רב או במהלך צום. באדם היא  
מתרחשת בעיקר בכבד ובמידה  
פחותה גם בכליות ובלבלב. שתי  
מולקולות פירובט, או חומצות אמינו  
(שריר). הגלוקונאוגנזה דורש כמויות  
גדולות של אנרגיה, ותהליך חמצון בטא  
בו מפורקות חומצות שומן בתאי הגוף,  
הוא המנגנון הבלעדי לאספקת אנרגיה זו.  
עליו נפרט בהמשך



# קשר גלוקוז-שריר-שומן

## חמצון בטא

### הקדמה קטנה

כפי שקראנו, חימצון בטא זהו תהליך המשולב בפירוק חומצות השומן והפקת גלוקוז מהן חמצון בטא מורכב מסדרה של ארבעה תהליכים עוקבים המתבצעים על חומצת שומן מסוימת אשר בסופם מתקבלת מולקולת אצטיל קואנזים A חופשית, המועברת ישירות אל מעגל קרבס, וחומצת שומן שהתקצרה בשני פחמנים אשר כעת עוברת גם היא את אותו התהליך וחוזר חלילה עד לפירוקה הסופי. תזכרו את מולקולת אצטיל קו-אנזים A, עוד נחזור אליה.

המקור לחומצות השומן הוא במאגרי השומן בגוף ומהמזון. מאגרי השומן מתרכזים בתאי שומן (אדיפוציטים) בצורת מולקולות טריגליצריד, המורכבות מחד סוכר גליצרול ושלוש חומצות שומן. על מנת לנצל את חומצות השומן הללו להפקת האנרגיה יש לבצע תחילה מספר שלבים מקדימים הכוללים את פירוק הטריגליצריד למרכיביו, ושינוע חומצות השומן החופשיות לתאי הגוף השונים. גם ניצול חומצות השומן מהמזון דורש מספר שלבים מקדימים הכוללים את אריזת הטריגליצרידים בליפופרוטאינים מיוחדים.

פירוק מאגרי השומן תהליך פירוק הטריגליצרידים בתאי השומן מתבצע הודות לעלייה בהורמוני הגלוקגון או האפינפרין בדם. הורמונים אלה גורמים בראש ובראשונה להפעלת אנזים ליפאז ספציפי (Hormone Sensitive Lipase) אשר מתחיל לפרק את הטריגליצריד למרכיביו. חומצות השומן החופשיות משונעות בשלב הבא, על ידי חלבון האלבומין אל תאי הגוף השונים. בהגיעם אל התאים, מסוגלות חומצות השומן לעבור את ממברנות התאים הודות לשומניות שלהם ולמסיסות הנמוכה שלהם במים.



# קשר גלוקוז-שריר-שומן

## חמצון בטא

### ועכשיו לנקודה

A כאמור, מטרת העל של התהליך הזה היא לבצע חיתוכים של מולקולות אצטיל קואנזים על מנת לנצל אותן במעגל קרבס לצורך הפקת אנרגיה. היא התוצר הסופי בתהליך פירוק חומצת שומן להפקת גלוקוז A מולקולת אצטיל קואנזים.

רקמת השומן מצריכה אנרגיה רבה מהגוף על מנת להתפרק לאנרגיה זמינה. כיוון שהיא מורכבת מכמה שלבים. מכאן ניתן לה השם שומן עיקש, וכך:

בואו נבין מדוע:

ישנם מנגנוני בקרה השומרים היטב על רקמה זו ולא בקלות מאפשרים לתהליך חימצון בטא להתקיים.

הם מעיין שומרי סף שלך רקמת השומן

הבקרה על חמצון בטא מתחלקת למספר סוגים:

בקרה הורמונלית:

נוכחות הורמון הגלוקגון גורמת לזירוז תהליך חמצון בטא על ידי הפעלת אנזים הליפאז בתאי השומן וקרניטין אציל טרנספראז ובתאי הגוף. מנגד, **נוכחות האינסולין** גורמת להאטת תהליך החמצון על ידי דיכוי האנזימים הנ"ל.

בקרה מטבוליטית:

יצור עודף של מולקולות התוצר אצטיל קואנזים A, גורם לעיכוב בהיזון חוזר על האנזים תיאולאז ובכך מאט את תהליך החמצון כולו. אצטיל קואנזים A הוא חיוני לשיווי המשקל בין מטבוליזם של פחמימות (קרבوهידרט) ושומן. בנסיבות רגילות (מצב שובע), אצטיל קואנזים A, המופק מפירוק של פחמימות, חומצות שומן או חלבונים, מגיע למעגל קרבס ותורם לאספקת האנרגיה. בתא. כאשר רמות האצטיל קואנזים A גבוהות, העודפים יופנו לתאי שומן (או לכבד) לתהליך אנאבוליזם לשומן ואחסון לעת הצורך. כלומר, כשלגוף ישכמות מספיקה ואף עודפת של אצטיל קואנזים A ממזון שאנו אוכלים, הוא מגיע ישירות לתהליך הגליקוליזה, והעודפים אף ישמרו באיחסון

עודף NADH - עודף של מולקולות נשאות האלקטרונים NAD במצב המחזור שלהן מונע מהאנזים השלישי בתהליך - בטא הידרוקסיאציל קואנזים A דהידרוגנאז לתפקד כראוי, דבר אשר יגרום להאטה עד לכדי עצירת תהליך החמצון.



## שקר פירמידת המזון

מדוע אנו אוכלים כפי שאנו  
אוכלים

## שבירת המיתוס

תזונאים ודיאטנים אולי לא  
יאהבו את זה

## מה קורה בדיאטה

איך הגוף מתמודד עם גרעון,  
קלורי, מהיבט פחמימתי



שער שני

# תוכן עניינים



03



05



06



07



08

שקר פירמידת המזון

03

שבירת המיתוס

05

מה קורה בדיאטה

06

אז כמה פחמימה לאכול?

07

איך להצליח בתהליך הרזייה

08



# שקר פירמידת המזון תפיסות ואמונות

## התפיסה המסורתית

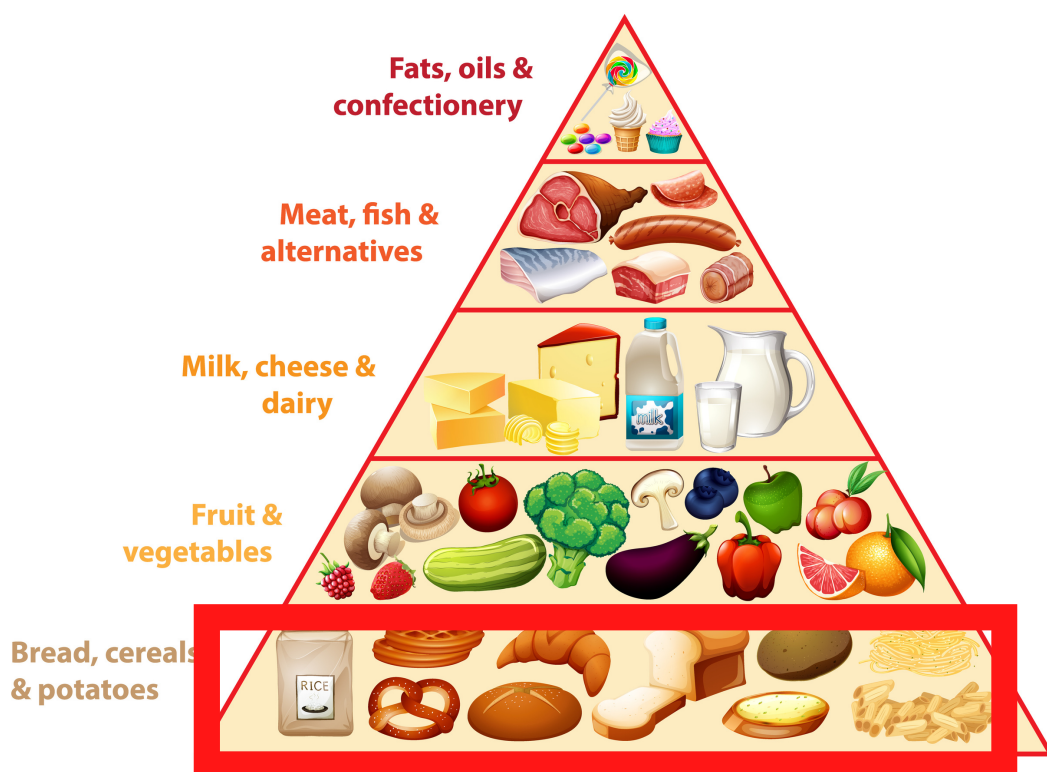
הורגלנו לתפיסה לפיה, כמות הפחמימות בתזונה היומית שלנו, הינה לפחות חצי. כלומר 50% מההכנסה היומית מקורם מדגנים.

פירמידת המזון המסורתית עוצבה כך שברמות הראשונות, הרחבות, והבסיסיות בפירמידה, מופיעות הפחמימות, בצורת דגנים.

כולנו מכירים את פירמידת המזון המסורתית, אך האם יש אמת מאחורי המסר שלה?

## שינוי בתפיסה

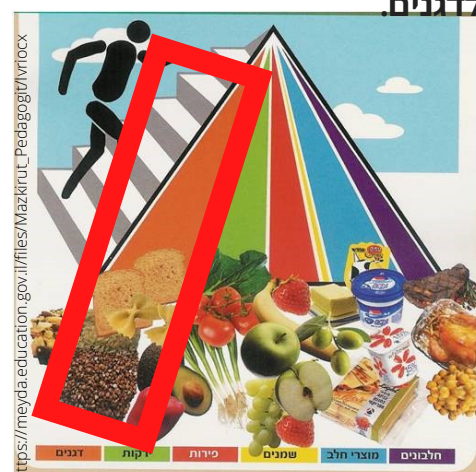
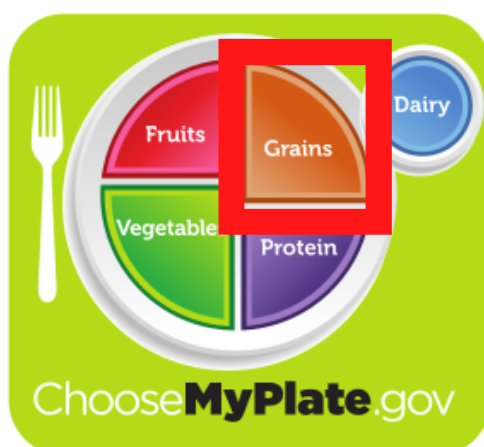
ב-2005 משרד הבריאות בארה"ב הוציא מודל חדש לפירמידת המסורתית. המצביע על כך שחל שינוי, כעת מתחילים להבין שהירקות והחלבונים צריכים להגיע בכמות שווה לדגנים.



## Healthy Food Pyramid

[Food vector created by brgfx - www.freepik.com](https://www.freepik.com/vectors/food)

ב-2011 החליפו את המודל בצלחת בריאות, השינויים העיקריים במודל הצלחת הם הגדלת כמות הפירות והירקות לחצי מהתזונה.





# שקר פירמידת המזון תפיסות ואמונות

## תפיסות שגויות

אך התפיסה כבר הושרשה , התפיסה שדגנים הם חלק עיקרי וחיוני לתזונה שלנו. אך מה הם דגנים? האם רוב הציבור אוכל דגנים טבעיים כפי שהם קיימים בטבע? האם אנו אוכלים כוסמת? קינאה? חיטה? שעורה? אורז? בצורתם הטבעית והשלמה? בודדים מאתנו. המקפידים. ומכינים בעצמם את רוב מזונם.

מזונות 'מקבוצת הדגנים' כבר אינם כל כך "דגניים", מדוע דגני בוקר נקראים דגני בוקר? יתכן והלובי של חברות המזון רצה שנחשיב אותם כמוצר בסיסי כירקות ושמנים וחלבונים. אך אם תקראו את תוויות המזון של אריזות דגני הבוקר תיווכחו לדעת, שוב, שהם כבר לא כל כך דגנים מלאים טבעיים כפי שהתכוונו במשרד הבריאות כשסרטטו את פירמידת המזון.

## הביקורת על הפירמידה המסורתית

הפיתוח של הפירמידה בוצע תחת השפעה של קבוצות אינטרס חזקות של יצרני מזון אמריקאים. כך למשל, הלובי של יצרני תירס וחטיטה, יצר הטיה מכוונת לכיוון מוצרים אלו על אף שלא היו אז (ואין כיום) הוכחות מדעיות מספקות שלצריכה גבוהה של פחמימות יש ערך בריאותי.

לובי של יצרני חלב ומוצריו יצר את ההפרדה בין מוצרים אלו למוצרים אחרים (הפרדה שלא הייתה בהמלצות המקוריות) ובכך מיצב אותם כמוצרים הכרחיים ולא כמוצרים חלופיים במבחן התוצאה, מגפת ההשמנה בארצות הברית החמירה מאז פרסום פירמידת המזון.







# שבירת המיתוס

אם כך, אם התפיסה הזו, שפחמימות אמורות להיות במקום כל כך מרכזי ובכמות יחסית כזו לשאר קבוצות המזון, אינה מדוייקת, מה אם כן הכמות הנכונה?

## העמקה למי שמתעניינת

הגוף יכול לספק לעצמו גלוקוז מאופנים הבאים:  
א. בתהליך מטבולי של מאגרי גלוקוז, דרך חומצת חלב, ומחומצת פירובט.  
ב. מחומצות שומן (גליצרול) תהליך מטבולי של השומן  
ג. ומחומצות אמינו, כאשר אנו מצויים בצום מוחלט. זהו למעשה תהליך לא רצוי, כיוון שחל בו פירוק חלבון. (שריר)

## התשובה

אנו לא זקוקים לפחמימות על מנת להתקיים

אך למעשה אנו לא זקוקים לפחמימות בצורה מרובה, כפי שפירמידת המזון המסורתית כיוונה אותנו. וביחס לקב' המזון האחרות. מבחינה הישרדותית, לצורכי קיום, גופנו לא זקוק כלל לפחמימות. כיוון שיש לנו בגוף יכולת להפיק גלוקוז ממקורות פנימיים.

## המיתוס

50% פחמימה 30% חלבון ו20% שומן.

דיאטנים ותזונאים רבים סוברים כי יש להתבסס על פחמימות מלאות בתזונה / דיאטה. כידוע, שמנים ושומנים הפכו למוקצה מחמת מיאוס, ומואשמים בהשמנה העולמית ובמחלות הלבביות ועוד. השיטה הנפוצה בקרב תזונאים הינה לחלק את המזונות באחוזים. החלוקה הרווחת היא 50% פחמימות מורכבות 30% חלבון 20% שומן



# מה קורה בדיאטה?

## איך נספק פחמימה?

עודף קלורי שמקורו בחלבון ככל הנראה לא יוביל לעליה במסת השומן, אלא לעליה במסת הגוף הרזה. בעוד שהגוף יודע להמיר חלבון לשומן, מסתמן כי הוא פחות נוטה לעשות זאת.

כך שאם אנחנו נמצאים בעודף קלורי, עדיף שזה יהיה ממקור חלבוני כי ככה הרכב הגוף שלנו יהיה שומני פחות.

בנוסף לסיבות שהוצגו, מומלץ להרבות בחלבון בתהליך הרזיה / ירידה במשקל. כיוון שהכבד שלנו יכול לנצל את מאגרי החלבון ליצירת גלוקוז וכן, כאשר מנהלים במקביל לירידה במשקל אימוני כוח ורוצים לשמור על מסת השריר ואף להגדילה, כמות מספקת של חלבון תוודא שתהליך סינטזת החלבון בשרירי השלד לא נפגמת

כאשר אנו נמצאים בגרעון קלורי, ולא בצום. וההוצאה האנרגטית עולה על ההכנסה הקלורית. כאשר אין אספקת גלוקוז זמינה לגוף עקב שינוי תזונתי שאנו מנהלים. מתרחש תהליך הנקרא גלוקונאוגנזה המשלב את תהליך חימצון בטא. בהתהליך זה הגוף מפרק חומצות שומן ומפיק מהן גלוקוז. זהו תהליך המטבוליזם של השומן. לכן מומלץ להרבות במזונות מחלבון על פני פחמימה, כאשר אנו בגרעון קלורי, וכך הגוף משתמש בחלבונים ובשומן ליצירת חלק מהגלוקוז הנדרש לו.

## רגע, עדיף חלבון מפחמימה בחיטוב?

האמת היא שכן. כיוון שבניגוד למקרונוטריינטים אחרים כמו פחמימות ושומנים, אשר צריכה עודפת שלהם תוביל להשמנה (עליה במסת שומן),





| מספר הגרמים (פחמימה) לאתלט בעל 70 ק"ג מסה רזה | דרישת פחמימות                           | נסיבות                                          |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 0 גרם/יום                                     | 0 גרם/יום                               | דרישות פיזיולוגיות                              |
| 50 גרם/יום                                    | 50 גרם/יום                              | המנעות מפירוק שריר <sup>1</sup>                 |
| 100-120 גרם/יום                               | 100-120 גרם/יום                         | אנשים אשר אינם מתפקדים היטב בקטזיס <sup>2</sup> |
| מינימלי עד כדי שואף ל 0                       | מינימלי עד כדי שואף ל 0                 | מתאמנים בפעילות גופנית בעצימות נמוכה            |
| 5 גרם פחמימה/ 2 סטים עבודה <sup>3</sup>       | 5 גרם פחמימה/ 2 סטים עבודה <sup>3</sup> | מתאמני משקולות                                  |
| 160-480 גרם/יום                               | 2-6.5 גרם/ק"ג                           | המלצות בתזונת באדיבילדינג                       |
| 320-480 גרם/יום                               | 4.5-6.5 גרם/ק"ג                         | המלצות כלליות ע"י תזונאים                       |
| 320 גרם/יום                                   | 4.5 גרם/ק"ג                             | ממוצע למתאמני סבולת                             |
| 480-720 גרם/יום                               | 6.5-10 גרם/ק"ג                          | המלצות לאתלטים המתאמנים בסבולת                  |
| 640 גרם/יום                                   | 9 גרם/ק"ג                               | מקסימום למתאמן הממוצע                           |
| 1120 גרם/יום                                  | ~15 גרם/ק"ג                             | מקסימום בהעמסת פחמימות                          |

כל הזכויות שמורות למייק בייקוב . מתוך <https://www.kilogram.co.il>

## השורה התחתונה

# אז כמה פחמימה לאכול?

אינני תזונאית, ואין בסמכותי לתת המלצות תזונתיות. במדריך זה מובאים מסקנות ותקצירים של דיונים ותרגומים של מאמרים עדכניים בנוגע לפחמימות, ואופן צריכתן. מה שכן, כמאמנת כושר לנשים חשוב לי לגרום לך לבדוק ולשאול לאת עצמך מדוע את אוכלת כפי שהנך אוכלת

האם זה נובע מצורך פיזי? האם אנו מושפעים מפרסומות וממזונות שחברות המזון מכוונות אותנו לצרוך? במידה ואכן, אחוז גדול מההשמנה מגיע מפחממות וסוכרים, ולא מחלבון ושומן, האם ביכולתנו לשנות את הפירמידה? לשנות את היחסים בין קבוצות המזון?

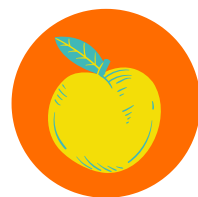
בטבלה אנו רואים יפה מאוד את הכמויות אשר מומלץ לנו לצרוך מפחממה, בהתאם לסגנון החיים והצורך האישי. נשאלות השאלות, אם איננו זקוקים לכל כך הרבה פחמימות. מדוע לרובנו קשה לצרוך מהם במתינות? מדוע החשקים לפחממה ולמתוק הינם חזקים ונפוצים אצל רבים מהאנשים?



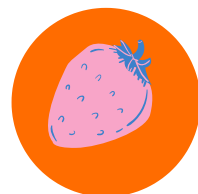
## טיפים להרזייה

# מה באמת חשוב להצליח בתהליך ירידה במשקל?

למרות שנשמעות טענות על כך שספירה קלורית זה מיושן, וכבר לא רלוונטי. מחקרים עדכניים מראים שוב ושוב שהמודל הקלורי מנצח. המשוואה האנרגטית מנצחת. ולא דווקא תזונה על פי גלגל העין, סוג דם, דלת פחממה, דלת שומן, קטו, רואו, 16-8, פירותנית, טבעונית, ים תיכונית, שומרי משקל, חלי ממן, ניקוי רעלים וכו'. כל הדיאטות הן למעשה מניפולציות כאלה ואחרות המסייעות לנו בהגבלה קלורית.



טענות כלפי מזונות מסויימים המחבלים בהרזייה, לדוג מזונות בעלי ערך גליקמי גבוה, המעלים רמות אינסולין בדם. נמצאו כמיתוסים. אומנם אינסולין מעכב אנזים הדרוש לפירוק חומצות שומן, אך גם רקמת השומן והשומן עצמו מעכבים אינזים זה. ובמחקרים בהם השווו דיאטות שונות, לא נמצאה עדיפות לצריכת מזונות כזו או אחרת. כלומר, מה שקובע הוא אם יש או אין גרעון. ולא סוג המזון.



חשיבות אימון אירובי ופעילות גופנית לירידה במשקל - אי אפשר לבסס את הירידה במשקל על פעילות גופנית. ירידה במשקל מצליחה ונכשלת הודות לגרעון קלורי. פעילות גופנית מסייעת להצלחה בתהליך באופן עקיף והיא הכרחית לשמירה על מסת שריר, וכן יש לה מעלות בריאותיות רבות וחשובות. אך אם לא יהיה שינוי תזונתי, לא נרד במשקל עם פעילות גופנית בלבד.

