

הפיזיולוגיה של המאמץ

מהלכה למעשה



— שחר ניס —

פרק 1.5

הרכב הגוף: הגוף

הרצה ושומן הגוף

הרכב גוף האדם: גוף רזה ושומן הגוף



הגוף הרזה:

- שלד
- שרירים
- שיניים

שומן הגוף:

- שומן חיוני שומן מאוחסן
- גברים: 3%
 - נשים: 12%

תפקידי השומן החיוני:

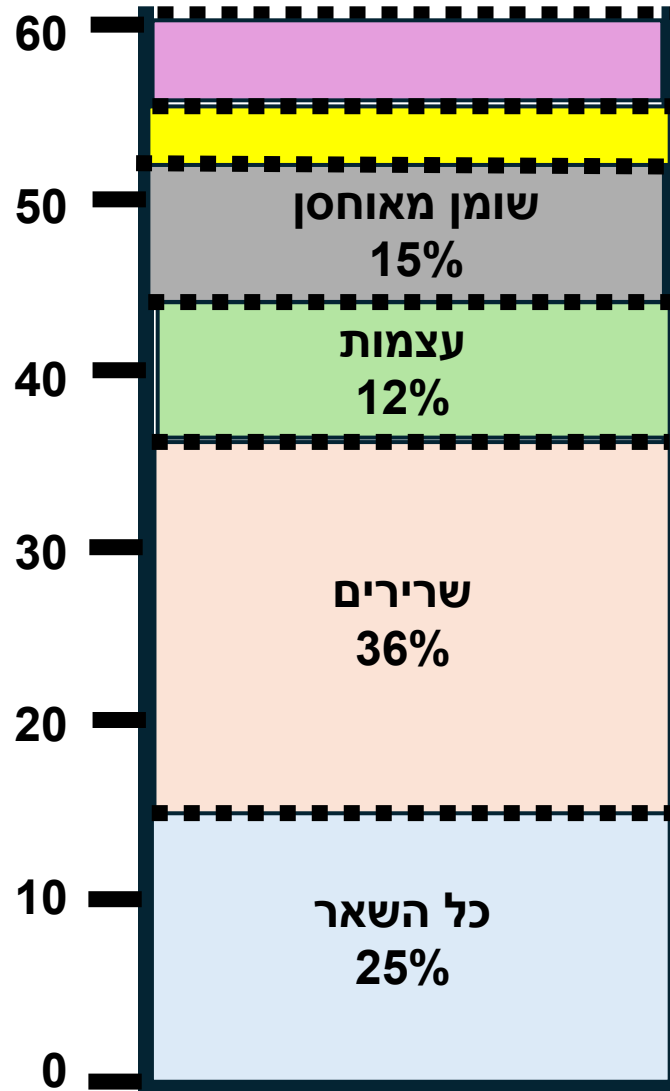
- הגנה על איברים פנימיים, כגון כליות ולב.
- להוות מרכיב של קרומי התאים (פוספוליפידים).
- לשמש מעטפת (מיאלין) של תאי העצב.
- להוות אבן-בניין של הורמונים מסוימים (בעיקר הורמוני מין).
- להיות הממס הבלעדי של חלק מהוויטמינים.

תפקידי השומן המאוחסן:

- לשמש חומר דלק להפקת עיקר האנרגיה במאמצים קלים ובינוניים.**
- לשמש שכבת בידוד לשמירת טמפרטורת הגוף.**



מבנה גוף אופייני של אישה



משקל ק"ג

שומן ספציפי למין 5-9%

שומן חיוני 4-7%

מוח העצם

מוח השדרה

כבד

לב

טחול

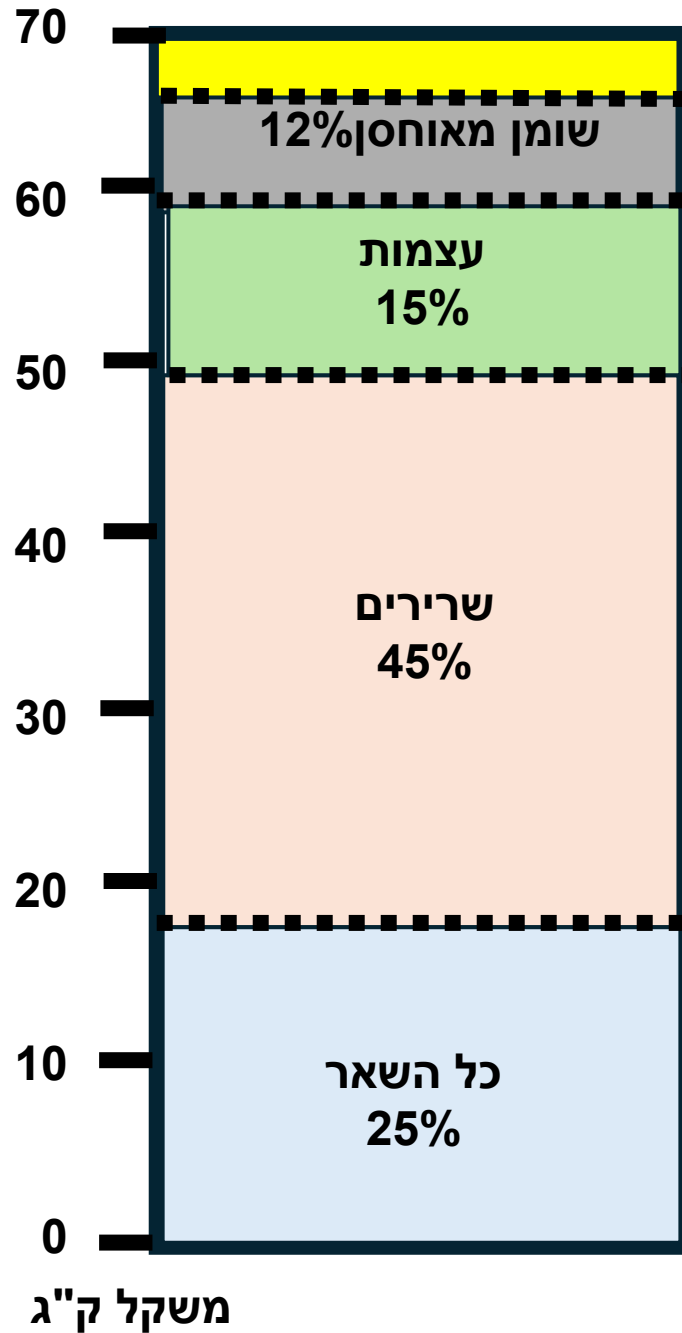
כליות

• חזה ואברי המין

• שומן תת-עורי בחלק הגוף התחתון



מבנה גוף אופייני של גבר



שומן חיוני 3%



- מוח העצם
- מוח השדרה
- כבד
- לב
- טחול
- כליות



מדד מסת הגוף BMI

$$\frac{\text{משקל (ק"ג)}}{(\text{גובה - מ'})^2} = \text{מדד מסת הגוף ק"ג/מ}^2$$

נתון:

♦ גובה - 1.9 מטר

♦ משקל - 70 ק"ג

חישוב:

$$70 / 1.9^2 = 19.4$$

המדד של מסת הגוף שווה ל- 19.4 ק"ג/מ²

ערכי מדד מסת הגוף, מידת ההשמנה והערכת הסיכון הבריאותי

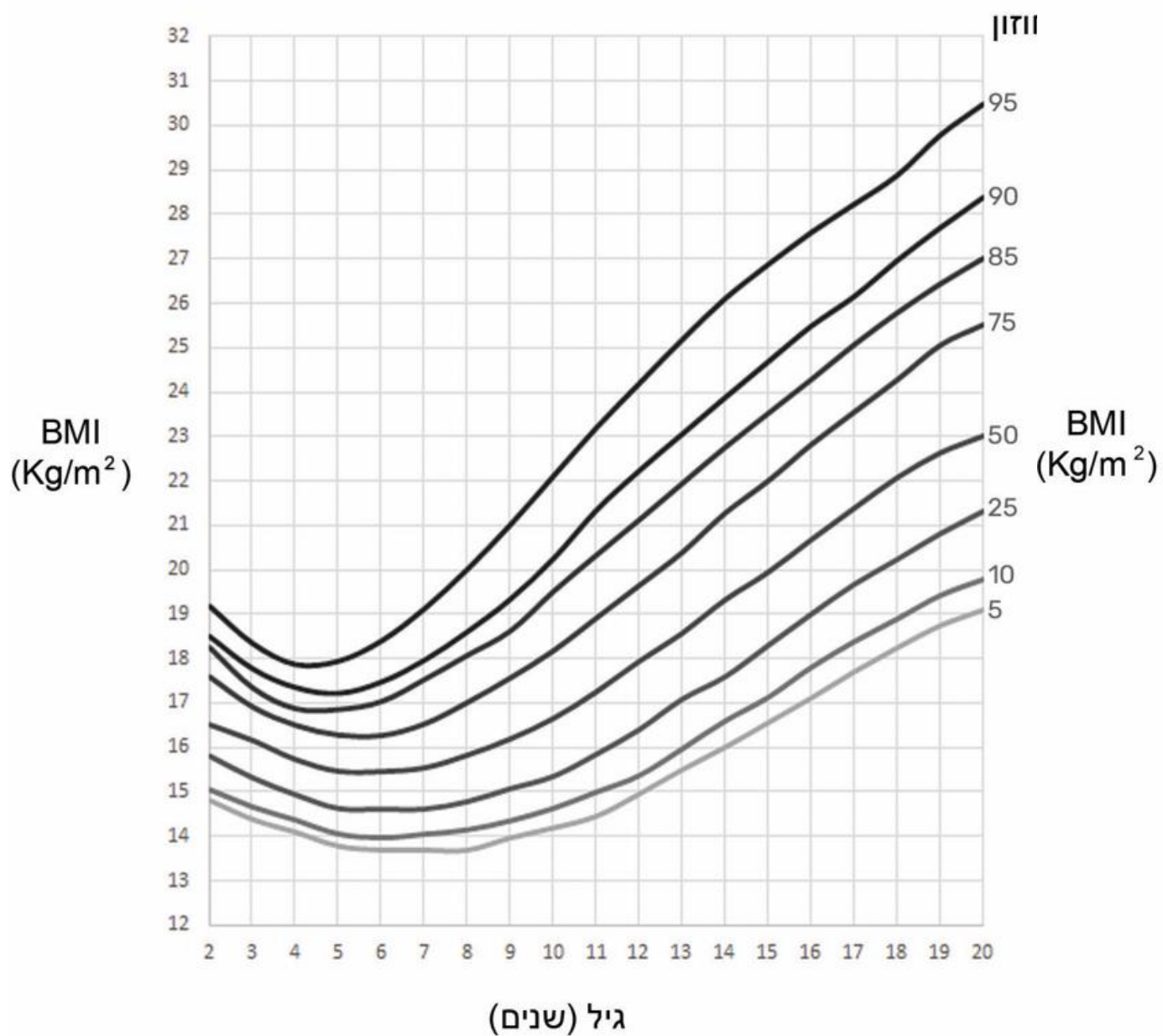
רמת הסיכון הבריאותי	מידת השמנה	מדד מסת הגוף (BMI) ק"ג/מ ²
עולה	תת-משקל	18.5 >
ממוצעת	משקל תקין	18.6 - 24.9
עולה	משקל עודף	25.0 - 29.9
גבוהה	השמנה בדרגה 1	30 - 34.9
	השמנה בדרגה 2	35 - 39.9
	השמנה בדרגה 3	40 ≤

הערכת מידת ההשמנה של ילדים ונערים (בנים ובנות)

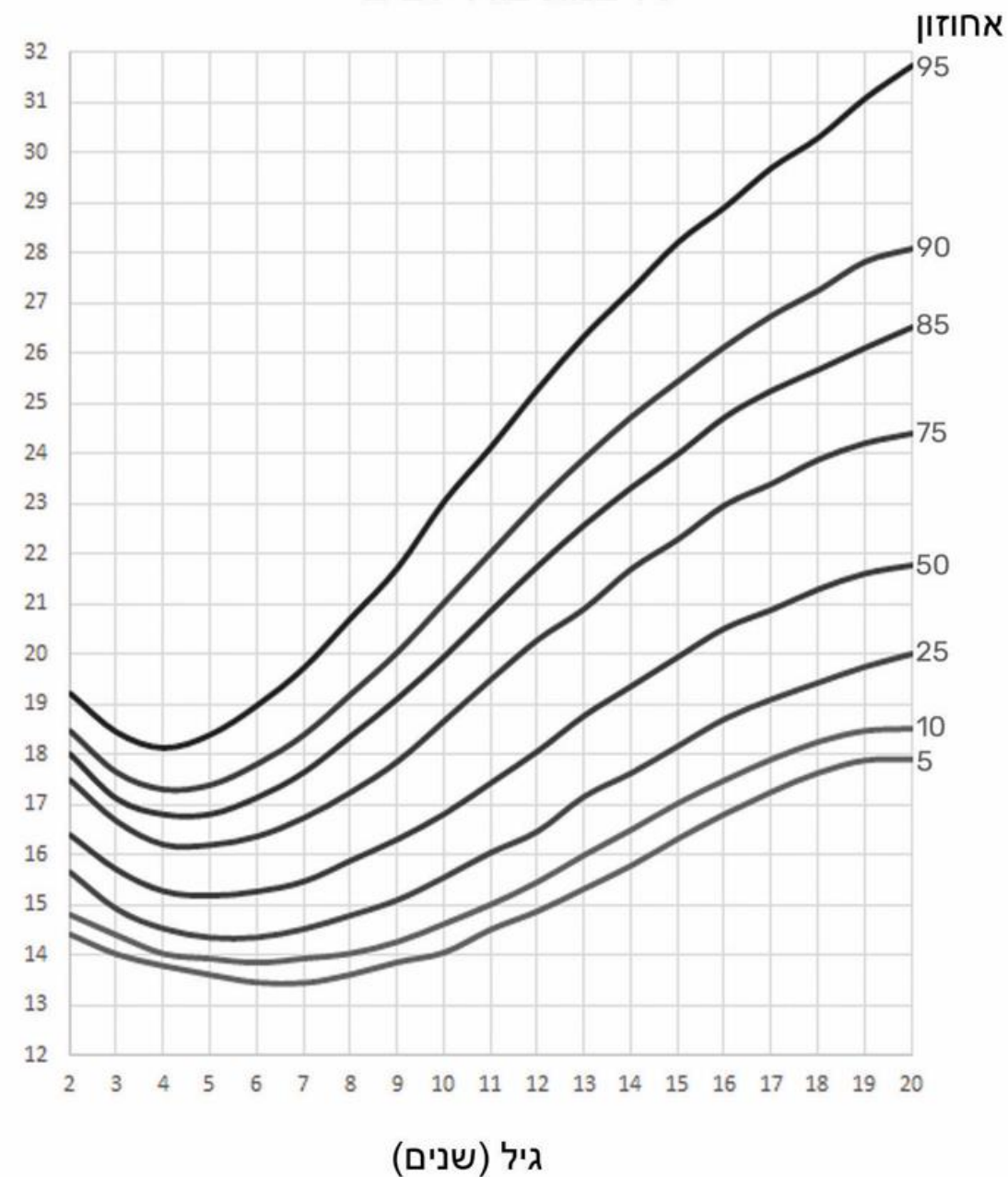
גילאי 2-20 באמצעות עקומות נורמה של BMI.

- מתחת לאחוזון ה-5: תת-משקל (underweight),
- מהאחוזון ה-5 ועד ל-85: משקל תקין (Healthy weight),
- מעל האחוזון ה-85 ועד ל-95: משקל עודף (Overweight)
- מעל לאחוזון ה-95: השמנה (Obese).

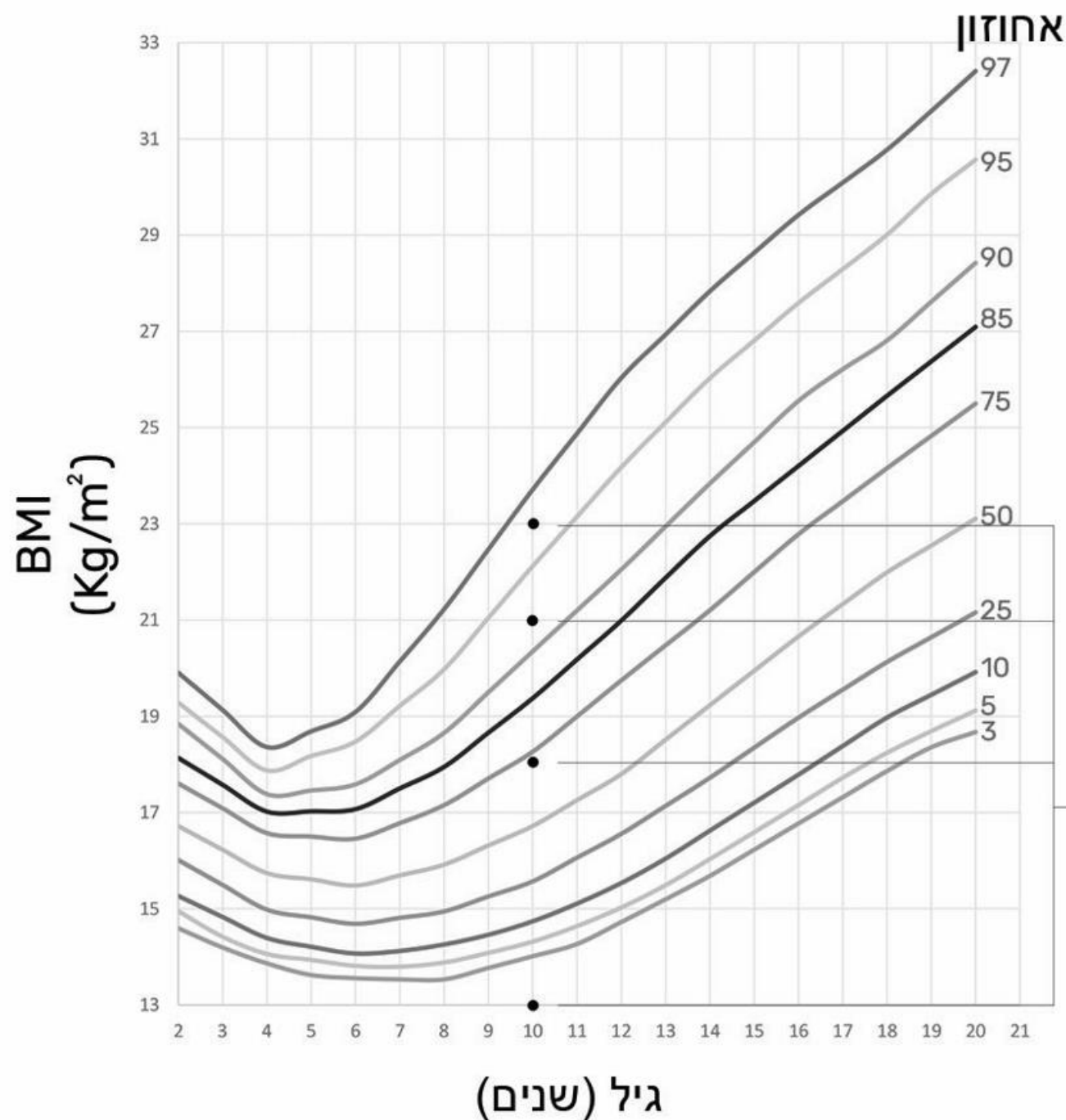
עקומת אחוזונים להערכת BMI
של בנים בגיל 2 - 20



עקומת אחוזונים להערכת BMI
של בנות בגיל 2-20



עקומת אחוזונים להערכת BMI של בנים בגיל 2-20



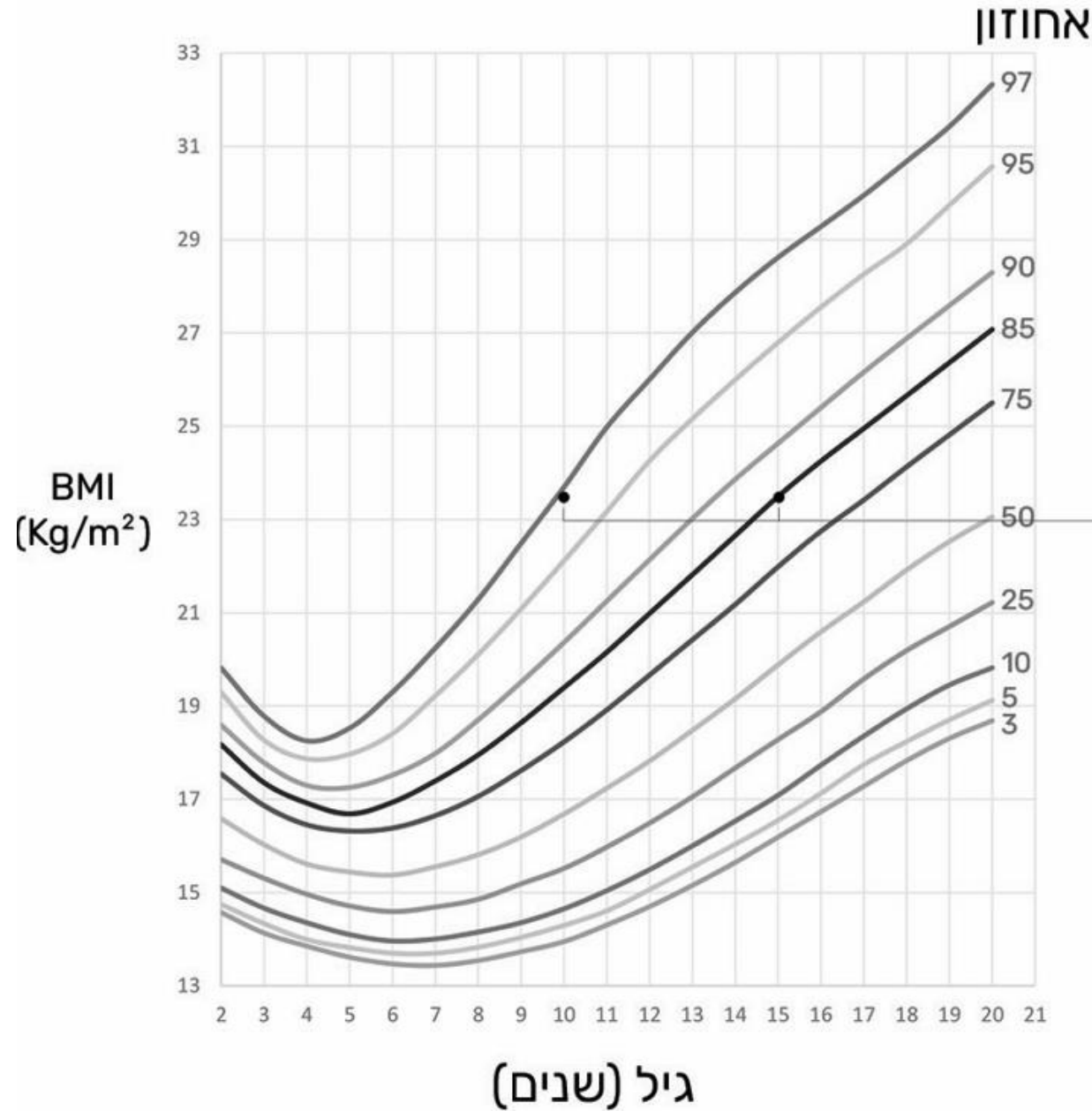
ילד בן 10 עם BMI 23 ק"ג/מ²
יסווג בקטגוריית "השמנה"

ילד בן 10 עם BMI 21 ק"ג/מ²
יסווג בקטגוריית "משקל עודף"

ילד בן 10 עם BMI 18 ק"ג/מ²
יסווג בקטגוריית "משקל תקין"

ילד בן 10 עם BMI 13 ק"ג/מ²
יסווג בקטגוריית "תת-משקל"

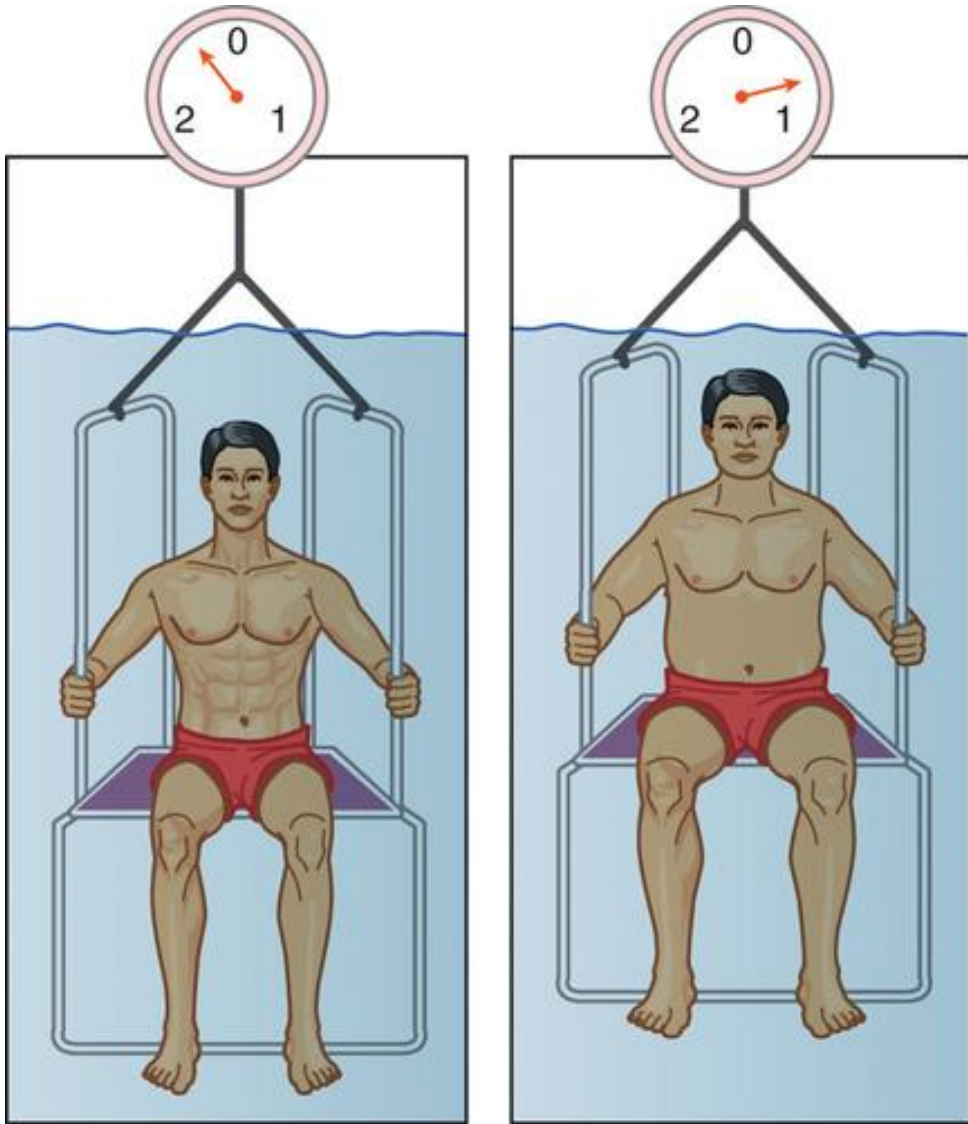
עקומת אחוזונים להערכת BMI של בנים בגיל 2-20



ילד בן 10 עם BMI 23 ק"ג/מ²
יסווג בקטגוריית "השמנה"

ילד בן 15 עם BMI 23 ק"ג/מ²
יסווג בקטגוריית "משקל תקין"

שקילה תת מימית



- מבוססת ומחושבת על פי המשקל הסגולי
- שריר: 0.9 גרם/סמ"ק, שומן: 1.1 ג' /סמ"ק
- $\% \text{שומן} = 450 - \text{משקל סגולי} / 495$
- חוק ארכימדס = "גוף מאבד במים משקל השווה למשקל המים שהוא דוחה"
- $\text{משקל מחוץ} - \text{משקל בתוך} = \text{משקל "אבד"} =$
- $\text{משקל מים נדחו} \sim \text{נפח מים נדחו} = \text{נפח גוף}$
- הפחתת נפח הריאות מפח הגוף הכללי
- חישוב משקל סגולי

דוגמה לחישוב הרכב הגוף של בחורה באמצעות שקילה תת-מימית.

נתון:

- משקל מחוץ למים - 60 ק"ג
- משקל בתוך המים - 0.5 ק"ג
- נפח האוויר בריאותיה בהיותה בחבית לאחר נשיפה מרבית (נפח שארית) - 1.5 ליטר.

חישוב:

- הבחורה איבדה בתוך המים - 59.5 ק"ג. כלומר, גופה "דחה מים" במשקל 59.5 ק"ג. 1 ליטר מים שוקל 1 ק"ג. נפח המים שגופה "דחה" ואשר זהה לנפח גופה הוא 59.5 ליטר. לאחר הפחתת נפח הריאות מתקבל נפח רקמות הגוף - 58 ליטר.
- המשקל הסגולי מחושב על ידי חלוקה של משקל הגוף בגרם בנפחו במיליליטר. משקלה הסגולי של הבחורה הוא 1.034 גרם/סמ"ק ($58,000 \text{ מ"ל} / 60,000 \text{ גרם} = 1.034$).
- לאחר הצבת המשקל הסגולי בנוסחת החיזוי מתקבל החישוב המתמטי הבא, שתוצאתו היא אחוז השומן החזוי.

$$495 / 1.034 - 450 = 28.7 \%$$

מדידת עובי קפלי עור



- הנחה: כמות השומן התת-עורי נמצאת ביחס קבוע, תלוי מין וגיל, לכמות השומן הכללית בגוף ומאפשרת חיזוי של אחוז השומן.
- מדידת ארבעת האזורים בצידו הימני של הגוף.
- יש לבצע לפחות שתי מדידות בכל אתר ולחשב את הממוצע. את המדידות מבצעים בשני סבבים ולא שתי מדידות ברצף באותו אתר.

ארבעת אזורי המדידה השכיחים של קפלי עור להערכת הרכב הגוף



מעל השריר התלת-ראשי



מעל השריר הדו-ראשי



מעל רכס עצם הכסל



מתחת לעצם השכמה



מציאת אחוז השומן עפ"י סכום קפלי העור בארבעת אזורי המדידה - גברים

% שומן			סכום מדידות קפלי עור (מ"מ)
גיל 50 +	גיל 30-49	גיל 16-29	
12.5	12.1	8.1	20
13.9	13.2	9.2	22
15.1	14.2	10.2	24
16.3	15.2	11.2	26
17.4	16.1	12.1	28
18.5	16.9	12.9	30
20.8	18.7	14.7	35
22.8	20.3	16.3	40
24.7	21.8	17.7	45
26.3	23.0	19.0	50
27.8	24.2	20.2	55
29.1	25.3	21.2	60



מדידה והערכת הרכב הגוף באמצעות מדידת

מוליכות חשמלית של הרקמות בגוף

- תכולת המים של רקמת הגוף הרזה היא גדולה יחסית (כ-73%), ולכן המוליכות בה טובה. תכולת המים ברקמת השומן נמוכה (10-20%) והמוליכות החשמלית פחותה.
- על פי הערכת כמות המים הכללית נחזית מסת הגוף הרזה וממנה מחושבים כמות השומן ו-% השומן בגוף.

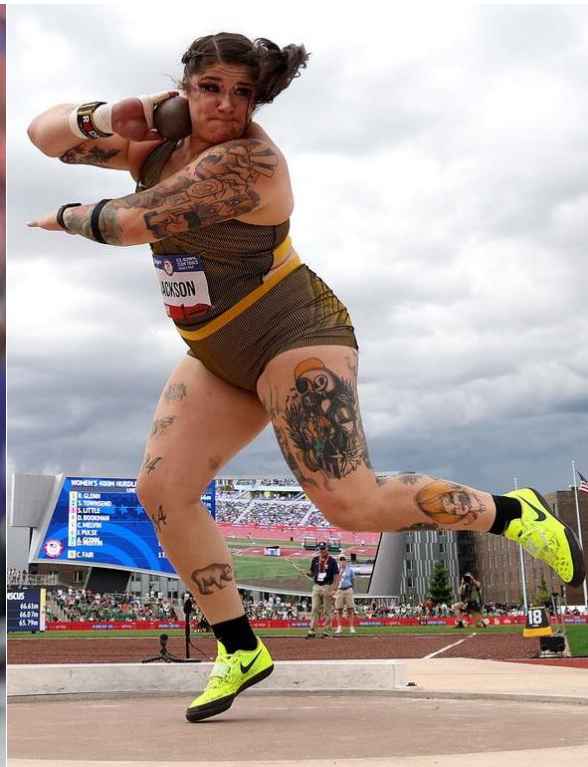
כדי להפחית את טעות המדידה:

- אין לאכול או לשתות ב-4 שעות שלפני הבדיקה.
- אין לבצע מאמץ גופני בעצימות בינונית ונמרצת במהלך 12 שעות שלפני הבדיקה.
- יש להתרוקן בשירותים 30 ד' לפני הבדיקה.
- יש להימנע מצריכת אלכוהול 48 שעות לפני הבדיקה.
- אין לצרוך חומרים משתנים, כולל קפאין, לפני הבדיקה אלא אם ניתן על-ידי רופא.
- נשים שנמצאות בשלב הלוטאלי במחזור החודשי (לקראת קבלת המחזור) ידחו את הבדיקה עד לאחר סיום הדמם

נורמות להערכת הרכב הגוף בהיבט הבריאותי

השמנה	עודף שומן	תקין בריאותית	תת שומן	גיל	מין
מעל 39%	39%-33%	33%-21%	עד 21%	20-39	נשים
מעל 40%	40%-34%	34%-23%	עד 23%	40-59	
מעל 42%	42%-36%	36%-24%	עד 24%	60-79	
מעל 25%	25%-20%	20%-7%	עד 7%	20-39	גברים
מעל 28%	28%-22%	22%-10%	עד 10%	40-59	
מעל 30%	30%-25%	25%-12%	עד 12%	60-79	

הרכב גופם של ספורטאים/ות נובע מהצריכה האנרגטית ומהדרישות הטכניות, הטקטיות והאסתטיות של ענף הספורט.

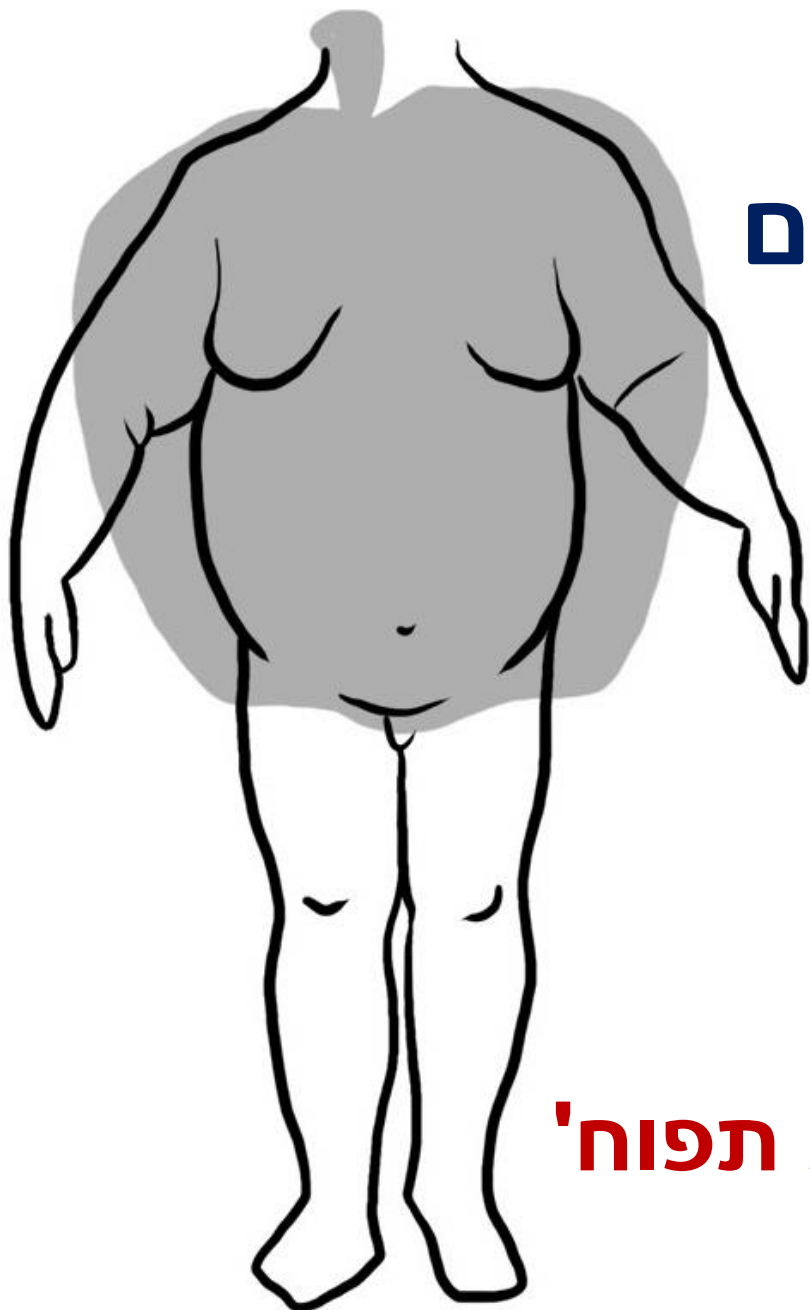


הרכב גופם (אחוז שומן) של ספורטאים וספורטאיות בענפי ספורט שונים

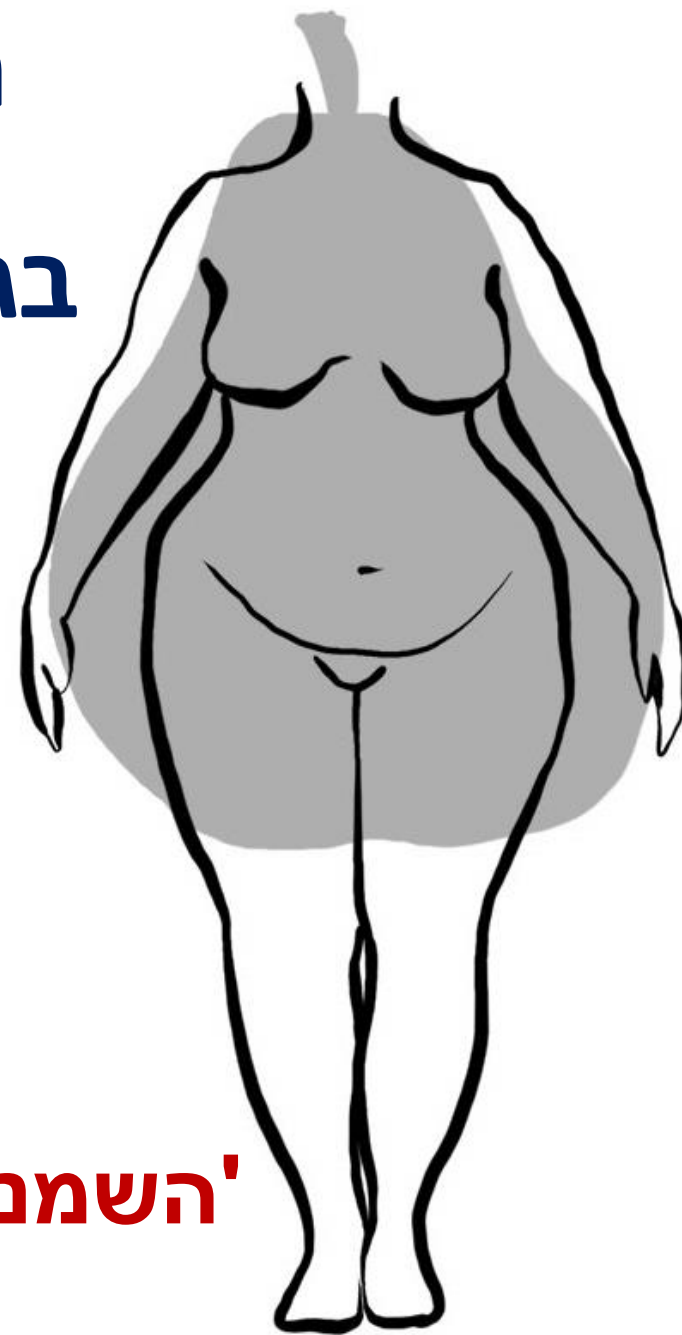
ענף ספורט	ספורטאים	ספורטאיות
התעמלות	5-12%	8-16%
גולף	10-16%	12-20%
האבקות	5-16%	
הרמת משקולות	5-12%	10-18%
ריצות קצרות	5.5%	14%
ריצות ארוכות	4%	16%
חתירה	6-14%	8-16%
טריאתלון	5-12%	8-15%
כדורסל	6-12%	10-16%
רכיבה על אופניים	5-11%	8-15%
שחייה	6-12%	10-18%
כדורגל	6-14%	10-18%
כדורעף	7-15%	10-18%
סקי (אלפיני ונורדי)	7-15%	10-18%
ענף ספורט	ספורטאים	ספורטאיות
סקי (קפיצות)	7-15%	10-18%
פיתוח גוף	5-8%	6-12%
כדור בסיס	8-14%	12-18%
כדורגל אמריקני	5-25%	
הוקי קרח	8-16%	12-18%
סקטים (גלגיליות)	5-12%	8-16%
רוגבי	6-16%	
רכיבת סוסים (ג'וקי)	6-12%	10-16%
סייף	8-12%	10-16%
קאנו / קיאק	6-12%	10-16%
שחייה צורנית		10-18%
טניס	6-14%	10-20%
זריקת דיסקוס	16%	25%
ריצת ניווט	5-12%	8-16%
הדיפת כדור ברזל	18%	28%

תבנית חלוקת השומן

בגוף וסיכונים בריאותיים



'השמנת תפוח'



'השמנת אגס'

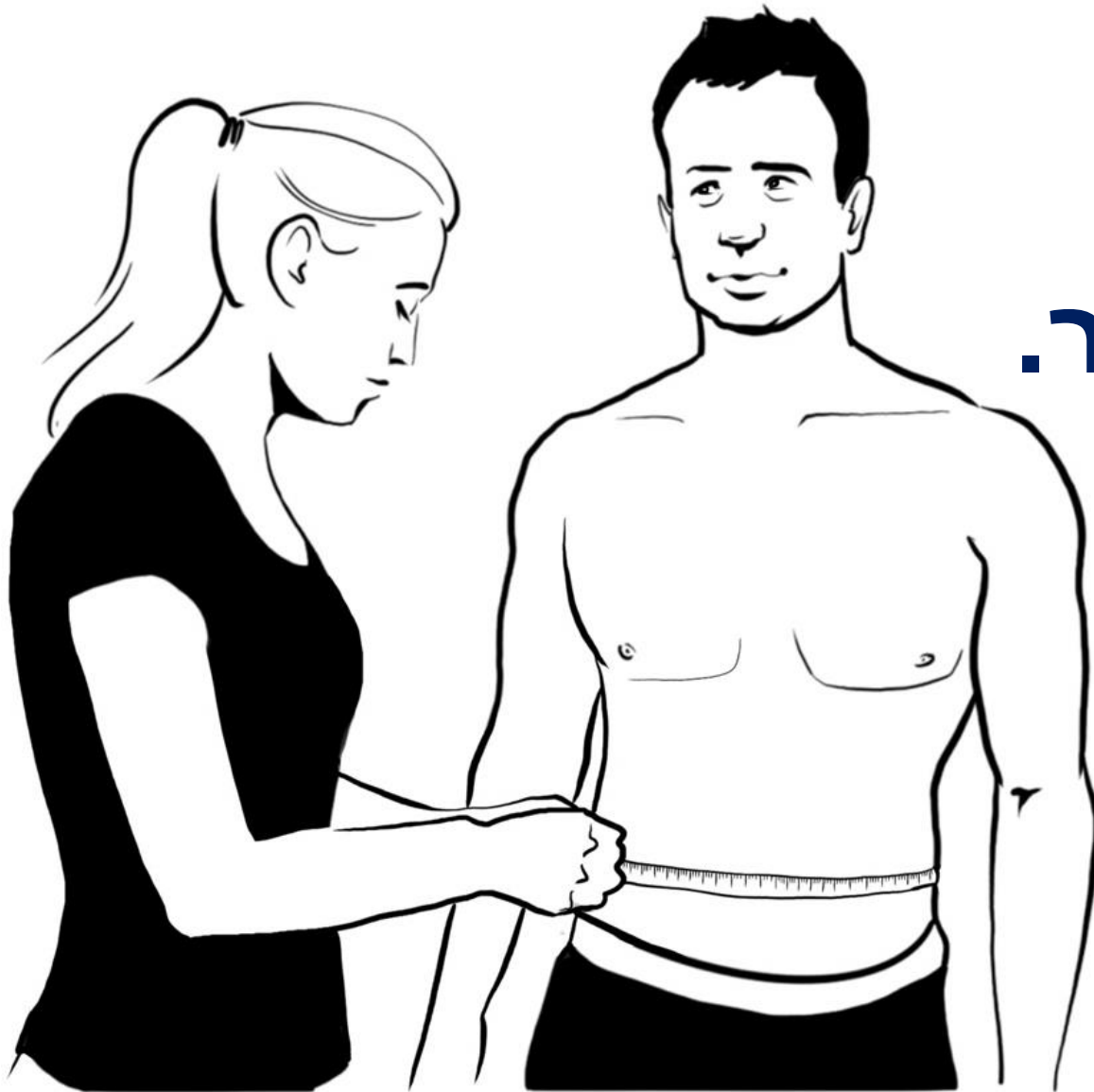
מדידת היחס בין היקף המותניים להיקף הירכיים

- היקף המותניים - נמדד באזור הצר ביותר של המותניים, מעל הטבור ומתחת לקצה של עצם החזה.
- היקף הירכיים - נמדד באזור ההיקף הגדול של הירכיים מתחת לקפל של העכוז.
- בכל אזור יש לבצע שתי מדידות, שהערך הממוצע שלהן הוא הקובע.
- יחס $0.95 < \text{יחס} < 0.86$ - אצל גברים ונשים צעירות בהתאמה = סיכון בריאותי גבוה מאוד
- יחס $1.03 < \text{יחס} < 0.9$ - אצל גברים ונשים בגיל 60-69 בהתאמה = סיכון בריאותי גבוה

מדידת היקף המותניים,

כמדד יחיד להשמנה

בטנית, נעשית בקו הטבור.



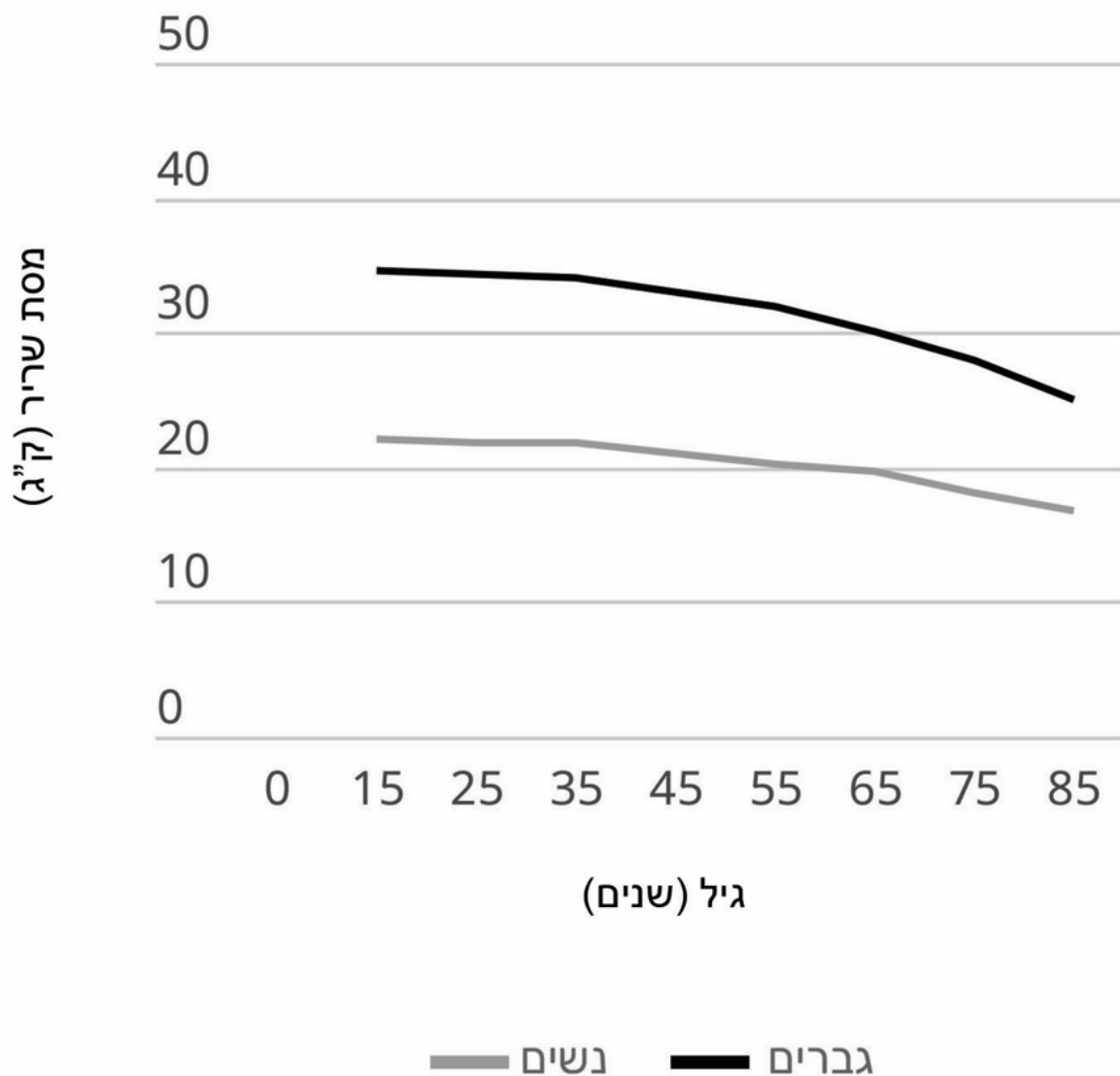
היקף המותניים ורמת הסיכון הבריאותי לחלות במחלות הנובעות מהשמנה

רמת סיכון	היקף המותניים (ס"מ)	
	גברים	נשים
נמוכה מאוד	$80 >$	$70 >$
נמוכה	99-80	89-70
גבוהה	119-100	109-90
גבוהה מאוד	$120 \leq$	$110 \leq$

רמת סיכון לתחלואה		
היקף מותניים גברים < 102 ס"מ נשים < 88 ס"מ 'השמנה בטנית'	היקף מותניים גברים ≥ 102 ס"מ נשים ≥ 88 ס"מ	BMI
		$18.5 >$
		24.9 - 18.5
גבוה	עולה	29.9 - 25
גבוה מאוד	גבוה	34.9 - 30
גבוה מאוד	גבוה מאוד	39.9 - 35
גבוה מאוד מאוד	גבוה מאוד מאוד	$40 \leq$

השינוי במסת השריר

עם העלייה בגיל



סיבות לירידה במסת השריר אחרי גיל 40:

- הפחתה בהיקף הפעילות הגופנית
- ירידה בקצב סינתזת שריר ועלייה בקצב הפרוק. קצב סינתזת השריר מעל גיל 60 נמוך ב-30% מאשר בגיל 20.

הגדלת רקמת השומן.....השמנה

- כמות השומן שמצטברת בגוף במעגל החיים תלויה ב: תורשה, משטר תזונתי והרגלי פעילות גופנית.
- עלייה בגודל של תאי שומן קיימים (היפרטרופיה) תרחש עד לנפח קריטי מסוים. מעבר לנקודה קריטית זו מתחילים להיווצר תאי שומן חדשים (היפרפלזיה) .
- בהשמנה בדרגה 1 ($BMI > 30$) ($34.9 > BMI$) הגדלת רקמת השומן נובעת מהיפרטרופיה.
- בהשמנה בדרגה 2 ($BMI > 35$) ($39.9 > BMI$) ובהשמנה בדרגה 3 ($BMI > 40$) הגדלת רקמת השומן נובעת מהיפרטרופיה והיפרפלזיה.
- מספר תאי השומן איננו קטן. הפחתת בשומן תבוא לביטוי בהצטמקות תאי השומן.

רמות נמוכות של שומן מערכי הנורמה מהוות גורם סיכון לבעיות בריאות:

- פגיעה בגדילה ובצמיחה לגובה

- העלמות המחזור החודשי

- ירידה בחילוף החומרים

- אוסטיאופורוזיס

- מצב רוח ירוד

- יובש בעור

- נשירת שיער

- עצירות

רמות גבוהות של שומן מערכי הנורמה מהוות גורם סיכון לבעיות בריאות:

- עלייה בסיכון לתמותה מכל הגורמים.
- יכולת מאמץ וכושר גופני פחותים.
- עומס מכני גדול על מערכת השלד והמפרקים.
- עומס פיזיולוגי גדול על מערכת השרירים, שצריכה לעמוד בהתנגדות גדולה יותר.
- עומס מוגבר על הלב בעת ביצוע פעילות גופנית. עודף שומן משמעותו עודף משקל שמעלה את הצריכה-העלות האנרגטית.
- הפרעות בתפקודי נשימה: עומס מכני של רקמת השומן על בית החזה. דום נשימה בשינה.
- יתר לחץ דם
- מחלת לב כלילית

רמות גבוהות של שומן מערכי הנורמה מהוות גורם סיכון לבעיות בריאות:

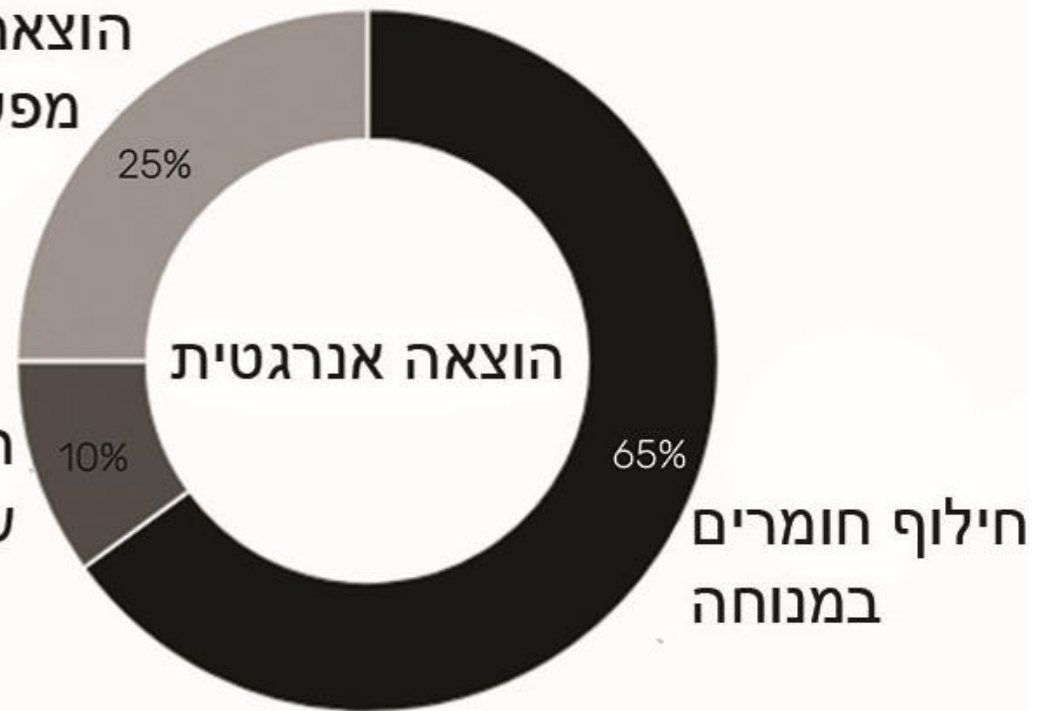
- שבץ מוחי
- רמות גבוהות של שומנים בדם.
- מחלת כיס מרה
- סכרת סוג 2
- שינויים ניווניים בסחוס המפרקים.
- סוגים מסוימים של סרטן (שד, מעי, כיס מרה, כליה, כבד, ורחם).
- מחלות עור באזור קפלי השומן.
- דימוי עצמי שלילי מאחר שהיא קשורה לאסתטיקה ולדימוי גוף.
- דיכאון, חרדה והפרעות מנטליות נוספות.

מאזן קלורי / מאזן אנרגטי



הוצאה אנרגטית כתוצאה
מפעילות ואימון גופני

האפקט התרמוגני
של המזון



מאזן אנרגיה מומלץ

- לירידה במשקל כתוצאה מירידה ברקמת שומן מומלץ מאזן אנרגיה שלילי של 500-1000 קק"ל/יממה שיביא להפחתה במשקל של 0.47 עד 0.94 ק"ג בשבוע.
- שילוב של בקרה תזונתית, אימון אירובי ואימון כוח הוא הדרך המיטבית ליצירת מאזן קלורי שלילי ולהפחתה במשקל הכללי ובמסת השומן.
- במאזן שלילי קיצוני, רוב הירידה במשקל תהיה מאובדן רקמת שריר ולא רקמת שומן, וקיים סיכון גדול להשפעה שלילית על מערכות הגוף ותפקודו כמו ירידה בקצב חילוף החומרים הבסיסי, חוסר ריכוז, הפרעות במחזור החודשי וירידה בצפיפות העצם.
- לעלייה במסת הגוף הרזה (שרירים) מומלץ לשלב אימון כוח עם מאזן אנרגיה חיובי של 1000-500 קק"ל/יממה. מאזן חיובי הגבוה מ-1000 קק"ל/יממה יגרום לעלייה ברקמת השומן.