

האם חלב הוא משקה הספורט החדש?

R.D, M.Sc אריאלי רקפת
IOC Sports Nutritionist
המרכז לרפואת ספורט **הדסה** אופטימל,
מרכז רפואי אוניברסיטאי **הדסה**



תוכן העיניינים

1 הקדמה

- א. תזונת ספורט - עקרונות בסיסיים 3
- ב. משקאות ספורט - מאפיינים 4
- ג. חלב כמשקה ספורט 6

2 חלב ופעילות גופנית

- א. חלב ואימוני כוח שרירי 10
- ב. חלב ואימונים אירוביים 15
- ג. חלב ומאזן נוזלים 15
- ד. עיתוי צריכת החלב 15

3 המלצות וסיכום

- המלצות תזונתיות 25
- סיכום 26
- מראי מקום 27



1 הקדמה

א. תזונת ספורט - עקרונות בסיסיים:

תרבות הספורט והפעילות הגופנית בשעות הפנאי במדינת ישראל תופסת תאוצה מרשימה מאז העשור הראשון של המאה ה-21. גברים ונשים רבים יותר מבעבר מבצעים אימונים גופניים סדירים ואף משתתפים באירועי ספורט שדורשים יכולות גופניות גבוהות ונחישות מנטלית. הקפדה על תזונה מתאימה מבחינת הכמות הנצרכת, איכות המזון ועיתוי האכילה, חשובה לשם ניצול היתרונות הבריאותיים המיוחדים לאימון גופני. תזמון הארוחות והרכבן משפיעות הן על מאפייני האימון (משכו ועצימותו), הן על הערנות ויכולת הריכוז באימון והן על ניצול מקורות האנרגיה (שומנים, פחמימות וחלבונים) במהלך האימון, הפרשת הורמונים, הקטנת הנוזקים המתרחשים כתוצאה מהעומס הפיזיולוגי והתאוששות השריר ובנייתו לאחר האימון.



אנרגיה:

לצריכה הקלורית ולמאזן האנרגיה חשיבות רבה בקרב ספורטאים. אספקה נאותה של אנרגיה מאפשרת מתן מאקרונוטריינטים ומיקרונוטריינטים, ועוזרת בשמירה על משקל גוף והרכבו (אחוז השומן) שלתקינותם חשיבות רבה בשיפור ביצועים ספורטיביים. כמות האנרגיה המומלצת לספורטאים, לשם שמירה על משקל הגוף והרכבו, וכן כדי להבטיח תפקוד תקין של כל מערכות הגוף, היא 45 קק"ל, לכל 1 ק"ג משקל גוף רזה, בתוספת ההוצאה האנרגטית של המאמץ עצמו.

פחמימות:

הפחמימות הנצרכות נאגרות בשרירים ובכבד בצורת גליקוגן. גליקוגן השריר מהווה את מקור האנרגיה העיקרי לפעילות כוח ולפעילות אירובית עצימה. תזונה עשירה בפחמימות, תוך הקפדה על מסגרת קלורית יומית המתאמת לצורכי המשקל, תאפשר לספורטאי לבצע מאמצים בעצימות גבוהה יותר ולמשך זמן ארוך יותר. לעומת זאת, דלדול מאגרי הגליקוגן יפגע ביכולת הגופנית; ותזונה דלה בפחמימות תגרום לתחושת עייפות, לעלייה בסיכון לפציעות ולפגיעה במערכת החיסון. כמות הפחמימות המומלצת לספורטאים נעה בין 5 ל-7 ג'ק"ג ליממה בשגרת האימונים, ובתקופות עומס אף מעבר לכך.

חלבונים:

החלבונים מהווים אבן בניין ליצירת רקמות חדשות ולשיקום רקמות שניזוקו בתגובת הגוף למאמץ. כמות החלבונים המומלצת לעוסקים בפעילות גופנית נעה בין 1.2-1.7 ג'ק"ג ליממה. יש לציין כי מאחר שהגוף אינו אוגר חלבון, חשיבותו בתזונה היומית מסתכמת לא רק בצריכת הכמות המומלצת, אלא גם באיכות החלבון ובפיזור הצריכה על פני כל הארוחות.

שומנים:

השומנים מהווים מקור אנרגיה בפעילות יומיומית ובפעילות אירובית מתונה. כמות השומן המומלצת לספורטאים מהווה 30% מהערך הקלורי של התפריט היומי.

ויטמינים ומינרלים: לצריכה נאותה של הוויטמינים B12, B6, E, A, C, D, והמינרלים ברזל, סידן, נתרן, מגנזיום, אבץ וסלניום - חשיבות רבה בביצועים גופניים. דגש מיוחד יש לתת לצריכת ויטמין D, ברזל וסידן. ^(1,2,3)



עיתוי אכילה ביחס לאימון:

אכילה לפני האימון:

לארוחה שלפני האימון כמה מטרות: שמירה על רמה תקינה של גלוקוז בדם, מילוי מאגרי הגליקוגן בשריר ובכבד, שמירה על תקינות מערכת העיכול, ואספקת נוזלים למניעת התייבשות.

שלוש עד ארבע שעות לפני האימון מומלץ לצרוך ארוחה מלאה ומאוזנת שכוללת פחמימות, חלבונים וירקות. בנוסף, מומלץ לתגבר בארוחת ביניים קטנה סמוך לתחילת האימון הגופני. מכיון שבזמן מאמץ גופני פוחתת זרימת הדם למערכת העיכול מומלץ לצרוך מזון שלא דורש עיכול רב. מזון עשיר בחלבון ובשומן מאט את התרוקנות הקיבה ולכן עלול להוביל לתסמינים במערכת העיכול שעלולים להפריע לביצוע המאמץ הגופני ולגרום לחוסר נוחות בזמן האימון. לפיכך, מומלץ שארוחה זו תהיה ארוחה עשירה בפחמימות, דלה בחלבון, שומן וסיבים תזונתיים.

אכילה במהלך האימון:

מומלצת כאשר מבצעים אימון ממושך (90 דקות ומעלה), בעצימות גבוהה. כמו בארוחה שבסמוך לאימון, גם ארוחה זו תושתת על פחמימות, תוך צמצום כמויות של חלבונים, שומנים וסיבים תזונתיים.

אכילה בסיום אימון

אכילה בסיום אימון מטרתה לחדש את מאגרי האנרגיה ולתקן את הנזקים שהתרחשו ברקמות ובשרירים. מומלץ לצרוך אותה עד 90 דקות מסיום האימון. על ארוחה זו להיות מגוונת ולכלול את כל קבוצות המזון: פחמימות, חלבונים, שומן מהצומח וירקות. היחס בין כמות (גרם) הפחמימות לחלבונים יהיה 1-4:1. אכילת הפחמימות תסייע בחידוש מאגרי הגליקוגן בכבד ובשרירים ותגביר את הפרשת ההורמון אינסולין המסייע בכניסת חומצות האמינו שנמצאות בחלבון לתאי השריר, ובכך תורם לתיקון נזקי השריר. (1,2,3)



ב. משקאות ספורט:

שוק תוספי המזון מאופיין בשיווק אגרסיבי של היצרנים והסוחרים. ארגונים רבים בעולם הספורט והתזונה, כולל הוועד האולימפי הבינלאומי, טוענים שתזונה נבונה ומאוזנת יכולה לספק את כל צרכיו של המתאמן - חובב וספורטאי מקצועי כאחד - וכי אין לו כל צורך בתוספי תזונה.

תוספי המזון מכילים חומרים רבים ומגוונים המיועדים, לדברי היצרנים, להגביר אספקת אנרגיה, לשפר התאוששות, להעלות מסת שריר, לשפר ערנות ועוד. (1,2,3)

בתוך קבוצת תוספי המזון קיימים משקאות הספורט והם נחלקים לשני סוגים:

א. משקאות איזוטוניים - כוללים מים בתוספת פחמימות ומלחים (נתרן ואשלגן) ומטרתם לספק נוזלים, אנרגיה ומלחים בזמן פעילות גופנית. צריכתם משפרת את יכולת הביצוע במאמצים עצימים הנמשכים יותר מ-60 דקות וכרוכים בשימוש מואץ במאגרי הגליקוגן בשרירים ובכבד.

ב. משקאות התאוששות - כוללים מים בתוספת פחמימות, חלבונים מסוגים שונים ומלחים - רכיבים הנחוצים לגוף לשם התאוששות מאימון גופני, למילוי מאגרי הגליקוגן ולתיקון הנזקים שהתרחשו בשרירים וברקמות.

ג. חלב כמשקה ספורט:

השימוש הגדל והולך בחלב כמשקה ספורט נובע מהיותו משקה בעל ערך תזונתי גבוה המספק לגוף: **חלבונים** באיכות גבוהה לשם בניית שריר ולמניעת פירוק השריר, **פחמימות** לשם חידוש מאגרי הגליקוגן בשריר, **נוזלים ואלקטרוליטים** לשם רוויון הגוף והחזרת המלחים שאובדים בזיעה, **וויטמינים ומינרלים** לשם בריאות כללית. הערכים התזונתיים של מוצרי חלב ניגר ויוגורטים דומים בהרכבם למשקאות ההתאוששות המסחריים (טבלה 1). החלב מכיל **פחמימות** (לקטוז) בכמות דומה לכמות הנמצאת במשקאות הספורט המסחריים המכילים לרוב גלוקוז, ומלטודקסטרין. כמו כן, החלב

מכיל חלבון **קזאין וחלבון מי גבינה (whey)** ביחס של 3:1, יחס כזה מאפשר ספיגה ועיכול איטיים של חלבונים אלה, דבר התורם לרמות גבוהות בדם של **חומצות אמינו**. יתרון נוסף לחלבון החלב הוא הכמות הגבוהה של חומצות אמינו מסועפות שרשרת BCAA - Branch Chain Amino Acid) שהוא מכיל, שלהן תפקיד חשוב במטבוליזם של השריר. בנוסף, החלב מכיל כמו גבוהה של אלקטרוליטים. תוספת זו של אלקטרוליטים מאפשרת את החזרתם לגוף בעקבות האובדן בזיעה, וכן תורמת לספיגת נוזלים טובה יותר לאחר המאמץ.⁽⁴⁾ בהתבסס על נתונים אלה החלו לחקור את ההשפעה של צריכת חלב על היכולת הגופנית.



טבלה 1: הרכב תזונתי של מוצרי חלב שונים בהשוואה למשקאות ספורט מסחריים (5,6)

משקה חלב בטעם בננה 2% (240 מ"ל)	משקה יוגורט תות בננה 1.5% (270 מ"ל)	משקה יוגורט תות מלון 1.5% בקבוק 250 מ"ל	חלב בטעם וניל 1% (240 מ"ל)	משקה חלב וניל 3% (240 מ"ל)	שוקו 0% (בבוק 250 מ"ל)	שוקו 2% (שקית)	חלב 1% (240 מ"ל)	חלב 3% (240 מ"ל)	
168	200	200	127	178	95	166	98	144	אנרגיה (קק"ל)
6.2	6.7	6	7.7	7.2	8.7	5.6	7.5	7.9	חלבון (גרם)
25	35	35	17	21	14	25.5	12	12	פחמימות (גרם)
120	160	82	115	125	187	101	120	120	נתרן (מ"ג)

Gu recovery brew	Gu electrolyte brew	Powerbar ironman restore	Gatorade recovery drink	Optimum 2:1:1 Nutrition recovery	
83	100	90	110	210	אנרגיה (קק"ל)
2.5	0	3	8	17	חלבון (גרם)
17.5	26	20	20	35	פחמימות (גרם)
53.3	490	250	105	190	נתרן (מ"ג)

חלב לעומת סויה

מרבית המחקרים, שבחנו השפעה של צריכת חלבונים לאחר אימון גופני על מסת השריר, התבצעו על חלבונים ממקורות של חלב ושל סויה - שני סוגי המשקאות הנבחנו במידעון זה.

כאמור, ריכוז גבוה של חומצות אמינו בזרם הדם (היפראמינואצדמיה) ואימון כוח שרירי מעודדים סינתזת חלבוני שריר ובכך מעודדים שמירת/עליית מסת שריר. סוג החלבון הנצרך, כמותו ועיתוי צריכתו, משפיעים על סינתזת חלבוני השריר. החלב והסויה נבדלים זה מזה בתכולת חומצות האמינו שבהם ובהרכבן.

טבלה 4 להלן משווה בין חלבונים שונים, כולל ציון PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Scores).

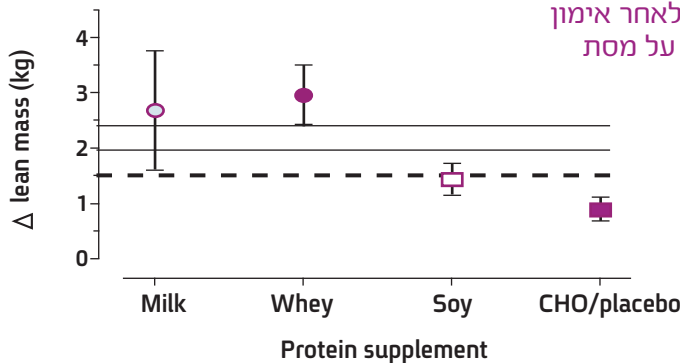
טבלה 2: השוואה בין חלבוני חלב לחלבון סויה (7)

סויה	חלבון מי גבינה (whey)	קזאין	חלב דל שומן	תכולת חומצות אמינו (מ"ג/ג)
28	20	27	20	היסטידין
44	76	54	63	איזולאוצין
62	108	82	77	לאוצין
62	101	73	54	ליזין
20	48	28	33	מתיונין
88	67	100	48	פנילאלנין
32	44	54	37	טראונין
10	26	12	15	טריפטופן
54	72	64	55	ואלין
104	115	123	121	PDCAAS

בסקירת ספרות, שנעשתה על המחקרים שהצביעו על עלייה במסת שריר בעקבות צריכת חלבונים ממקורות שונים, נצפתה עלייה גבוהה יותר לאחר צריכת חלבון מי גבינה. (8) (איור 2).

במחקרים - שבחנו השפעת צריכת חלב או חלבון קזאין, וחלבון מי גבינה בנפרד, וחלבוני סויה בצורת משקה - נמצא שלכולם השפעה חיובית על בניית מסת שריר לאחר אימון כוח שרירי.

איור 1: צריכת חלבונים מסוגים שונים לאחר אימון כוח והשפעתם על מסת הגוף הרזה (8)



סיכום תשעה מחקרים שבחנו צריכת חלבונים מסוגים שונים לאחר אימון כוח שרירי ועלייה במסת הגוף הרזה. צריכת חלבון מסוג מי גבינה תרמה לעלייה המשמעותית ביותר במסת הגוף הרזה, ואילו צריכת חלבון סויה תרמה לעלייה הנמוכה ביותר במסת הגוף הרזה

שהוא מוביל לעלייה אטית, מתונה וממושכת בהיפראמינואצדמיה, ואף שאינו מעורר סינתזת חלבונים הוא מדכא את פירוקם.

ייתכן כי שילוב של חלבונים מהירים (מעוררים סינתזת חלבונים) יחד עם חלבונים איטיים (מעכבים פירוק חלבונים) מהווה יתרון משמעותי לעידוד סביבה אנאבולית לסינתזת חלבוני שריר לאחר אימון כוח.

שילוב שכזה, של חלבונים מהירים ואטיים, זמין במשקאות חלב שמכילים כ-80% קזאין ומי גבינה.

ייתכן שהסיבה לכך היא חלבון מי גבינה העשיר בחומצות אמינו מסופעות שרשרת, ובמיוחד בחומצת אמינו מסוג לאוצין (טבלה 2). חומצות אמינו מסופעות שרשרת מהוות כ-2/3 מחלבוני השריר, ומכאן חשיבותן בסינתזת חלבוני שריר.

חלבונים, דוגמת סויה ומי גבינה, מתעכלים במהירות ומובילים לעלייה מהירה וקצרה בהיפראמינואצדמיה, מעודדים סינתזת חלבונים ועל כן מכונים חלבונים "מהירים". בניגוד להם, קזאין מכונה חלבון "אטי" מכיוון



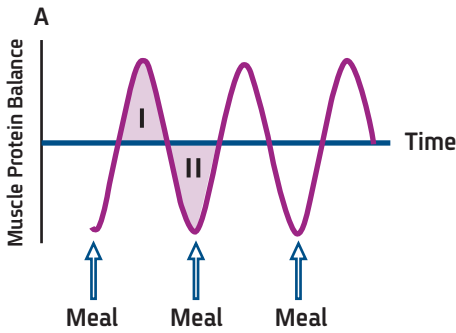
2 חלב ופעילות גופנית

א. חלב ואימון כוח שריר

אימון כושר שרירי (אימון התנגדות) - זהו אימון שבו השרירים פועלים נגד התנגדות חיצונית, כגון מכונות, משקולות וגומיות. מטרת האימון לשפר את סוגי הכוח השונים (כוח מרבי, סיבולת שרירים, כוח מתפרץ) ולגרום לעלייה במסת השריר (היפרטרופיה).

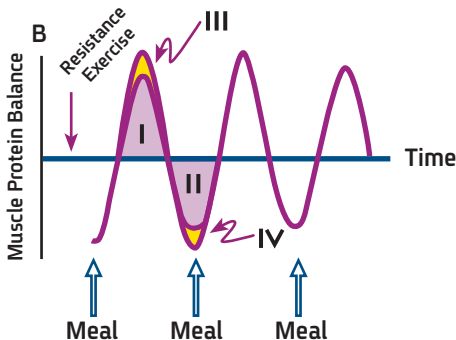
אנאבוליזם של שריר לאחר אימון כוח שרירי יתרחש בהנחה שקיים מאזן חלבון חיובי. צריכה של פחמימות, חלבון וחומצות אמינו, לאחר אימון כוח שרירי, תתרום ליצירת מאזן חלבון חיובי.

סינתזת חלבוני השריר, לאחר מאמץ לעומת מנוחה, עולה ב-40%-100%. עיקר העלייה תתרחש בעקבות צריכת מזון סמוך לסיום המאמץ הגופני. בזמן זה, כשעתיים עבור מת אמנים צעירים וכשעה עבור מתאמנים מבוגרים, יחול "חלון ההזדמנויות" לסינתזת שריר, (איור 2). מאזן החלבון החיובי לאחר אימון כוח יכול להימשך 48 שעות.⁽⁷⁾



איור 2: מאזן החלבון בגוף
לאורך היממה כפונקציה של צום ואכילה ושם אימון כוח שרירי (פיליפס 2004)⁽⁹⁾

גרף עליון - מאזן החלבון היומי במצב נורמלי.



גרף תחתון - מאזן החלבון בגוף לאחר אימון כוח שרירי: ביצוע אימון כוח שרירי מאפשר סינתזת חלבון גבוהה יותר, ובשעות שלאחר מכן תתרחש ירידה בפירוק החלבון, מה שיוביל למאזן חלבון חיובי גבוה יותר ביממה.

(FM), חלב מלא (WM), וחלב דל שומן בעל תכולה קלורית זהה לחלב מלא (IM) לאחר אימון התנגדות לשרירי הרגליים (טבלה 3).

כמה מחקרים בחנו את השפעתה של צריכת חלב לאחר אימון כוח שרירי. אליוט ושות' (2006)⁽¹⁰⁾ בחנו השפעת משקאות חלב שונים על מטבוליזם של חלבון לאחר אימון כוח - חלב דל שומן

טבלה 3: הרכב תזונתי של משקאות החלב במחקרו של אליוט ושות' (2006)

טראונין (מ"ג)	פנילאלנין (מ"ג)	חלבון (ג')	שומן (ג')	פחמימות (ג')	קלוריות (קק"ל)	כמות	
390	420	8.8	0.6	12.3	90	237	FM
360	390	8	8.2	11.4	150	237	WM
647	696	14.5	1	20.4	150	393	IM

FM - חלב דל שומן, WM - חלב מלא, IM - חלב דל שומן בעל תכולה קלורית זהה לחלב מלא

הנבדקים שלושה ימי אימוני התנגדות וצרכו, חמש דקות מסיום כל תרגיל, שוקו דל שומן (5 קק"ל/ק"ג) או משקה ספורט מסחרי (5 קק"ל/ק"ג). תוצאות המחקר מצביעות על שיפור בכוח הגוף ובהרכבו לאחר צריכת שני סוגי המשקאות. לאחר צריכת השוקו נמצאה עלייה ברקמה רזה של 1.6 ק"ג, לעומת 800 גרם לאחר צריכת משקה הספורט המסחרי, אם כי ההבדל לא היה מובהק סטטיסטית. **ג'וס ושות' (2010)⁽¹²⁾**, בחנו את השפעתה של צריכת חלב דל

החוקרים בחנו את מאזן חומצות האמינו ברגל הפעילה למשך חמש שעות לאחר האימון, באמצעות ביופסיית? שריר ובדיקות דם, ומצאו שמשקאות החלב השונים תרמו לעלייה במאזן חומצות האמינו בדם. מסקנת החוקרים היתה שצריכת חלב וחלב מלא במיוחד, לאחר אימון כוח שרירי, תורמת למאזן חומצות אמינו חיובי.

רנקין ושות' (2004)⁽¹¹⁾, בחנו את האינטראקציה בין אימוני כוח שרירי וצריכת חלב למשך עשרה שבועות. בכל שבוע ביצעו

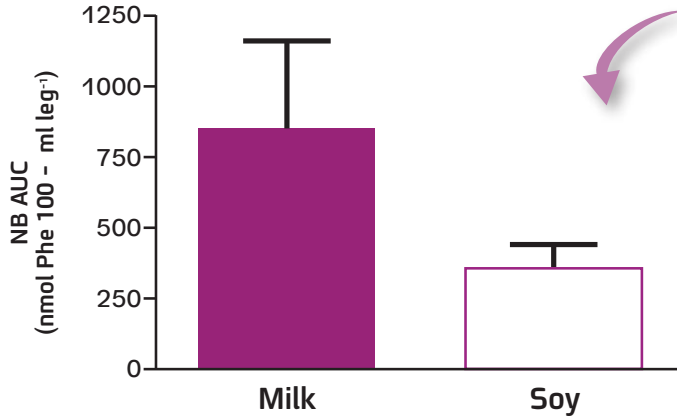


השני. הרכב המשקאות היה: 500 מ"ל של משקה חלב דל שומן או סויה, בעלי תכולה קלוריות זהה (745 קק"ל), תכולת חלבון זהה (18.2 גר') ותכולת שומן זהה (1.5 גר') ותכולת פחמימות זהה (23 גר') של לקטוז בחלב או של מלטודקסטרין במי הסויה).
לאחר אימון הכוח ושתיית המשקאות נלקחו כל שעה, למשך שלוש שעות, מספר דגימות: זרימת הדם בעורק הפמורלי (VBM), לבחינת זרם הדם לרגל הפעילה; דגימות נשימה; דגימות דם עורקיות וורידיות לבחינת ריכוז חומצות האמינו; וביופסיה מהשריר הפעיל באימון.
תוצאות המחקר הראו ששיא סינתזת חלבוני השריר הופיע 30 דקות לאחר צריכת שני המשקאות. מאזן החנקן החיובי נשאר זמן ממושך יותר (180 דקות) לאחר שתיית החלב, מאשר לאחר שתיית משקה הסויה (120 דקות). בזמן ההתאוששות נמצא כי סינתזת חלבוני השריר הייתה גבוהה יותר ב-34% לאחר שתיית חלב, מאשר לאחר שתיית משקה הסויה. בדיקת השטח מתחת לעקומת מאזן החנקן (AUC) תמכה גם היא בממצא זה, שכן הייתה גדולה משמעותית יותר לאחר שתיית החלב (גרף 1 להלן).

שומן לעומת צריכת משקה ספורט מסחרי, לאחר אימון כוח שרירי, על הרכב הגוף בקרב 20 נשים צעירות לא מאומנות. הנבדקות ביצעו אימון כוח שרירי חמישה ימים בשבוע למשך 12 שבועות. בעבודה זו נמצא שצריכה של שתי כוסות חלב דל שומן, מיד בסיום האימון ושוב ועד שעה לאחריו, גרמה לעלייה במסה השריר, לירידה במסת השומן ולעלייה בכוח השריר, בהשוואה לקבוצה שצרכה משקה פחמימתי בעל אותה תכולה קלורית.

וילקינסון ושות' (2007)⁽⁸⁾, בדקו את ההשפעה של צריכת חלב דל שומן או מי סויה על כלל חלבוני הגוף וחלבוני השריר, לאחר אימון כוח בגברים מאומנים. במחקר השתתפו שמונה גברים צעירים שביצעו אימוני כוח באופן קבוע (ארבעה ויותר אימונים בשבוע). הנבדקים ביצעו אימון כוח ברגל אחת ולאחריו צרכו חלב דל שומן או מי סויה. לאחר שבוע חזרו על התרגילים, הפעם ברגל השנייה, וכל משתתף קיבל את המשקה

גרף 1: מאזן החנקן לאחר צריכת חלב, לעומת צריכת מי סויה (17)



צריכת חלב לאחר אימון כוח תרמה, באופן מובהק סטטיסטית, למאזן חנקן חיובי גבוה יותר לעומת צריכת מי סויה

מסקנות החוקרים היא כי סינתזת חלבוני השריר עלתה לאחר צריכת חלב דל שומן ולאחר שתיית משקה הסויה, אולם בשיעור גבוה יותר לאחר צריכת החלב.

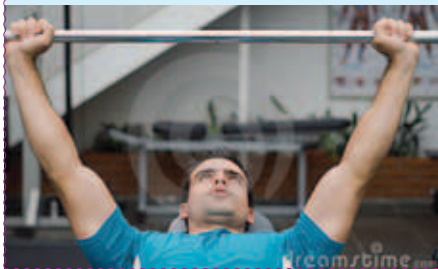
הסיבה לכך אינה נעוצה ברמות הגלוקוז והאינסולין בדם או בריכוז חומצות האמינו בדם לאחר שתיית המשקאות מכיוון שאלה היו זהות; וככל הנראה גם לא בהרכב חומצות האמינו. ייתכן שהשינוי במאזן החנקן נובע מההבדל בקצב העיכול של שני החלבונים. חלבוני החלב מספקים את חומצות האמינו אל השריר בקצב

אטי יותר מאשר חלבון הסויה. סביר כי מעבר מהיר של חומצות האמינו מהמעט לכבד יוביל לניצול של אותן חומצות אמינו לטובת סינתזת חלבוני סרום ואוריאה, מאשר לסינתזת חלבוני שריר. (13) **הרטמן ושות'** (2007) (14), בדקו האם צריכת משקה חלב דל שומן, של מרימי משקולות צעירים לאחר אימון כוח, תוביל לעלייה גדולה יותר במסת שריר מאשר צריכת מי סויה. במחקר השתתפו 56 מרימי משקולות בני 18-30. הם ביצעו אימוני כוח בתדירות של חמישה ימים בשבוע למשך



על עלייה בשטח הסיבים סוג 2 (לבנים) בכל הקבוצות - בקבוצת החלב עלייה מובהקת גדולה יותר מ-2 הקבוצות האחרות; על עלייה בשטח הסיבים מסוג 1 (אדומים) רק בקבוצת הסויה והחלב - הבדל מובהק בין קבוצת החלב לקבוצת הביקורת אך לא לקבוצת הסויה

מסקנת החוקרים היא שצריכת חלב דל שומן, מיד לאחר אימון כוח ושעה לאחר מכן, מביאה לעלייה משמעותית יותר במסת הגוף הרזה ולירידה משמעותית יותר במסת השומן מאשר צריכת מי סויה או פחמימות (זהים בקלוריות).



12 שבועות. הם חולקו לשלוש קבוצות - קבוצה אחת צרכה בסיום האימון חלב (500 מ"ל חלב דל שומן, 735 קקל, 17.5 גר חלבון, 25.7 גר' פחמימות, 0.4 גר שומן); קבוצה שנייה צרכה בסיום האימון מי סויה (500 מל מי סויה דל שומן, זהה בקק"ל, חלבון ושומן); וקבוצה שלישית צרכה משקה פחמימתי כקבוצת ביקורת (500 מ"ל, ריכוז 9% מלטודקסטריין). לכל המשקאות היו טעם וקלוריות (של הפחמימות) זהים. הם צרכו את המשקה מיד לאחר האימון, ומשקה זהה נוסף שעה לאחר מכן על מנת לעורר תגובה אנאבולית מקסימלית. במהלך המחקר נלקחו ביופסיות שריר, הרכב הגוף נבדק ב-DXA, ונלקחו בדיקות דם. תוצאות המחקר הצביעו על איבוד שומן משמעותי יותר בקבוצת החלב (-5.5%) מאשר בקבוצת הביקורת (-3.4%) והסויה (-1.5%); ועל עלייה במסת הגוף הרזה בכל הקבוצות. אולם העלייה בקבוצת החלב (+6.2%) הייתה גדולה באופן מובהק מקבוצת הסויה (+4.4%) ומקבוצת הביקורת (+3.7%); על עלייה בכוח בתרגיל לחיצת רגליים באופן משמעותי יותר בחלב (שיפור של 102% ובסויה (98%) מאשר בביקורת (87%);



לסיכום, נמצא כי צריכת חלב מאפשרת סביבה אנאבולית לאחר אימוני כוח. כן מצטברות עדויות על השפעות מיטיבות של צריכת חלב לעומת צריכת מי סויה על בניית שריר לאחר אימון גופני. היפרטרופיה בשריר תתרחש כאשר יהיה מאזן חיובי וקבוע בין סינתזת חלבוני שריר לפירוקם. ההבדל המשמעותי בין חלבוני החלב לסויה הוא ככל הנראה בתכולה גבוהה של חומצות האמינו מסועפות השרשרת שיש בחלב, וכן בקצב עיכול שונה וניתוב שונה של חומצות האמינו בגוף. ייתכן כי העלייה והירידה החדה בריכוזן, לאחר שתיית משקה הסויה, היא שמובילה לניצול מופחת יותר של חומצות האמינו לסינתזת חלבוני שריר, ואילו צריכת חלב תוביל למאזן חנקן חיובי ומתמשך שיתרום להיפרטרופיה בשריר.

ג. חלב ואימונים אירוביים

אימון אירובי - אימון שכולל ביצוע לאורך זמן של פעילויות מחזוריות המופעלות באמצעות קבוצות שרירים גדולות, בין היתר: הליכה, ריצה, רכיבה על אופניים, שחייה וחתירה בסירה. מטרת האימון לשפר את היכולת להשתמש בחמצן לצורך הפקת אנרגיה משומנים ופחמימות.



אימון רכיבה עצים, עד להתעיפות ב-70% מצריכת החמצן המרבית, שלאחריו נחו למשך ארבע שעות (במהלכן קיבלו בכל מבדק משקה שונה). לאחר ההתאוששות ביצעו שוב אימון רכיבה עצים עד להתעיפות ב-70% מצח"מ.

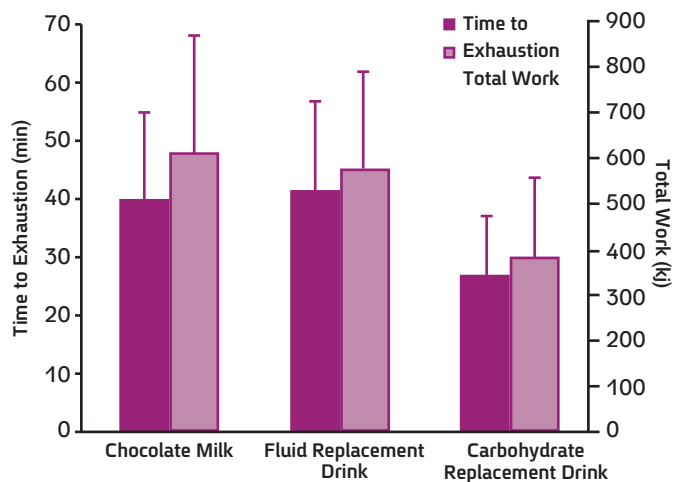
כדומה לאימון הכוח השרירי, גם כאן נמצאת יעילותו של החלב להתאוששות לאחר אימון אירובי. **קארפ ושות' (2006)** ⁽¹⁵⁾, בחנו השפעת משקאות (טבלה 4), ביניהם שוקו, על מילוי מאגרי הגליקוגן לאחר אימון אירובי שהוביל לדלדול המאגרים. הנבדקים (רוכבי אופניים מאומנים) ביצעו רנדומלית שלושה מבדקים בהפרש של שבוע זה מזה. בכל מבדק ביצעו

טבלה 4: הרכב המשקאות השונים שניתנו לנבדקים במחקרו של קארפ ושות' (2006):

שוקו	כמות	קלוריות (קק"ל)	פחמימות (ג')	שומן (ג')	חלבון (ג')	נתרן (מ"ג)	אשלגן (מ"ג)
שוקו	509	382	70	5.3	19.1	403	903
משקה ספורט מסחרי	509	106	30	0	0	233	64
משקה ספורט מסחרי	509	382	70	1.5	18.5	311	170

תוצאות המחקר הצביעו על כך שחלב ומשקה התאוששות מסחרי, לאחר אימון שגורם לדלדול מאגרי הגליקוגן, תורמים לשיפור ביכולת הגופנית באימון שלאחריו (גרף 2 להלן).

גרף 2: זמן להתעייפות וסך עבודה לאחר צריכת משקאות התאוששות שונים, בעקבות אימון גופני שגרם לריקון מאגרי הגליקוגן⁽¹⁵⁾



זמן להתעייפות וסך עבודה היו גבוהים באופן מובהק
סטטיסטית לאחר צריכת שוקו או משקה התאוששות מסחרי,
לעומת צריכת משקה ספורט מסחרי

**מסקנת החוקרים היא ששוקו יכול
להוות משקה התאוששות טוב בין
שני אימונים.**

בעבודה דומה של **טומס ושות'** (2009) ⁽¹⁶⁾, תשעה רוכבי אופניים מאומנים השתתפו בשלושה ימי ניסוי שבהם ביצעו אימון גופני לדלדול מאגרי הגליקוגן, נחו למשך 4 שעות וביצעו אימון נוסף עד להתעייפות. בכל ניסוי צרכו שלושה משקאות שונים בעלי ערך קלורי זהה (שוקו, משקה התאוששות מסחרי ומשקה איזוטוני). צריכת המשקה התבצעה מיד לאחר האימון הראשון, אחרי שעתיים של מנוחה. **זמן להתעייפות לאחר צריכת השוקו היה ארוך ב-51% לעומת צריכת משקה איזוטוני, וב-43% לעומת צריכת משקה התאוששות מסחרי.**

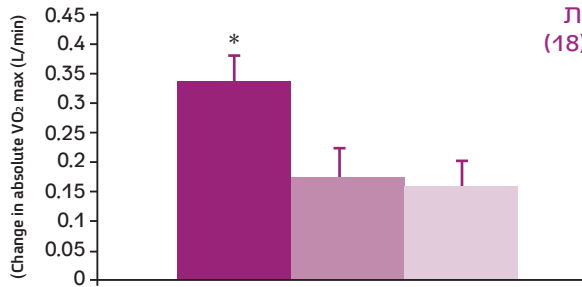
לון ושות' (2011) ⁽¹⁷⁾, בחנו בעבודתם ריצת אצנים עד להתעייפות. הנבדקים השתתפו בשני ימי ניסוי, בהפרש של שבוע זה מזה. בכל יום ניסוי ביצעו ריצה של 45 דקות ב-65% מצח"מ, ולאחריה נחו במשך שלוש שעות

שבמהלכן צרכו שוקו דל שומן או משקה פחמימות מסחרי בעל אותו ערך קלורי, וביצעו שוב ריצה עד להתעייפות. החוקרים מצאו שצריכה של שוקו דל שומן, לעומת משקה פחמימות מסחרי, שיפרה את יכולת הריצה וכן העלתה את סינתזת החלבון בשריר.

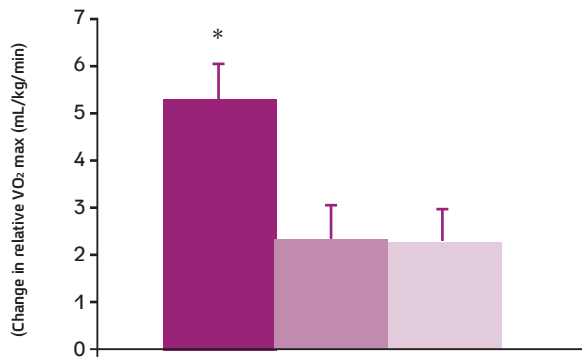
ממצאים דומים ניתן לראות בעבודתם של **פרגוסון-סטגל ושות'** (2011) ⁽¹⁸⁾, שבחנו השפעה של צריכת שוקו, לעומת משקה ספורט מסחרי, על צריכת החמצן המרבית ועל הרכב הגוף בקרב 32 נבדקים לא מאומנים שביצעו ארבעה וחצי שבועות של אימונים ובהם חמישה אימוני רכיבה על אופניים בשבוע - כל אימון למשך 60 דקות ב-75%-80% מצח"מ. המשקאות נצרכו מיד וכעבור שעה מסיום האימון.

תוצאות המחקר מצביעות על שיפור ביכולת האירובית שבאה לידי ביטוי בעלייה בערכי צריכת החמצן המרבית (גרף 3 להלן) וכן שיפור בהרכב הגוף.

גרף 3: שינוי בצריכת החמצן המוחלטת והיחסית, בעקבות צריכת המשקאות השונים (18)



(a)



(b)

■ CM
■ CHO
■ PLA



צריכת שוקו לאחר אימון גופני תרמה לשיפור בצריכת החמצן המוחלטת (גרף עליון) והיחסית (גרף תחתון), לעומת משקה פחמימות מסחרי ולעומת ביקורת



(78.5 גרם פחמימות). במהלך המחקר נלקחו בדיקות דם וביופסת שריר. תוצאות המחקר הצביעו על רמות גלוקוז דומות אך רמות אינסולין גבוהות יותר לאחר צריכת דגני הבוקר והחלב, לעומת משקה הספורט המסחרי. כמו כן לא נמצאו הבדלים משמעותיים בסינתזת גליקוגן ובחלבוני השריר בין שני הניסויים

מסקנת החוקרים היא שדגני בוקר וחלב יכולים להוות חלופה טובה להתאוששות מאימון, לפחות כמו משקה ספורט מסחרי. יתרונם בכך שהם מהווים פתרון פרקטי לארוחת התאוששות.

בעבודה של **קמרו ושות'** (2009)⁽¹⁹⁾, בדקו החוקרים צריכה של דגני בוקר וחלב לאחר אימון אירובי, בהשוואה לצריכת משקה ספורט מסחרי, מתוך הנחה שדגני בוקר וחלב הם מזונות זמינים ונגישים שקיימים בכל בית. במחקר זה השתתפו הנבדקים (רוכבי אופניים וטריאטליתים) באופן רנדומלי בשני מבדקים שבהם ביצעו אימון גופני למשך שעתיים בעצימות של 60%-65 מצח"מ. לאחר אימון אחד צרכו דגני בוקר וחלב (77 גרם פחמימות, 19.5 גרם חלבון, 2.7 גרם שומן); ולאחר האימון השני צרכו משקה ספורט



לסיכום, מסקירת המחקרים עולה כי חלב ושוקו יכולים להוות משקה התאוששות טוב, לפחות כמו משקאות הספורט המסחריים לאחר אימון אירובי, ולתרום למילוי מאגרי הגליקוגן, לשיפור בהרכב הגוף ולעלייה בסינתזת השריר.

ג. חלב ומאזן נוזלים:

למאזן נוזלים שלילי השפעה מכרעת על ביצועים גופניים, ובמהלך אימון גופני נוצר בגוף מאזן נוזלים שלילי כתוצאה מאיבוד נוזלים בזיעה. החזרת מאזן הנוזלים בגוף למצב תקין לאחר אימון חשובה לכולם ובפרט לספורטאים מקצוענים שלהם תדירות אימונים גבוהה.

במחקרים שבוצעו ב-15 השנה האחרונות התברר שלתכולת האלקטרוליטים מסוג נתרן ואשלגן במשקאות הספורט חשיבות מכרעת על תהליך החזרת הנוזלים. צריכת משקאות שלא מכילים מלחים כלל או שמכילים כמות קטנה של מלחים, לאחר אימון, גורמת לירידה באוסמולריות הסרום ומכאן להגברת נפח השתן ולמאזן נוזלים שלילי.

רוב המחקר שנעשה בנושא התמקד בהרכבת תמיסות במעבדה ופחות במשקאות נגישים הנמצאים בכל בית.

החלב, בתוספת פחמימות בריכוז הדומה למשקאות ספורט, מכיל כמות גדולה של אלקטרוליטים. לכן נבדק האם הוא מתאים לשתייה לאחר אימון לצורך החזרת נוזלים ותיקון מאזן הנוזלים בגוף.

20 דקות לאחר מכן קיבלו המשתתפים משקה אחר בכל פעם: חלב רזה (עד 3% שומן); חלב רזה בתוספת NaCl; מים; או משקה ספורט מסחרי המכיל אלקטרוליטים ופחמימות. נפח כל המשקאות היה 150% מנפח הנוזלים שאבדו במהלך האימון. שתיית המשקה נעשתה במשך שעה אחת, בהפרשים של 15 דקות.

לאחר הניסוי שהו הנבדקים במעבדה ארבע שעות לצורך התאוששות והשגחה שבמהלכן לא קיבלו שתייה או מזון. לאורך ההתאוששות נעשה איסוף שתן. תוצאות המחקר הצביעו על

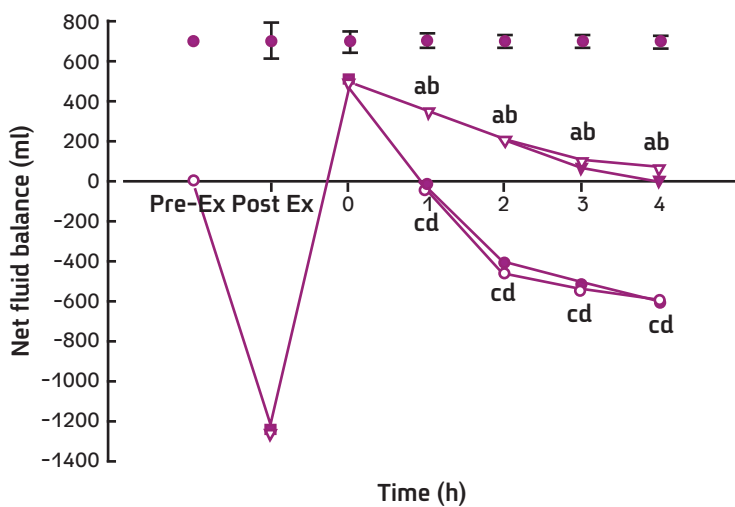
בעבודה של **שריף ושות' (2007)**⁽²⁰⁾, נבדקה השפעתה של צריכת חלב דל שומן על מאזן הנוזלים, לאחר אימון הגורם לאיבוד נוזלים. ההשוואה נעשתה ביחס לחלב, עם תוספת של NaCl בריכוז של 200mmol/l, משקאות ספורט מסחריים ומים. בניסוי השתתפו 11 נבדקים. כל נבדק עבר ארבעה סבבים של ניסוי בהפרש של שבוע זה מזה. כל מבדק כלל אימון גופני ברכיבה על אופניים בסביבה חמה (טמפרטורה של 35 ± 5 מעלות צלזיוס ו- $7 \pm 56\%$ לחות), עד לאיבוד משקל של 1.7% ממשקלם ההתחלתי.





כך שכאשר הנבדקים שתו חלב או חלב עם תוספת NaCl קטן נפח השתן המצטבר שהופרש במהלך ההתאוששות בצורה משמעותית, בהשוואה למשקאות הספורט המסחריים והמים, וההגעה למאזן נוזלים אפס התאפשרה רק לאחר צריכת החלב (גרף 4 להלן).

גרף 4: מאזן הנוזלים בגוף, לאחר צריכת המשקאות השונים (20)



● מים | ◻ משקה ספורט פחמימתי | ▼ חלב | ◻ נתון כלורי

צריכת חלב לאחר אימון גופני תרמה למאזן נוזלים חיובי בניגוד לצריכת מים בלבד וצריכת משקה פחמימתי

בנוסף, החוקרים בדקו את תחושותיהם הסובייקטיביות של הנבדקים - צמא, רעב, מלאות, טעם בפה, עייפות, ריכוז, דריכות, כאב ראש, רעננות ואנרגטיות לאחר שתיית המשקאות השונים. הנבדקים חשו רעבים יותר בניסויים שבהם שתו מים, לעומת הניסויים שבהם שתו משקאות ספורט או חלב. בשאר המדדים לא נמצא הבדל משמעותי בין המשקאות השונים.

תוצאות המחקר מצביעות על כך ששתיית חלב כמשקה התאוששות מפעילות גופנית, הגורמת למאזן נוזלים שלילי, יכולה להיות יעילה יותר בהחזרת נוזלים, בהשוואה למים ומשקאות ספורט מסחריים.

תוצאות דומות נצפו גם בעבודה של ווטסון ושות' (2008)⁽²¹⁾, שמצאו שיפור ביכולת הגופנית לאחר צריכת חלב לעומת צריכת משקה פחמימות איזוקלורי. ג'יימס ושות' (2011)⁽²²⁾, בדקו השפעת חלבון חלב על רהידרציה לאחר פ"ג בסביבה חמה, בהשוואה למשקה פחמימות עם הרכב דומה של אנרגיה ואלקטרוליטים. בשני ימי הניסוי השתתפו שמונה גברים. הניסוי כלל התייבשות בתנאי אקלים חמים עד לאיבוד משקל של 2% מהמשקל ההתחלתי. בשעה שלאחר הפעילות קיבל כל משתתף משקה (טבלה 5) בנפח של 150% מהמשקל שאבד, ושתה ממנו בנפח זהה כל 15 דקות.

טבלה 5: הרכב המשקאות שניתנו לנבדקים במחקרם של ג'יימס ושות' (2011)

משקה פחמימות + חלבון חלב	משקה פחמימתי	
267	267	אנרגיה (kcal)
229	247	אוסמולריות (mosmol/kg)
25	0	חלבון (gr/l)
40	65	פחמימות (gr/l)
0.8 (מחלבון החלב)	0.8 (תוספת שמן זית)	שומן (gr/l)
7	7	נתרן (mmol/l)
4	5	אשלגן (mmol/l)



מנגנון ההשפעה אינו ברור אך ההנחה היא שקזאין המצוי בחלבון חלב נקשר בנוכחות חומצת קיבה וגורם לירידה בקצב ריקון הקיבה כתוצאה מכך, קצב כניסת הנוזל לכלי הדם אטי יותר ונמנעת ירידת אוסמולריות הדם הנגרמת עקב כניסת נפח גדול של מים. בעקבות ירידת האוסמולריות ישנה ירידה בהפרשת ADH והגברת הפרשת שתן. ניתן לראות הבדל בין שני קבוצות הניסוי על פי אוסמולריות השתן - בקבוצה שצרכה משקה פחמימתי הייתה אוסמולריות השתן נמוכה יותר ונשארה נמוכה לאורך זמן רב יותר - איבוד מים.

בכל שעה במשך ארבע שעות נלקחו לנבדקים בדיקות שתן וניתנו שאלונים שונים.

תוצאות המחקר הראו כי צריכת משקה המכיל פחמימות וחלבון חלב תרמה למאזן נוזלים חיובי יותר מאשר צריכת משקה פחמימות בלבד.

מחקר זה מדגים את חשיבות הרכב השתייה, נוסף על הנפח. נפח הנוזל חשוב להשלמת הנוזל שאבד, אך הרכב הנוזל הוא הקובע את מידת אצירת הנוזל בגוף. על סמך מחקר זה ומחקרים קודמים נראה כי אפשר לייחס חלק מההשפעה לתכולת החלבון.

ד. עיתוי צריכת החלב:

לעיתוי צריכת המזון, ביחס לאימון הגופני, השפעה מכרעת על ניצול יתרונות האימון הגופני. הקולג' האמריקני לרפואת ספורט ואיגודי התזונה האמריקני והקנדי, בנייר העמדה שלהם "Nutrition and Athletic Performance"⁽¹⁾, ממליצים על צריכת חלבון של 1.2-1.7 ג'ק"ג ליממה.



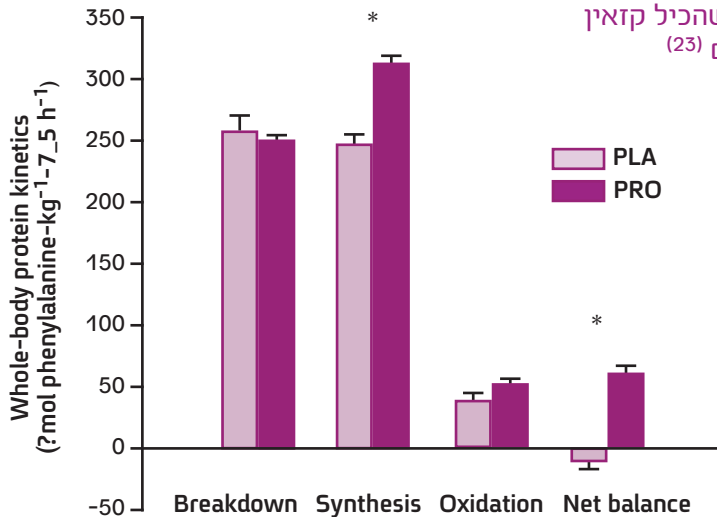
ההמלצה היא לפזר את צריכת החלבון על פני היממה ולצרוך סמוך לסיום האימון הגופני 15-25 ג' חלבון שמתוכם 8-10 ג' לפחות הן חומצות אמינו חיוניות.

מכיוון שספורטאים רבים מבצעים אימון גופני בשעות הערב נבדקה גם ההשפעה של צריכת חלבון לפני השינה על בניית השריר.

משקה שהכיל חלבון קזאין (40 גרם) או מים בטעם תות, ובמשך 7.5 שעות שינה נבדקו מדדים בשריר. תוצאות המחקר העידו כי צריכת חלבון קזאין לפני השינה תרמה למאזן חלבון חיובי ולעלייה בחומצות האמינו בדם שנשאר גבוהות למשך כל הלילה. (גרף 5 להלן).

במחקר של **רקס ושות'** (2012)⁽²³⁾, בחנו האם צריכת חלב לאחר אימון כוח ולפני השינה תתרום לאנאבוליזם של שריר במהלך הלילה. הנבדקים ביצעו אימון כוח בשעה 20:00, ובשעה 21:00 - מיד בסיום האימון - הם צרכו ארוחה שהכילה 20 גרם חלבון ו-60 גרם פחמימות. בשעה 23:30 - 30 דקות לפני השינה - הם קיבלו או

גרף 5: מאזן מאזן החלבון במהלך השינה, לאחר צריכת משקה חלבון שהכיל קזאין בהשוואה למים⁽²³⁾



צריכת חלבון קזאין לאחר אימון כוח ולפני השינה תרמה למאזן חלבון חיובי במהלך הלילה, לעומת צריכת מים

מסקנת החוקרים היא שצריכת חלבון לפני השינה אפקטיבית, תורמת לסינתזת חלבונים ומובילה למאזן חלבון חיובי.

3 המלצות וסיכום

א. המלצות תזונתיות

מסיכום ההמלצות לעיל, להלן ההנחיות לארוחה לאחר אימון:

- **עיתוי צריכת הארוחה** - סמוך לסיום האימון ועד לשעתיים אחריו לספורטאי הצעיר, ועד לשעה אחריו לספורטאי המבוגר
- **כמות החלבון המומלצת** - 15-25 ג', מתוכם 8-10 ג' חומצות אמינו חיוניות
- **כמות הפחמימות המומלצת** - יחס של 1-4 ג' פחמימה לכל 1 ג' חלבון
- **צריכת הנוזלים המומלצת** - פי 1.5 מהמשקל שאבד באימון
- **מומלץ** כי הארוחה תכיל אלקטרוליטים, בייחוד נתרן ואשלגן

להלן מספר המלצות תזונתיות לארוחה לאחר אימון גופני:

מאכל	קלוריות (קק"ל)	חלבון (גרם)	פחמימות (גרם)	יחס בין פחמימות וחלבון	נתרן (מ"ג)	אשלגן (מ"ג)
1.5 כוסות חלב 3% + 40 גרם דגני בוקר	350	16	53	3.3	885	585
יוגורט 1.5% + 4 כפות גרנולה	300	18	31	1.7	215	120
לחמניה + 125 גרם גבינה 5%	380	18	54	3	1000	235
500 מ"ל שוקו	385	15	60	4	255	845
לחמניה + ½ קופסת טונה	380	26	48	1.8	900	200
שייק - כוס חלב 3% + גביע יוגורט 1.5% + בננה + 2 תמרים	360	20	52	2.6	230	750

ב. סיכום

לאוכלוסייה הגדלה והולכת, המבצעת אימון גופי סדיר ועצים, צורכי אנרגיה מאקרונטריינטיים ומיקרונוטריינטיים מוגברים. לאור זאת פותחו בעשורים האחרונים תוספי מזון רבים התומכים בצרכים התזונתיים המוגברים ונותנים מענה הולם ופרקטי לאכילה לפני אימון ולאחריו באופן שתורם לניצול היתרונות הפיזיולוגיים הנלווים לאימון הגופני.

ארגונים רבים בעולם הספורט והתזונה, כמו WADA (World Anti Doping Agency) והוועד האולימפי הבין-לאומי, טוענים שתזונה נכונה ומאוזנת יכולה לספק את כל צורכי המתאמן - חובב וספורטאי מקצועי כאחד - באימונים ובתחרויות וכי אין לו כל צורך בתוספי תזונה. לצריכת מזון יתרונות רבים על פני צריכת תוספי מזון, בהיבטים חינוכיים, חברתיים, כלכליים, היבטי טעם, רכיבי מזון ועוד. ולכן, חוקרי התחום מחפשים פתרונות

תזונתיים אפקטיביים ופרקטיים שיענו על צורכי הספורטאי החובבן והמקצוען.

בשנים האחרונות מצטברות עדויות התומכות בשימוש בחלב כמשקה ספורט לאחר אימון גופני - אימון כוח שרירי ואימון אירובי. לחלב יתרונות נוספים על פני משקאות הספורט המסחריים, הוא בעל ערך תזונתי גבוה ומכיל חלבונים איכותיים וויטמינים ומינרלים חיוניים בעיקר לבריאות העצם (סידן וויטמין D) הוא בטוח לשימוש והוא נגיש בכל בית.

מסיכום המחקרים המופיעים בסקירה עולה כי צריכת חלב דל שומן או שוקו לאחר אימון כוח שרירי ולאחר אימון אירובי, יכול להיות אפקטיבי כמו ואף יותר מצריכת משקאות ספורט מסחריים בחידוש מאגרי האנרגיה, התאוששות הרקמות הרזות מהאימון והחזרת נוזלים לגוף הן לספורטאי המבוגר, הן לספורטאי הצעיר, הן לנשים והן לגברים.



מראי מקום:

1. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2009, 731-709 :41. [also published in *J. Am. Diet. Assoc.* 2009, 527-509 :109]
2. Burke, L . Deaken V. *clinical Sports Nutrition.* Human Kinetics, 2007
3. Kreider et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2010 .7:7.
4. Roy BD. Milk: the new sports drink? A Review. *J Int Soc Sports Nutr.* 5:1.2008;2.
5. www.foodsdictionary.nana10.co.il
6. www.bodybuilding.com
7. Phillips S, Tang J, Moore D. The Role of Milk- and Soy-Based Protein in Support of Muscle 8. Protein Synthesis and Muscle Protein Accretion in Young and Elderly Persons. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 28, No. 2009 .354-343 ,4.
8. Wilkinson S, Tarnopolsky M, MacDonald M, MacDonald J, Armstrong D, S Phillips. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage *Am J Clin Nutr* 40.2007-85:1031.
9. Phillips SM: Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition* 20:689 2004, 695.
10. Elliot TA, Cree MG, Sanford AP, Wolfe RR, Tipton KD: Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 674.2006-38:667.
11. Rankin JW, Goldman LP, Puglisi MJ, Nickols-Richardson SM, Earthman CP, Gwazdauskas FC: Effect of post-exercise supplement consumption on adaptations to resistance training. *J Am Coll Nutr*, 330.2004-23:322.
12. Josse AR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 30.2010-1122:(6)42.
13. Bos C, Metges C, Gaudichon C. Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. *J Nutr* 15.2003- 133:1308.
14. Hartman J, Tang J, Wilkinson S, Tarnopolsky M, Lawrence R, Fullerton A, Phillips S. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters *Am J Clin Nutr*;81.2007-86:373.
15. Karp JR, Johnston JD, Tecklenburg S, Mickleborough TD, Fly AD, Stager JM: Chocolate milk as a post-exercise recovery aid. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 91.2006-16:78.
16. Thomas K, Morris P, Stevenson E. Improved endurance capacity following chocolate milk consumption compared with 2 commercially available sports drinks. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2009, 82-78 :34 .
17. Lunn, W.R., S.M. Pasiakos, M.R. Colletto, et al. Chocolate milk and endurance exercise recovery: protein balance, glycogen & performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* Sept 2011 ,7.
18. Ferguson-Stegall, L., E.L. McCleave, Z. Ding, et al. Aerobic exercise training adaptations are increased by postexercise carbohydrate-protein supplementation. *J. Nutr. Metab.* 2011: 2011, 623182.
19. Kammer L, Ding Z, Wang B, Hara D, Liao YH, Ivy J. Cereal and nonfat milk support muscle recovery following exercise *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6:11.2009.
20. Shirreffs S, Watson P, Maughan R. Milk as an effective post-exercise rehydration drink *British Journal of Nutrition* 180.2007-173 ,98.
21. Watson p, Love D, Maughan R, Shirreffs S. A comparison of the effects of milk and a carbohydrate-electrolyte drink on the restoration of fluid balance and exercise capacity in a hot, humid environment. *Eur J Appl Physiol.* 2008. 42-633:(4)104.
22. James JL, Clayton D, Evans GH. Effect of milk protein addition to a carbohydrate-electrolyte rehydration solution ingested after exercise in the heat. *BJM* 99.2011-105:393.
23. Rex P, Groen B, Pennings B, Beelen M, Wallis G, Gijzen A, Senden J, Van Loon L. Protein Ingestion before Sleep Improves Postexercise Overnight Recovery. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 44, No. 8, pp. 2012, 1569-1560.

פרטים??

