

הפיזיולוגיה של המאמץ

מהלכה למעשה



— שחר ניס —

פרק 5.2

תוכנית אימונים

לפיתוח הכושר

האירובי

כּוֹשֵׁר אִירוֹבִי

**ביצועית ספורטיבית: היכולת לבצע מאמץ שמפעיל קבוצות שרירים גדולות
(הליכה, ריצה, רכיבת אופניים, חתירה, שחיה) בקצב המהיר ביותר לפרק**

זמן של מעל 3 דק'



ריצת 2,000 מטר (בוחן בר-אור)

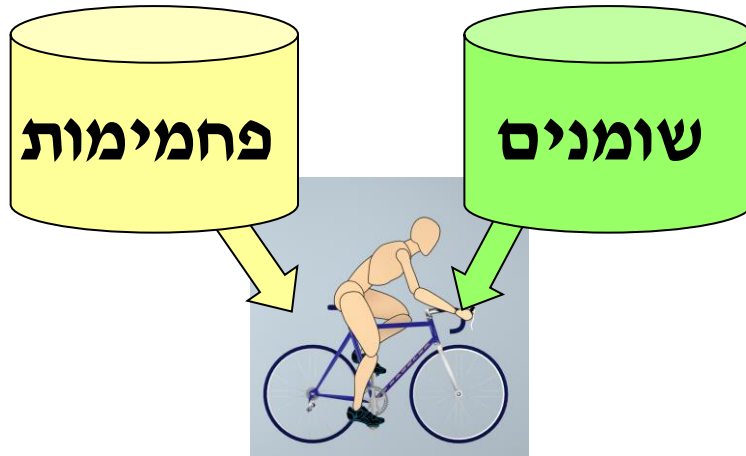
ריצת 10,000 מטר

שחיית 1,500 מ'

מרתון (42,198 מ')

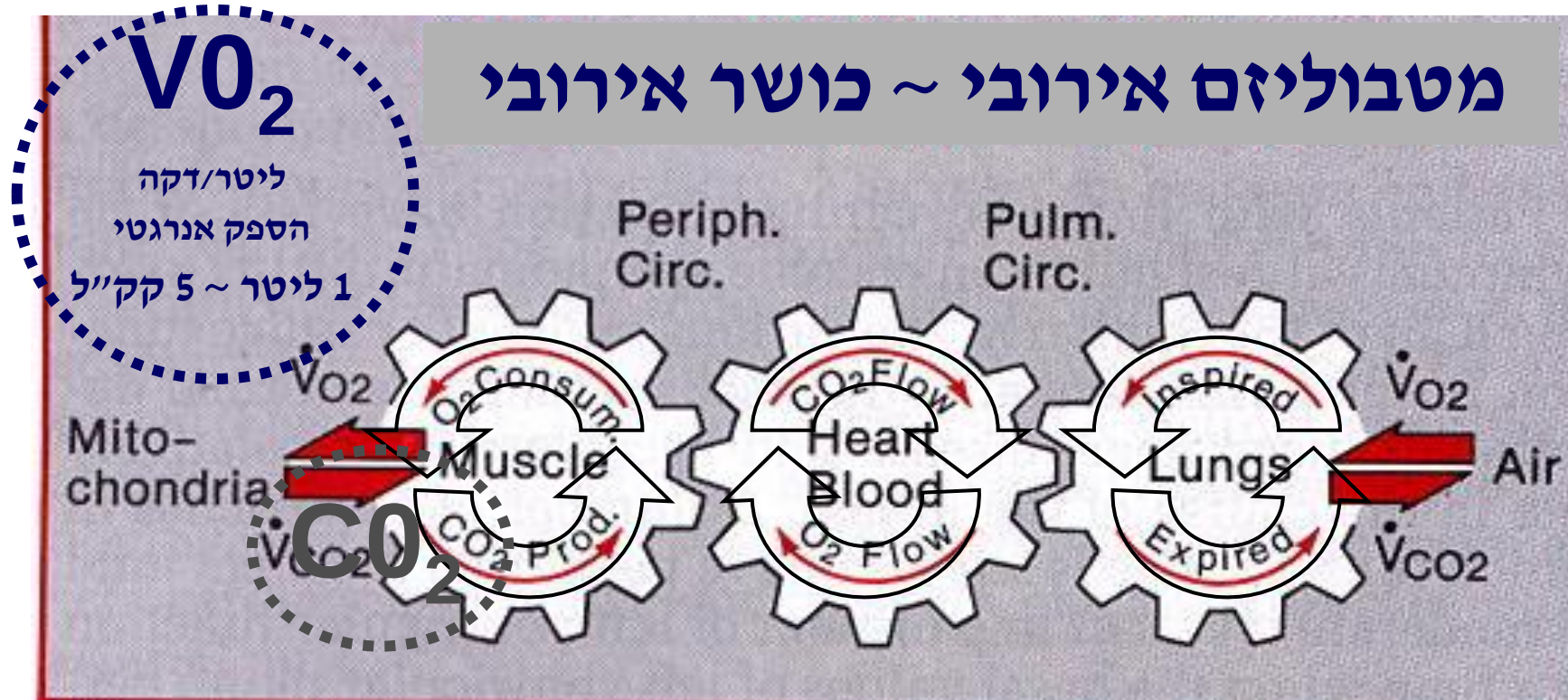
טריאתלון (1.5 ק"מ שחיה, 40 ק"מ - אופניים, 10 ק"מ ריצה)

כּוּשֵׁר אִירוּבִי



פיזיולוגית: היכולת לייצר הספק אנרגטי גבוה בשרירים
תוך שימוש בחמצן = היכולת לצרוך כמה שיותר חמצן

צריכת חמצן ~ צריכת אנרגיה (1 ליטר ~ 5 קלוריות) = קלורימטריה עקיפה



$$(a-v)O_2 \text{ diff.} \quad Q = SV * HR \quad (Vt * f = V_E)$$

ארבעת המשתנים (FITT כושר) בתכנון אימוני רצף

לשיפור הכושר האירובי:

1. סוג הפעילות (Type)
2. משך המאמץ (Time)
3. עצימות המאמץ (Intensity)
4. תדירות האימונים השבועית (Frequency)

משתני האימון בהתאמה לרמות הכושר השונות

משתני האימון האירובי (FITT)						
רמת כושר	תדירות	סך אנאירובי	%HRR (אחוז מעתודת קצב הלב)	%HRmax (אחוז מדופק מרבי)	עצימות RPE (תחושת מאמץ סובייקטיבית, סולם בורג ישן/חדש)	משך משך (ד')
ירודה מאוד	5-3	סך אנאירובי	30-45%	57-67%	4-3 / 12-11	30-20
ירודה	5-3	סך אנאירובי	40-55%	64-74%	4-3 / 12-11	60-30
בינונית	5-3	סך אנאירובי	55-70%	74-84%	4 / 13-12	90-30
טובה	5-3	סך אנאירובי	65-80%	80-91%	4 / 13-12	90-30
טובה מאוד	5-3	סך אנאירובי	70-85%	84-94%	5-4 / 15-13	90-30

נורמות לערכי צח"מ גברים (2022)

80-89		70-79		60-69		50-59		40-49		30-39		20-29		אחוזון	הערכה
אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה		
															מעולה
18.7	22.8	26.2	29.4	31.4	37.1	37.1	43.4	41.9	50.8	50.5	55.5	62.2	58.6	90	טוב מאוד
17.3	21.4	22.6	25.9	27.0	32	31.6	38.3	35.1	45.2	39.0	50	57.0	54.5	80	
16.2	20	20.6	23.8	24.5	28.7	28.4	34.3	31.4	40.9	35.5	46.4	52.8	51.9	70	טוב
14.6	18.4	19.4	22.2	23.3	26.5	26.3	31.8	29.0	37.9	31.6	43.4	48.3	49	60	
13.2	17.6	18.3	20.6	21.7	24.6	24.5	29.2	27.4	35.3	30.2	39.7	44.0	46.5	50	בינוני
12.2	16.6	17.1	19.1	20.7	22.8	23.1	26.9	25.4	32.4	27.9	37	40.8	43.6	40	
11.1	16.1	16.0	17.3	19.1	20.7	22.0	24.5	23.8	29.7	25.7	33.5	37.4	40	30	ירוד
9.7	14.8	14.7	15.9	17.5	18.5	20.2	22.2	21.9	26.7	22.6	29.8	34.5	35.2	20	

כושר אירובי ירוד מאוד - גורם סיכון עצמאי!!!

ירוד מאוד

נורמות לערכי צח"מ נשים (2022)

80-89		70-79		60-69		50-59		40-49		30-39		20-29		אחוזון	הערכה
אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה	אופניים	מסילה		
															מעולה
18.1	20.8	18.0	22.8	20.3	27.3	22.4	32.4	27.3	37.8	32.0	42.1	46.0	49	90	טוב מאוד
14.3	18.4	16.8	20.8	18.5	24.3	20.4	28.4	23.5	33	27.0	37	40.9	44.8	80	
12.9	17.3	15.9	19.6	17.4	22.4	18.9	26.3	21.8	30	24.5	33.6	37.5	41.8	70	טוב
11.3	16	15.0	18.3	16.4	20.9	17.8	24.6	20.3	27.7	22.9	31	34.3	39	60	
10.9	15.4	14.5	17.2	15.7	19.6	16.9	22.9	18.8	25.7	21.6	28.3	31.6	36.6	50	בינוני
10.1	14.7	13.6	16.2	15.0	18.3	16.1	21.5	17.9	23.9	19.9	26.4	28.9	34	40	
9.4	13.7	12.9	15.2	14.2	17	15.2	20.1	16.6	21.8	18.6	24.2	25.6	30.8	30	ירוד
8.7	12.6	12.0	14	13.4	15.4	14.3	18.5	15.4	19.7	17.0	21.9	21.9	27.2	20	

כושר אירובי ירוד מאוד - גורם סיכון עצמאי!!!

ירוד מאוד

סוג הפעילות

- **קבוצה א:** פעילויות שדורשות מיומנות בסיסית וכושר מינימלי לצורך ביצוען. מתאימות לכלל האוכלוסייה הבוגרת. הליכה, רכיבת אופניים ופעילות אירובית במים. ניתן לווסת בהן בקלות את עצימות המאמץ.
- **קבוצה ב:** פעילויות בעצימות נמרצת שאינן דורשות מיומנות גבוהה. מתאימות לבעלי כושר ממוצע. ריצה (בחוץ או על מסילת כושר), רכיבה ספורטיבית על אופניים (בחוץ או בחדר כושר), ספינינג, חתירה.
- **קבוצה ג:** פעילויות הדורשות מיומנות ספציפית. מתאימות לבעלי כושר ברמה ממוצעת לפחות השולטים במיומנות הספציפית. שחייה וסקי למרחקים ארוכים.
- **קבוצה ד:** פעילויות ספורטיביות-נופשיות. מומלצות כתוספת לפעילויות שמיועדות להשגה ולשמירה של היתרונות הבריאותיים. כדורגל, כדורסל, משחקי מחבט וסקי במורד. הפעילויות מחייבות רמה בסיסית של כושר ואינן מתאימות לאנשים הנמצאים בסיכון למחלות לב ולאנשים לא מאומנים בסוג הפעילות או ענף הספורט.

קבוצות הפעילויות א, ב ו-ג, שמערבות קבוצות שרירים גדולות וניתנות לביצוע בקצב קבוע

ולאורך זמן, הן המומלצות לשיפור הכושר האירובי.

אימון לשיפור הכושר האירובי

Essential of Exercise Physiology, McArdle, Katch Frank, Katch . L Victor, 2006 (P453)

Exercising at or slightly above the lactate threshold provides effective aerobic training, with the higher exercise level producing the greatest benefits, particularly for fit individuals.

עצימות מאמץ הגבוהה במעט מהסף האנאירובי מהווה גירוי אימוני טוב לפיתוח יכולת אירובית באימוני רצף בעצימות גבוהה ("טמפו"). רמות מאמץ גבוהות יותר יביאו לשיפור גדול יותר במיוחד אצל אנשים מאומנים.

דופק מרבי

נוסחאות חיזוי

220 - Age

208 - (0.7 * Age)

206.3 - (0.711 * Age)

217 - (0.85 * Age)

דופק מנוחה

- ממוצע של שלוש בדיקות דופק במהלך שלושה בקרים רצופים.
- המדידה נעשית באופן הבא:
- אחרי היקיצה יש לשבת באופן רגוע במשך כדקה, למדוד את הדופק במשך 15 שניות ולהכפיל את התוצאה ב-4 כדי לקבל ערך ביחידות של פעימות לדקה.
- מדידת דופק ידנית נעשית באמצעות הנחת שתי אצבעות (אצבע ואמה) באזור העורק הרדיאלי, בקרבת שורש כף היד, או על פני עורק התרדמה (קארוטי) בצוואר באזור הנקרא Carotid Sinus. המיקום המועדף הוא העורק הרדיאלי, מאחר שהפעלת לחץ על ה-Carotid Sinus עשויה לגרום לתגובת רפלקס שתביא לירידת קצב הלב ולתת הערכה של דופק המנוחה.



HRR

$$\text{RHR} + ___\% \times (\text{MHR} - \text{RHR}) = \text{THR}$$

THR - Target Heart Rate - דופק מטרה

HRR - Heart Rate Reserve - עתודת הדופק



RHR - דופק מנוחה

MHR - דופק מרבי

___% - עצימות מאמץ רצויה המבוטאת באחוזים מ-HRR

נוסחת קרוונן

תחושות הקשורות במערכת הנשימה (מבחן הדיבור) ובמערכת השרירים	תחושה סובייקטיבית כללית	סולם בורג החדש	סולם בורג הישן
	אין מאמץ	0	6
נשימה נוחה וקלה המאפשרת לדבר ולפטפט בעת הפעילות הגופנית. ללא עייפות שרירית	קל ביותר	1	7
	...	2	8
	קל מאוד		9
	...		10
	בינוני	3	11
	...		12
נשימה נוחה אבל עמוקה ודי מהירה, המאפשרת לדבר אך לא לפטפט, ואחרי כמה משפטים יש הפוגה בדיבור לצורך הסדרת הנשימה. עייפות שרירית קלה עד בינונית	קשה במקצת (סף אנאירובי) ...	4	13
			14
נשימה עמוקה ומהירה, שאינה מאפשרת לדבר בחופשיות. עייפות שרירית גבוהה	קשה	5	15
		6	
נשימה עמוקה ומהירה מאוד. אי אפשר לדבר. עייפות שרירית גבוהה מאוד	...		16
	קשה מאוד	7	17
	...	8	18
	קשה ביותר	9	19
	מאמץ מרבי	10	20

RPE

Rating of Perceived Exertion

מד עצימות מאמץ

סולם בורג לתחושת מאמץ

סובייקטיבית

שלושת שלבי ההתקדמות באימון לפיתוח יכולת אירובית



משך המאמץ (דקות)	עצימות האימון (% מעתודת קצב הלב)	תדירות האימונים (פעמים/שבוע)	שבוע	שלב
20-15	50-40	3	1	ראשוני
25-20	50-40	4-3	2	
25-20	60-50	4-3	3	
30-25	60-50	4-3	4	
30-25	70-60	4-3	7-5	שיפור
35-30	70-60	4-3	10-8	
35-30	75-65	4-3	13-11	
35-30	75-65	5-3	16-14	
40-35	85-70	5-3	20-17	
40-35	85-70	5-3	24-21	
60-20	85-70	5-3	24<	שימור

תרגיל

עליכם לבנות תכנית אימונים לפיתוח

הכושר אירובי לנבדק הבא:

גבר בן 34

דופק מנוחה - 70

בדיקת מאמץ קלינית הסתיימה

בהשגת דופק מטרה (100%), הגיע

ל- 12.5 מץ.

תרגיל

**עליכם לבנות תכנית אימונים לפיתוח
הכושר אירובי לנבדקת הבאה:
בחורה בת 45
דופק מנוחה - 60
בדיקת מאמץ קלינית הסתיימה
בהגעה למאמץ מרבי, דופק בשיא
המאמץ 190, מץ מרבי 14 מץ.**

אימוני הפוגות בעצימות גבוהה ונפח נמוך (HIIT - High Intensity Interval Training)

- 4-6 מאמצים מרביים של 30 שני כל אחד שביניהם הפוגה של 4 דקות.
- שיפור בביצוע הספורטיבי הקשור במטבוליזם האירובי
- עלייה משמעותית בהספק של האנזימים החמצוניים
- עלייה משמעותית בצח"מ שנובעת משיפור בהובלת החמצן לשרירים עקב עלייה בנפח הפעימה, עלייה בתפוקת הלב המרבית והגברת זרימת הדם לשרירים הפעילים.
- שיפור בתפקוד האנדותרמי
- שינויים קרדיומטבוליים המעידים על רווח בריאותי:
 - הגברת השימוש בשומן כדלק מטבולי
 - הפחתה בשומן התוך בטני
 - עלייה ברגישות לאינסולין
 - שיפור ברמת הגלוקוז בדם
 - הפחתה בלחץ הדם

הרווח של אימוני הפוגות לשיפור הכושר האירובי בהיבט הספורטיבי

- הגברת עצימות המאמץ - קצב הביצוע של הקטעים הנפרדים מהיר מזה שניתן לביצוע באופן רציף.
- הגדלת נפח האימון - קטעי ההפוגה מאפשרים לבצע נפח גדול יחסית של עבודה בעצימות גבוהה.
- הפעלה ואימון של יחידות מוטוריות נוספות
- שיפור התפקוד של המערכות המרכזיות (מערכת הדם ומערכת הנשימה)
- שיפור יכולת ההתרסה (סתירה)
- שיפור הנתיבים שבהם מסולקים יוני המימן והלקטט
- שיפור היכולת הנפשית לעמוד בתחושת המאמץ והכאב הכרוכים במאמצים עצימים
- הקניית תחושת קצב החשובה לשיפור היכולת עצבית-שרירית
- מניעת שעמום

לאימון ההפוגות מספר חסרונות:

. אינו משפר את היכולת להפיק אנרגיה מחומצות שומן.

. העצימות הגבוהה המאפיינת את אימוני ההפוגות, עלולה לגרום לאימון-יתר

בשני היבטים:

- פגיעות במערכת השרירים והשלד - מתיחה או קריעה של שרירים, גידים

ורצועות וכן דלקות ושבירי מאמץ.

- אימון-יתר פיזיולוגי - התעייפות שרירים, התעייפות כללית, חוסר מרץ, העדר

תגובה לאימונים וירידה כללית בכושר התפקוד.

. תופעת ההפיכות פועלת באופן בולט על ההשפעות האימוניות של אימון

ההפוגות.

