

הפיזיולוגיה של המאמץ

מהלכה למעשה



— שחר ניס —

פרק 3.4

סף לקטט

- **המטבוליזם האירובי הוא ספק האנרגיה העיקרי במאמצים שנמשכים**

מעל 3 דק'

- **השרשרת הפיזיולוגית היא שקובעת את "איכות" המטבוליזם**

האירובי של האדם

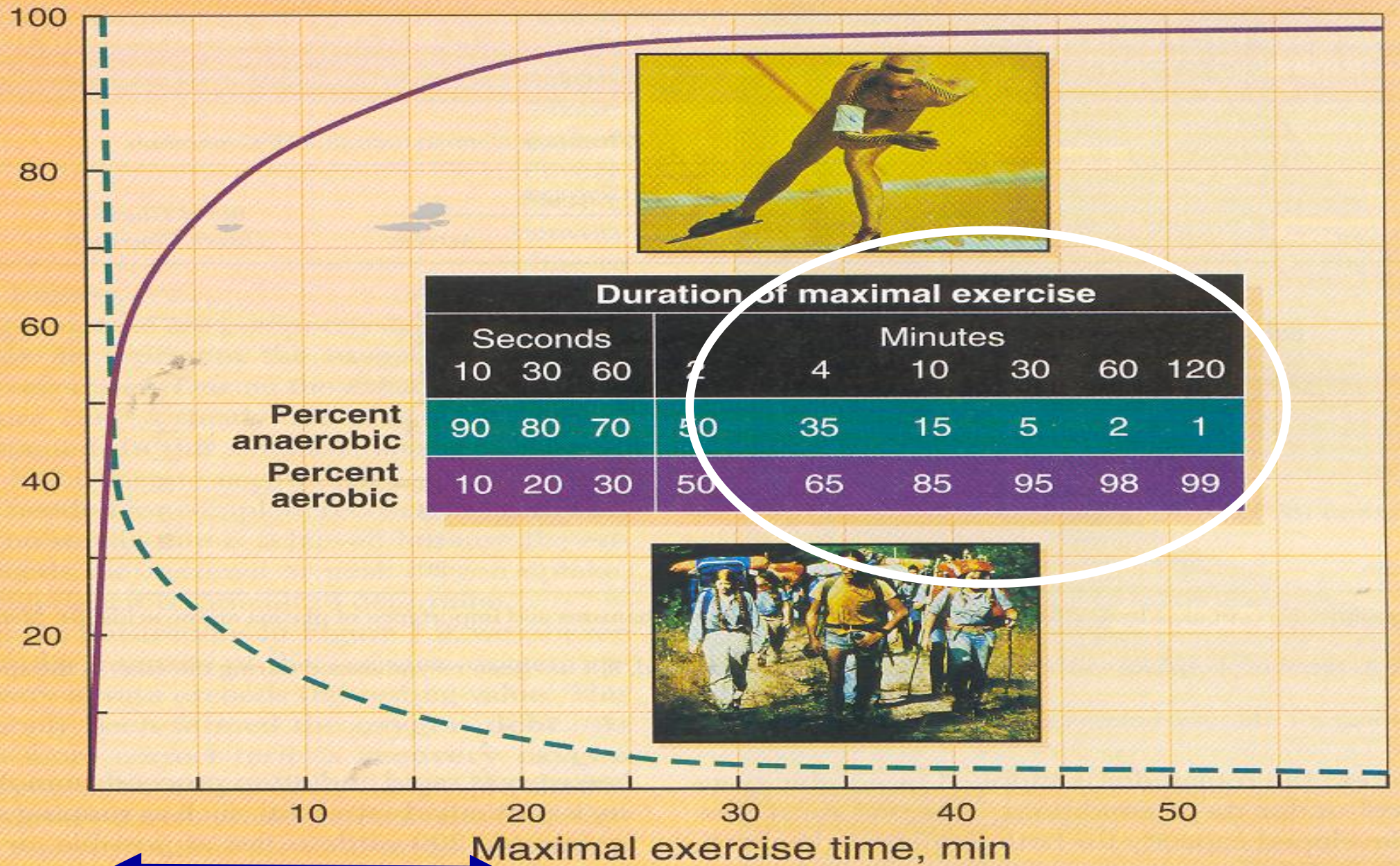
- **מאמצים שמפעילים קבוצות שרירים גדולות ונמשכים בין 3 דקות ל -**

20 דק' נקראים מאמצי סבולת בינונית

- **מאמצים שמפעילים קבוצות שרירים גדולות ונמשכים מעל 20 דק'**

נקראים מאמצי סבולת ממושכת

% מסך כל הדרישה האנרגטית



סבולת בינונית

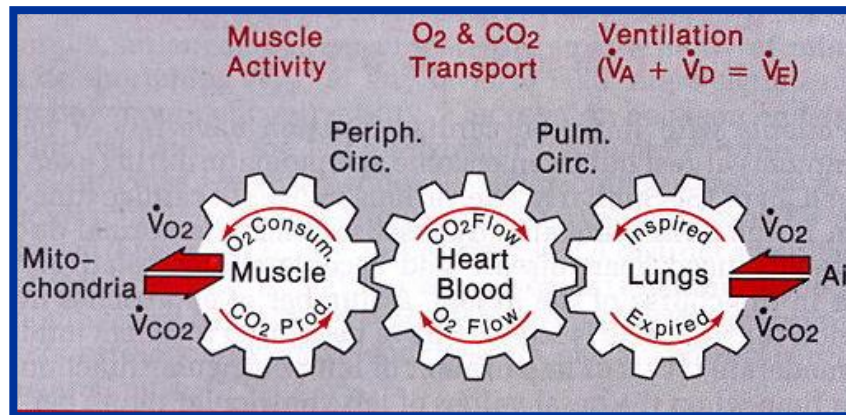
סבולת ממושכת

צריכת חמצן מרבית (צח"מ, $\dot{V}O_2 \max$)

מדד ל:

הספק אירובי מרבי - Full Gaz

כושר אירובי



חיזוי ביצועים גופניים הדורשים כושר אירובי באמצעות

מדדים פיזיולוגיים

צריכת חמצן מרבית

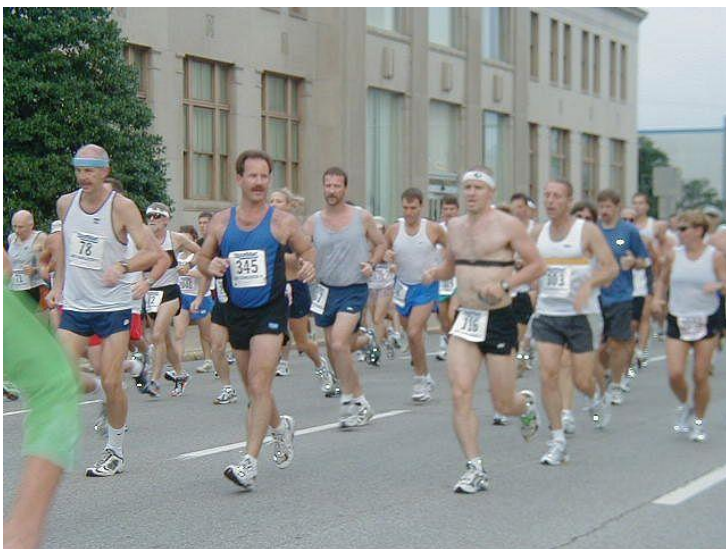
הספק אירובי מרבי



סבולת בינונית



סבולת ממושכת

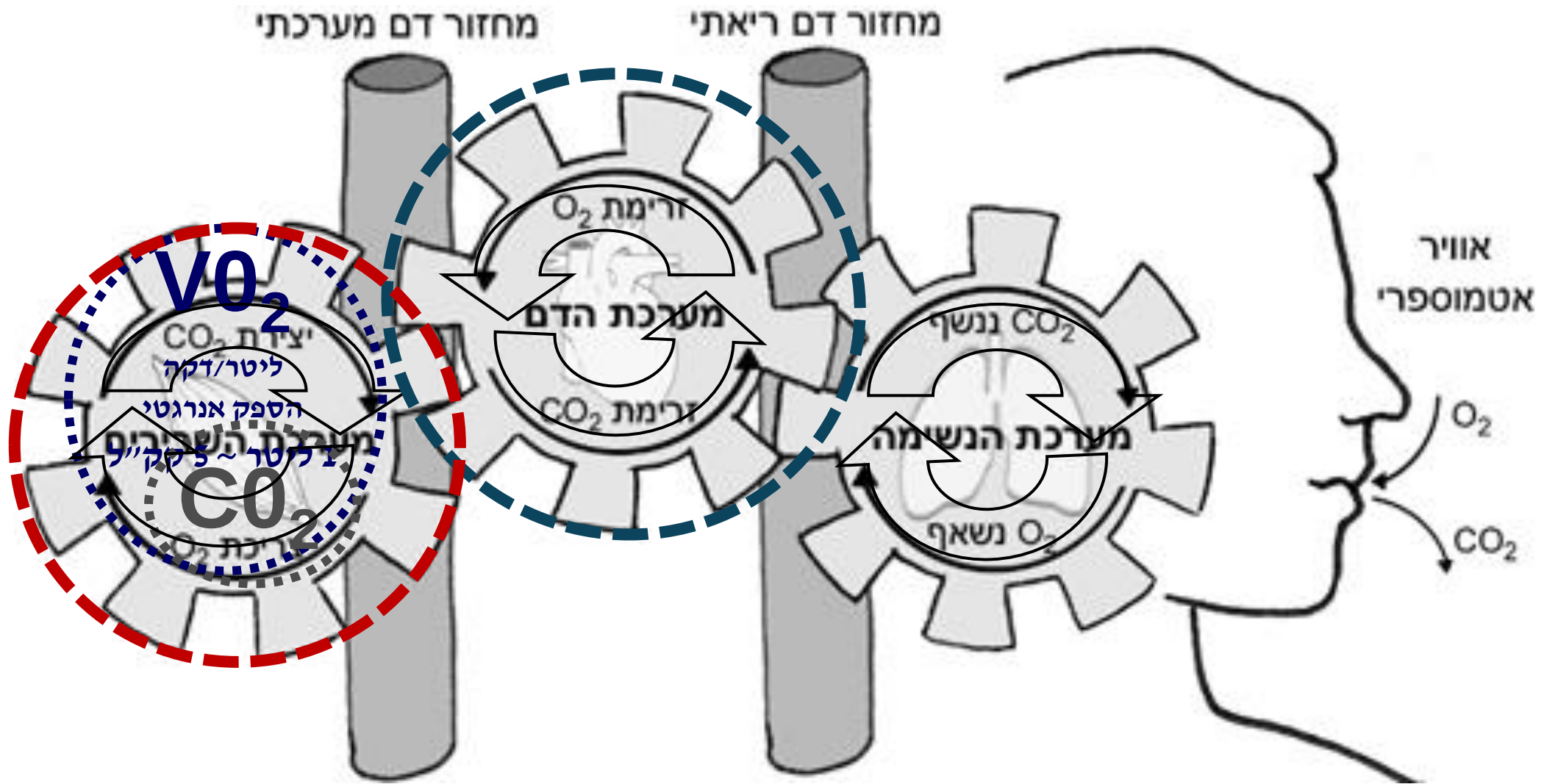


סבולת ממושכת

שם	הישג במרתון	צח"מ
Willie Mtolo	2:08:30	70.3
Craig Virgin	2:10:26	81.1
Frank Shorter	2:10:30	71.3

סבולת אירובית

הקצב המהיר ביותר (ההספק האירובי הגבוה ביותר) -
הספק שנמוך מהצח"מ), שבו ניתן להתמיד לאורך זמן (מעל
20 דקות) תוך הסתמכות על היכולת האירובית, וללא
הצטברות של יוני מימן ולקטט בשרירים ובדם. הקצב המהיר
ביותר בו ניתן להחזיק מצב יציב .



סבולת אירובית

הספק אירובי מרבי

מסלול אירובי - תכונות אירוביות

רמת הלקטט ויוני המימן בשרירים ובדם בזמן מאמץ מושפעת מ:

- עצימות המאמץ - המעורבות של המטבוליזם האנאירובי-לקטי.

- קצב הדיפוזיה של הלקטט ויוני המימן מהשרירים אל הדם.

- מידת השימוש בלקטט כדלק מטבולי

- פעילות מעגל קורי

- כמות השרירים המופעלת בזמן המאמץ

- הפרופיל השרירי

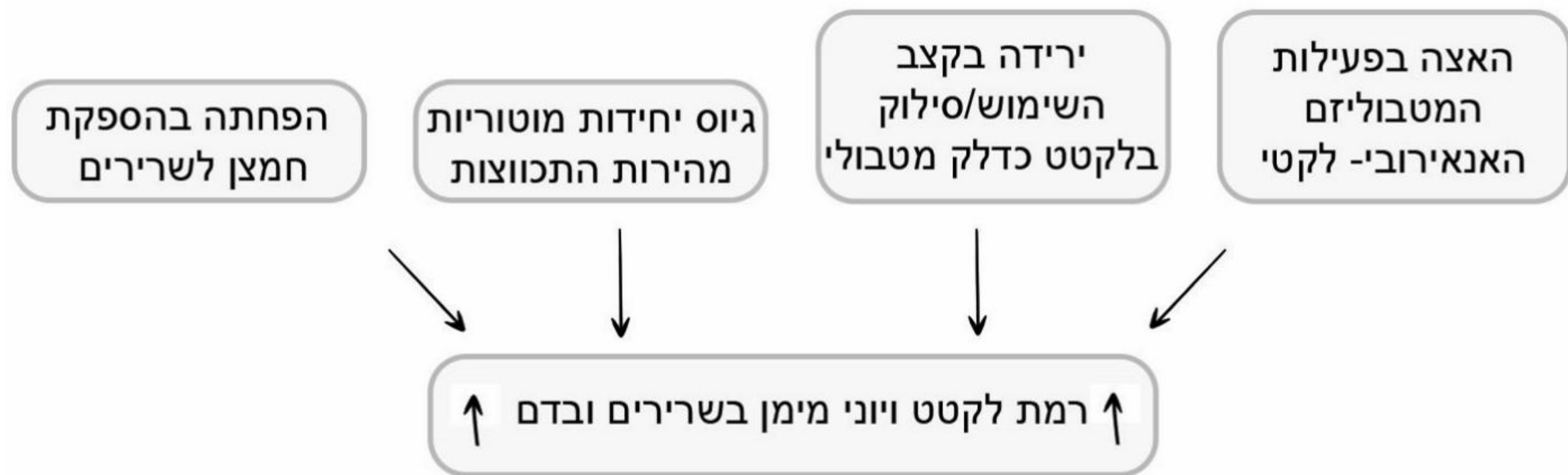
- עליית טמפרטורת הגוף

ריכוז הלקטט ויוני המימן בדם משקף את היחס שבין קצב ייצור

הלקטט לקצב סילוקה ופירוקה.

הגורמים המשפיעים על העלייה ברמת הלקטט עם

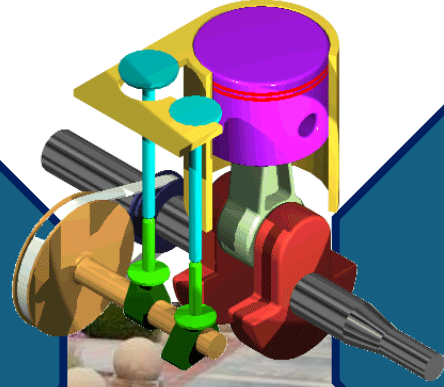
הגברת עצימות המאמץ



מסלולי אספקת אנרגיה - מטבוליזם אנרגטי



מסלול
אירובי



מסלולים
אנאירוביים
אלקטי, לקטי



A.T.P

מטבוליזם אירובי
צריכת חמצן



מטבוליזם אנ-אירובי
לקטט



עצירות מאמץ

מנוחה

מטבוליזם אירובי
צריכת חמצן



מטבוליזם אנ-אירובי
לקטט



מנוחה

מאמץ קל

עצירות מאמץ

מטבוליזם אירובי
צריכת חמצן



מטבוליזם אנ-אירובי
לקטט



מנוחה

מאמץ קל

מאמץ בינוני

עצימות מאמץ

מטבוליזם אירובי
צריכת חמצן



מטבוליזם אנ-אירובי
לקטט



מנוחה

מאמץ קל

מאמץ קשה

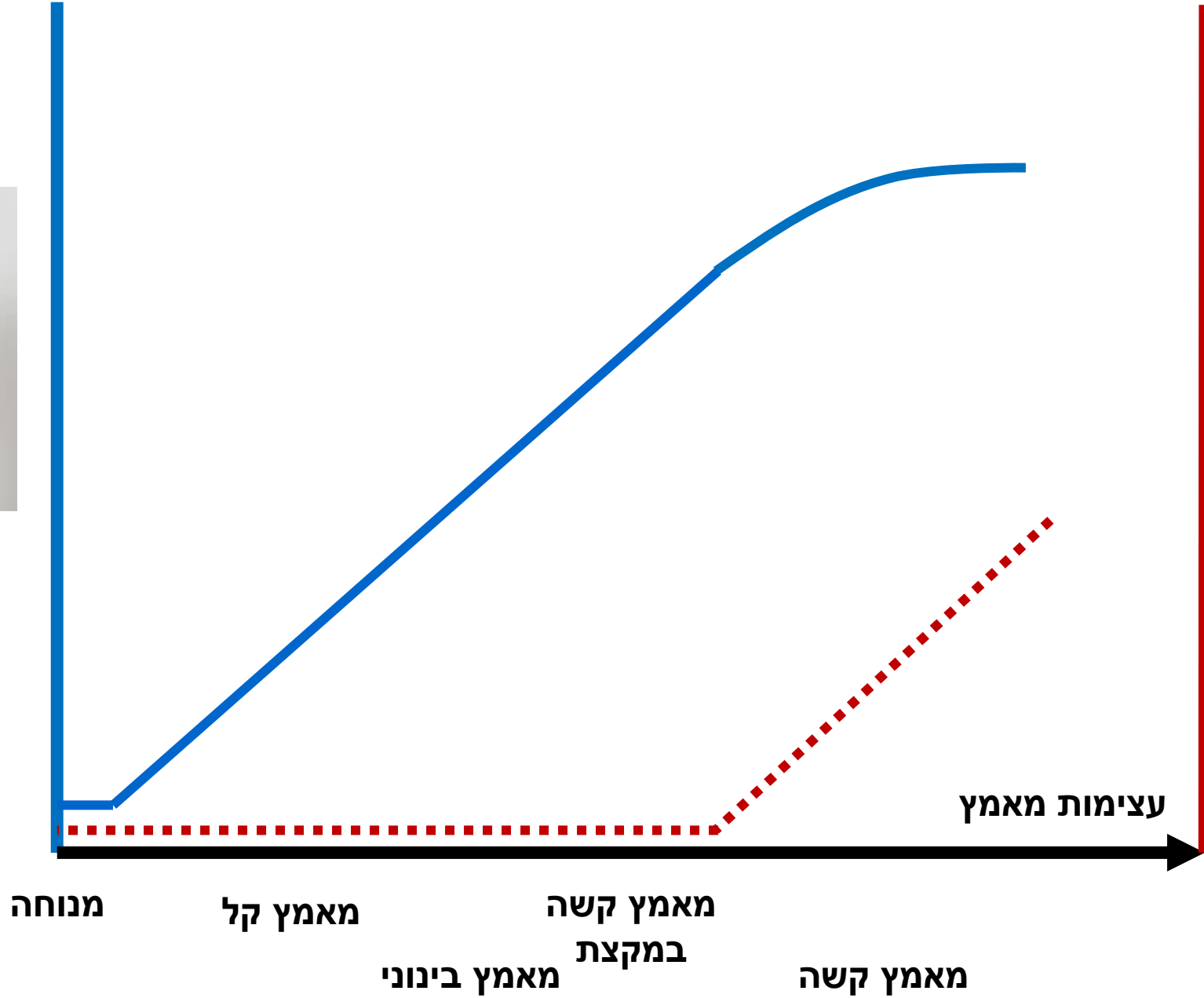
במקצת
מאמץ בינוני

עצימות מאמץ

מטבוליזם אירובי
צריכת חמצן



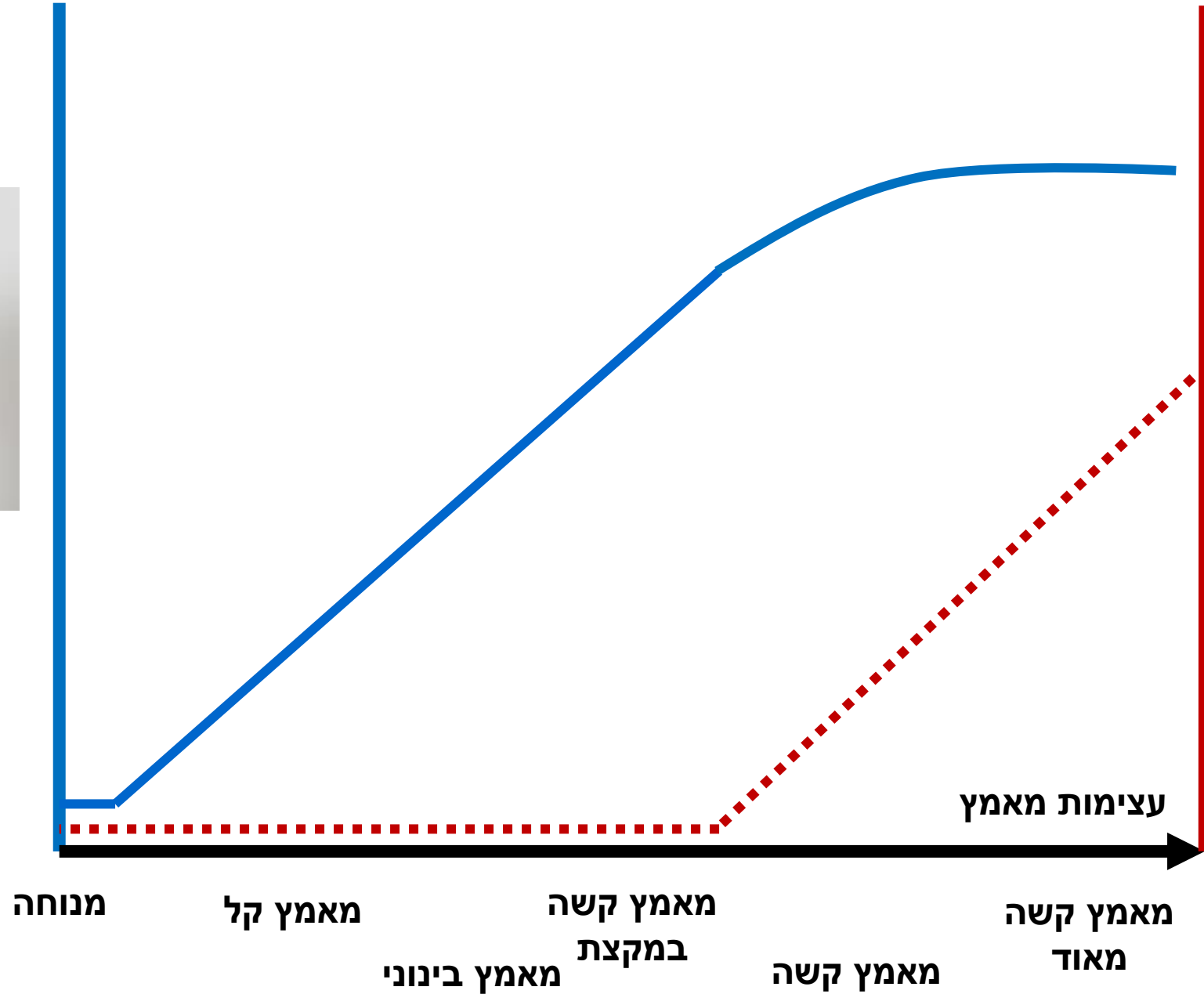
מטבוליזם אנ-אירובי
לקטט



מטבוליזם אירובי
צריכת חמצן



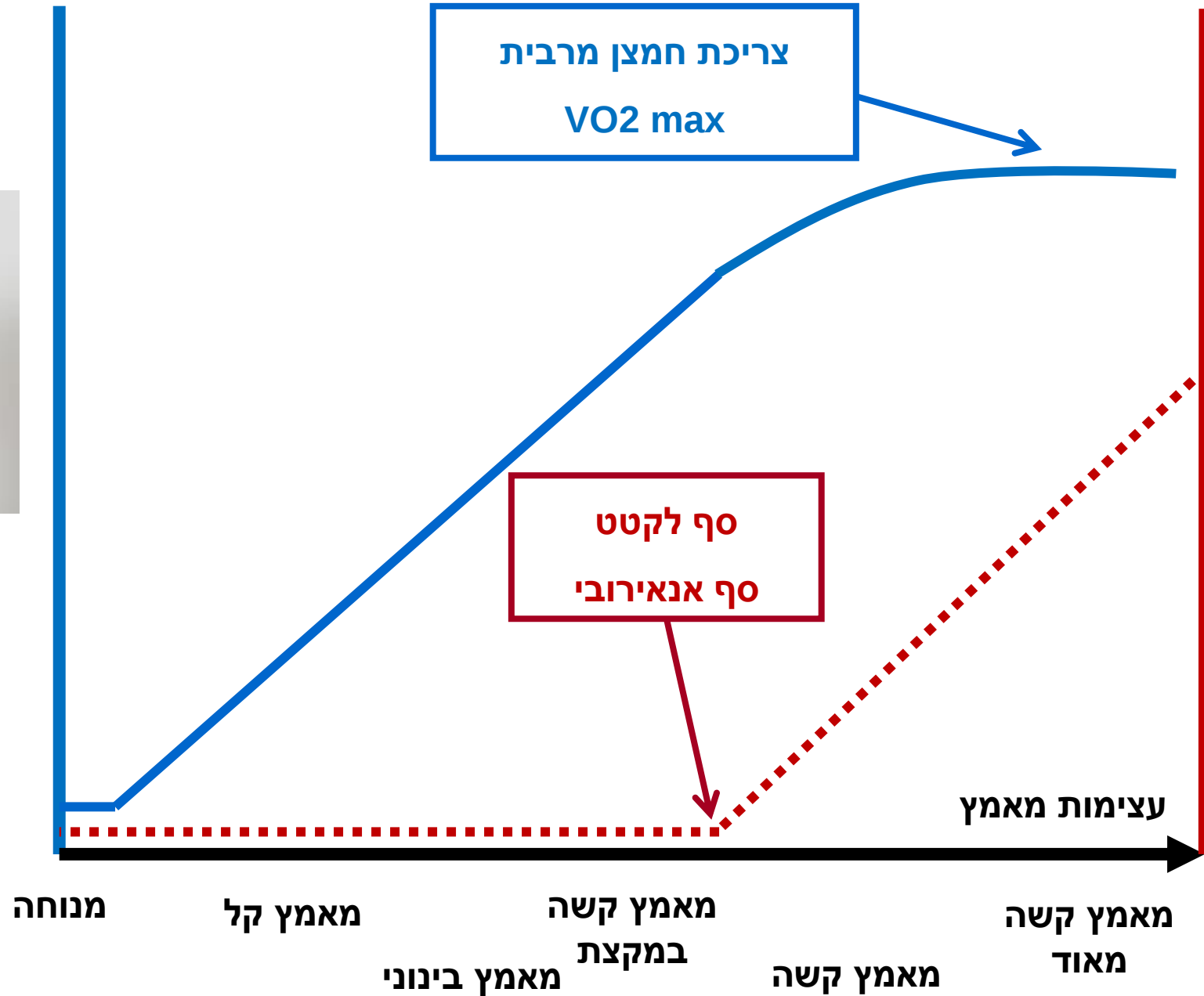
מטבוליזם אנ-אירובי
לקטט



מטבוליזם אירובי
צריכת חמצן



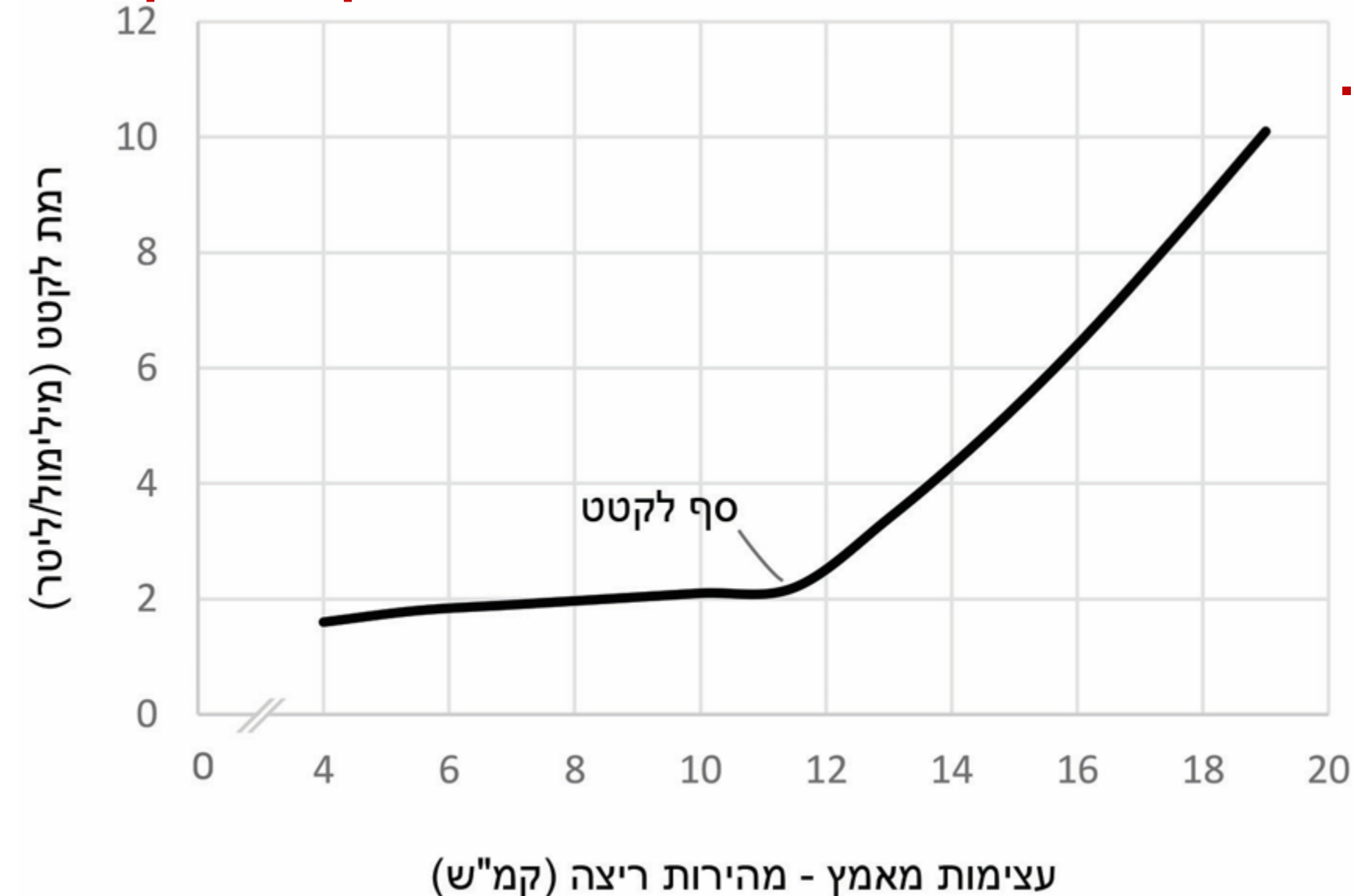
מטבוליזם אנ-אירובי
לקטט



סף הלקטט - סף אנאירובי: העצימות שבה מתחילה הצטברות מהירה של

לקטט ויוני מימן ברקמות ובדם הנובעת מאי-היכולת של מנגנוני הסילוק והפירוק

לעמוד בקצב הייצור שלהם.



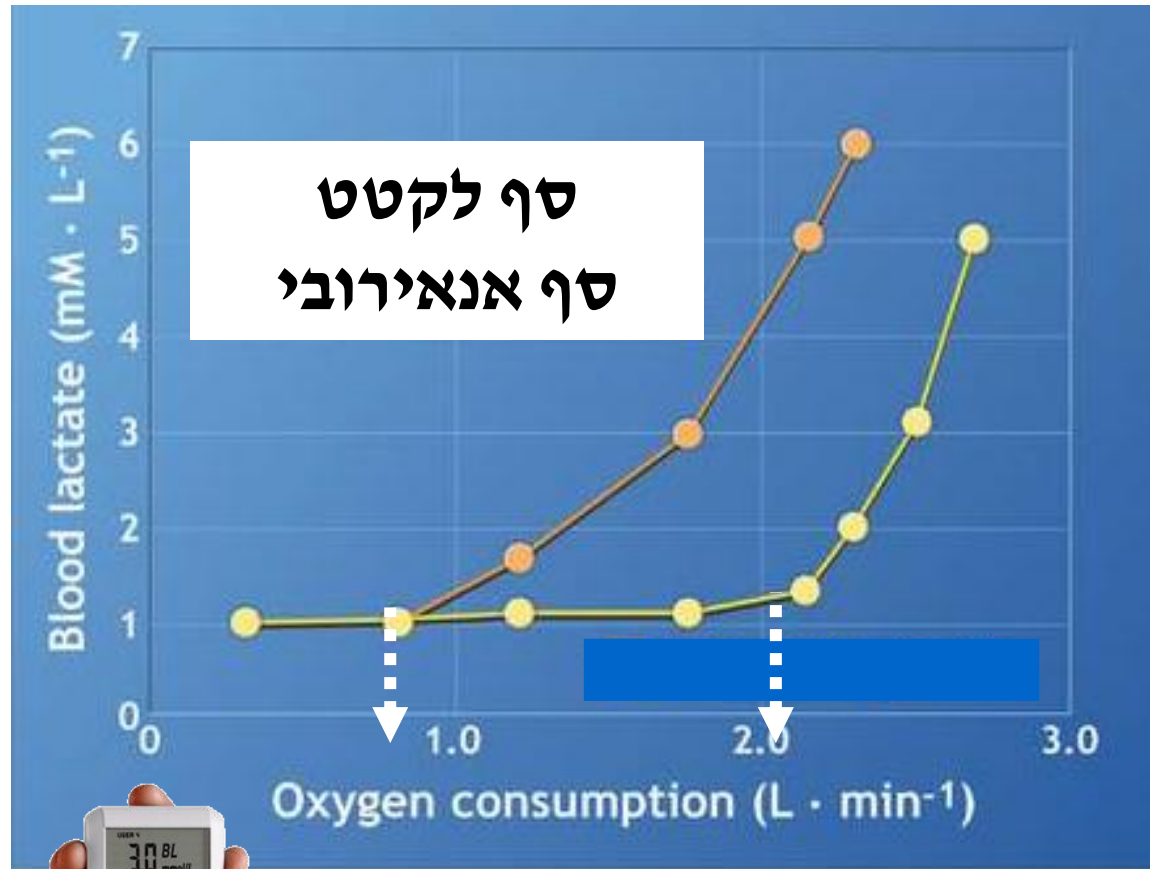
סף אנאירובי ~ סף לקטט

מבוטא על-ידי: קצב הפעילות (מהירות ריצה, מהירות רכיבה על אופניים, מהירות שחייה וכד'), עצימות המאמץ יחסית לצריכת החמצן המרבית (אחוז מהצח"מ), ערכים של קצב לב וערכים של הספק מכני.

מדד ל: סבולת אירובית

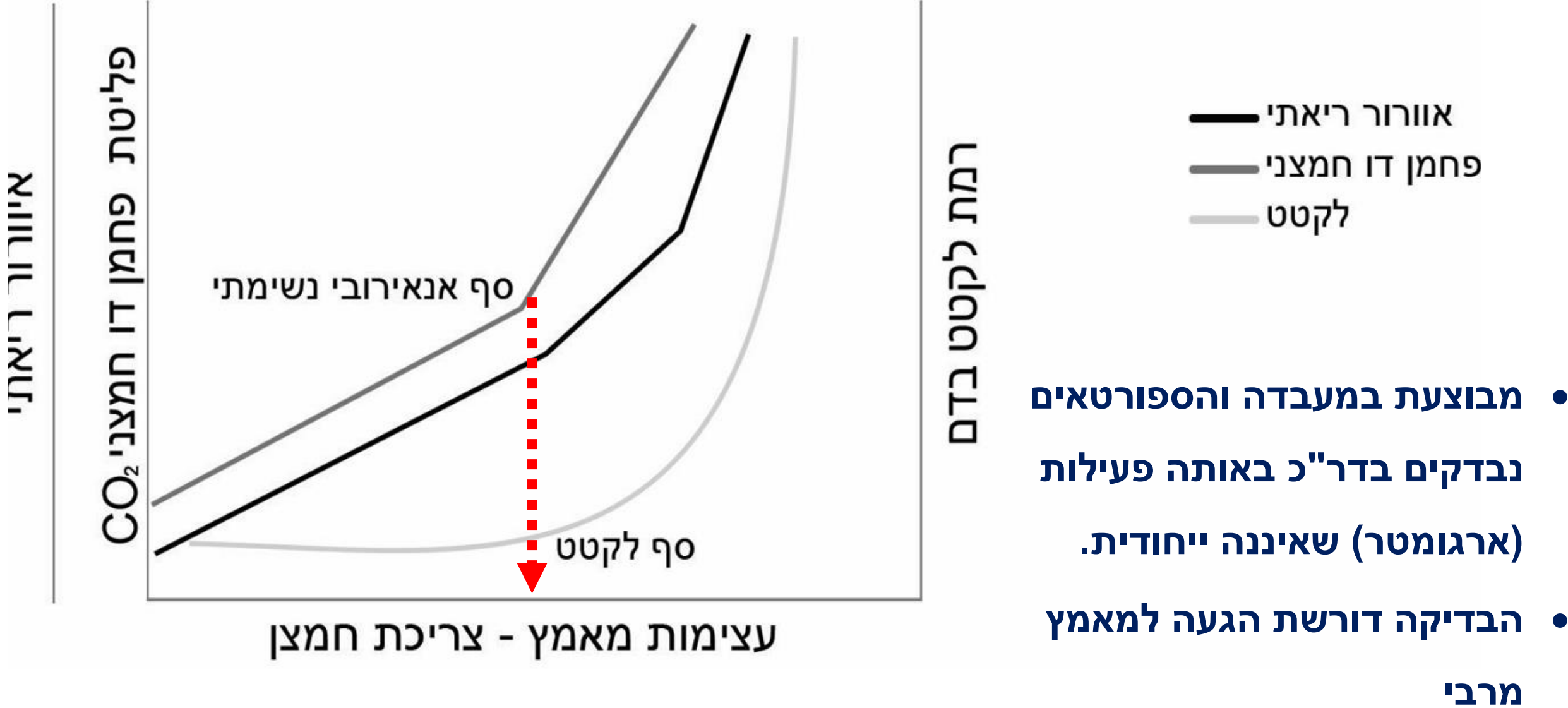
הקצב המהיר ביותר **(ההספק האירובי הגבוה ביותר)**, שבו ניתן להתמיד לאורך זמן (מעל 20 דקות) תוך הסתמכות על היכולת האירובית, וללא הצטברות של יוני מימן ולקטט בשרירים ובדם. הקצב המהיר ביותר בו ניתן להחזיק **מצב יציב**.

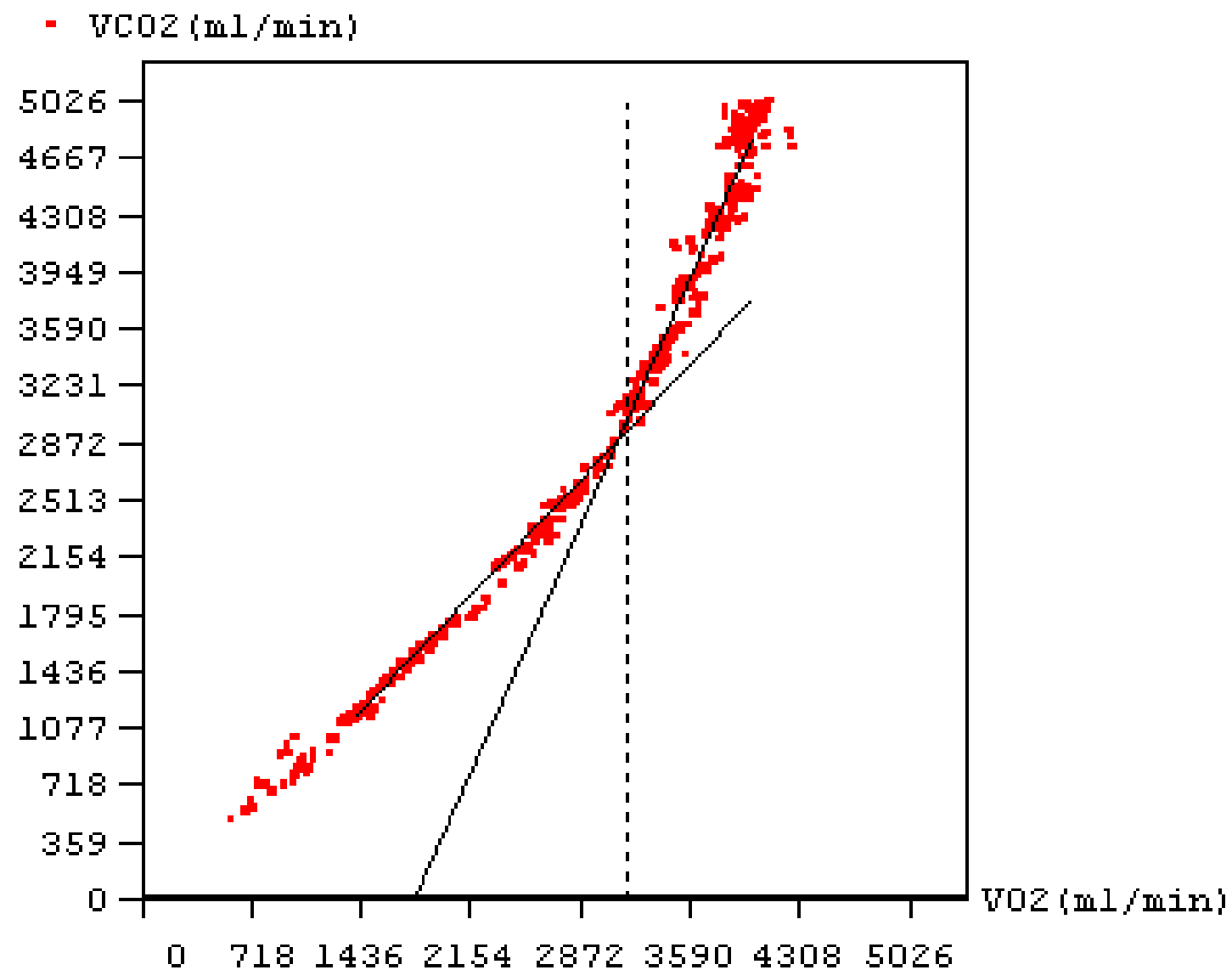
מדידה ישירה של סף לקטט במאמץ מדורג



- מאפשרת להעריך את הסבולת האירובית הייחודית בהתאם לענף הספורט ובעת ביצוע הפעילות בשדה (מסלול ריצה, בריכת שחייה, מסלול רכיבת אופניים).
- אינה מחייבת הגעה למאמצים מרביים הכרוכים בקושי פיזי ונפשי.
- המגבלות העיקריות: משך בדיקה ארוך (40-50 דק') ואופייה הפולשני.

איתור סף הלקטט / סף אנאירובי נשימתי בבדיקת מאמץ קרדיופולמונרית





סף אנאירובי נשימתי

משתנים הקובעים את ההישג במאמצי סבולת ממושכת

•סף חומצת חלב

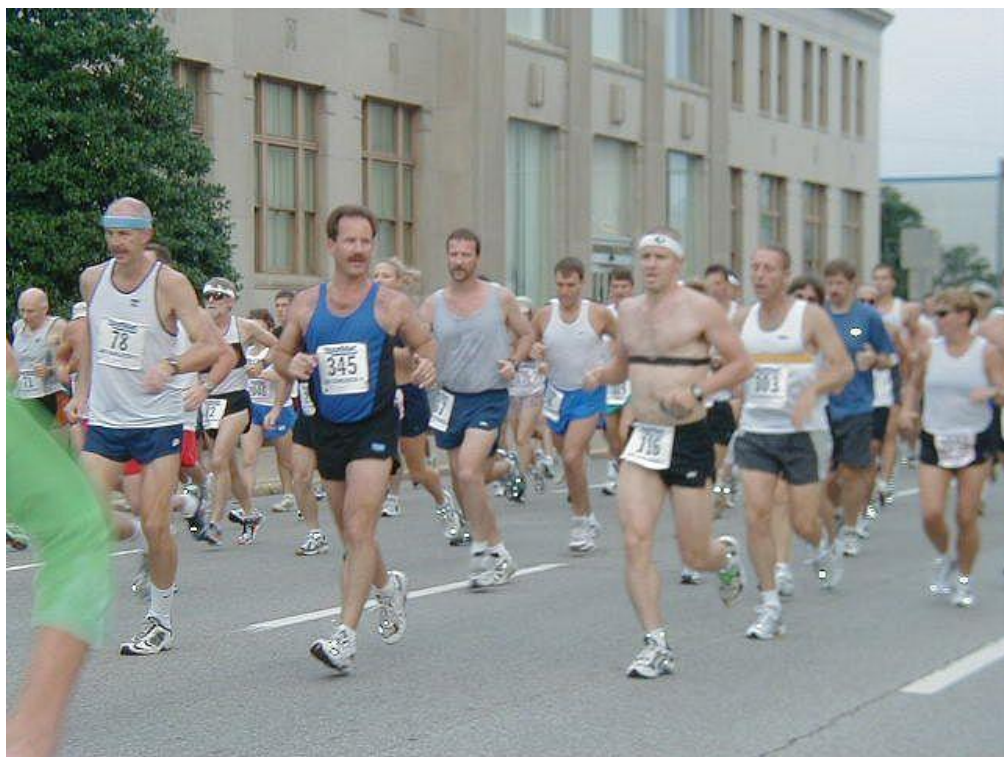
•הספק אירובי מרבי (צח"מ)

•יעילות מכנית

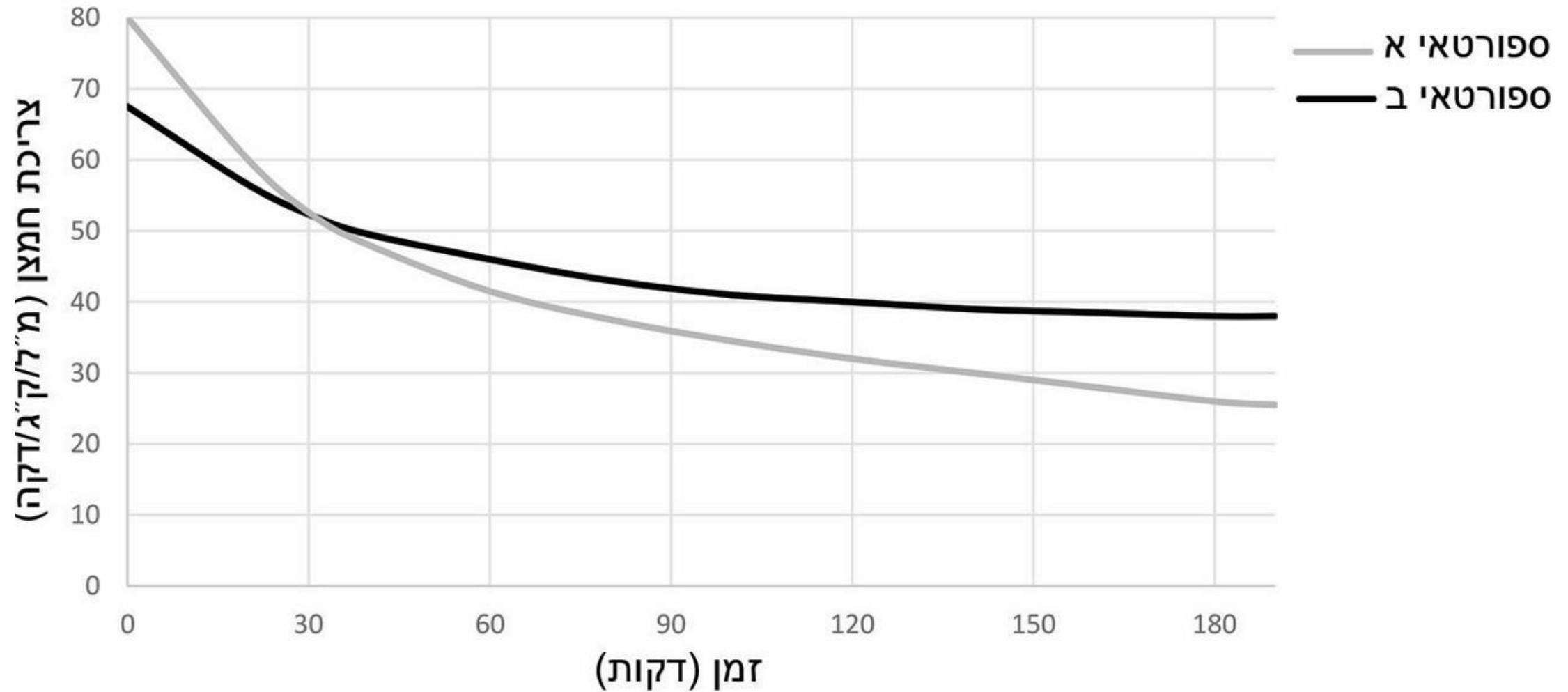
•הכנה תזונתית

•טקטיקה

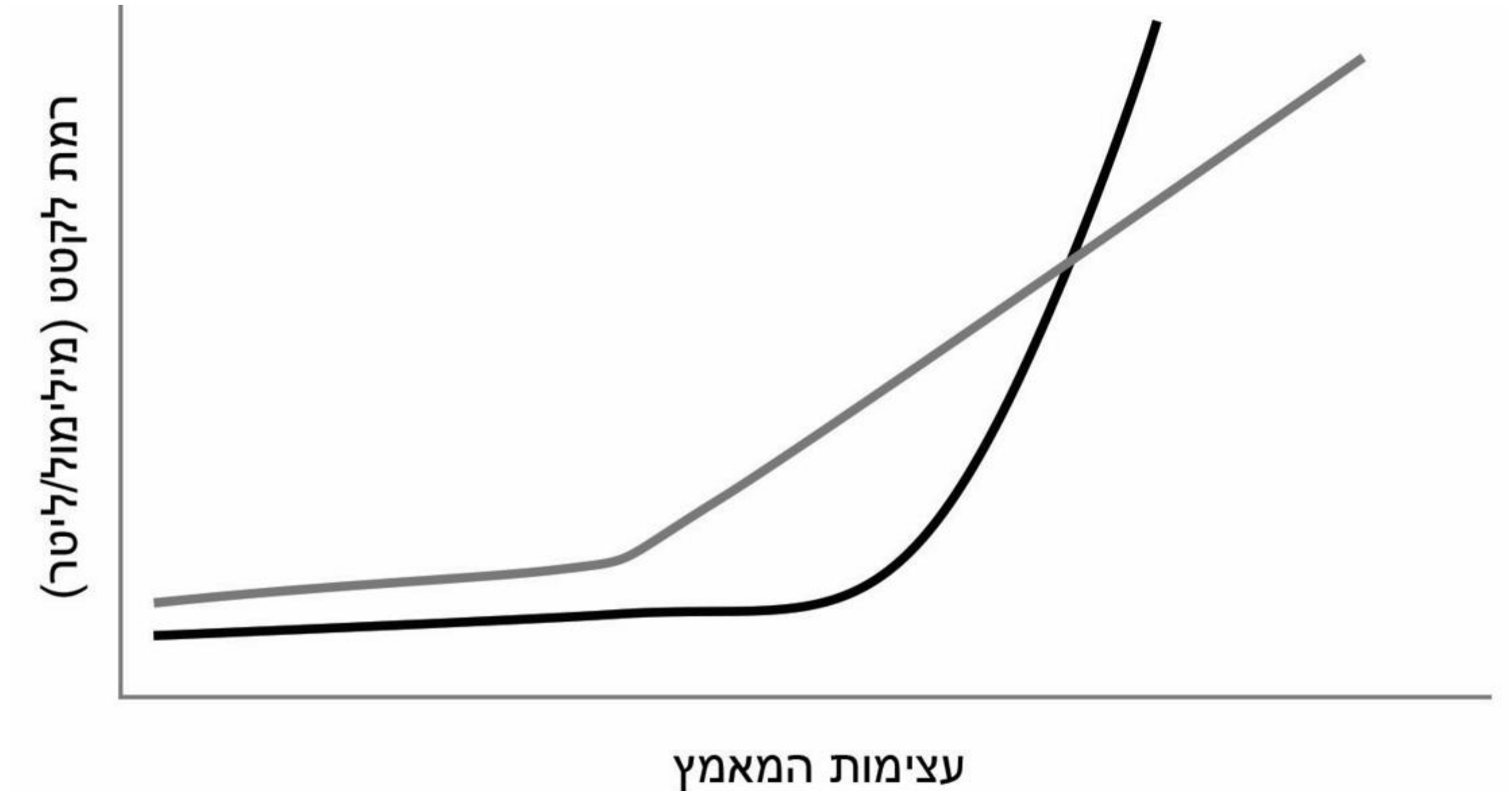
•יכולת מנטלית



צריכת החמצן במהלך מאמצים הנמשכים פרקי זמן שונים



השינוי ברמת הלקטט של שני רצים במהלך מאמץ מדורג





לפניכם נתונים של שלושה אנשים :

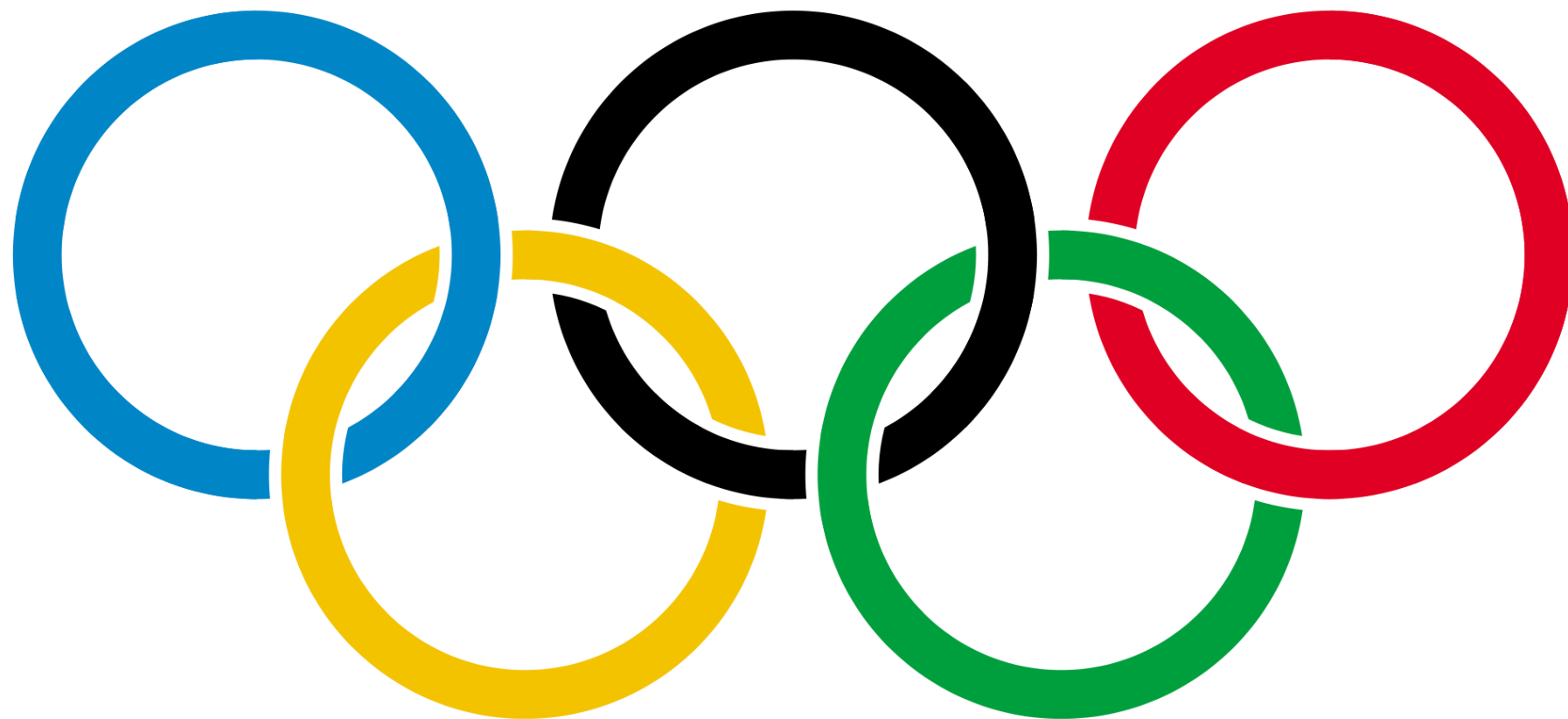
1. למי הספק אירובי מרבי טוב יותר
2. למי פוטנציאל פיזיולוגי טוב יותר לנצח בריצת 2,000 מ'
3. למי פוטנציאל פיזיולוגי טוב יותר לנצח בריצת מרתון
4. למי יש כושר אירובי ירוד שמהווה גורם סיכון בריאותי

	גיל	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סך אנאירובי (% מהצח"מ)
א	25	80	5.6	60%
ב	32	70	4.2	80%
ג	28	150	4.5	90%

לפניכם נתונים של שלושה אנשים :

1. למי הספק אירובי מרבי טוב יותר – **יש לחשב צח"מ סגולי - א' = 70 מ"ל/ק"ג/דק'**
2. למי פוטנציאל פיזיולוגי טוב יותר לנצח בריצת 2,000 מ' – **סבולת בינונית. א' מאחר ויש לו הספק אירובי מרבי גבוה יותר**
3. למי פוטנציאל פיזיולוגי טוב יותר לנצח בריצת מרתון – **למי שיש סף אנאירובי סגולי גבוה יותר - ב' = 48 מ"ל/ק"ג/דק'**
4. למי יש כושר אירובי ירוד שמהווה גורם סיכון בריאותי – **ג' הצח"מ הסגולי מתחת לאחוזון ה- 20**

	גיל	משקל	צח"מ מוחלט (ליטר/דק')	צח"מ סגולי (מ"ל/ק"ג/דק')	סף אנאירובי (% מהצח"מ)	סף אנאירובי סגולי (מ"ל/ק"ג/דק')
א	25	80	5.6	70	60%	42
ב	32	70	4.2	60	80%	48
ג	28	150	4.5	30	90%	27



אולימפידה מגמת

חנ"ג



ריצת 80 מ'



ריצת 300 מ' משוכות



ריצת 1500 מ'



קפיצה לגובה



ריצת חצי מרתון

להלן תוצאות מבדקי מעבדה של 4 סטודנטים. מי מהם ייצג את מכללת אונו ב:
 ריצת 80 מ', ריצת 300 מ' משוכות, ריצת 1500 מ', ריצת חצי מרתון, קפיצה לגובה.

אנאירובי של וינגייט		CPET			
הספק אנאירובי (ממוצע (וואט)	הספק אנאירובי (מרבית (וואט)	סף לקטט (% מצח"מ)	צח"מ (ליטר/דק')	משקל (ק"ג)	שם
360	600	70%	4.9	70	א
360	600	90%	3.6	60	ב
480	880	80%	4	80	ג
470	750	90%	4.1	75	ד

ריצת 80 מ' - אנאירובי אלקטי

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70					
ב	60					
ג	80					
ד	75					

ריצת 80 מ' - אנאירובי אלקטי

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70			600 8.57 וואט/ק"ג		
ב	60			600 10 וואט/ק"ג		
ג	80			880 11 וואט/ק"ג		
ד	75			750 10 וואט/ק"ג		

ריצת 80 מ' וקפיצה לגובה

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70			600 8.57 וואט/ק"ג		
ב	60			600 10 וואט/ק"ג		
ג	80			880 11 וואט/ק"ג		80 מ', ספרינט ק. גובה
ד	75			750 10 וואט/ק"ג		

ריצת 300 מ' משוכות - אנאירובי לקטי

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70					
ב	60					
ג	80					
ד	75					

ריצת 300 מ' משוכות - אנאירובי לקטי

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70				360 5.14 וואט/ק"ג	
ב	60				360 6 וואט/ק"ג	
ג	80				480 6 וואט/ק"ג	
ד	75				470 6.26 וואט/ק"ג	

ריצת 300 מ' משוכות - אנאירובי לקטי

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70				360 5.14 וואט/ק"ג	
ב	60				360 6 וואט/ק"ג	
ג	80				480 6 וואט/ק"ג	
ד	75				470 6.26 וואט/ק"ג	300 מ' משוכות

ריצת 1,500 מ' - אירובי (סבולת בינונית, הספק מרבי - צח"מ)

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70					
ב	60					
ג	80					
ד	75					

ריצת 1,500 מ' - אירובי (סבולת בינונית, הספק מרבי - צח"מ)

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70	4.9 70 מ"ל/ק"ג/דקי				
ב	60	3.6 60 מ"ל/ק"ג/דקי				
ג	80	4 50 מ"ל/ק"ג/דקי				
ד	75	4.1 55 מ"ל/ק"ג/דקי				

ריצת 1,500 מ' - אירובי (סבולת בינונית, הספק מרבי - צח"מ)

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70	4.9 70 מ"ל/ק"ג/דק'				ריצת 1500 מ'
ב	60	5.6 60 מ"ל/ק"ג/דק'				
ג	80	4 50 מ"ל/ק"ג/דק'				
ד	75	4.1 55 מ"ל/ק"ג/דק'				

ריצת חצי מרתון - אירובי (סבולת ממושכת, סבולת אירובית - סח"ח)

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק"מ)	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70					
ב	60					
ג	80					
ד	75					

ריצת חצי מרתון - אירובי (סבולת ממושכת, סבולת
אירובית - סח"ח)

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70		70% 49 מ"ל			
ב	60		90% 54 מ"ל			
ג	80		80% 40 מ"ל/ק"ג/דק'			
ד	75		90% 49.5 מ"ל/ק"ג/דק'			

ריצת חצי מרתון - אירובי (סבולת ממושכת, סבולת אירובית - סח"ח)

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70		70% 49 מ"ל			
ב	60		90% 54 מ"ל			חצי מרתון
ג	80		80% 40 מ"ל/ק"ג/דק'			
ד	75		90% 49.5 מ"ל/ק"ג/דק'			

שם	משקל	צח"מ (ליטר/דק')	סף לקטט (% מצח"מ)	הספק אנאירובי מרבי (וואט)	הספק אנאירובי ממוצע (וואט)	מקצוע א"ק
א	70	4.9 70 מ"ל/ק"ג/דק'	70% 49 מ"ל	600 8.57 וואט/ק"ג	360 5.14 וואט/ק"ג	ריצת 1500 מ'
ב	60	3.6 60 מ"ל/ק"ג/דק'	90% 54 מ"ל	600 10 וואט/ק"ג	360 6 וואט/ק"ג	חצי מרתון
ג	80	4 50 מ"ל/ק"ג/דק'	80% 40 מ"ל/ק"ג/דק'	880 11 וואט/ק"ג	480 6 וואט/ק"ג	80 מ', ספרינט + גובה
ד	75	4.1 55 מ"ל/ק"ג/דק'	90% 49.5 מ"ל/ק"ג/דק'	750 10 וואט/ק"ג	470 6.26 וואט/ק"ג	300 מ' משוכות

