



נעים להכיר...

- בוגר תואר B.Ed. בחינוך גופני ו-M.Pe. מהמכללה האקדמית בוינגייט.
- מאמן טריאתלון ובעלים שותף בניטר.
- מרצה במדעי האימון – אנטומיה, פיזיולוגיה של המאמץ, תורת התנועה, אימוני כוח, אימוני ילדים.
- רכז ומדריך בקורסי מדריכי חדרי כושר, מדריכי טריאתלון ומדריכי ריצות ארוכות.
- יועץ אימוני במסגרת המעבדה של מכון סילבן אדמס.



אימוני הפוגות באימון הטריאתלון – הרצאה למאמני איגוד הטריאתלון

נר בדולח, M.PE. במדעי הספורט
מאמן טריאתלון, קבוצת NITRO



גורמים המשפיעים על הביצוע בענפי הסבולת

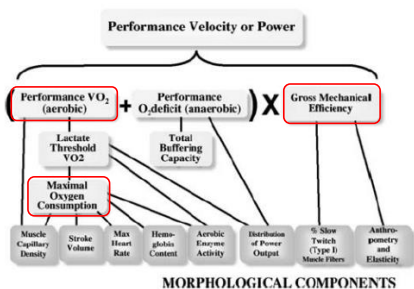


Figure 1. Overall schematic of the multiple 'traditional' physiological factors that interact as determinants of performance velocity or power output (Coyle, 1995).

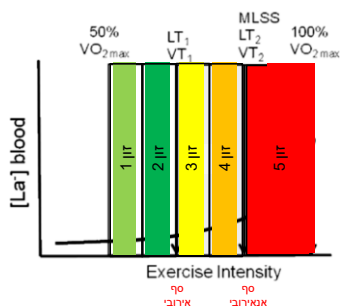


קצת הגדרות...

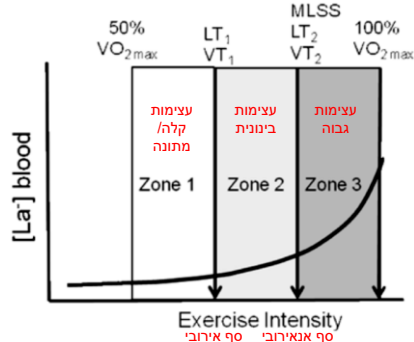
- אימוני הפוגות – אימונים הכוללים קטעי עבודה קצרים עד ארוכים שחוזרים על עצמם המבוצעים בעצימות גבוה עם קטעי התאוששות (הפוגה) ביניהם.
- "אחת משיטות האימון היעילות ביותר לשיפור תפקוד קרדיו-רספרטורי ומטבולי ובכך גם ביצועים אתלטיים" (Buchheit & Laursen, 2013).



המרת הטווחים הפיזיולוגיים לסולם של FRIEL



יישור קו בפיזיולוגיה

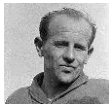




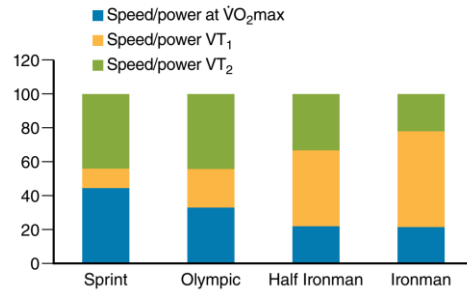
קצת היסטוריה....



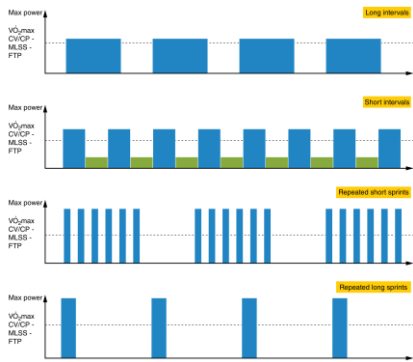
- שנות העשרים של המאה הקודמת, פאבו נורמי (14:36 ב-5000 מ') מבצע חזרות קצרות של 400 מ' בקצב גבוה של 60 שניות ל-400 מ' (2:30 דק"מ).
- שנות השלושים של המאה הקודמת, המאמן ולדמר גרשלר והקרדיולוג הנס ריינר מפתחים את השיטה עם כלל ה-120/180.
- שנות החמישים של המאה הקודמת, אמיל זטופק (4 פעמים אלוף אולימפי כולל טריפל של 5000, 10000 ומרתון במשחקים של הלסינקי, 1952) מבצע 40 חזרות של 400 מ' ב-72 שניות (3:00 דק"מ)!



התרומה של המשתנים הפיזיולוגיים במרחקי הטריאתלון השונים



סוגי אימוני הפוגות



דוגמאות מהעבר...

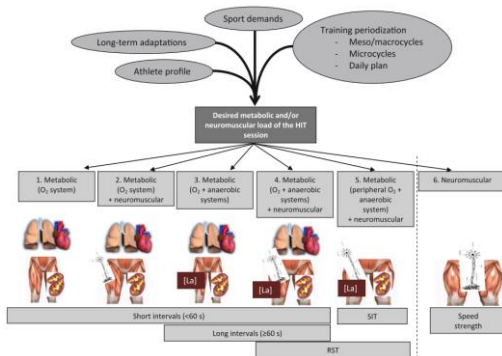
Table III. Summary of some of the greatest champion's training referenced with physiological marker velocities^a

Year; name; best performance	$\dot{V}O_{2max}$ (ml/min/kg)	$v_{O_{2max}}$ ^b	Critical velocity ^c	90-100% $\dot{V}O_{2max}$ ^d	$\gg \dot{V}O_{2max}$ ^e
1920; Paavo Nurmi; 14 min 28 sec over 5000m (20.7 km/h); 30 min 6 sec over 10 000m (19.9 km/h); 1 training/day	22.0; 75	15-20 km/day		20 x 200m, R = 200m walked	4 x 400m at maximal velocity over 400m, R = 15 min rest
1950; Emil Zatopek; 13 min 57.02 sec over 5000m (21.5 km/h); 28 min 54.02 sec over 10 000m (20.8 km/h); 2 training/day	23.5; 76.2	20 km/day		40 x 200m, r = 400m + 20 x 200m = 200m jogged	6 x 400m at 90% of maximal velocity over 400m, R = 10 min rest
1968; Kip Keino; 7 min 39.05 sec over 2000m (23.3 km/h); 13 min 36.05 sec over 5000m (22.1 km/h); 2-3 training/day	23.5; 80.0	5 x 45 min or 6 x 60 min		10 x 400m, r = 100m jogged or 6 x 800m, R = 3-5 min jogged	10 x 200m + 10 x 100m + 4 x 80m at 90% of the maximal velocity over the distance, r = 30m walked
1972-1976; Lasse Viren; 13 min 16 sec over 5000m (22.6 km/h); 27 min 38 sec over 10 000m (21.7 km/h); 2-3 training/day	24.0; 83.0	60km per week at 100 bpm	130m Fartlek (over week at 100-12-15m)	10 x 200m, r = 2 min; or 5 x 800m, r = 3-5 min jogged	8 x 600m, r = 600m walked
1984; Steve Wiler; 15 min 8 sec over 5000m (19.8 km/h); 30 min 58.08 sec over 10 000m (19.4 km/h); 20-25 min 28 sec n marathon (17.4 km/h); 2 training/day	21.0; 73.0	45 min-2h every day	20 min at CV in 60 min training (Tempo)	6 x 1000m, r = 1 min; or 5 x 1500m, r = 2 min jogged; or 5 x 2000m, r = 3 min jogged	2 x (10 x 300m), r = 100m walked, R = 5 min

a $\dot{V}O_{2max}$ and $v_{O_{2max}}$ were estimated from the runner's personal best over 3000m (87% of $\dot{V}O_{2max}$). CV was computed from their personal best over 3000 to 10 000m.
 b Run over a distance (km/day or km/week) or for a duration (min) 80% $\dot{V}O_{2max}$.
 c Run over a distance (m or km) or for a duration (min) 85% $\dot{V}O_{2max}$.
 d Run over a distance (m or km) or for a duration (min).
 e bpm = beats per minute; CV = critical velocity; R = recovery between series (i.e. set of several repetitions); r = recovery between repetitions; $v_{O_{2max}}$ = velocity at the maximal lactate steady state; $\dot{V}O_{2max}$ = maximal oxygen uptake; $\dot{V}O_{2max}$ = velocity at maximal oxygen uptake.



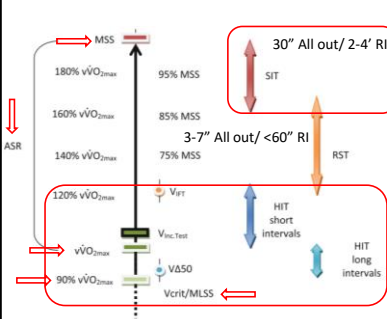
התמורות של אימוני ההפוגות שונים



Buchheit & Laursen, 2013



סוגי אימוני הפוגות על רצף העצימויות



ASR – anaerobic speed reserve, MLSS – maximal lactate steady state, RST – repeated sprint training, MSS – maximal sprint speed, $\dot{v}O_{2max}$ – מהירות צח"מ

נתמקד באימוני הפוגות קצרים וארוכים המתבצעים בטווח של ה-MLSS ועד ל-120% ממהירות צח"מ וכן באימוני ספרינטים (All Out).

Buchheit & Laursen, 2013

משתני אימון ההפוגות

9 משתנים עיקריים – שינוי במשתנה אחד שינה את תגובת הגוף לאימון.

- המשתנים עיקריים –
- אורך/משך החזרה
- עצימות החזרה
- אורך/ משך ההתאוששות
- עצימות ההתאוששות

איך קובעים את העצימות ?

מבנה אימון ההפוגות

מקטע התאוששות "הפוגה" Relief

מקטע עבודה Work

Series

Time between series

Between-series recovery intensity

Series duration

Buchheit & Laursen, 2013

חלוקת אימוני ההפוגות על פי מרחקי תחרות בריצה

Intensity (% vVO _{2max})	Physiological and competition velocity	Time limit at this velocity (min)	Time spent at VO _{2max} (min)	Maximal blood lactate level (mmol/L)	Aerobic metabolism to energy (%)	Anaerobic interval training	Aerobic interval training
115-130	v1000m; v800m	3-2	2-1	15-18	75-85	-8 x 30 sec; R = 30 sec (rest); -40 sec; -45 sec; -30 sec; -45 sec; -60 sec; R = 5 min (rest)	-20 x 10 sec; R = 10 sec (rest)
105-115	v1000m; v1500m	6-4	4-2	13-15	85-90	-4 x 1 min; R = 3 min (rest); -3 x 500m at v1000m; R = 3 min (rest)	-15 x 15 sec; R = 15 sec at 50% vVO _{2max}
100-105	vVO _{2max} ; v3000m	8-6	5-4	11-13	90-95	-3 x 1000m at vVO _{2max} ; R = 3 min (rest)	-20 x 15 sec; R = 15 sec at 50% vVO _{2max}
95-100	v5000m	15-8	10-5	9-11	95-99	-5 x 1000m at v5000m; R = 3 min (rest)	-25 x 15 sec; R = 15 sec at 50% vVO _{2max} ; -4 x 3 min; R = 3 min 50% vVO _{2max}
90-95	+10 000m and critical velocity	30-15	1-10	7-9	97.0	3 x 3000m at vVO _{2max} ; R = 3 min (rest)	-2 x 20 min; R = 3 min at 70% vVO _{2max}
85-90	Velocity for record of the hour	60-30	0	5.7	98.0	-2 x 30 min; R = 3 min at 70% vVO _{2max}	
80-85	Maximal lactate steady state	80-40	0	3.5	99.0		
75-80	Marathon velocity	150-80	0	3.3.5	99.9		

R = recovery between series (i.e. set of several repetitions). vVO_{2max} = velocity at maximal oxygen uptake. v_{max} = average velocity over x metres.

Billat, 2000

הערכת עצימות באימון הפוגות

- קצבי תחרות – על פי ההישג העדכני של הטריאתלט במגוון מרחקי ריצה (800-10,000 מ').
- יתרון – מערב פרופיל תנועתי רב יותר (יותר טווח עצימות).
- חסרון – אין קשר ישיר למשתנים פיזיולוגיים וצריך מנעד גדול של זמנים.
- דופק – בממצי סבולת עם פרקי זמן ארוכים (הפוגות נרחבות < 2'), יש יחס המתקרב ל-1 בין % מצח"מ ל-% מדופק מרבי, בחזרות קצרות יותר (>30'), יחס זה אינו מתקיים.
- חסרון – לא מייצג עצימות גבוהות מצח"מ ולא תקף בהפוגות קצרות.
- פחות רלוונטי לשחיה.

הערכת עצימות באימון הפוגות

- מהירות/הספק המקושר לצח"מ (MAS/MAP או vVO_{2max}) – משלב את משתנה הצח"מ עם היעילות המכאנית.
- ניתן לקבוע במעבדה או במבדק שדה – למשל, מבדק ה-6 דק' ALL OUT (Billat, 2000) או מבדק ה-30/15 של אונ' מונטריאול (Buchheit, 2008) או CP6.
- במאמץ רצף יש צורך בעצימות של $\leq 95\%$ vVO_{2max} על מנת להגדיל את vT@VO_{2max}.
- במאמץ הפוגות מספיק $\leq 90\%$ vVO_{2max}.

הערכת עצימות באימון הפוגות

- הערכת מאמץ סובייקטיבית (RPE) – פשוט לשימוש ולא מחייב הערכה מוקדמת של יכולות הטריאתלט (טסטים).
- לרוב העצימות היא "קשה" עד "קשה מאוד", $6 \leq$ בסולם RPE או $15 \leq$ בסולם בורג.
- חסרון – סובייקטיבית וקשורה גם בגיל, מצב אימוני ורמת המוטיבציה

RATING OF PERCEIVED EXERTION (RPE)

Borg's scale (Sumner borg 1982): 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5, 10

Modified Borg Scale: 0-at rest, 1-very easy, 2-somewhat easy, 3-moderate, 4-somewhat hard, 5-hard, 6, 7, 8, 9, 10-very hard



מקטעי ההתאוששות (הפוגה)

- המלצות (באינטרוולים ארוכים) –
 - הפוגה פסיבית (הליכה) מומלצות כאשר משך הפוגה קטן מ-3-2 דק'.
 - הפוגה אקטיבית אפשרית כאשר משך הפוגה הוא לפחות 3-4 דק' בעצימות תת מרבית.
 - ספורטאים חובבים לרוב מתקשים עם הפוגה אקטיבית ויעדיפו הפוגה פסיבית (הליכה) של כ-2 דק'.



מקטעי ההתאוששות (הפוגה)

- מטרה כפולה –
 1. לאפשר חזרה נוספת איכותית על ידי התאוששות נאותה (חידוש מאגרי CP, הפחתת חומציות ועוד)
 2. שמירה על צריכת חמצן גבוהה מספיק על מנת לקצר את קינמטיקת צריכת החמצן בחזרה הבאה.
- הפוגה אקטיבית תורמת לשמירה על צריכת חמצן גבוה יחסית וקיצור קינמטיקת צריכת החמצן אבל עלולה לעכב חידוש מאגרי CP ובכך עלולה לפגוע באיכות החזרה הבאה...
- הפוגה פסיבית מאפשרת חידוש מאגרי CP אבל מורידה מהר יותר את צריכת החמצן.



הפוגות ארוכות (HIT long intervals)

- זמן העמסה מצטבר לאימון: 12-30 דק' (ביחס הפוך).
- שימוש ב-1-5 סטים לחלוקת החזרות.
- דוגמאות בטריאתלון:
 - שחיה – 4*400 מ' ב-5:00 דק' יציאה 7:00 דק'
 - רכיבה – 5*3.5 דק' הספק ממוצע מרבי עם 3 דק' פידול קל (פחות מ-50 וואט).
 - ריצה – 6*1000 מ' קצב ממוצע מרבי (סביב 3 דק') עם 200 מ' הליכה.

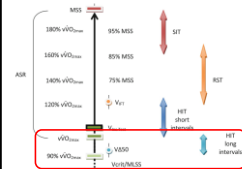
Mode	Work intensity	Work duration	Rest intensity	Rest duration	Rep number	Series	Between series recovery	Targets
Swim	102%-105% of CSS	200 m (-2:20-2:30)	0%-30% of CSS	90 s	4	2	100 m (2 min passive 30% CSS)	Type 4
Bike	95%-100% pVO ₂ max	4 min	0%-30% pVO ₂ max	3 min	5	0	Passive—40% pVO ₂ max	Type 4
Run	95%-100% vVO ₂ max	1000 m (3-3.5 min)	0%-30% vVO ₂ max	200 m (90-120 s)	6	0	Passive—40% vVO ₂ max	Type 4

CSS: critical swim speed; pVO₂max: power associated with VO₂max; vVO₂max: velocity associated with VO₂max



הפוגות ארוכות (HIT long intervals)

- זמן עבודה: <60" (לרוב 2-5 דקות אבל גם בטווח של 1-8 דקות)
- עצימות:
 - בין AnT ועד 105% VO₂max
 - HRmax 85-95%
 - 85-100% מהספק/מהירות צח"מ
- זמן התאוששות: 1-4 דק' (פסיבית - 2-3 דק', אקטיבית - 3-4 דק' 60% MAS)
- שיפור יכולות אירוביות ואנאירוביות (תמיד עם תרומה לקטית)



Buchheit M. et. al. 2013



אנקדוטה מרוכבים...

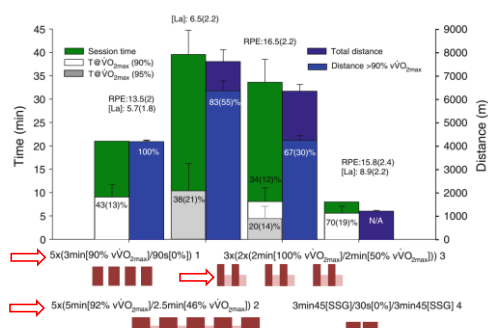
- רוכבים מאומנים (מוצע 52 מ"ל/ק"ג דק').
- 3 אימוני הפוגות שבועיים לאורך 7 שבועות.
- 3 פרטוקולים ב"עצימות מקסימלית נסבלת" –
 - 4*4 דק' (~94% HRpeak)
 - 8*4 דק' (~90% HRpeak)
 - 16*4 דק' (~88% HRpeak)

גם חזרות ארוכות מ-6 דק' יכולות להיות אפקטיביות לפעמים...

Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration
Scand J Med Sci Sports 2011
doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01351.x



ממצאי מחקרים בהפוגות ארוכות



Buchheit & Laursen, 2013

הפוגות קצרות (HIT short intervals)

- זמן עבודה: $> 60''$ (10-60).
- עצימות:
 - 100-140% מהספק או קצב אירובי מרבי.
- זמן התאוששות – 10-60 שניות @ 50-60% מעצימות מאמץ (יחס עבודה התאוששות 1:1 עד 1:0.5).
- שיפור יכולות אירוביות אנאירוביות.
- משמעותיים יותר לספורטאי הספרינט והאולימפי על פני המרחקים הארוכים.

Buchheit M. et. al. 2013

הפוגות ארוכות (HIT long intervals)

- ✓ Short: passive
- ✓ Long:
- ✓ 45% V_{PT}
- ✓ 60% $VIP_{actTest}$
- ✓ 80-85% V_{PT}
- ✓ 95-100% $VIP_{actTest}$

Work: 2-5 min
Recovery: 1-4 min

הפוגות קצרות

- Billat et al. (2001) הייתה הקבוצה הראשונה שהציגה במחקרים כי הפוגות קצרות (15"/15") מסוגלות לייצר $T@VO_{2max}$ ולשפר צח"מ.
- מאז, הפוגות קצרות בטווח של 15"/15" עד 30"/30" ובעצימות של 90-120% vVO_{2max} הראו רמות שיפור שונות במסגרת מחקרים -

הפוגות קצרות (HIT short intervals)

- זמן העמסה מצטבר לאימון: 10-20 דק' (ביחס הפוך).
- שימוש ב-1-5 סטים לחלוקת החזרות.
- דוגמאות בטריאתלון:
 - שחיה – 15*75 מ' ב-47-50" יציאה 90" (לבעלי 1:13 – CSS).
 - רכיבה – 10*10 דק' ב-110% MAP, 30" התאוששות, 5 דק' קל בין הסטים – מאוד רלוונטי לדימוי תצורת פלטון טקטי בתחרויות.
 - ריצה – 15*200 מ' ב-32-34" עם 100 מ' ריצה קלה ויציאה על 60".

Mode	Work intensity	Work duration	Rest intensity	Rest duration	Rep number	Series	Between series recovery	Targets
Swim	108%-110% CSS	100 m (or 60-80 s)	0-30% of CSS	60 s	5	2	100 m (2 min passive 30% CSS)	Type 4
Bike	105- pVO_{2max}	30 s	0%-30% pVO_{2max}	30 s	10	3	5 min 40% pVO_{2max}	Type 4
Run	103% vVO_{2max}	30 s (or 200 m)	0%-30% vVO_{2max}	30 s (or 100 m walk/jog)	10	2	5 min 40% vVO_{2max}	Type 4

CSS: critical swim speed; pVO_{2max} : power associated with VO_{2max} ; vVO_{2max} : velocity associated with VO_{2max}

תרומת המערכת הלקטית

Figure 5.40 Range of lactate accumulation typically observed for the five different HIT formats.

Data from M. Buchheit and P.B. Laursen, "High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle: Part II: Anaerobic Energy, Neuromuscular Load and Practical Applications," Sports Medicine 43 no. 10 (2013): 927-934.

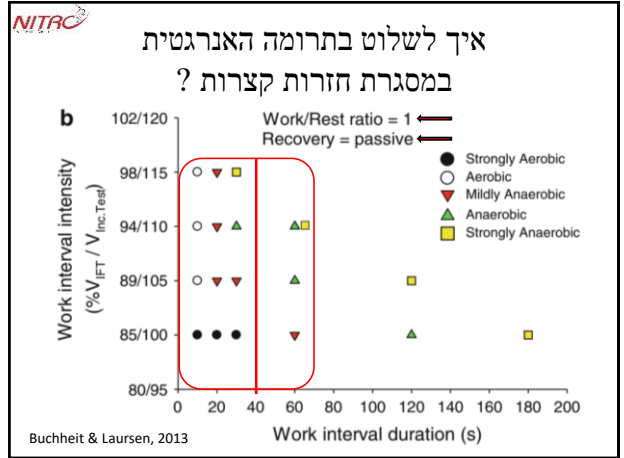
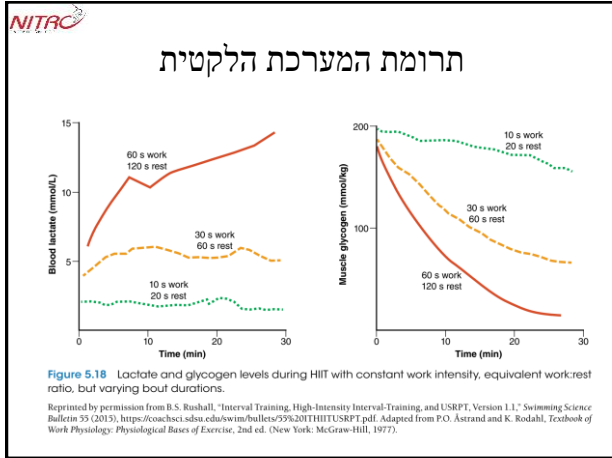
אפקט ההפוגות הקצרות – שינוי אורך החזרה

Time (s)

- 15s
- 20s
- 25s
- 30s
- 60s

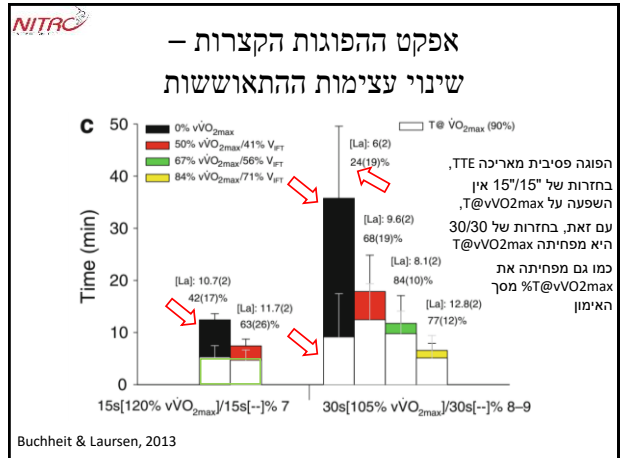
$--s[100\% vVO_{2max}]/30s[50\%] 4$
 $--s[105\% vVO_{2max}]/20s[0] 6$
 $--s[100\% vVO_{2max}]/15s[50\%] 5$
 $--s[115\% vVO_{2max}]/20s[0] 6$

Buchheit & Laursen, 2013



בילאט 30/30 – פרוטוקול פוריץ דרך בתחום

- בשנת 2000 פיתחה פרופ' בילאט פרוטוקול אימון חדש שהצליח תוך 4 שבועות בלבד לשפר את vVO_{2max} בקרב רצים חובבים (סטודנטים לחנ"ג, צח"מ ממוצע - 54 מ"ל/ק"ג*דק").
- הפרוטוקול כלל חזרות של "30"/"30" בעצימות של 100/50% עד אשר המתאמן לא הצליח לשמר את מהירות החזרה.
- בצורה זו ביצעו הנבדקים עד 18 חזרות רצופות.
- 2 אימונים לאורך 8-10 שבועות הראו שיפור של 10% בצח"מ.
- לאחר 4-6 שבועות ניתן להתקדם לפרוטוקולים מתקדמים יותר ("60"/"180" ו-"180"/"180").



הפוגות קצרות – משמעויות אימוניות

- שימוש בעצימויות עבודה של 100-120% vVO_{2max} באורכי חזרה של מעל ל-10" לטובת השגת אימון מיטבי.
- למתאמנים עם קינמטיקת צריכת חמצן איטית יותר (מתחילים, מבוגרים) וכן בעת ביצוע הפוגות קצרות ברכיבה עדיף שימוש בטווח הגבוה של העצימות (vVO_{2max} 110-120%) ובקטעים ארוכים יותר ("30"/"30" טוב יותר מ-"15"/"15").
- מצד שני יש לזכור את לקחת בחשבון את ההשלכות הפיזיולוגיות במקרה של שימוש בעצימויות גבוהות (תרומה אנאירובית ועומס נוירו-מסקולרי גבוהים יותר).

בילאט 30/30 – פרוטוקול פוריץ דרך בתחום

- מרחק ריצה ב-6 דק' - 1200 מ' (vVO_{2max} - 12), KPH, 5 דק"מ)
- מרחק חזרת עבודה ("30" - 100 מ')
- מרחק חזרת התאוששות ("30" - 50 מ')

50 מ' 50 מ' 50 מ'



הפוגת קצרות – משמעויות אימוניות

- בשימוש בהפוגות קצרות (30/30) תוך שימוש בעצימות של 100/50% מ- $vVO2max$ יקחו כ-7 דק' של אימון על מנת להגיע לצח"מ.
- ניתן לקצר זמן זה על ידי בחירת עצימות גבוה יותר, למשל $vVO2max \leq 105/60\%$.
- בנוסף, ניתן לקצר זמן זה על ידי שימוש בעצימות גבוה יותר ב-2-3 חזרות הראשונות ואז לעבור לעצימות נמוכה יותר לטובת השגת זמן אימון ארוך יותר.

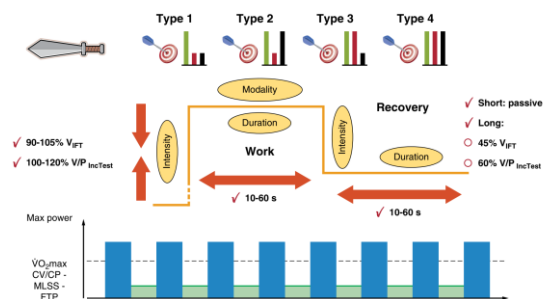


הפוגת קצרות – משמעויות אימוניות

- מבחינת עצימות ההפוגה, סביב 70% $vVO2max$ מאפשר $T@vVO2max$ ויחס $T@vVO2max/vVO2max$ זמן אימון אופטימליים בחזרות של 30/30.
- יש יתרון לבחירת זמן עבודה גבוה מזמן הפוגה לטובת השגת יעילות אימון גבוה יותר (יחס $T@vVO2max/vVO2max$ זמן אימון).



הפוגות קצרות (HIT short intervals)



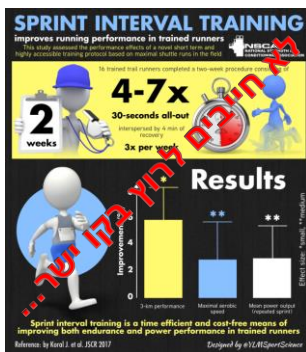
דוגמא יישומית –

אימון אופייני לספורטאי עילית

- על מנת לצבור כ-10 דק' של $T@VO2max$ יש צורך לבצע סך עבודה של 30 דק' בתצורת "30"/30" כאשר העצימות היא 110/50% $vVO2max$ –
- $3' \text{ RI } 2-3' [10^* (30'' @ 110\% vVO2max / 30'' @ 50\%)]$
- בסט השני והשלישי מוסיפים 1-2 חזרות על מנת להחזיר קינטיקת $VO2$.



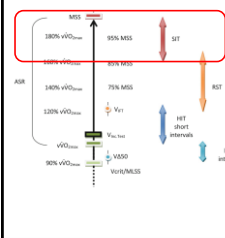
אימוני ספרינטים – אנקדוטה ה-YO-YO



- 16 רצי שטח מאומנים.
- 3 אימוני ספרינטים בתצורת יו-יו במהלך שבועיים.
- 4-7 ספרינט עם 4 דק' התאוששות.
- שיפור של 6% בריצת 3 ק"מ, 2.3% ב-MAS, 42% (!) ב-TTE@90%MAS



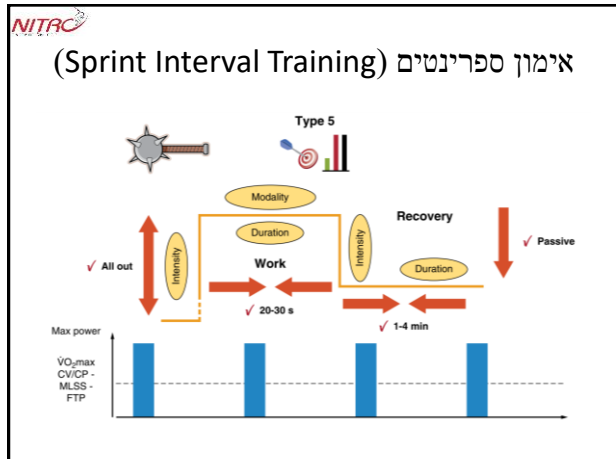
אימון ספרינטים (Sprint Interval Training)



- זמן עבודה: 10-30 שניות
- עצימות: All Out
- זמן התאוששות: 2-10 דקות.
- 1-5 חזרות לסט.
- זמן התאוששות בין סטים < 30 דק'
- בשימוש בעיקר בשחיה.
- שיפור יכולות אנאירוביות.

Mode	Work intensity	Work duration	Rest intensity	Rest duration	Rep number	Series	Targets
Swim	All-out, around 114% of CSS	50 m (30-50 s)	passive	100 m or 2 min of passive recovery	6	0	Type 5 target
Bike*	All-out	15 s	passive	4 min	8	1	Type 5 target
Run*	All-out	20 s	passive	2 min	4	2	Type 5 target

* Infrequently used except potentially in particular instances of low absolute capacity (power or speed). CSS: critical swim speed.



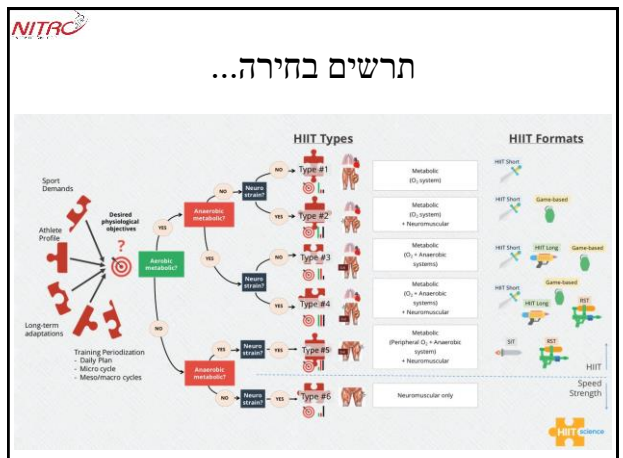
אימוני ספרינטיים – אנקדוטת ה-YO-YO

Week	Session number	Training load sprints	Training sprint time (min)	Total session time (min)
1	1	4	2	8.5
	2	5	2.5	12.5
	3	6	3	23
2	4	6	3	23
	5	7	3.5	27.5
	6	2	2	14
Total		32	16	110

שיקולים אורטופדיים בשינוי הכיוון המהירים

-
- סוג הפעילות**
- אימון הפוגות בעליות נמצאו כמפיקות צריכת חמצן גבוה יותר בהשוואה לריצה/רכיבה במישור כאשר מהירות הריצה/הספק הרכיבה זהים.
 - עם זאת, נמצא שלרוב אתלטים רצים לאט יותר בעליות בהשוואה למישור כאשר הם נדרשים לבחור את קצב הריצה שלהם.
 - יתרון לעליות בריצה – עומס מפרקי נמוך יותר בשלב העליה בהשוואה לאותה המהירות במישור.

-
- חלוקה לסדרות**
- ניתן לקחת את כלל החזרות באימון הפוגות ולחלק אותן לסדרות תוך מתן מנוחה גדולה יותר בין כל סדרה.
 - החלוקה לסדרות מאפשר מצד אחד ביצוע סך עבודה גדול יותר (TTE גדול יותר) אך מצד שני מפחיתה את $T@VO_2\max$ וכן את היחס בינו לבין סך האימון (% ניצול קטן יותר).
 - ההפחתה ב- $T@VO_2\max$ נובעת מהזמן שלוקח להעלות את צריכת החמצן אחרי כל מנוחה בין סדרות.





ממצאי מחקר – שינוי עצימות במהלך חזרות

- 14 רוכבים צעירים מאומנים ברמה גבוהה (גיל ממוצע 24 ס.ת. 6, צריכת חמצן ממוצעת 69 מ"ל/ק"ג*דק' ס.ת. 6.6, הספק אירובי מרבי 5.18 וואט/ק"ג ס.ת. 0.56)
- 2 פרוטוקולי אימון הפוגות, מבנה והספק ממוצע זהה במסגרת התרגיל המרכזי - 6*(5 דק' עבודה/2.5 דק' התאוששות - 30% MAP).
- באימון אחד עצימות החזרה היתה קבועה ואילו באימון השני עצימות החזרה השתנתה...

Bossi et. Al, 2020 - Optimizing Interval Training Through Power-Output Variation Within the Work Intervals



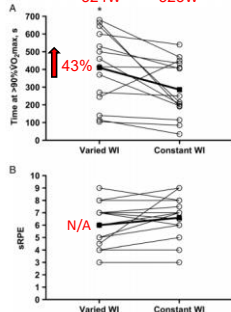
לסיכום

- לספורטאים מאומנים כדאי לתכנן אימון הפוגות עם קטעי חזרה < קטעי מנוחה.
- להקפיד על הקטנת הזמן בין החימום לתחילת העבודה (קינמטיקת VO2) והגעה במסגרת החימום לעצימויות $\leq 60-70\% vVO2max$.
- נפח האימון יהיה כזה שיאפשר לספורטאיי הסבולת כ-10 דק' ב-VO2max (תוך התייחסות ליעילות האימון - T@vVO2max ביחס לזמן אימון).



ממצאי מחקר – שינוי עצימות במהלך חזרות

הספק ממוצע דומה בין הפרטוקולים – 324W ו-323W

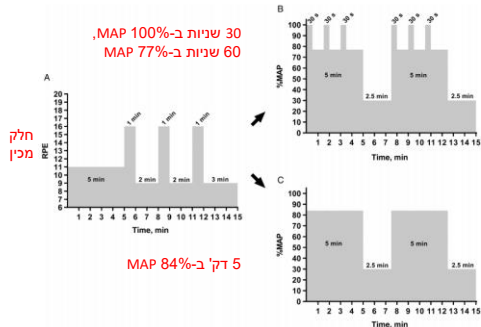


Bossi et. Al, 2020 - Optimizing Interval Training Through Power-Output Variation Within the Work Intervals



ממצאי מחקר – שינוי עצימות במהלך חזרות

30 שניות ב-100% MAP, 60 שניות ב-77% MAP



Bossi et. Al, 2020 - Optimizing Interval Training Through Power-Output Variation Within the Work Intervals



ממצאי מחקר – חזרות קצרות אל מול ארוכות

	1st set	2nd set	3rd set	4th set	Mean ± SD
SI					
Power output (W)	417 ± 27*	424 ± 25*	423 ± 30*	—	421 ± 27*
[BLa ⁻] (mmol·L ⁻¹)	7.9 ± 1.7	9.5 ± 2.0	10.7 ± 1.7	—	9.4 ± 1.5
RPE (6-20)	17.4 ± 0.8	18.7 ± 0.5	19.7 ± 0.5	—	18.6 ± 0.5
LI					
Power output (W)	356 ± 25	370 ± 21	374 ± 23	382 ± 29	371 ± 22*
[BLa ⁻] (mmol·L ⁻¹)	7.6 ± 2.4	9.4 ± 1.9	10.6 ± 1.5	12.3 ± 1.6	10.0 ± 1.5*
RPE (6-20)	17.0 ± 1.0	17.9 ± 0.9	18.6 ± 1.0	19.6 ± 0.5	18.3 ± 0.7*

Almqvist et. Al, 2020 - Systemic and muscular responses to effort-matched short intervals and long intervals in elite cyclists



ממצאי מחקר – חזרות קצרות אל מול ארוכות

- 8 רוכבי עליות צעירים (גיל ממוצע 25 שנים, צח"מ ממוצע - 74 מ"ל/ק"ג*דק', הספק מרבי ממוצע - 6.2 וואט/ק"ג גוף).
- 2 פרוטוקולי אימון בסדר מוצלב – יחס עבודה:התאוששות - 2:1 – LIT - 4 * (5' עבודה / 2.5' התאוששות). – SIT - 3 * 13 * (30" עבודה/ 15" התאוששות) 3' התאוששות. – מקטעי עבודה בהספק ממוצע מירבי, מקטעי התאוששות ב- 50% מהספק מקטעי העבודה. – היקף העמסה דומה: LIT - 20 דק', SIT - 19.5 דק'.

Almqvist et. Al, 2020 - Systemic and muscular responses to effort-matched short intervals and long intervals in elite cyclists



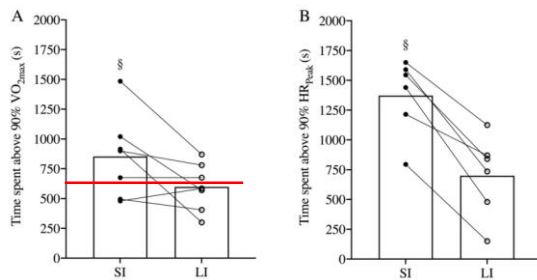
ממצאי מחקר – חזרות קצרות אל מול ארוכות

- מחקר המשך, 18 רוכבי עילית צעירים (גיל ממוצע – 24.5 שנים ס.ת. 6, צח"מ ממוצע של 73 מ"ל/ק"ג*דקה ס.ת. 4).
- לאחר 3 שבועות של אימוני בסיס (נפח אימונים גבוה בעצימות נמוכה).
- 3 שבועות, 3 פעמים בשבוע, SIT או LIT, בשאר הזמן אימונים בעצימות נמוכה עם נפח שבועי זהה.

Rønnestad et. Al, 2020 - Superior performance improvements in elite cyclists following short-interval vs effort-matched long-interval training



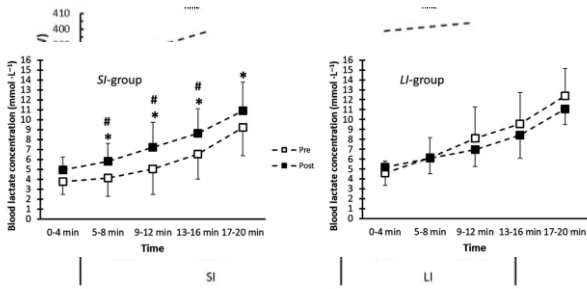
ממצאי מחקר – חזרות קצרות אל מול ארוכות



Almqvist et. Al, 2020 - Systemic and muscular responses to effort-matched short intervals and long intervals in elite cyclists



ממצאי מחקר – חזרות קצרות אל מול ארוכות



Rønnestad et. Al, 2020 - Superior performance improvements in elite cyclists following short-interval vs effort-matched long-interval training



ממצאי מחקר – חזרות קצרות אל מול ארוכות

Table 1 Characteristics of the performed high-intensity aerobic training (HIT) sessions in the multiple short-interval group (SI) and long-interval group (LI).

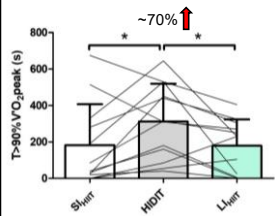
	SI Mean ± SD	LI Mean ± SD	
Number of HIT sessions	8.8 ± 0.4	8.9 ± 0.3	
Mean power in HIT work intervals (W)	441 ± 31 [#]	368 ± 35	~19%
% of W _{max} (%)	94 ± 3 [#]	79 ± 7	~15%
Mean RPE after HIT series (6-20)	17.8 ± 0.6	17.6 ± 0.6	N/A

W_{max}: peak aerobic power output; RPE = Rate of perceived exertion;
[#]Significant difference between groups (p<0.05).

Rønnestad et. Al, 2020 - Superior performance improvements in elite cyclists following short-interval vs effort-matched long-interval training



ממצאי מחקר – הפוגות יורדות

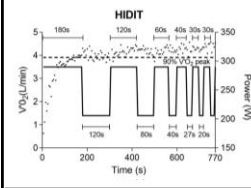


- ממצאי המחקר –
- זמן מאמץ שווה בין הפרוטוקולים (12~ דק').
- כמות עבודה מעל ה-CP זהה.
- רמת לקטט בסוף אימון ו-RPE זהים.
- צריכת החמצן הממוצעת:
- LIT – 79%~ מצח"מ*
- SIT – 81%~ מצח"מ
- DIHIT – 84%~ מצח"מ

Vaccari et. Al., 2020 – high intensity decreasing interval training (HIDIT) increases time above VO2peak.

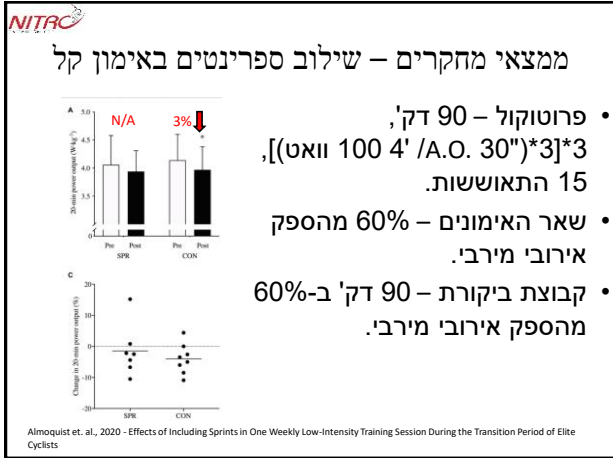


ממצאי מחקר – הפוגות יורדות



- 12 רוכבי אופניים חובבים ובגילאי הביניים (גיל ממוצע 41±11 שנים, צח"מ ממוצע 56.8±4.7 מ"ל/ק"ג*דק', הספק CP ממוצע 254±30 וואט).
- 3 פרוטוקולים של אימוני הפוגות, יחס העבודה: התאוששות 3:2, עצימות עבודה CP5 (או 117% CP-מ), עצימות התאוששות 83% CP-מ.
- LIT – 3 דק' עבודה, 2 דק' התאוששות עד לתשישות הרוכב.
- SIT – 30 שניות עבודה עם 20 שניות התאוששות עד לתשישות הרוכב.
- HIIT – מקטעי עבודה והתאוששות באורך מתקצר (בשניות): 120/80, 180/120, 30/20, 45/30, 60/40 עד לתשישות הרוכב.

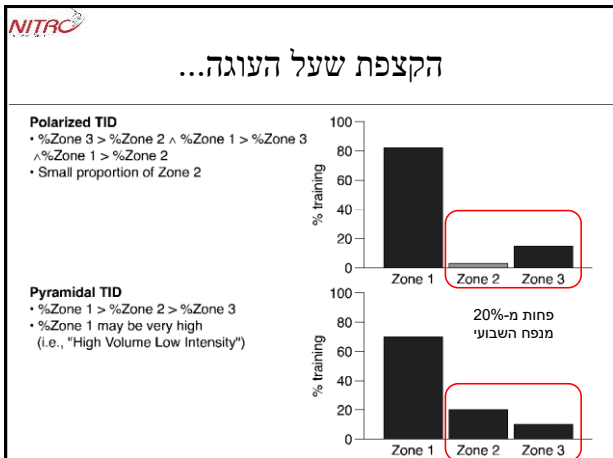
Vaccari et. Al., 2020 – high intensity decreasing interval training (HIDIT) increases time above VO2peak.



ממצאי מחקרים – שילוב ספרינטים באימון קל

- 16 רוכבי עילית צעירים (גיל ממוצע 21-22 שנים, צח"מ ממוצע 72 מ"ל/ק"ג דק', הספק שיא ממוצע 440 וואט, הספק ממוצע ברמת לקטאט של 4 מילימול 324 וואט ונפח אימון שבועי ממוצע של כ-13 שעות)
- הוספת קטעי ספרינט (30 שניות) במסגרת אימון בעצימות נמוכה (90 דק' ב-60% מהספק אירובי מירבי).
- במסגרת הפחתה של 3 שבועות בעומס האימוני שלהם בכ-60% במסגרת תקופת מעבר בין עונות רכיבה.

Almqvist et. al., 2020 - Effects of Including Sprints in One Weekly Low-Intensity Training Session During the Transition Period of Elite Cyclists



הקצפת שעל העוגה...

Alistair Brownlee

Typical training week Feb 2012 ~24% <- 5/21

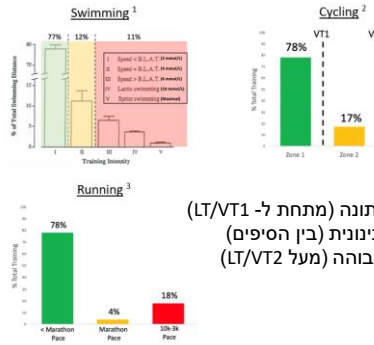
steady/aerobic		tempo/hard/interval			S&C/physio	
Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
80 min steady run 120bpm	Easy Swim	Easy swim	Fast swim	Easy swim	Run session 30 mins hard 160bpm	4 hrs easy bike
Drills S&C	40 min easy run	75 min easy run	60 min easy run	S&C	3.5 hrs easy bike	1hr 40 easy run
Hard Swim	1 hr easy bike	3.5 hr bike	2 hr easy bike 20 min efforts within this	60 min easy run	30 min easy run	
2 hr easy bike	Track 15 mins hard 170bpm			60 min easy bike		



תודה על הקשבה !



הקצפת שעל העוגה...



מקורות

Sports Med
 DOI 10.1080/108740279.013.00029-6

REVIEW ARTICLE

High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle
 Part I: Cardiopulmonary Emphasis
 Martin Buchheit - Paul B. Laursen

Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice
 Special Recommendations for Middle- and Long-Distance Running. Part I: Aerobic Interval Training
 L. 10/10/2009: 80/84
 Faculty of Sport Science, University Lilla, Lilla, France

Sports Med (2013) 43:927-954
 DOI 10.1080/108740279.013.0066-5

REVIEW ARTICLE

High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle
 Part II: Anaerobic Energy, Neuromuscular Load and Practical Applications
 Martin Buchheit - Paul B. Laursen