



8th Congress of Biochemistry and Physiology of Exercise 8^ο Συνέδριο Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης

Polarized or threshold training for greater adaptations and peak performance?

A. Kabasakalis

Πολωμένη προπόνηση ή προπόνηση κατωφλιών για μεγαλύτερες προσαρμογές και κορυφαίες επιδόσεις;

A. Καμπασακάλης



Εργαστήριο Αξιολόγησης της Βιολογικής Απόδοσης του Ανθρώπου
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περί έντασης...

- Κρίσιμη παράμετρος ρύθμισης της προπονητικής επιβάρυνσης.
- Διαφοροποίηση των προσαρμογών ανάλογα με την ένταση της προπόνησης.
- Ποσοτικοποιείται με διάφορους τρόπους.
- Οι ζώνες έντασης της προπόνησης βοηθούν στην κατηγοριοποίηση των προπονητικών επιβαρύνσεων.

Παράδειγμα κατηγοριοποίησης της έντασης σε ζώνες:

Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
Χαμηλής έντασης	Μέτριας έντασης	Υψηλής έντασης
$\text{ένταση} \leq 1^{\circ} \text{ κατώφλι}$	$1^{\circ} \text{ κατώφλι} \leq \text{ένταση} \leq 2^{\circ} \text{ κατώφλι}$	$2^{\circ} \text{ κατώφλι} \leq \text{ένταση}$

Τύποι κατανομής της έντασης της προπόνησης

- Υψηλού όγκου και χαμηλής έντασης
 - Πυραμιδική (pyramidal)
 - Πολωμένη (polarized)
 - Κατωφλιών (threshold)
 - Υψηλής έντασης και χαμηλού όγκου
-

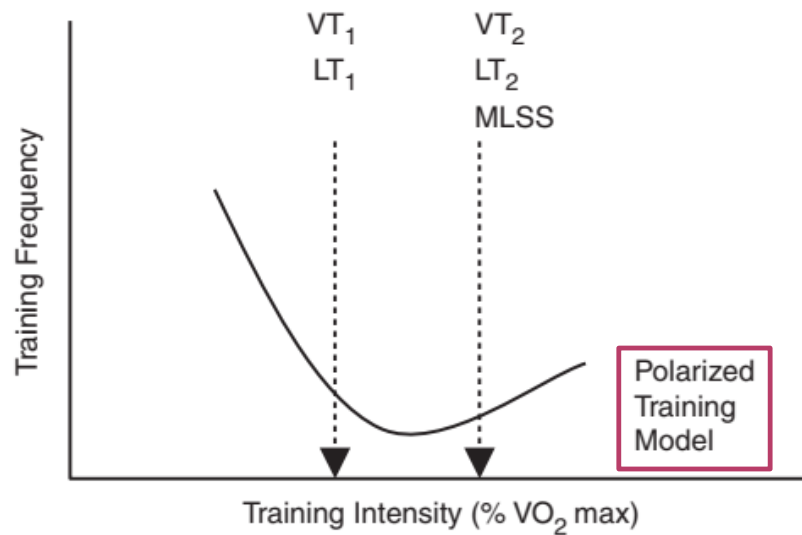
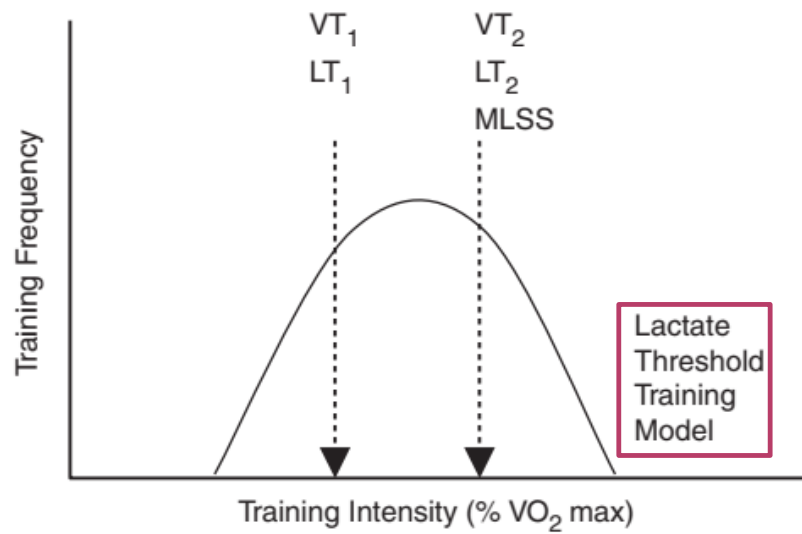
Πολωμένη προπόνηση (polarized training)

Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
75-80%	5-10%	15-20%

- Θεωρείται πιο μοντέρνα μέθοδος κατανομής της προπονητικής επιβάρυνσης.
 - Δημοφιλής σε αθλητές υψηλού επιπέδου.
 - Θεωρείται ότι «χρησιμοποιεί» καλύτερα:
 - τον όγκο προπόνησης σε χαμηλή ένταση
 - την προπόνηση υψηλής έντασης (HIT)
 - την προπόνηση αποκατάστασης από την HIT
-

Προπόνηση κατωφλιών (threshold training)

- Υψηλό ποσοστό μέτριας έντασης προπόνηση (ζώνη 2).
 - Εστιάζει στην προπόνηση «ανάμεσα» ή «πάνω» στα κατώφλια και ειδικά στο 2^ο κατώφλι.
 - Θεωρείται πιο παραδοσιακή μέθοδος.
 - Δημοφιλής σε αθλητές υψηλού επιπέδου.
 - Θεωρείται ότι «χρησιμοποιεί» καλύτερα:
 - τη ζώνη έντασης όπου πιστεύεται ότι επιτυγχάνονται μεγαλύτερες προσαρμογές απόδοσης αντοχής
 - τη ζώνη έντασης όπου πιστεύεται ότι υπάρχει η καλύτερη σχέση προσαρμογών-επιβάρυνσης
 - τον χρόνο προπόνησης των αθλητών
-



Seiler &
Kjerland,
ScandJMSS,
2006

Πολωμένη προπόνηση (polarized training)

ή

προπόνηση κατωφλιών (threshold training)



για μεγαλύτερες προσαρμογές και κορυφαίες επιδόσεις;

IMPACT OF TRAINING INTENSITY DISTRIBUTION ON PERFORMANCE IN ENDURANCE ATHLETES

JONATHAN ESTEVE-LANAO,¹ CARL FOSTER,² STEPHEN SEILER,³ AND ALEJANDRO LUCIA¹

TABLE 3. Results (mean $\pm$ SEM) of training loads over the 18-week intervention period.

	Group Z1 (<i>n</i> = 6) goal distribution in zones 1, 2, and 3: ~80/10/10	Group Z2 (<i>n</i> = 6) goal distribution in zones 1, 2, and 3: ~65/25/10
Total TRIMPs	8134 $\pm$ 408	8277 $\pm$ 463
Mean TRIMP·wk ⁻¹	452 $\pm$ 23	460 $\pm$ 26
Total time in zone 1 (min)	5246 $\pm$ 396	3830 $\pm$ 215*
Total time in zone 2 (min)	779 $\pm$ 116	1411 $\pm$ 95*
Total time in zone 3 (min)	502 $\pm$ 78	485 $\pm$ 65
Total % in zone 1	80.5 $\pm$ 1.8	66.8 $\pm$ 1.1
Total % in zone 2	11.8 $\pm$ 2.0	24.7 $\pm$ 1.5*
Total % in zone 3	8.3 $\pm$ 0.7	8.5 $\pm$ 1.0*

* $p < 0.01$ for Z1 vs. Z2. See text for explanation of TRIMP and zones 1, 2, and 3.

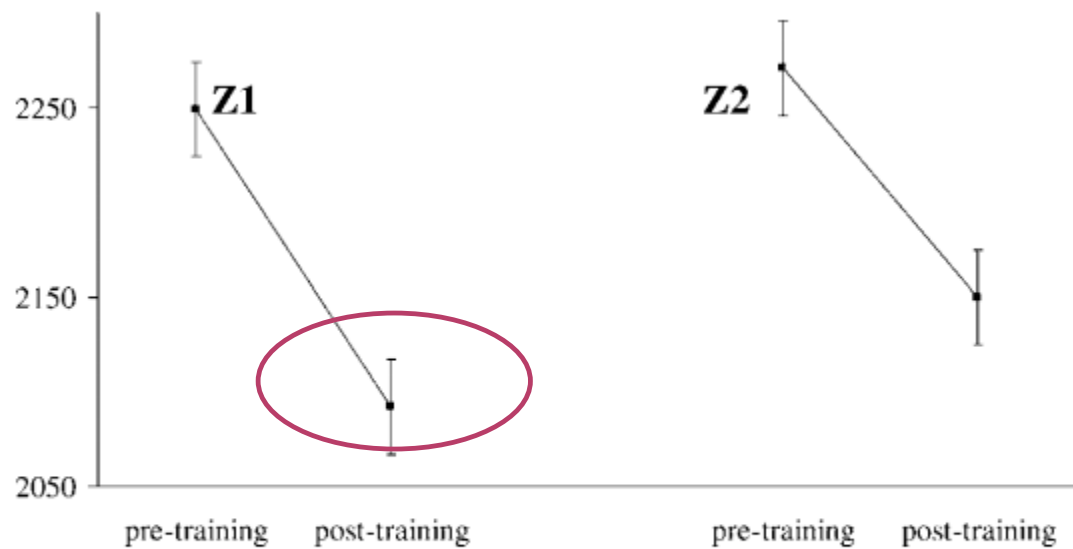


FIGURE 1. Change in performance after the training period during the simulated 10.4-km cross-country race in both groups.

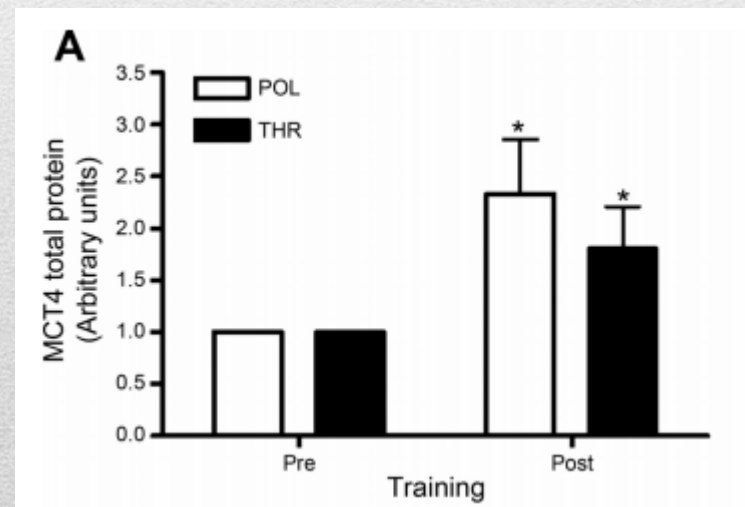
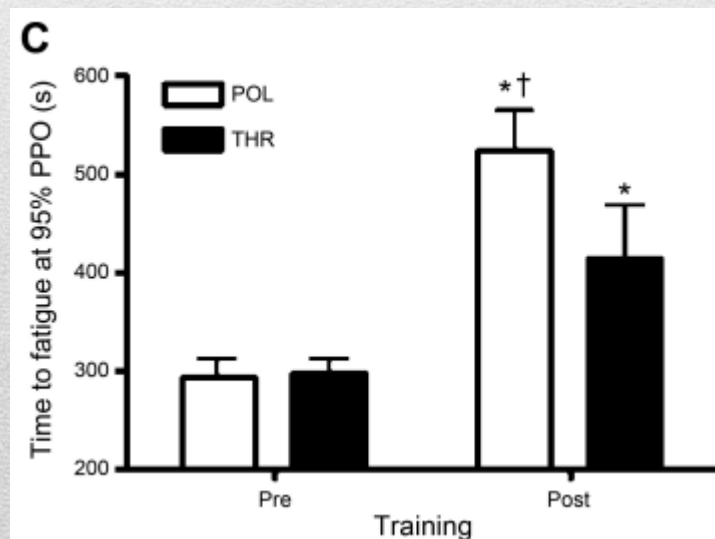
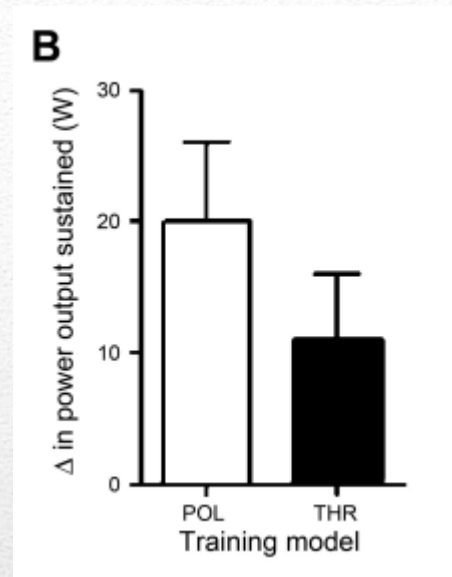
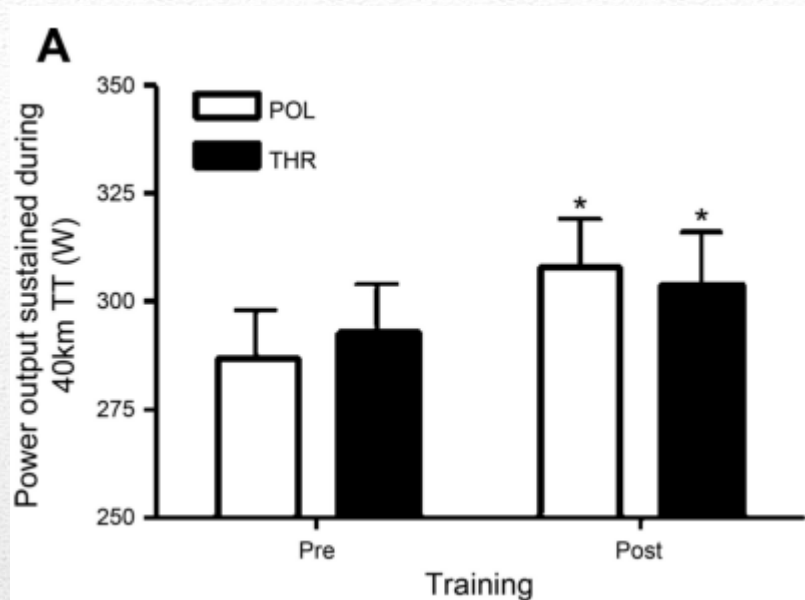
Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists

Craig M. Neal,¹ Angus M. Hunter,¹ Lorraine Brennan,² Aifric O'Sullivan,² D. Lee Hamilton,¹ Giuseppe DeVito,³ and Stuart D. R. Galloway¹

Table 1. *Mean ($\pm$ SD) details of the total training time completed/wk for the polarized (POL)- and threshold (THR)-training models, the training load (intensity zone $\times$ duration, min), and the proportion of training time spent in zone 1, zone 2, and zone 3*

	Units	POL	THR
Total training time	min/wk	381 ($\pm$ 85)	458 ($\pm$ 120)*
Training load	intensity zone $\times$ duration	517 ($\pm$ 90)	633 ($\pm$ 119)*
Zone 1	% of training time	80 ($\pm$ 4)	57 ($\pm$ 10)*
Zone 2	% of training time	0 ($\pm$ 0)	43 ($\pm$ 10)*
Zone 3	% of training time	20 ($\pm$ 4)	0 ($\pm$ 0)*

*Difference between POL and THR ($P < 0.05$).



Neal et al., JAP, 2013

Does Polarized Training Improve Performance in Recreational Runners?

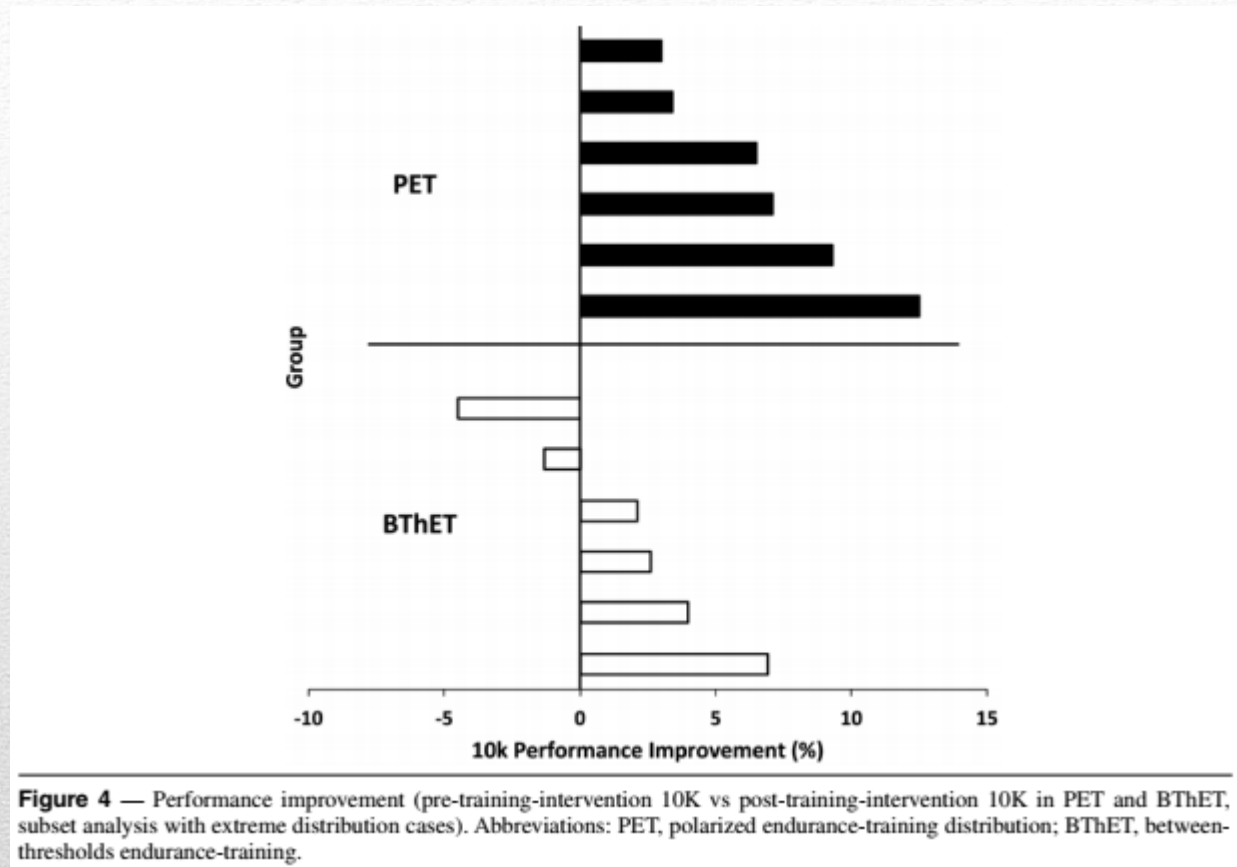
Iker Muñoz, Stephen Seiler, Javier Bautista, Javier España, Eneko Larumbe, and Jonathan Esteve-Lanao

Table 2 Results of Training Load Over the 10-Week Intervention Period, Mean $\pm$ SD

	Group	
	PET (n = 15)	BThET (n = 15)
Total running time (h)	39.1 $\pm$ 7.9	36.3 $\pm$ 8.1
Total time in zone 1 (h)	28.5 $\pm$ 6.3*	16.7 $\pm$ 6.2
Total time in zone 2 (h)	5.3 $\pm$ 2.7*	13.9 $\pm$ 8.8
Total time in zone 3 (h)	5.3 $\pm$ 1.7	5.6 $\pm$ 1.6
Total time in zone 1 (%)	72.9 $\pm$ 5.6*	46.8 $\pm$ 15.2
Total time in zone 2 (%)	13.5 $\pm$ 5.6*	37.3 $\pm$ 16.1
Total time in zone 3 (%)	13.6 $\pm$ 4.3	15.8 $\pm$ 4.1
Total TRIMPs	3299 $\pm$ 670	3691 $\pm$ 982
Mean TRIMPs/wk	330 $\pm$ 67	370 $\pm$ 98

Abbreviations: PET, polarized endurance-training distribution; BThET, between-thresholds endurance-training; TRIMP, training impulse.

* $P < .05$.





Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training

Thomas Stöggl^{1,2*} and Billy Sperlich³

Runners, cyclists, triathletes, skiers

Table 1 | The distribution of volume and training intensity within the 9 weeks training intervention (excluding strength training)

	POL	HIIT	THR	HVT
Total hours	104 ± 20 ^{‡\$}	66 ± 1 [*]	84 ± 7 [*]	102 ± 11 ^{‡\$}
Number of sessions	54 ± 3	47 ± 1	49 ± 3	58 ± 3
Amount of training at low intensity (%)	37 ± 4 (68 ± 12%) [*]	20 ± 1 (43 ± 1%) ^{‡\$}	23 ± 6 (46 ± 7%) ^{‡\$}	49 ± 7 (83 ± 6%) [*]
Amount of training at lactate threshold (%)	3 ± 4 (6 ± 8%) [*]	0 (0%) [*]	26 ± 2 (54 ± 7%) [*]	9 ± 3 (16 ± 6%) [*]
Amount of training at high intensity (%)	14 ± 3 (26 ± 7%) [*]	27 ± 1 (57 ± 1%) [*]	0 (0%) ^{‡‡}	1 ± 1 (1 ± 1%) ^{‡‡}

Table 2 | Changes in physiological variables from pre- to post-training.

		POL		HIIT		THR		HVT	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
VO _{2peak} -test	VO _{2peak} [L·min ⁻¹ ·kg ⁻¹]	60.6 ± 8.3	67.4 ± 7.7*** 11.7 ± 8.4%	63.7 ± 7.1	66.6 ± 5.8* 4.8 ± 5.6%	63.2 ± 4.6	60.8 ± 7.1 -4.1 ± 6.7% ^{†††‡}	60.5 ± 9.4	62.1 ± 9.8 2.6 ± 4.5% [†]
	VO _{2peak} [L·min ⁻¹]	4.4 ± 1.0	4.9 ± 1.1*** 10.4 ± 7.9%	4.6 ± 0.5	4.7 ± 4.9 1.1 ± 7.6% [†]	4.4 ± 0.8	4.3 ± 9.2 -3.7 ± 7.0% ^{†††}	4.8 ± 0.7	4.9 ± 0.7 2.9 ± 4.5% [†]
	HR _{peak} [bpm]	187 ± 7	186 ± 7 -0.6 ± 1.9%	185 ± 9	182 ± 11 -1.3 ± 2.3%	180 ± 10	179 ± 9 -0.2 ± 1.9%	183 ± 4	183 ± 4 0.3 ± 1.9%
	LA _{peak} [mmol·L ⁻¹]	10.2 ± 1.7	10.7 ± 1.7 7.5 ± 20.4%	9.6 ± 1.7	10.2 ± 1.7 6.4 ± 8.3%	9.5 ± 1.6	9.9 ± 2.2 5.3 ± 19.1%	10.1 ± 1.7	9.9 ± 2.0 -1.0 ± 11.8%

Table 3 | Per cent changes in velocity (V) and power (P) and at various lactate thresholds as well as peak velocity and power.

	POL	HIIT	THR	HVT	F-Value
TTE	17.4 ± 16.1***	8.8 ± 8.6**	6.2 ± 9.0	8.0 ± 10.3	^a F _(3, 37) = 2.0
V/P ₂	9.3 ± 12.4	12.1 ± 8.8**	2.0 ± 13.8	0.8 ± 13.3	^a F _(3, 37) = 1.9
V/P ₄	8.1 ± 4.6**	5.6 ± 4.8*	1.4 ± 4.3 [†]	1.2 ± 6.6 [†]	^a F _(3, 37) = 4.5
V/P _{peak}	5.1 ± 3.0**	4.4 ± 2.8**	1.8 ± 4.8	-1.5 ± 4.9 ^{††‡}	^a F _(3, 37) = 4.6

Pla et al., IJSP, in press

Effects of a 6-Week Period of Polarized or Threshold Training on Performance and Fatigue in Elite Swimmers

Table 2: Total training volume completed during baseline training and six weeks of polarized and threshold training. Mean $\pm$ SD

	Units	Base	POL	THR
Total Training Volume	Kilometers per week	37 $\pm$ 3	42 $\pm$ 4	42 $\pm$ 4
Volume in Zone 1	% of training volume	70 $\pm$ 6	81 $\pm$ 3	66 $\pm$ 5*
Volume in Zone 2	% of training volume	20 $\pm$ 4	4 $\pm$ 1	25 $\pm$ 2*
Volume in Zone 3	% of training volume	10 $\pm$ 2	15 $\pm$ 2	9 $\pm$ 3*

Abbreviations: Base, 3 weeks period before training intervention; POL, polarized training; THR, threshold training.

*Substantial differences between POL vs THR

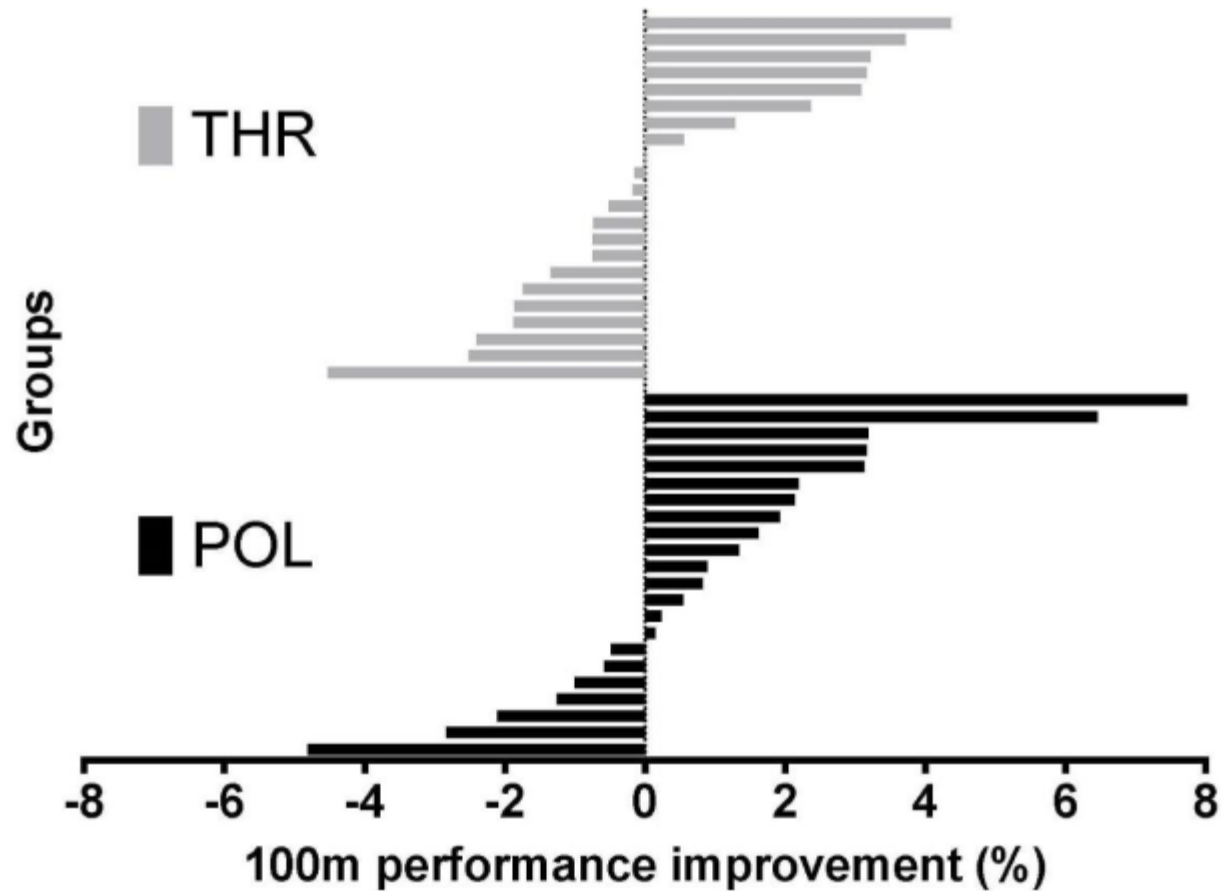


Figure 2. Performance time changes (pre-test 100 m vs post-test 100 m in POL and THR) classed in decreasing order by group. Abbreviations: POL, polarized training; THR, threshold training.

Πιθανές προσαρμογές - μηχανισμοί για καλύτερη απόδοση με πολωμένη προπόνηση (polarized training)

- Ο λόγος όγκου άσκησης στη ζώνη χαμηλής έντασης/όγκο άσκησης στη ζώνη υψηλής έντασης φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικός για:
 - Καρδιαγγειακές προσαρμογές
 - Μιτοχονδριακές - κυτταρικές προσαρμογές
 - Βελτιωμένο μεταβολισμό λιπαρών οξέων και υδατανθράκων κατά την άσκηση
 - Αυτό συμβαίνει πιθανώς λόγω:
 - Επάρκειας όγκου προπόνησης σε χαμηλή ένταση
 - Ρύθμισης όγκου προπόνησης σε μέτρια-υψηλή ένταση
 - Ευνοϊκότερης σχέσης χαμηλής/υψηλής επιβάρυνση για αποκατάσταση - προσαρμογές
-

Πιθανοί μηχανισμοί περιορισμένης απόδοσης της προπόνησης στο κατώφλι (threshold training)

- Γρήγορη επίτευξη πλατώ στην απόδοση (ceiling effect).
 - Υψηλότερη επιβάρυνση (με αποτύπωση σε φυσιολογικούς, βιοχημικούς, ψυχολογικούς δείκτες) - ανεπαρκής αποκατάσταση.
 - Εξάντληση αποθεμάτων γλυκογόνου.
 - Ανεπαρκής περιοδικότητα.
 - Ασυνέπεια στη διατήρηση της έντασης-στόχου.
 - Μεθοδολογικές δυσκολίες στην εκτίμηση των κατωφλιών.
 - Σταδιακή πτώση εσωτερικών κινήτρων προπόνησης.
-

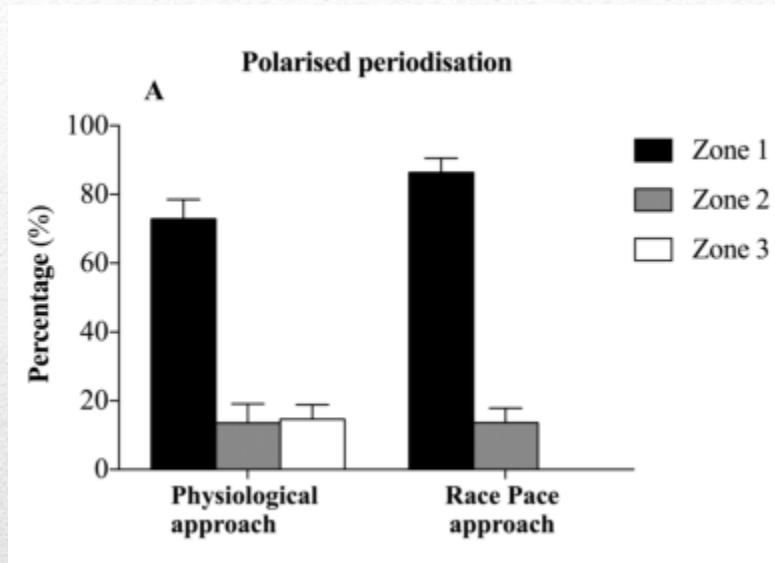
Δυσκολίες διερεύνησης του θέματος

- Χρειάζεται μακροχρόνια παρακολούθηση.
 - Περιορισμένη δυνατότητα παρέμβασης στο πρόγραμμα των αθλητών.
 - Διαφορές στις προπονητικές φιλοσοφίες/ορολογίες.
 - Αριθμός κι επίπεδο συμμετεχόντων/-ουσών αθλητών/-ριών.
 - Ατομικές διαφορές αποκρίσεων και προσαρμογών.
 - Αναγνώριση και αξιολόγηση των διαφορών των φυσιολογικών προσαρμογών στις δύο μεθόδους.
 - Διαφορές στα χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις των αγωνισμάτων.
-

Μελλοντικά...

- Σύνδεση προπονητικής πρακτικής κι επιστημονικής έρευνας.
 - Ομοιογένεια ορολογίας.
 - Μακροχρόνια παρακολούθηση.
 - Αξιολόγηση πιθανών κοινών σημείων και παραλλαγών των δύο μεθόδων.
 - Αξιολόγηση πλήθους βιοχημικών και φυσιολογικών δεικτών προσαρμογών και κόπωσης.
 - Εξειδίκευση ανά άθλημα/αγώνισμα.
-

Εναλλακτικές θεωρήσεις

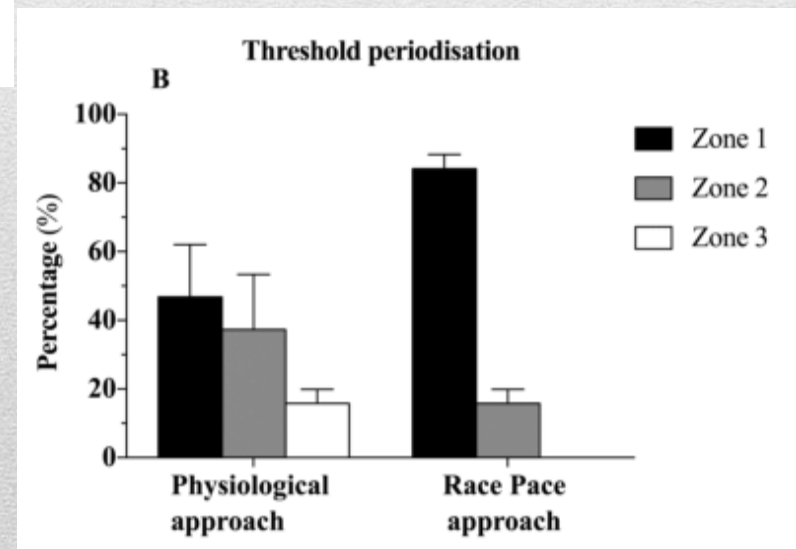


Race pace (RP) approach:

Zone 1: <95% goal RP

Zone 2: 95-105% goal RP

Zone 3: >105% goal RP



Keneally et al, IJSPP, in press
Data from Muñoz et al. 2014

Συμπεράσματα

- Η πολωμένη προπόνηση (polarized training) φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική από την προπόνηση κατωφλιών (threshold training).
 - Ωφέλιμος ο όγκος σε χαμηλή ένταση και σημαντική η στοχευμένη χρήση της HIT και της αποκατάστασης.
 - Η σύνδεση της εξέλιξης της επιστημονικής έρευνας με τη διάδοση των προπονητικών προγραμμάτων αυξάνει τη χρήση της πολωμένης προπόνησης στα αθλήματα αντοχής.
 - Παραμένουν ερωτήματα για την κατανομή της έντασης στην προπονητική διαδικασία.
-