

, Ph.D.

• • • • •, • •

□

μ

□

μ

μ

μ

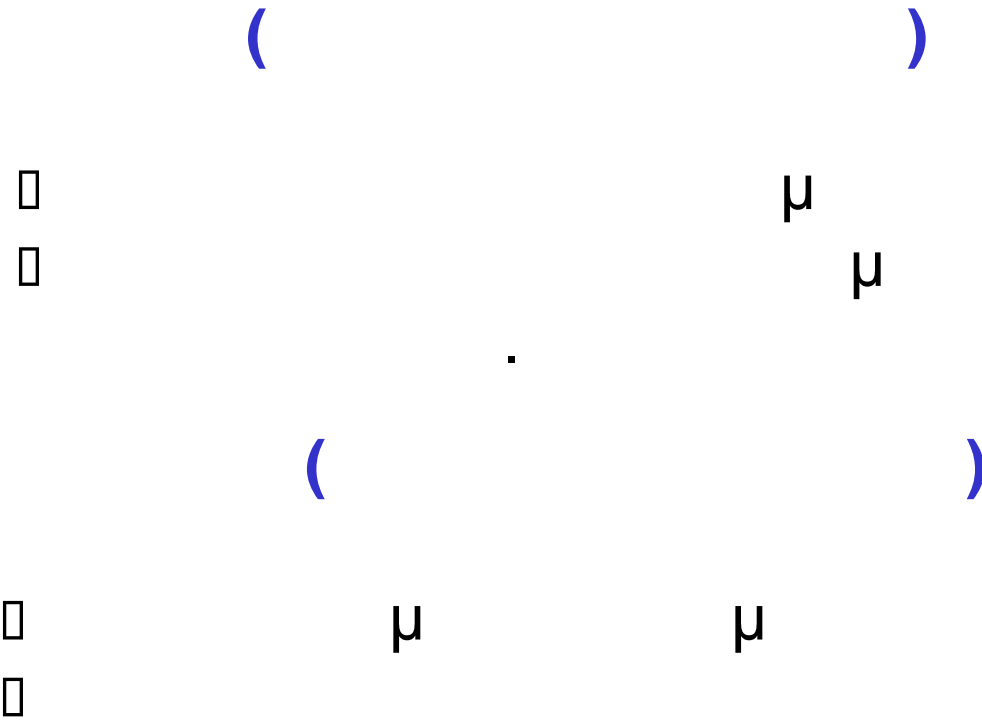
μ

μ

.

.

μ



/ μ μ

• ( μ μ ). μ μ

μ μ .

• ( μ μ ). μ μ

μ μ μ μ .  
μ μ μ μ

$\mu$

$\mu$

□

VO<sub>2</sub>max

$\mu$

.

□

$\mu$

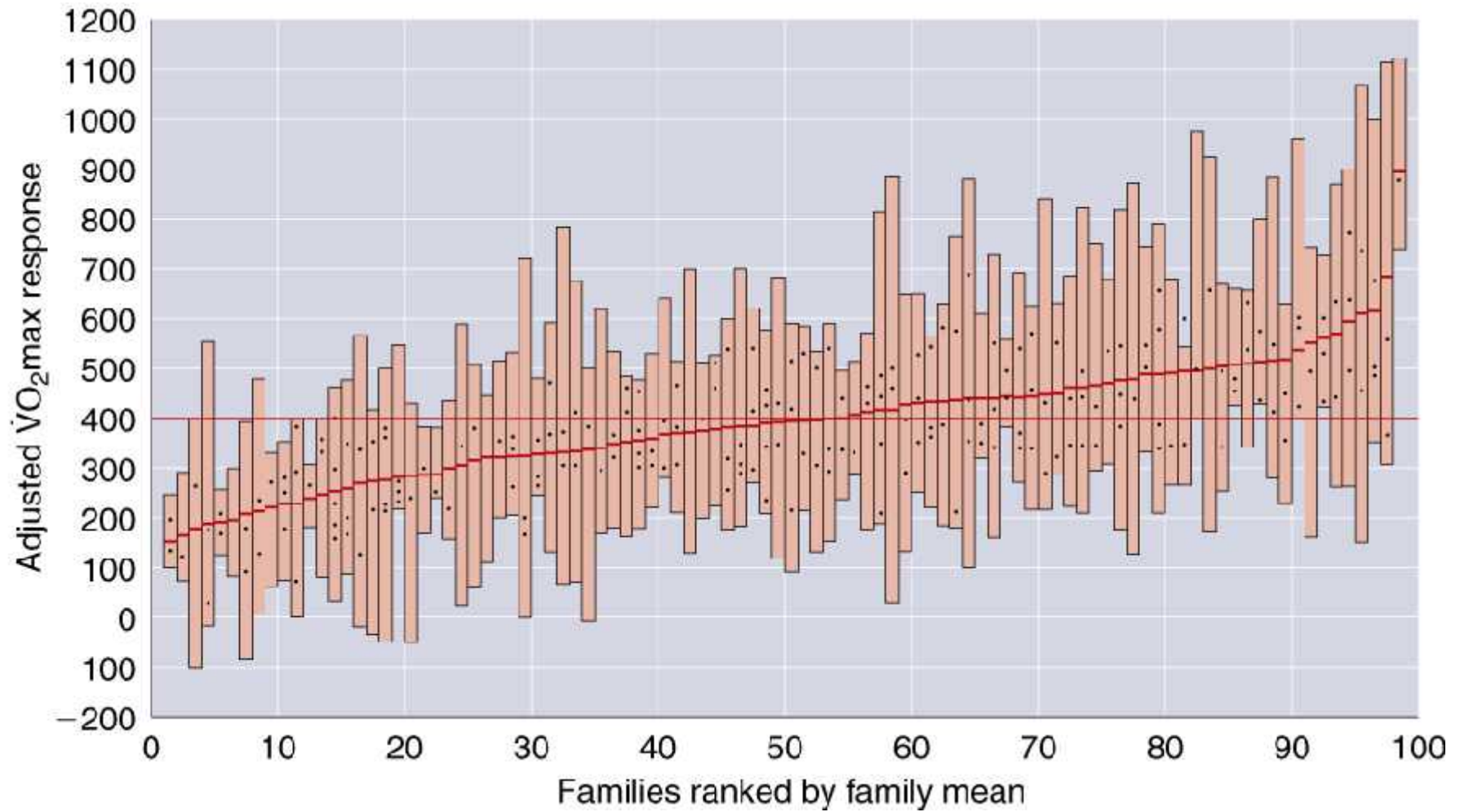
$\mu$

$\mu$

,

□

# HERITAGE FAMILY STUDY



$\mu$

□

$\mu$

□

$\mu$

$\mu$

$\mu$

□

( $\mu$

$\mu$

$\mu$

)

$\mu$

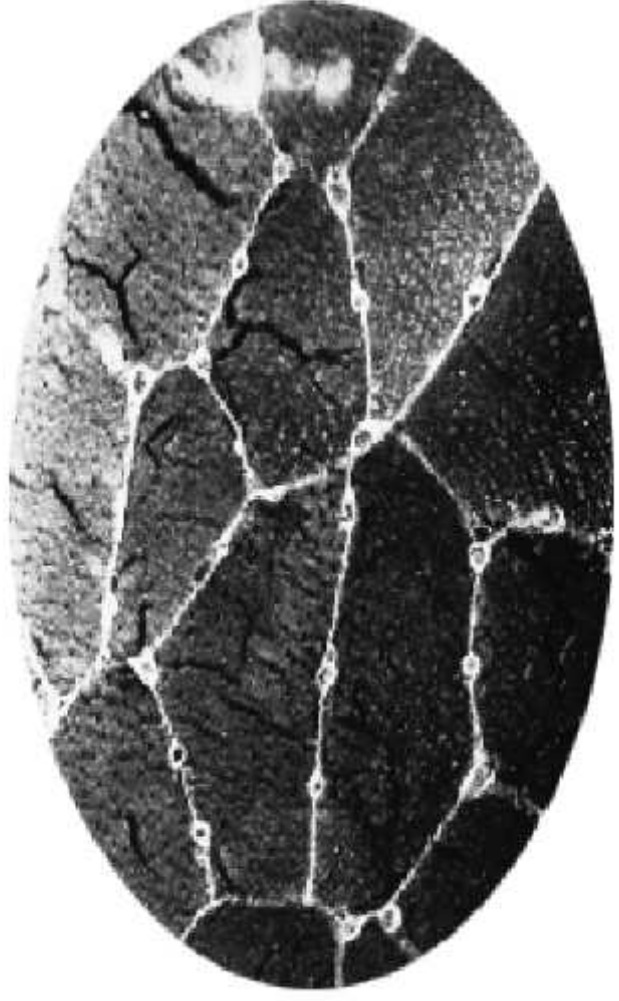
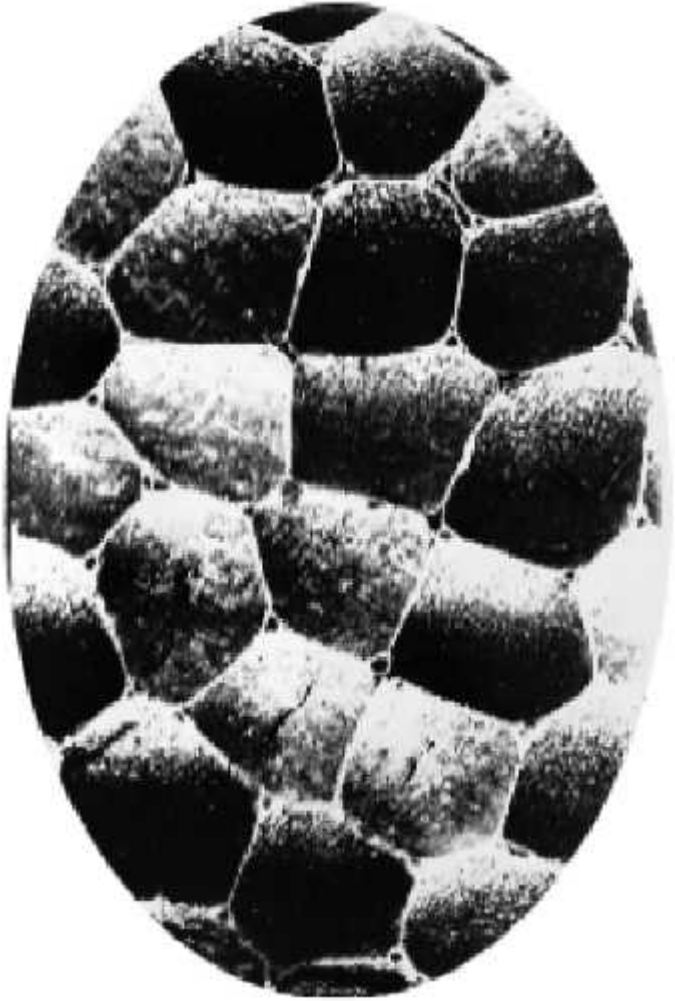
□

$\mu$

$\mu$

$\mu$

$\mu$

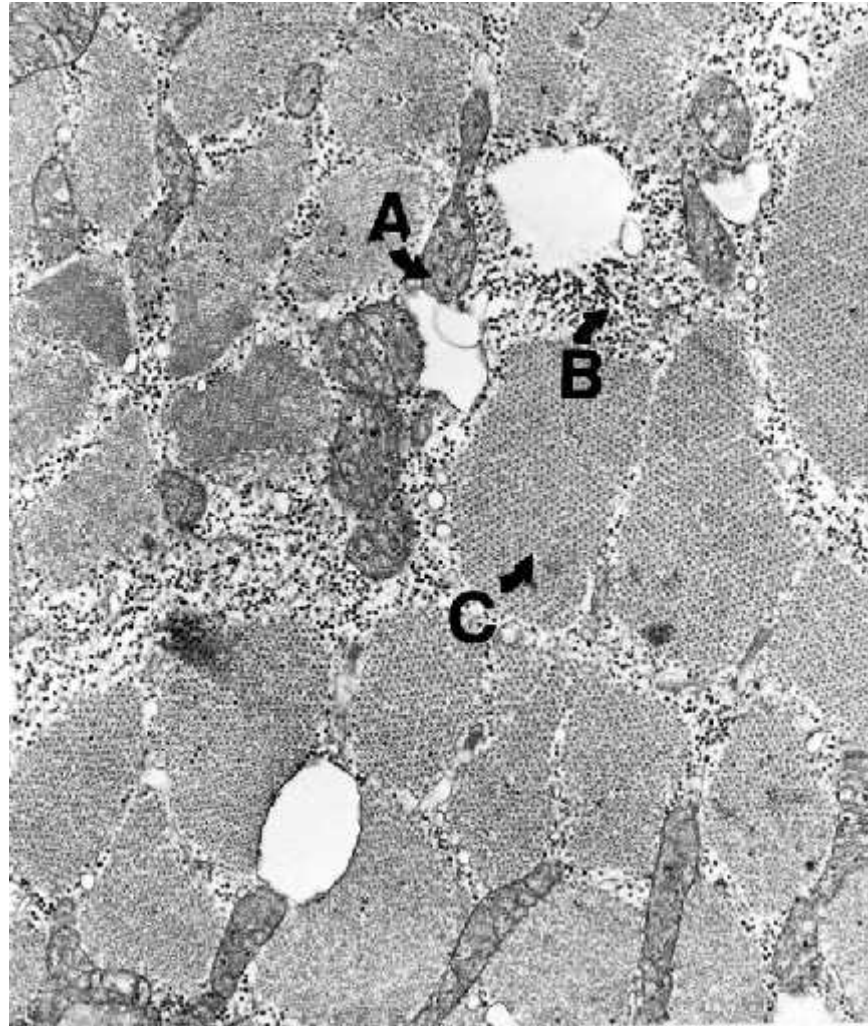


μ



(A),  
(C)

(B),

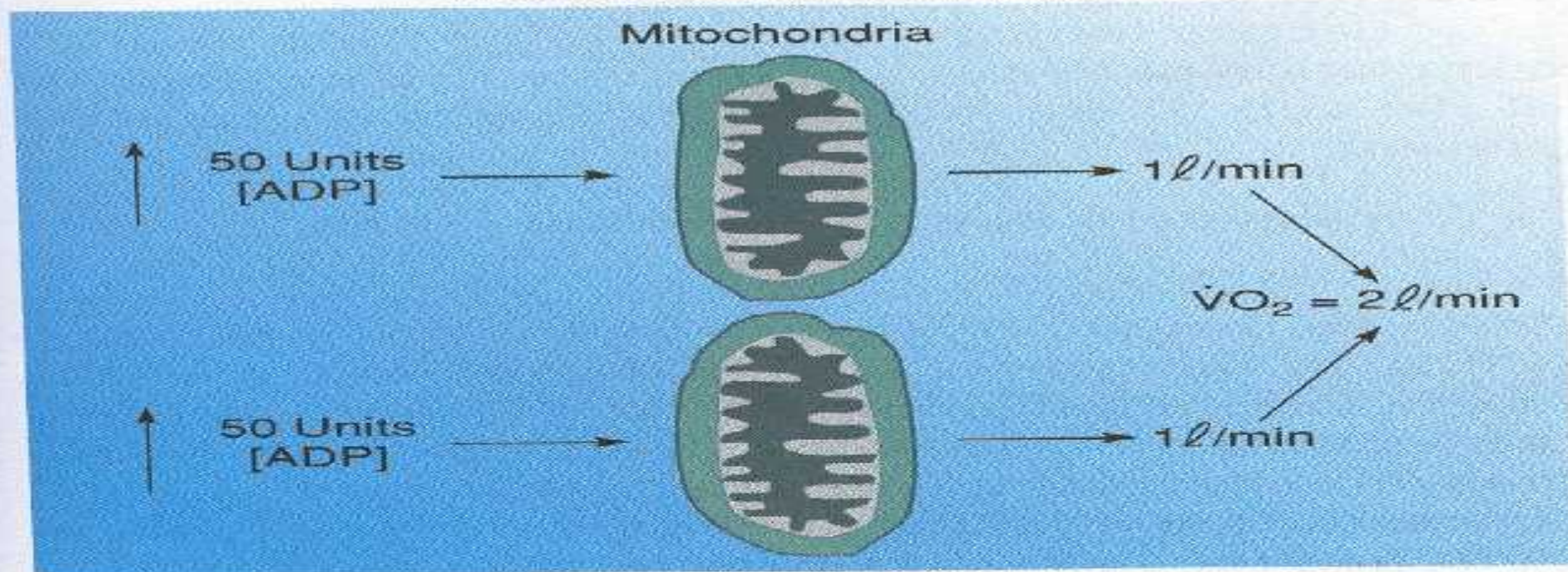




### Muscle Cell: Before Training



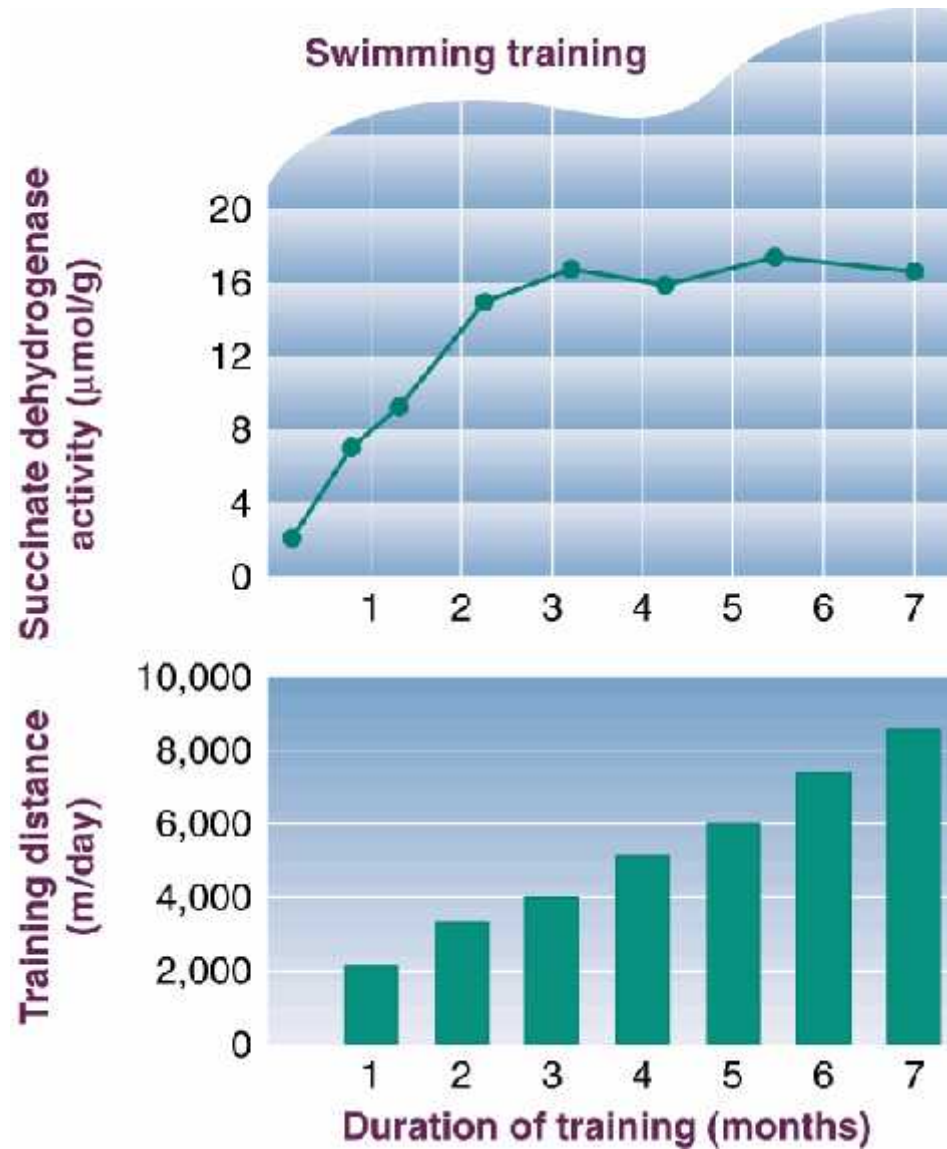
### Muscle Cell: After Training



**Figure 13.7**

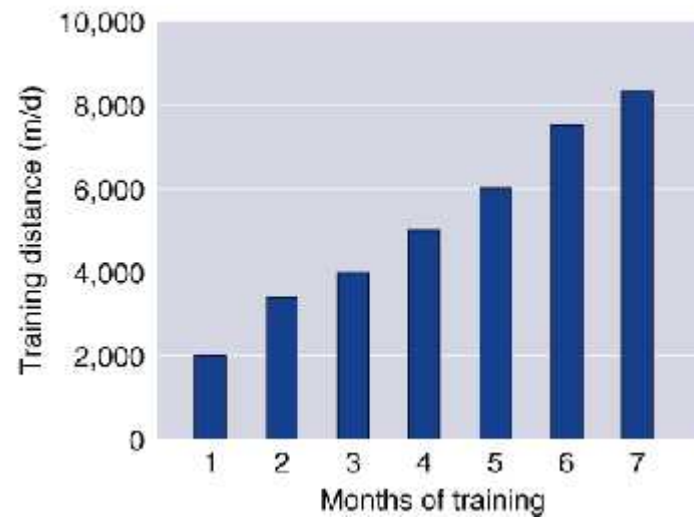
Influence of mitochondria number on the change in the ADP concentration needed to increase the  $\dot{V}O_2$ .

# SDH

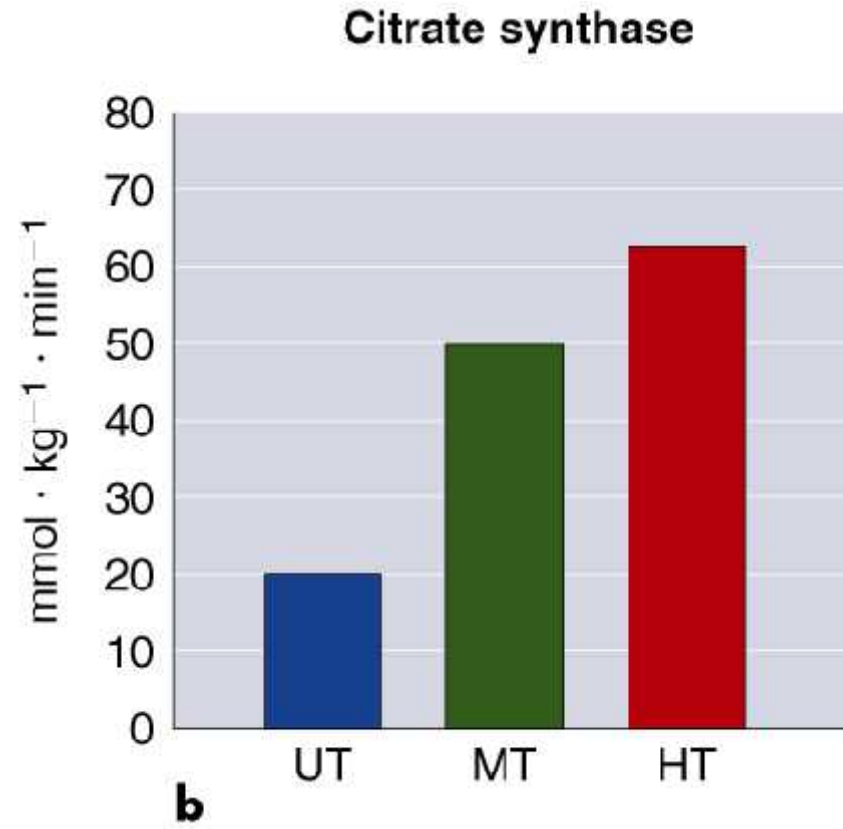
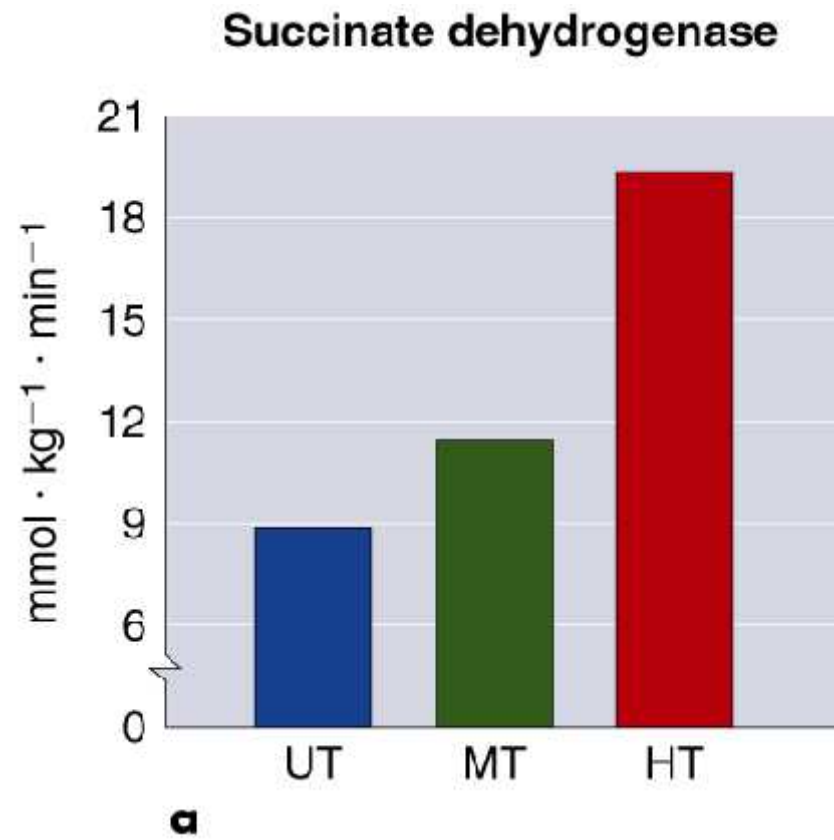




# SDH



μ



**Table 13.4** Succinate Dehydrogenase Activity in Thigh Muscle Fiber Types in Response to Conditioning and Deconditioning

Fitness Level	Range of $\dot{V}O_2$ max ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	Muscle Fiber Type		
		Type I	Type IIa ( $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	Type IIb
Deconditioned	30–40	5.0	4.0	3.5
Sedentary	40–50	9.2	5.8	4.9
Conditioning (months)	45–55	12.1	10.2	5.5
Endurance athletes	>70	23.2	22.1	22.0

Adapted from Saltin and Gollnick (56a)

□

μ

□

μ

□

.

□

μ

μ

.

μ

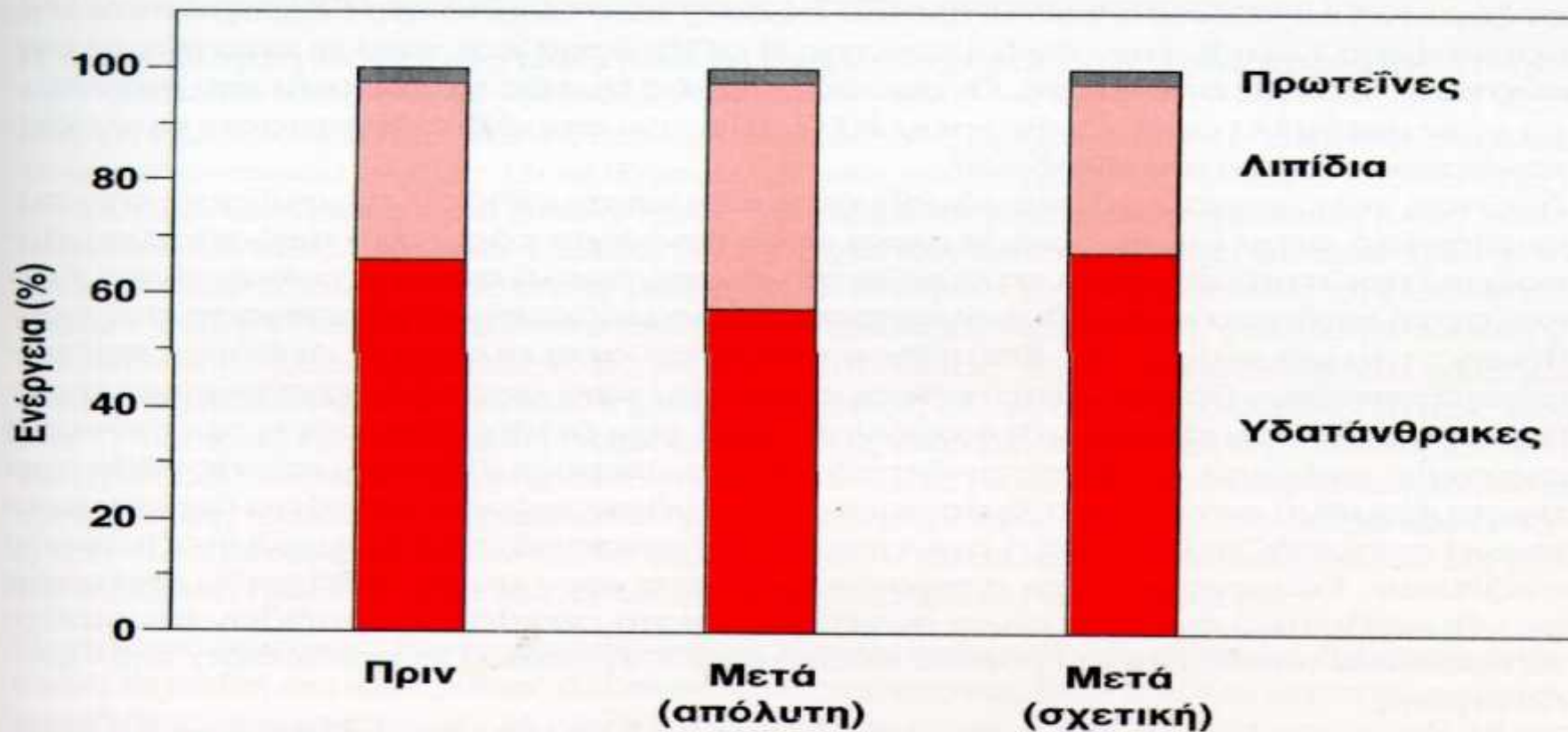
.

μ

μ

.

μ



**ΕΙΚΟΝΑ 13.8 Επίδραση της προπόνησης αντοχής στην αναλογία πηγών ενέργειας.** Η εκατοστιαία συνεισφορά των λιπιδίων στην ενεργειακή απαίτηση παρατεταμένης μέτριας άσκησης (ποδηλάτηση επί 90 min στο 60 % της  $\dot{V}O_2\max$ ) αυξήθηκε σημαντικά (από 31 σε 41 %) έπειτα από αερόβια προπόνηση αγύμναστων ανδρών και γυναικών επί 7 εβδομάδες, όταν η δεύτερη δοκιμασία πραγματοποιήθηκε στην ίδια απόλυτη ένταση με την πρώτη. Όταν όμως πραγματοποιήθηκε στην ίδια σχετική ένταση (60 % της νέας  $\dot{V}O_2\max$  που ήταν αυξημένη κατά 20 % λόγω της προπόνησης), το ποσοστό των λιπιδίων (και των υδατανθράκων) έμεινε αμετάβλητο. Οι πρωτεΐνες πρόσφεραν 3-4 % της συνολικής ενέργειας και στις τρεις δοκιμασίες. [Από το άρθρο "Substrate utilization during endurance exercise in men and women after endurance training" των S. L. Carter και συνεργατών στο *American Journal of Physiology* 280: E898-907. Copyright © 2001 the American Physiological Society. Με την ευγενική άδεια του εκδότη.]



(R)

•  $\mu$   $\mu$  CHO  
•

- $R = VCO_2/VO_2$
- $R = 1$
- $R = 0.7$
- $R = 0.83-0.85$

•

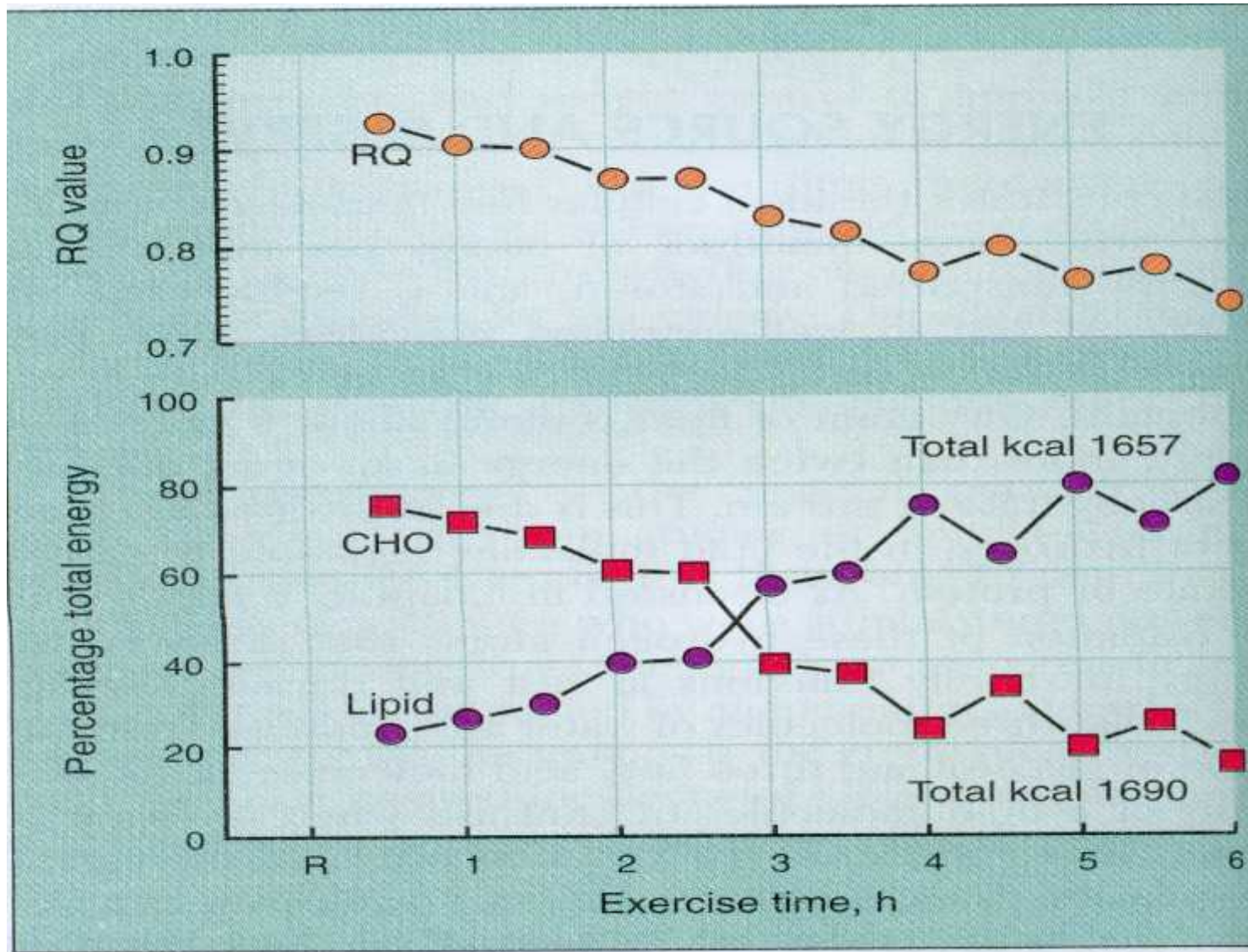
$\mu$

•

$\mu$

,

•



□

□

□

□

$\mu$

$(FT_b)$   
 $FT_a$

$\mu$

.

$\mu$

$\mu$

75%

$\mu$

$\mu$

$\mu$

80%.

.

□

μ

μ

μ

□

μ

μ

.

μ

.

◆

μ

μ

μ

μ

μ

.

$\dot{Q}O_2$       $\dot{V}O_2\text{max}$

▪  $QO_2$

▪  $VO_2\text{max}$

μ . μ

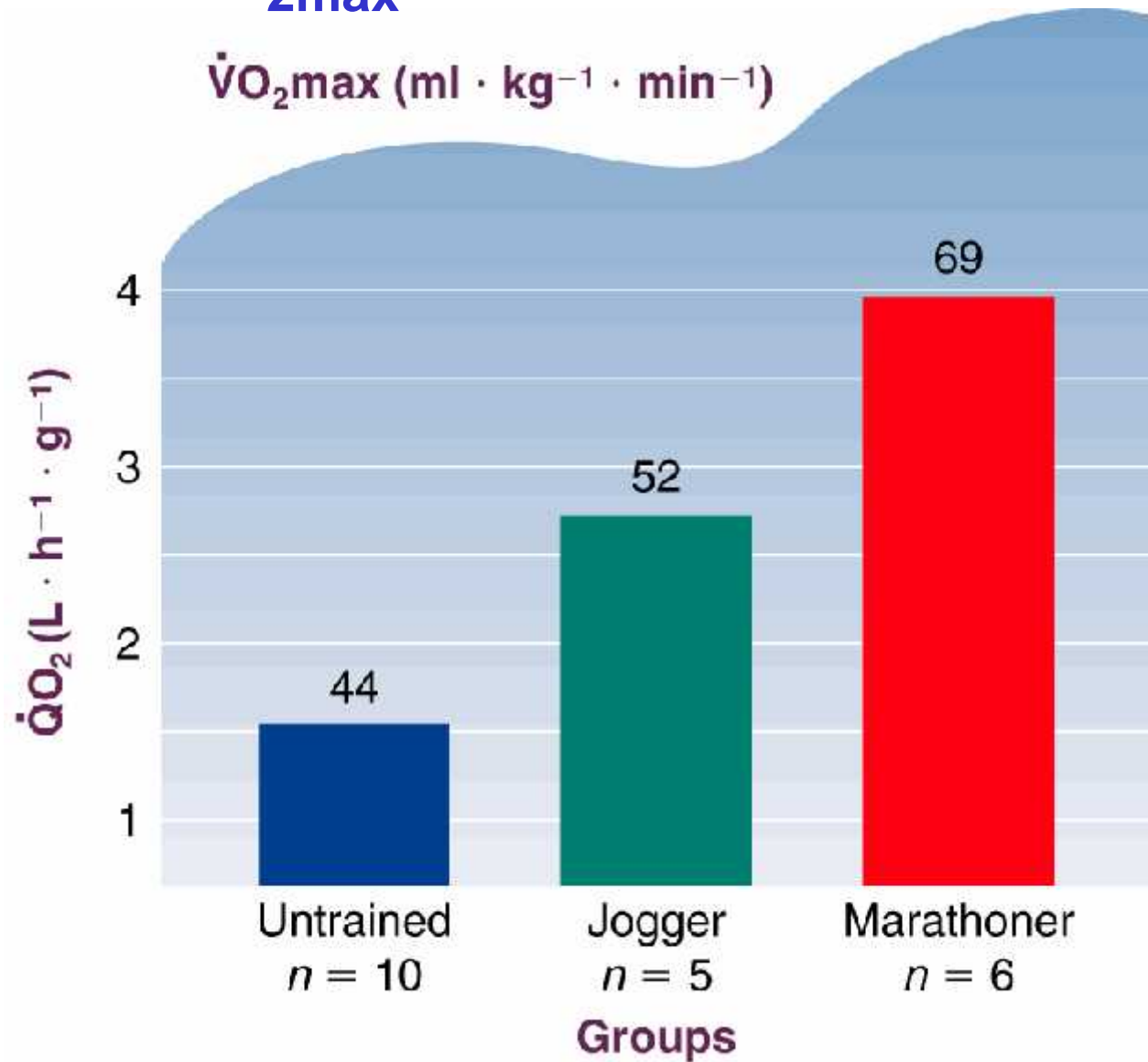
μ

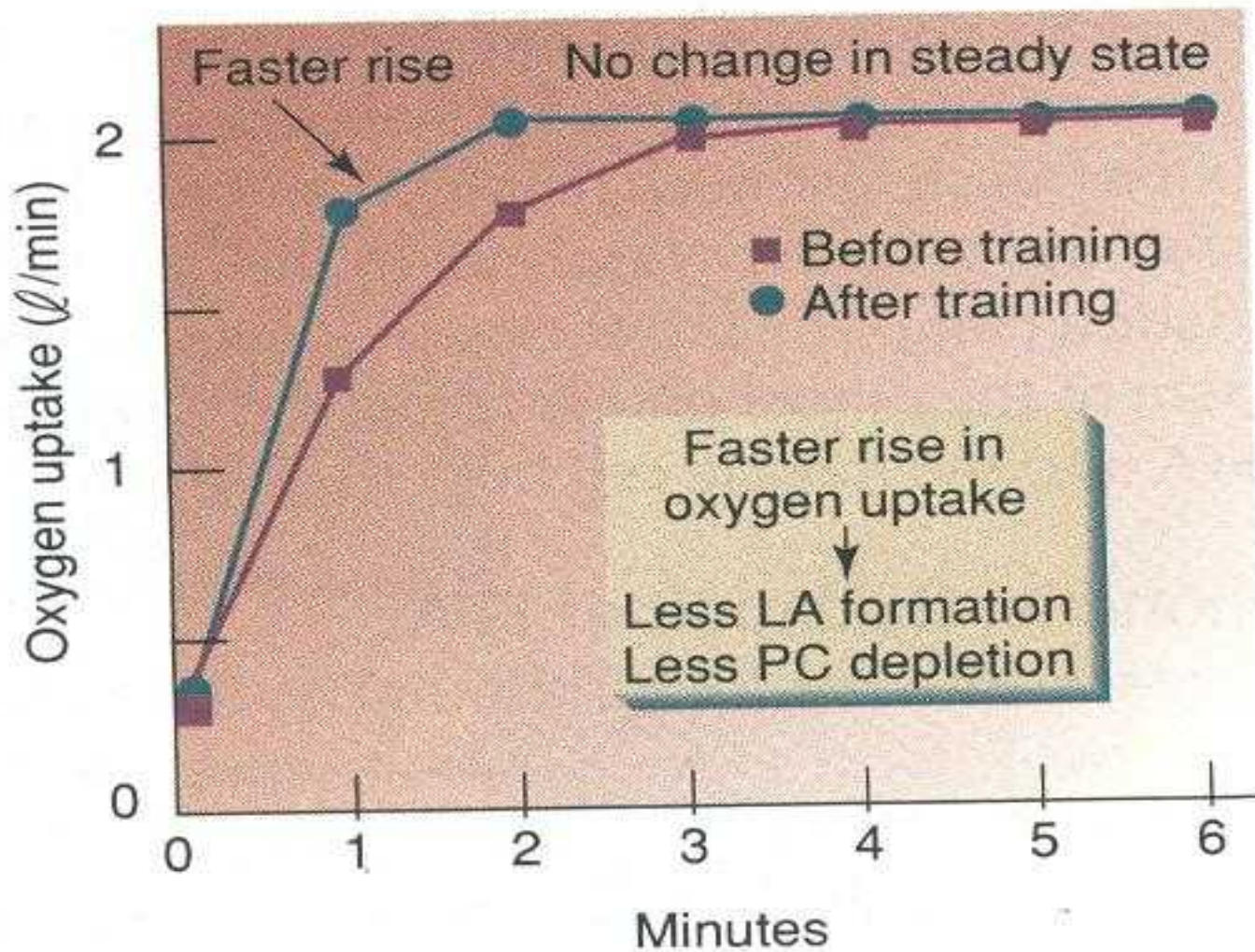
.

$\dot{Q}O_2$

$\dot{V}O_{2max}$

$\dot{V}O_{2max}$  (ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>)





**Figure 13.8**

Endurance training reduces the O<sub>2</sub> deficit at the onset of work.



□

□

□

□

μ

μ

μ

μ

μ

.

μ

μ

μ

VO<sub>2</sub>max.

5.000

μ

μ

6.000 kcal

μ

μ

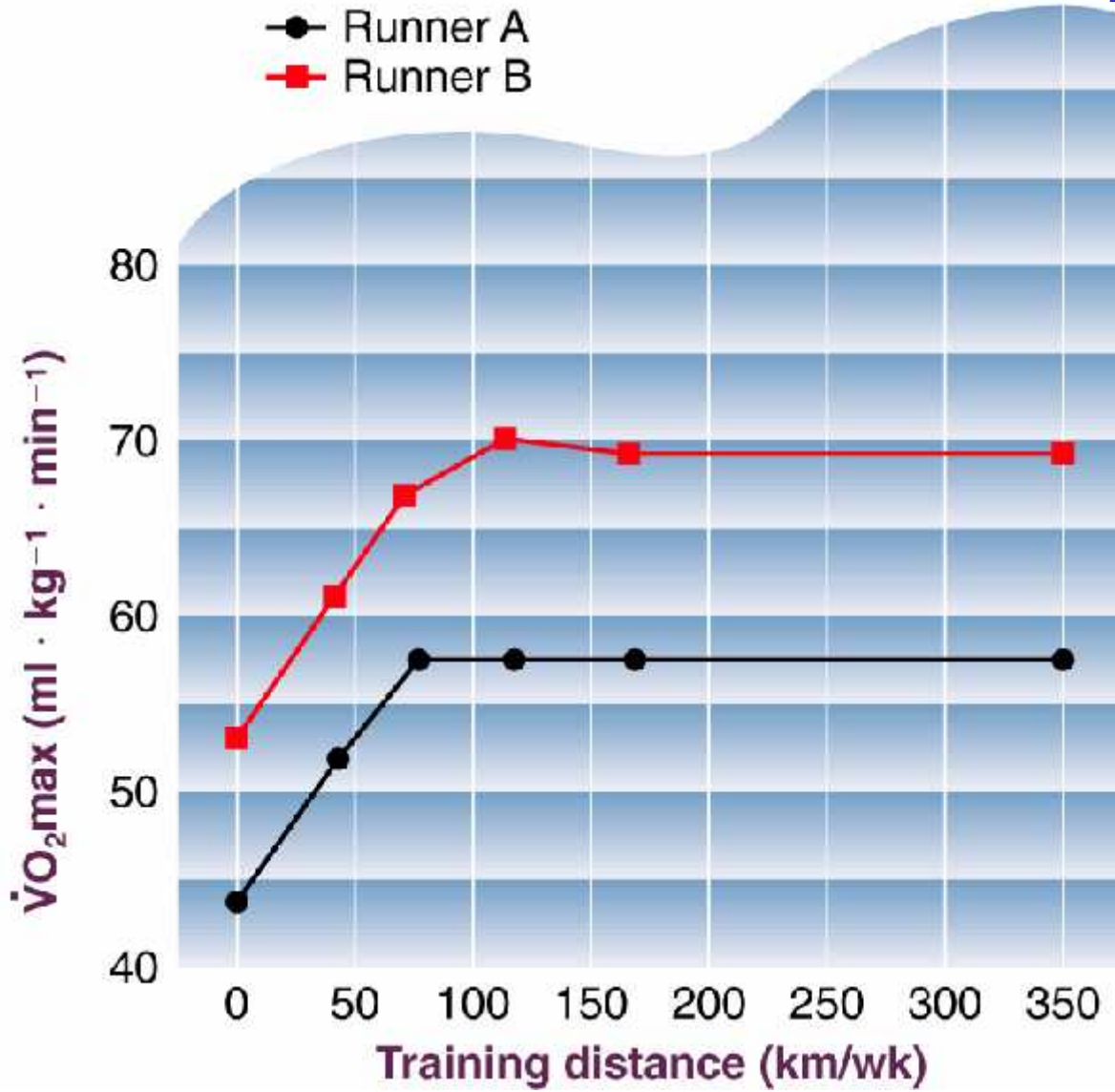
μ

μ

μ

.

# VO<sub>2</sub>MAX



□ μ

μ

.

□

μ

μ

μ

μ

μ

,

μ

.

□

μμ

μ

μ

, μ

μ

μ

μ

μμ

.

□

μ

μ

μ

μ

μ

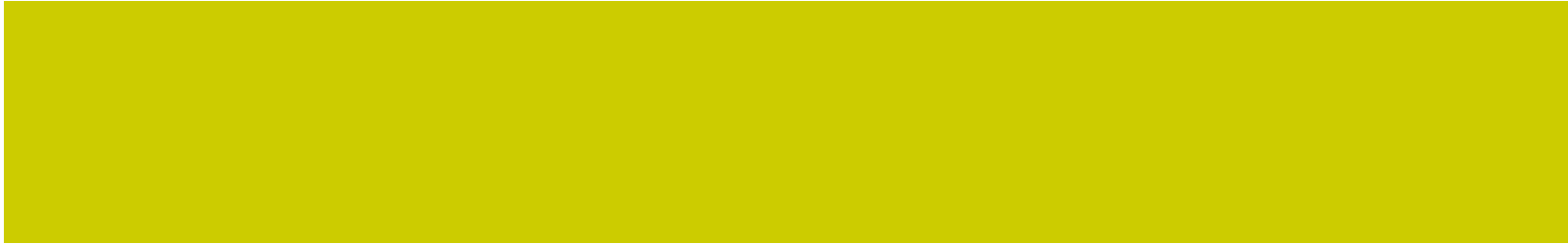
μ

(

μμ

)

.



μ

μ

□

μ

μ

□

μ

ATP

PCr

μ

□

μ

□

μ

30

)

μ (

□

μ

μ

μ

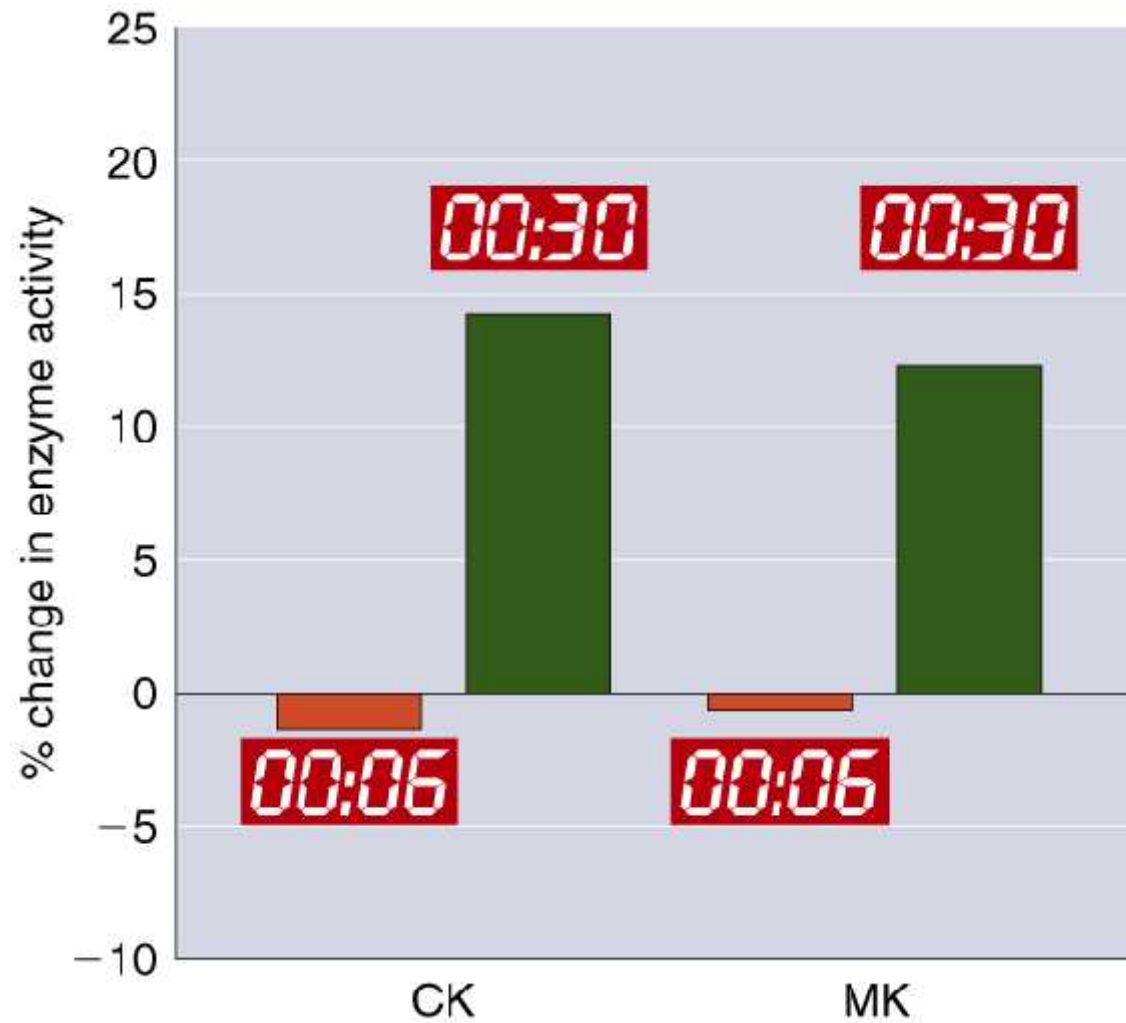
■  
■

$\mu$  (ATP)  $\mu$

$\mu$

(ATP-PCr).

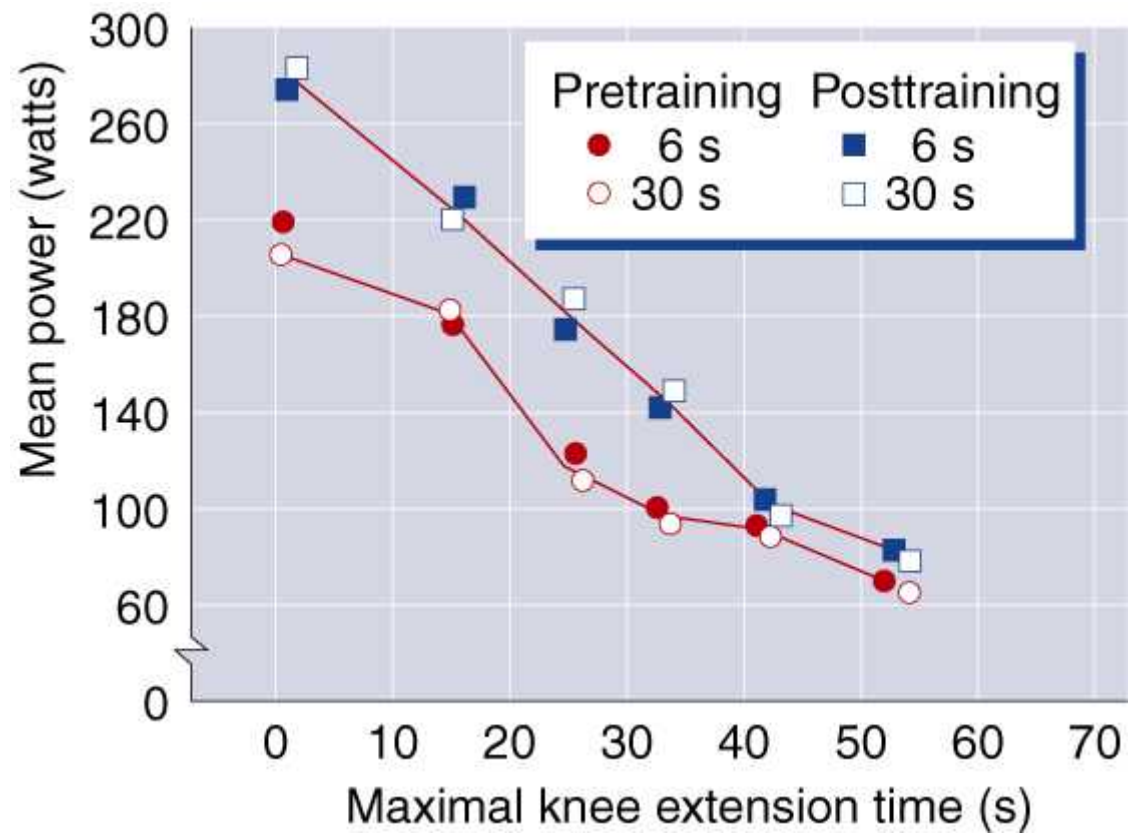
# CK & MK



$\mu$

60

$\mu$





μ

□

μ

□

μ

μ

μ

μ

.

μ

μ  
μ

μ

μ

μ

.

μ

(mmol/g/min)	$\mu$	$1\mu$	$\mu$	$\mu$
SDH	8.1	8.0	20.8 <sup>a</sup>	
MDH	45.5	46.0	65.5 <sup>a</sup>	
Carnitine palmitoyl transferase	1.5	1.5	2.3 <sup>a</sup>	
$\mu$ <i>ATP-PCr</i>	609.0	702.0 <sup>a</sup>	589.0	
	309.0	350.0 <sup>a</sup>	297.0	
PFK	5.3	5.8	3.7 <sup>a</sup>	
LDH	19.9	29.2 <sup>a</sup>	18.9	
	766.0	811.0	621.0	

a

$\mu$

$\mu$

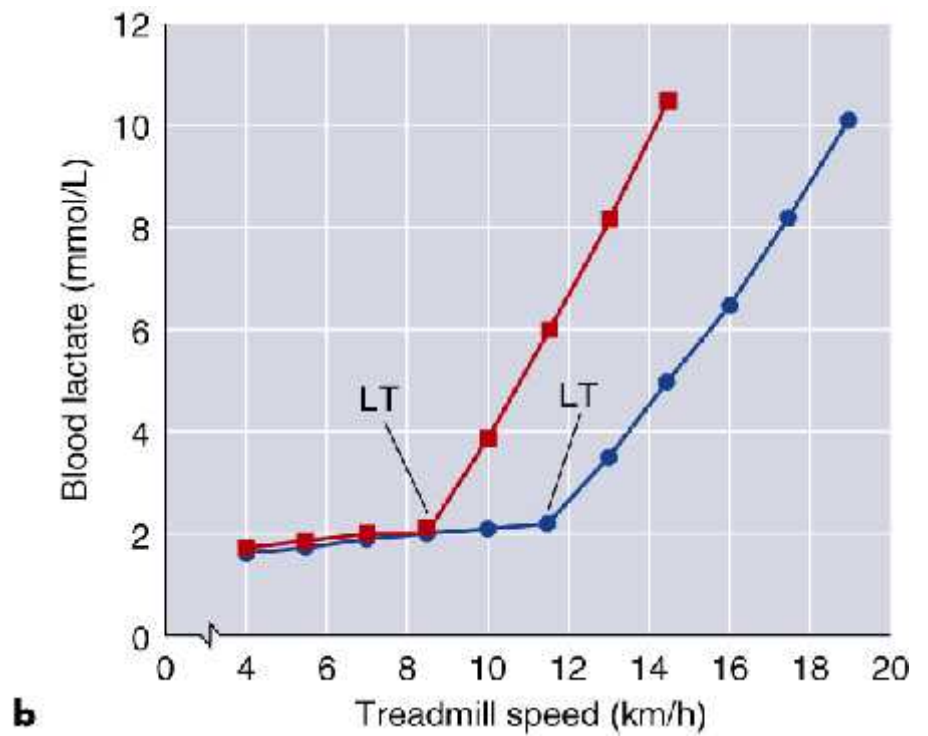
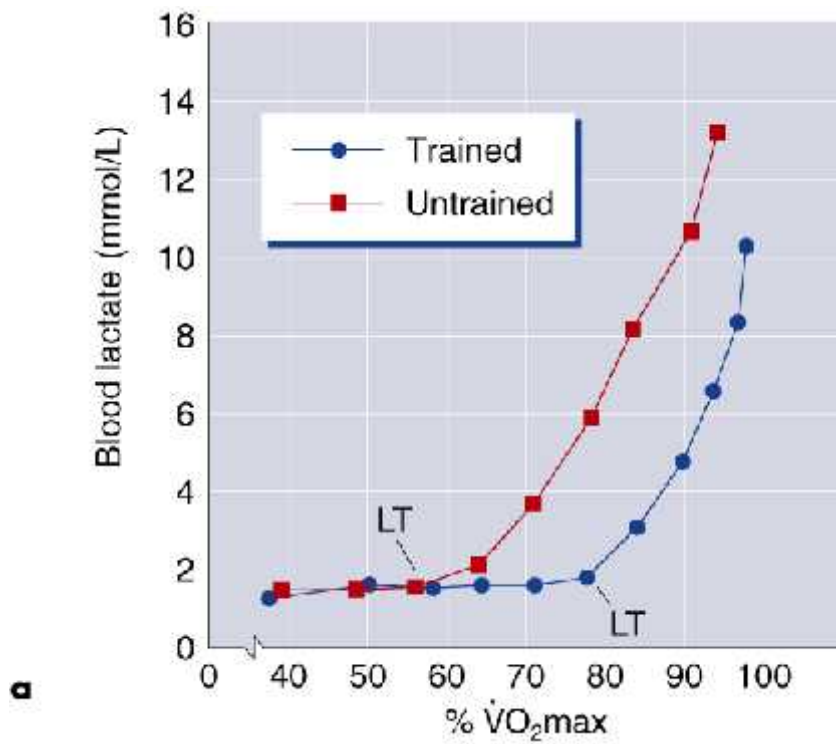
$\mu$

$\mu$

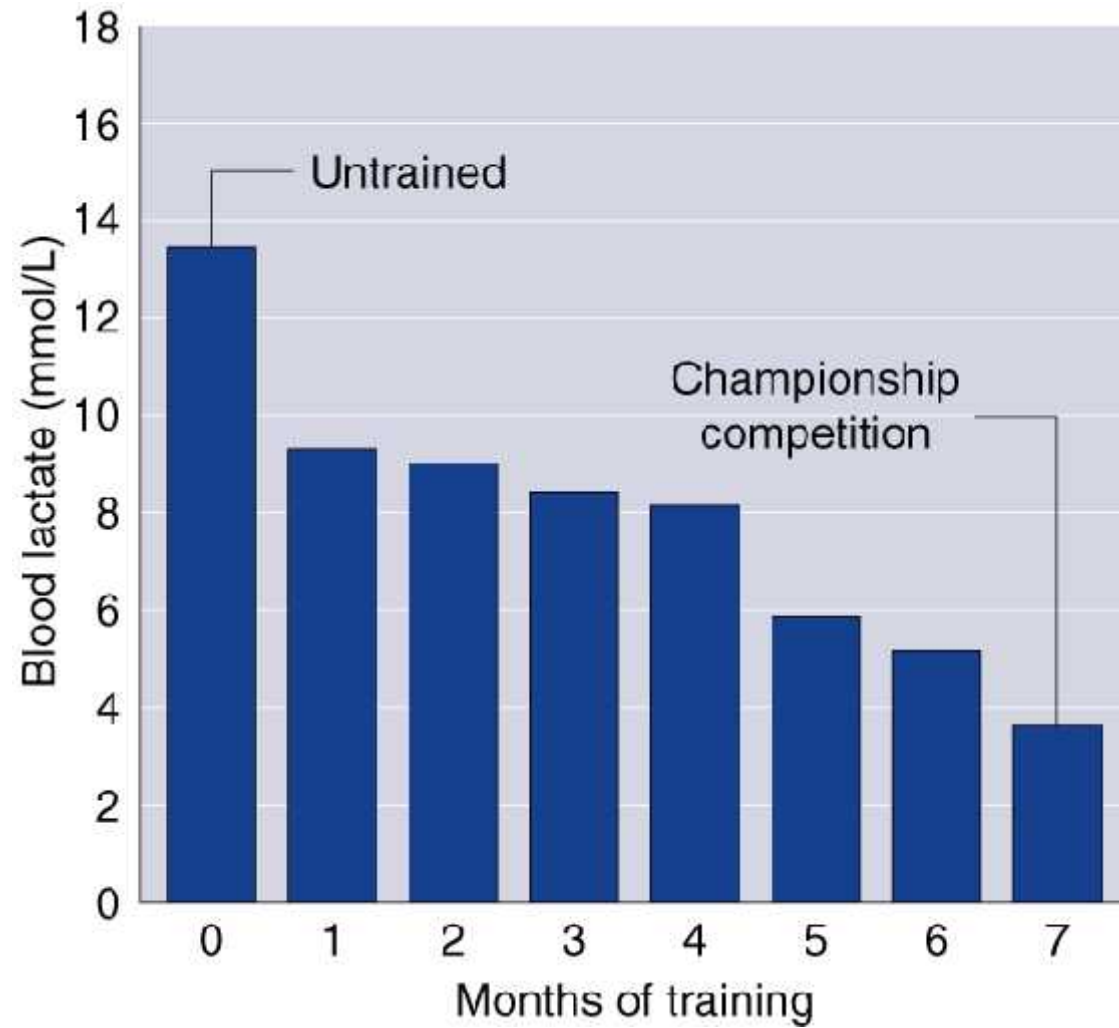
$\mu$

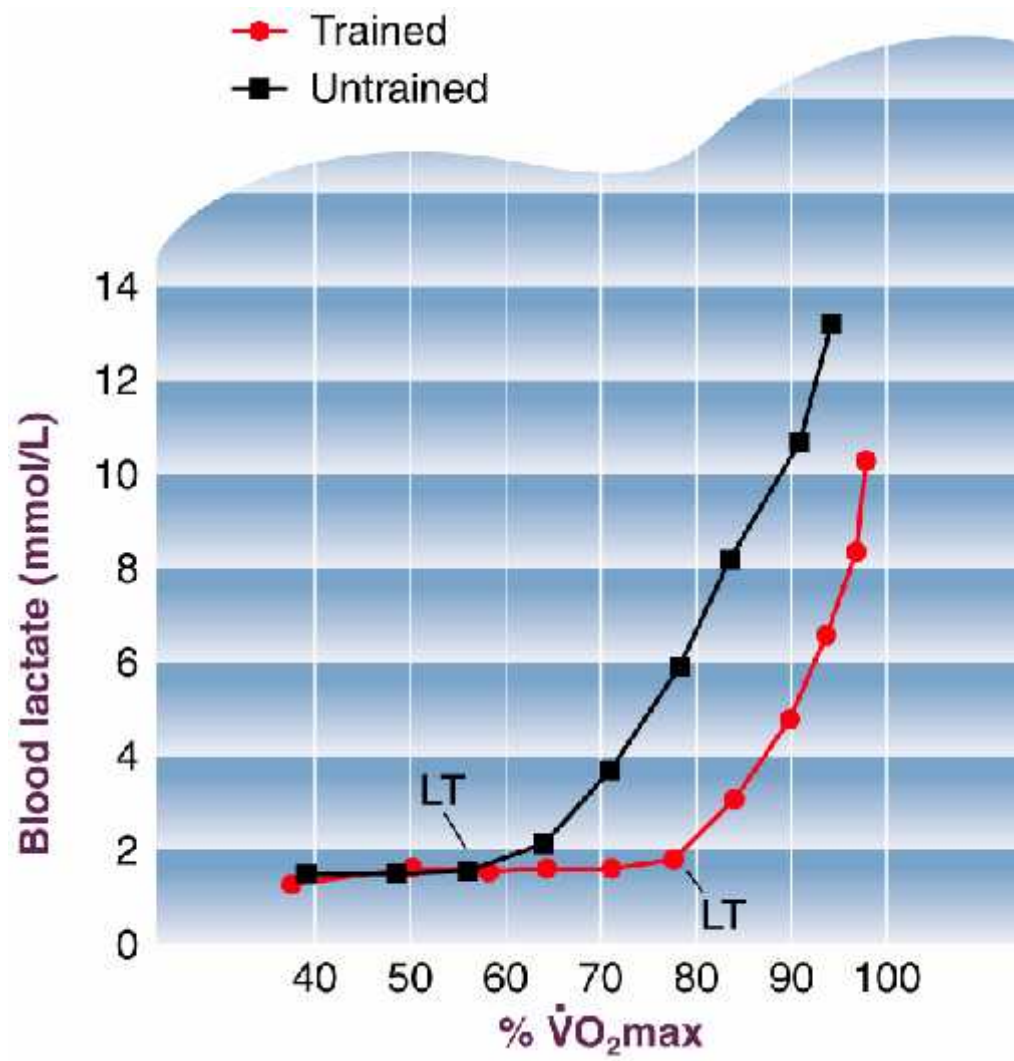
$\mu$

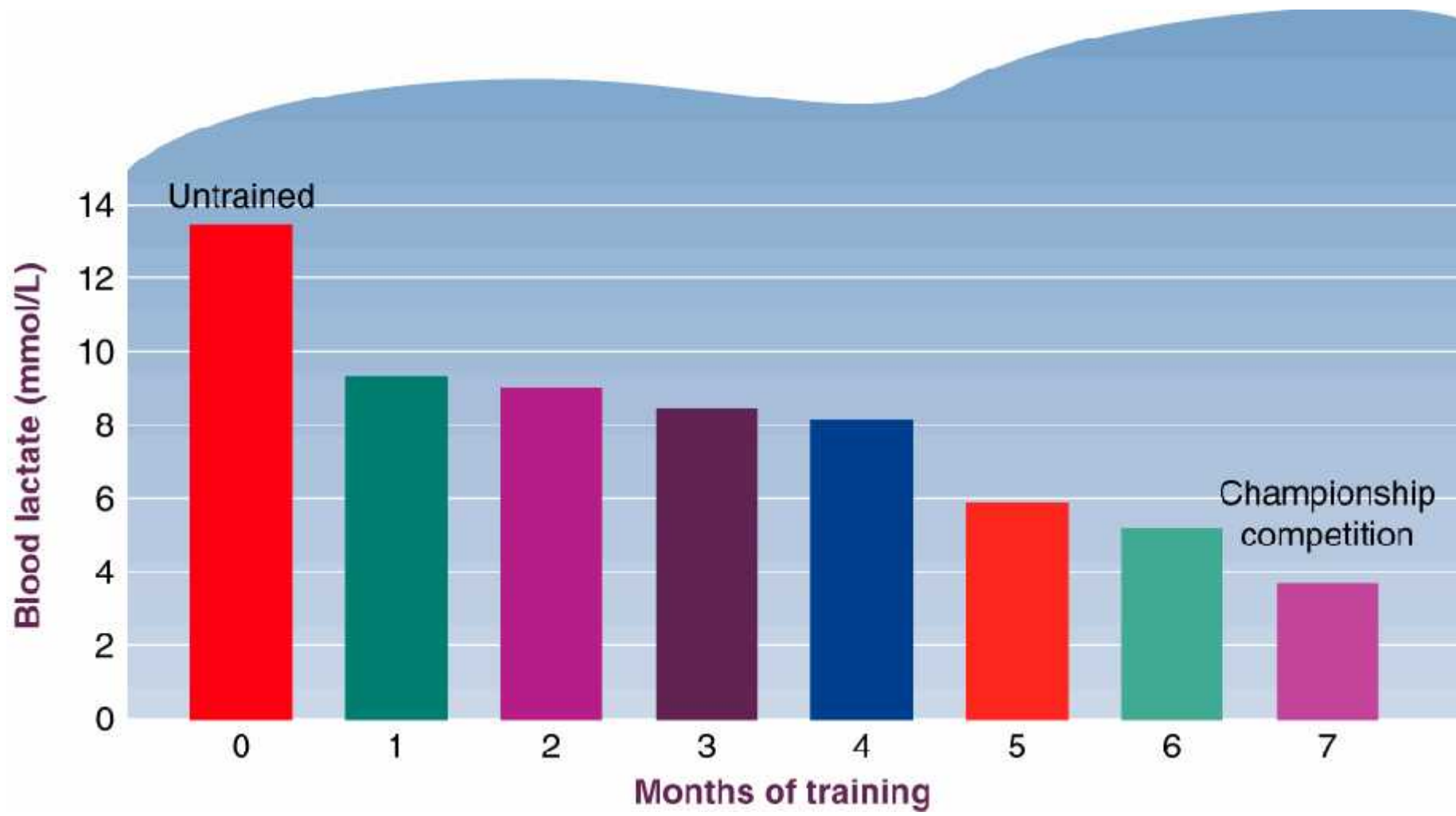
.



μ







□

μ .

μ

μ

□

μ

.

μ

□

30

μ

μ

μ

□

μ

.

μ

μ

.





### ΠΙΝΑΚΑΣ 13.5 Προσαρμογές του ανθρώπινου σκελετικού μυός στην προπόνηση

#### Προπόνηση αντοχής

Αύξηση της αναλογίας λιπιδίων-υδατανθράκων σε άσκηση δεδομένης απόλυτης μέτριας έντασης  
Αύξηση του αριθμού και του μεγέθους των μιτοχονδρίων  
Αύξηση των ενζύμων του κύκλου του κιτρικού οξέος  
Αύξηση των ακυλοτρανσφερασών της καρνιτίνης I και II  
Αύξηση των ενζύμων της β οξείδωσης  
Αύξηση των συστατικών της αναπνευστικής αλυσίδας  
Αύξηση του γλυκογόνου  
Αύξηση του GLUT4  
Αύξηση της συνθάσης του γλυκογόνου και της φωσφορυλάσης  
Αύξηση των μυοκυτταρικών τριακυλογλυκερολίων  
Αύξηση της πυκνότητας των τριχοειδών αιμοφόρων αγγείων  
Αύξηση της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης  
Αύξηση των μεταφορέων λιπαρών οξέων  
II B → II A → I

#### Προπόνηση δύναμης

Υπερτροφία (ιδιαίτερα των μυϊκών ινών των τύπων II A και II B)  
Αύξηση της φωσφοκρεατίνης  
Αύξηση του γλυκογόνου  
Αύξηση των γλυκολυτικών ενζύμων και της αφυδρογονάσης του γαλακτικού οξέος  
I → II A ← II B (με επιφύλαξη)

#### Προπόνηση ταχύτητας

Υπερτροφία (ιδιαίτερα των μυϊκών ινών των τύπων II A και II B)  
Αύξηση της κινάσης του αδενυλικού οξέος και της κρεατινικής κινάσης  
Αύξηση της φωσφορυλάσης, των γλυκολυτικών ενζύμων και της αφυδρογονάσης του γαλακτικού οξέος  
Αύξηση των μιτοχονδριακών ενζύμων (υπό όρους)  
I → II A ← II B (με επιφύλαξη)



## ΠΙΝΑΚΑΣ 13.7 Αλλαγές στον ανθρώπινο σκελετικό μυ με τη διακοπή της προπόνησης

### Διακοπή της προπόνησης αντοχής

Αύξηση της αναλογίας υδατανθράκων-λιπιδίων σε άσκηση δεδομένης απόλυτης μέτριας έντασης

Μείωση του αριθμού και του μεγέθους των μιτοχονδρίων

Μείωση των ενζύμων του κύκλου του κιτρικού οξέος

Μείωση των ενζύμων της β οξείδωσης

Μείωση του γλυκογόνου

Μείωση του GLUT4

Μείωση της συνθάσης του γλυκογόνου

Μείωση της πυκνότητας των τριχοειδών αιμοφόρων αγγείων

Μείωση της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης

I → IIA → IIB

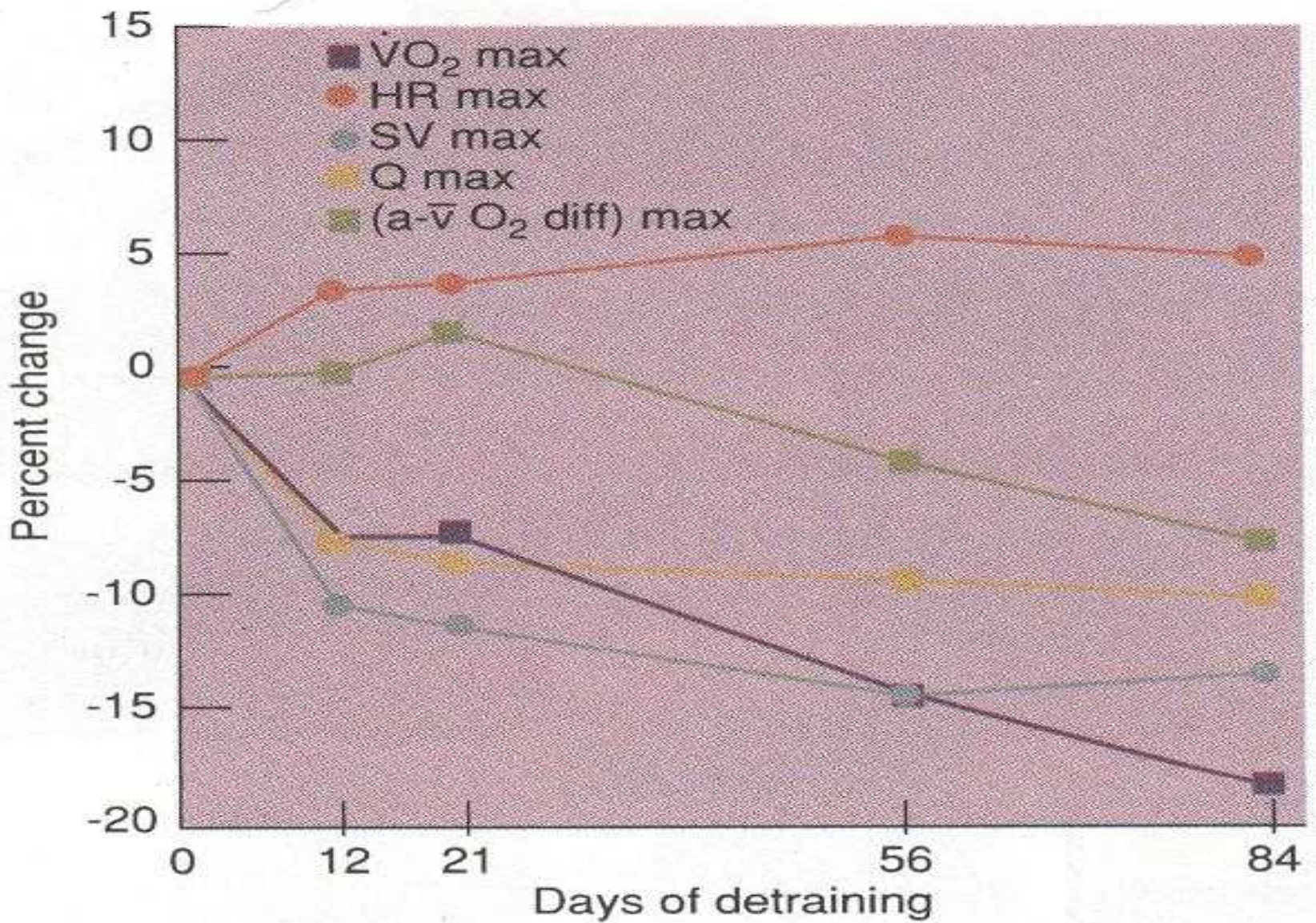
### Διακοπή της προπόνησης δύναμης ή ταχύτητας

Μείωση της διατομής (ιδιαίτερα των μυϊκών ινών των τύπων IIA και IIB)

Μείωση του γλυκογόνου

Μείωση των γλυκολυτικών ενζύμων και της αφυδρογονάσης του γαλακτικού οξέος





**Figure 13.4**

Time course of changes in  $\dot{V}O_2$  max and associated

variables with detraining

**(VO<sub>2max</sub>)**

- 5-10% 3 μ
- 50% 4-12 μ
- 100% μ 10 μ

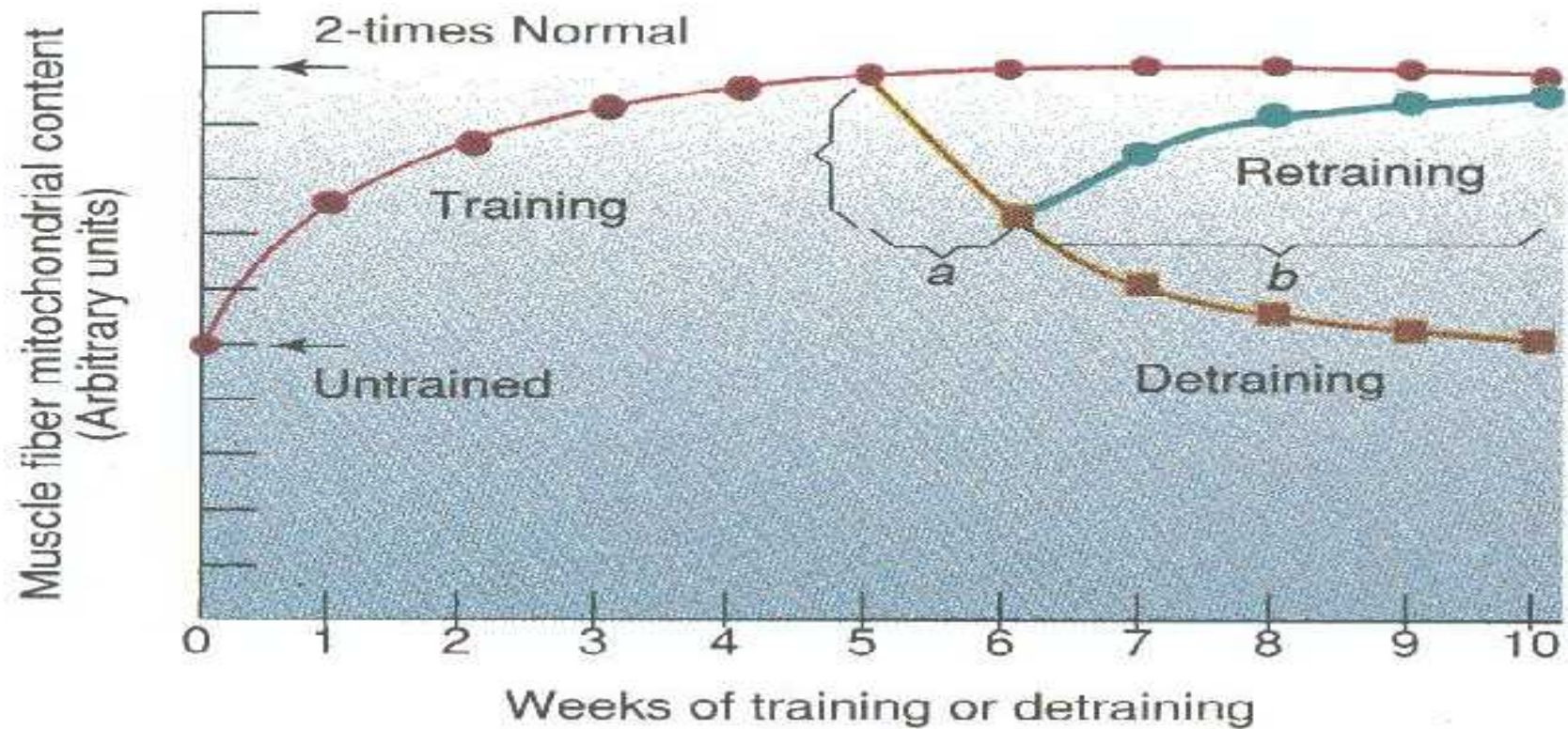
8 μ

μ

μ

•





### Figure 13.5

Time-course of training/detraining adaptations in mitochondrial content of skeletal muscle. Note that about 50 percent of the increase in mitochondrial content was lost after one week of detraining (a) and that all of the adaptation was lost after five weeks of detraining. Also, it took four weeks of retraining (b) to regain the adaptation lost in the first week of detraining.

**μ**

•

12

μ

μ μ

μ

μ

2-4

μ

.

•

4-32

μ

5-27

μ

μ

.