

Βιοχημική αξιολόγηση ασκούμενων

Φατούρος Ιωάννης

Αναπληρωτής Καθηγητής

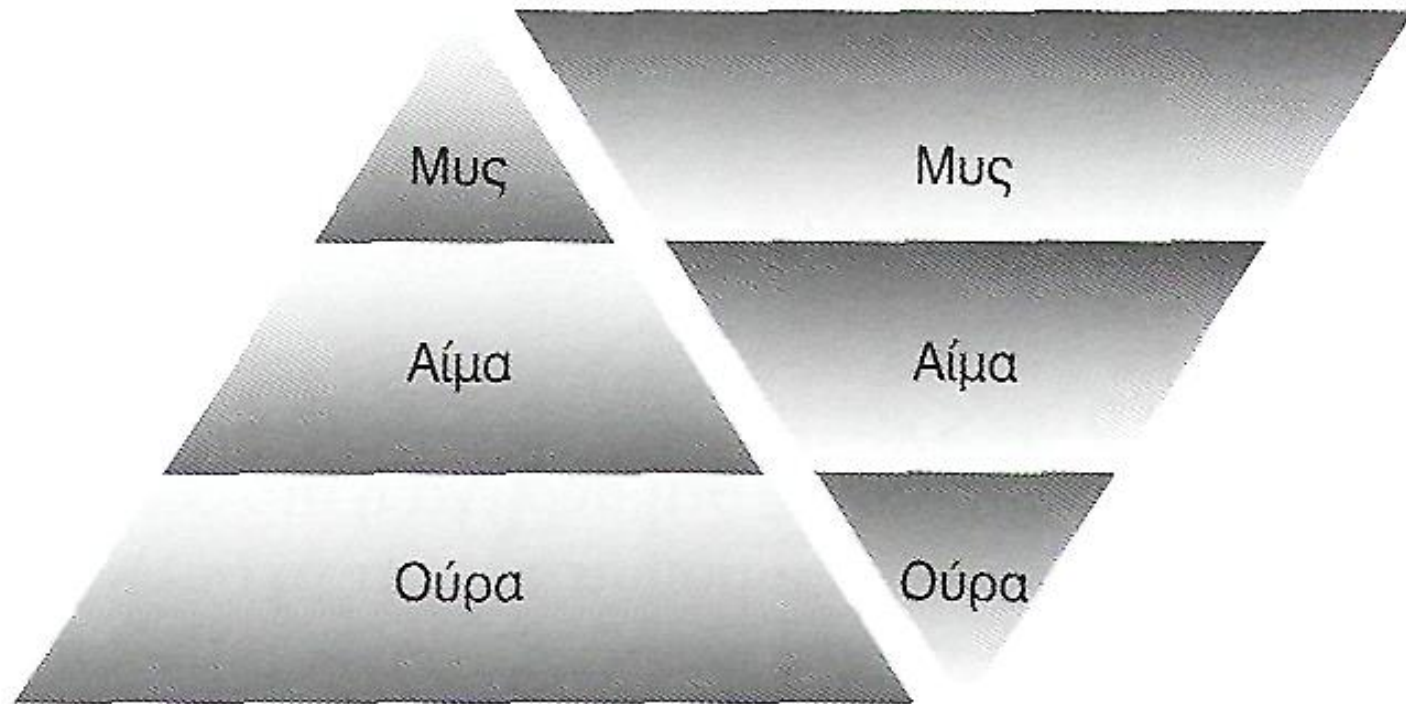
Στόχοι βιοχημικής παρακολούθησης:

- Ⓜ Η προστασία ή η βελτίωση της υγείας
- Ⓜ Η αύξηση της απόδοσης

Η μέτρηση βιοχημικών παραμέτρων μπορεί να γίνει σε δείγματα που λαμβάνονται:

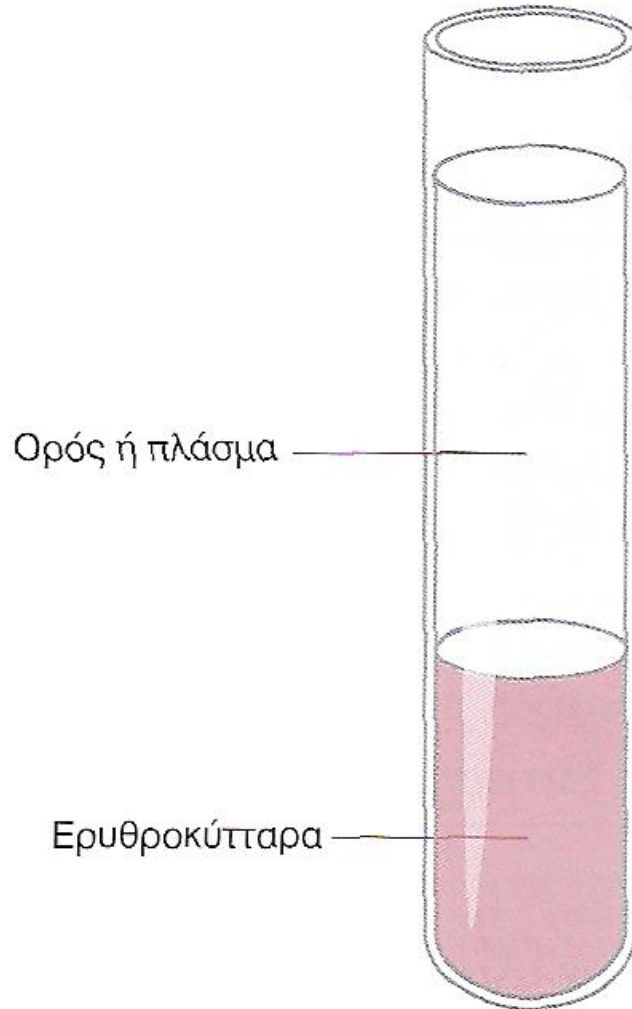
- Ⓜ Σε κατάσταση ηρεμίας
- Ⓜ Στη διάρκεια της άσκησης
- Ⓜ Μετά το τέλος της άσκησης (από λίγα δευτερόλεπτα μέχρι ώρες ή και μέρες μετά)

Πλούτος
πληροφοριών



Ευκολία
δειγματοληψίας

Ορός: αν το αίμα φυγοκεντρηθεί μετά την πήξη του, ορός είναι το υπερκείμενο υγρό που μένει στο σωλήνα.



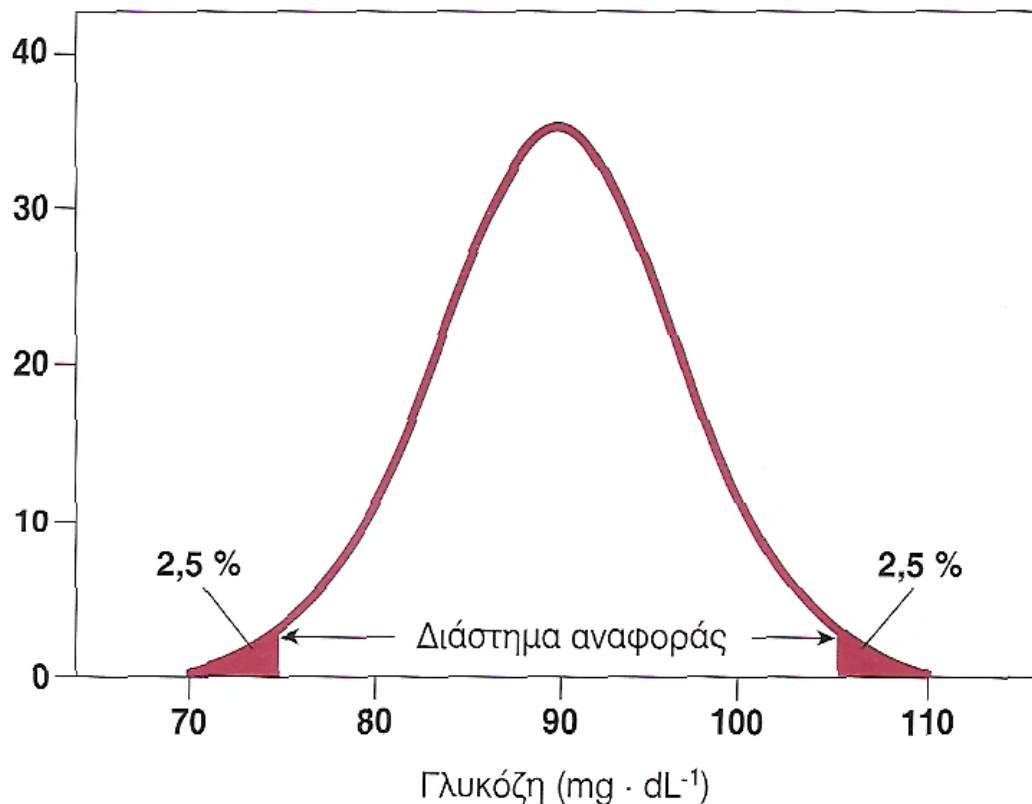
Εύρος Βιοχημικής Αξιολόγησης – Διάστημα Αναφοράς

Διάστημα αναφοράς: το εύρος των τιμών που λαμβάνει συνήθως μία παράμετρος.

Όρια αναφοράς: Το κάτω και άνω άκρο του διαστήματος αναφοράς.

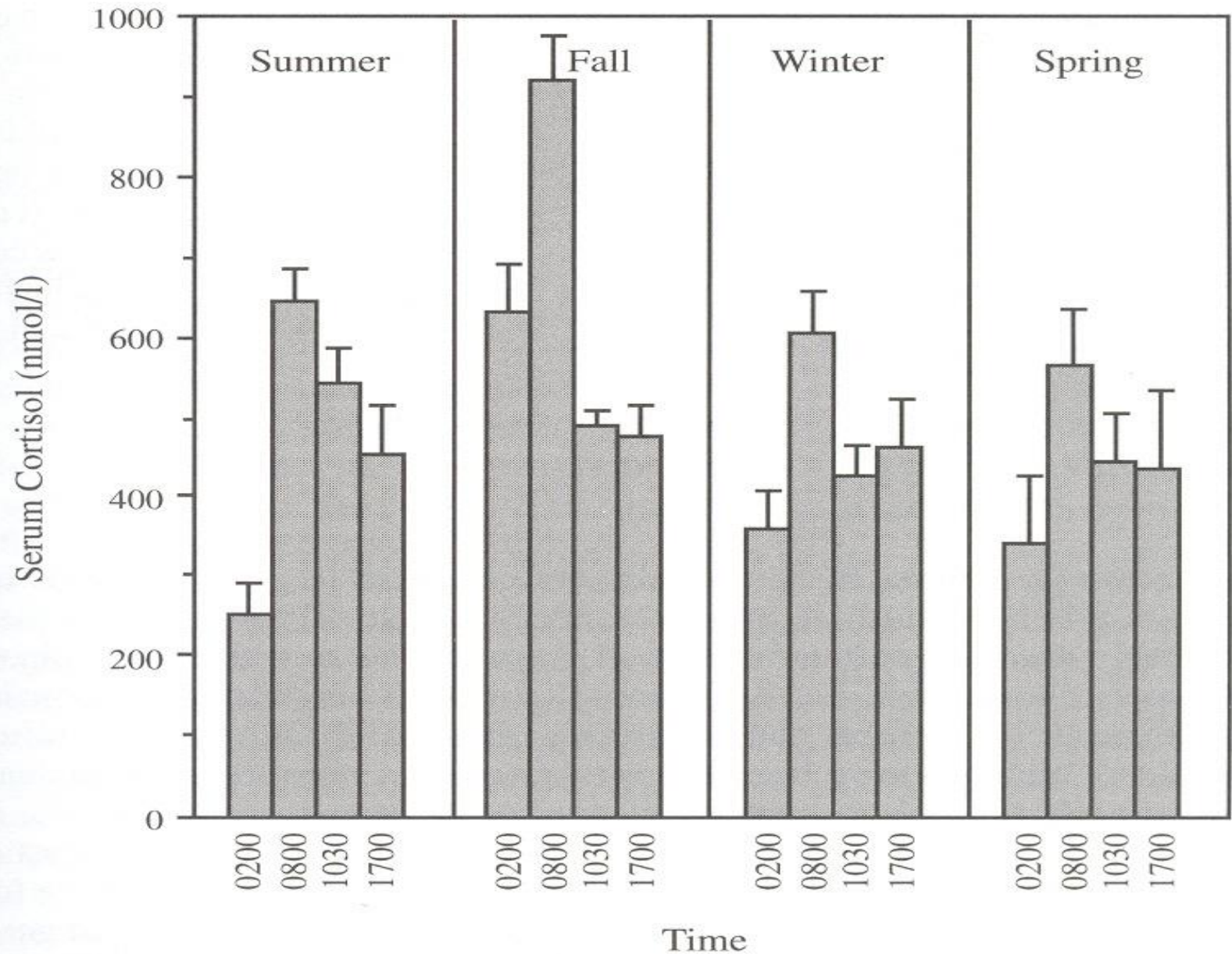
Εξαρτάται από:

1. Τη μέθοδο μέτρησης
2. Το δείγμα πληθυσμού



1. Η συγκέντρωση εκφράζεται ως μάζα/όγκος (mg/dl) ή χημική ποσότητα/όγκος (mmol/L)
2. Πρόκειται για τιμές νηστείας

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΙΡΚΑΔΙΩΝ ΡΥΘΜΩΝ



Κατηγορίες βιοχημικών παραμέτρων:

- Ⓢ Ενδεικτικές της κατάστασης του σιδήρου
- Ⓢ Μεταβολίτες
- Ⓢ Ένζυμα
- Ⓢ Ορμόνες

Κατάσταση σιδήρου

Ⓢ Αιματοκρίτης

Είναι το ποσοστό του όγκου των ερυθροκυττάρων στο συνολικό όγκο αίματος.

Ⓢ Αιμοσφαρίνη

Ικανότητα πρόσληψης ατμοσφαιρικού οξυγόνου στους πνεύμονες και μεταφοράς στους ιστούς

Ⓢ Σίδηρος

Ποσότητα που είναι διαθέσιμη για παραλαβή από τους ιστούς

Ⓢ Ολική σιδηροσυνδετική ικανότητα

Αντιπροσωπεύει το πόσο σίδηρο μπορεί να μεταφέρει ο ορός

Ⓢ Κορεσμός τρανσφερίνης

Πόσο κορεσμένο είναι το σύστημα μεταφοράς σιδήρου

Ⓢ Φεριτίνη

Αντανακλά την ποσότητα του αποθηκευμένου σιδήρου στους ιστούς

Φυσιολογικές περιοχές συγκέντρωσης αιμοσφαιρίνης στο ανθρώπινο σώμα

Ηλικία (έτη)	Φυσιολογική περιοχή (g/dL)		Φυσιολογική περιοχή (mmol σφαιρίνης/L) ¹	
	Γυναίκες	Άντρες	Άντρες	Γυναίκες
5-11		12-15		7,5-9,3
12-14	12-15	12-16	7,5- 9,9	7,5-9,3
15-17	12-16	13-17	8,1-10,6	7,5-9,9
≥ 18	12-16	14-18	8,7-11,2	7,5-9,9

Αναιμία Φυσιολογικές τιμές αιματοκρίτη

Ηλικία (έτη)	Φυσιολογική περιοχή	
	Άντρες	Γυναίκες
5-11	34-44	
12-14	36-48	36-46
15-17	38-52	36-46
≥ 18	40-54	37-47

Σίδηρος

Άντρες : 59 – 158 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ή 10.6 – 28.3 $\mu\text{mol}/\text{l}$

Γυναίκες : 37 – 145 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ή 6.6 – 26 $\mu\text{mol}/\text{l}$

Ολική σιδηροσυνδετική ικανότητα

Άντρες : 291 – 430 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ή 52.1 – 77.0 $\mu\text{mol}/\text{l}$

Γυναίκες : 274 – 494 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ή 49.1 – 88.5 $\mu\text{mol}/\text{l}$

Κορεσμός τρανσφερίνης

$$\text{Κορεσμός τρανσφερίνης} = \frac{\text{Συγκέντρωση σιδήρου}}{\text{Ολική σιδηροσυνδετική ικανότητα}} \times 100$$

Άντρες : 18 – 50 %

Γυναίκες: 15 – 50 %

Φυσιολογικές περιοχές συγκέντρωσης φεριτίνης στον ορό

Ηλικία (έτη)	Φυσιολογική περιοχή (ng/mL)	
	Άντρες	Γυναίκες
5-15		7-140
≥ 16	15-220	10-120

Σιδηροπενία

Χαμηλός κορεσμός τρανσφερίνης
Χαμηλή φεριτίνη

Αναιμία

Χαμηλός αιματοκρίτης
Χαμηλή αιμοσφαιρίνη

Σιδηροπενία

Χαμηλός κορεσμός τρανσφερίνης
Χαμηλή φεριτίνη
Χαμηλός αιματοκρίτης
Χαμηλή αιμοσφαιρίνη

Μεταβολίτες

Παράμετρος	Πληροφορεί για το μεταβολισμό των
Γαλακτικό οξύ Γλυκόζη (σάκχαρο)	Υδατανθράκων
Τριακυλογλυκερόλες (τριγλυκερίδια) Χοληστερόλη ολική Χοληστερόλη λιποπρωτεϊνών υψηλής πυκνότητας (HDL) Χοληστερόλη λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) Λιπαρά οξέα Γλυκερόλη†	Λιποειδών
Ουρία Αμμωνία	Αμινοξέων
Αμμωνία Κρεατινίνη	Ενώσεων με υψηλό δυναμικό μεταφοράς της φωσφορικής ομάδας

Γαλακτικό οξύ

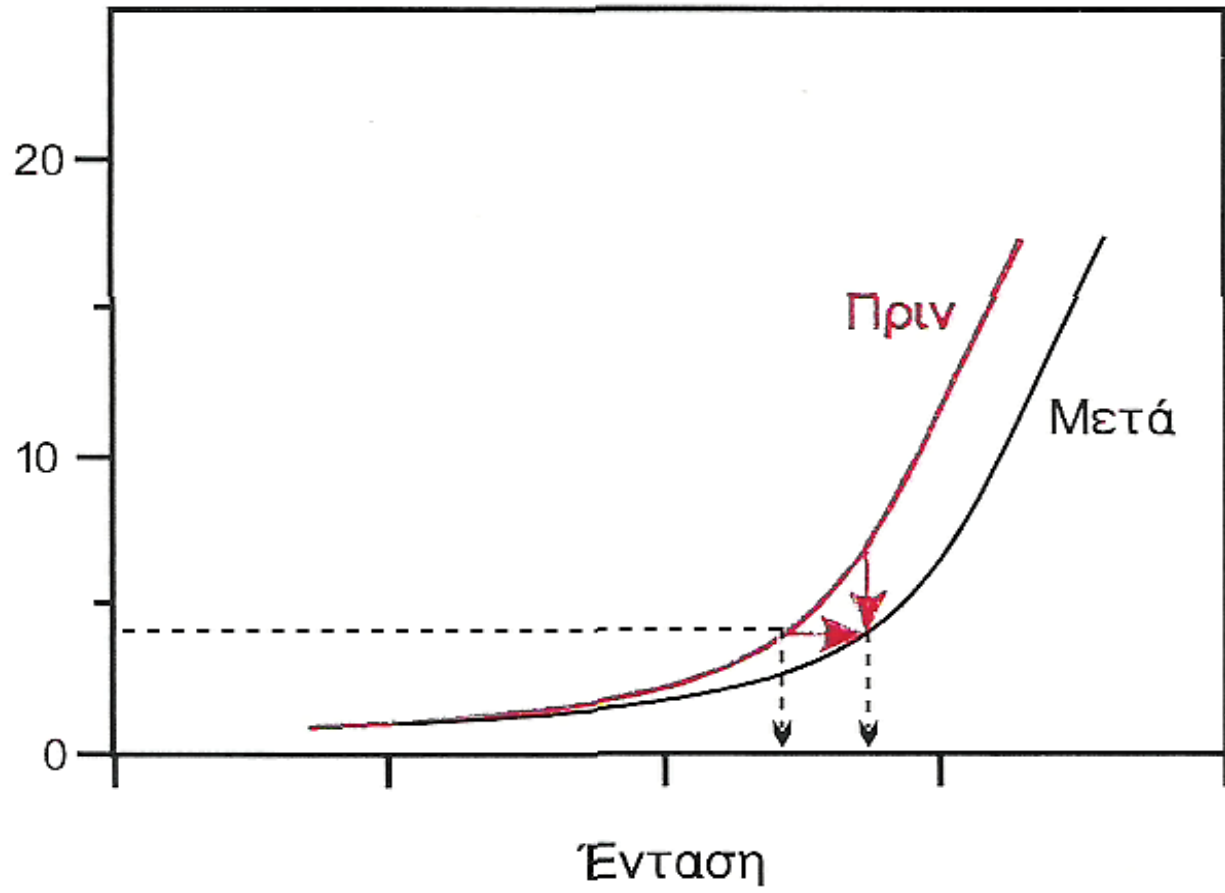
- Ⓜ Μέτρηση μέγιστης αναερόβιας ικανότητας
- Ⓜ Προγραμματισμός της προπόνησης
- Ⓜ Αερόβια ικανότητα

Είδος προπόνησης

Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος (mmol/L)

Αποκατάσταση	<2
Προπόνηση βασικής αντοχής	2-4
Έντονη διαλειμματική προπόνηση	4-6
Προπόνηση αντοχής στην ταχύτητα (ανοχής γαλακτικού οξέος)	6-8
Αγωνιστική ένταση κολύμβησης 800 ή 1500 m	10-12
Επαναληπτική προπόνηση (πολύ υψηλή ένταση)	12-16
Προπόνηση 100 ή 200 m με μέγιστη ένταση	16-20

Συγκέντρωση γαλακτικού οξέος
στο αίμα (mmol/L)



Γλυκόζη

φυσιολογική συγκέντρωση στο αίμα

76 – 110 mg/dL 4.2 – 6.1 mmol/L

Τριακυλογλυκερόλες

- Ⓜ < 250 mg/dL (2.8 mmol/l) επιθυμητές
- Ⓜ 250 – 400 mg/dL (2.8 – 4.5 mmol/l) οριακές
- Ⓜ >400 mg/dL (4.5 mmol/l) υψηλός κίνδυνος

Ηλικία (έτη)	Φυσιολογική περιοχή (mg/dL)		Φυσιολογική περιοχή (mmol/L)	
	Άντρες	Γυναίκες	Άντρες	Γυναίκες
5-9	30-100	35-110	0,34-1,13	0,40-1,24
10-14	32-125	37-131	0,36-1,41	0,42-1,48
15-19	37-148	39-124	0,42-1,67	0,44-1,40
20-24	44-201	36-131	0,50-2,27	0,41-1,48
25-29	46-249	37-144	0,52-2,81	0,42-1,63
30-34	50-266	39-150	0,56-3,01	0,44-1,70
35-39	54-321	40-176	0,61-3,62	0,45-1,99
40-44	55-320	45-191	0,62-3,61	0,51-2,16
45-49	58-327	46-214	0,65-3,70	0,52-2,42
50-54	58-320	52-233	0,65-3,61	0,59-2,63
55-59	58-286	55-262	0,65-3,23	0,62-2,96
60-64	58-291	56-239	0,65-3,29	0,63-2,70
≥ 65	55-260	60-240	0,62-2,94	0,68-2,71

Χοληστερόλη

- @ < 200 mg/dL (5.2 mmol/l) επιθυμητές
- @ 200 – 239 mg/dL (5.2 – 6.2 mmol/l) οριακές
- @ >240 mg/dL (6.2 mmol/l) υψηλός κίνδυνος

Ηλικία (έτη)	Φυσιολογική περιοχή (mg/dL)		Φυσιολογική περιοχή (mmol/L)	
	Άντρες	Γυναίκες	Άντρες	Γυναίκες
5-9	121-203	126-205	3,13-5,25	3,26-5,30
10-14	119-202	124-201	3,08-5,23	3,21-5,20
15-19	113-197	119-200	2,93-5,10	3,08-5,18
20-24	124-218	122-216	3,21-5,64	3,16-5,59
25-29	133-244	128-222	3,44-6,32	3,32-5,75
30-34	138-254	130-230	3,57-6,58	3,37-5,96
35-39	146-270	140-242	3,78-6,99	3,63-6,27
40-44	151-268	147-252	3,91-6,94	3,81-6,53
45-49	158-276	152-265	4,09-7,15	3,94-6,86
50-54	158-277	162-285	4,09-7,17	4,20-7,38
55-59	156-276	172-300	4,04-7,15	4,45-7,77
60-64	159-276	172-297	4,12-7,15	4,45-7,69
65-69	158-274	171-303	4,09-7,10	4,43-7,85
≥ 70	144-265	173-280	3,73-6,86	4,48-7,25

HDL Χοληστερόλη

@ > 60 mg/dL (1.55 mmol/l) επιθυμητές

@ < 35 mg/dL (0.9 mmol/l) οριακές

Ηλικία (έτη)	Φυσιολογική περιοχή (mg/dL)		Φυσιολογική περιοχή (mmol/L)	
	Άντρες	Γυναίκες	Άντρες	Γυναίκες
5-9	38-75	36-73	0,98-1,94	0,93-1,89
10-14	37-74	37-70	0,96-1,91	0,96-1,81
15-19	30-63	35-74	0,78-1,63	0,91-1,91
20-24	30-63	33-79	0,78-1,63	0,85-2,04
25-29	31-63	37-83	0,80-1,63	0,96-2,15
30-34	28-63	36-77	0,72-1,63	0,93-1,99
35-39	29-62	34-82	0,75-1,60	0,88-2,12
40-44	27-67	34-88	0,70-1,73	0,88-2,28
45-49	30-64	34-87	0,78-1,66	0,88-2,25
50-54	28-63	37-92	0,72-1,63	0,96-2,38
55-59	28-71	37-91	0,72-1,84	0,96-2,35
60-64	30-74	38-92	0,78-1,91	0,98-2,38
65-69	30-75	35-96	0,78-1,94	0,91-2,48
≥ 70	31-75	33-92	0,80-1,94	0,85-2,38

LDL Χοληστερόλη

- ⓐ < 130 mg/dL επιθυμητές
- ⓑ 130 – 159 mg/dL οριακές
- ⓒ > 160 mg/dl υψηλός κίνδυνος

Ηλικία (έτη)	Φυσιολογική περιοχή (mg/dL)		Φυσιολογική περιοχή (mmol/L)	
	Άντρες	Γυναίκες	Άντρες	Γυναίκες
5-9	63-129	68-140	1,63-3,34	1,76-3,63
10-14	64-133	68-136	1,66-3,44	1,76-3,52
15-19	62-130	59-137	1,61-3,37	1,53-3,55
20-24	66-147	57-159	1,71-3,81	1,48-4,12
25-29	70-165	71-164	1,81-4,27	1,84-4,25
30-34	78-185	70-156	2,02-4,79	1,81-4,04
35-39	81-189	75-172	2,10-4,90	1,94-4,45
40-44	87-186	74-174	2,25-4,82	1,92-4,51
45-49	97-202	79-186	2,51-5,23	2,05-4,82
50-54	89-197	88-201	2,31-5,10	2,28-5,21
55-59	88-203	89-210	2,28-5,26	2,31-5,44
60-64	83-210	100-224	2,15-5,44	2,59-5,80
65-69	98-210	92-221	2,54-5,44	2,38-5,72
≥ 70	88-186	96-206	2,28-4,82	2,49-5,34

Σύνοψη χοληστερόλης

$\frac{\text{ολική χοληστερόλη}}{\text{χοληστερόλη HDL}} < 5$

$\frac{\text{χοληστερόλη LDL}}{\text{χοληστερόλη HDL}} < 4$

	Χοληστερόλη ολική	Χοληστερόλη των LDL	Χοληστερόλη των HDL	Τριακυλο- γλυκερόλες
Επιθυμητή	< 200	< 130	> 60	< 250
Οριακά επικίνδυνη	200-239	130-159	–	250-400
Υψηλός κίνδυνος	≥ 240	≥ 160	< 35	> 400

Λιπαρά οξέα - Γλυκερόλη

Λιπαρά οξέα 0.3 – 0.9 mmol/L
παρατεταμένη άσκηση 2 mmol/L

Γλυκερόλη 0.03 – 0.19 mmol/L κατά την άσκηση
η συγκέντρωση φτάνει μέχρι 0.6 mmol/L

Ουρία

11 με 39 mg · dL⁻¹ ή 1,8 με 6,5 mmol · L⁻¹ σε παιδιά και εφήβους·

13 με 43 mg · dL⁻¹ ή 2,2 με 7,2 mmol · L⁻¹ σε ηλικίες 18 με 60 ετών· και

17 με 49 mg · dL⁻¹ ή 2,8 με 8,2 mmol · L⁻¹ σε ηλικίες 60 με 90 ετών.

Ορισμένα εργαστήρια μπορεί να αναφέρουν το άζωτο της ουρίας αντί για την ουρία. Το άζωτο της ουρίας έχει διαφορετικά διαστήματα αναφοράς σε mg · dL⁻¹. Αυτά είναι

5 με 18 mg · dL⁻¹ σε παιδιά και εφήβους,

6 με 20 mg · dL⁻¹ σε ηλικίες 18 με 60 ετών και

8 με 23 mg · dL⁻¹ σε ηλικίες 60 με 90 ετών.

Η ουρία αυξάνεται εξαιτίας διατροφικών υπερβολών ή προβλημάτων στη νεφρική λειτουργία.

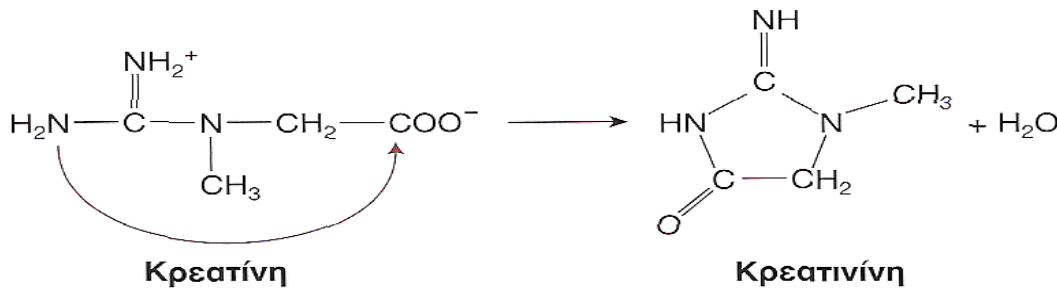
Αμμωνία

⊗ Απαμίνωση του AMP (έντονη άσκηση)

19 – 60 $\mu\text{g/ dL}$ 11 – 35 $\mu\text{mol/ L}$

⊗ Απαμίνωση αμινοξέων (παρατεταμένη άσκηση)

Κρεατινίνη



- Δείκτης μυϊκής μάζας
- Δείκτης μυϊκού τραυματισμού
- Αυξημένη πρόσληψη κρέατος
- Αυξημένη πρόσληψη κρεατίνης

Φυσιολογική περιοχή (mg/dL)

Φυσιολογική περιοχή ($\mu\text{mol/L}$)

Άντρες

Γυναίκες

Άντρες

Γυναίκες

Παιδιά

0,3-0,7

27-62

Έφηβοι

0,5-1,0

44-88

Ενήλικες

0,7-1,3

0,6-1,1

62-115

53-97

Ένζυμα

@ Κρεατινική κινάση (CK)

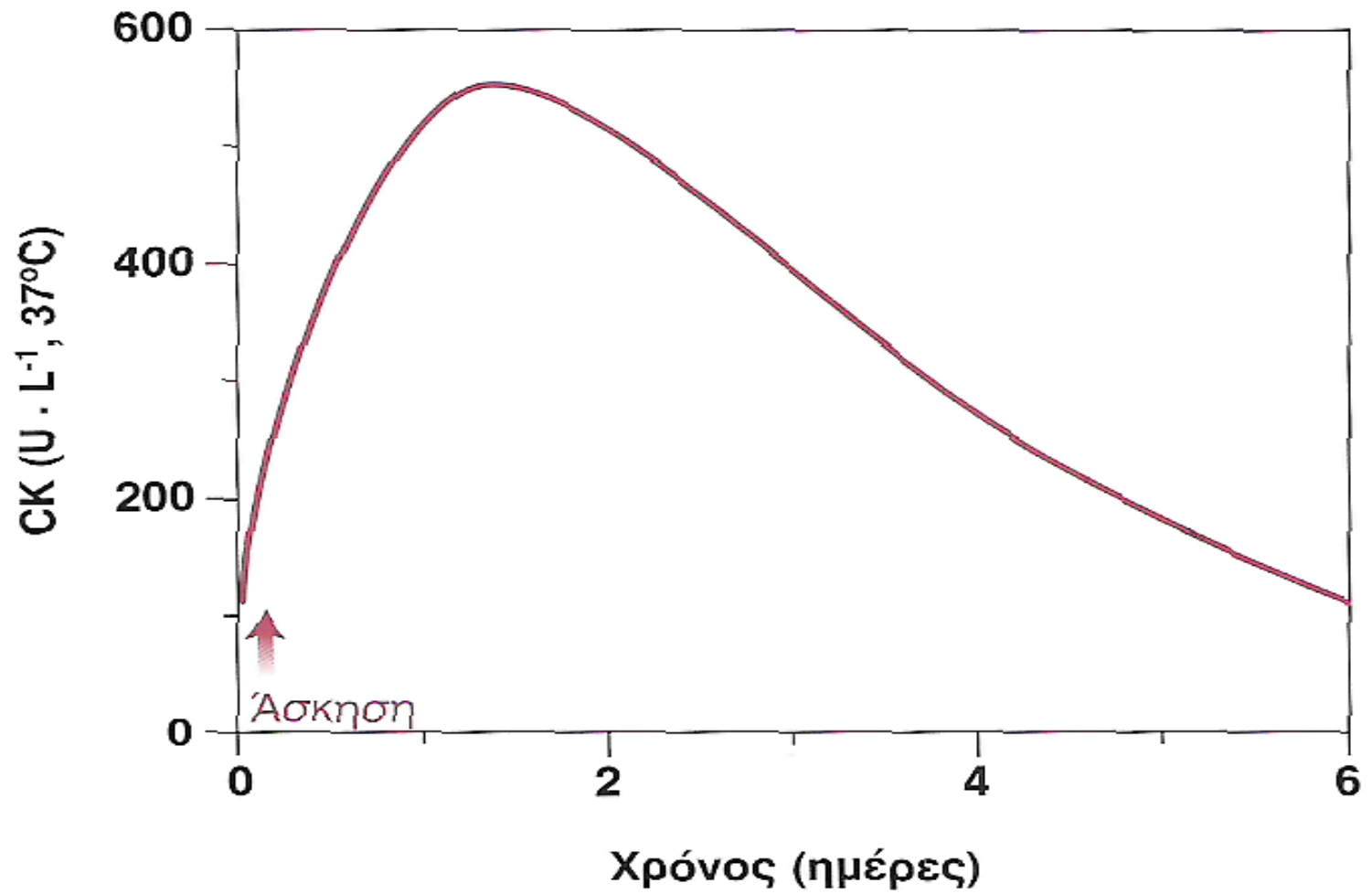
Άντρες 38 – 174 U/L Γυναίκες 26 – 140 U/L

@ Αμινοτρανσεφεράση της αλανίνης (ALT- GTP)

Άντρες 15 – 35 U/L Γυναίκες 10 – 28 U/L

@ Αμινοτρανσφεράση του ασπαρτικού οξέος (AST-GOT)

Άντρες 15 – 40 U/L Γυναίκες 13 – 30 U/L



Ορμόνες

@ Κορτιζόλη

50 - 230 µg/L 138 - 635 nmol/L στις 8 π.μ.

30 - 160 µg/L 83 - 442 nmol/L στις 4 μ.μ.

Αλλάζουν με βάση την προπονητική περίοδο του αθλητή.

@ Τεστοστερόνη

	Φυσιολογική περιοχή (ng/mL)		Φυσιολογική περιοχή (nmol/L)	
	Άντρες	Γυναίκες	Άντρες	Γυναίκες
Παιδιά		0-0,1		0-0,3
Έφηβοι	0,1-12	0,1-0,6	0,3-41,6	0,3-2,1
Ενήλικες	3-12	0,1-1,2	10,4-41,6	0,3-4,2