



ΕΛΛΗΝΙΚΗ  
ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ  
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

## Θέση

# ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΑΘΛΗΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ - ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

## Πρόλογος

Οι βιοχημικές εξετάσεις στις οποίες υποβάλλονται οι αθλητές στοχεύουν στην προάσπιση της υγείας και στην εκτίμηση της φυσικής τους κατάστασης. Με το κείμενο αυτό η [Ελληνική Εταιρεία Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης](#) επιδιώκει να ενημερώσει αθλητές, προπονητές και άλλους ενδιαφερόμενους για το ποιες βιοχημικές εξετάσεις είναι χρήσιμες στην αξιολόγηση των αθλητών και ποιες πληροφορίες παρέχουν.

Η παράθεση των βιοχημικών παραμέτρων θα περιοριστεί σ' εκείνες που μετρούνται στο αίμα (είτε σε ολικό αίμα είτε σε ορό, δηλαδή στο υγρό που προκύπτει με φυγοκέντρηση μετά την πήξη του αίματος, είτε σε πλάσμα, δηλαδή στο υγρό που προκύπτει με φυγοκέντρηση αφού έχει εμποδιστεί η πήξη του αίματος) και σε κατάσταση νηστείας και ηρεμίας (δηλαδή, τουλάχιστον 12 ώρες μετά από γεύμα και άσκηση). Χάριν πληρότητας, θα παρουσιαστούν και οι αιματολογικές παράμετροι της λεγόμενης γενικής αίματος.

Από την παρουσίαση που ακολουθεί απουσιάζουν τα διαστήματα αναφοράς (γνωστότερα ως φυσιολογικές τιμές) για κάθε παράμετρο, επειδή αυτά εξαρτώνται από τη μέθοδο μέτρησης και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου (όπως ηλικία και φύλο). Για το λόγο αυτόν οι τιμές του εξεταζόμενου αθλητή θα πρέπει να συγκρίνονται με τα διαστήματα αναφοράς του εργαστηρίου που ανέλυσε το δείγμα του. Απουσιάζει επίσης η ιδιαίτερη αναφορά σε παθολογικές καταστάσεις που επηρεάζουν τις περιγραφόμενες παραμέτρους, αφού η έκδοση αυτή απευθύνεται σε κατά τεκμήριο υγιή άτομα.

Οι παράμετροι παρατίθενται παρακάτω κατά αλφαβητική σειρά.

## Αιματοκρίτης

*Τι είναι:* Αιματοκρίτης είναι ο όγκος των ερυθροκυττάρων (αλλιώς, ερυθρών αιμοσφαιρίων) ως ποσοστό του συνολικού όγκου του αίματος.

*Τι δείχνει:* Επειδή τα ερυθροκύτταρα μεταφέρουν το οξυγόνο του αίματος, ο αιματοκρίτης δείχνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο. Τιμή χαμηλότερη από το κάτω όριο αναφοράς (δηλαδή χαμηλότερη από τη χαμηλότερη φυσιολογική τιμή) δείχνει αναιμία.

*Από τι επηρεάζεται:* Ο αιματοκρίτης αυξάνεται κατά το πέρασμα από την παιδική ηλικία στην εφηβεία και από την εφηβεία στην ενήλικη ζωή. Η αύξηση αυτή είναι μεγαλύτερη στο αρσενικό φύλο, με αποτέλεσμα να έχει υψηλότερες τιμές αιματοκρίτη από το γυναικείο φύλο, από την εφηβεία και μετά. Ο αιματοκρίτης αυξάνεται κατά τη διαβίωση σε μεγάλο υψόμετρο. Επίσης αυξάνεται μετά από χορήγηση ερυθροποιητίνης και μπορεί να αυξηθεί μετά από χορήγηση αναβολικών ανδρογόνων στεροειδών. (Οι δυο τελευταίοι τρόποι αύξησης του αιματοκρίτη απαγορεύονται από τη WADA.) Τέλος, ο αιματοκρίτης μπορεί να είναι ελαφρά μειωμένος κατά το χρονικό διάστημα από μερικές ώρες μέχρι μερικές ημέρες μετά

από άσκηση (ή μόνιμα στους ασκούμενους τακτικά) λόγω αύξησης του νερού του αίματος ως αποτέλεσμα μετακινήσεων σωματικού νερού που συμβαίνουν κατά την άσκηση και την αποκατάσταση. Κάτι τέτοιο δεν επηρεάζει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο, αφού δεν μεταβάλλει τη συνολική ποσότητα των ερυθροκυττάρων. Οι αθλητές δεν φαίνεται να έχουν αυξημένη συχνότητα αναιμίας σε σύγκριση με τον γενικό πληθυσμό.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Ο αιματοκρίτης σχετίζεται θετικά με την αερόβια ικανότητα.

### **Αιμοπετάλια**

*Τι είναι:* Γνωστά και ως θρομβοκύτταρα, τα αιμοπετάλια είναι τα κύτταρα που συμμετέχουν στην πήξη του αίματος.

*Τι δείχνει:* Ο αριθμός αιμοπεταλίων (εκφραζόμενος συνήθως σε χιλιάδες ανά μικρόλιτρο αίματος) είναι ενδεικτικός της κατάστασης του συστήματος πήξης του αίματος. Τιμή χαμηλότερη από το κάτω όριο αναφοράς (δηλαδή χαμηλότερη από τη χαμηλότερη φυσιολογική τιμή) δείχνει δυσκολία στην πήξη του αίματος (επομένως κίνδυνο αιμορραγίας), ενώ τιμή υψηλότερη από το πάνω όριο αναφοράς ενέχει την κίνδυνο θρόμβωσης.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Επειδή δεν υπάρχει τεκμηριωμένη επίδραση κάποιου παράγοντα σχετικού με την άθληση στον αριθμό αιμοπεταλίων, η μέτρησή του δεν έχει κάποια ιδιαίτερη χρησιμότητα στους αθλητές, αλλά η παράμετρος αυτή περιλαμβάνεται έτσι κι αλλιώς στη γενική αίματος μαζί με τον [αιματοκρίτη](#), την [αιμοσφαιρίνη](#), τον [αριθμό ερυθροκυττάρων](#) και τον [αριθμό λευκοκυττάρων](#).

### **Αιμοσφαιρίνη**

*Τι είναι:* Η αιμοσφαιρίνη είναι η πρωτεΐνη που μεταφέρει το οξυγόνο του αίματος. Βρίσκεται μέσα στα ερυθροκύτταρα (ερυθρά αιμοσφαίρια) κι ευθύνεται για το κόκκινο χρώμα τόσο των ίδιων όσο και του αίματος συνολικά.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης στο αίμα (εκφραζόμενη συνήθως σε g/dl) δείχνει την ικανότητά του να απορροφά ατμοσφαιρικό οξυγόνο στους πνεύμονες και να το μεταφέρει στους ιστούς. Τιμή χαμηλότερη από το κάτω όριο αναφοράς (δηλαδή χαμηλότερη από τη χαμηλότερη φυσιολογική τιμή) δείχνει αναιμία.

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης στο αίμα επηρεάζεται από τις ίδιες παραμέτρους που επηρεάζουν τον [αιματοκρίτη](#).

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Η συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης στο αίμα σχετίζεται θετικά με την αερόβια ικανότητα.

### **Γαλακτική αφυδρογονάση**

*Τι είναι:* Η γαλακτική αφυδρογονάση είναι το ένζυμο που καταλύει την αλληλομετατροπή γαλακτικού οξέος και πυροσταφυλικού οξέος. Είναι γνωστή με τα αρχικά LD ή LDH (από το lactate dehydrogenase). Αφθονεί στους μύες και στο ήπαρ.

*Τι δείχνει:* Η καταλυτική συγκέντρωση της LD στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε U/l στους 37°C) είναι δείκτης μυϊκής βλάβης. Ισχύουν και γι' αυτήν τα όσα αναφέρονται για την [κρεατινική κινάση](#), όμως η LD δεν είναι τόσο ευαίσθητος δείκτης μυϊκής καταπόνησης όσο εκείνη, αφού αυξάνεται λιγότερο μετά από άσκηση.

### **γ-Γλουταμυλοτρανσφεράση**

*Τι είναι:* Η γ-γλουταμυλοτρανσφεράση είναι ένα ένζυμο που συμμετέχει, μεταξύ άλλων, στο μεταβολισμό της γλουταθειόνης, μιας σημαντικής αντιοξειδωτικής ουσίας του οργανισμού. Βρίσκεται στο ήπαρ και σε άλλους ιστούς και είναι γνωστότερη με τη συντομογραφία γ-GT (από το γ-glutamyltransferase).

*Τι δείχνει:* Επειδή αφθονεί στο ήπαρ, η καταλυτική συγκέντρωση της γ-GT στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε U/l στους 37°C) αυξάνεται σε παθήσεις του ήπατος και μετά από κατάχρηση οινοπνεύματος. Έτσι η γ-GT χρησιμεύει ως δείκτης της ακεραιότητας και καλής λειτουργίας του ήπατος.

*Από τι επηρεάζεται:* Η γ-GT επηρεάζεται από παθήσεις του ήπατος, από την κατανάλωση οινοπνεύματος και από τη χρήση φαρμάκων που προκαλούν ηπατοτοξικότητα.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Επειδή, σε αντίθεση με τις [τρανσαμινάσες](#) (που είναι επίσης δείκτες ηπατικής βλάβης), η γ-GT δεν επηρεάζεται από την άσκηση, θεωρείται ακριβέστερος δείκτης ηπατικής βλάβης για τους αθλητές.

## Γλυκόζη

*Τι είναι:* Η γλυκόζη είναι ένας απλός υδατάνθρακας, που χρησιμεύει ως πηγή ενέργειας για όλα τα κύτταρα του σώματος. Αναφέρεται συχνά ως σάκχαρο σε αποτελέσματα βιοχημικών εργαστηρίων.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της γλυκόζης στο ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε mg/dl) δείχνει την ισορροπία μεταξύ των μηχανισμών αύξησής της (που περιλαμβάνουν τη δράση των ορμονών γλυκαγόνης κι επινεφρίνης) και των μηχανισμών μείωσής της (που περιλαμβάνουν τη δράση της ορμόνης ινσουλίνης).

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση της γλυκόζης στο ορό (σε κατάσταση νηστείας και ηρεμίας) επηρεάζεται από την επάρκεια υδατανθράκων στο σώμα. Ανεπαρκής πρόσληψη υδατανθράκων μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλή συγκέντρωση γλυκόζης (υπογλυκαιμία). Αντίθετα, σε παθολογικές καταστάσεις, η έλλειψη ινσουλίνης ή η αντίσταση στη δράση της οδηγεί σε υψηλή συγκέντρωση γλυκόζης (υπεργλυκαιμία).

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Επειδή η άσκηση μειώνει τα αποθέματα υδατανθράκων στον οργανισμό, αθλητές που δεν αντισταθμίζουν αυτή τη μείωση με επαρκή πρόσληψη υδατανθράκων διατρέχουν τον κίνδυνο υπογλυκαιμίας. Έτσι, η μέτρηση της γλυκόζης του ορού χρησιμεύει στην εκτίμηση της επαρκούς ή όχι πρόσληψης υδατανθράκων μέσω της τροφής και συμπληρωμάτων διατροφής.

## Ερυθροκύτταρα

*Τι είναι:* Γνωστά και ως ερυθρά αιμοσφαίρια, τα ερυθροκύτταρα είναι τα κύτταρα που μεταφέρουν το οξυγόνο του αίματος.

*Τι δείχνει:* Ο αριθμός ερυθροκυττάρων (εκφραζόμενος συνήθως σε εκατομμύρια ανά μικρόλιτρο αίματος) δείχνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο. Τιμή χαμηλότερη από το κάτω όριο αναφοράς (δηλαδή χαμηλότερη από τη χαμηλότερη φυσιολογική τιμή) δείχνει αναιμία.

*Από τι επηρεάζεται:* Ο αριθμός ερυθροκυττάρων επηρεάζεται από τις ίδιες παραμέτρους που επηρεάζουν τον [αιματοκρίτη](#).

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Ο αριθμός ερυθροκυττάρων σχετίζεται θετικά με την αερόβια ικανότητα.

## Κορεσμός τρανσφερίνης

*Τι είναι:* Ο κορεσμός τρανσφερίνης είναι η συγκέντρωση [σιδήρου](#) στον ορό ως ποσοστό της [TIBC](#), δηλαδή: κορεσμός τρανσφερίνης = σίδηρος / TIBC × 100.

*Τι δείχνει:* Ο κορεσμός τρανσφερίνης δείχνει πόσο κορεσμένο είναι το σύστημα μεταφοράς σιδήρου.

*Από τι επηρεάζεται:* Ο κορεσμός τρανσφερίνης σχετίζεται θετικά με την επάρκεια σιδήρου στο σώμα, αφού επάρκεια σιδήρου θα προκαλέσει μεγάλο αριθμητή και μικρό παρονομαστή στον παραπάνω τύπο. Μάλιστα, επειδή συνδυάζει δυο παραμέτρους, από τις οποίες,

όταν υπάρχει ανεπάρκεια σιδήρου, εκείνη στον αριθμητή (δηλαδή η συγκέντρωση σιδήρου στον ορό) μειώνεται, ενώ εκείνη στον παρονομαστή (δηλαδή η TIBC) αυξάνεται, ο κορεσμός τρανσφερίνης μεταβάλλεται αναλογικά περισσότερο απ' ό,τι η καθεμιά χωριστά. Γι' αυτό θεωρείται πιο ευαίσθητος δείκτης της κατάστασης σιδήρου από εκείνες.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Η μέτρηση του κορεσμού τρανσφερίνης χρησιμεύει στην εκτίμηση της επάρκειας σιδήρου στον οργανισμό.

### **Κορτιζόλη**

*Τι είναι:* Η κορτιζόλη είναι μια στεροειδής ορμόνη που ανήκει στην κατηγορία των κορτικοστεροειδών. Συντίθεται στο φλοιό των επινεφριδίων.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της κορτιζόλης στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε  $\mu\text{g/l}$ ) αυξάνεται σε καταστάσεις πνευματικού ή σωματικού στρες. Επειδή, σε υψηλές συγκεντρώσεις, προκαλεί πρωτεϊνόλυση στους μύες και ανοσοκαταστολή, είναι επιθυμητές χαμηλές τιμές της.

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση της κορτιζόλης στον ορό επηρεάζεται από την ώρα της ημέρας, με υψηλότερες τιμές το πρωί και χαμηλότερες το απόγευμα. Αυξάνεται όταν υπάρχει πνευματικό στρες και μετά από έντονη άσκηση. Αθλητές (ιδιαίτερα αθλητές ταχυδυναμικών αγωνισμάτων) είναι πιθανό να έχουν υψηλότερες τιμές από μη αθλητές. Επίσης η κορτιζόλη αυξάνεται όταν υπάρχει υπογλυκαιμία ή παχυσαρκία.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Η συγκέντρωση της κορτιζόλης χρησιμεύει ως δείκτης πνευματικού ή σωματικού στρες. Ο λόγος της προς τη συγκέντρωση της [τεστοστερόνης](#) χρησιμεύει ως δείκτης της ισορροπίας μεταξύ καταβολικών και αναβολικών διαδικασιών, αντίστοιχα, στο μυϊκό ιστό, της ανταπόκρισης του αθλητή στο προπονητικό φορτίο και, πιθανώς του συνδρόμου υπερπροπόνησης.

### **Κρεατινική κινάση**

*Τι είναι:* Είναι το ένζυμο που καταλύει την ανασύνθεση τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) από φωσφοκρεατίνη κατά την έντονη άσκηση και, αντίστροφα, την ανασύνθεση φωσφοκρεατίνης από ATP κατά την αποκατάσταση από άσκηση. Η κρεατινική κινάση (συντομογραφικά CK από το creatine kinase, αλλά γνωστή και ως CPK από το creatine phosphokinase) αφθονεί στους μυϊκούς ιστούς (σκελετικούς μύες, μυοκάρδιο, λείους μύες).

*Τι δείχνει:* Η καταλυτική συγκέντρωση της CK στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε U/l στους  $37^\circ\text{C}$ ) είναι δείκτης μυϊκής βλάβης και, για την ακρίβεια, καταστροφής μυϊκών ινών. Πιστεύεται ότι, όταν καταστρέφονται μυϊκές ίνες, το περιεχόμενό τους διαρρέει στο αίμα, με αποτέλεσμα να ανεβαίνει η συγκέντρωση ενός από τα πιο άφθονα συστατικά τους, της CK. Έτσι η CK είναι δείκτης του εμφράγματος του μυοκαρδίου και της μυϊκής καταπόνησης μετά από άσκηση, ιδιαίτερα έκκεντρη άσκηση.

*Από τι επηρεάζεται:* Η CK του ορού ανεβαίνει αργά μετά από άσκηση και παραμένει αυξημένη για αρκετές ημέρες. Η αύξηση είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η μυϊκή καταπόνηση και όσο λιγότερο εξοικειωμένος με τη συγκεκριμένη άσκηση είναι ο ασκούμενος. Επανάληψη της ίδιας άσκησης, ακόμη κι εβδομάδες μετά την αρχική, προκαλεί μικρότερη αύξηση της CK. Λόγω της τακτικής προπόνησης, οι αθλητές έχουν υψηλότερες τιμές από τους μη αθλητές, τιμές μάλιστα που υπερβαίνουν συνήθως το πάνω όριο αναφοράς (δηλαδή την ανώτερη φυσιολογική τιμή) του γενικού πληθυσμού. Η CK επανέρχεται σε τιμή ηρεμίας μετά από ανάπαυση λίγων ημερών.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Η μέτρηση της CK χρησιμεύει στην εκτίμηση της προπονητικής επιβάρυνσης και στην αποφυγή πιθανών υπερβολών της ή άλλων προβλημάτων (όπως είναι η αφυδάτωση και οι ανεπιθύμητες ενέργειες φαρμάκων που ανεβάζουν τη CK).

## **Κρεατινίνη**

*Τι είναι:* Η κρεατινίνη είναι η ουσία προς την οποία μετατρέπεται μέρος της κρεατίνης και της φωσφοκρεατίνης των ιστών (και κυρίως του μυϊκού ιστού) και της τροφής. Μεταφέρεται μέσω του αίματος στους νεφρούς και αποβάλλεται μέσω των ούρων.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της κρεατινίνης στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε mg/dl) είναι βασικά δείκτης νεφρικής λειτουργίας, επειδή, όταν οι νεφροί δυσλειτουργούν, εμποδίζεται η απομάκρυνση της κρεατινίνης και ανεβαίνει η συγκέντρωσή της στο αίμα.

*Από τι επηρεάζεται:* Όπως μόλις αναφέρθηκε, η συγκέντρωση της κρεατινίνης στον ορό επηρεάζεται από τη νεφρική λειτουργία. Σε αθλητές είναι πιθανό να μετρηθούν υψηλές τιμές είτε επειδή έχουν συνήθως μεγαλύτερη μυϊκή μάζα από το γενικό πληθυσμό (με αποτέλεσμα να διαθέτουν περισσότερη κρεατίνη και φωσφοκρεατίνη) είτε λόγω έντονης προπόνησης (που προκαλεί μυϊκή βλάβη και μπορεί να αυξήσει την απελευθέρωση κρεατινίνης στο αίμα) είτε λόγω της πρόσληψης μεγάλων ποσοτήτων κρέατος (που είναι πλούσιο σε κρεατίνη) είτε, τέλος, λόγω της πρόσληψης συμπληρωμάτων κρεατίνης.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Εκτίμηση της νεφρικής λειτουργίας και της πρόσληψης κρεατίνης.

## **Λευκοκύτταρα**

*Τι είναι:* Γνωστά και ως λευκά αιμοσφαίρια, τα λευκοκύτταρα είναι τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος.

*Τι δείχνει:* Ο αριθμός λευκοκυττάρων (εκφραζόμενος συνήθως σε χιλιάδες ανά μικρόλιτρο αίματος) δείχνει την κατάσταση του ανοσοποιητικού συστήματος. Τιμή χαμηλότερη από το κάτω όριο αναφοράς (δηλαδή χαμηλότερη από τη χαμηλότερη φυσιολογική τιμή) δείχνει ανοσοκαταστολή. Οι λοιμώξεις ανεβάζουν τον αριθμό λευκοκυττάρων πάνω από το πάνω όριο αναφοράς.

*Από τι επηρεάζεται:* Όπως μόλις αναφέρθηκε, ο αριθμός λευκοκυττάρων επηρεάζεται από την παρουσία λοίμωξης. Υπερβολική προπονητική επιβάρυνση είναι πιθανό να μειώνει τον αριθμό λευκοκυττάρων σε κατάσταση ηρεμίας.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Όπως και στο γενικό πληθυσμό, η μέτρηση του αριθμού λευκοκυττάρων σε αθλητές χρησιμεύει στον εντοπισμό ή στην επιβεβαίωση πιθανής λοίμωξης. Μια πρόσθετη χρησιμότητα στους αθλητές είναι ο εντοπισμός πιθανής ανοσοκαταστολής λόγω υπερβολικής προπονητικής επιβάρυνσης.

## **Ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα**

*Τι είναι:* Γνωστή και ως TIBC (από τον αγγλικό όρο total iron-binding capacity), η ολική σιδηροδεσμευτική ικανότητα είναι η συγκέντρωση σιδήρου στον ορό στην περίπτωση κατά την οποία οι πρωτεΐνες που δεσμεύουν σίδηρο (και κυρίως η τρανσφερίνη) είναι πλήρως κορεσμένες (κάτι που, ωστόσο, δεν συμβαίνει στην πραγματικότητα).

*Τι δείχνει:* Η TIBC σχετίζεται αρνητικά με την επάρκεια σιδήρου στον οργανισμό. Έτσι τιμές TIBC υψηλότερες από το άνω όριο αναφοράς (δηλαδή υψηλότερες από την υψηλότερη φυσιολογική τιμή) προειδοποιούν για εξάντληση σιδήρου.

*Από τι επηρεάζεται:* Η έλλειψη σιδήρου στον οργανισμό οδηγεί σε αύξηση της τρανσφερίνης στο πλάσμα και, κατά συνέπεια, σε αύξηση της TIBC.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Η μέτρηση της TIBC χρησιμεύει στην εκτίμηση της επάρκειας σιδήρου στον οργανισμό.

## **Ουρία**

*Τι είναι:* Είναι η ουσία την οποία χρησιμοποιεί το ανθρώπινο σώμα για να απομακρύνει το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου που προκύπτει από τη διάσπαση των πρωτεϊνών και άλλων

αζωτούχων ουσιών. Συντίθεται στο ήπαρ, εξάγεται στο αίμα και αποβάλλεται με τα ούρα. Αντί για ουρία, μερικά εργαστήρια δίνουν ως αποτέλεσμα το άζωτο της ουρίας.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της ουρίας στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε mg/dl) δείχνει την πρόσληψη πρωτεϊνών μέσω της τροφής και συμπληρωμάτων διατροφής. Επίσης είναι δείκτης νεφρικής λειτουργίας, επειδή, όταν οι νεφροί δυσλειτουργούν, εμποδίζεται η απομάκρυνση της ουρίας και ανεβαίνει η συγκέντρωσή της στο αίμα.

*Από τι επηρεάζεται:* Όπως μόλις αναφέρθηκε, η συγκέντρωση της ουρίας στον ορό επηρεάζεται από την πρόσληψη πρωτεϊνών και από τη νεφρική λειτουργία.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Αθλητές προσλαμβάνουν συχνά αδικαιολόγητα υψηλές ποσότητες πρωτεϊνών, με αποτέλεσμα μεγάλο μέρος τους ν' αποικοδομείται παράγοντας ουρία, αφού ο οργανισμός αδυνατεί να τις αξιοποιήσει πέρα από ένα όριο για τη σύνθεση δικών του πρωτεϊνών. Έτσι η μέτρηση της ουρίας του ορού χρησιμεύει στο να προφυλάσσει τους αθλητές από διατροφικές υπερβολές.

### **Ουρικό οξύ**

*Τι είναι:* Είναι προϊόν της διάσπασης των πουρινών (συστατικών του DNA και του RNA) που περιέχονται στους ιστούς ή στην τροφή. Το ουρικό οξύ έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση του ουρικού οξέος στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε mg/dl) δείχνει εν μέρει τη νεφρική λειτουργία, επειδή, όταν οι νεφροί δυσλειτουργούν, εμποδίζεται η απομάκρυνσή του και ανεβαίνει η συγκέντρωσή του στο αίμα. Υψηλή συγκέντρωση ουρικού οξέος σχετίζεται με την ουρική αρθρίτιδα.

*Από τι επηρεάζεται:* Διατροφή πλούσια σε πουρίνες (σुकώτι και άλλα εντόσθια) ανεβάζει της συγκέντρωση ουρικού οξέος. Αύξηση του ουρικού οξέος μπορεί να βρεθεί μετά από έντονο μυϊκό έργο λόγω αυξημένης διάσπασης ATP, αφού η αδενίνη, συστατικό του ATP, είναι μια πουρίνη. Πιστεύεται ότι, ως ενδογενές αντιοξειδωτικό, το ουρικό οξύ περιορίζει το οξειδωτικό στρες που προκαλεί η έντονη άσκηση.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Στη βάση των παραγόντων που την επηρεάζουν, η συγκέντρωση του ουρικού οξέος στον ορό χρησιμεύει ως δείκτης της διατροφικής πρόσληψης πουρινών και του έντονου μυϊκού έργου.

### **Σίδηρος**

*Τι είναι:* Ο σίδηρος είναι ένα χημικό στοιχείο που χρησιμεύει στη σύνθεση της αιμοσφαιρίνης και άλλων πρωτεϊνών στο σώμα. Κυκλοφορεί στο πλάσμα δεσμευμένος από πρωτεΐνες, με κυριότερη την τρανσφερίνη.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση του σιδήρου στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε μg/dl) δείχνει την ποσότητα σιδήρου που είναι διαθέσιμη για απορρόφηση από τους ιστούς κι ενσωμάτωση στις πρωτεΐνες που συνθέτουν. Γι' αυτό είναι επιθυμητή μια υψηλή συγκέντρωση σιδήρου (μέσα στο διάστημα αναφοράς).

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση του σιδήρου στον ορό σχετίζεται θετικά με την περιεκτικότητα της τροφής σε σίδηρο και με τη λήψη συμπληρωμάτων σιδήρου.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Επειδή αρκετοί αθλητές ακολουθούν συχνά ιδιαίτερους διατροφικούς χειρισμούς (όπως δίαιτες αδυνατίσματος) που περιέχουν ανεπαρκή ποσότητα σιδήρου, η μέτρησή του στον ορό χρησιμεύει στη διαπίστωση της επαρκούς πρόσληψης σιδήρου. Πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι ο σίδηρος ορού δείχνει τη βραχυπρόθεσμη πρόσληψη σιδήρου και μπορεί να μεταβληθεί εύκολα μέσα σε λίγες ώρες ανάλογα με το γεύμα που προηγήθηκε. Γι' αυτό, από μόνη της, η μέτρηση του σιδήρου δεν είναι τόσο χρήσιμη όσο αν συνδυαστεί με τη μέτρηση της [ολικής σιδηροδεσμευτικής ικανότητας](#) για τον υπολογισμό του [κορεσμού τρανσφερίνης](#).

## Τεστοστερόνη

*Τι είναι:* Είναι μια στεροειδής ορμόνη που ανήκει στην κατηγορία των ανδρογόνων. Συντίθεται κυρίως στους όρχεις.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της τεστοστερόνης στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε μg/l) αυξάνεται κατά το πέρασμα από την παιδική ηλικία στην εφηβεία και από την εφηβεία στην ενήλικη ζωή. Η αύξηση αυτή είναι μεγαλύτερη στο αρσενικό φύλο, με αποτέλεσμα να έχει υψηλότερες τιμές τεστοστερόνης από το γυναικείο φύλο από την εφηβεία και μετά. Επειδή η τεστοστερόνη ασκεί αναβολική (πρωτεϊνοσυνθετική) δράση στους μύες, είναι επιθυμητές υψηλές τιμές της.

*Από τι επηρεάζεται:* Όπως μόλις αναφέρθηκε, η συγκέντρωση της τεστοστερόνης στον ορό επηρεάζεται από το φύλο και την ηλικία. Αυξάνεται μετά από άσκηση ανάλογα με το συνολικό έργο που εκτελείται. Αθλητές αντοχής έχουν συχνά χαμηλότερες τιμές από μη αθλητές, ενώ αρσισβαρίστες το αντίθετο.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Η συγκέντρωση της τεστοστερόνης χρησιμεύει στην εκτίμηση του αναβολικού περιβάλλοντος στον οργανισμό του αθλητή. Ο λόγος της [κορτιζόλης](#) προς την τεστοστερόνη του ορού είναι πιθανός δείκτης του συνδρόμου υπερπροπόνησης.

## Τρανσαμινάσες

*Τι είναι:* Οι τρανσαμινάσες είναι ένζυμα που καταλύουν τη μεταφορά μιας αμινομάδας από ένα α-αμινοξύ σ' ένα α-κετοξύ, μεταφορά που αποτελεί μέρος του μεταβολισμού των αμινοξέων. Οι τρανσαμινάσες που συνήθως μετριοούνται είναι η τρανσαμινάση γλουταμικού οξέος-πυροσταφυλικού οξέος (συντομογραφικά GPT από το glutamate-pyruvate transaminase) και η τρανσαμινάση γλουταμικού οξέος-οξαλοξικού οξέος (συντομογραφικά GOT από το glutamate-oxaloacetate transaminase). Μπροστά από τις συντομογραφίες αυτές προστίθεται μερικές φορές το γράμμα S για να τονιστεί ότι μετριοούνται στον ορό (serum). Εναλλακτικά, τα δυο ένζυμα αναφέρονται ως ALT (από το [alanine](#) aminotransferase, δηλαδή αμινοτρανσφεράση αλανίνης) και AST (από το [aspartate](#) aminotransferase, αμινοτρανσφεράση ασπαρτικού οξέος) αντίστοιχα.

*Τι δείχνουν:* Επειδή οι τρανσαμινάσες αφθονούν στο ήπαρ, οι καταλυτικές συγκεντρώσεις τους στον ορό (εκφραζόμενες συνήθως σε U/l στους 37°C) αυξάνονται σε περίπτωση ηπατικής βλάβης (όπως κίρρωση και ηπατίτιδα) λόγω διαρροής του περιεχομένου των κατεστραμμένων ηπατικών κυττάρων στο αίμα. Έτσι οι τρανσαμινάσες χρησιμεύουν ως δείκτες της ακεραιότητας του ήπατος.

*Από τι επηρεάζονται:* Όπως μόλις αναφέρθηκε, οι τιμές των τρανσαμινάσων επηρεάζονται από ηπατική βλάβη. Επιπλέον, επειδή οι τρανσαμινάσες βρίσκονται και στους μύες, οι τιμές τους στον ορό αυξάνονται έπειτα από έντονη άσκηση λόγω καταστροφής μυϊκών ινών (αν και η αύξησή τους είναι μικρότερη από την αύξηση της [CK](#)). Από τις δυο τρανσαμινάσες που προαναφέρθηκαν, περισσότερο αυξάνεται η GOT (AST), επειδή είναι πιο άφθονη από την GPT (ALT) στα μυϊκά κύτταρα.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Το γεγονός ότι οι τρανσαμινάσες αυξάνονται μετά από άσκηση περιορίζει τη χρησιμότητά τους ως δεικτών ηπατικής βλάβης στους αθλητές. Για την εκτίμηση της ακεραιότητας του ήπατος σε αθλητές είναι προτιμότερη η μέτρηση της [γ-GT](#).

## Τριγλυκερίδια

*Τι είναι:* Τα τριγλυκερίδια είναι η πιο άφθονη κατηγορία λιπιδίων στο σώμα. Βρίσκονται κυρίως στο λιπώδη ιστό, αλλά υπάρχουν σε υπολογίσιμες ποσότητες και στο αίμα.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων στο ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε mg/dl) σχετίζεται θετικά με τον κίνδυνο αθηροσκλήρωσης (ή αρτηριοσκλήρωσης), που αποτελεί

την κύρια αιτία καρδιαγγειακής νόσου. Γι' αυτό είναι επιθυμητή μια χαμηλή συγκέντρωση τριγλυκεριδίων. Για την εκτίμηση του κινδύνου αθηροσκλήρωσης συνεκτιμώνται οι συγκεντρώσεις των διαφόρων μορφών [χοληστερόλης](#), οι οποίες μαζί με τη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων απαρτίζουν το λεγόμενο λιπιδαιμικό προφίλ.

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων στο ορό τείνει να αυξάνεται με την πρόοδο της ηλικίας και είναι γενικά υψηλότερη στους άντρες απ' ό,τι στις γυναίκες. Επηρεάζεται από κληρονομικούς παράγοντες και σχετίζεται θετικά με το σωματικό λίπος (ιδιαίτερα το κοιλιακό λίπος) και την πρόσληψη υδατανθράκων (ιδιαίτερα απλών υδατανθράκων όπως η ζάχαρη). Τέλος, μειώνεται με τη συστηματική άσκηση αντοχής, αρκεί αυτή να έχει μια αξιόλογη ενεργειακή δαπάνη.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Επειδή η συστηματική άσκηση αντοχής έχει τη δυνατότητα να μειώσει τη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων στον ορό, κάτι που μειώνει τον κίνδυνο αθηροσκλήρωσης, η μέτρηση των τριγλυκεριδίων συνεισφέρει στην παρακολούθηση της υγείας των αθλητών και βοηθά στη διαπίστωση της ικανότητας προγραμμάτων προπόνησης να βελτιώνουν το λιπιδαιμικό προφίλ.

### Φεριτίνη

*Τι είναι:* Η φεριτίνη είναι η πρωτεΐνη που αποθηκεύει σίδηρο σε όργανα όπως ο σπλήνας, ο μυελός των οστών και το ήπαρ. Η περιεκτικότητα των ιστών σε σίδηρο είναι ένας από τους παράγοντες που καθορίζουν την αερόβια ικανότητα.

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της φεριτίνης στον ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε ng/ml ή μg/l) αντανakλά την ποσότητα σιδήρου που είναι αποθηκευμένη στο σώμα. Γι' αυτό είναι επιθυμητή μια υψηλή συγκέντρωση φεριτίνης (μέσα στο διάστημα αναφοράς).

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση της φεριτίνης στον ορό σχετίζεται θετικά με τη μακροπρόθεσμη πρόσληψη σιδήρου μέσω της τροφής ή συμπληρωμάτων διατροφής.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Η μέτρηση της φεριτίνης χρησιμεύει στην εκτίμηση της μακροπρόθεσμης επαρκούς ή ανεπαρκούς πρόσληψης σιδήρου.

### Χοληστερόλη

*Τι είναι:* Γνωστή και ως χοληστερίνη, η χοληστερίνη είναι ένα λιπίδιο που χρησιμοποιείται από τα κύτταρα για την κατασκευή των μεμβρανών τους και για τη σύνθεση στεροειδών ορμονών. Κυκλοφορεί στο αίμα ενσωματωμένη σε λιποπρωτεΐνες (δηλαδή συσσωματώματα λιπιδίων και πρωτεϊνών), από τις οποίες κύριοι φορείς χοληστερόλης είναι οι [LDL](#) και [HDL](#).

*Τι δείχνει:* Η ολική (δηλαδή ανεξάρτητα από το σε ποιες λιποπρωτεΐνες είναι ενσωματωμένη η χοληστερόλη) συγκέντρωση της χοληστερόλης στο ορό (εκφραζόμενη συνήθως σε mg/dl) σχετίζεται θετικά με τον κίνδυνο αθηροσκλήρωσης (ή αρτηριοσκλήρωσης), η οποία αποτελεί την κύρια αιτία καρδιαγγειακής νόσου. Γι' αυτό είναι επιθυμητή μια χαμηλή συγκέντρωση χοληστερόλης.

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση της χοληστερόλης στο ορό τείνει να αυξάνεται με την πρόοδο της ηλικίας. Επηρεάζεται από κληρονομικούς παράγοντες και σχετίζεται θετικά με την πρόσληψη χοληστερόλης από την τροφή, καθώς και με το σωματικό λίπος.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Στην προσπάθειά τους να προσλάβουν μεγάλες ποσότητες πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας, αρκετοί αθλητές καταναλώνουν ζωικά τρόφιμα που μπορεί να περιέχουν ταυτόχρονα υψηλές ποσότητες ζωικών λιπών, πλούσιων σε χοληστερόλη. Αντίθετα, άλλοι αθλητές, στην προσπάθειά τους να χάσουν βάρος, κάνουν υπερβολική αποχή από λιπαρές τροφές, με αποτέλεσμα να έχουν τιμές χοληστερόλης χαμηλότερες από το κάτω όριο αναφοράς (δηλαδή χαμηλότερες από τη χαμηλότερη φυσιολογική τιμή). Έτσι, σε κάθε περίπτωση, η μέτρησή της χοληστερόλης είναι αναγκαία για την παρακολούθηση της υγείας των αθλητών.



## Χοληστερόλη HDL

*Τι είναι:* Πρόκειται για τη χοληστερόλη που κυκλοφορεί στο αίμα ενσωματωμένη στις λιποπρωτεΐνες υψηλής πυκνότητας (high-density lipoproteins, συντομογραφικά HDL).

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της χοληστερόλης των HDL (εκφραζόμενη συνήθως σε mg/dl) σχετίζεται αρνητικά με τον κίνδυνο αθηροσκλήρωσης. Έτσι θεωρείται ότι οι HDL παίζουν καρδιοπροστατευτικό ρόλο. Η χοληστερόλη τους είναι γνωστή ως καλή χοληστερόλη και είναι επιθυμητές υψηλές τιμές της.

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση της χοληστερόλης των HDL είναι υψηλότερη στις γυναίκες απ' ό,τι στους άντρες. Η συστηματική άσκηση αντοχής που περιλαμβάνει αξιοσημείωτη ενεργειακή δαπάνη αυξάνει τη χοληστερόλη των HDL.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Επειδή η συστηματική άσκηση αντοχής έχει τη δυνατότητα να αυξήσει τη χοληστερόλη των HDL, κάτι που μειώνει τον κίνδυνο αθηροσκλήρωσης, η μέτρησή της χοληστερόλη των HDL συνεισφέρει στην παρακολούθηση της υγείας των αθλητών και βοηθά στη διαπίστωση της ικανότητας προγραμμάτων προπόνησης να βελτιώνουν το λιπιδαιμικό προφίλ.

## Χοληστερόλη LDL

*Τι είναι:* Πρόκειται για τη χοληστερόλη που κυκλοφορεί στο αίμα ενσωματωμένη στις λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας (low-density lipoproteins, συντομογραφικά LDL). Είναι παράμετρος που συνήθως δεν μετρείται άμεσα, αλλά υπολογίζεται από την [ολική χοληστερόλη](#), τη [χοληστερόλη των HDL](#), και τα [τριγλυκερίδια](#).

*Τι δείχνει:* Η συγκέντρωση της χοληστερόλης των LDL (εκφραζόμενη συνήθως σε mg/dl) σχετίζεται θετικά με τον κίνδυνο αθηροσκλήρωσης. Οι LDL είναι οι κύριες αθηρωματογόνες λιποπρωτεΐνες. Η χοληστερόλη τους είναι γνωστή ως κακή χοληστερόλη και είναι επιθυμητές χαμηλές τιμές της.

*Από τι επηρεάζεται:* Η συγκέντρωση της χοληστερόλης των LDL τείνει να αυξάνεται με την πρόοδο της ηλικίας. Επηρεάζεται από κληρονομικούς παράγοντες και σχετίζεται θετικά με την πρόσληψη χοληστερόλης από την τροφή, καθώς και με το σωματικό λίπος.

*Χρησιμότητα μέτρησης στους αθλητές:* Ο υπολογισμός της χοληστερόλης των LDL συνεισφέρει στην παρακολούθηση της υγείας των αθλητών.

## Επίλογος

Για να αποδώσει το μέγιστο δυνατό όφελος, η βιοχημική παρακολούθηση αθλητών θα πρέπει να είναι τακτική και προγραμματισμένη (περίπου ανά τρίμηνο ως εξάμηνο ή σε ορόσημα του προπονητικού μακρόκυκλου). Επισημαίνεται ότι χρήσιμες πληροφορίες για τους αθλητές μπορούν να προκύψουν και από βιοχημικές αναλύσεις σε άλλα βιολογικά δείγματα (όπως ούρα, σάλιο και μυϊκή βιοψία), που είναι πιθανό να καλυφθούν σε μελλοντική έκδοση της Εταιρείας. Επίσης, η Εταιρεία σκοπεύει να καλύψει με μελλοντική έκδοσή της τις βιοχημικές μετρήσεις που είναι χρήσιμες για την αξιολόγηση αθλητών κατά τη διάρκεια της άσκησης ή μετά την άσκηση (όπως είναι κυρίως το γαλακτικό οξύ).

Επισημαίνεται, τέλος, ότι η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των βιοχημικών εξετάσεων πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένους επιστήμονες και συγκεκριμένα από γιατρούς, βιοχημικούς και (για τους δείκτες θρεπτικής κατάστασης) διατροφολόγους-διαιτολόγους.

Ιούνιος 2012

Ελληνική Εταιρεία Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης