

Εθνικό Κέντρο Αθλητικών Ερευνών

Τμήμα Βιοχημείας της Άσκησης

**ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ
ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.**

Δρ. Ε. Σγουράκη

ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ: Δρ. Γ. Νεδέλκος

Μ. Χανιωτάκη

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Η Βιοχημεία της Άσκησης αποσκοπεί να ταξινομήσει, να κατανοήσει και να εξηγήσει όλες τις μεταβολές και τις προσαρμογές στην άσκηση, με σκοπό να βελτιώσει και να μεγιστοποιήσει την αθλητική απόδοση.



Ορισμός της Κόπωσης

Το έντονο έργο που παράγεται από τους σκελετικούς μύες, ιδίως όταν επαναλαμβάνεται σε μικρά χρονικά διαστήματα, οδηγεί στην εξασθένιση των συστημάτων που τους υποστηρίζουν.

Η κατάσταση αυτή εμφανίζεται με υποκειμενικές εκδηλώσεις και τεκμηριώνεται με εργαστηριακά ευρήματα.

Το σύνολο των στοιχείων αυτών ορίζουν την κόπωση.

Οι έρευνες, μέχρι πρότινος, επικεντρώνονταν στην περιγραφή της κόπωσης και στους παράγοντες που περιορίζουν την έναρξη και πρόοδό της.

Οι μοντέρνες έρευνες έχουν προχωρήσει από το επίπεδο του μυός στο επίπεδο του κυττάρου και την μοριακή δομή των πρωτεϊνών που εμπλέκονται.

Είναι κατανοητό πλέον ότι η μεταβολική – μηχανική βάση της μελέτης της κόπωσης είναι προαπαιτούμενο για την κατανόησή της

Έκφραση της κόπωσης

Η κόπωση εκδηλώνεται με :

- Κακοδιαθεσία
- Μυϊκούς πόνους
- Ταχύπνοια
- Ταχυκαρδία
- Μεταβολές της θερμοκρασίας
- Μεταβολές της αρτηριακής πίεσης
- Άπνοια
- Ανορεξία
- Εφίδρωση, κ.λ.π.



ΜΥΪΚΗ ΚΟΠΩΣΗ

Αιτίες της μείωσης της ικανότητας του μυός να διατηρήσει ένα επίπεδο φυσικής δραστηριότητας (έντονο μυϊκό έργο) είναι:

1. Υπερκαταπόνηση
2. Λανθασμένη προπόνηση
3. Λανθασμένη διατροφή
4. Σύντομοι χρόνοι αποθεραπείας
5. Κλιματολογικοί παράμετροι
6. Οξειδωτικό stress

ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΟΡΜΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ : Γενική αίματος-Σίδηρος,
Φερριτίνη.

ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ : Πλήρες ιοντόγραμμα,
χοληστερόλη, τριγλυκερίδια, HDL-C

ΕΝΖΥΜΑ : SGOT, SGPT, CPK, LDH, γGT

ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ : Ουρία, ουρικό,
χολερυθρίνη, αλβουμίνη, TAS (ολική αντιοξειδωτική
ικανότητα).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ STRESS:
Ολική Τεστοστερόνη, Κορτιζόλη

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΟΡΜΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

ΑΙΜΑΤΟΚΡΙΤΗΣ, ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΝΗ, ΣΙΔΗΡΟΣ, ΦΕΡΡΙΤΙΝΗ

Αποτελούν βασικές μετρήσεις στους αθλητές, λόγω της συσχέτισής τους με την μεταφορά του οξυγόνου και την αερόβια ικανότητα.

Η αύξηση της αιμοσφαιρίνης αυξάνει την μεταφορική ικανότητα του αίματος, για το οξυγόνο.

Η απόδοση όμως του οξυγόνου στους ιστούς εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες καθώς και από την διάθεση του στους μύες.

Η επαρκής διάθεση του οξυγόνου στους μύες εξαρτάται:

- Από την είσοδο στους πνεύμονες ορθού κλάσματος και ικανής ποσότητας.
- Από την ικανοποιητική διάχυση του από τους πνεύμονες προς το αίμα.
- Από την σωστή ποσότητα και τον κορεσμό της αιμοσφαιρίνης.
- Από την σωστή οξεο - βασική ισορροπία.
- Την καλή καρδιακή παροχή.
- Την καλή αιμάτωση του μυός.
- Την καλή αγωγιμότητα των μεμβρανών των μιτοχονδρίων.

ΛΙΠΙΔΑΙΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

**ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗ, ΤΡΙΓΛΥΚΕΡΙΔΙΑ,
HDL-C, LDL-C, λόγος TC/HDL-C.**

Είναι θετική η επίδραση της φυσικής δραστηριότητας και ειδικότερα της άσκησης στον μεταβολισμό των λιπιδίων.

Σαν αντι αθηρωματικά αποτελέσματα της φυσικής δραστηριότητας αναφέρονται η μείωση των LDL-C και του λόγου TC/HDL-C, η αύξηση των HDL-C.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.**Λιπιδιακές και Λιποπρωτεϊνικές παράμετροι.**

ΑΓΩΝΙΣΜΑΤΑ	n	TC/HDL	LDL/HDL	TC/LDL
Ομαδικά αγωνίσματα	116	3.02±0.75^{***}	1.76±0.71^{***}	1.85±0.35^{***}
Αερόβια (αντοχή)	218	3.36±0.74^{***}	2.00±0.72^{***}	1.76±0.46^{**}
ΣΥΝΟΛΟ ΑΘΛΗΤΩΝ	554	3.53±0.41^{**}	2.21±1.43^{**}	1.73±0.37^{***}
Αναερόβια	189	3.60±0.84^{**}	2.23±0.76^{**}	1.66±0.22^{ns}
Μη αθλητές (controls)	63	3.98±1.04	2.60±0.93	1.60±0.20
Στατικής αντοχής (δύναμη)	31	6.28±4.16^{**}	4.82±3.96^{**}	1.50±0.34^{ns}

Statistical significance between groups and controls. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

TC=Total cholesterol, HDL=High density lipoproteins, LDL=Low density lipoproteins.

ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΑΖΩΤΟΥ

(Μη πρωτεϊνικό άζωτο)

ΟΥΡΙΑ: παράγεται στο ήπαρ και αποβάλλεται από τα νεφρά. Η ημερήσια παραγωγή και αποβολή δεν είναι σταθερή, εξαρτάται από την διατροφή και το έντονο μυϊκό έργο.

ΟΥΡΙΚΟ: είναι τελικό προϊόν του των πουρινών του οργανισμού (ενδογενές) και των πυρηνο-πρωτεϊνών των τροφών (εξωγενές). Αυξάνεται μετά από έντονο μυϊκό έργο ή οξειδωτικό stress (ενδογενές αντιοξειδωτικό)

ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ: τελικό προϊόν του μεταβολισμού, που απλά αποβάλλεται με τα ούρα. Αυξάνεται κυρίως μετά από λήψη προσθέτων (κρεατίνης).

ENZYMA

ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ ΚΙΝΑΣΗ (CPK):είναι βασικός δείκτης μυϊκής καταπόνησης, παρουσιάζει τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις από όλες τις παραμέτρους στον ορρό των αθλητών.

ΤΡΑΝΣΑΜΙΝΑΣΗ (SGOT):απαντάται περισσότερο στα μυϊκά κύτταρα σε σχέση με τα ηπατικά, βοηθά στην αξιολόγηση της μυϊκής καταπόνησης.

ΤΡΑΝΣΑΜΙΝΑΣΗ (SGPT):απαντάται περισσότερο στα ηπατικά κύτταρα, δηλώνει βλάβη ή δυσλειτουργία του ήπατος.

ΤΡΑΝΣΦΕΡΑΣΗ (γGT):απαντάται στους ζωικούς ιστούς εκτός από το μυοκάρδιο και τους σκελετικούς μυς, δεν μας παρέχει καμία πληροφορία σχετικά με την κόπωση των μυών, όμως δίνει την εικόνα της λειτουργίας των νεφρών και του ήπατος.

ΟΡΜΟΝΕΣ

Από τις ορμόνες που μεταβάλλονται με την άσκηση:

Ινσουλίνη

Γλυκαγόνη

Κατεχολαμίνες

- επινεφρίνη ή αδρεναλίνη
- νορεπινεφρίνη
- ντοπαμίνη

Αυξητική ορμόνη

Στεροειδείς ορμόνες

- γλυκοκορτικοειδή (κορτιζόλη)
- αλατοκορτικοειδή (αλδοστερόνη)
- οιστρογόνα (οιστραδιόλη)
- προγεστίνες (προγεστερόνη)
- ανδρογόνα (τεστοστερόνη)

αξιολογούμε την τεστοστερόνη και την κορτιζόλη

ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ και ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Αν και το οξυγόνο αποτελεί παράγοντα ύπαρξης της ζωής, η αφθονία του στα βιολογικά συστήματα σε συνδυασμό με την ικανότητά του να δέχεται μονά ηλεκτρόνια, το καθιστούν το σημαντικότερο παράγοντα δημιουργίας ελευθέρων ριζών.

Το αντιοξειδωτικό σύστημα είναι η ασπίδα προστασίας του ανθρώπινου οργανισμού. Διαθέτει μηχανισμούς, οι οποίοι αφ' ενός μεν ρυθμίζουν τις ενεργές μορφές του οξυγόνου, αφ' ετέρου περιορίζουν ή επιδιορθώνουν τις βλάβες.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ

ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΣΚΗΣΗ

ΜΕΤΡΙΑΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΣΚΗΣΗ

ΟΞΕΙΑ – ΕΝΤΟΝΗ ΑΣΚΗΣΗ

ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΣΩΣΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Το είδος της άσκησης
2. Η προπονητική περίοδος
3. Η προπονητική κατάσταση του αθλουμένου
4. Η διάρκεια της άσκησης
5. Η ένταση της άσκησης
6. Η διατροφή του αθλουμένου
7. Οι αρχικές τιμές των βιοχημικών, κλπ. παραμέτρων που θα αξιολογήσουμε.



ΠΙΝΑΚΑΣ Ι.

Σωματομετρικές, αιματολογικές παράμετροι και ιοντόγραμμα, ποδοσφαιριστών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		Α ΠΕΡΙΟΔΟΣ	Β ΠΕΡΙΟΔΟΣ	Γ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΔΙΑΚΟΠΕΣ
		Αύγουστος	Οκτώβριος	Απρίλιος	Ιούλιος
ΗΛΙΚΙΑ	years	27,3 ± 3,0			
ΒΑΡΟΣ	Kg	76,0 ± 6,7			
ΥΨΟΣ	cm	180,6 ± 7,1			
ΑΙΜΑΤΟΚΡΙΤΗΣ	%	41,92 ± 1,95	44,88 ± 2,92 **	42,36 ± 1,31 ##	41,65 ± 1,33
ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΝΗ	g/dl	13,59 ± 0,74	14,9 ± 0,9 ***	14,1 ± 0,5 + ##	13,99 ± 0,39
ΣΙΔΗΡΟΣ	μg/dl	118,3 ± 49,3	93,5 ± 27,8	87,5 ± 21,5	102,0 ± 37,3
ΦΕΡΡΙΤΙΝΗ	ng/ml	81,7 ± 52,9	108,1 ± 80,4	132,2 ± 99,9 +	120,7 ± 43,0
ΚΑΛΙΟ	mmol/l		4,36 ± 0,57	4,46 ± 0,37	4,36 ± 0,40
ΝΑΤΡΙΟ	mmol/l		142,52 ± 1,46	139,0 ± 0,8 ###	141,6 ± 1,31 ^^
ΑΣΒΕΣΤΙΟ	mmol/l	2,40 ± 0,05	2,40 ± 0,09	2,49 ± 0,14 +	2,42 ± 0,10
ΜΑΓΝΗΣΙΟ	mmol/l	0,94 ± 0,06	0,95 ± 0,10	0,90 ± 0,08	0,93 ± 0,12
ΦΩΣΦΟΡΟΣ	mmol/l		1,12 ± 0,17	1,16 ± 0,13	1,24 ± 0,11

Στατιστική ανάλυση (paired t test) των διαφορών των μέσων τιμών μεταξύ: περιόδου Α και Β*, περιόδου Α και Γ+, περιόδου Γ και Δ^ και περιόδου Β και Γ#

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ. Βιοχημικές παραμετροί ποδοσφαιριστών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ		Α ΠΕΡΙΟΔΟΣ	Β ΠΕΡΙΟΔΟΣ	Γ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΔΙΑΚΟΠΕΣ
		Αύγουστος	Οκτώβριος	Απρίλιος	Ιούλιος
ΧΟΛΗΣΤΕΡΙΝΗ	mg/dl		200,2 ± 26,5	179,5 ± 24,1 #	174,6 ± 31,4
ΤΡΙΓΛΥΚΕΡΙΔΙΑ	mg/dl		114,6 ± 50,0	90,1 ± 45,5	70,6 ± 21,6
HDL-C	mg/dl	48,0± 8,3	58,9 ± 10,9	57,3 ± 10,8	52,4 ± 11,3 ^
ΟΥΡΙΑ	mg/dl	41,4 ± 8,2	40,7 ± 9,0	42,2 ± 11,7	41,1 ± 8,8
ΟΥΡΙΚΟ	mg/dl		5,0 ± 0,7	5,30 ± 0,96	7,2 ± 1,0 ^^
ΚΡΕΑΤΙΝΙΝΗ	mg/dl		1,15 ± 0,15	1,25 ± 0,17 #	1,24 ± 0,12
ΧΟΛΕΡΥΘΡΙΝΗ	mg/dl		0,43 ± 0,28	0,60 ± 0,34	0,80 ± 0,30
ΣΕΡΟΥΛΟΠΛΑΣΜΙΝΗ	mg/dl			290,7 ± 98,0	259,6 ± 70,9
ΤΕΣΤΟΣΤΕΡΟΝΗ	ng/dl	5,5 ± 1,1	5,1 ± 0,9	6,1 ± 1,1	5,3 ± 0,9
ΚΟΡΤΙΖΟΛΗ	μg/dl	19,6 ± 9,0	20,4 ± 3,7	20,4 ± 4,4	19,1 ± 2,2
GOT	U/l	29,1 ± 8,1	30,9 ± 9,4	31,1 ± 8,8	25,9 ± 5,5
GPT	U/l	21,0 ± 6,3	26,2 ± 11,8 *	29,5 ± 17,9	19,6 ± 8,3
GGT	U/l		20,9 ± 4,5	14,8 ± 3,4 ###	17,5 ± 4,2
CK	U/l	379,0 ± 272,6	322,8 ± 228,1	478,7 ± 427,6	412,5 ± 164,7
CK-MB			15,1 ± 6,1		
ΟΛ. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ	mmol/l			0,94 ± 0,29	1,26 ± 0,11 ^

ΕΘΝΙΚΗ ΟΜΑΔΑ WATER POLO



ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ – ΟΡΜΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΥΔΑΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	A (23/2/03)	B (14/5/03)	C (20/6/03)
ΤΕΣΤΟΣΤΕΡΟΝΗ	6,1 ± 1,2	7,7 ± 1,3***	7,1 ± 2,2*
ΚΟΡΤΙΖΟΛΗ	20,8 ± 4,2	22,3 ± 1,3 NS	28,1 ± 4,4***
CPK	228,7 ± 119,6	329,4 ± 145,3**	154,9 ± 131,6*
Ratio TES/COR	30,2 ± 6,4	35,2 ± 6,7*	26,1 ± 9,3 NS

Στατιστική ανάλυση των παραμέτρων μεταξύ της πρώτης με την δεύτερη και τρίτη αντίστοιχα περίοδο της προετοιμασίας n=14 αθλητών της εθνικής ομάδας.(Pair- t –test).

Σχόλια

Οι αθλητές υψηλού επιπέδου, δέχονται έντονα προπονητικά ερεθίσματα, συνεπώς χρειάζονται ειδική παρακολούθηση (εξετάσεις, διατροφή) και κατάλληλη αγωγή (βιταμίνες, αντιοξειδωτικά, ιχνοστοιχεία) ώστε να ανταποκριθούν στο πρόγραμμα.

Συμπέρασμα

Ο Βιοχημικός της άσκησης έχει καθήκον να μεταφέρει τις γνώσεις και τα συμπεράσματα αυτά στον ειδικό αθλητίατρο, ώστε αυτός με την σειρά του να πείσει τον αθλητή και τον προπονητή αν θελήσει να ακολουθήσει την σωστή διαδικασία.

Αρχικά η κόπωση δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν ατέλεια των λειτουργιών, αλλά σαν μηχανισμός προστασίας του οργανισμού και φυσικά σαν πρώτος κώδωνας κινδύνου, που πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μας στην παρακολούθηση των αθλητών.

**Είναι σημαντικό,
να συνειδητοποιήσουμε ότι όσο
είναι υγιής , υπό συστηματική
ειδική παρακολούθηση και σωστά
προπονημένος ο αθλητής, τόσο
λιγοστεύουν οι πιθανότητες να
εμφανίσει χρόνια κόπωση.**

