

Επίδραση της προπόνησης στην αερόβια ικανότητα και σύσταση του σώματος αρχαρίων κωπηλατών

ΣΩΚΡΑΤΗ ΚΑΛΟΥΨΗ

Τομέας Προπονητικών Επιστημών
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Πανεπιστημίου Αθηνών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΚΑΛΟΥΨΗΣ Σ. Επίδραση της προπόνησης στην αερόβια ικανότητα και σύσταση του σώματος αρχαρίων κωπηλατών. *Κινησιολογία*, Τομ. 2, Νο. 1, σελ. 22-31, 1997. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να διερευνηθεί η επίδραση της κωπηλατικής προπόνησης στην αερόβια ικανότητα και σωματική σύσταση ατόμων περιηβικής ηλικίας. Εξετάστηκαν 105 άτομα (61 αγόρια και 44 κορίτσια) ηλικίας 11.8 έως 14.8 ετών. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε 4 ομάδες (μία αρχαρίων κωπηλατών, $n=32$ και μία αρχαρίων κωπηλατριών, $n=24$). Για κάθε πειραματική ομάδα υπήρχε και αντίστοιχη ομάδα ελέγχου από μαθητές ($n=29$) και μαθήτριες ($n=20$), οι οποίοι δε συμμετείχαν σε συγκεκριμένο πρόγραμμα προπόνησης. Η προπόνηση των κωπηλατών απέβλεπε στην εκμάθηση της τεχνικής του αθλήματος και στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και γινόταν 5 φορές την εβδομάδα για έξι μήνες. Το ανάστημα, το σωματικό βάρος, η σύσταση του σώματος και η ικανότητα αερόβιου έργου (IAE_{170}) μετρήθηκαν και αξιολογήθηκαν πριν και μετά το προπονητικό πρόγραμμα καθώς επίσης αναλύθηκαν και οι διαφορές μεταξύ προπονημένων και απροπονητών ομάδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στην IAE_{170} για τις πειραματικές ομάδες ($p<0.001$), ενώ δεν παρουσιάστηκε κάτι ανάλογο στις ομάδες ελέγχου. Το ανάστημα, το σωματικό βάρος και το άλιπο σωματικό βάρος σε όλες τις ομάδες παρουσίασε στατιστικά σημαντική αύξηση. Η διαφορά της εκατοστιαίας αναλογίας του λιπώδους σωματικού ιστού μειώθηκε σημαντικά ($p<0.01$) στις πειραματικές ομάδες, ενώ στις ομάδες ελέγχου αυξήθηκε. Επίσης οι κωπηλάτες υπερείχαν των κωπηλατριών ως προς το ανάστημα ($p<0.01$), το άλιπο σωματικό βάρος ($p<0.05$) και την απόλυτη IAE_{170} σε Watts ($p<0.05$). Συμπερασματικά, παρουσιάστηκε στους αρχάριους κωπηλάτες και κωπηλάτριες βελτίωση της IAE_{170} και μείωση του λιπώδους ιστού κατά τη διάρκεια τέλεσης του προπονητικού προγράμματος.

Λέξεις κλειδιά: ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ, ΚΩΠΗΛΑΣΙΑ

Η κωπηλασία στην αγωνιστική της μορφή απαιτεί υψηλή συναρμοστική ικανότητα μεταξύ των άνω και κάτω άκρων και του κορμού, που συμμετέχουν ενεργά καθώς επίσης και σχετικά υψηλή μυϊκή δύναμη και αντοχή που εφαρμόζεται σε υψηλούς κωπηλατικούς ρυθμούς (Rodriguez 1990, Korner 1993, Nilsen 1993). Ενώ αντιθετα η μάθηση της τεχνικής του αθλήματος στα αρχικά της στάδια απαιτεί μικρή σχετικά δύναμη και αντοχή ενώ είναι αναγκαία η ανάπτυξη της ισορροπιστικής ικανότητας (Καλουψής 1996). Η καταλληλότερη ηλικία για την έναρξη της μάθησης της τεχνικής της κωπηλασίας είναι 10-12 ετών (Adam 1977, Schroder 1987, Korner 1993). Με αυτό το σκεπτικό θεσπίστηκε η λειτουργία των αθλητικών τάξεων σε ορι-

σμένα Γυμνάσια της χώρας μας όπου άρχισε να διδάσκεται η κωπηλασία από την ηλικία των 12 ετών με σκοπό οι αρχάριοι να μάθουν σωστά τις βασικές κινήσεις της τεχνικής στα δύο επόμενα χρόνια. Παράλληλα δίδεται ικανοποιητικό χρονικό διάστημα και για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης των κωπηλατών που απαιτείται πριν από την πρώτη αγωνιστική δραστηριότητά τους στην κατηγορία των παιδών 15-16 ετών. Η επίδραση της προπόνησης στην αερόβια ικανότητα ατόμων περιηβικής ηλικίας αποτέλεσε αντικείμενο πολλών ερευνών με αντιφατικά συμπεράσματα. Στις έρευνές τους οι Stewart et al. 1976, Gatch et al. 1979, Yoshida et al. 1980 παρατήρησαν ότι δεν βελτιώθηκε η αερόβια ικανότητα στην ηλικία αυτή, ενώ οι Brown et al. 1972, Massicote et al. 1974, Weber et al. 1976, Vaccaro and Mahon 1987, Pate and Ward 1990 διαπίστωσαν αύξηση της αερόβιας ικανότητας. Επίσης ο Klissouras (1976) μέτρησε γνησιοδιδύμους ηλικίας 13 ετών που υποβλήθηκαν σε προπόνηση και τους αδελφούς τους που δεν προπονήθηκαν και παρατήρησε ότι και οι 2 ομάδες είχαν την ίδια βελτίωση στην αερόβια ικανότητα.

Υπάρχουν ελάχιστες διεθνώς βιβλιογραφικές πηγές που να αναφέρονται στα σωματομετρικά και εργομετρικά χαρακτηριστικά των αρχαρίων κωπηλατών και κωπηλατριών παιδικής ηλικίας (Katulan et al. 1980, Malina and Bouchard 1991, Piotrowicki et al. 1992, Korner 1993).

Στην Ελληνική βιβλιογραφία δεν υπάρχει καμία εργασία που να αναφέρεται σε αρχάριους κωπηλάτες.

Η μελέτη αυτή έχει σκοπό να απαντήσει στο ερώτημα εάν και κατά πόσο μπορεί να επηρεαστεί η σωματική ανάπτυξη και ικανότητα αερόβιου έργου σε αγόρια και κορίτσια ηλικίας 12-14 ετών έπειτα από συστηματική προπόνηση, που έχει σκοπό την εκμάθηση της τεχνικής της κωπηλασίας.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δοκιμαζόμενοι. Συνολικά έλαβαν μέρος 61 αγόρια και 44 κορίτσια που ήταν μαθητές και μαθήτριες της Α' και Β' τάξης των Γυμνασίων του Βόλου, των Ιωαννίνων, της Καστοριάς και της Μυτιλήνης, όπου λειτουργούν αθλητικές τάξεις και διδάσκεται η κωπηλασία. Οι πειραματικές ομάδες που υποβλήθηκαν σε προπόνηση αποτελούνταν από 32 αγόρια (Α' τάξη n=15 ηλικίας 12.7 ± 0.2 ετών, Β' τάξη n=17 ηλικίας 13.8 ± 0.3 ετών) και 24 κορίτσια (Α' τάξη n=12 ηλικίας 12.8 ± 0.1 ετών, Β' τάξη n=12 ηλικίας 13.8 ± 0.2 ετών). Για κάθε πειραματική ομάδα υπήρχε και η αντίστοιχη ελέγχου (αγόρια Α' τάξη n=14 ηλικίας 12.9 ± 0.4 , Β' τάξη n=15 13.6 ± 0.5 ετών) και κορίτσια (Α' τάξη n=10 ηλικίας 12.6 ± 0.3 , Β' τάξη n=10, 13.8 ± 0.2 ετών). Οι ομάδες ελέγχου αποτελούνταν από μαθητές του ίδιου σχολείου που ακολουθούσαν ανελλιπώς το πρόγραμμα φυσικής αγωγής του σχολείου και διέθεταν τον ελεύθερο χρόνο τους παίζοντας, σπανίως, διάφορες αθλοπαιδιές, χωρίς συγκεκριμένο πρόγραμμα. Η επιλογή των δοκιμαζόμενων σε ομάδες προπόνησης (πειραματικές) έγινε με βάση τη χρονολογική ηλικία και το προπονητικό επίπεδο, ενώ σε ομάδες ελέγχου έγινε τυχαία.

Μετρήσεις. Μετρήθηκαν σωματομετρικές και εργομετρικές μεταβολές πριν και μετά την προπόνηση και υπολογίστηκε ψηφιακά η ηλικία σε έτη. Συγκεκριμένα μετρήθηκε το ανάστημα, το σωματικό βάρος, το λίπος και η Ικανότητα Αερόβιου Έργου (IAE_{170}).

Η μέτρηση του αναστήματος των εξετασθέντων ατόμων έγινε σε αναστημόμετρο (τύπου Sega sev 91, England) με τη ράχη εφραπτόμενη στον άξονα του αναστημόμετρου χωρίς υποδήματα. Η μέτρηση γινόταν δύο φορές και καταγραφόταν η μεγαλύτερη τιμή σε εκατοστά. Η μέτρηση του σωματικού

βάρους έγινε με ηλεκτρονικό ζυγό (S sega alpha modell 770, England) με ακρίβεια 0.1 χιλιόγραμμα. Η βαθμονόμηση του ζυγού γινόταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε 10 μετρήσεις). Όλα τα άτομα εξετάστηκαν το πρωί, ενώ ήταν νηστικά ύστερα από διούρηση και έφεραν την ελάχιστη αθλητική περιβολή. Ο υπολογισμός της σωματικής σύστασης έγινε με τη μέθοδο των δερματοπτυχώσεων χρησιμοποιώντας μηχανικό δερματοπτυχόμετρο τύπου John Bull. Η κάθε πτυχή μετρήθηκε δύο φορές και λαμβανόταν υπόψη ο μέσος όρος, εφόσον η διαφορά ήταν μικρότερη από 0.2 mm. Μετρήθηκαν οι εξής δερματοπτυχές: η δικεφαλική πτυχή του βραχιονίου μυός, η τρικεφαλική πτυχή του βραχιονίου μυός, η υποωμοπλατιαία πτυχή και η υπερλαγόνια πτυχή. Η εκατοστιαία σύσταση του σώματος σε λίπος και σε άλιπη σωματική μάζα υπολογίστηκε με βάση τις εξισώσεις των Durnin and Rahaman (1967), οι οποίες είναι κατάλληλες για παιδιά περιηβικής ηλικίας.

Η δοκιμασία της Ικανότητας Αερόβιου Έργου (IAE₁₇₀) έγινε με το κυκλοεργόμετρο (Monark 818E, Sweden), με ηλεκτρονική ένδειξη των στροφών. Η θερμοκρασία του δωματίου κατά τη διάρκεια της εξέτασης ήταν 18±1°C και απέναντι από τον κάθε δοκιμαζόμενο υπήρχε ηλεκτρικός ανεμιστήρας. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκε και μετρονόμος για την τήρηση ποδηλάτησης με ρυθμό εξήντα (60) στροφών το λεπτό. Η δοκιμασία πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις των τριών λεπτών η καθεμία (Sjostrand 1947, Franz et al. 1981, Κλεισούρας 1991). Η προσαύξηση του φορτίου στην αρχή κάθε φάσης γινόταν με βάση τους καρδιακούς παλμούς του δοκιμαζόμενου και τους αναλυτικούς πίνακες, με ελάχιστη επιβάρυνση 0.1 kg (Council of Europe 1983). Ο υπολογισμός της IAE₁₇₀ σε Watts έγινε με την παρακάτω μαθηματική εξίσωση που αφορούσε το φορτίο εκτελούμενου έργου και την αντίστοιχη καρδιακή συχνότητα των δύο τελευταίων εργομετρικών φάσεων:

$$IAE_{170} = \frac{(W_3 - W_2)}{(K\Sigma_3 - K\Sigma_2)} \times (170 - K\Sigma_3) + W_3$$

IAE₁₇₀ συμβολίζει την Ικανότητα Αερόβιου Έργου που αντιστοιχεί σε καρδιακή συχνότητα 170 παλμών ανά λεπτό και η οποία εκφράζεται σε Watts. Ο αριθμητής της εξίσωσης συμβολίζει τα φορτία της τρίτης και δεύτερης εργομετρικής φάσης και ο παρονομαστής της καρδιακής συχνότητας της τρίτης και δεύτερης φάσης. Όταν η προσδιοριζόμενη IAE₁₇₀ διαιρεθεί με το ατομικό σωματικό βάρος του μετρηθέντος ατόμου, το εξαγόμενο πηλίκο αφορούσε τη σχετική (IAE₁₇₀) σε Watt ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους. Το πηλίκο αυτό αποτελεί αξιόπιστο δείκτη της εργομετρικής απόδοσης των δοκιμαζόμενων (Κλεισούρας 1991). Οι καρδιακοί παλμοί μετρήθηκαν με ηλεκτρονικό τηλεμετρητή (Sportester Pollar) για περισσότερη αξιοπιστία και συντομία υπολογισμού της ανάλογης επιβάρυνσης, η οποία τοποθετείτο στην αρχή κάθε φάσης.

Στατιστική ανάλυση. Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος συνδιακύμανσης μιας κατεύθυνσης (one way ANOVA) σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ($p < 0.05$) για όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές στην αρχή και το τέλος του προπονητικού προγράμματος (πριν και μετά). Επίσης χρησιμοποιήθηκε η ίδια στατιστική μέθοδος για τη σύγκριση των διαφορών (μετά-πριν) μεταξύ των πειραματικών

ομάδων και των αντίστοιχων ομάδων ελέγχου καθώς επίσης και μεταξύ των κωπηλατών και κωπηλατριών.

Προπονητικό πρόγραμμα

Σκοπός του προπονητικού προγράμματος ήταν η εκμάθηση της τεχνικής του αθλήματος και η βελτίωση της φυσικής κατάστασης των δοκιμαζόμενων. Το πρόγραμμα διήρκεσε 6 μήνες. Κάθε εβδομάδα πραγματοποιούνταν πέντε προπονήσεις. Η προπονητική διαδικασία γινόταν το πρωί (7.30 έως 9.00 π.μ.), διαρκούσε ενενήντα λεπτά ως εξής: προθέρμανση (15'), κύριο μέρος (60') και αποθεραπεία (15'). Η προθέρμανση περιελάμβανε τρέξιμο, ασκήσεις για τη βελτίωση της κινητικότητας των αρθρώσεων και για τη σταδιακή ενδυνάμωση των μυών.

Το κύριο μέρος της προπόνησης απέβλεπε στην:

α) Στην εκμάθηση των βασικών κινήσεων της κωπηλατικής τεχνικής, του κωπηλατικού ρυθμού, της ισορροπίας του σώματος, της αντοχής, του συγχρονισμού και εν μέρει της κωπηλατικής ταχύτητας. Η προπόνηση γινόταν σε λέμβο ή σε κωπηλατήριο ή σε κωπηλατοεργόμετρο με ένταση που κυμαινόταν μεταξύ 60%-80% της ατομικής μέγιστης καρδιακής συχνότητας (124-165 κτύποι/λεπτό). Κατά τη διάρκεια της προπόνησης στο νερό τα άτομα κωπηλατούσαν αποστάσεις 5 έως 7 χιλιομέτρων με ατομικές ή ομαδικές λέμβους τύπου Skiff ή Διπλού Skiff. Ως λέμβος εκπαίδευσης επιλέχθηκε κυρίως το Skiff γιατί είναι η πιο ευαίσθητη από πλευράς ισορροπίας και απαιτεί ακριβείς χειρισμούς κινήσεων των κουπιών με σχετικά μικρή δύναμη και επιπλέον, συμβάλλει στην αμφίπλευρη και αρμονική ανάπτυξη του σώματος και ακόμη στηρίζεται στις αρχές της κυβερνητικής μεθόδου (Held and Kreib 1973, Adam 1977, Καλουπής 1980, Schroder 1987, Nilsen 1990). Οι αρχάριοι κωπηλατούσαν με συχνότητα 18 έως 24 κουπιές το λεπτό. Όταν η προπόνηση εκτελείτο στο κωπηλατήριο ή στο κωπηλατοεργόμετρο (Concept II USA), τα άτομα κωπηλατούσαν επί τέσσερα δεκάλεπτα με ενδιάμεσο διάλειμμα ανάπαυσης πέντε λεπτών. Τα ποσοστά της καταβαλλόμενης έντασης υπολογίστηκαν με τη μέθοδο Cooper et al. (1977) για τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα. Η ειδική αυτή προπονητική διαδικασία διήρκεσε συνολικά 72 ώρες και κάλυψε το 55% του συνολικού προπονητικού χρόνου. Η αποθεραπεία περιλάμβανε δεκαπεντάλεπτες ασκήσεις διατακτικές και άλλες ήπιας έντασης, με σκοπό την αποκατάσταση των λειτουργιών του οργανισμού.

β) Απέβλεπε στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης με ιδιαίτερη έμφαση στην αντοχή και στη δύναμη. Η προπόνηση του είδους αυτού γινόταν στη ξηρά με ένταση 60-85% της ατομικής μέγιστης καρδιακής συχνότητας (124-175 κτύποι/λεπτό) με ποικιλία δραστηριοτήτων, όπως τρέξιμο, κυκλική προπόνηση με ή χωρίς επιβάρυνση, επιλεγμένες ασκήσεις με βάρη έως 50% της μέγιστης ατομικής δύναμης και συνασκήσεις. Η προπονητική αυτή διαδικασία διήρκεσε 58 ώρες και κάλυψε το 45% του χρόνου της συνολικής προπόνησης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι μέσες τιμές (X) και οι τυπικές αποκλίσεις ($\pm$ SD) των εξαρτημένων σωματομετρικών μεταβλητών καταγράφηκαν και παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Το Σχήμα 1 απεικονίζει τις μεταβολές της απόλυτης IAE₁₇₀ σε Watt που παρουσίασαν όλες οι ομάδες στην αρχή και το τέλος του προπονητικού προγράμματος. Οι πειραματικές ομάδες παρουσίασαν βελτίωση της απόλυτης

ικανότητας αεροβίου έργου 170 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ($p < 0.001$).

Πίνακας 1: Σωματομετρικές μέσες τιμές (X) και τυπικές αποκλίσεις ($\pm$ SD) κωπηλατών, κωπηλατριών και αντίστοιχων ομάδων ελέγχου .

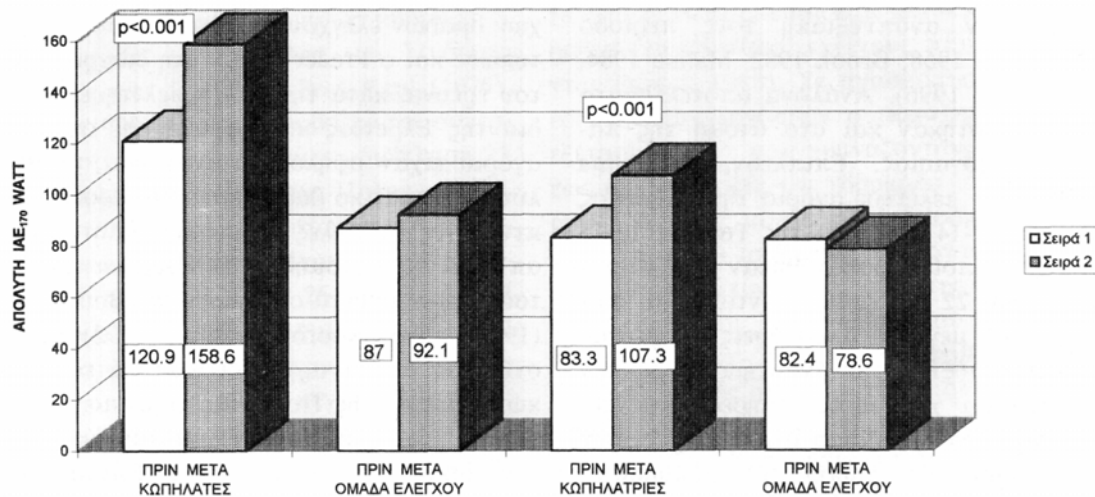
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΚΩΠΗΛΑΤΕΣ n=32		ΟΜ. ΕΛΕΓΧΟΥ n=29		ΚΩΠΗΛΑΤΡΙΕΣ n=24		ΟΜ. ΕΛΕΓΧΟΥ n=20	
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΗΛΙΚΙΑ (Ψηφιακή)	13,3	13,9***	13,2	13,8***	13,3	13,9***	13,2	13,8***
Έτη	± 0.6	± 0.6	± 0.6	± 0.6	± 0.6	± 0.6	± 0.7	13,20.7
ΑΝΑΣΤΗΜΑ	166.1	169.7***	157.6	161.1***	162.2	164.2***	157.0	160.0***
cm	± 0.08	± 0.08	± 0.08	± 0.06	± 0.06	± 0.05	± 0.1	± 0.09
ΣΩΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	57.8	61.5***	50.6	54.6***	55.8	57.9***	52.9	54.8***
kg	± 9.1	± 8.8	± 9.6	± 9.8	± 9.6	± 8.9	± 12.9	± 12.7
ΑΛΙΠΟ ΣΩΜΑΤΙΚΟ	46.4	49.8***	40.5	43.5***	42.8	44.6*	40.2	41.4NS
ΒΑΡΟΣ kg	± 6.8	± 6.7	± 5.2	± 5.3	± 5.9	± 5.2	± 8.2	± 7.9
ΣΩΜΑΤΙΚΟ ΛΙΠΟΣ	19.5	18.8*	19.2	19.5NS	22.9	22.6NS	23.2	23.5NS
%	± 4.0	± 3.9	± 5.5	± 5.8	± 3.9	± 3.9	± 5.1	± 4.8

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, αναφέρονται στο επίπεδο σημαντικότητας ανάμεσα στις διαφορές που προέκυψαν πριν και μετά την προπόνηση

Το Σχήμα 2 απεικονίζει τις μεταβολές (πριν-μετά) της σχετικής IAE_{170} σε watt/kg^{-1} . Οι πειραματικές ομάδες παρουσίασαν βελτίωση που αξιολογείται στατιστικά σε επίπεδο σημαντικότητας ($p < 0.001$). Αντίθετα η ομάδα ελέγχου των αγοριών δεν παρουσίασε καμία μεταβολή, ενώ των κοριτσιών μειώθηκε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < 0.05$).

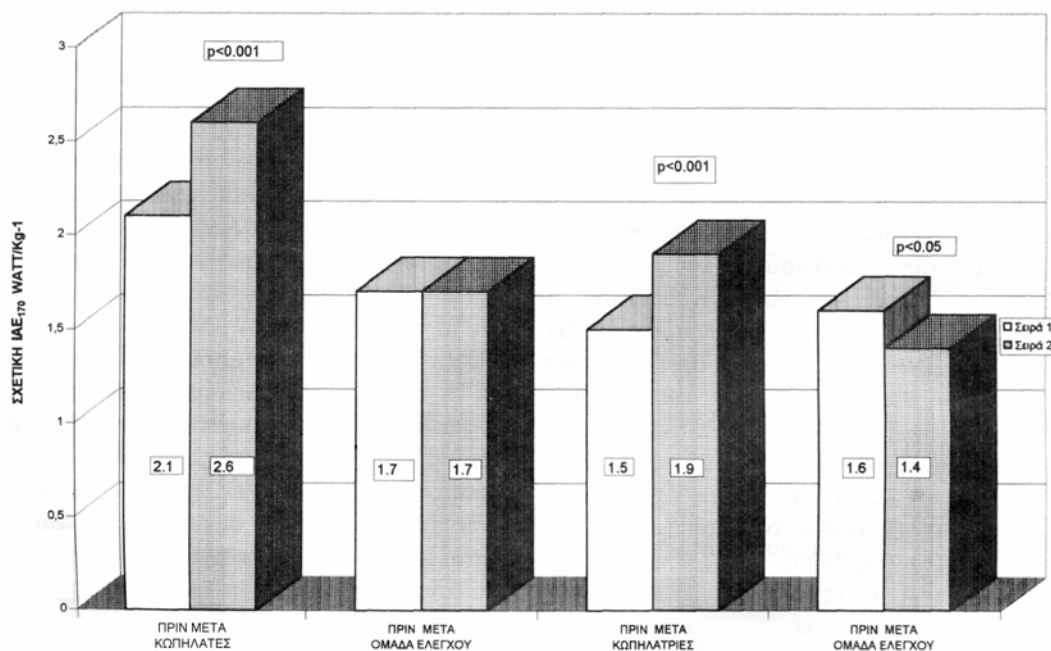
Όταν συγκρίθηκαν οι διαφορές (μετά-πριν) μεταξύ των πειραματικών ομάδων και των αντίστοιχων ομάδων ελέγχου, παρουσιάστηκαν τα εξής αποτελέσματα: Στις μεταβλητές του αναστήματος, του σωματικού βάρους και του αλίπου σωματικού βάρους δεν παρουσιάστηκαν διαφορές οι οποίες να αξιολογούνται στατιστικά αφού ακολούθησαν περίπου την ίδια αύξηση. Στη μεταβλητή της εκατοστιαίας ποσότητας του σωματικού λίπους παρουσιάστηκε μείωση των τιμών στους κωπηλάτες κατά -0.67 ± 1 ενώ της ομάδας ελέγχου αύξηση κατά 0.25 ± 1.1 . Η διαφορά αυτή αξιολογείται στατιστικά σε επίπεδο ($p < 0.01$). Ανάλογη μεταβολή παρουσιάστηκε και στις κωπηλάτριες -0.35 ± 0.6 και αύξηση στην ομάδα ελέγχου κατά 0.28 ± 0.9 ($p < 0.01$). Επίσης, η απόλυτη IAE_{170} αυξήθηκε στην ομάδα των κωπηλατών κατά 37.69 ± 22.9 Watts και στην ομάδα ελέγχου κατά 5.03 ± 11.1 Watts. Η διαφορά αυτή παρουσίασε στατιστικά σημαντική μεταβολή ($p < 0.001$). Ανάλογη αύξηση παρουσίασαν οι

κωπηλάτες στη σχετική IAE_{170} κατά $0.49 \pm 0.3 \text{ Watt/Kg}^{-1}$ ενώ της ομάδας ελέγχου παρέμεινε αμετάβλητη η οποία αξιολογείται στατιστικά, σε επίπεδο ($p < 0.001$).



Σχήμα 1. Μεταβολές της απόλυτης IAE_{170} όλων των ομάδων στην αρχή και το τέλος του προπονητικού προγράμματος

Επίσης και οι κωπηλάτριες αύξησαν τη σχετική τους IAE_{170} κατά $0.37 \pm 0.3 \text{ Watt/Kg}^{-1}$ ενώ η αντίστοιχη ομάδα ελέγχου μείωσε κατά $-0.15 \pm 0.2 \text{ Watt/Kg}^{-1}$ η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($p < 0.01$). Ανάλογη αύξηση παρουσίασε το άλιπο σωματικό βάρος ($p < 0.05$) και η απόλυτη IAE_{170} ($p < 0.005$) των κωπηλατριών.



Σχήμα 2. Μεταβολές της σχετικής IAE_{170} στην αρχή και το τέλος του προπονητικού προγράμματος

Κατά τη σύγκριση των διαφορών μεταξύ των προπονημένων αγοριών και κοριτσιών διαπιστώθηκε ότι οι κωπηλάτες υπερείχαν των κωπηλατριών στο ανάστημα σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό ($p < 0.01$), στο άλιπο σωματικό βάρος ($p < 0.05$) και στην απόλυτη IAE_{170} ($p < 0.05$).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι μεταβλητές των μέσων τιμών του αναστήματος και του σωματικού βάρους όλων των ομάδων παρουσίασαν αύξηση στατιστικά σημαντική ($p < 0.001$). Η άλιπη σωματική μάζα των αγοριών (κωπηλατών και ομάδας ελέγχου) αυξήθηκε σημαντικά σε επίπεδο ($p < 0.001$) και των κωπηλατριών ($p < 0.05$). Η αύξηση αυτή ήταν αναμενόμενη, αφού τα εξετασθέντα άτομα είχαν χρονολογική ηλικία, κατά την οποία συνήθως στον ανθρώπινο οργανισμό παρουσιάζεται αλματώδης ανάπτυξη των σωματικών μεγεθών, όπως είναι το ανάστημα, το σωματικό βάρος, το εύρος κορμού και η μυϊκή σύσταση (Parizkova 1977, Prader 1983, Clarke et al. 1984, Νικολόπουλος 1990). Σύμφωνα με μερικές έρευνες, ο ρυθμός αύξησης του αναστήματος ατόμων που ασκούνταν συστηματικά, σε σύγκριση με άλλα συνομήλικα που δεν ασκούνταν, δεν προάγεται, ούτε επιβραδύνεται, όταν διανύουν την αναπτυξιακή τους περίοδο (Parizkova 1968, Brook 1982, Malina 1984, Καλουψής 1996). Ανάλογα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και στα άτομα της παρούσας εργασίας. Επιπλέον, ο Malina (1994) που μελέτησε αγόρια της Πολωνίας ηλικίας 12-14 ετών και της Τσεχίας 12-15 ετών, τα οποία προπονήθηκαν για διάστημα 12 και 22 εβδομάδων, αντίστοιχα, διατρέχοντας μεγάλες αποστάσεις, διαπίστωσε ότι η αύξηση του αναστήματος με την πάροδο του χρόνου δεν επηρεάστηκε από την προπόνηση. Ακόμη ο ίδιος ερευνητής παρατήρησε ότι κωπηλάτες, κολυμβητές και δρομείς είχαν υψηλότερο ανάστημα από μη ενεργά αθλητικά συνομήλικα άτομα. Ανάλογη άποψη διετύπωσαν οι Kotulan et al. (1980), που παρατήρησαν νεαρά άτομα, τα οποία προπονούνται στην κωπηλασία, ποδηλασία και Χόκεϊ επί πάγο και διαπίστωσαν ότι η προπόνηση δεν επηρέασε το ρυθμό αύξησης του αναστήματός τους. Τα άτομα των πειραματικών ομάδων της παρούσας εργασίας, ιδιαίτερα των κωπηλατών, είχαν υψηλότερο ανάστημα από τα αντίστοιχα των ομάδων ελέγχου. Ανάλογα ευρήματα διατύπωσαν οι Νικολόπουλος (1990) και Μεσσήνης (1996) για κολυμβητές ηλικίας 10-13 ετών. Το υψηλότερο ανάστημα των πειραματικών ομάδων σε σχέση με εκείνο των ομάδων ελέγχου μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι γενικά προεπιλέγονται παιδιά τα οποία έχουν υψηλότερο ανάστημα, για να ασχοληθούν με τα άθλημα της κωπηλασίας. Το υψηλότερο ανάστημα, που αναλογικά συνοδεύεται και από μεγάλα άνω και κάτω άκρα, συμβάλλει αποτελεσματικά στο μεγάλο σχετικά «τόξο κουπιάς» κατά τη διάρκεια της κωπηλασίας, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μεγαλύτερης ταχύτητας της λέμβου, εφόσον συνδυαστεί και με την ανάλογη δύναμη τραβήγματος του κουπιού (Nilsen 1993, Καλουψής 1996).

Οι μέσες τιμές του αναστήματος του σωματικού βάρους και της άλιπης σωματικής μάζας των κωπηλατών της παρούσας εργασίας ήταν υψηλότερες των αντίστοιχων ομάδων ελέγχου. Ανάλογη άποψη διατύπωσε και ο Prader (1983) στη διαχρονική του έρευνα, κατά την οποία μελέτησε παιδιά της Ελβετίας και παρατήρησε ότι τα αγόρια είχαν υψηλότερο ανάστημα, μεγαλύτερο σωματικό βάρος και ιδιαίτερα αναπτυγμένες τις άλλες σωματικές διαστάσεις απ' ό,τι τα συνομήλικα αθλούμενα κορίτσια. Επιπρόσθετα οι Malina και Bouchard (1991) και ο Piotrowski et al. (1992) υποστήριξαν ότι οι

αρχάριοι κωπηλάτες και κωπηλάτριες της Πολωνίας είχαν μεγαλύτερους σωματικούς δείκτες απ' αυτούς που δεν ασκούσαν συστηματικά. Επίσης, η Μαριδάκη (1994) αναφέρει ότι η αύξηση του σωματικού βάρους οφείλεται κυρίως στην αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας (σκελετός, μύες) σε συνάρτηση και με τη βελτιωμένη διατροφή. Η άποψη αυτή είναι σύμφωνη και με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, που προέκυψαν από όλες τις πειραματικές ομάδες αγοριών και κοριτσιών.

Η εκατοστιαία αναλογία του λιπώδους σωματικού ιστού στα άτομα των κωπηλατών παρουσίασε μείωση των μέσων τιμών, η οποία αξιολογείται στατιστικά σε επίπεδο σημαντικότητας ($p < 0.05$). Αντίθετα τα άτομα των ομάδων ελέγχου, που δεν ασκούσαν συστηματικά, αύξησαν τις μέσες τους τιμές. Όταν συγκρίθηκαν οι μέσες τιμές των διαφορών (μετά-πριν) μεταξύ πειραματικών και ομάδων ελέγχου στην ίδια παράμετρο έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.01$). Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν και με την άποψη των (Malina 1984, και Malina et al. 1990) οι οποίοι υποστήριξαν ότι η συστηματική άσκηση παιδιών και εφήβων, που απαιτεί σημαντική ενεργειακή δαπάνη, όπως συμβαίνει στο άθλημα της κωπηλασίας, συμβάλλει στον περιορισμό του ποσοστού του σωματικού λίπους. Επίσης, είναι γνωστό ότι άτομα, που υποβάλλονται σε προπόνηση μακράς διάρκειας και μέτριας έντασης σε σύγκριση με το προπονητικό πρόγραμμα που ακολούθησαν οι κωπηλάτες και κωπηλάτριες της εργασίας αυτής, χρησιμοποιούν ως κύρια καύσιμη ύλη το λιπαρά οξέα και λιγότερο υδατάνθρακες και πρωτεΐνες Keul (1975), Malina (1990). Ο Piotrowski και οι συνεργάτες του, που μελέτησαν τη διάπλαση 23 αρχαρίων κωπηλατριών της Πολωνίας ηλικίας 14-17.5 ετών, διαπίστωσαν ότι οι συγκεκριμένες αθλήτριες είχαν υψηλό ποσοστό σωματικού λίπους $25.28 \pm 4.51\%$ και αυξημένη άλιπη σωματική μάζα 42.29 ± 1.21 σε σύγκριση με πιο προχωρημένες κωπηλάτριες της ίδιας χώρας μεγαλύτερης όμως ηλικίας 17.5-20.0 ετών που είχαν ποσοστό σωματικού λίπους $20.69 \pm 3.35\%$ και άλιπη σωματική μάζα 42.89 ± 1.16 (Piotrowski et al. 1992). Οι μέσες τιμές του ποσοστού του σωματικού λίπους των κωπηλατριών στην τελική μέτρηση ήταν $22.6 \pm 3.9\%$ στην παρούσα εργασία και της άλιπης $44.6 \pm 5.2\%$. Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές των κωπηλατριών της Πολωνίας και των Ελληνίδων διαπιστώνουμε ότι οι Ελληνίδες (μικρότερης ηλικίας) είχαν λιγότερο ποσοστό σωματικού λίπους και αυξημένη άλιπη σωματική μάζα.

Η ικανότητα αερόβιου έργου 170 τόσο η απόλυτη σε Watt όσο και η σχετική σε Watt/Kg^{-1} των κωπηλατών και κωπηλατριών παρουσίασε αύξηση σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < 0.001$). Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα και συμφωνούν με την άποψη ότι η αερόβια ικανότητα αυξάνει όταν τα άτομα διανύουν την αναπτυξιακή τους ηλικία (Κλεισούρας 1976, Lussier et al. 1977, Vaccaro et al. 1978, Vaccaro and Mahon 1987, Pate and Ward 1990). Πιθανή εξήγηση αποδίδεται στην άσκηση αλλά και στην επίδραση των ορμονικών εκκρίσεων και συγκεκριμένα των στεροειδών του φύλου και στις αναπτυξιακές ορμόνες, που παρουσιάζονται στα άτομα της περιηβικής ηλικίας, ανάλογης δηλαδή ηλικίας με αυτή που είχαν τα άτομα της εργασίας αυτής. Φαίνεται ότι υπάρχει ένα κρίσιμο σημείο (ενδεχομένως η περίοδος της ενήβωσης), πριν από το οποίο ελάχιστες προσαρμογές από την προπόνηση αναμένονται, ενώ κατά τη διάρκεια και μετά από αυτή παρουσιάζεται μεγαλύτερη αερόβια ικανότητα σ' εκείνους που ασκούνται (Katch 1983). Σε ανασκόπηση εννέα ερευνητικών εργασιών ο Rowland (1985) εξέτασε παιδιά που γυμνάζονταν από 15' έως 60' 3-5 φορές την εβδομάδα με ένταση 60%-90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Στις έξι από αυτές τις

εργασίες διαπιστώθηκε βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου δια σωματικού βάρους (VO_{2max}/Kg) από 7%-26%. Οι κωπηλάτες της εργασίας αυτής αύξησαν την απόλυτη τους IAE_{170} κατά 31.18% και οι κωπηλάτριες κατά 28.81%. Η παρατήρηση των αποτελεσμάτων μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι μέσες τιμές του πειραματικού σχεδιασμού της εργασίας αυτής υπερέβησαν κατά πολύ τα ανώτερα όρια, που διατύπωσε ο Rowland στην ανασκόπηση των εργασιών του 1985. Οι Pate and Ward (1990) στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας τους σχετικά με την προπόνηση παιδιών διατύπωσαν ότι η προπόνηση με αντιστάσεις βελτίωσε τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}/Kg) που κυμαινόταν από 1.3%-20.5%, ενώ των ομάδων ελέγχου της ίδιας εργασίας από -3.3% έως -9.9%. Τα αποτελέσματα των κωπηλατών της εργασίας αυτής ήταν αυξημένα κατά 23.81% ως προς τη σχετική IAE_{170} και των κωπηλατριών κατά 26.67%. Των ομάδων ελέγχου όμως, κυμάνθηκαν από 0% έως 12.5%. Από τη σύγκριση των μέσων τιμών της εργασίας αυτής και του Rowland (1985) διαπιστώνει εύκολα κανείς ότι οι κωπηλάτες και κωπηλάτριες της εργασίας αυτής αύξησαν κατά πολύ περισσότερο τη σχετική τους αερόβια ικανότητα κατά τη διάρκεια του προπονητικού προγράμματος. Οι Kobayashi et al. (1978) που μέτρησαν παιδιά της Ιαπωνίας, διαπίστωσαν ότι οι προπόνηση σε μετέφηβους δοκιμαζόμενους απέφερε καλύτερα αποτελέσματα στη φυσική τους κατάσταση απ' ό,τι θα συνέβαινε στους προέφηβους.

Εκείνο που πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερο είναι ότι οι κωπηλάτες και κωπηλάτριες της εργασίας αυτής παρόλη τη σημαντική αύξηση του σωματικού τους βάρους κατόρθωσαν να αυξήσουν και τη σχετική τους αερόβια ικανότητα σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Η βελτίωση αυτή αξιολογείται θετικότερα, όταν το βάρος του σώματος του αθλητή παραμένει σταθερό ή όταν αυξάνεται, αλλά παράλληλα αυξάνεται και η παραγόμενη ενέργεια σε Watt ανά χιλιόγραμμο του (Κλεισούρας 1991). Στις ομάδες ελέγχου όμως των κοριτσιών, φαίνεται ότι η αύξηση του σωματικού βάρους επέδρασε αρνητικά στη σχετική ικανότητα αερόβιου έργου, η οποία παρουσίασε στατιστικά σημαντική αρνητική διαφορά ($p < 0.05$). Συμπερασματικά, το προπονητικό πρόγραμμα επέδρασε θετικά στις ομάδες των κωπηλατών και κωπηλατριών οι οποίες αφενός μείωσαν το ποσοστό του σωματικού λίπους χωρίς να ακολουθήσουν καμία αγωγή από πλευράς διατροφής και παράλληλα αύξησαν την απόλυτη και σχετική ικανότητα αερόβιου έργου. Επίσης οι κωπηλάτες υπερέιχαν των κωπηλατριών στο ανάστημα, το άλιπο σωματικό βάρος και την απόλυτη IAE_{170} .

Εκφράζονται θερμές ευχαριστίες στους Ν. Γελαδά, Μ. Μαριδάκη, και Θ. Πλατάνου για τις πολύτιμες πληροφορίες τους ως προς την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων και τη στατιστική ανάλυση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ADAM K. *Rudertraining*. Limpert Verlag Gmbh, Bad Homburg Auflage 1977.
- BROOK C. *Growth assessment in childhood and adolescence*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1982.
- BROWN C., HARROWER J. and DEETER M. The effects of cross-country running on pre-adolescent girls. *Med. Sci. Sports*, 4:1, 1972.
- CLARKE D., VACCARO P. and ANDERSEN N. Physiological alterations in 7 to 9 years -old boys to following a season of competitive wrestling. *Research Quarterly tor Exercise and Sport* 55: 318-322, 1984.
- COOPER K., PYRDY J., WHITE M., POLLACK A. and LINNERTUD A. Age-fitness Adjusted Maximal

- heart Rates. In: Brunnet and Joke (eds.) *The role of exercise in internal medicine*. S. Kargen Basel, 1977.
- COUNCIL OF EUROPE. *Handbook on testing Physical Fitness*. Strasbourg 1983.
- DURNIN J. and RAHAMAN M. The assesment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr* 21: 681-689 1967.
- FRANZ I., MEGER-ROSORIES R. and HELLEROWIEZ H. *Methodological aspects in the measurement of the PWC170*. Proc. 4th Intern. Seminar of Ergometry. Berlin 1981.
- HELD H. and KREIB F. *Vom anfangen zum rennruderer*. BLV Verlagsgesellschaft mbH. Munchen, 1973.
- GATCH W. and BYRD R. Endurance training and cardiovascular function in 9 and 10 year-old boys. *Arch Phys. Med. Rehab.* 60:574, 1979.
- ΚΑΛΟΥΨΗΣ Σ. Μεθοδική διδασκαλία της κωπηλασίας. Αθήνα 1980.
- ΚΑΛΟΥΨΗΣ Σ. *Επίδραση της κωπηλατικής προπόνησης αρρένων περιηβικής ηλικίας στα επίπεδα επιλεγμένων ανθρωπομετρικών, εργομετρικών και ορμονικών παραμέτρων που σχετίζονται με το ρυθμό βιολογικής ωρίμανσης*. Διδακτορική διατριβή Πανεπιστημίου Αθηνών. Αθήνα 1996.
- KATCH V. Physical conditioning of children. *J. Adol. Health Care* 3: 241-246, 1983.
- KEUL J. Muscle metabolism during long lasting exercise. In: *Metabolic adaptation to prolonged physical exercise* (ed. Howard and Poortmans) Birkhauser Verlag, Basel. 1975.
- KLISSOURAS V. Prediction of Athletic Performance: Genetic Considerations. *Canadian Journal of Sport Science* 1: 3-17, 1976.
- ΚΛΕΙΣΟΥΡΑΣ Β. *Εργομετρία. Μέτρηση της μυϊκής προσπάθειας*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1991.
- KOBAYASHI K., KITAMURA K., MIURA M., SODEUAMA H., MURASA Y., MIYASHITA M., MATSUI H. Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys. A longitudinal study. *Journal of Applied Physiology* 44: 666-672, 1978.
- KORNER T. *Background and experience with long term build-up programmes for high performance rowers*: FISA coast summer 4: 1-6, 13, 1993.
- KOTULAN J., REZNICKOVA M. and PLACHETA Z. Exercise and growth. In: Placteta, Z. (ed): *Youth and physical activity*, Pruo, J.t. Purkyne University, 61-117, 1980.
- LUSSIER L. and BUSKIRK E. Effects of an endurance training regimen on assessment of work capacity in pre-pubertal children. *Ann NY Academy of Sciences* 8: 734-747, 1977.
- MALINA R. Human growth maturation and regular physical activity. In Boileau R.A. (ed): *Advances in pediatric sport science. Biological issues. Human Kinetics Publ.* Champaign III, 1: 59-83, 1984.
- MALINA R., EVELD D., WOYNAROWSKA B. Growth and sexual maturation of active Polish Children 11-14 years of age. *Hermes* (Journal of the Institute of Physical Education, Catholic University of Leuven) 41-353. 1990.
- MALINA R., BOUCHARD C. *Growth, maturation and physical activity*. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois 1991.
- MALINA R. Physical Growth and Biological Maturation of Young Athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 22: 389-433, 1994.
- MALINA R.: Physical activity and training: effects on status and the adolescent growth spurt. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 26: 759-766, 1994.
- ΜΑΡΙΔΑΚΗ Μ. Άσκηση-ανάπτυξη και ωρίμανση. *Κινησιολογία* 1: 41-43, 1994.
- MASSICOTE D. and MAC NAD R. Cardio-respiratory adaptations to training at specified intensities in children. *Med. Sci. Sports Exerc.* 6:242, 1974.
- ΜΕΣΣΗΝΗΣ Δ. *Επίδραση της συστηματικής αερόβιας άσκησης στα επίπεδα της ολικής τεστοστερόνης, φυλοδεσμεντικής σφαιρίνης, του δείκτη των ελευθέρων ανδρογόνων, κορτιζόλης και προλακτίνης του ορού ανδρών και αγοριών προεφηβικής και πρώιμης εφηβικής ηλικίας*. Διδακτορική διατριβή Πανεπιστημίου Αθηνών. Αθήνα 1996.
- ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ Γ. *Σωματική και βιολογική ωρίμανση νεαρών προπονημένων κολυμβητών, συγκριτική μελέτη με βάση ακτινολογικά κριτήρια*. Διδακτορική διατριβή Πανεπιστημίου Αθηνών. Αθήνα 1990.
- NILSEN T. Elite sports and coaching trainability in children and youth. *Advances in sport Medicine and Fitness* 3: 35-37, 1990.
- NILSEN T. *Elite sports and coaching development of the future*. FISA coach 4: 4-6. 1993.
- PARIZKOVA J. Longitudinal study of the development of body composition and body build in boys of various physical activity. *Human Biology* 40: 212-223. 1968.
- PARIZKOVA J. *Body fat and physical Fitness*, Martinus Nishoff B.V. the Hagne, 1977.
- PATE R. and WARD D. Endurance exercise trainability in children and youth. *Advances in Sports Medicine and Fitness* 3: 35-37, 1990.
- PIOTOROWSKI I., SKRAD M., KRAWCZYK B. and MAILE G. Comatic indices of junior rowers as related to their athletic experience. *Biology of Sport* 9: 117-124, 1992.

- PRADER A. Biomedical and endocrinological aspect of normal growth and development. *Biomedical Aspects of Normal Growth* 1-21, 1983.
- RODRIGUEZ R., COOKS S. and SANDBORN P. Electromyographic analysis of rowing stroke biomechanics. *Journal of sport medicine and physical fitness* 30: 103-108 1990.
- ROWLAND T. Aerobic response to endurance training in prepubescent children: a critical analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17: 493-497 1985.
- SCHRODER W. Rudern. *Text und Abbildungen by Powohlt Taschenbuch Verlag GmbH*, Reindek die Hamburg 1978, Uberarbeitete Auflage 1987.
- SJOSTRAND D. Changes in the respiratory organs of work at one smelting works. *Acta. Med. Scand. Suppl.* 196: 687-699, 1947.
- STEWART K, and GUTIN B. Effects of physical training on cardiorespiratory fitness in children. *Quart.* 47: 110. 1976.
- VACCARO V. and CLARKE D. Cardiorespiratory alterations in 9-11 year-old children following a season of competitive swimming. *Med. Sci. Sports Exerc.* 10: 204-207, 1978.
- VACCARO P. and MAHON A. Cardiorespiratory responses to endurance training in children. *Sport Med.* 4: 352-363, 1987.
- WEBER G., KARTODIHARDJO W. and KLISSOURAS V. Growth and physical training with reference to heredity. *J Appl. Physiology* 40:211, 1976.
- YOSHIDA T., ISHIKO I. and MURAOKA I. Effect of endurance training on cardiorespiratory functions of 5-year-old children. *Int. J. Sports Med.* 1: 91, 1980.