

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΗΡΕΜΙΑΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ ΚΑΙ
ΑΓΥΜΝΑΣΤΑ ΑΤΟΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΟΝ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ**

του

Σπανού Κωνσταντίνου

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας στην κατεύθυνση «Μεγιστοποίηση Αθλητικής Επίδοσης ή Απόδοσης»

Κομοτηνή
2011

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1ος Επιβλέπων: Σάββας Τοκμακίδης, Καθηγητής

2ος Επιβλέπων: Ελένη Δούδα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

3ος Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Λαπαρίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κωνσταντίνος Σπανός: Μέτρηση μεταβολικού ρυθμού ηρεμίας σε αθλητές και αγύμναστα άτομα και παράγοντες που τον επηρεάζουν
(Με την επίβλεψη του κ. Σάββα Τοκμακίδη, Καθηγητή)

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετήσει αν η χρόνια συμμετοχή σε αγωνίσματα δύναμης και ομαδικά αθλήματα επηρεάζει τη συμμετοχή των ενεργειακών υποστρωμάτων και το μεταβολισμό ηρεμίας (MH). Συνολικά συμμετείχαν 78 άτομα ηλικίας 26.5 ± 2.3 έτη. Το δείγμα χωρίστηκε σε 4 πειραματικές ομάδες: αθλητές ομαδικών αθλημάτων ερασιτεχνικών κατηγοριών με προπονητική ηλικία 6.0 ± 3.1 έτη, αθλητές άρσης βαρών και bodybuilding με προπονητική ηλικία $3.0 \pm 1,8$ έτη, παχύσαρκα άτομα και υγιή άτομα (ομάδα ελέγχου), χωρίς προηγούμενη αθλητική εμπειρία. Πραγματοποιήθηκαν λιπομέτρηση, μετρήσεις του μεταβολισμού ηρεμίας, της VO_{2max} και της μέγιστης δύναμης. Η ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (One-Way ANOVA) έδειξε ότι τις μεγαλύτερες τιμές στο μεταβολισμό ηρεμίας παρουσίασαν οι αθλητές δύναμης (1814.5 ± 45.9 θερμίδες/ημέρα) και οι αθλητές ομαδικών αθλημάτων (1725.0 ± 48.9 θερμίδες/ημέρα) με τους αθλητές δύναμης να παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές ($p < 0.05$), ενώ τις χειρότερες η ομάδα των παχύσαρκων (1553.6 ± 68.6 θερμίδες/μέρα) και η ομάδα ελέγχου (1544.0 ± 52.3 θερμίδες/μέρα). Οι παχύσαρκοι παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές ($p < 0.05$) στο αναπνευστικό πηλίκιο ηρεμίας (0.831 ± 0.04) συγκριτικά με τους αθλητές ομαδικών αθλημάτων (0.764 ± 0.03), τους αθλητές δύναμης (0.775 ± 0.04) και την ομάδα ελέγχου (0.797 ± 0.03). Συνάγεται ότι τόσο η αερόβια όσο και η άσκηση με αντιστάσεις σχετίζονται με αυξημένο μεταβολισμό ηρεμίας και μεγαλύτερη συνεισφορά της λιπόλυσης στην παραγωγή ενέργειας.

Λέξεις κλειδιά: μεταβολισμός ηρεμίας, RQ, προπόνηση, σύσταση σώματος

ABSTRACT

Konstantinos Spanos: Factors influencing resting metabolic rate in athletes and untrained males

(Under the supervision of Savvas Tokmakides, Professor)

The purpose of this study was to examine if the long term participation in strength sports and team sports, influence the resting metabolic rate (RMR) and the respiratory quotient (RQ). Totally, 78 men participated (ages 26.5 ± 2.3 y). The sample separated in 4 experimental groups: athletes of team sports (6.0 ± 3.1 y training), athletes of weight lifting and bodybuilding ($3.0 \pm 1, 8$ y training), obese men and healthy men (control group), without previous athletic experience. RMR, RQ, body fat percentage, VO_{2max} and maximum strength were measured. The one-way ANOVA analysis showed that the highest values in RMR had the athletes of weight lifting and bodybuilding (1814.5 ± 45.9 cal/day) and the athletes of team sports (1725.0 ± 48.9 cal/day). The athletes of strength sports indicate higher values ($p < 0, 05$), while the minor values indicate the group of obese (1553.6 ± 68.6 cal/day). The RQ was significantly higher for the obese men (0.831 ± 0.04) ($p < 0, 05$) compared with the athletes of team sports (0.764 ± 0.03), the athletes of weight lifting and bodybuilding (0.775 ± 0.04) and the control group (0.797 ± 0.03). In conclusion, the long term participation in endurance exercise programs such as team sports and resistance training programs are related with high RMR and higher contribution of lipolysis in human energy production.

Key words: Resting metabolic rate, RQ, training, training, body composition

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	vii

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια του μεταβολισμού.....	1
Έκθεση του προβλήματος	3
Σημασία της έρευνας.....	4
Σκοπός.....	4
Υποθέσεις.....	4
Περιορισμοί και οριοθετήσεις της έρευνας.....	5
Λειτουργικοί ορισμοί.....	5

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

7

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα.....	17
Όργανα μέτρησης.....	17
Διαδικασία μέτρησης.....	18

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....

20

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Διαφορές στον ΜΡΗ ανάλογα με το άθλημα.....	33
Παράγοντες που επηρεάζουν το ΜΡΗ και συσχετίσεις.....	34

ΜΡΗ και χρήση ενεργειακών υποστρωμάτων.....	37
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	38
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41
VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	46

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Φυσικά και σωματικά χαρακτηριστικά δοκιμαζομένων.....	20
Πίνακας 2. Τιμές MPRH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου.....	22
Πίνακας 3. Τιμές αναπνευστικού πηλίκου και ποσοστά χρήσης ενεργειακών υποστρωμάτων.....	29

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Τιμές VO_{2max} στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένες σε ml ανά κιλό Σ.Β. ανά λεπτό.....	21
Σχήμα 2. Τιμές μέγιστης δύναμης στις πιέσεις πάγκου και στα ημικαθίσματα στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένες σε κιλά.....	21
Σχήμα 3. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/μέρα.....	23
Σχήμα 4. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/λεπτό.....	23
Σχήμα 5. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/χλγ/μέρα.....	24
Σχήμα 6. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/κιλό/μέρα.....	24
Σχήμα 7. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/κιλό/ώρα.....	25
Σχήμα 8. Τιμές MPH στις 3 πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε ανά Ε.Σ./ώρα.....	25
Σχήμα 9. Συσχέτιση MPH (RMR) και Vo_{2max}	26
Σχήμα 10. Συσχέτιση MPH (RMR) και μέγιστης δύναμης στις πιέσεις πάγκου.....	27
Σχήμα 11. Συσχέτιση MPH (RMR) και μέγιστης δύναμης στα ημικαθίσματα.....	27
Σχήμα 12. Συσχέτιση MPH (RMR) και άλιπης μάζας (ffm).....	28
Σχήμα 13. Τιμές Αναπνευστικού Πηλίκου Ηρεμίας (RQ) στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου.....	29
Σχήμα 14. Συσχέτιση αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) και αναπνευστικού πηλίκου (RQ).....	30
Σχήμα 15. Συσχέτιση μέγιστης δύναμης πιέσεις πάγκου (squat) και αναπνευστικού πηλίκου (RQ).....	31
Σχήμα 16. Συσχέτιση μέγιστης δύναμης στα ημικαθίσματα (squat) και αναπνευστικού πηλίκου (RQ).....	31
Σχήμα 17. Συσχέτιση σωματικού λίπους (fat) και αναπνευστικού πηλίκου (RQ).....	32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΜΡΗ: Μεταβολικός Ρυθμός Ηρεμίας

ΜΗ: Μεταβολισμός ηρεμίας

Δ.Μ.Σ. (BMI): Δείκτης Μάζας Σώματος

VO_{2max}: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

Ο.Α.: Ομάδα Ελέγχου

Αθλητές Ο.Α.: Αθλητές Ομαδικών Αθλημάτων

ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΗΡΕΜΙΑΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ ΚΑΙ ΑΓΥΜΝΑΣΤΑ ΑΤΟΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΟΝ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ

Η έννοια του μεταβολισμού και του αναπνευστικού πηλίκου

Ο ανθρώπινος μεταβολισμός αντιπροσωπεύει το σύνολο όλων των φυσικών και χημικών διεργασιών που γίνονται στο σώμα. Η μετατροπή της τροφής σε ενέργεια, ο σχηματισμός νέων ενώσεων όπως οι ορμόνες και τα ένζυμα, η ανάπτυξη του οστίτη και του μυϊκού ιστού, η διαρκής επανασύσταση των σωματικών ιστών και ένα πλήθος άλλων φυσιολογικών διεργασιών είναι μέρη της μεταβολικής διεργασίας.

Ο μεταβολισμός περιέχει δύο βασικές διεργασίες, τον αναβολισμό και τον καταβολισμό. Ο αναβολισμός είναι μια διαδικασία κτισίματος, σύνθεσης και δόμησης. Για ένα δραστήριο άτομο αυτό μπορεί να σημαίνει αυξημένη μυϊκή μάζα μέσω προπόνησης με βάρη ή αυξημένη ποσότητα κυτταρικών ενζύμων για την καλύτερη χρήση οξυγόνου κατά την προπόνηση για αθλήματα αντοχής. Καταβολισμός είναι η διεργασία αποδόμησης. Η ενέργεια που εκλύεται από ορισμένες καταβολικές διεργασίες χρησιμοποιείται για να υποστηρίξει τις ενεργειακές ανάγκες του αναβολισμού. Η ημερήσια ενεργειακή δαπάνη του σώματος περιλαμβάνει όλες τις χημικές αντιδράσεις που συνοδεύουν τον καταβολισμό και τον αναβολισμό, και αποτελείται από τρεις συνιστώσες: τον βασικό μεταβολισμό, την τροφική θερμογένεση και τη μυϊκή δραστηριότητα (άσκηση, επαγγελματικές ασχολίες) (Κλεισούρας, 2004).

Ο βασικός μεταβολισμός αντιπροσωπεύει τις ενεργειακές απαιτήσεις των πολλών διαφορετικών διεργασιών των κυττάρων και των ιστών που είναι απαραίτητες για τη συνέχεια των φυσιολογικών δραστηριοτήτων σε κατάσταση ηρεμίας και νηστείας. Σύμφωνα με τον Salbe και Ravussin (2000), αντιπροσωπεύει το 50-70% της συνολικής ημερήσιας ενεργειακής δαπάνης. Σε αθλητές και αθλήτριες αντοχής, αυτό το ποσοστό αλλάζει και αντιπροσωπεύει το 40-50% της συνολικής ημερήσιας ενεργειακής δαπάνης (Beidleman, Puhl, De Souza, 1995; Thomson, Manore, 1996). Το μεγαλύτερο ποσοστό δαπανάται από το συκώτι (27%), τον εγκέφαλο (19%), τους νεφρούς (10%) και την καρδιά

(7%). Οι μύες δαπανούν μόνο το 18% του βασικού μεταβολισμού παρότι αποτελούν το 40% της σωματικής μάζας.

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται κατά την ηρεμία χρησιμοποιείται για τις αυτόματες φυσιολογικές διεργασίες του σώματος. Το σύστημα οξυγόνου είναι ικανό να παρέχει το απαραίτητο ATP για τις φυσιολογικές διεργασίες κατά την ηρεμία. Οι υδατάνθρακες και τα λίπη, είναι τα σημαντικά ενεργειακά υποστρώματα κατά την ηρεμία. Οι πρωτεΐνες κάτω από φυσιολογικές συνθήκες δεν αποτελούν σημαντική ενεργειακή πηγή. Το ποσοστό συμμετοχής των ενεργειακών υποστρωμάτων μπορεί να προσδιοριστεί από το αναπνευστικό πηλίκιο (Κλεισούρας, 2004).

Λόγω φυσικών χημικών διαφορών στη σύνθεση υδατανθράκων και λιπιδίων, απαιτούνται διαφορετικά ποσά οξυγόνου για την πλήρη οξείδωση του άνθρακα και των ατόμων υδρογόνου στο μόριο σε τελικά προϊόντα διοξειδίου του άνθρακα και νερό. Έτσι η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με την πρόσληψη οξυγόνου κυμαίνεται ανάλογα με το υπόστρωμα που μεταβολίζεται (Κλεισούρας, 2004).

Παράγοντες που επηρεάζουν τον μεταβολισμό ηρεμίας είναι η σωματική σύσταση και συγκεκριμένα η άλιπη μάζα, η αερόβια αντοχή, το φύλο, η ηλικία, το κλίμα, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, το άγχος, τα φάρμακα, ορμονικοί και γενετικοί παράγοντες (Dairy council Digest, 1988), ενώ η αερόβια προπόνηση και η προπόνησης μυϊκής ενδυνάμωσης φαίνονται πως παίζουν σημαντικό ρόλο και μπορούν να προκαλέσουν μεταβολές στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας.

Ο μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας (MPH) είναι η μεγαλύτερη συνιστώσα της ημερήσιας ενέργειας στους περισσότερους ανθρώπους και γι' αυτό οποιαδήποτε αύξηση του, που οφείλεται σε παρεμβάσεις της άσκησης, έχουν μεγάλη σημασία. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η μακροχρόνια συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης αυξάνει το μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας, αλλά πολλές άλλες μελέτες έχουν αποτύχει στο να καταλήξουν σε παρόμοιες ενδείξεις. Οι επιδράσεις της μακροχρόνιας άσκησης παρουσιάζουν διαφορούμενα αποτελέσματα καθώς σε πολλές μελέτες δεν έχουν αφήσει αρκετό χρόνο μετά την τελευταία προπόνηση για την εξάλειψη του πολύωρου «χρέους οξυγόνου». Συγκεκριμένα και σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες, υπάρχουν αποτελέσματα που υποστηρίζουν ότι το επίπεδο της φυσικής κατάστασης και γενικά η συμμετοχή σε προπόνηση αντοχής ή προπόνηση με αντιστάσεις αυξάνουν τον MPH και υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ γυμνασμένων και αγύμναστων ατόμων (Tremblay, Fontaine, Poehlman, Mitchell, Perron, Bouchard, 1986; Melby, Schmidt, Corrigan, 1990; Pratley,

Nicklas, Rubin, Miller, Smith, Smith, Hurley and Goldberg, 1994; Van Etten, Westerterp, Verstappen, Boon and Saris, 1997; Lemmer, Ivey, Ryan, Martel, Hurlbut, Metter, et al., 2001; Johnstone, Murison, Duncan, Rance, Speakman, 2005). Υπάρχουν όμως και ερευνητές των οποίων τα αποτελέσματα δεν φαίνονται να δείχνουν σημαντικές προσαρμογές στο MPH ύστερα από συμμετοχή σε κάποιο προπονητικό πρόγραμμα και οι διαφορές μεταξύ γυμνασμένων και αγύμναστων ατόμων δεν είναι ξεκάθαρες (Davis, Tagliaferro, Kertzer, Gerardo, Nichols, Wheeler, 1983; LeBlanc, Mercier, Samson, 1984; Wilmore, Stanforth, Hudspeth, Gagnon, Daw, Leon, et al., 1998; Broeder, Burrhus, Svanevik, Wilmore, 1992; Sharp, Reed, Sun, Abumrad, Hill 1992; Sjodin, Forslund, Westertep, Andersson, Forslund, Hambraeus, 1996). Οι προσαρμογές της πολύωρης άσκησης περιλαμβάνουν αυξήσεις στο MPH καθώς οι αυξήσεις στην άλιπη μυϊκή μάζα. Υπερβολικές παρεμβάσεις (πολύ έντονη άσκηση, υποθερμιδικές δίαιτες) ωστόσο, μπορούν να μειώσουν το MPH, παρόλη την αύξηση της άλιπης μυϊκής μάζας (Speakman & Selman, 2003).

Διαφορές στο δείγμα και στους στατιστικούς σχεδιασμούς, διαφορές στην ηλικία και στη σωματική σύσταση μεταξύ των πειραματικών ομάδων αλλά και μεθοδολογικά σφάλματα είναι κάποιοι παράγοντες στους οποίους οφείλονται οι αντιφατικότητες μεταξύ των μελετών. Άλλοι παράγοντες αντιφατικότητας που έχουν να κάνουν κυρίως με το δείγμα είναι οι εξής: αποτυχία να εξεταστεί ένα ευρύ φάσμα φυσικής κατάστασης (συνήθως τα δείγματα χωρίζονται σε γυμνασμένα και αγύμναστα άτομα) και διαφορετικά κριτήρια κατηγοριοποίησης των δοκιμαζόμενων σε γυμνασμένους και αγύμναστους.

Έκθεση του προβλήματος

Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες σχετικά με το πόσο επηρεάζουν το μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας και το αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας κάποια συγκεκριμένα αγωνίσματα και αθλήματα, καθώς και η μακροχρόνια συμμετοχή τους σε αυτά και τι επίδραση έχει η σωματική σύσταση, η μέγιστη δύναμη και η αερόβια ικανότητα στους παραπάνω παράγοντες.

Στην παρούσα μελέτη, ωστόσο, επιχειρείται μια τέτοια είδους προσέγγιση και θα μελετηθεί αν η χρόνια συμμετοχή σε αγωνίσματα δύναμης και ομαδικά αθλήματα επηρεάζει το μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας και τη συμμετοχή των ενεργειακών υποστρωμάτων στην ηρεμία. Επιπρόσθετα θα διερευνηθεί αν και κατά πόσο, η σωματική σύσταση (σωματικό λίπος και η μυϊκή μάζα) μεταβάλλει την ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας καθώς και το αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας.

Σημασία της έρευνας

Η παρούσα έρευνα θα δώσει απαντήσεις σχετικά με τις ξεχωριστές επιδράσεις της αερόβιας ικανότητας, της μέγιστης δύναμης και της σωματικής σύστασης στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας σε προπονημένα, απροπόνητα και παχύσαρκα άτομα. Αυτό θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό για τους ειδικούς που ασχολούνται με άτομα αυτών των κατηγοριών, καθώς τους παρέχει σημαντικές πληροφορίες για το μεταβολισμό ηρεμίας των ασκουμένων. Με γνώμονα τα παραπάνω, μπορούν να δομηθούν ισορροπημένα και αποτελεσματικά προγράμματα άσκησης.

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει αν η χρόνια συμμετοχή σε αγωνίσματα δύναμης και ομαδικά αθλήματα επηρεάζει το μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας και τη συμμετοχή των ενεργειακών υποστρωμάτων στην ηρεμία (αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας). Επίσης τα εξεταστεί αν οι παχύσαρκοι παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές MPRH και μικρότερη συνεισφορά της λιπόλυσης στην παραγωγή ενέργειας. Επιπρόσθετα θα διερευνηθεί αν και κατά πόσο, η σωματική σύσταση (σωματικό λίπος και η μυϊκή μάζα), η μέγιστη δύναμη και η αερόβια ικανότητα ($Vo2max$) μεταβάλλουν την ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας καθώς και το αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας.

Υποθέσεις

Κύρια ερευνητική υπόθεση

- i) Υπάρχει διαφορά μεταξύ των ομάδων στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας.
- ii) Υπάρχει διαφορά μεταξύ των ομάδων στο αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας.

Στατιστικές υποθέσεις: Οι μηδενικές υποθέσεις με τις αντίστοιχες εναλλακτικές τους που θα εξετασθούν στην παρούσα έρευνα είναι:

H0: Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 ομάδων και της ομάδας ελέγχου στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας.

H1: Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 ομάδων και της ομάδας ελέγχου στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας.

H0: Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 ομάδων και της ομάδας ελέγχου στο αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας.

H1: Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 ομάδων και της ομάδας ελέγχου στο αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας.

Περιορισμοί-Οριοθετήσεις

Οι περιορισμοί και οι οριοθετήσεις της παρούσας έρευνας είναι οι εξής:

- Οι συμμετέχοντες είναι άντρες ηλικίας 20-30 ετών.
- Οι αθλητές των ομαδικών αθλημάτων προέρχονται από ομάδες καλαθοσφαίρισης και πετοσφαίρισης Α΄ και Β΄ τοπικών κατηγοριών.
- Η ομάδα ελέγχου δεν εκτελεί κανένα πρόγραμμα προπόνησης.
- Τουλάχιστον 12 ώρες πριν από τη μέτρηση δεν λαμβάνεται τροφή και 48 ώρες πριν δεν πραγματοποιείται καμία έντονη μυϊκή προσπάθεια.
- Άτομα τα οποία προέρχονταν από μυϊκό τραυματισμό ή κατάγματα, αποκλείστηκαν από την παρούσα έρευνα. Επίσης, αποκλείστηκαν άτομα τα οποία λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή.

Λειτουργικοί ορισμοί

Βασικός μεταβολισμός: οι ενεργειακές απαιτήσεις των πολλών διεργασιών των κυττάρων και των ιστών που είναι απαραίτητες για τη συνέχεια των φυσιολογικών δραστηριοτήτων σε κατάσταση ηρεμίας και νηστείας.

Μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας (MPH): ελαφρώς υψηλότερος από το βασικό μεταβολισμό. Απεικονίζει το βασικό μεταβολισμό συν μικρές ποσότητες επιπρόσθετης ενεργειακής δαπάνης. Συχνά χρησιμοποιείται και ο όρος ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας.

Αναπνευστικό πηλίκο (RQ): ο λόγος της μεταβολικής ανταλλαγής αερίων (παραγόμενο CO₂/ προσλαμβανόμενο O₂).

Δείκτης Μάζας Σώματος (BMI): ο λόγος του σωματικού βάρους προς το σωματικό ύψος εις το τετράγωνο (B/Y²).

Έμμεση θερμιδομετρία: συνάγει την ενεργειακή δαπάνη από μετρήσεις πρόσληψης οξυγόνου και παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιώντας σπιρομέτρηση, είτε κλειστού, είτε ανοιχτού κυκλώματος.

Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}): κατά τη διάρκεια έντονης άσκησης, το σημείο στο οποίο η πρόσληψη οξυγόνου σταθεροποιείται και δεν παρουσιάζει περαιτέρω αύξηση (ή μόνο πολύ μικρή αύξηση) με πρόσθετο φορτίο έργου.

Δύναμη: η ικανότητα ενός μυός ή μιας ομάδας μυών παραγωγής έργου.

Μέγιστη δύναμη: η μεγαλύτερη δύναμη που μπορεί να εφαρμοστεί από ένα μυ ή μια ομάδα μυών σε μια μόνο εκούσια συστολή ή η μεγαλύτερη δυνατή δύναμη με την οποία ένα άτομο μπορεί να εκτελέσει μια μόνο επανάληψη σε μια συγκεκριμένη άσκηση.

Μέγιστος αριθμός επαναλήψεων (MAE): η μέγιστη δύναμη που παράγεται σε μια επανάληψη μιας κίνησης (1-MAE).

Αποθηκευμένο λίπος: το λίπος που συσσωρεύεται στο λιπώδη ιστό. Αυτή η ενεργειακή αποθήκη περιλαμβάνει το λίπος που προστατεύει τα διάφορα εσωτερικά όργανα, όπως επίσης και το μεγαλύτερο σε όγκο υποδόριο λίπος.

Άλιπη σωματική μάζα: το χαμηλότερο όριο κάτω από το οποίο δεν μπορεί να μειωθεί η σωματική μάζα χωρίς κίνδυνο για την υγεία του ατόμου. Υπολογίζεται ως σωματική μάζα μείον αποθηκευμένου λίπους.

Επιφάνεια σώματος: η εξωτερική επιφάνεια του σώματος και εκφράζεται σε τετραγωνικά μέτρα. Το ύψος σε μέτρα και το βάρος του σώματος σε κιλά καθορίζουν την σωματική επιφάνεια με βάση τον τύπο: $E.S. = 0,20247 \times \text{ύψος}^{0,725} \times \text{βάρος σώματος}^{0,425}$

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τα επίπεδα του MPH είναι η άλιπη μάζα καθώς και η αερόβια ικανότητα. Οι παραπάνω παράγοντες μεταβάλλονται από τη μακροχρόνια συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης. Ένας μεγάλος αριθμός ερευνών έχουν δείξει ότι η συμμετοχή σε προπονητικά προγράμματα άσκησης αυξάνουν τον MPH ενώ σε άλλες δεν φαίνεται πως επηρεάζεται σημαντικά.

Σύμφωνα με τον Roehlman και τους συνεργάτες του (1988) ο μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας, όταν εκφράζεται σε χιλιοθερμίδες ανά λεπτό και ανά κιλό άλιπης σωματικής μάζας, εμφανίζεται υψηλότερος στα πολύ γυμνασμένα άτομα σε σχέση με τα αγύμναστα άτομα. Στη συγκεκριμένη έρευνα η ομάδα των γυμνασμένων ατόμων αποτελούνταν από αθλητές που τα τελευταία 4 χρόνια προπονούσαν συστηματικά σε υψηλό επίπεδο και έτρεχαν περίπου 100-160 χλμ την βδομάδα, ενώ τα αγύμναστα άτομα δεν συμμετείχαν σε κάποια συστηματική αθλητική δραστηριότητα. Η ηλικία των δοκιμαζόμενων ήταν 18-37 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα προπονημένα άτομα εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές BMP ακόμα και όταν αυτό εξισώνεται με το σωματικό λίπος και την άλιπη μάζα. Φαίνεται πως τα υψηλά επίπεδα αερόβιας ικανότητας αποτελούν προσδιοριστικό παράγοντα του MPH.

Με τα παραπάνω αποτελέσματα έρχονται σε αντίθεση ο Davis και συνεργάτες (1983), όπου μέτρησαν σε μια ομάδα 16 γυναικών και 10 αντρών τον MPH, την τροφική θερμογένεση, την αερόβια ικανότητα (VO_{2max}) και το ποσοστό σωματικού λίπους. Το ποσοστό της άλιπης μάζας ήταν σημαντικά αρνητικά συσχετισμένο με τη VO_{2max} . Ο MPH είναι ανεξάρτητος από την VO_{2max} ή το λιπώδη ιστό, αλλά οι γυναίκες έχουν ένα σημαντικά υψηλότερο μέσο όρο MPH από ό, τι οι άντρες. Τρεις άντρες και τρεις γυναίκες συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα έντονης άσκησης όπου αυξήθηκε σημαντικά η VO_{2max} . Ο MPH ήταν αμετάβλητος και ο λιπώδης ιστός μειώθηκε στους άντρες αλλά όχι στις γυναίκες.

Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίστηκαν και σε πειραματική μελέτη των Wilmore και συνεργατών (1998), όπου 74 άτομα (40 άντρες και 34 γυναίκες) ηλικίας 17-63 ετών συμμετείχαν σε πρόγραμμα αερόβιας προπόνησης διάρκειας 20 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντικές επιδράσεις του προγράμματος στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας παρότι παρουσιάστηκαν αλλαγές στη σωματική σύσταση και αύξηση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου.

Σε άλλη πειραματική έρευνα παρουσιάστηκαν παρόμοια αποτελέσματα. Το δείγμα αποτελείτο από 69 άντρες ηλικίας 18-35 ετών οι οποίοι χωρίστηκαν σε 3 ομάδες με βάση την αερόβια ικανότητά τους ως εξής: α) χαμηλή αερόβια ικανότητά ($Vo_2 < 44,9$ ml/kg/min), β) μέτρια αερόβια ικανότητά ($Vo_2: 45-59,9$ ml/kg/min) και γ) υψηλή αερόβια ικανότητά ($Vo_2 > 60$ ml/kg/min). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ προπονημένων και απροπόνητων ατόμων όταν ο MPH εκφράστηκε σε απόλυτες τιμές ή σε kJ/kg άλιπης μάζας/ώρα. Επίσης, στην παρούσα έρευνα ύστερα από ανάλυση συσχετίσεων φάνηκε ότι ο MPH εκφραζόμενος σε kJ/kg άλιπης μάζας/ώρα είναι ανεξάρτητος από τη Vo_{2max} (ml/kg/min) των ατόμων (Broeder et al., 1992).

Σε έρευνα των Melby και συνεργατών (1990), μελετήθηκε ο MPH μεταξύ παλαιστών και φυσικά ενεργών ατόμων με παρόμοια σωματικά χαρακτηριστικά. Πριν την έναρξη της αθλητικής περιόδου οι παλαιστές υπερτερούσαν σημαντικά έναντι των φυσικά ενεργών ατόμων στις απόλυτες τιμές του MPH (1994 ± 55 έναντι $1760 \pm 50,7$ kcal/μέρα). Οι διαφορές μειώνονται όταν ο MPH εκφράζεται ανά κιλό άλιπης μάζας αλλά και πάλι οι παλαιστές παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές. Επίσης παρότι οι παλαιστές παρουσίασαν αυξήσεις και μειώσεις του βάρους τους ανάλογα με τους αγώνες τους, δεν παρουσιάστηκαν μειώσεις στον MPH.

Δύο πειράματα έλαβαν χώρα προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο η άσκηση επηρεάζει τον μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας (MPH). Στην πρώτη μελέτη, ο MPH μετρήθηκε σε μια ομάδα 59 ατόμων, αποτελούμενη από 20 ασκούμενους και 39 μη ασκούμενους. Η απόλυτη τιμή του μεταβολικού ρυθμού ηρεμίας στους ασκούμενους ξεπέρασε κατά 11% την αντίστοιχη τιμή που παρατηρήθηκε στους μη ασκούμενους. Όταν συγκρίθηκαν η προγενέστερη κατάσταση του MPH έναντι της άλιπης μάζας μεταξύ των δύο ομάδων, το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν σημαντικά υψηλότερο για τους ασκούμενους. Το δεύτερο πείραμα διεξήχθη για να βρεθεί κατά πόσο η τάση για έναν αυξημένο MPH που είχε σημειωθεί στους αθλητές, θα μπορούσε να αναπαραχθεί σε υπέρβαρους

ενσωματώνοντάς τους σε ένα πρόγραμμα άσκησης. Οχτώ υπέρβαρες γυναίκες υποβλήθηκαν σε πρόγραμμα άσκησης 11 εβδομάδων, το οποίο περιλάμβανε 5 ώρες αερόβιας άσκησης ανά βδομάδα, εκτελούμενο σε μέτρια ένταση (στο 50% της VO_{2max}). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η άσκηση επέφερε μια σημαντική αύξηση στο MPH, η οποία αντιστοιχεί στο 8% της προ-άσκησης αξία σε kcal/kg άλιπης μάζας/min ($p < 0,01$). Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω, η αερόβια άσκηση σχετίζεται με έναν υψηλό MPH ανά κιλό άλιπης μάζας τόσο για αδύνατα όσο και για υπέρβαρα άτομα (Tremblay et al., 1986).

Σε άλλη έρευνα, η σύσταση του σώματος, ο μεταβολικός ρυθμός ύπνου (MPY), η 24ωρη ενεργειακή δαπάνη και η καθημερινή φυσική δραστηριότητα προσδιορίστηκαν σε 12 υπέρβαρες γυναίκες κατά τη διάρκεια και μετά από 12 εβδομάδες άσκησης (4 ώρες /βδομάδα, 55% VO_{2max}) και/ ή μείωση ενεργειακής πρόσληψης (Van Dale, Schoffelen, Ten Hoor, Saris, 1989). Ομάδες διατροφής και ομάδες διατροφής-άσκησης διαμορφώθηκαν συγκρίνοντας στους εξεταζόμενους το δείκτη μάζας σώματος. Μετά από 12 εβδομάδες δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στην απώλεια βάρους και στο δείκτη μάζας σώματος. Και οι δύο ομάδες μείωσαν το MPY τους και το μεταβολικό τους ρυθμό κατά τη διάρκεια όλης της νύχτας, μέτρηση που έγινε με έμμεσο θερμιδομετρητή. Η ενεργειακή δαπάνη μετά από 24 ώρες, μειώθηκε κατά 22.1% για την ομάδα διατροφής και κατά 19.6% για την ομάδα διατροφής-άσκησης. Η καθημερινή φυσική δραστηριότητα, η οποία προσδιορίστηκε κατά τη διάρκεια 5 ημερών, αυξήθηκε μετά από 12 βδομάδες για την ομάδα διατροφής-άσκησης (27%) και την ομάδα διατροφής(10%). Η διαπίστωση, ότι η μείωση της στοιχειώδους καθημερινής δραστηριότητας στην ομάδα διατροφής-άσκησης είναι η εξήγηση της απουσίας σημαντικών διαφορών στην απώλεια βάρους και στο δείκτη μάζας σώματος μεταξύ της ομάδας διατροφής-άσκησης και της ομάδας διατροφής, δεν επιβεβαιώνεται σε αυτήν την έρευνα. Η καθημερινή φυσική δραστηριότητα έδειξε μια σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση για την ομάδα διατροφής-άσκησης από ό, τι για την ομάδα διατροφής, ενώ η πτώση του MPY και της ενεργειακής δαπάνης έτεινε να είναι μικρότερη.

Οι Johnstone και οι συνεργάτες (2005), θέλησαν να μελετήσουν την επίδραση της άλιπης μάζας, του λιπώδους ιστού, του σκελετικού συστήματος, της ηλικίας και του φύλου στο MPH. Το δείγμα αποτελείτο από 150 λευκούς ενήλικες της Βορειοανατολικής Σκωτίας και του Ηνωμένου Βασιλείου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο το 2% της μεταβλητότητας του MPH που παρατηρήθηκε θα μπορούσε να αποδοθεί στις επιδράσεις των ατόμων, ποσοστό από το οποίο το 0,5% είναι σφάλμα ανάλυσης. Από την

απομένουσα μεταβλητότητα, που αντικατοπτρίζεται από την επίδραση μεταξύ των ατόμων, το 63% εξηγήθηκε από την άλιπη σωματική μάζα, το 6% από το λιπώδη ιστό και το 2% από την ηλικία. Οι επιδράσεις της ηλικίας και της σύστασης των σκελετικού συστήματος δεν ήταν σημαντικές. Το 26% της μεταβλητότητας δεν εξηγήθηκε. Τα παραπάνω μας δείχνουν ότι η άλιπη μάζα και ο λιπώδης ιστός επηρεάζουν σημαντικά τον MPH.

Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξε και η πειραματική μελέτη των Sjodin και συνεργατών (1996). Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται στοιχεία για τον MPH ελίτ αθλητών αντοχής (4 άντρες και 4 γυναίκες), τουλάχιστον 39 ώρες μετά την τελευταία τους προπονητική περίοδο σε σύγκριση με μια ομάδα μη αθλητών με καθιστική ζωή σε σχέση με το φύλο και το δείκτη μάζας σώματος. Έλαβαν χώρα και συγκρίσεις με θεωρητικούς υπολογισμούς του MPH. Οι αθλητές εμφανίστηκαν να έχουν ένα σημαντικά υψηλότερο MPH από ό, τι αναμενόταν από τους υπολογισμούς βασισμένους στη μάζα σώματος ή τη σύσταση σώματος. Δεν υπήρχαν αντίστοιχες διαφορές στην ομάδα των μη αθλητών. Οι αθλητές είχαν ένα υψηλότερο κατά 13% MPH από τους μη αθλητές, σε σχέση με την άλιπη σωματική μάζα και 16% σε σχέση με την άλιπη σωματική μάζα και το λιπώδη ιστό μαζί. Διαπιστώθηκε επίσης, ότι οι αθλητές εμφανίζουν υψηλότερη λιπώδη οξειδωση.

Παρότι η σχέση μεταξύ άσκησης και ενεργειακής δαπάνης δεν είναι ξεκάθαρη, υπάρχουν προτάσεις ότι η άσκηση οδηγεί σε αυξημένη ενεργειακή δαπάνη πάνω και πέρα από την αύξηση εξαιτίας της ίδιας της άσκησης. Στη διασταυρούμενη μελέτη των Sharp και συνεργατών (1992), εξετάστηκαν οι σχέσεις ανάμεσα σε αερόβια φυσική κατάσταση, σύσταση του σώματος, και συνολική ημερήσια ενεργειακή δαπάνη σε 78 άτομα. Η ημερήσια ενεργειακή δαπάνη συσχετίζεται σε σημαντικό βαθμό και με την άλιπη σωματική μάζα και την αερόβια φυσική κατάσταση (εκτιμώμενη από τη μέγιστη αερόβια ικανότητα ή από τη VO_{2max}). Ωστόσο, μια πολύ προγενέστερη ανάλυση απέδειξε, μετά τον υπολογισμό της άλιπης μάζας σώματος, πως η VO_{2max} δεν εξηγούσε μια σημαντική ποσότητα εναπομένουσας αυξομείωσης στην ενεργειακή δαπάνη. Επιπροσθέτως, η σχέση μεταξύ του MPH τόσο με την άλιπη σωματική μάζα, όσο και με τη VO_{2max} εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας στοιχεία από 214 άτομα με σταθερό βάρος μέσω αναδρομικής ανάλυσης. Τα αποτελέσματα ήταν πανομοιότυπα με αυτά που προέκυψαν από τα 78 άτομα, σε αυτά η VO_{2max} δεν είχε ανεξάρτητη επίδραση από την άλιπη σωματική μάζα στην ενεργειακή δαπάνη. Συμπεραίνεται ότι, η αερόβια άσκηση δεν έχει άμεση επίδραση στην ενεργειακή δαπάνη. Ωστόσο, μπορεί να επιδρά έμμεσα μέσω της σύστασης του

σώματος, εφόσον και στις 2 κατηγορίες πληθυσμών που μελετήθηκαν εδώ, η VO_{2max} συσχετίστηκε θετικά με την άλιπη σωματική μάζα και αρνητικά με την παχυσαρκία.

Οι Poehlman και συνεργάτες (Poehlman, Melby, Badylak, 1991), εξέτασαν την επίδραση της ηλικίας και της συνήθους φυσικής άσκησης στο MPH και τη θερμική επίδραση ενός γεύματος μελετώντας νέους με ηλικιωμένους άντρες και άντρες με φυσική δραστηριότητα και με καθιστική ζωή. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο MPH προσαρμοσμένος ανά άλιπη μάζα σώματος και ποσοστό λιπώδους ιστού ήταν χαμηλότερος στους πιο μεγάλους σε ηλικία άντρες με καθιστική ζωή σε σχέση με τις άλλες τρεις ομάδες. Μια καθιστική στάση ζωής στους μεγαλύτερους σε ηλικία άντρες μπορεί να σχετίζεται με ένα χαμηλότερο MPH ανεξάρτητα από την άλιπη μάζα σώματος και το ποσοστό λιπώδους ιστού σε σχέση με τους νεότερους και μεγαλύτερους άντρες που ασκούνται τακτικά.

Δύο ξεχωριστά πειράματα έλαβαν χώρα προκειμένου να προσδιοριστεί η επίδραση της έντονης άσκησης αντοχής στην ενεργειακή δαπάνη σε άντρες που είχαν προηγουμένως ασκηθεί σε δραστηριότητα αντοχής. Στο πρώτο πείραμα, μετά τη μέτρηση του MPH τους και τη λήψη σταθερού διαιτολογίου, 7 άτομα (ηλικίας 22-40 ετών) ύστερα από 6 ώρες ολοκλήρωσαν ένα πρωτόκολλο άρσης βαρών. Ο μεταβολικός ρυθμός μετά την άσκηση μετρήθηκε συνεχώς για 2 ώρες μετά το πέρας της άσκησης και συγκρίθηκε με την περίοδο προ άσκησης. Ο MPH μετρήθηκε το επόμενο πρωί, αφού είχαν περάσει 15 ώρες μετά την ολοκλήρωση της άσκησης. Στο δεύτερο πείραμα, 6 διαφορετικοί άντρες (ηλικίας 20-35 ετών) ολοκλήρωσαν ένα παρόμοιο πειραματικό πρωτόκολλο καθώς και μια συνθήκη ελέγχου σε ξεχωριστή μέρα, όπου ο μεταβολικός ρυθμός μετρήθηκε 2 ώρες μετά από μια περίοδο σχετικής ηρεμίας. Και για τα 2 πειράματα, ο μεταβολικός ρυθμός μετά την άσκηση παρέμεινε αυξημένος για όλη την 2ωρη περίοδο μέτρησης της αποκατάστασης, με μέσο όρο κατανάλωσης οξυγόνου για τα τελευταία 6 min αυξημένο μεταξύ 11-12%. Ο MPH που μετρήθηκε το πρωινό μετά την άσκηση ήταν 9.4% υψηλότερος στο πρώτο πείραμα και 4,7% υψηλότερος στο δεύτερο πείραμα από ό, τι την προηγούμενη μέρα. Στο δεύτερο πείραμα, το ποσοστό ανταλλαγής αναπνευστικών αερίων ήταν σημαντικά χαμηλότερος το πρωινό μετά τη σύντομη άσκηση. Η επίπονη άσκηση αντοχής μπορεί να αυξήσει τον μεταβολικό ρυθμό μετά την άσκηση για μια παρατεταμένη περίοδο και μπορεί να επαυξάνει την λιπώδη οξείδωση μετά την άσκηση (Melby, Scholl, Edwards, Bullough, 1993). Τα παραπάνω μας δείχνουν ότι είναι πολύ πιθανό η χρόνια συμμετοχή

σε τέτοιου είδους προπονητικά προγράμματα να προσφέρουν ένα υψηλότερο MPH σε άτομα που συμμετέχουν σε σχέση με άτομα που δεν ασκούνται.

Ο σκοπός της έρευνας Van Etten και συνεργατών (1997) ήταν να εξετάσει την επίδραση ενός προγράμματος προπόνησης με βάρη διάρκειας 18 εβδομάδων στο μέσο όρο του ημερήσιου μεταβολικού ρυθμού (HMP). Πριν την παρέμβαση και στην 8^η και 18^η εβδομάδα τα στοιχεία της σύστασης σώματος, του μεταβολικού ρυθμού ύπνου (MPY), της πρόσληψης τροφής, της ενεργειακής απώλειας λόγω του προπονητικού προγράμματος και της φυσικής δραστηριότητας (χωρίς προπόνηση), συγκεντρώθηκαν από την ομάδα άσκησης (18 άντρες). Ο HMP προσδιορίστηκε σε μια υποομάδα χρησιμοποιώντας μέτρηση υγρών. Στη 0 και 18^η εβδομάδα τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν από μια ομάδα ελέγχου. Η μάζα σώματος δεν μεταβλήθηκε ούτε στην ομάδα άσκησης αλλά ούτε στην ομάδα ελέγχου. Η άλιπη σωματική μάζα αυξήθηκε μόνο στην ομάδα άσκησης, δεδομένου ότι η λιπώδης μάζα μειώθηκε και στην ομάδα ελέγχου και στην ομάδα άσκησης. Ο αρχικός HMP αυξήθηκε στη 8^η εβδομάδα χωρίς περαιτέρω αύξηση στην 18^η. Ο MPY και η ενεργειακή πρόσληψη δεν μεταβλήθηκαν στην ομάδα άσκησης ή στην ομάδα ελέγχου. Το προπονητικό πρόγραμμα με βάρη μπορούσε μόνο να εξηγήσει το 40% της αύξησης του HMP. Η φυσική δραστηριότητα (χωρίς προπόνηση) και στις δυο ομάδες παρέμεινε αμετάβλητη. Συμπερασματικά, παρά την μέτρια ενεργειακή απώλεια, το πρόγραμμα προπόνησης με βάρη επέφερε μια σημαντική αύξηση στον HMP.

Σε άλλη μελέτη, εξετάστηκε η επίδραση της αύξησης της φυσικής δραστηριότητας στο ενεργειακό ισοζύγιο και στη σύσταση σώματος χωρίς ενεργειακή πρόσληψη. Δεκαέξι γυναίκες και άντρες ηλικίας 28-41 ετών, με δείκτη μάζας σώματος 19.4 -26.4 χωρίς να λαμβάνουν μέρος σε κανένα άθλημα πριν την έναρξη του πειράματος, προετοιμάστηκαν να τρέξουν σε έναν ημιμαραθώνιο διαγωνισμό μετά από 44 εβδομάδες. Οι μετρήσεις της σωματικής σύστασης, της ενεργειακής πρόσληψης και δαπάνης πραγματοποιήθηκαν πριν (εβδομάδα 0) και 8, 20 και 40 εβδομάδες μετά την έναρξη της προετοιμασίας. Η σωματική σύσταση μετρήθηκε με μέτρηση υγρών και ισότοπο διάλυμα και η ενεργειακή πρόσληψη με ένα διατροφικό πρόγραμμα 7 ημερών. Η ενεργειακή δαπάνη μετρήθηκε κατά την διάρκεια της νύχτας (MPY) με έναν αναπνευστικό σωλήνα και σε έναν αριθμό ατόμων μετά από ένα διάστημα 2 εβδομάδων με διπλή μέτρηση υγρών (μέσος όρος ημερήσιου μεταβολικού ρυθμού (MOHMP)). Ο MOHMP έδειξε έναν μέσο όρο αύξησης της τάξης του 30% και στα 2 φύλα από την αρχή της προετοιμασίας και μετά, ενώ ο MPY (μεταβολικός ρυθμός ύπνου) έτεινε να μειώνεται.

Η ενεργειακή πρόσληψη εμφάνισε την τάση να μειώνεται από την 20^η έως την 40^η εβδομάδα στους άντρες και την τάση να αυξάνεται στις γυναίκες το ίδιο διάστημα . Η μάζα σώματος δεν άλλαξε για κανένα από τα 2 φύλα, ώσπου παρατηρήθηκε την 40^η εβδομάδα ότι η μέση τιμή μεταβολής στους άντρες ήταν 1 κιλό, ενώ η αντίστοιχη μεταβολή στις γυναίκες -0,9 κιλά και δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Οι μεταβολές στη σωματική σύσταση ήταν επίσης πιο έκδηλη στους άντρες .Με βάση το δείκτη μάζας σώματος, τον όγκο σώματος και τα σωματικά υγρά, οι άντρες είχαν απώλεια 3 κιλών λιπώδους ιστού και απέκτησαν 1,6 κιλά μυϊκού ιστού, ενώ οι αντίστοιχες μεταβολές στις γυναίκες ήταν 2 κιλά και 1,2 κιλά. Στους άντρες η απώλεια του λιπώδους ιστού ήταν απολύτως συσχετισμένη με το αρχικό ποσοστό λιπώδους ιστού (Westerterp, Meijer, Janssen, Saris, Ten Hoor, 1992). Συμπερασματικά, από την παραπάνω έρευνα γίνεται κατανοητό ότι ο λιπώδης ιστός μπορεί να μειωθεί με τη φυσική δραστηριότητα, μολονότι οι γυναίκες τείνουν να αναπληρώνουν την αύξηση της ενεργειακής δαπάνης με μια αύξηση ενεργειακής πρόσληψης, καταλήγοντας σε ένα μικρότερο αποτέλεσμα στην άλιπη μάζα σώματος και το λιπώδη ιστό συγκριτικά με τους άντρες. Επίσης, παρατηρείται με την άσκηση, αύξηση στην ημερήσιο μεταβολικό ρυθμό.

Σε άλλη έρευνα δεν φάνηκε ότι επηρεάζει η άσκηση τον MPH. Συγκεκριμένα, 65 μέτρια παχύσαρκα άτομα χωρίστηκαν σε 3 διαφορετικές ομάδες και ακολούθησαν ειδικό διατροφικό πρόγραμμα. Στην πρώτη ομάδα προστέθηκε προπόνηση δύναμης, στην δεύτερη αερόβια προπόνηση, ενώ η τρίτη ακολουθούσε μόνο τη διατροφή. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 8 βδομάδων και τα άτομα που βρίσκονταν στις ομάδες που περιελάμβαναν άσκηση γυμνάζονταν 3 φορές την βδομάδα. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές αυξήσεις και διαφορές στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας μεταξύ των ομάδων ενώ αντίθετα παρατηρήθηκε και μείωση (Geliebter, Margaret, Gerace, Bernard and Saini, 1997).

Αντίθετα, σύμφωνα με τους Pratley και τους συνεργάτες (1994), υγιή άτομα ηλικίας 50-65 ετών ύστερα από συμμετοχή σε πρόγραμμα προπόνησης δύναμης παρουσίασαν αύξηση του MPH κατά 7,7%. Αυτή η αύξηση παρέμεινε στατιστικά σημαντική και όταν ο MPH εκφράστηκε σε χιλιοθερμίδες/κιλό άλιπης σωματικής μάζας. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν πως η προπόνηση αντιστάσεων προκαλεί αύξηση του MPH πιθανόν επειδή αυξάνεται η άλιπη σωματική μάζα και η δραστηριότητα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος.

Σε άλλη μελέτη άντρες ηλικίας 19-35 ετών χωρίστηκαν σε 3 ομάδες. Ομάδα ελέγχου, ομάδα προπόνησης αντιστάσεων υψηλής έντασης και ομάδα προπόνησης αντοχής. Ο μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας δεν μεταβλήθηκε σημαντικά σε καμία ομάδα παρότι παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση στην πρόσληψη ενέργειας. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η προπόνηση αντιστάσεων υψηλής έντασης και η προπόνηση αντοχής βοηθούν στην πρόληψη μείωσης του MPH σε μεγάλες περιόδους που παρουσιάζεται αρνητικό ενεργειακό ισοζύγιο (Broeder et al., 1992).

Αντίθετα, σε έρευνα των Lemmer και συνεργατών (2001) μετά από πρόγραμμα προπόνησης δύναμης διάρκειας 24 βδομάδων, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στο MPH. Στο πρόγραμμα συμμετείχαν 10 νέοι άντρες, 9 νεαρές γυναίκες και 21 ηλικιωμένα άτομα (άντρες και γυναίκες). Συνολικά σε όλα τα άτομα παρατηρήθηκε αύξηση των απόλυτων τιμών του μεταβολικού ρυθμού ηρεμίας κατά 7%. Αυξήσεις παρατηρήθηκαν και όταν ο MPH εκφράστηκε ανά άλιπη μάζα.

Στη πειραματική μελέτη των Dolezal και Potteiger (1998), 30 φυσικά δραστήρια άτομα χωρίστηκαν σε 3 πειραματικές ομάδες. Ομάδα προπόνησης αντιστάσεων, ομάδα προπόνησης αντοχής και ομάδα που συνδυάζει και τις 2 μεθόδους. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 10 βδομάδων. Ο μεταβολικός ρυθμός ηρεμίας παρουσίασε σημαντική αύξηση στην ομάδα προπόνησης αντιστάσεων και στην ομάδα που περιελάμβανε προπόνηση αντιστάσεων και προπόνησης αντοχής αλλά όχι στην ομάδα προπόνησης αντοχής. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι παρότι η προπόνηση αντιστάσεων αυξάνει από μόνη της το MPH και τη δύναμη και η προπόνηση αντοχής αυξάνει από μόνη της, την αερόβια ικανότητα και μειώνει το σωματικό λίπος, ο συνδυασμός των 2 προπονήσεων προσφέρει όλα τα προηγούμενα οφέλη αλλά σε μικρότερο βαθμό.

Σε έρευνα των Roehlman και συνεργατών (1992), μελετήθηκαν οι διαφορές του MPH μεταξύ αερόβια προπονημένων ατόμων, ατόμων που έκαναν προπόνηση αντιστάσεων και αγύμναστων. Συγκεκριμένα, συμμετείχαν 42 αγύμναστοι άντρες, οι οποίοι δεν ακολουθούσαν κάποιο προπονητικό πρόγραμμα, 36 αερόβια προπονημένα άτομα, οι οποίοι ήταν δρομείς για τουλάχιστον 4,8 χρόνια και έτρεχαν κατά μέσο όρο 77 ± 19 χλμ/εβδ. Τα υπόλοιπα 18 άτομα ήταν αθλητές bodybuilding και έκαναν προπόνηση αντιστάσεων για 4 χρόνια με συχνότητα 5-6 φορές/εβδ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο MPH προσαρμοσμένος σε κιλά άλιπης μάζας ήταν 5% μεγαλύτερος για τα άτομα που έκαναν αερόβια προπόνηση σε σχέση με τους αθλητές bodybuilding και 10% μεγαλύτερος σε σχέση με τα αγύμναστα άτομα. Οι αερόβια προπονημένοι και οι αθλητές bodybuilding

εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές MPH ανεξάρτητα από την άλιπη μάζα σε σχέση με τα αγύμναστα άτομα.

Σε παρόμοια έρευνα, συγκρίθηκε ο MPH σε αγύμναστους, μέτρια γυμνασμένους και πολύ γυμνασμένους άντρες ηλικίας 19-36 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ Vo2max και MPH ($r=0,77$, $p<0,01$). Επίσης, ο MPH εκφραζόμενος σε σωματικό βάρος και άλιπη μάζα εμφάνισε σημαντικά υψηλότερες τιμές στα πολύ γυμνασμένα άτομα σε σχέση με τα μέτρια γυμνασμένα και τα αγύμναστα άτομα. (Poehlman, Melby, Badylak, Calles, 1989).

Σε μελέτη των Almeras και συνεργατών (1991) έλαβαν μέρος 7 αθλητές σκι cross-country και 8 άντρες που έκαναν καθιστική ζωή. Στο MPH οι αθλητές παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα αγύμναστα άτομα. Ακόμα και όταν ο MPH εκφράστηκε σε άλιπη μάζα τα γυμνασμένα άτομα υπερέιχαν σημαντικά.

Οι Gilliat- Wimberly και συνεργάτες (2001), εξέτασαν την επίδραση της συνήθους φυσικής δραστηριότητας στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας (MPH) και στη φυσική κατάσταση και συγκρίθηκαν ενήλικες γυναίκες με καθιστική ζωή. Ο MPH μετρήθηκε 2 φορές μετά την ίδια περίοδο έμμηνου κύκλου και 48 ώρες μετά από άσκηση. Η ενεργειακή πρόσληψη και δαπάνη προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας καθημερινή (για διάστημα 7 ημερών) καταχώρηση ζυγισμένων τροφών και αναφορά φυσικής δραστηριότητας. Οι υγιείς, κανονικές στο βάρος, σε προεμμηνορροϊκό στάδιο γυναίκες ηλικίας 35-50 ετών, χαρακτηρίστηκαν εξίσου τόσο δραστήριες όσο και αυτές που κάνουν καθιστική ζωή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ποσοστό λίπους και ο δείκτης μάζας σώματος ήταν χαμηλότερα ($P<0,005$) και ο MPH ήταν σημαντικά υψηλότερος στις ασκούμενες γυναίκες από ό, τι σε αυτές που κάνουν καθιστική ζωή. Αυτό δείχνει πως οι ασκούμενες γυναίκες που έχουν στις συνήθειές τους φυσική δραστηριότητα μπορούν να διατηρήσουν χαμηλότερα επίπεδα λιπώδους ιστού και υψηλότερο MPH από αυτές με καθιστική ζωή που έχουν παρόμοιο ποσοστό λίπους και δείκτη μάζας σώματος.

Σε άλλη πειραματική μελέτη συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα προπόνησης διάρκειας 9 εβδομάδων έξι κανονικοί στο βάρος εθελοντές (τρεις γυναίκες και τρεις άντρες). Καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας οι εθελοντές ακολουθούσαν συγκεκριμένη διατροφή. Μέτρηση της ενεργειακής δαπάνης έδειξε ότι οι εθελοντές είχαν ενεργειακή απόκλιση της τάξεως +3% κατά το διάστημα ελέγχου και -20% στο τέλος της προπονητικής περιόδου. Ο βασικός μεταβολικός ρυθμός, ο μεταβολικός ρυθμός νυκτός και ο μεταβολικός ρυθμός ύπνου μετρήθηκαν σε τρεις φάσεις: κατά την περίοδο ελέγχου, στην αρχή και στο τέλος

των προπονητικών περιόδων. Ο μέσος όρος των παραπάνω παραμέτρων δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά με την άσκηση, ούτε και όταν εκφράστηκαν σε ανά κιλό σωματικού βάρους ή ανά κιλό δείκτη μάζας σώματος. Αυτά τα αποτελέσματα δεν υποστήριξαν την πρόταση ότι υπάρχει μια σταθερή αύξηση του βασικού μεταβολικού ρυθμού ύστερα από κάποιο διάστημα φυσικής δραστηριότητας (Gleeson, Brown, Waring, Stock, 1982).

Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξε και η έρευνα των Visser και συνεργατών (1995). Συγκεκριμένα, μετρήθηκε με τη μέθοδο της έμμεσου θερμιδομετρίας ο MPH και η τροφική θερμογένεση σε 56 νέα και 103 μεγαλύτερα ηλικιακά άτομα. Επιπροσθέτως, μελετήθηκαν η επιρροή της σωματικής σύστασης, η κατανομή του λίπους και το επίπεδο της φυσικής δραστηριότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο MPH ήταν σημαντικά χαμηλότερος στα μεγαλύτερα ηλικιακά άτομα από ό, τι στα νέα. Δεν παρατηρήθηκε κάποια ξεκάθαρη σχέση μεταξύ του επιπέδου της φυσικής δραστηριότητας και του MPH.

Με βάση τα παραπάνω συνάγεται ότι η χρόνια άσκηση στις περισσότερες περιπτώσεις προκαλεί αύξηση του μεταβολικού ρυθμού ηρεμίας. Ειδικά μετά από συμμετοχή σε προγράμματα δύναμης και έντονης αερόβιας προπόνησης. Φαίνεται ότι σε προγράμματα με διάρκεια λιγότερη των 20 εβδομάδων δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας. Παρόλα αυτά, δεν προκύπτουν συγκεκριμένα συμπεράσματα σχετικά με το πόσο επηρεάζουν το μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας και το αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας κάποια συγκεκριμένα αγωνίσματα και αθλήματα, καθώς και η μακροχρόνια συμμετοχή τους σε αυτά αλλά και τι επίδραση έχει η σωματική σύσταση, η μέγιστη δύναμη και η αερόβια ικανότητα στους παραπάνω παράγοντες.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Συνολικά συμμετείχαν 78 άτομα ηλικίας ($26,5 \pm 2,3$ έτη). Το δείγμα χωρίστηκε σε 4 πειραματικές ομάδες. Εξετάστηκαν αθλητές αγωνισμάτων δύναμης και σωματοδόμησης (bodybuilding) στους οποίους παρατηρείται μεγάλη μυϊκή μάζα και υψηλές τιμές μέγιστης δύναμης, αθλητές ομαδικών αθλημάτων ερασιτεχνικών κατηγοριών με υψηλή μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, παχύσαρκα άτομα που δεν συμμετέχουν συστηματικά σε αθλητικές δραστηριότητες, ενώ η ομάδα ελέγχου αποτελείτο από υγιή αγύμναστα άτομα. Συγκεκριμένα, η πρώτη ομάδα αποτελείτο από 20 αθλητές ομαδικών αθλημάτων ερασιτεχνικών κατηγοριών (Α' και Β' τοπικό), ηλικίας ($25,8 \pm 2,5$ έτη). Τα ομαδικά αθλήματα είναι καλαθοσφαίριση και πετοσφαίριση. Η δεύτερη ομάδα αποτελείτο από 18 αθλητές άρσης βαρών και σωματοδόμησης (bodybuilding) ηλικίας ($26,5 \pm 2$ έτη), οι οποίοι γυμνάζονται συστηματικά τουλάχιστον 1 χρόνο. Η τρίτη ομάδα αποτελείτο από 19 παχύσαρκα άτομα (ποσοστό λίπους $> 25\%$ και $BMI > 30$) (σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας), ηλικίας ($26,7 \pm 2,6$ έτη), τα οποία δεν γυμνάζονται συστηματικά. Την τέταρτη ομάδα την αποτελούσαν 21 υγιή άτομα που δεν ασχολούνται με κάποια αθλητική δραστηριότητα (ομάδα ελέγχου), ηλικίας ($27 \pm 2,2$ έτη). Οι εξεταζόμενοι συμμετείχαν στην έρευνα εθελοντικά αφού πρώτα ενημερώθηκαν για τις λεπτομέρειες του πειραματικού σχεδιασμού.

Όργανα μετρήσεων:

Για τον υπολογισμό και την αξιολόγηση του βασικού μεταβολικού ρυθμού και της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής αναπνευστικών αερίων Metasys της κατασκευάστριας εταιρίας Brainware (METASYS TR-B, Brainware, Valette du Var, France). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της έμμεσης θερμιδομετρίας.

Το ποσοστό σωματικού λίπους μετρήθηκε με τη μέθοδο των 6 δερματοπτυχών (τρικέφαλος, υπερλαγώνιος, κοιλιά, θωρακικός, υποπλάτιος, μηρός, μασχαλιαίος)

χρησιμοποιώντας δερματοπτυχόμετρο τύπου Harpenden, και με τη χρήση ειδικών εξισώσεων (Jackson and Pollock, 1980) υπολογίστηκε το ποσοστό σωματικού λίπους, η άλιπη μάζα και η μάζα λίπους. Για τη μέτρηση του βάρους και του ύψους χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά και υψομετρητής Seca.

Για τη μέτρηση της μέγιστης δύναμης χρησιμοποιήθηκαν 2 ασκήσεις: τα καθίσματα και οι πιέσεις πάγκου με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έως την μία επανάληψη στο μέγιστο βάρος.

Διαδικασία μετρήσεων

Οι δοκιμαζόμενοι 12 ώρες πριν τις μετρήσεις δεν είχαν λάβει τροφή και δεν είχαν συμμετάσχει σε αθλητική δραστηριότητα για τουλάχιστον 48 ώρες πριν τη μέτρηση. Για τη μέτρηση του βασικού μεταβολισμού οι εξεταζόμενοι βρίσκονταν ξαπλωμένοι για διάστημα 40 λεπτών. Μέτρηση του βασικού μεταβολικού ρυθμού πραγματοποιήθηκε τα τελευταία 20 λεπτά. Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα πρωινές ώρες (8-10π.μ.) σε ήσυχο δωμάτιο με σταθερή θερμοκρασία.

Η καρδιακή συχνότητα καταγράφηκε μέσω φορητού καρδιοσυχνόμετρου (Polar Heart Rate Monitor, Finland) καθ' όλη τη διάρκεια της μέτρησης. Ο κατά λεπτό αερισμός (VE), η πρόσληψη οξυγόνου (oxygen uptake, VO_2) και η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (VCO_2) καταγραφόταν από αναλυτή αερίων με ανάλυση του εκπνεόμενου αέρα ανά 30 δευτερόλεπτα και σύμφωνα με τη μέθοδο breath by breath. Πριν από κάθε δοκιμασία γινόταν βαθμονόμηση του πνευμοταχογράφου και των αναλυτών O_2 και CO_2 .

Η εύρεση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου πραγματοποιήθηκε με συγκεκριμένο πρωτόκολλο σε δαπεδοεργόμετρο. Συγκεκριμένα, μετά την προθέρμανση διάρκειας 5 λεπτών, οι δοκιμαζόμενοι ξεκίνησαν από μια μικρή αρχική ταχύτητα (3χλμ/ώρα οι αγύμναστοι, 6 χλμ/ώρα οι γυμνασμένοι) και στη συνέχεια η ένταση αυξανόταν προοδευτικά κάθε λεπτό με σκοπό να εξαντληθούν οι δοκιμαζόμενοι σε διάστημα 8-12 λεπτών. Η υψηλότερη τιμή οξυγόνου καταγραφήκε για 1' κατά τη διάρκεια του τεστ θα είναι και η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. Ως κριτήρια τερματισμού της δοκιμασίας κόπωσης χρησιμοποιήθηκαν τα εξής: i) εμφάνιση πλατώ στη VO_{2max} (άνοδος της $VO_2 < 2.5 \text{ ml/kg/min}$, ii) μέγιστη καρδιακή συχνότητα $+10$ παλμοί/λεπτό από το 220-ηλικία και iii) $RQ > 1.10$ (ACSM, 2007).

Η μέγιστη δύναμη αξιολογήθηκε στα καθίσματα και στις πιέσεις πάγκου με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις έως την μία επανάληψη στο μέγιστο βάρος. Μεταξύ των σετ ακολούθησε διάλειμμα διάρκειας 4'. Η θερμοκρασία του εργαστηρίου, κατά τη διάρκεια όλων των μετρήσεων βρισκόταν στους 25 βαθμούς Κελσίου. Οι μετρήσεις της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και της μέγιστης δύναμης πραγματοποιήθηκαν σε ξεχωριστές μέρες.

Διατροφή

Με σκοπό να αποκλειστεί ο παράγοντας διατροφή στο MPH και στο RQ μεταξύ των δοκιμαζόμενων της κάθε ομάδας, όλα τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα ακολούθησαν 3 μέρες πριν τις μετρήσεις συγκεκριμένο διατροφικό πλάνο, θερμιδικής πρόσληψης περίπου 2000 Kcal με περιεκτικότητα 25-44-31 (25% πρωτεΐνες, 44% υδατάνθρακες και 31% λίπος). Κάθε δοκιμαζόμενος διατηρούσε ειδικό ιστορικό όπου σημείωνε τυχόν θερμιδικές παρεκκλίσεις από το διατροφικό πλάνο, ενώ δώθηκαν και ειδικές διατροφικές συμβουλές. Το πρόγραμμα διατροφής επεξεργάστηκε στο πρόγραμμα Fitness της Infocontrol. Αναλυτικά παρουσιάζεται στο Παράρτημα.

Σχεδιασμός της έρευνας

Η ανεξάρτητη μεταβλητή της έρευνας είναι η «ομάδα», η οποία περιλαμβάνει 4 βαθμίδες: α) ομάδα ομαδικών αθλημάτων, β) ομάδα αγωνισμάτων δύναμης και σωματοδόμησης (bodybuilding), γ) ομάδα παχύσαρκων ατόμων, δ) ομάδα ελέγχου. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που θα εξεταστούν στην έρευνα είναι α) η ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας β) το αναπνευστικό ηπλίκο ηρεμίας.

Στατιστική ανάλυση

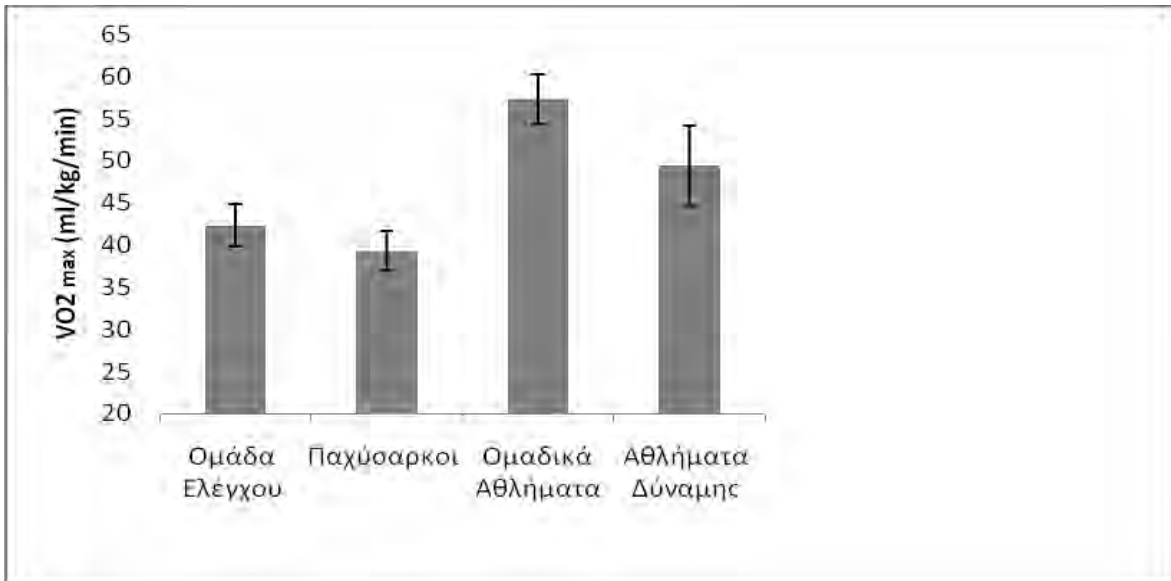
Η παρουσίαση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι, τυπική απόκλιση). Η στατιστική ανάλυση που χρησιμοποιήθηκε είναι ανάλυση διακύμανσης ως προς έναν παράγοντα (One-Way ANOVA). Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές συγκρίσεις Bonferroni για τη διαπίστωση διαφορών μεταξύ των επιπέδων του παράγοντα ομάδα. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$. Το στατιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε είναι το SPSS 17.0.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

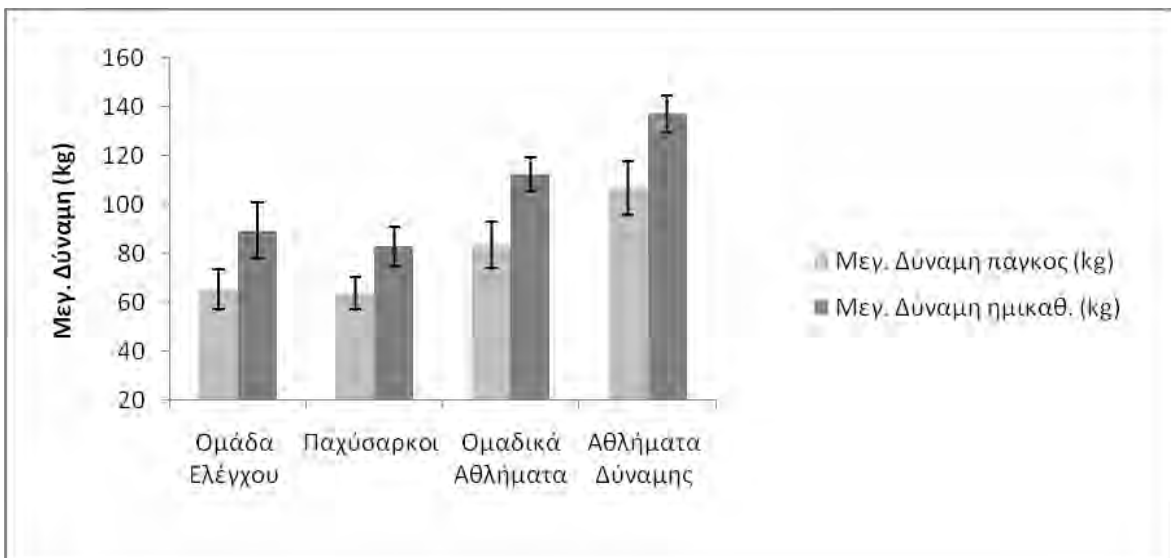
Τα φυσικά και σωματικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Τα παχύσαρκα άτομα παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στο σωματικό βάρος, στο Δ.Μ.Σ. και το σωματικό λίπος σε σχέση με τους υπόλοιπους δοκιμαζόμενους ενώ χαμηλότερες τιμές στη VO_{2max} και στη μέγιστη δύναμη. Τις μεγαλύτερες τιμές στη VO_{2max} παρουσίασαν οι αθλητές και στη μέγιστη δύναμη οι αθλητές δύναμης. Σε όλες τις μεταβλητές, εκτός της ηλικίας, παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 4 ομάδων ($p < 0,05$). Στο Σχήμα 1, παρουσιάζονται γραφικά οι διαφορές στη VO_{2max} και στο σχήμα 2, οι διαφορές στη μέγιστη δύναμη (πιέσεις πάγκου και ημικαθίσματα).

Πίνακας 1. Φυσικά και σωματικά χαρακτηριστικά δοκιμαζομένων

Μεταβλητές	Ομάδα ελέγχου (n=21)	Παχύσαρκοι (n=19)	Αθλητές Ο.Α. (n=20)	Αθλ. Δύναμης (n=18)
Ηλικία (έτη)	27 ± 2,2	26,7 ± 2,6	25,8 ± 2,5	26,5 ± 2
Ύψος (μ)	1,80 ± 0,05	1,79 ± 0,06	1,89 ± 0,08	1,80 ± 0.06
Βάρος (kg)	79,6 ± 7,6	104 ± 9,9	85.7 ± 12.4	93.6 ± 8.4
BMI (βάρος/ύψος ²)	24,4 ± 1,8	32,2 ± 1,8	23,9 ± 2	29 ± 1
Λίπος %	14,1 ± 1.7	29,3 ± 2,5	12 ± 2,9	10,2 ± 2,6
Αλιπη μάζα (kg)	68,4 ± 6,4	73,3 ± 5,2	75,2 ± 9,5	84 ± 6,2
VO_{2max} (ml/kg/min)	42,3 ± 2,5	39,3 ± 2,3	57,3 ± 3	49,4 ± 4,8
Μεγ. Δύναμη πάγκος (kg)	65,2 ± 8,3	63,6 ± 6,5	83,3 ± 9,6	106,5 ± 11
Μεγ. Δύναμη ημικαθ.(kg)	89,4 ± 11,5	82,6 ± 8,4	112,3 ± 7	136,8 ± 7,6
Προπονητική ηλικία (έτη)			6.0 ± 3,1	3.0 ± 1,8



Σχήμα 1. Τιμές VO_{2max} στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένες σε ml ανά κιλό Σ.Β. ανά λεπτό



Σχήμα 2. Τιμές μέγιστης δύναμης στις πιέσεις πάγκου και στα ημικαθίσματα στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένες σε κιλά

Τα αποτελέσματα σχετικά με το MPH (kcal/μέρα και kcal/λεπτό) και το αναπνευστικό πηλίκο παρουσιάζονται στον πίνακα 2, ενώ απεικονίζονται στα Σχήματα 3, 4 και 5.

Συγκεκριμένα για το MPH πραγματοποιήθηκε αρχικά το τεστ ομοιογένειας διακυμάνσεων (Test of Homogeneity of Variances) και αποδείχτηκε ότι υπάρχει ισότητα διακυμάνσεων (Sig=0,261>0,05). Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα (One-Way ANOVA) για να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση (1) (H₀: Δεν

υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 ομάδων και της ομάδας ελέγχου). Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά επίδραση του παράγοντα «ομάδα» [$F(3,74)=112,863$, $p < 0,05$]. Για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών εφαρμόστηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Τη μεγαλύτερη τιμή στο MPH παρουσίασαν οι αθλητές δύναμης (1814,5 θερμίδες/μέρα) και οι αθλητές Ο.Α. (1725 θερμίδες/μέρα) με τους αθλητές δύναμης να παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές, ενώ η ομάδα ελέγχου (1544 θερμίδες/μέρα) υστερούσε σε σχέση με τους παχύσαρκους (1553,6 θερμίδες/μέρα) χωρίς να υπάρχει όμως σημαντική διαφορά. Οι αθλητές δύναμης παρουσίασαν στατιστικά μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τους αθλητές, την ομάδα ελέγχου και τους παχύσαρκους. Οι αθλητές Ο.Α. εμφάνισαν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές μεταβολισμού ηρεμίας σε σχέση με τους παχύσαρκους και την ομάδα ελέγχου και μικρότερες σε σχέση με τους αθλητές δύναμης. Τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και όταν ο MPH εκφράστηκε σε θερμίδες/λεπτό.

Με το MPH εκφρασμένο σε θερμίδες/kg σώμα, τις χαμηλότερες τιμές παρουσιάζουν οι παχύσαρκοι (στατιστικά σημαντικό). Οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται στους αθλητές Ο.Α. και στους αθλητές δύναμης χωρίς όμως να διαφέρουν σημαντικά ούτε μεταξύ τους, ούτε με την ομάδα ελέγχου (σχ.5).

Πίνακας 2. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου

	Ομάδα ελέγχου (n=21)	Παχύσαρκοι (n=19)	Ομαδικά Αθλήματα (n=20)	Αθλήματα Δύναμης (n=18)
RMR (kcal/day)	1544 ± 52,3	1553,6 ± 68,6	1725 ± 48,9**	1814,5 ± 45,9*
RMR/min (kcal/min)	1,07 ± 0,04	1,08 ± 0,05	1,2 ± 0,03**	1,26 ± 0,03*
RMR/BM (kcal/kg/day)	19,5±1,7	14,5±1,4***	20,4±2,3	19,6±1,4
RMR/FFM (kcal/kg/day)	22,7 ± 1,9	21,2 ± 1,2	23,2 ± 2,4****	21,7 ± 1,3
RMR/FFM/h (kcal/kg/h)	0,95 ± 0,08	0,88 ± 0,05	0,97 ± 1,1****	0,9 ± 0,05
RMR/BS/h (kcal/m ² /h)	32,4 ± 1,4	29,1 ± 1,5	34 ± 2,2	35,6 ± 1,7§

RMR: Resting Metabolic Rate (Μεταβολικός Ρυθμός Ηρεμίας), BM: Body mass (σωματική μάζα), FFM: Fat Free mass (Άλιπη Μάζα),

BS: Body surface (Επιφάνεια Σώματος).

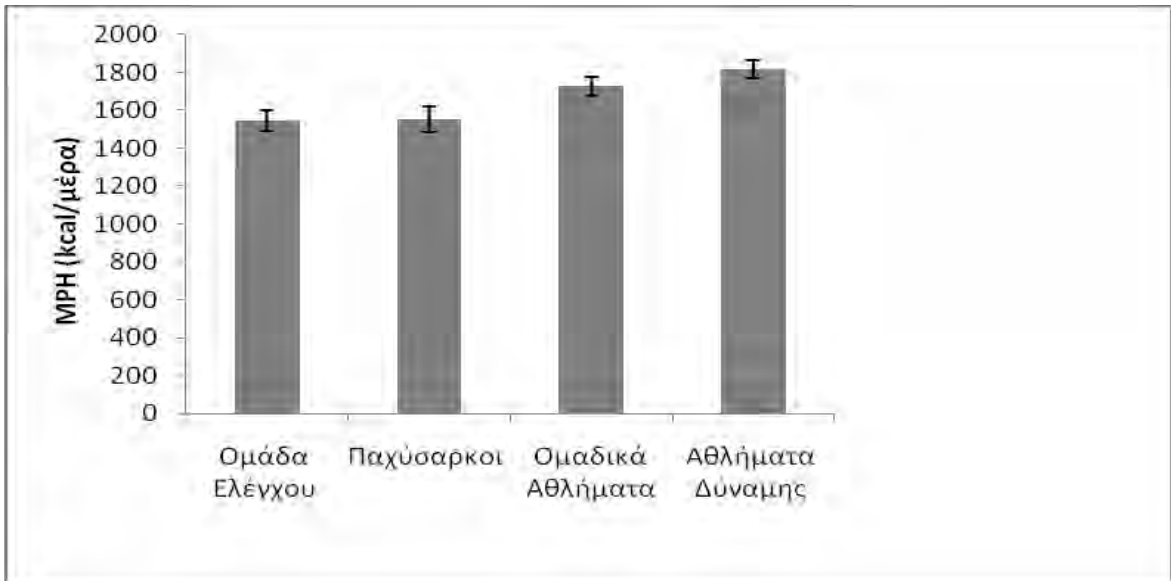
* Σημαντικές διαφορές σε σχέση με ομάδα ελέγχου, παχύσαρκους και αθλητές Ο.Α., $p < 0,05$

** Σημαντικές διαφορές σε σχέση με ομάδα ελέγχου, παχύσαρκους και αθλητές δύναμης, $p < 0,05$

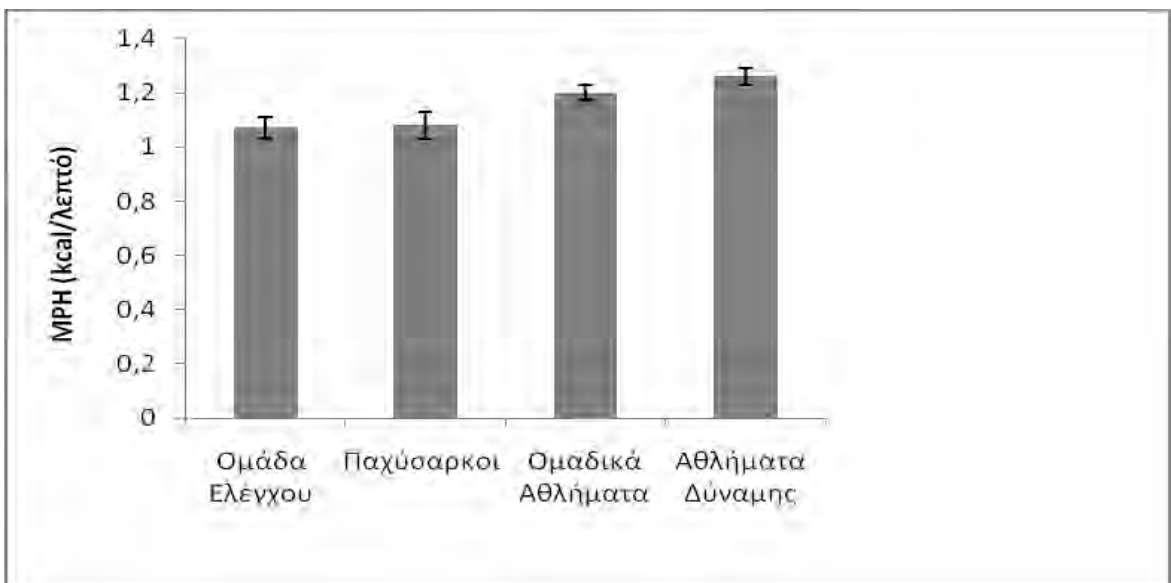
*** Σημαντικές διαφορές σε σχέση με όλες τις πειραματικές ομάδες., $p < 0,05$

**** Σημαντικές διαφορές σε σχέση με παχύσαρκους, $p < 0,05$

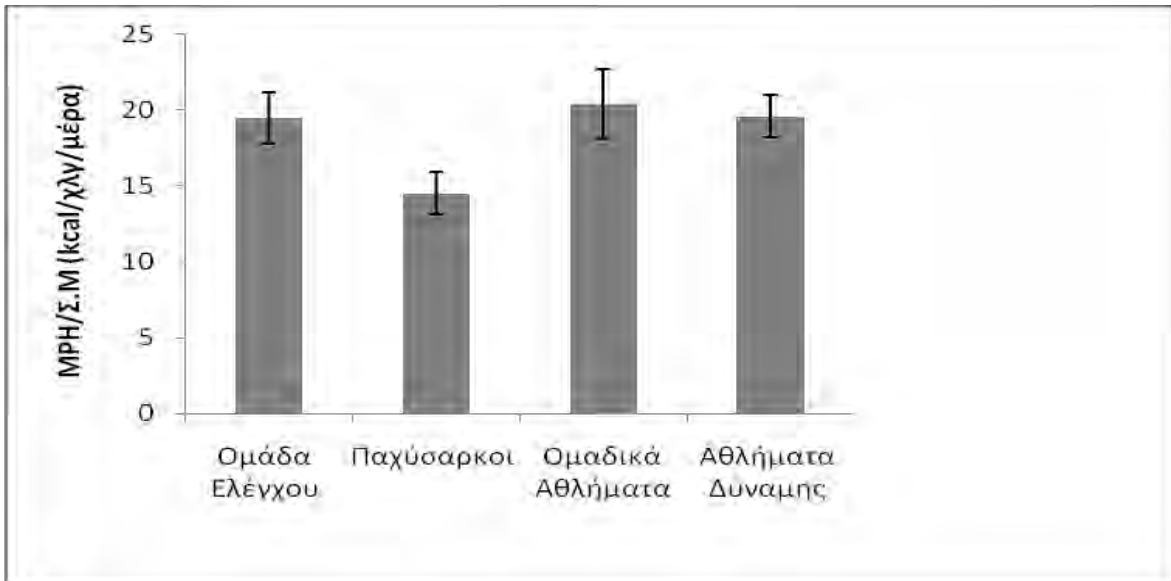
§ Σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των πειραματικών ομάδων, $p < 0,05$



Σχήμα 3. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/μέρα

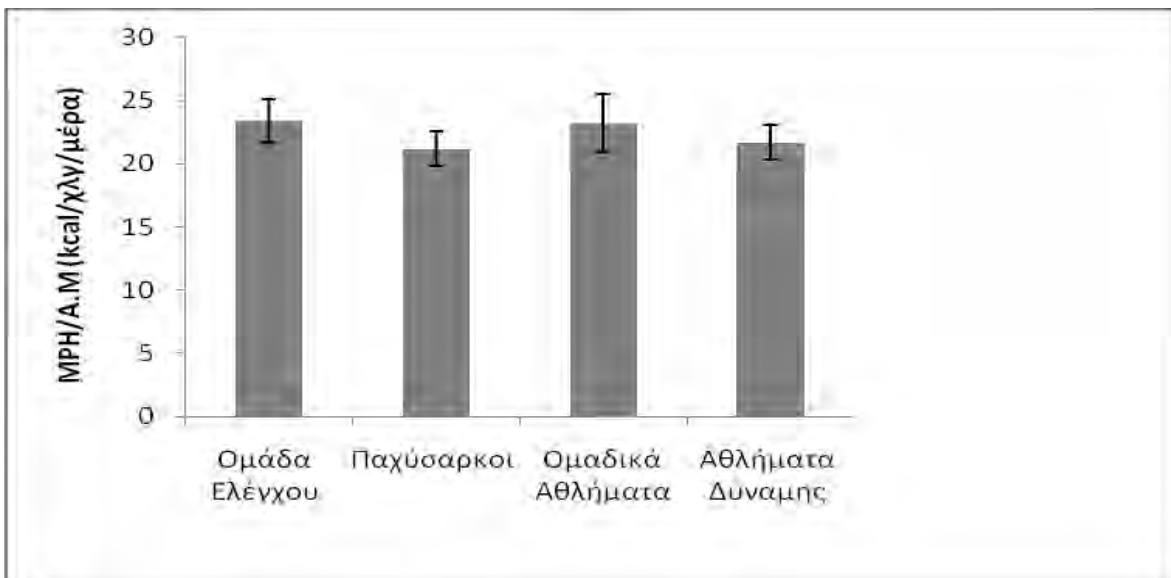


Σχήμα 4. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/λεπτό

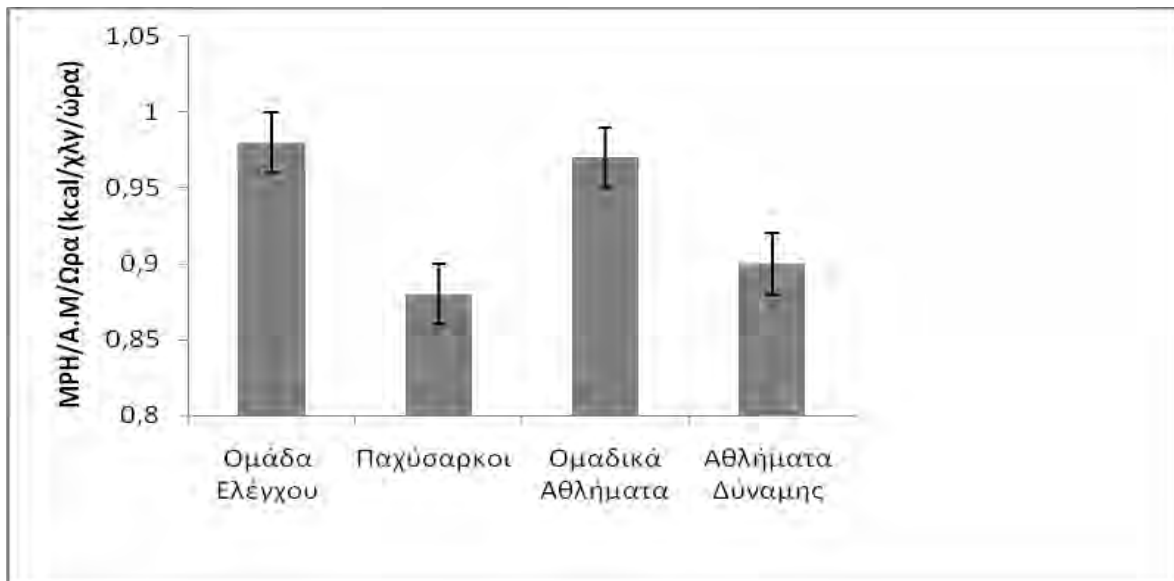


Σχήμα 5. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/χλγ/μέρα

Όταν ο MPH εκφράστηκε σε kcal/ χλγ άλιπης μάζας οι αθλητές Ο.Α. υπερτερούν στατιστικά σημαντικά έναντι των παχύσαρκων ($p < 0,05$), ενώ μεταξύ των αθλητών δύναμης και των παχύσαρκων δεν εντοπίζονται σημαντικές διαφορές (Πίνακας 2, Σχήμα 6). Οι υπόλοιπες πειραματικές ομάδες δεν εμφανίζουν μεταξύ τους σημαντικές διαφορές. Τα ίδια αποτελέσματα [$F(3,74) = 8,475$, $p < 0,05$] εντοπίστηκαν και όταν ο MPH εκφράστηκε σε kcal/ χλγ άλιπης μάζας/ώρα (Πίνακας 2, Σχήμα 7).

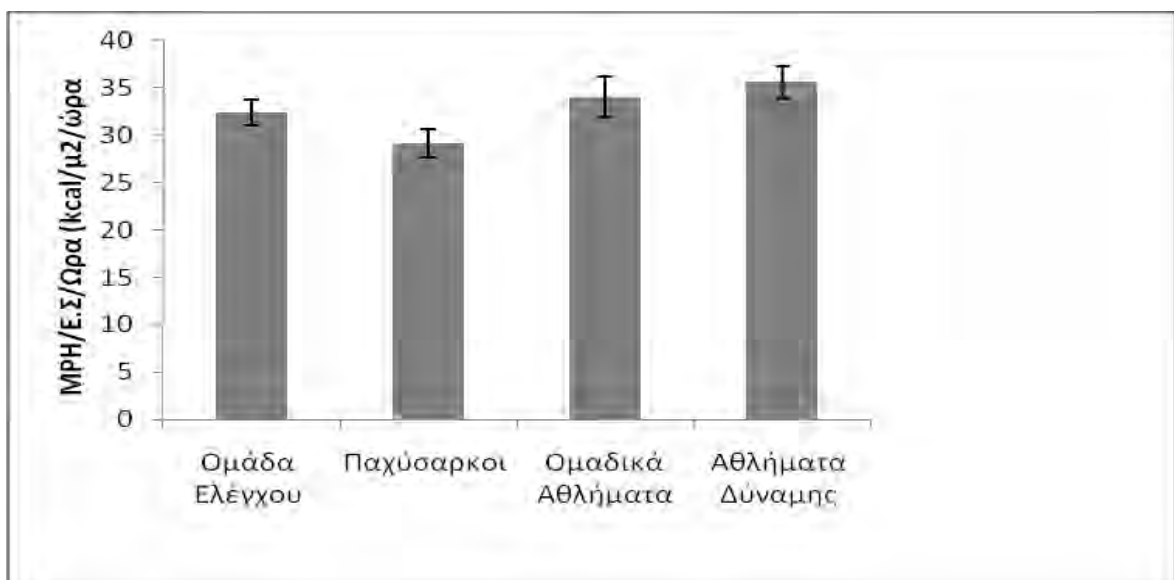


Σχήμα 6. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένος σε kcal/κιλό/μέρα



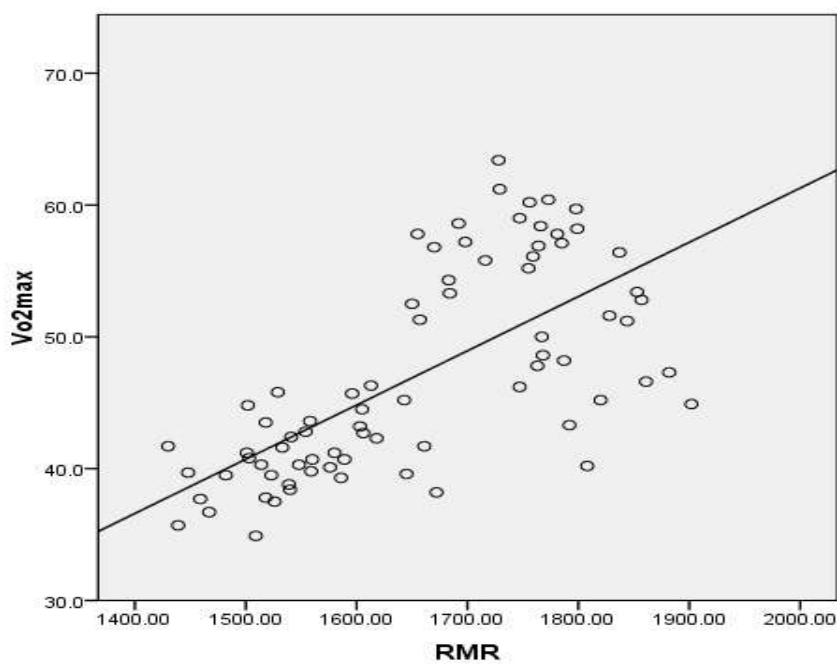
Σχήμα 7. Τιμές MPH στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένες σε kcal/κιλό/ώρα

Ο MPH όταν εκφράστηκε ανά τετραγωνικό μέτρο/ώρα, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ και των 4 ομάδων, με τους αθλητές δύναμης να παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές (Πίνακας 2 και Σχήμα 8) και να ακολουθούν οι αθλητές Ο.Α. και οι παχύσαρκοι οι οποίοι παρουσίασαν τις μικρότερες τιμές [(F(3,74)= 142,243, p<0,05)].



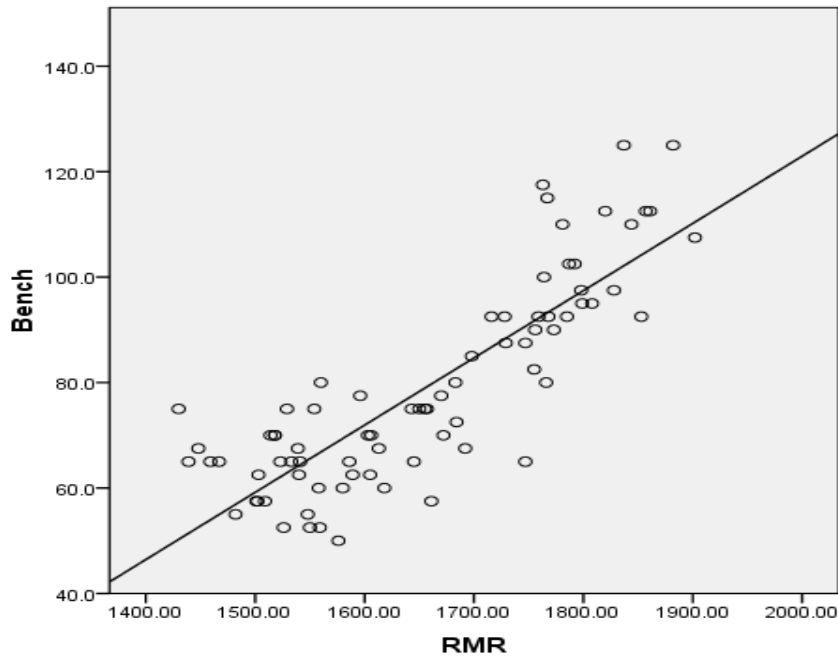
Σχήμα 8. Τιμές MPH στις 3 πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου, εκφρασμένες σε ανά Ε.Σ./ώρα

Η ανάλυση γραμμικής συσχέτισης έδειξε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του MPH (kcal/μέρα) και της αερόβιας ικανότητας ($r= 0,674$, $p< 0,01$) (Σχήμα 9)

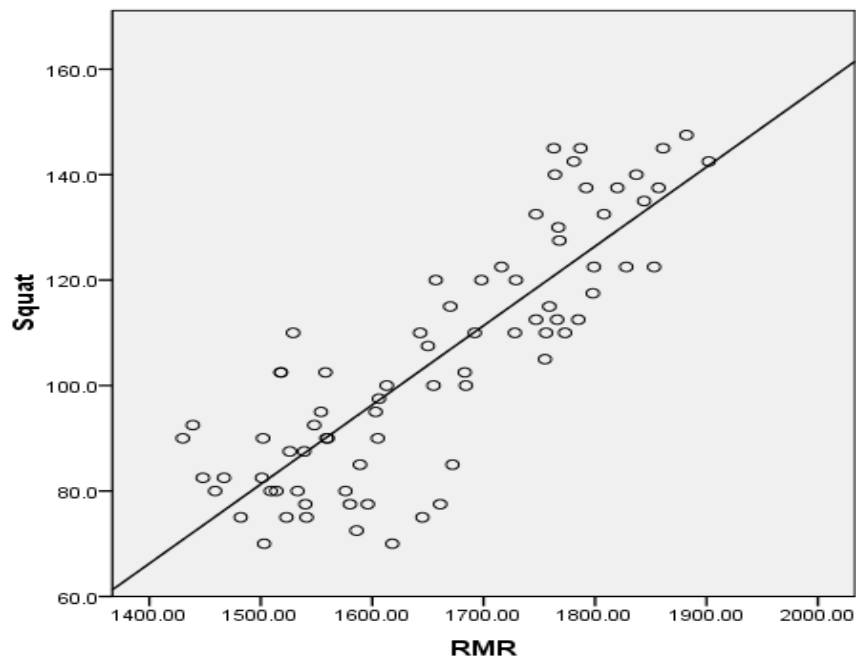


Σχήμα 9. Συσχέτιση MPH (RMR) και VO_{2max}

Μεγάλη συσχέτιση διαπιστώθηκε και μεταξύ μέγιστης δύναμης και MPH (Σχήμα 10 και 11). Συγκεκριμένα οι πιέσεις πάγκου αλλά και τα ημικαθίσματα εμφάνισαν συντελεστή συσχέτισης $r=0,839$ ($p<0,01$).

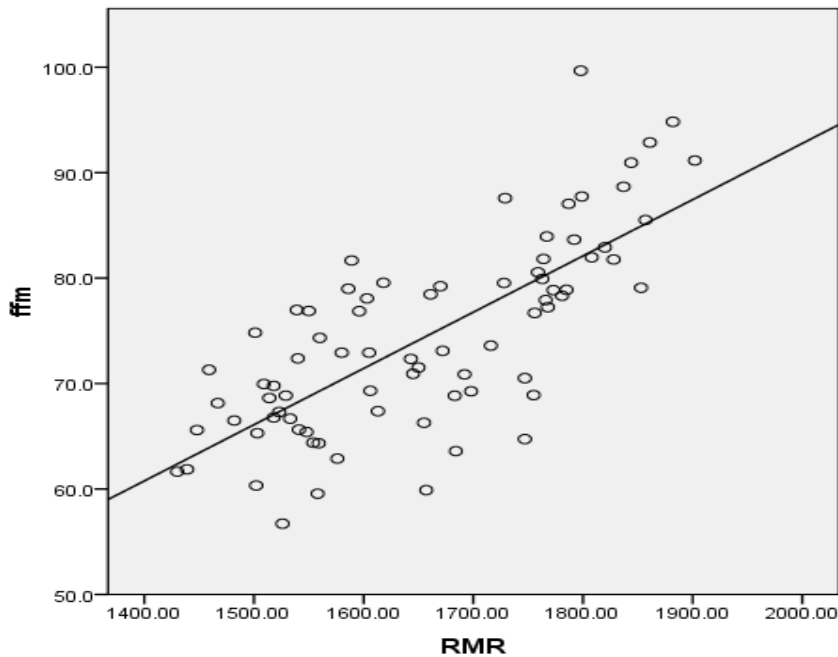


Σχήμα 10. Συσχέτιση MPH (RMR) και μέγιστης δύναμης στις πιέσεις πάγκου



Σχήμα 11. Συσχέτιση MPH (RMR) και μέγιστης δύναμης στα ημικαθίσματα

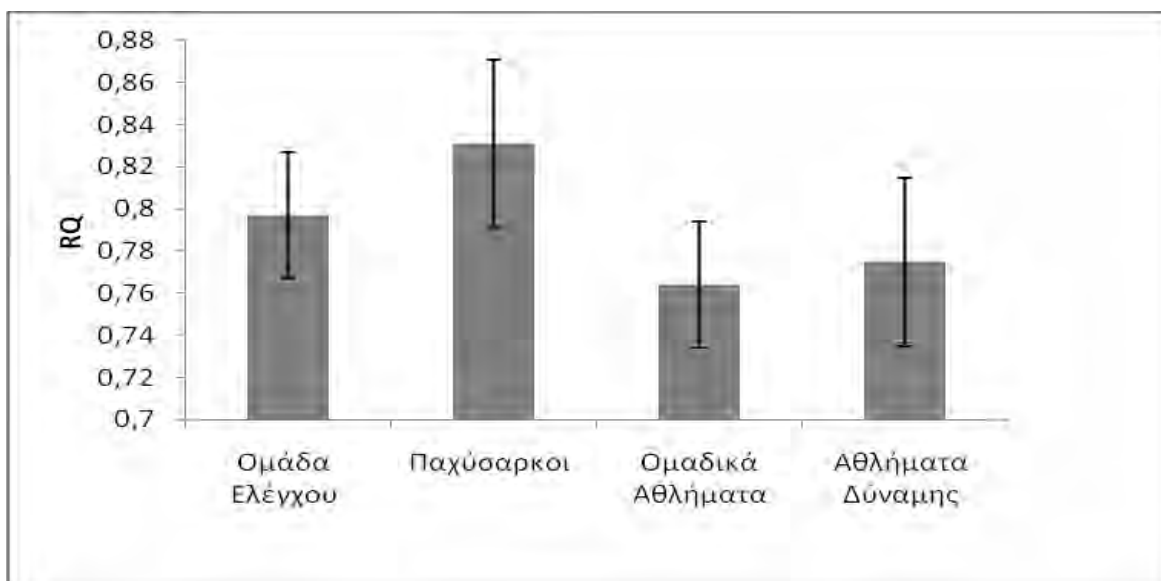
Επίσης, η άλιπη μάζα συσχετίστηκε σημαντικά με το MPH (Σχήμα 12), με ($r= 0.741$, $p< 0,01$)



Σχήμα 12. Συσχέτιση MPH (RMR) και άλιπης μάζας (ffm)

Για τη στατιστική ανάλυση του αναπνευστικού πηλίκου ηρεμίας (RQ) πραγματοποιήθηκε αρχικά το τεστ ομοιογένειας διακυμάνσεων (Test of Homogeneity of Variances) και αποδείχτηκε ότι υπάρχει ισότητα διακυμάνσεων ($\text{Sig}=0,649>0,05$). Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης ως προς ένα παράγοντα (One-Way ANOVA) για να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση (2) (H_0 : Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 ομάδων και της ομάδας ελέγχου). Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά επίδραση του παράγοντα «ομάδα» [$F(3,74)= 13,09$, $p<0,05$]. Για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών εφαρμόστηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας ελέγχου και των αθλητών, των αθλητών δύναμης και των παχύσαρκων και μεταξύ των αθλητών και των παχύσαρκων. Συγκεκριμένα, τη μεγαλύτερη τιμή στο αναπνευστικό πηλίκο εμφάνισαν οι παχύσαρκοι ($RQ= 0,831$) και υπερέιχαν σε σχέση με τους αθλητές ($RQ= 0,764$) και τους αθλητές δύναμης ($RQ= 0,775$). Η ομάδα ελέγχου ($RQ= 0,797$) δεν διέφερε σημαντικά με τα παχύσαρκα άτομα και τους αθλητές δύναμης (Πίνακας. 3 και Σχήμα 13). Τέλος, στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρουσιάστηκε ούτε μεταξύ των αθλητών Ο.Α.

και των αθλητών δύναμης, ενώ η ομάδα ελέγχου παρουσίασε σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με τους αθλητές Ο.Α.



Σχήμα 13. Τιμές Αναπνευστικού Πηλίκου Ηρεμίας (RQ) στις τρεις πειραματικές ομάδες και στην ομάδα ελέγχου

Με βάση το αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας προέκυψαν και τα ποσοστά χρήσης ενεργειακών υποστρωμάτων. Παρατηρείται, ότι οι αθλητές Ο.Α. αλλά και οι αθλητές δύναμης παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά καύσης λίπους στην ηρεμία σε σχέση με την ομάδα ελέγχου και τους παχύσαρκους (Πίνακας 3). Η υψηλότερη ποσοστιαία συμμετοχή υδατανθράκων και χαμηλότερη λιπώδη οξειδωση στην ηρεμία, παρουσιάζεται στην ομάδα των παχύσαρκων.

Πίνακας 3. Τιμές αναπνευστικού πηλίκου και ποσοστά χρήσης ενεργειακών υποστρωμάτων

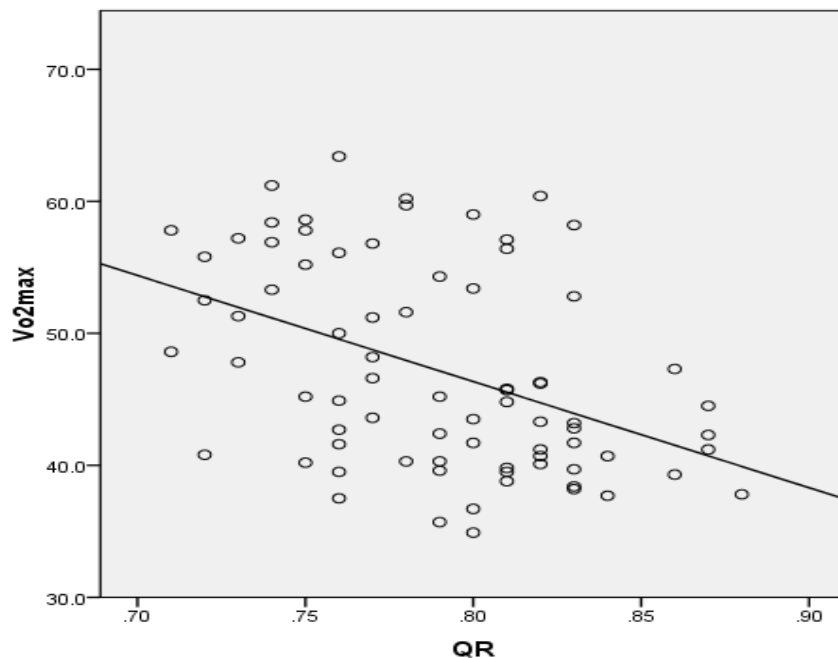
Μεταβλητές	Ομάδα ελέγχου (n=21)	Παχύσαρκοι (n=19)	Ομαδικά Αθλήματα (n=20)	Αθλήματα Δύναμης (n=18)
RQ	0,797 ± 0,03*	0,831 ± 0,04**	0,764 ± 0,03	0,775 ± 0,04
% Kcal CHO	33,3	56,2	19,3	26,3
% Kcal Fat	66,7	43,8	80,7	73,7

RQ: Respiratory Quotient (Αναπνευστικό πηλίκο)

** Σημαντικές διαφορές σε σχέση με ομάδα ελέγχου, αθλητές Ο.Α. και αθλητές δύναμης, $p < 0,05$

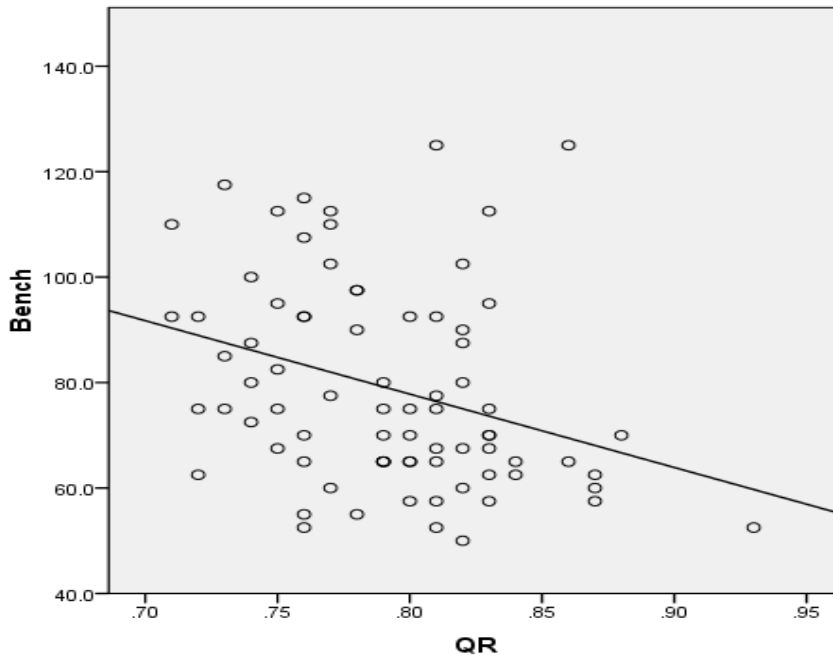
* Σημαντικές διαφορές σε σχέση με αθλητές Ο.Α., $p < 0,05$

Η ανάλυση γραμμικής συσχέτισης έδειξε μικρή αλλά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του RQ και της αερόβιας ικανότητας ($r= 0,432$, $p< 0,01$). (σχ.14)

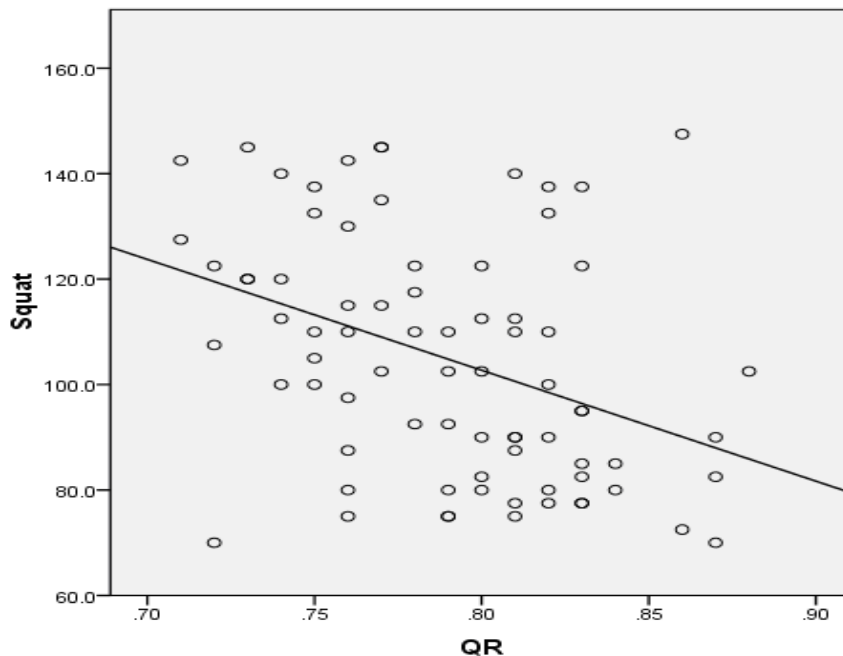


Σχήμα 14. Συσχέτιση αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) και αναπνευστικού πηλίκου (RQ)

Μη σημαντική συσχέτιση διαπιστώθηκε και μεταξύ μέγιστης δύναμης και MPH (σχ. 15 και σχ.16). Συγκεκριμένα οι πιέσεις πάγκου αλλά και τα ημικαθίσματα εμφάνισαν συντελεστή συσχέτισης $r = 0,320$ ($p < 0,01$) και $r = 0,385$ ($p < 0,01$) αντίστοιχα.

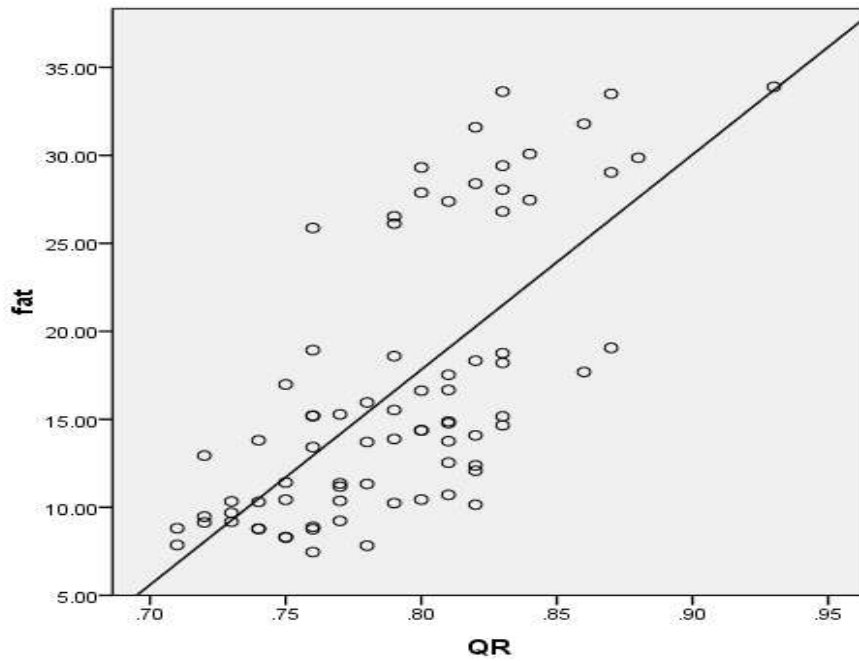


Σχήμα 15. Συσχέτιση μέγιστης δύναμης στις πιέσεις πάγκου (squat) και αναπνευστικού πηλίκου (RQ)



Σχήμα 16. Συσχέτιση μέγιστης δύναμης στα ημικαθίσματα (squat) και αναπνευστικού πηλίκου (RQ)

Τέλος, σημαντική συσχέτιση παρουσιάστηκε μεταξύ του RQ και του ποσοστού λίπους ($r = 0,4690$, $p < 0,01$), όπου μεγαλύτερες τιμές RQ παρουσίαζαν και μεγαλύτερα ποσοστά λίπους (Σχήμα 17).



Σχήμα 17. Συσχέτιση σωματικού λίπους (fat) και αναπνευστικού πηλίκου (RQ)

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη φαίνεται πως οι συμμετέχοντες σε αθλήματα όπως η καλαθοσφαίριση και η πετοσφαίριση παρουσιάζουν μεγάλες τιμές αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) και μέγιστης δύναμης σε σχέση με αγύμναστα άτομα ή άτομα αθλημάτων δύναμης. Αυτοί οι παράγοντες, όπως και η σωματική σύσταση επηρεάζουν το MPH μεταξύ αθλητών, παχύσαρκων και υγριών ατόμων

Διαφορές στον MPH ανάλογα με το άθλημα

Ανάλογα τη φύση του κάθε αθλήματος επέρχονται κάποιες προσαρμογές σε συνισταμένες της φυσικής κατάστασης του ασκούμενου όπως η αερόβια ικανότητα και η μέγιστη μυϊκή δύναμη, ενώ προσαρμογές επέρχονται και στη σωματική σύσταση. Αυτές οι προσαρμογές επηρεάζουν το MPH. Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών έχουν δείξει πως η συστηματική προπόνηση σε αθλητικές δραστηριότητες προκαλεί αυξήσεις στον BMP. Ανάλογα τη φύση του κάθε αθλήματος επέρχονται κάποιες προσαρμογές σε συνισταμένες της φυσικής κατάστασης του ασκούμενου όπως η αερόβια ικανότητα και η μέγιστη μυϊκή δύναμη, ενώ προσαρμογές επέρχονται και στη σωματική σύσταση. Συγκεκριμένα στην παρούσα μελέτη φαίνεται πως οι συμμετέχοντες σε αθλήματα όπως η καλαθοσφαίριση και η πετοσφαίριση παρουσιάζουν μεγάλες τιμές αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) σε σχέση με αγύμναστα άτομα ή άτομα αθλημάτων δύναμης. Η αυξημένη VO_{2max} φαίνεται πως επηρεάζει το ορμονικό και μεταβολικό προφίλ των αθλητών με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές BMP σε σχέση με αγύμναστα άτομα. Σε αυτό το συμπέρασμα έχουν καταλήξει αρκετές έρευνες (Poehlman et al., 1988, 1989, 1992, Almeras et al. 1991, Sjodin et al., 1996).

Οι συμμετέχοντες σε αθλήματα δύναμης όπως είναι η πάλη, το bodybuilding και γενικά όσοι προπονούνται τακτικά με αντιστάσεις, παρουσιάζουν μεγάλες τιμές μέγιστης μυϊκής δύναμης και αυξημένη μυϊκή μάζα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, λόγω του αυξημένου μυϊκού ιστού να παρατηρούνται αυξημένες τιμές στον BMP. Σε παρόμοια συμπεράσματα έχουν καταλήξει και άλλες μελέτες (Melby et al., 1990, Poehlman et al., 1992, Lemmer et al., 2001)

Ένας κοινός παράγοντας στα αθλήματα αντοχής αλλά και δύναμης είναι το χαμηλό ποσοστό λίπους που παρουσιάζουν όσοι συμμετέχουν σ' αυτά. Οι αθλητές σε σχέση με τα αγύμναστα άτομα παρουσιάζουν στο σώμα τους μεγαλύτερες τιμές μυϊκού ιστού και μικρότερες λιπώδους ιστού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες τιμές MPH.

Παράγοντες που επηρεάζουν το MPH και συσχετίσεις

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η σχέση μεταξύ του MPH με την αερόβια ικανότητα, τη μέγιστη δύναμη και τη σωματική σύσταση (άλιπη μάζα). Οι 78 δοκιμαζόμενοι παρουσίασαν ένα μεγάλο εύρος αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) και τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι αθλητές των ομαδικών αθλημάτων και οι αθλητές δύναμης παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με την ομάδα ελέγχου και τα παχύσαρκα άτομα. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως η VO_{2max} με τον MPH συσχετίζονται στατιστικά σημαντικά ($r = 0,674$, $p < 0,01$). Αυτό δείχνει πως οι υψηλά αερόβια προπονημένοι άντρες εμφανίζουν και μεγαλύτερες τιμές μεταβολισμού ηρεμίας. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες αλλά και σε αντίθεση με άλλες. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έρχονται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες οι οποίες έχουν δείξει ότι η αερόβια άσκηση αυξάνει το MPH, ενώ υπάρχει και σημαντική συσχέτιση μεταξύ VO_{2max} και MPH ($0,60 \leq r \leq 0,80$) (Poehlman, et al., 1988; Poehlman et al., 1989; Poehlman and Danforth, 1992; Almeras et al., 1991).

Ο LeBlanc και συνεργάτες (1984) δεν εντόπισαν μεγαλύτερες τιμές MPH σε πολύ προπονημένες γυναίκες όταν συγκρίθηκαν με μέτρια προπονημένες και αγύμναστες. Είναι πολύ πιθανό οι προσαρμογές που επέρχονται στον MPH από την άσκηση να είναι πιο ευαίσθητες στους άντρες οι οποίοι παρουσιάζουν και μεγαλύτερη αναλογία άλιπης μάζας ως προς το συνολικό σωματικό βάρος. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχονται σε αντίθεση και με τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν στη μελέτη του Davis και συνεργατών (1983). Οι διαφορές είναι πιθανόν να οφείλονται στο δείγμα καθώς στην παρούσα έρευνα ήταν μεγαλύτερος ο αριθμός των δοκιμαζόμενων και αποτελείτο μόνο από άντρες, ενώ είναι και μεγαλύτερο το εύρος των τιμών της VO_{2max} σε σχέση με τη μελέτη των Davis και συνεργατών όπου συμμετείχαν 10 άντρες και 16 γυναίκες. Ενώ στη συνέχεια στο πρόγραμμα άσκησης συμμετείχαν μόνο τρεις άντρες και τρεις γυναίκες οπότε τυχόν αλλαγές στη VO_{2max} ή στον MPH θα ήταν δύσκολο να εντοπιστούν λόγω του μικρού δείγματος αλλά και της διάρκειας του προγράμματος.

Οι Wilmore και συνεργάτες (1998), επίσης δεν παρατήρησαν στους δοκιμαζόμενους σημαντικές αλλαγές στο MPH ύστερα από συμμετοχή τους σε προπονητικό πρόγραμμα αντοχής διάρκειας 20 βδομάδων, παρότι η VO_{2max} αυξήθηκε σημαντικά. Αυτή η αντίθεση πιθανόν οφείλεται στη σχετικά μικρή διάρκεια του προγράμματος καθώς στην παρούσα έρευνα οι δοκιμαζόμενοι αθλούνταν τουλάχιστον για ένα χρόνο ενώ και οι τιμές της VO_{2max} είναι σχετικά χαμηλές (42,4 ml/kg/min μετά το πέρας του προγράμματος). Αντιθέσεις στα αποτελέσματα υπάρχουν και με την έρευνα του Geliebter και συνεργατών (1997) όπου 65 μέτρια παχύσαρκα άτομα χωρίστηκαν σε 3 διαφορετικές ομάδες άσκησης και ακολούθησαν ειδικό διατροφικό πρόγραμμα. Οι διαφορές μάλλον οφείλονται στο ότι το προπονητικό πρόγραμμα είχε διάρκεια μόλις 8 βδομάδων, διάστημα σχετικά μικρό για να παρατηρηθούν σημαντικές προσαρμογές, ενώ το διατροφικό πρόγραμμα πιθανόν περιελάμβανε μείωση της θερμιδικής πρόσληψης.

Στην παρούσα μελέτη επίσης εξετάστηκε η σχέση μεταξύ του MPH και της μέγιστης δύναμης. Οι 78 δοκιμαζόμενοι παρουσίασαν ένα μεγάλο εύρος στη μέγιστη δύναμη και τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι αθλητές δύναμης παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, τα παχύσαρκα άτομα και τους αθλητές των ομαδικών αθλημάτων. Η στατιστική ανάλυση έδειξε πως η μέγιστη δύναμη με τον MPH συσχετίζονται στατιστικά σημαντικά ($r= 0,839$, $p< 0,01$). Αυτό δείχνει πως οι υψηλά προπονημένοι στη δύναμη άντρες εμφανίζουν και μεγαλύτερες τιμές μεταβολισμού ηρεμίας. Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες οι οποίες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η προπόνηση με βάρη αυξάνει τον MPH (Melby et al., 1990; Poehlman et al., 1992; Lemmer et al., 2001), προφανώς λόγω της αύξησης του μυϊκού. Συγκεκριμένα, έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της μελέτης των Geliebter και συνεργατών (1997) όπου δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές προσαρμογές ύστερα από πρόγραμμα προπόνησης δύναμης και ειδικό διατροφικό πρόγραμμα. Οι διαφορές μάλλον οφείλονται στο ότι το προπονητικό πρόγραμμα είχε διάρκεια μόλις 8 βδομάδων, διάστημα σχετικά μικρό για να παρατηρηθούν σημαντικές προσαρμογές, ενώ το διατροφικό πρόγραμμα πιθανόν περιελάμβανε μείωση της θερμιδικής πρόσληψης. Στα ίδια περίπου αποτελέσματα κατέληξε και ο Broeder και συνεργάτες (1992) όπου η μία ομάδα δοκιμαζόμενων παρότι ακολούθησε προπόνηση αντιστάσεων υψηλής έντασης ο MPH δεν μεταβλήθηκε σημαντικά. Το παραπάνω αποτέλεσμα έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας όπου στα στους αθλητές δύναμης παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές MPH. Η παραπάνω διαφορά είναι πολύ πιθανό να οφείλεται λόγω του

αρνητικού ισοζυγίου στην πρόσληψη των θερμίδων που παρατηρήθηκε στους δοκιμαζόμενους της μελέτης του Broeder αλλά και στο ότι οι δοκιμαζόμενοι της παρούσας έρευνας προπονούσαν για διάστημα τουλάχιστον ένα έτος οπότε σίγουρα υπήρχαν και μεγαλύτερες προσαρμογές στη δύναμη και στον MPH.

Στην παρούσα μελέτη, είναι προφανές ότι ο υψηλός MPH ηρεμίας στα γυμνασμένα άτομα δεν οφείλεται στην παρατεταμένη επίδραση της τελευταίας προπόνησης. Για να αποφευχθεί η επίδραση του «χρέους οξυγόνου» στον MPH οι δοκιμαζόμενοι για τουλάχιστον 48 ώρες πριν τη μέτρηση, δεν είχαν συμμετάσχει σε κάποιο προπονητικό πρόγραμμα. Άλλωστε, η υπάρχουσα βιβλιογραφία αυτό υποδεικνύει. Ο Bahr και συνεργάτες (1987) ανέφεραν πως δεν επιδράει η έντονη άσκηση (80λεπτά στο 70% της Vo_{2max}) στο MPH ύστερα από διάστημα 24 ωρών σε άντρες δοκιμαζόμενους. Ενώ, ο Hill και συνεργάτες (1984) ανέφεραν πιο υψηλό MPH σε γυμνασμένα άτομα 36 ώρες μετά την τελευταία προπόνηση. Τα παραπάνω δείχνουν ότι ο υψηλότερος MPH που παρατηρείται στους γυμνασμένους άντρες είναι μια προσαρμογή που οφείλεται στη χρόνια συμμετοχή σε προπονητικά προγράμματα αντοχής ή αντιστάσεων.

Όταν ο MPH εκφράστηκε ανά χιλιόγραμμα. άλιπης μάζας οι διαφορές μεταξύ των αθλητών δύναμης και των υπόλοιπων ομάδων έπαψαν να είναι σημαντικές. Αυτό είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι οι αθλητές δεν ήταν πάρα πολύ υψηλού επιπέδου. Επίσης φαίνεται πως το μεγάλο ποσοστό άλιπης μάζας προσφέρει και μεγαλύτερες τιμές MH. Οι διαφορές παρέμειναν μεταξύ O.A. και παχύσαρκων, με την O.A. να υπερτερεί σημαντικά. Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στο ότι η O.A. παρουσιάζει μεγαλύτερο ποσοστό μυϊκού ιστού στην άλιπη μάζα αλλά και στις μικρότερες τιμές του σωματικού λίπους. Οι αθλητές O.A. συνέχισαν να υπερτερούν όταν ο MH εκφράστηκε ανά χλγ. άλιπης μάζας έναντι των παχύσαρκων (στατιστικά σημαντικό) αλλά και των δύο άλλων ομάδων χωρίς όμως να είναι σημαντικές οι διαφορές. Το παραπάνω μπορεί να οφείλεται σε αύξηση του ρυθμού εμφάνισης νορεπινεφρινης στην κυκλοφορία που παρατηρείται σαν απάντηση στην αερόβια άσκηση. Η συμμετοχή του συμπαθητικού νευρικού συστήματος μπορεί να προκαλέσει αυξημένο MPH (Poehlman and Danforth, 1991). Επίσης οι διαφορές μπορεί να οφείλονται στην αύξηση των μυϊκών ινών των ατόμων που γυμνάζονται σαν αποτέλεσμα της ενισχυμένης πρωτεϊνοσύνθεσης. Γι' αυτό, οι διαφορές είναι πιθανό να σχετίζονται με το ενεργειακό κόστος της καταστροφής και επανασύνθεσης των μυϊκών κυττάρων (Gollinick, Timson, Moore, Riedy, 1981).

ΜΡΗ και χρήση ενεργειακών υποστρωμάτων

Οι υδατάνθρακες και τα λίπη, είναι τα σημαντικά ενεργειακά υποστρώματα κατά την ηρεμία. Οι πρωτεΐνες κάτω από φυσιολογικές συνθήκες δεν αποτελούν σημαντική ενεργειακή πηγή. Το ποσοστό συμμετοχής των ενεργειακών υποστρωμάτων μπορεί να προσδιοριστεί από το αναπνευστικό πηλίκο.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν πως αν ελεγχθεί η διατροφή των δοκιμαζόμενων και δεν επηρεάζει το RQ, οι αθλητές με αυξημένη αερόβια ικανότητα, αυξημένη δύναμη και άλιπη μάζα παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές λιπώδους οξείδωσης σε σχέση με αγύμναστα άτομα και παχύσαρκους. Συγκεκριμένα η συνεισφορά της λιπόλυσης στη συνολική παραγωγή ενέργειας στους αθλητές ομαδικών αθλημάτων και αθλητές δύναμης είναι 80,7% και 73,7% αντίστοιχα, ενώ στην Ο.Α. και στους παχύσαρκους, 66,7% και 73,7%, αντίστοιχα.

Σχετικά με το αναπνευστικό πηλίκο τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι αθλητές ομαδικών αθλημάτων αλλά και των αθλημάτων δύναμης εμφανίζουν τις μικρότερες τιμές κάτι που μας δείχνει μεγαλύτερη συνεισφορά της λιπόλυσης στην παραγωγή ενέργειας. Το παραπάνω εύρημα έρχεται σε συμφωνία και με τα αποτελέσματα των ερευνών των Roehlman και συνεργατών (1992), παρότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, τα γυμνασμένα άτομα παρουσίασαν μικρότερες τιμές RQ. Αντίθετα, σε άλλη έρευνα των Roehlman και συνεργατών (1989), τα πολύ γυμνασμένα αλλά και τα αγύμναστα άτομα παρουσίασαν ακριβώς τις ίδιες τιμές στο RQ. Αυτό είναι πολύ πιθανό να οφείλεται στο ότι τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα δεν ακολούθησαν την ίδια διατροφή αλλά τις καθημερινές τους διατροφικές τους συνήθειες, με την οδηγία τις τελευταίες τρεις μέρες πριν τις μετρήσεις να περιέχονται στο διαιτολόγιο τους τουλάχιστον 250 γρ. υδατανθράκων καθημερινά. Δηλαδή, Δεν ελέγχθηκε απόλυτα ο παράγοντας διατροφή και αυτό είναι πολύ πιθανό να επηρέασε τα αποτελέσματα.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Διαφορές στο MPH και στο αναπνευστικό πηλίκο

Στην παρούσα μελέτη φαίνεται πως οι συμμετέχοντες σε αθλήματα όπως η καλαθοσφαίριση και η πετοσφαίριση παρουσιάζουν μεγάλες τιμές αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) σε σχέση με αγύμναστα άτομα ή άτομα αθλημάτων δύναμης. Η αυξημένη VO_{2max} φαίνεται πως επηρεάζει το ορμονικό και μεταβολικό προφίλ των αθλητών με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μεγαλύτερες απόλυτες τιμές MPH σε σχέση με την ομάδα ελέγχου και τους παχύσαρκους. Οι αθλητές δύναμης (αθλητές πάλης και bodybuilding), παρουσιάζουν μεγάλες τιμές μέγιστης μυϊκής δύναμης και αυξημένη μυϊκή μάζα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, λόγω του αυξημένου μυϊκού ιστού να παρατηρούνται αυξημένες απόλυτες τιμές στο MPH.

Συγκεκριμένα:

Οι παχύσαρκοι παρουσιάζουν σημαντικά χαμηλότερες απόλυτες τιμές MPH ακόμα και όταν ο MPH εκφράζεται ανά kg σωματικού βάρους. Όταν ο MPH εκφράζεται ανά kg άλιπης μάζας, υστερούν και πάλι σε σχέση με τις υπόλοιπες τιμές αλλά σημαντική διαφορά υπάρχει μόνο με τους αθλητές Ο.Α. Με τον MPH εκφρασμένο ανά επιφάνεια σώματος οι παχύσαρκοι και πάλι παρουσιάζουν τις σημαντικά χαμηλότερες τιμές απ' όλες τις πειραματικές ομάδες. Σχετικά με το αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας, στους παχύσαρκους εμφανίζονται οι μεγαλύτερες τιμές (στατιστικά σημαντικό), γεγονός που συνηγορεί χαμηλότερη λιπώδη οξείδωση.

Οι αθλητές Ο.Α. παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες απόλυτες τιμές MPH σε σχέση με τους παχύσαρκους και την ομάδα ελέγχου και χαμηλότερες σε σχέση με τους αθλητές δύναμης, ενώ με το MPH εκφρασμένο ανα kg σωματικού βάρους υπερτερούν σημαντικά έναντι των παχύσαρκων. Με το MPH εκφρασμένο ανά kg άλιπης μάζας οι αθλητές Ο.Α. υπερτερούν σημαντικά έναντι των παχύσαρκων. Σχετικά με το MPH εκφρασμένο ανά επιφάνεια σώματος υπερτερούν σημαντικά σε σχέση με τους παχύσαρκους και την ομάδα ελέγχου. Τέλος, οι αθλητές Ο.Α. εμφανίζουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά λιπών στην

παραγωγή ενέργειας στην ηρεμία, καθώς παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές αναπνευστικού πηλίκου (στατιστικά σημαντικό σε σχέση με Ο.Α. και παχύσαρκους).

Στους αθλητές δύναμης εμφανίζονται οι μεγαλύτερες απόλυτες τιμές MPH σε σχέση με όλες τις πειραματικές ομάδες. Όταν όμως ο MPH εκφράζεται ανά kg άλιπης μάζας οι διαφορές αυτές εξανεμίζονται. Με τον MPH εκφρασμένο ανά kg σωματικού βάρους, υπερτερούν σημαντικά σε σχέση με τους παχύσαρκους. Σχετικά με το MPH εκφρασμένο ανά επιφάνεια σώματος υπερτερούν σημαντικά έναντι όλων των πειραματικών ομάδων. Τέλος, οι αθλητές δύναμης εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερη οξειδωση λιπών σε σχέση με Ο.Α. και παχύσαρκους.

Συσχετίσεις

Σημαντική συσχέτιση εντοπίστηκε μεταξύ του MPH (kcal/μέρα) και της αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) με $r= 0,674$ ($p< 0,01$). Σημαντική συσχέτιση διαπιστώθηκε και μεταξύ μέγιστης δύναμης (πιέσεις πάγκου και ημικαθίσματα) και MPH με $r= 0,839$ ($p< 0,01$). Επίσης, η άλιπη μάζα συσχετίστηκε σημαντικά με το MPH ($r= 0,741$ ($p< 0,01$)). Η στατιστική ανάλυση έδειξε μικρή αλλά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του RQ και της αερόβιας ικανότητας ($r= 0,432$, $p< 0,01$). Μη σημαντική συσχέτιση διαπιστώθηκε και μεταξύ μέγιστης δύναμης και MPH. Τέλος, σημαντική συσχέτιση παρουσιάστηκε μεταξύ του RQ και του ποσοστού λίπους ($r= 0,469$, $p<0,01$), όπου μεγαλύτερες τιμές RQ παρουσίαζαν και μεγαλύτερα ποσοστά λίπους.

Σύνοψη-Προτάσεις

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι η χρόνια συμμετοχή σε αγωνίσματα δύναμης και ομαδικά αθλήματα προκαλούν αύξηση στον MPH και μεγαλύτερη συνεισφορά της λιπόλυσης στην παραγωγή ενέργειας. Όταν ο MPH εκφράζεται ανά χιλγ. άλιπης μάζας οι διαφορές μεταξύ των αθλητών δύναμης και των υπόλοιπων ομάδων χάνονται το οποίο είναι πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι οι αθλητές δύναμης δεν ήταν πάρα πολύ υψηλού επιπέδου αλλά και στα ατομικά χαρακτηριστικά. Τέλος, εντοπίζονται θετικές συσχετίσεις μεταξύ MPH και άλιπης μάζας, δύναμης και VO_{2max} , ενώ φαίνεται πως άτομα με υψηλές τιμές σωματικού λίπους παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές αναπνευστικού πηλίκου και μειωμένη συνεισφορά της λιπόλυσης στη συνολική ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας.

Από τα παραπάνω φαίνεται, ότι η συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης που περιλαμβάνουν είτε αερόβιες διαδικασίες, είτε πρωτόκολλα με αντιστάσεις, προκαλεί αύξηση της VO_{2max} και της άλιπης μάζας, η οποία είναι υπεύθυνη για έναν υψηλότερο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας και αυξημένη λιπόλυση στην ηρεμία. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να ασχοληθούν με αθλητές πολύ υψηλού επιπέδου και παχύσαρκους με παρόμοια χαρακτηριστικά (ύψος, βάρος) ώστε να εντοπίσουν ακόμα περισσότερες σημαντικές διαφορές. Επίσης, θα μπορούσε να εξεταστεί αν υπάρχουν συσχετίσεις μεταξύ του αναπνευστικού πηλίκου ηρεμίας και κάποιων βασικών βιοχημικών παραμέτρων (HDL, LDL, σάκχαρο κ.α.) και κατά πόσο το αναπνευστικό πηλίκο ηρεμίας μπορεί να αποτελέσει αξιόπιστο δείκτη παράγοντα κινδύνου για εμφάνιση ασθενειών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ACSM (2007). *Κατευθύνσεις σχεδιασμού προγραμμάτων άσκησης και αξιολόγησης της Αμερικάνικης Αθλητιατρικής Εταιρείας*. Επιστημονική επιμέλεια Ταξιλδάρης Κ., Τζιαμούρτας Θ. και Φατούρος Ι., Αθήνα: Αθλότυπο.
- Almeras N, Mimeault N, Serresse O, Boulay MR, Tremblay A (1991). Non-exercise daily energy expenditure and physical activity pattern in male endurance athletes. *Eur J Appl Physiol*, 63, 184- 187.
- Bahr R., Ingnes I., Vaage O., et al (1987). Effect of duration of exercise on excess postexercise O₂ consumption. *J appl Physiol*, 62, 485-490.
- Beidleman BA, Puhl JL, De Souza MJ (1995). Energy balance in female distance runners. *Am J Clin Nutr*, 61, 303.
- Broeder CE, Burrhus KA, Svanevik LS, Wilmore JH (1992). The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr*, 55(4), 802-10.
- Broeder CE, Burrhus KA, Svanevik LS, Wilmore JH (1992). The effects of aerobic fitness on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr*, 55, 795-801.
- Davis JR, Tagliaferro AR, Kertzner R, Gerardo T, Nichols J, Wheeler J (1983). Variations in dietary-induced thermogenesis and body fatness with aerobic capacity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 50(3), 319-329.
- Dolezal BA and Potteiger JA (1998). Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl Physiol*, 85, 695-700.

- Geliebter A, Margaret M Maher, Gerace L, Bernard and Saini A Hashim (1997). Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *Am J Clin Nutr*, 66, 557-63.
- Gilliat- Wimberly M, Manore MM, Woolf K, Swan PD, Carroll SS (2001). Effects of habitual physical activity on the resting metabolic rates and body compositions of women aged 35-50 years. *J Am Diet Assoc*, 101(10), 1181-1188.
- Gleeson M, Brown JF, Waring JJ, Stock MJ (1982). The effects of physical exercise on metabolic rate and dietary-induced thermogenesis. *Br J Nutr*, 47, 173- 181.
- Gollinick P.D., Timson B.F., Moore R.L. et al (1981). Muscular enlargement and number of fibers in skeletal muscles in rats. *J. Appl. Physiol*, 50, 936-943.
- Hill J.O., Heymsfield S.B., McMannus C., et al (1984). Meal size and thermic response to food in male subjects as a function of maximum aerobic capacity. *Metabolism*, 33, 743-749.
- Jackson, A.S. Pollock, M.L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*, 40, 497-504.
- Johnstone AM, Murison SD, Duncan JS, Rance KA, Speakman JR (2005). Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. *Am. J. Clin. Nutr*, 82, 941-948.
- Κλειτούρας Β. (2004). Εργοφυσιολογία. Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης.
- LeBlanc J., Mercier P., Samson P. (1984). Diet- induced thermogenesis with relation to training state in female subjects. *Can. J. Physiol. Pharmacol*, 62, 334-337.
- Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, Fozard JL, Fleg JL, Hurley BF (2001). Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exe*, 33, 532-541.
- McArdle WD, Frank I. Katch, Victor L. Katch (2001). *Φυσιολογία της άσκησης*, Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης.

- Melby CL, Schmidt WD, Corrigan D (1990). Resting metabolic rate in weight-cycling collegiate wrestlers compared with physically active, noncycling control subjects. *Am. J. Clin. Nutr*, 52, 409-14.
- Melby CL, Scholl C, Edwards G, Bullough R (1993). Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol*, 75, 1847-1853.
- Poehlman E.T. and Danforth E. Jr (1991). Endurance training increases metabolic rate and norepinephrine appearance rate in older individuals. *Am. J. Physiol*. 261: E233-E239
- Melvin H Williams (2003). *Διατροφή, υγεία, ευρωστία και αθλητική απόδοση*. Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Poehlman E.T. and Danforth E. Jr (1991). Endurance training increases metabolic rate and norepinephrine appearance rate in older individuals. *Am. J. Physiol*, 261, E233-E239
- Poehlman ET, Melby CL, Badylak SF (1988). Resting metabolic rate and postprandial thermogenesis in highly trained and untrained males. *Am. J. Clin. Nutr*, 47, 792-798.
- Poehlman ET, Melby CL, Badylak SF, Calles J (1989). Aerobic fitness and resting energy expenditure in young adult males. *Metabolism*, 38, 85-90.
- Poehlman, E.T. and Danforth, E. (1991). Endurance training increases metabolic rate and norepinephrine appearance rate in older individuals. *Am. J. Physiol*, 261, E233-E239.
- Poehlman ET, Melby CL, Badylak SF (1991). Relation of age and physical exercise status on metabolic rate in younger and older healthy men. *J Gerontol*, 46(2), B54- B58.
- Poehlman ET, Gardner AW, Ades PH, Katzman-Rooks SM, Montgomery SM, Atlas OK, Ballor DL, Tyzbir RS (1992). Resting energy metabolism and cardiovascular disease risk in resistance-trained and aerobically trained males. *Metabolism*, 41 (12), 1351- 1360.
- Pratley R, Nicklas B, Rubin M, Miller J, Smith A, Smith M, Hurley B and Goldberg A (1994). Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men». *J. Appl. Physiol*, 76, 133-137.

- Salbe AD, Ravussin E (2000). The determinants of obesity. In: *Physical activity and obesity* (Bouchard C, ed.), Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sharp TA, Reed GW, Sun M, Abumrad AA, Hill JO (1992). Relationship between aerobic fitness level and daily energy expenditure in weight-stable humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 263, E121-E128.
- Sjodin AM, Forslund AH, Westertep KR, Andersson AB, Forslund JM, Hambraeus LM (1996). The influence of physical activity on BMR. *Med Sci Sports Exerc*, 28(1), 85-91.
- Speakman JR, Selman C (2003). Physical activity and resting metabolic rate. *Proceedings of the Nutrition society*, 62, 621-634.
- Thomson JL, Manore MM (1996). Predicted and measured resting metabolic rate of male and female endurance athletes. *Journal of the American Dietetic Association*, 96, 30.
- Tremblay A, Fontaine E, Poehlman ET, Mitchell D, Perron L, Bouchard C (1986). The effect of exercise-training on resting metabolic rate in lean and moderately obese individuals. *Int. J. Obes*, 10, 511-17.
- Van Dale M, Schoffelen PF, Ten Hoor F, Saris WH (1989). Effects of addition of exercise to energy restriction on 24-hour energy expenditure, sleeping metabolic rate and daily physical activity. *Eur J Clin Nutr*, 43(7), 441-51.
- Van Etten, Ludo M. L. A, Westertep KR, Frans T. J. Verstappen, Bart J. B. Boon, and Wim H. M. Saris (1997). Effect of an 18-wk weight-training program on energy expenditure and physical activity. *J. Appl. Physiol*, 82(1), 298-304.M,
- Visser M, Deurenberg P, Van Staveren WA, Hautvast GAJ (1995). Resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis in young and elderly subjects: relationship with body composition, fat distribution, and physical activity level. *Am J Clin Nutr*, 61, 771-778.
- Weight control: new findings (1988). Dairy council Digest, 59, 13-18.
- Wilmore JH, Stanforth PR, Hudspeth LA, Gagnon G, Daw EW, Leon AS, Rao DC, Skinner JS and Bouchard C (1998). Alterations in resting metabolic rate as a

consequence of 20 wk of endurance training: the HERITAGE family study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 68, 66-71.

Westerterp KR, Meijer GAL, Janssen ME, Saris WHM, Ten Hoor F (1992). Long-term effect of physical activity on energy balance and body composition. *Br J Nutr.*, 68, 21-30.

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Διατροφικό πλάνο

	Ποσότητα	Όνομα Τροφής
1	4-5 τεμ	Δαμάσκηνα αποξηραμένα ωμά ή βερίκοκα αποξ.
	15,00 τεμ	Ξηροί καρποί (ανάλατοι)
	0,5 ποτήρι	Γάλα φρεσκο 1,5% λιπαρά
	4 κουτ.σούπας	Δημητριακά all bran flakes
2	1,00 τεμ	Γαλοπούλα βραστή ή καπνιστή (φέτα τοστ 25γρ)
	1,00 τεμ	Μήλο(κανονικό) ή 2 μικρά αχλάδια
	2,00 τεμ	Ψωμί σίκαλης (φέτα τοστ 25γρ)
	2,00 τεμ	Τυρί κρεμα philadelphia (light, κουταλιά σούπας)
	10,00 τεμ	Ξηροί καρποί (ανάλατοι)
3	(ελεύθερη ποσότητα)	Λαχανικά πράσινα ωμά ή βραστά
	200,00 gr	Μακαρόνια βρασμένα ή ρύζι βρασμένο
	30,00 gr	Τυρί παρμεζάνα (ένα μικρό κομμάτι σε μέγεθος σπирτόκουτου)
	3,00 τεμ	ελαιόλαδο (κουτ.γλυκού) Σάλτσα φρέσκιας ντομάτας για τα μακαρόνια
4	1 τεμ	Μήλο (κανονικό) ή 2 μικρά αχλάδια
	0,5 ποτήρι	Γάλα Φρέσκο 1,5% λιπαρά
	1,00 τεμ	All bran bar σοκολάτα
5	1,00 τεμ	Τυρί για τοστ NOYNOY light 11% (φέτα 20γρ)
	3,00 τεμ	Cream crackers σίκαλης
	1 ποτήρι	Φυσιικός χυμός φρούτων χωρίς προσθήκη ζάχαρης

6	15,00 τεμ	Ξηροί καρποί (ανάλατοι)
	0,50 τεμ	Γιαούρτι ΦΑΓΕ total 2%
	1 τεμ.	Αχλάδι (κανονικό) ή μισό μήλο

Επίσης δόθηκαν κάποιες διατροφικές συμβουλές:

- Καθημερινά πρέπει να πραγματοποιούνται 4-6 γεύματα.
- Η χρονική απόσταση μεταξύ των γευμάτων να είναι στις 2,5 με 3 ώρες,
- Η λήψη του τελευταίου γεύματος να πραγματοποιείται μέχρι τις 22:30.
- Το ελαιόλαδο να προστίθεται στο φαγητό ωμό.
- Κατανάλωση γαλακτοκομικών με χαμηλά λιπαρά (0-1,5%) και προϊόντων ολικής άλεσης.
- Καθημερινή κατανάλωση Λαχανικών πράσινων ωμών ή βραστών
- Στα πράσινα λαχανικά δεν συμπεριλαμβάνονται: το καρότο, το παντζάρι, το κολοκύθι, ο αρακάς, το καλαμπόκι, η βραστή πατάτα.