ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΗΤΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΜΑΓΚΑΦΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΘΕΜΑ: ‘‘ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ.’’



ΥΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΕΝΙΑΜΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

2008-2009

TECHNOLOGICAL EDUCATION INSTITUTE
T.E.I. OF CRETE
DEPARTMENT OF HUMAN NUTRITION AND DIETETICS

DIPLOMATIC SURVEY

GIOTOPOULOU ALEXANDRA MANGAFA PANAGIOTA

SUBJECT: ‘‘BODY COMPOSITION AND ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS OF FEMALE ATHLETES IN HIGH LEVEL VOLLEYBALL.’’



SUPERVISOR PROFESSOR: VENIAMAKIS EL.

2008-2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά, για τη συμβολή τους στην εκπόνηση της πτυχιακής μας μελέτης:

- Τον καθηγητή του Α.Τ.Ε.Ι. Σητείας κ. Ελ. Βενιαμάκη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του στη ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής εργασίας.

- Τον καθηγητή του Α.Τ.Ε.Ι. Σητείας κ. Β. Ζαφειρόπουλο, για την πολύτιμη βοήθειά του στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

- Την καθηγήτρια κ. Μ. Μαράκη για τη βοήθειά της και την εισήγηση του θέματος της εργασίας μας.

- Τον καθηγητή πληροφορικής του Α.Τ.Ε.Ι. Σητείας κ. Π Δημητροπουλάκη, για τη βοήθειά του στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης.

- Την υπεύθυνη βιβλιοθήκης του Α.Τ.Ε.Ι. Σητείας κ. Μ. Καμπουράκη για την πολύτιμη βοήθειά της.

- Τις αθλήτριες, αλλά και όλους τους παράγοντες της ομάδας, οι οποίοι συνεργάστηκαν για την επιτυχή διεξαγωγή της παρούσας πτυχιακής μελέτης.

- Τις οικογένειές μας, τους φίλους μας καθώς και όλα τα άτομα του στενού οικογενειακού περιβάλλοντός μας, που ήταν κοντά μας και μας στήριξαν ο καθένας με το δικό του τρόπο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της έρευνας ήταν να μελετηθούν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και η σύσταση σώματος αθλητριών πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2007 με τη συμμετοχή 12 επαγγελματιών (ηλικίας 27 ± 3,22 ετών) , μέλη πετοσφαιρικής ομάδας η οποία υπάγεται στην Α' εθνική κατηγορία Ελλάδος. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τις αθλήτριες αφορούσαν την αγωνιστική περίοδο.

Δόθηκε ένα ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο σε όλες τις αθλήτριες που είχε ως στόχο τη συλλογή πληροφοριών που αφορούσαν τα στοιχεία των ατόμων (ηλικία, θέση παίκτριας, χρόνια ασχολίας) καθώς και το προπονητικό τους πρόγραμμα. Το ερωτηματολόγιο συνοδεύτηκε από γραπτές και προφορικές οδηγίες συμπλήρωσης. Έντεκα ανθρωπομετρικές μετρήσεις πάρθηκαν για τον υπολογισμό των δεικτών της σύστασης σώματος.

SUMMARY

The aim of the survey was to study the anthropometric characteristics and the body composition of the female athletes in high level volleyball.

The survey was carried out with the participation of 12 professionals (age 27 ± 3,22) all members of a volleyball team in Greek First National League.

A specially formed questionnaire was given to all athletes, which was aimed to the collection of information concerning personal attributes (age, player position, and years of experience), as well as their training programme. The questionnaire was given with oral and written constructions. Eleven anthropometric measurements were taken for the calculation of the body composition indexes.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Α' ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή…….....…σελ.9

1.0 ΤΟ ΑΘΛΗΜΑ ΤΗΣ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ……..…..σελ.10

1.1 Ιστορικές πληροφορίες για το άθλημα της πετοσφαίρισης……..……...σελ.10

1.2 Ιδιαιτερότητες του αθλήματος της πετοσφαίρισης……...……..σελ.11

2.0 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΑ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ…….……σελ.17

2.1 Ύψος……...…σελ.17

2.2 Μέγεθος σκελετού……....σελ.18

2.3 Σωματικό Βάρος…….……σελ.19

2.4 Δείκτες Βάρους-Ύψους…….…..σελ.19

2.5 Περιφέρειες Σώματος και σχετικοί δείκτες…….....σελ.20

2.6 Δερματικές Πτυχές……..σελ.23

2.7 Αξιολόγηση των μετρήσεων δερματικών πτυχών ...……...σελ.26

3.0 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ……..σελ30

4.0 ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ…….. σελ.31

4.1 Μοντέλα σύστασης σώματος …….……σελ.31

4.2 Μέθοδοι ανάλυσης σύστασης σώματος ……...…….……..σελ.32

4.3 Ανθρωπομετρία……..……σελ.33

4.4 Μετρήσεις δερματοπτυχώσεων……..σελ.34

4.5 Παχύμετρο……..……σελ.34

4.6 Υδροπυκνομετρία- Υποβρύχια Ζύγιση…… …..σελ.35

4.7 Αέρια πληθυσμογραφία……..σελ.37

4.8 Μέθοδος βιοηλεκτρικής εμπέδησης…….……..σελ.38

4.9 Απορροφησιομετρία ακτίνων Χ διπλής ενέργειας……..σελ.39

4.10 Αξονική Τομογραφία…….……σελ.41

4.11 Μαγνητική τομογραφία…….…….σελ.42

4.12 Εφαπτόμενη Υπέρυθρη Αλληλεπίδραση……...σελ.42

4.13 Μετρήσεις υπερήχων……σελ.42

4.14 Μέθοδος ενεργοποίησης νετρονίων…….……..σελ.43

4.15 Μέτρηση ολικού 40K…….……σελ.44

4.16 Μέθοδοι αραίωσης-διάλυσης ισοτόπων……...……...σελ.44

5.0 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ.…….....…σελ.46
5.1 Ηλικία και φύλο...……...…...σελ.47
5.2 Φυσική δραστηριότητα..…σελ.53
5.3 Ενεργειακό ισοζύγιο.....……....σελ.56

6.0 ΣΥΝΗΘΗ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΥΣ ΑΘΛΗΤΕΣ.....……σελ.61
6.1 Συνήθη μέθοδοι εκτίμησης σύστασης σώματος σε αθλητές.....……..σελ.63
6.2 Σημασία σύστασης σώματος και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών στους αθλητές.....……..σελ.66
6.3 Σχέση σύστασης σώματος και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών με την αθλητική απόδοση.....……σελ.68

7.0 ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ.....σελ.75
7.1 Σύσταση σώματος και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αθλητριών άλλων ομαδικών αθλημάτων.....σελ.85

Β' ΜΕΡΟΣ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή.....σελ.93

8.0 ΔΕΙΓΜΑ…….....……..σελ.95

9.0 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ σελ.96
9.1 Ανθρωπομετρήσεις και σύσταση σώματος.....σελ.96
9.2 Εξισώσεις υπολογισμού σωματικού λίπους.....σελ.98

10.0 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ σελ.99
10.1 Σχήματα σελ.100

11.0 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....σελ.105
11.1 Συσχετίσεις με άλλες έρευνες.....σελ.106

12.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....σελ.108
12.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων με άλλες έρευνες.....σελ.108
12.2 Αποτελέσματα της έρευνας –προτάσεις για μελλοντικές μελέτες.....σελ.111

13.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ……....σελ.112

Γ' ΜΕΡΟΣ: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

14.0 Παράρτημα 1.....σελ.123
14.1 Παράρτημα 2.....σελ.124

Α' ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Σύσταση του ανθρωπίνου σώματος λέγεται η ποσοτική συμμετοχή των διαφόρων συστατικών από τα οποία αποτελείται ο άνθρωπος. Τα συστατικά αυτά ταξινομούνται σε πέντε διαφορετικά επίπεδα, τα οποία είναι: το ατομικό, το μοριακό, το κυτταρικό, των ιστών και το επίπεδο ολόκληρου του σώματος. Η σύσταση σώματος είναι σημαντική γιατί μπορεί να έχει άμεση επίδραση στην υγεία και τη φυσική απόδοση των αθλητών.

Οι αθλητές είναι μια ειδική κατηγορία ατόμων, που έχουν τις δικές τους ιδιαιτερότητες σε σχέση με το γενικό πληθυσμό. Στους αθλητές παρατηρείται αύξηση της οστικής πυκνότητας και της οστικής μάζας, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση της πυκνότητας της άλιπης μάζας και συνεπώς μείωση του λιπώδους ιστού.

Τα βέλτιστα επίπεδα σωματικού λίπους ποικίλουν, ανάλογα με το φύλο, ηλικία και την κληρονομικότητα του αθλητή, καθώς επίσης και από το άθλημα. Στον αθλητισμό είναι απαραίτητη η εκτίμηση σωματικού λίπους καθώς η απόδοση των αθλητών εξαρτάται από το σωστό επίπεδο λίπους. Το επιπλέον λίπος επιβαρύνει τους αθλητές καθώς προστίθεται σωματικό βάρος χωρίς να αυξάνει την απόδοση. Την καλύτερη δυνατή απόδοση την επιτυγχάνουν όταν τα επίπεδα του λίπους είναι χαμηλά και όταν έχουν αυξημένη άλιπη μάζα, στα περισσότερα αθλήματα. Γι' αυτό το λόγο η μεταβολή του βάρους των αθλητών πρέπει να γίνεται ανάλογα με τις απαιτήσεις του αθλήματος και το είδος της προπόνησης. Η πιο συνήθης μέθοδος εκτίμησης σωματικού λίπους είναι η μέθοδος της μέτρησης των δερματικών πτυχών.

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά όπως είναι το βάρος και το ύψος έχουν σημαντικό ρόλο στην επίδοση των αθλητών.

Βάρος συμβατό με την υγεία είναι εκείνο το οποίο παρέχει τη δυνατότητα θετικών εξελίξεων στην αθλητική απόδοση ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο τραυματισμού ή ασθένειας και ελαττώνει τους παράγοντες κινδύνου για εμφάνιση χρόνιων νοσημάτων. Το βάρος δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως το μοναδικό κριτήριο για τη συμμετοχή στα διάφορα αθλήματα.

Το ύψος παίζει και αυτό σημαντικό ρόλο στους αθλητές και έχει να κάνει περισσότερο με το άθλημα και τη θέση που καταλαμβάνει ο κάθε αθλητής στα ομαδικά αθλήματα. Είναι καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει το βάρος και τη σύσταση σώματος του αθλητή. Μια ευρέως χρησιμοποιούμενη συσχέτιση του βάρους-ύψους είναι ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), είναι ένα πηλίκο βάρους προς ύψος σε μονάδες του μετρικού συστήματος.

1.0 ΤΟ ΑΘΛΗΜΑ ΤΗΣ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΑΘΛΗΜΑ ΤΗΣ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

Η πετοσφαίριση επινοήθηκε το 1895 από τον Αμερικανό καθηγητή Γουίλιαμ Μόργκαν, που εργαζόταν στο παράρτημα της ΧΑΝ (YMCA) στην πολιτεία Μασαχουσέτη των ΗΠΑ. Προσπαθώντας να δημιουργήσει ένα ομαδικό παιχνίδι κλειστού χώρου, χωρίς τον κίνδυνο τραυματισμών, επινόησε το βόλεϊ. Αρχικά ονόμασε το παιχνίδι: "μιντονέτ". Το όνομα βόλεϊ δόθηκε λίγο αργότερα, έπειτα από έναν αγώνα επίδειξης, μάλλον από τον Άλφρεντ Χάλστιντ.

Το νέο άθλημα διαδόθηκε πολύ γρήγορα, κυρίως μέσω των παραρτημάτων της Χ.Α.Ν. στις πολιτείες των ΗΠΑ και σε όλο τον κόσμο. Στην Ευρώπη μεταφέρθηκε κατά τη διάρκεια του α΄ παγκοσμίου πολέμου από τους Αμερικανούς στρατιώτες.

Αρχικά παιζόταν με διάφορες μπάλες. Το 1900 κατασκευάστηκε η πρώτη ειδική μπάλα βόλεϊ. Το 1947 ιδρύθηκε η Διεθνής Ομοσπονδία Βόλεϊ (Fédération Internationale de Volleyball ή FIVB) στο Παρίσι, η οποία διαμόρφωσε ενιαίους διεθνείς κανονισμούς. Το 1963 ιδρύθηκε και Ευρωπαϊκή Συνομοσπονδία Βόλεϊ (Confédération Européenne de Volleyball ή CEV). Το 1964 αποτέλεσε σημαντική χρονιά για το βόλεϊ, αφού εντάχθηκε στο πρόγραμμα της Ολυμπιάδας του Τόκιο, τόσο για τους άνδρες όσο και για τις γυναίκες.

Στην Ελλάδα οι πρώτες ομάδες βόλεϊ εμφανίστηκαν στα τέλη της δεκαετίας 1910-20 στη Θεσσαλονίκη από τη Χ.Α.Ν.Θ. και στη Σμύρνη από τον Πανιώνιο. Για πολλά χρόνια το άθλημα ανήκε στον ΣΕΓΑΣ, ο οποίος διοργάνωνε τα σχετικά πρωταθλήματα. Το 1970 ιδρύθηκε η Ελληνική Ομοσπονδία Πετοσφαίρισης ή ΕΟΠΕ. [(152)]

1.2 ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΑΘΛΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

Το άθλημα της πετοσφαίρισης θεωρείται ως άθλημα υψηλής δύναμης και ως επικρατέστερα αναερόβιο άθλημα. Οι κανονισμοί του αθλήματος και η δομή της πετοσφαίρισης επιβάλλουν τους αθλητές σε έντονες επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες όμως και την ευκαιρία αποκατάστασης μεταξύ των δραστηριοτήτων Επομένως, συνδυάζει περιόδους υψηλής έντασης (σπριντ) και χαμηλότερης έντασης (όρθια στάση) σε όλη τη διάρκεια του αγώνα .Παραδείγματος χάριν, οι αθλητές ομαδικών αθλημάτων μπορεί να στέκονται στο 10° λεπτό του αγώνα και να τρέχουν στο 80% της VO_2max στο 11° λεπτό. (147,148,149,118)

Η «περίοδος εργασίας» ορίζεται ως ο συνολικός χρόνος κατά τη διάρκεια του αγώνα που παίζεται η μπάλα.

Είναι μικρότερος από την «περίοδο ξεκούρασης» που μπορεί να οριστεί ως ολικός χρόνος κατά τη διάρκεια του αγώνα που η μπάλα δεν παίζεται. Η «περίοδος εργασίας» χαρακτηρίζει τον χρόνο που χρειάζεται διεκδικώντας κάθε πόντο, καθώς η «περίοδος αποκατάστασης» αντιπροσωπεύει το χρόνο μεταξύ των πόντων. Οι αθλητές θα πρέπει να είναι ικανοί να αναρρώνουν ταχύτατα στην αναμονή του επόμενου πόντου. (147)

Επομένως, η διαλειμματική, υψηλή και χαμηλή ένταση του αθλήματος δημιουργεί την ανάγκη και για τα δύο συστήματα, αερόβιο και αναερόβιο, να είναι εξίσου καλά ανεπτυγμένα παρέχοντας τη δυνατότητα στον πετοσφαιριστή να εκτελεί στο μέγιστο. (147,148)

Αερόβια παραγωγή ενέργειας

Αερόβιο σύστημα (σύστημα οξυγόνου)

Η αερόβια επεξεργασία των διαθέσιμων υδατανθράκων και λιπών (και μικρής ποσότητας πρωτεϊνών) γίνεται μέσω του κύκλου του κιτρικού οξέος (ή Krebs) και του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρονίων. Ο κύκλος του Krebs και του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρονίων αντιπροσωπεύουν μια ομάδα ενζύμων η οποία μέσω ορισμένης σειράς βιοχημικών αντιδράσεων αφαιρεί υδρογόνο, διοξείδιο του άνθρακα και ηλεκτρόνια από ενεργειακά υποστρώματα όπως η γλυκόζη, σχηματίζοντας έτσι ATP και νερό. Αυτές οι αντιδράσεις γίνονται στα μιτοχόνδρια που βρίσκονται μέσα στους σκελετικούς μύες - ιδιαίτερα στους αργής οξειδωτικής σύσπασης μύες (τύπου 1) – και χρησιμεύουν ως το ενεργειακό εργοστάσιο όπου οι αντιδράσεις του κύκλου του κιτρικού οξέος επικρατούν και παράγεται το ATP (Stryer 1995; Nelson & Cox 2000) . Το πρώτο βήμα που επικρατεί μέσα

στο μιτοχόνδριο είναι ο σχηματισμός του ακέτυλοσυνένζυμου-Α που οξειδώνεται σε CO_2 στον κύκλο του Krebs. [119,147,149]

Το σύστημα οξυγόνου έχει χαμηλότερο ρυθμό παραγωγής ATP απ' ότι τα άλλα δύο συστήματα, αλλά η δυνατότητα του για συνολική παραγωγή ATP είναι μεγαλύτερη. Παράγει κατά προσέγγιση 90% όλου του ATP που παράγεται από το σώμα, ενώ ο αναερόβιος μεταβολισμός παράγει μόλις το υπόλοιπο 10%. [117]

Το οξυγόνο που συμμετέχει στο σύστημα, εξάγεται από τον εισπνεόμενο αέρα μέσω των πνευμόνων, όπου δεσμεύεται από την αιμογλοβίνη και μεταφέρεται στους ιστούς από τα ερυθροκύτταρα μέσα στην κυκλοφορία του αίματος . Αυτή η διεργασία μπορεί να επαρκεί για τις ανάγκες που δημιουργεί η ελαφριά έως μέτρια άσκηση, αλλά μπορεί να μην είναι ικανή να αντεπεξέλθει σε απαιτήσεις έντονης άσκησης. Αν και η αναπνοή είναι η κύρια πηγή οξυγόνου που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια του αερόβιου μεταβολισμού, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι σκελετικοί μύες αποθηκεύουν ένα μικρό ποσό οξυγόνου που δεσμεύεται από τη μυογλοβίνη, ένα μόριο του αίματος με δυνατότητα μεταφοράς που μπορεί να παρέχει μια άμεσα διαθέσιμη πηγή οξυγόνου σε έλλειψη επαρκούς αναπνευστικής παράδοσης οξυγόνου[147,119].

Ένα μέτρο της δυνατότητας ενός αθλητή να χρησιμοποιήσει το οξυγόνο για να παράγει αποτελεσματικά το ATP είναι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, ή VO_2 max . Η VO_2 max αποτελεί το ευρύτατα αποδεκτό μέτρο της αερόβιας ικανότητας, δηλαδή της μέγιστης ποσότητας οξυγόνου που μπορεί να καταναλώσει ένα άτομο κατά τη διάρκεια της άσκησης. Μπορεί να εκφραστεί ως λίτρα ανά λεπτό ή χιλιοστόλιτρα ανά χιλιόγραμμο σωματικού βάρους ανά λεπτό. [147,150,119]

Η Αερόβια προπόνηση ενισχύει την ικανότητα μεταφοράς και χρησιμοποίησης του οξυγόνου, βελτιώνοντας έτσι τη δυνατότητα του αθλητή να στηριχθεί στον αποδοτικότερο αερόβιο μεταβολισμό κατά τη διάρκεια περιόδων έντονης άσκησης. Οι καλά προπονημένοι αερόβια αθλητές έχουν χαρακτηριστικά VO_2 max στη σειρά των 55-85 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Οι αθλητές πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου γενικά εμφανίζονται να εμπίπτουν στη σειρά 55-65 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Vitasalo et al. 1987). Επιπρόσθετες φυσιολογικές προσαρμογές της αερόβιας βελτίωσης περιλαμβάνουν τον αυξανόμενο όγκο αίματος και ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου, μια αύξηση στην περιεκτικότητα της μυογλοβίνης των σκελετικών μυών καθώς επίσης και στον αριθμό και το μέγεθος των μιτοχονδρίων. Επιπλέον, ο καλά προπονημένος αθλητής θα αναρρώσει γρηγορότερα κατά τη διάρκεια και μεταξύ των σετ σε έναν αγώνα. [147]

Αναερόβια παραγωγή ενέργειας

Κατά τη διάρκεια άσκησης υψηλής έντασης, η διάσπαση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) και της φωσφοκρεατίνης (CrP) (σύστημα φωσφοκρεατίνης) καθώς και η μετατροπή του γλυκογόνου σε γαλακτικό οξύ (σύστημα γαλακτικού οξέος) είναι οι κύριες πηγές ενέργειας. Επειδή και τα δύο αυτά συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς οξυγόνο, ονομάζονται αναερόβια. Είναι επίσης σημαντικά κατά τη διάρκεια στατικής άσκησης, συγκεκριμένα πάνω από 30-40% της μέγιστης εκούσιας συστολής, δεδομένου ότι μια αύξηση της ενδομυϊκής πίεσης, θα εξασθενίσει τη μυϊκή ροή αίματος, μειώνοντας επομένως τη μεταφορά οξυγόνου και υποστρώματος που επικρατεί με το ξεκίνημα της άσκησης. [150,119]

(I) Σύστημα φωσφοκρεατίνης (ATP – CrP)

Το ATP-CrP ή το υψηλά ενεργειακό φωσφορικό σύστημα αναφέρεται συχνά ως σύστημα ταχύτητας και δύναμης, χρησιμοποιείται πρώτιστα στην αρχή των ασκήσεων και στις καταστάσεις που απαιτούν σύντομες περιόδους ισχυρής μυϊκής εργασίας. Το ATP είναι το άμεσα διαθέσιμο καύσιμο στη μυϊκή εργασία, βρίσκεται σε περιορισμένη ποσότητα και πρέπει να αναπληρωθεί άμεσα μετά την εξάντληση του για να συνεχιστεί η άσκηση. Μερική από την ενέργεια για την επανασύνθεση του ATP παρέχεται γρήγορα και χωρίς την ανάγκη οξυγόνου από την CrP. Η CrP είναι επίσης σε περιορισμένη ποσότητα μέσα σε κάθε μυϊκό κύτταρο και χρειάζεται να αναπληρωθεί όταν χρησιμοποιηθεί . [147,149,119]

Το συνολικό ποσό του ATP που αποθηκεύεται μέσα στο σώμα είναι περίπου 85 γραμμάρια, ποσότητα ικανή για να εκτελέσει μέγιστη εργασία για μόνο μερικά δευτερόλεπτα .Η συγκέντρωση της CrP είναι περίπου 3-4 φορές μεγαλύτερη από αυτήν του ATP. Η αναερόβια προπόνηση αποδίδει προσαρμογές που μπορούν να αυξήσουν την ενδοκυτταρική ικανότητα αποθήκευσης ATP καθώς και την αποδοτικότητα του συστήματος ATP-CrP. [147,149]

Με τη διάσπαση του υψηλά ενεργειακά φωσφορικού δεσμού του ATP και την απελευθέρωση της ενέργειας, παράγεται η διφωσφορική αδενοσίνη (ADP) (δηλ. **ATP→ ADP+ Pi + ενέργεια**). Το ίδιο ισχύει και με την CrP, όταν σπάζει ο υψηλός ενεργειακός φωσφορικός δεσμός της απελευθερώνεται ενέργεια. Η CrP έχει υψηλότερη ενέργεια υδρόλυσης από το ATP και το ελεύθερο φωσφορικό μόριο δίνεται άμεσα στο μόριο ADP για να ανασχηματιστεί το ATP. Στην παρουσία επαρκών συγκεντρώσεων CrP, το ATP μπορεί να αναπαραχθεί σε ένα υψηλό ποσοστό (ισοδύναμο με 35-40 kcal · min^{-1} ή 145 - 170 kj · min^{-1}) μέσω αυτών των οδών . [147,149]

Το σημαντικότερο μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η περιορισμένη συνολική χωρητικότητα του. Ικανοποιητικό υπόστρωμα είναι διαθέσιμο για καύσιμα μόνο 5-15 δευτερολέπτων έντονης μυϊκής εργασίας. Μετά από αυτό το σημείο, μια άλλη πηγή ενέργειας πρέπει να είναι διαθέσιμη για να συνεχιστεί η μυϊκή δραστηριότητα. Εάν καμία άλλη πηγή ενέργειας δεν είναι διαθέσιμη στο μυ, η κούραση θα εμφανιστεί γρήγορα. [147,149]

(II) <u>Σύστημα γαλακτικού οξέος (αναερόβια γλυκόλυση)</u>

Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως άμεση πηγή ενέργειας, αλλά μπορεί να βοηθήσει τη γρήγορη ανασύνθεση του ATP. Είναι η οδός παραγωγής ενέργειας κατά την οποία η γλυκόζη (ή το γλυκογόνο) διασπάται μέσω μιας σειράς χημικών αντιδράσεων από τις οποίες προκύπτει το πυροσταφυλικό οξύ, μια διαδικασία η οποία ονομάζεται γλυκόλυση. Σε επάρκεια οξυγόνου το πυροσταφυλικό οξύ θα μεταβολιστεί μέσω του αερόβιου συστήματος παραγωγής ενέργειας. Εάν το οξυγόνο είναι λίγο το πυροσταφυλικό οξύ μπορεί να μεταβολιστεί μέσω μιας εναλλακτικής αναερόβιας οδούς που παραγάγει ένα μικρότερο ποσό ATP και γαλακτικό οξύ ως υποπροϊόν. [149,119]

Αυτή η αναερόβια γλυκολυτική οδός, που μπορεί να τροφοδοτήσει με καύσιμα έντονη μυϊκή εργασία μέχρι 60-90 δευτερόλεπτων, είναι ιδιαίτερα σημαντική στις μυϊκές ίνες ταχείας συστολής. Οι ταχείας συστολής γλυκολυτικές μυϊκές ίνες (τύπου IIb) περιέχουν λιγότερα μιτοχόνδρια από τις αντίστοιχες βραδείας συστολής, και είναι ιδιαίτερα σημαντικές στην ανάπτυξη της δύναμης των μυών (Wilmore & Costill 1999).

Το τελικό προϊόν αυτής της αναερόβιας οδούς είναι το γαλακτικό οξύ, ή άλας γαλακτικού οξέος. Σε καταστάσεις επίμονης ανεπάρκειας οξυγόνου, το άλας γαλακτικού οξέος μπορεί να συσσωρευτεί μέσα στο κύτταρο, προκαλώντας την ενδοκυτταρική πτώση του pH (ακίδωση), που δημιουργεί ένα μη ιδανικό εργασιακό περιβάλλον για τους μύες. Το κανονικό pH των μυϊκών κυττάρων είναι περίπου 7.1 στην ξεκούραση, αλλά αυτό μπορεί να πέσει έως και 6.4 σε μεγάλης έντασης άσκηση, όταν σχηματίζεται μεγάλο ποσό γαλακτικού οξέος. Στην παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων γαλακτικού οξέος, οι σκελετικοί μύες είναι λιγότερο ικανοί να παράγουν δύναμη, επιπλέον, οι λειτουργίες τους μπορεί να γίνουν λιγότερο συντονισμένες. Το γαλακτικό οξύ ενεργοποιεί επίσης τους υποδοχείς του πόνου, συχνά με συνέπεια μια αίσθηση καψίματος στους μύες. Αν και τα αρνητικά αποτελέσματα της ακίδωσης από τη συσσώρευση γαλακτικού οξέος τονίζονται συχνά, πρέπει να σημειωθεί ότι η ενέργεια που παρέχεται από την αναερόβια γλυκόλυση επιτρέπει την εκτέλεση της μεγάλης έντασης άσκησης που ειδάλλως δεν θα ήταν δυνατή. [147,149,119]

Ευτυχώς, το γαλακτικό οξύ δεν παραμένει στο σώμα επ' αόριστο. Στην πραγματικότητα, μόλις παραχθεί το γαλακτικό οξύ μεταφέρεται γρήγορα από τα μυϊκά

κύτταρα στην κυκλοφορία του αίματος όπου παραδίδεται σε άλλα όργανα, συμπεριλαμβανομένου του συκωτιού και της καρδιάς. Μεταβολίζεται στη συνέχεια με έναν ή περισσότερους τρόπους, που περιλαμβάνουν : (i) ενσωμάτωση στις πρόσφατα συντεθειμένες πρωτεΐνες, (ii) αποβολή μέσω του ιδρώτα και των ούρων, (iii) σύνθεση σε γλυκόζη ή γλυκογόνο από το συκώτι, ή/και (iv) για μετατροπή του ξανά σε πυροσταφυλικό οξύ, το οποίο μπορεί έπειτα να χρησιμεύσει ως πηγή οξειδωτικών καυσίμων για την καρδιά, τον εγκέφαλο, το συκώτι, τους μύες, και τα νεφρά. [(147)]

Αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων παραγωγής ενέργειας στο άθλημα της πετοσφαίρισης

Κανένα από τα τρία συστήματα παραγωγής ενέργειας δεν λειτουργεί απομονωμένο. Αν και έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά από την άποψη του ποσοστού της ενεργειακής παραγωγής και παραγωγικής ικανότητας, οι οδοί λειτουργούν με σκοπό να ικανοποιήσουν τις διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες του αθλητή χρησιμοποιώντας όλες τις διαθέσιμες πηγές καυσίμων.

Η σχετική συμβολή κάθε συστήματος εξαρτάται από τη διάρκεια και την ένταση της άσκησης. Ένας πετοσφαιριστής θα χρησιμοποιήσει το σύστημα φωσφοκρεατίνης (ATP-CP) και γαλακτικού οξέος για να τροφοδοτήσει τους μύες με ενέργεια κατά τη διάρκεια των αγωνιστικών περιόδων, κατόπιν κατά τη διάρκεια των περιόδων αποκατάστασης ο αθλητής θα χρησιμοποιήσει τις αερόβιες μεταβολικές οδούς για να ξαναγεμίσει τα ενδοκυτταρικά αποθέματα του ATP-PC και οξυγονωμένης μυογλοβίνης. Επίσης, όση περισσότερη ώρα διεκδικείται ένας πόντος, τόσο πιο πολύ ο αθλητής πρόκειται να στηριχθεί στον αναερόβιο μεταβολισμό για την παραγωγή ATP, με αυτόν τον τρόπο παράγοντας (και συσσωρεύοντας) το γαλακτικό οξύ. Κατά τη διάρκεια των περιόδων αποκατάστασης, το γαλακτικό οξύ καθαρίζεται από τους ιστούς.

Οι πρόσφατες αλλαγές κανόνων έχουν μειώσει τη διάρκεια των αγώνων πετοσφαίρισης και μπορεί συνεπώς να έχουν αλλάξει τις μεταβολικές απαιτήσεις του αθλήματος. Οι μελέτες έχουν προτείνει ότι οι περίοδοι άσκησης στην πετοσφαίρισης διαρκούν από 4 έως 30 δευτερόλεπτα (με μέσο όρο περίπου 9 δευτερόλεπτα), με τα διαστήματα αποκατάστασης μεταξύ των πόντων να διαρκούν 10-20 δευτερόλεπτα (με μέσο όρο περίπου 12 δευτερόλεπτα) (Lecompte & Rivet, 1979). Εντούτοις ο σχετικά μεγάλος διαθέσιμος χρόνος για την αποκατάσταση μεταξύ των πόντων (καθώς και των αντικαταστάσεων και του χρόνου των outs) επιτρέπει στον αθλητή να ξαναγεμίσει αερόβια τις ενδομυϊκές αποθήκες ATP και CrP σε αναμονή για την επόμενη περίοδο εργασίας υψηλής έντασης. Έτσι έχει υπολογιστεί ότι οι γενικές ενεργειακές απαιτήσεις της πετοσφαίρισης (και συμπεριλαμβανομένης της εργασίας και των περιόδων ανάπαυσης)

ικανοποιούνται από έναν συνδυασμό και των τριών οδών παραγωγής ενέργειας στις ακόλουθες αναλογίες: το σύστημα φωσφοκρεατίνης (40%), το σύστημα αναερόβιας γλυκόλυσης (10%) και ο αερόβιος μεταβολισμός (50%) (Gionet 1980) [147]

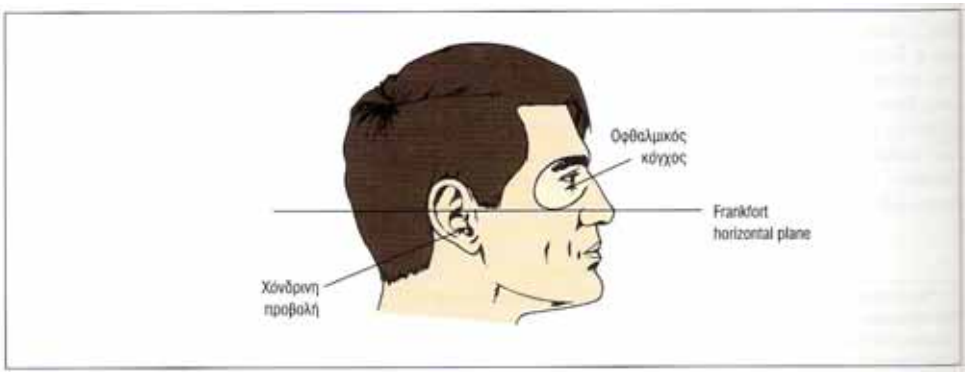
2.0 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΑ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ

2.1 ΎΨΟΣ

Το ύψος των ενηλίκων ή των παιδιών που έχουν την ικανότητα να σταθούν όρθια, μετριέται σε όρθια θέση με τη βοήθεια ενός αναστημόμετρου. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια βέργα μέτρησης ή μια μη εκτατή ταινία, που έχει προσαρμοστεί σε μια κάθετη επιφάνεια.

Κάθε διαδικασία της μέτρησης του ύψους, το άτομο στέκεται ίσια, χωρίς να φοράει παπούτσια και κάλτσες, με το κεφάλι να τοποθετείται στη θέση Frankfort horizontal plane (Εικόνα 2.1.1). Η θέση Frankfort horizontal plane αντιπροσωπεύει την ευθεία μεταξύ του χαμηλότερου σημείου του οφθαλμικού κόγχου (η οστέινη κοιλότητα που περιέχει το βολβό) και τη χόνδρινη προβολή μπροστά από το εξωτερικό άνοιγμα του πτερυγίου του αυτιού. Επίσης οι πτέρνες πρέπει να είναι ενωμένες, τα γόνατα ευθεία, οι ώμοι χαλαροί, οι παλάμες να ‘‘βλέπουν’’ προς τους μηρούς και το κεφάλι, οι γλουτοί και η ωμοπλάτη να εφάπτονται με το αναστημόμετρο ή τον τοίχο. Στην περίπτωση των ατόμων που δεν μπορούν να έχουν και τα τρία αυτά σημεία σε επαφή με την κάθετη επιφάνεια, όπως μπορεί να συμβεί σε παχύσαρκα άτομα ή άτομα με ανατομικές ανωμαλίες στη σπονδυλική στήλη, πρέπει απλώς να ζητείται να ακουμπήσουν ταυτόχρονα δύο από τα τρία σημεία. (**American dietetic association 2000**) [(113)]

Πριν τη μέτρηση, ζητείται από τους εξεταζόμενους να πάρουν βαθιά ανάσα, για να εκταθεί η σπονδυλική στήλη και να την κρατήσουν μέχρι να ολοκληρωθεί η μέτρηση. Εκτός από το ύψος που καταγράφεται με ακρίβεια 0,1cm, πρέπει να καταγράφεται και η ώρα που γίνεται η μέτρηση. Εάν πρόκειται να επαναληφθεί η μέτρηση, πρέπει να ληφθεί την ίδια ώρα με την προηγούμενη για να αποφευχθούν σφάλματα που οφείλονται στην ημερήσια διακύμανση του ύψους. [(117)]



Εικόνα 2.1.1: Το επίπεδο Frankfort horizontal plane

2.2 ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

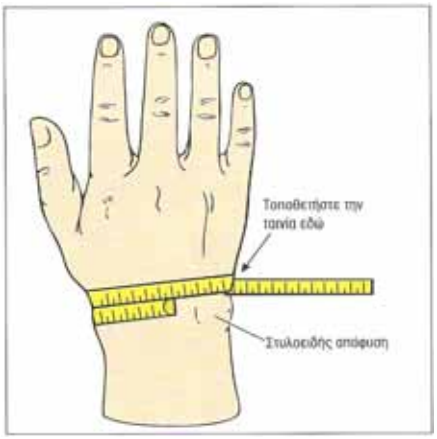
Οι τεχνικές που έχουν προταθεί για την εκτίμηση του μεγέθους του σκελετού, περιλαμβάνουν το πλάτος του καρπού και του γονάτου, την απόσταση μεταξύ των ακρωμίων κ.α. Ωστόσο το πηλίκο του ύψους προς την περιφέρεια του καρπού και η μέτρηση του πλάτους του αγκώνα, είναι οι δύο πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι μέθοδοι για την εκτίμηση του μεγέθους του σκελετού, για τις οποίες υπάρχουν και διαθέσιμες τιμές αναφοράς.

Για τη μέτρηση της περιφέρειας του καρπού χρησιμοποιείται μια μη εκτατή ταινία. Η ταινία τοποθετείται μπροστά από τις στυλοειδείς αποφύσεις της ωλένης και της κερκίδας. Μετράται δηλαδή κατά αυτό τον τρόπο η μικρότερη περιφέρεια του καρπού (Εικόνα 2.2.1). Το μέγεθος του σκελετού (r) στη συνέχεια εκτιμάται από το πηλίκο r = Ύψος (cm) / Περιφέρεια καρπού (cm) και η κατάταξη του μεγέθους του σκελετού γίνεται με βάση τον Πίνακα 2.2.1 (**American dietetic association 2000**) [(113)]

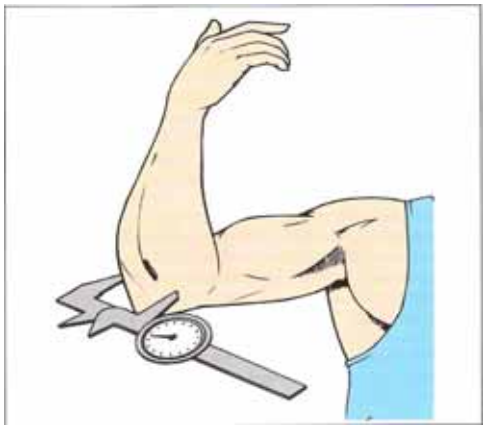
Κατά τη μέτρηση του πλάτους του αγκώνα, ο εξεταζόμενος είναι προτιμότερο να στέκεται όρθιος κάμπτοντας τον πήχη μέχρι να σχηματίσει ο αγκώνας γωνία 90º. Το πάχος του αγκώνα μετράται με ειδικά εργαλεία οι άκρες του οποίου πρέπει να εφάπτονται στις αποφύσεις των κονδύλων του βραχιόνιου οστού, μετρώντας έτσι το μέγιστο πλάτος του αγκώνα (Εικόνα 2.2.2). Για την κατάταξη του μεγέθους του σκελετού με βάση τις μετρήσεις του πάχους του αγκώνα χρησιμοποιούνται πίνακες αναφοράς που είναι ειδικοί για το φύλο και το ύψος του εξεταζόμενου.[(117)]

Μέγεθος Σκελετού	Άντρες	Γυναίκες
Μικρό	>10,4	>11
Μεσαίο	9,6-10,4	10,1-11,0
Μεγάλο	<9,6	<10,1

Πίνακας 2.2.1: Καταταξη ως προς το μέγεθος του σκελετού με βάση το πηλίκο του ύψους προς την περιφέρεια καρπού.



Εικόνα 2.2.1: Μέτρηση περιφέρειας καρπού



Εικόνα 2.2.2: Μέτρηση του πλάτους του αγκώνα[(114)]

2.3 ΣΩΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ

Μία από τις σημαντικότερες ανθρωπομετρικές μετρήσεις είναι αυτή του σωματικού βάρους. Το βάρος είναι μια απαραίτητη μεταβλητή στις εξισώσεις πρόβλεψης του μεταβολικού ρυθμού ηρεμίας και η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μεταβλητή στις εξισώσεις εκτίμησης της σύστασης σώματος με διάφορες μεθόδους. Επίσης επειδή το σωματικό βάρος συνίσταται από την άλιπη και τη λιπώδη μάζα σώματος, γίνεται αντιληπτό ότι οποιεσδήποτε αλλαγές στο βάρος, αντικατοπτρίζουν αλλαγές στα δύο αυτά διαμερίσματα καθώς και στα επιμέρους συστατικά τους.

Η μέτρηση του σωματικού βάρους μπορεί να γίνει είτε με τη χρήση ηλεκτρονικών ζυγαριών, είτε με ζυγούς με δοκό ισορροπίας και μη αποσπώμενα βάρη. Οι ηλεκτρονικοί ζυγοί αν και θεωρούνται λιγότερο ακριβείς και αξιόπιστοι από τους ζυγούς με τη δοκό ισορροπίας, είναι ελαφρύτεροι, φορητοί και ευκολότεροι στη χρήση. (117)

2.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΑΡΟΥΣ-ΥΨΟΥΣ

Οι δείκτες βάρους-ύψους δημιουργήθηκαν από την ανάγκη καθιέρωσης ενός διεθνούς δείκτη που να βασίζεται σε εύκολες και γρήγορες ανθρωπομετρικές μετρήσεις και να δίνει τη δυνατότητα αξιολόγησης του σωματικού βάρους και των κινδύνων υγείας που εγκυμονεί η αύξησή του ή αντίθετα η πέραν του φυσιολογικού μείωσή του. Τα τελευταία χρόνια έχουν διαμορφωθεί αρκετοί δείκτες βάρους-ύψους ορισμένοι από τους οποίους παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.4.1. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος δείκτης βάρους-ύψους είναι ο δείκτης Quetelet ή όπως αλλιώς ονομάζεται Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και άλλους διεθνείς οργανισμούς, ο ΔΜΣ αποτελεί τον ‘‘θεμέλιο λίθο’’ για το σύστημα κατηγοριοποίησης της παχυσαρκίας.

Ο ΔΜΣ παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα ως δείκτης. Οι μετρήσεις βάρους και ύψους είναι απλές και ο εξοπλισμός που απαιτείται δεν είναι σύνθετος και ακριβός. Οι εξεταστές δε χρειάζονται μεγάλη εκπαίδευση για να παρέχουν έγκυρα αποτελέσματα γι’ αυτό και οι μετρήσεις ΔΜΣ έχουν γενικά μεγάλη ακρίβεια.

Ένα προφανές μειονέκτημα της χρήσης του ΔΜΣ ως δείκτη παχυσαρκίας είναι ότι αποτελεί δείκτη αξιολόγησης του αυξημένου ή μειωμένου σωματικού βάρους σε σχέση με το ύψος και όχι ένα δείκτη προσδιορισμού της λιπώδους μάζας σώματος. Για παράδειγμα, με τη χρησιμοποίηση του ΔΜΣ δε μπορεί να διακριθεί εάν κάποιος έχει αυξημένο σωματικό βάρος εξαιτίας της αυξημένης λιπώδους μάζας ή της αυξημένης μυϊκής μάζας. Έτσι θα μπορούσε εύκολα ένας αθλητής body building να χαρακτηριστεί ως υπέρβαρος ή ακόμα και παχύσαρκος εξαιτίας του αυξημένου ΔΜΣ του. (117)

Πηλίκο Βάρους-Ύψους	Βάρος/Ύψος
Δείκτης Quetelet	Βάρος/Ύψος^2
Δείκτης Khosla-Lowe	Βάρος/Ύψος^3
Δείκτης Ponderal	Βάρος/Ύψος$^{1/3}$

* Οι μονάδες βάρους και ύψους στους δείκτες είναι σε κιλά και μέτρα, αντίστοιχα.

Πίνακας 2.4.1: Οι σημαντικότεροι δείκτες βάρους-ύψους

2.5 ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Οι μετρήσεις των περιφερειών του ανθρωπίνου σώματος, όπως η περιφέρεια μέσης και η περιφέρεια ισχίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκτιμηθεί η κατανομή λίπους στο σώμα και ο κίνδυνος εμφάνισης παθήσεων που σχετίζονται με την κεντρικού τύπου παχυσαρκία. Επίσης με τις μετρήσεις της περιφέρειας μέσου βραχίονα μπορεί να εκτιμηθεί η μυϊκή μάζα του ατόμου.

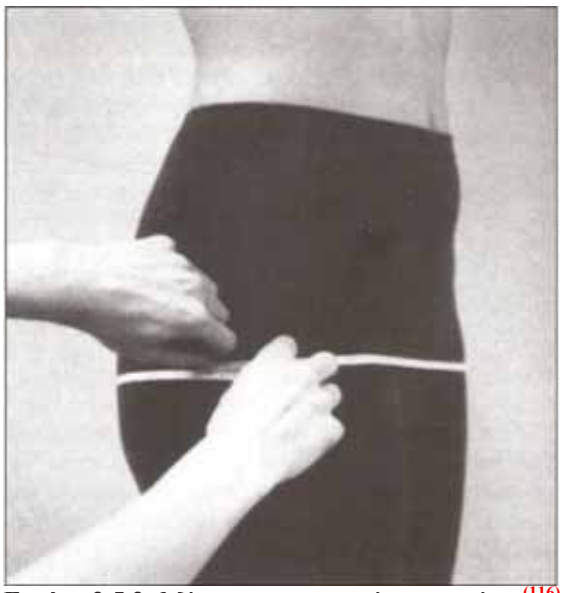
Περιφέρεια μέσης: Η μέτρηση της περιφέρειας μέσης σχετίζεται ισχυρά με τις αποθήκες ενδο-κοιλιακού λίπους στο σώμα. Δεδομένα μάλιστα από επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι η αυξημένη περιφέρεια μέσης σχετίζεται με κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων και διαβήτη τύπου 2.

Ο εξεταζόμενος πρέπει να στέκεται όρθιος με την κοιλιά χαλαρή, τα πόδια ενωμένα και τα χέρια στο πλάι. Η μέτρηση πραγματοποιείται με μια μη εκτατή ταινία η οποία τοποθετείται γύρω από την πιο στενή περιοχή της μέσης, δηλαδή μεταξύ της τελευταίας πλευράς και πάνω από το επίπεδο του ομφαλού. Η ταινία πρέπει να τοποθετείται σε παράλληλο επίπεδο και η μέτρηση να πραγματοποιείται στο τέλος μιας φυσιολογικής εκπνοής (Εικόνα 2.5.1). Οι τιμές καταγράφονται στο πλησιέστερο 0,1cm. Στην περίπτωση παχύσαρκων ατόμων, στα οποία δεν είναι εμφανής η στενότερη περιοχή της μέσης, η πραγματοποίηση κατά προσέγγιση στην περιοχή του ομφαλού εξασφαλίζοντας στο μέτρο του δυνατού τη σωστή τοποθέτηση της ταινίας. [(117)]



Εικόνα 2.5.1: Μέτρηση της περιφέρειας μέσης. [115]

Περιφέρεια ισχίου: Για τη μέτρηση της περιφέρειας ισχίου χρησιμοποιείται μια μη εκτατή ταινία που τοποθετείται γύρω από την περιοχή των γλουτών σε επίπεδο που εξασφαλίζεται ότι μετράται η μέγιστη περιφέρεια του ισχίου. Ο εξεταζόμενος πρέπει να στέκεται όρθιος και ο εξεταστής πρέπει να βρίσκεται στα πλάγια του, για να εξασφαλιστεί ότι η ταινία έχει τοποθετηθεί παράλληλα με το οριζόντιο επίπεδο και ότι μετράται η μέγιστη περιφέρεια του ισχίου (Εικόνα 2.5.2). Η μέτρηση καταγράφεται στο πλησιέστερο 0,1cm. [117]



Εικόνα 2.5.2: Μέτρηση της περιφέρειας ισχίου. [116]

Πηλίκο περιφέρειας μέσης προς περιφέρεια ισχίου: Το Πηλίκο περιφέρειας μέσης προς περιφέρεια ισχίου είναι ένας άλλος δείκτης προσδιορισμού του κινδύνου που διατρέχει ένα άτομο για την εμφάνιση παθήσεων που σχετίζονται με την παχυσαρκία, εξαιτίας της κεντρικής κατανομής του σωματικού λίπους. Τιμές του πηλίκου μεγαλύτερες του 1,0 για τους άντρες και 0,8 για τις γυναίκες, είναι ενδεικτικές κεντρικής παχυσαρκίας και του αυξημένου κινδύνου νοσηρότητας από ασθένειες που συνδέονται με αυτή. [117]

	Κίνδυνος		
	Περιφέρεια μέσης		Πηλίκο Μέσης-Ισχίων
Φύλο	Αυξημένος	Ιδιαίτερα αυξημένος	Αυξημένος
Άνδρες	> 94 cm	≥ 102 cm	>1,0
Γυναίκες	≥ 80 cm	≥ 88 cm	>0,8

Πίνακας 2.5.1: Όρια για μετρήσεις περιφέρειας μέσης και πηλίκου περιφέρειας μέσης-ισχίων που υποδηλώνουν ‘‘αυξημένο κίνδυνο’’ και ‘‘ιδιαίτερα αυξημένο κίνδυνο’’ για την εμφάνιση μεταβολικών διαταραχών που σχετίζονται με την παχυσαρκία. [1]

Περιφέρεια μέσου βραχίονα: Η μέτρηση της περιφέρειας μέσου βραχίονα αντικατοπτρίζει το πάχος του σκελετικού μυός, του υποδόριου λίπους καθώς και το πάχος του οστού στην περιοχή του μέσου βραχίονα. Όταν η μέτρηση της περιφέρειας μέσου βραχίονα συνδυάζεται με τη μέτρηση της δερματικής πτυχής τρικεφάλου, μπορεί να υπολογιστεί η μυϊκή περιφέρεια και η μυϊκή επιφάνεια του μέσου βραχίονα. Οι δείκτες αυτοί θεωρείται ότι εκτιμούν με εγκυρότητα τις διαφορές μεταξύ των ατόμων ως προς τη μυϊκή τους μάζα αλλά και τις αλλαγές που συμβαίνουν εξαιτίας παθολογικών καταστάσεων ή περιβαλλοντικών παραγόντων. Η μέτρηση της περιφέρειας του μέσου βραχίονα πραγματοποιείται στο μέσο της απόστασης από το ακρώμιο ως το ωλέκρανο. Για να γίνει η μέτρηση, ο εξεταζόμενος στέκεται όρθιος αφήνοντας το χέρι του να κρέμεται χαλαρό δίπλα στο σώμα και με την παλάμη στραμμένη προς το μηρό. Η μέτρηση πραγματοποιείται με μια μη εκτατή ταινία και καταγράφεται στο πλησιέστερο 0,1cm. [117]

2.6 ΔΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ

Η τεχνική της μέτρησης των δερματικών πτυχών έχει σχεδιαστεί για να μετρά το υποδόριο λίπος και να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την κατανομή του και περιλαμβάνει το διαχωρισμό μιας δερματικής πτυχής από τον υποκείμενο μυ και τη μέτρηση του πάχους της. Το πάχος της δερματικής πτυχής είναι το άθροισμα του υποδόριου λίπους και του δέρματος στο σημείο της μέτρησης. Φαίνεται να είναι η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος έμμεσης εκτίμησης της λιπώδους μάζας και κατ' επέκταση του ποσοστού λίπους σώματος. Τα σημεία του σώματος στα οποία μπορούν να πραγματοποιηθούν μετρήσεις δερματικών πτυχών είναι πολλά. Ορισμένα από αυτά είναι η δερματική πτυχή τρικεφάλου, δικεφάλου, η υποωμοπλατιαία, η υπερλαγόνια, η κοιλιακή, η θωρακική, η μηριαία και η γαστροκνημιαία.

Η μέτρηση των δερματικών πτυχών πραγματοποιείται με ειδικά εργαλεία, τα δερματοπτυχόμετρα. Υπάρχουν διάφορα είδη δερματοπτυχομέτρων τα οποία διαφέρουν ως προς την ακρίβεια των μετρήσεων που παρέχουν. Για το λόγο αυτό προτείνεται να αποφεύγεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων εκτίμησης ποσοστού λίπους σώματος με διαφορετικούς τύπους δερματοπτυχομέτρων και να επιδιώκεται η χρήση του ίδιου τύπου όταν χρειάζεται να επαναληφθούν οι μετρήσεις δερματικών πτυχών στο ίδιο άτομο ή στην ίδια ομάδα.

Η μέτρηση των δερματικών πτυχών για να είναι έγκυρη και ακριβής απαιτεί προσοχή στον εντοπισμό του ανατομικού σημείου που πραγματοποιείται η μέτρηση και πιστή εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου μέτρησης. Παρέκκλιση από τη διαδικασία του πρωτοκόλλου ή λανθασμένη επιλογή του σημείου μέτρησης μπορεί να προκαλέσει σημαντική απόκλιση από την πραγματική τιμή πάχους της δερματικής πτυχής και κατά συνέπεια να δώσει λανθασμένη εκτίμηση του ποσοστού σωματικού λίπους. [(117)]

Δερματική πτυχή τρικεφάλου: Η διαδικασία της μέτρησης της δερματικής πτυχής του τρικεφάλου περιλαμβάνει αρχικά τον υπολογισμό του μέσου της απόστασης από την ακρώμια απόφυση της ωμοπλάτης ως την απόφυση του ωλέκρανου της ωλένης, όπως ακριβώς συμβαίνει και για τον υπολογισμό της περιφέρειας του μέσου βραχίονα. Στη φάση αυτή της μέτρησης ο εξεταζόμενος λυγίζει τον αγκώνα του σε γωνία 90º. Στη συνέχεια αφήνει το χέρι του χαλαρό με την παλάμη στραμμένη προς το μηρό και πραγματοποιείται η μέτρηση της δερματικής πτυχής στο ύψος της μέσης απόστασης ακρωμίου και ωλέκρανου, πάνω από τον τρικέφαλο μυ. Η μέτρηση καταγράφεται στο πλησιέστερο χιλιοστό.

Δερματική πτυχή δικεφάλου: Για τη μέτρηση της δερματικής πτυχής δικεφάλου, σημειώνεται στην πρόσθια πλευρά του βραχίονα η προέκταση του μέσου της απόστασης μεταξύ ακρωμίου και ωλέκρανου που χρησιμοποιείται στη μέτρηση της δερματικής πτυχής του τρικεφάλου. Το σημείο της μέτρησης βρίσκεται πάνω από το δικέφαλο μυ. Η μέτρηση καταγράφεται στο πλησιέστερο χιλιοστό.

Υποωμοπλατιαία δερματική πτυχή: Η υποωμοπλατιαία δερματική πτυχή μετράται 1cm περίπου κάτω από την κατώτερη γωνία της ωμοπλάτης. Η δερματική πτυχή είναι διαγώνια με κλίση περίπου 45º με το οριζόντιο επίπεδο του σώματος. Το σημείο μπορεί να εντοπιστεί με τη ψηλάφηση της κατώτερης γωνίας ης ωμοπλάτης. Επειδή σε παχύσαρκα άτομα ο εντοπισμός του σημείου είναι σχετικά δύσκολος, προτείνεται στους εξεταζόμενους να φέρουν το χέρι τους πίσω από την πλάτη τους, βοηθώντας έτσι στον εντοπισμό του ανατομικού σημείου. Στη συνέχεια επαναφέρουν το χέρι τους δίπλα στον κορμό και η μέτρηση καταγράφεται στο πλησιέστερο χιλιοστό.

Υπερλαγόνια δερματική πτυχή: Η υπερλαγόνια δερματική πτυχή μετράται ακριβώς πάνω στη νοητή ευθεία που περνά από την περιοχή της μασχάλης και καταλήγει στη λαγόνια ακρολοφία. Η μέτρηση πραγματοποιείται ακριβώς πάνω από τη λαγόνια ακρολοφία με κλίση 45º με το οριζόντιο επίπεδο του σώματος. Ο εξεταζόμενος στέκεται όρθιος, με τα πόδια ενωμένα και τα χέρια στο πλάι στο σώμα. Για να είναι πιο εύκολη η πρόσβαση του εξεταστή στο σημείο της μέτρησης, ο εξεταζόμενος μπορεί να μετακινήσει το χέρι τους προς τα πίσω. Η μέτρηση καταγράφεται στο πλησιέστερο χιλιοστό.

Κοιλιακή δερματική πτυχή: Ο εξεταζόμενος στέκεται όρθιος με την κοιλιά του χαλαρή αναπνέοντας ήρεμα. Το σημείο μέτρησης της δερματικής πτυχής βρίσκεται τρία εκατοστά δεξιά και ένα εκατοστό χαμηλότερα του ομφαλού. Η δερματική πτυχή λαμβάνεται κάθεται στο οριζόντιο επίπεδο του σώματος και η μέτρηση καταγράφεται στο πλησιέστερο χιλιοστό.

Θωρακική δερματική πτυχή: Το σημείο της μέτρησης εντοπίζεται στη νοητή ευθεία που περνά από τη περιοχή της μασχάλης και καταλήγει στη λαγόνια ακρολοφία. Η μέτρηση λαμβάνεται στο ψηλότερο σημείο αυτής της νοητής ευθείας, διαγώνια με το οριζόντιο επίπεδο του σώματος και προς τη θηλή του μαστού του εξεταζόμενου.

Μηριαία δερματική πτυχή: Το σημείο της μέτρησης εντοπίζεται στην πρόσθια επιφάνεια του μηρού στο μέσο της νοητής ευθείας μεταξύ της φυσικής πτυχής στη βουβωνική περιοχή και του ανώτερου τμήματος της επιγονατίδας. Κατά τη μέτρηση ο εξεταζόμενος στέκεται

όρθιος και ρίχνει το βάρος του σώματος στο μη μετρούμενο πόδι. Η μέτρηση λαμβάνεται κάθετα στη νοητή ευθεία και καταγράφεται στο πλησιέστερο χιλιοστό.

Γαστροκνημιαία δερματική πτυχή: Κατά τη διάρκεια της μέτρησης ο εξεταζόμενος είναι καθιστός, λυγίζει το γόνατο σε γωνία 90º και ακουμπά πλήρως το πέλμα στο πάτωμα. Εντοπίζεται η μέγιστη περιφέρεια της γαστροκνημιαίας και σε αυτό το ύψος, στην έσω επιφάνεια της κνήμης, λαμβάνεται μια κάθετη ως προς την περιφέρεια δερματική πτυχή.

Η ανάλυση σε επίπεδο ολόκληρου του σώματος αναφέρεται και ως ανθρωπομετρία. Η ανθρωπομετρία περιλαμβάνει τη μέτρηση του βάρους, του ύψους, των περιφερειών του σώματος, τα μήκη και τα πλάτη σε διάφορα ανατομικά σημεία και τέλος τις μετρήσεις δερματικών πτυχών οι οποίες βασίζονται στο πέμπτο επίπεδο του ολικού σώματος του μοντέλου των πέντε επιπέδων του Wang. Λαμβάνοντας υπόψη μεμονωμένες μετρήσεις ή δείκτες αλλά και συνδυάζοντας τα αποτελέσματα διαφορετικών μετρήσεων, είναι δυνατή η αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης, καθώς και του κινδύνου που διατρέχει ένα άτομο ή πληθυσμός για την εμφάνιση συγκεκριμένων χρόνιων νοσημάτων. Επίσης η χρήση της ανθρωπομετρίας μπορεί να δώσει πληροφορίες σχετικά με την τάση και το ρυθμό αλλαγής μιας συγκεκριμένης παραμέτρου που μελετάται. Οι ανθρωπομετρικοί παράμετροι ή δείκτες όταν μετριούνται σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα σε ένα άτομο ή σε ένα πληθυσμό, μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με την τάση αλλαγής μιας συγκεκριμένης παραμέτρου αλλά και για το ρυθμό που συμβαίνει η αλλαγή αυτή τόσο σε ατομικό όσο και σε πληθυσμιακό επίπεδο αλλά και να δώσει πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα μιας παρέμβασης διατροφικής ή φαρμακευτικής φύσεως ή ακόμα και παρεμβάσεις αγωγής υγείας.

Οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις μπορούν να γίνουν εύκολα, γρήγορα, χωρίς μεγάλο κόστος και επιβάρυνση των εξεταζομένων. Ωστόσο, είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται η ακρίβεια και η αξιοπιστία των μετρήσεων. Για το λόγο αυτό οι τεχνικές μέτρησης είναι τυποποιημένες και ακολουθούνται συγκεκριμένες διαδικασίες πριν και κατά τη διεξαγωγή τους. [(117)]

2.7 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΠΤΥΧΩΝ

Οι μετρήσεις των δερματικών πτυχών έχουν χρησιμοποιηθεί και συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται και σήμερα ευρύτατα για την εκτίμηση του ποσοστού λίπους σώματος. Ωστόσο η μέθοδος βασίζεται σε ορισμένες παραδοχές και υποθέσεις:

1. Ο περιορισμένος αριθμός μετρήσεων των δερματικών πτυχών σε διάφορα σημεία του σώματος αντιπροσωπεύει το συνολικό υποδόριο λίπος του σώματος.
2. Οι περιορισμένου αριθμού μετρήσεις δερματικών πτυχών και η μέτρηση του πάχους του υποδόριου λίπους αντιπροσωπεύουν τη συνολική λιπώδη μάζα σώματος, δηλαδή και το λίπος που υπάρχει και σε άλλα αποθηκευτικά σημεία του σώματος (ενδομυϊκό, σπλαχνικό, μυελό των οστών).
3. Το πάχος του δέρματος θεωρείται αμελητέο ή σταθερό μεταξύ των διαφορετικών εξεταζομένων και δεν λαμβάνεται υπόψη στις συγκρίσεις του ποσοστού λίπους σώματος μεταξύ ατόμων διαφορετικού φύλου, ηλικίας και φυλής.
4. Το υποδόριο λίπος συμπιέζεται με τον ίδιο σταθερό και προβλέψιμο τρόπο σε όλους τους εξεταζόμενους.

Η πρώτη παραδοχή μπορεί να αμφισβητηθεί, δεδομένου ότι για κάθε οργανισμό ο βαθμός εναπόθεσης υποδόριου λίπους σε διάφορα σημεία του σώματος διαφέρει και εξαρτάται από τη γενική προδιάθεσή του. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του διαφορετικού τρόπου κατανομής του υποδόριου λίπους μεταξύ ατόμων διαφορετικού φύλου είναι ο σωματότυπος των ανδρών και των γυναικών. Συγκεκριμένα οι άνδρες συνήθως εναποθέτουν περισσότερο υποδόριο λίπος στην κοιλιακή περιοχή ενώ οι γυναίκες σε διαφορετικά σημεία όπως στο στήθος, τους γλουτούς και τους μηρούς. Επομένως η παραδοχή ότι ο περιορισμένος αριθμός μετρήσεων δερματικών πτυχών σε διάφορα σημεία του σώματος, αντιπροσωπεύει το συνολικό υποδόριο λίπος με τον ίδιο τρόπο και την ίδια εγκυρότητα σε όλα τα άτομα, δεν ισχύει. Ένας τρόπος για να μειωθεί το σφάλμα εκτίμησης του ποσοστού λίπους σώματος είναι η μέτρηση πολλών ανατομικών σημείων. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, χρειάζεται προσοχή στην επιλογή των δερματικών πτυχών που μετράμε. Για παράδειγμα εάν με μικρό αριθμό μετρήσεων θέλαμε να αξιολογήσουμε γυναίκες, θα έπρεπε να συμπεριλάβουμε και μετρήσεις όπως αυτές της μηριαίας ή γαστροκνημιαίας δερματικής πτυχής επειδή όπως προαναφέρθηκε οι γυναίκες συσσωρεύουν μεγαλύτερη αναλογία υποδόριου λίπους στα κάτω άκρα σε σχέση με τους άνδρες.

Σχετικά με τη δεύτερη παραδοχή και συγκεκριμένα ως προς την ιδιότητα του υποδόριου λίπους να αντιπροσωπεύει τη συνολική λιπώδη μάζα σώματος, η ποσότητα της λιπώδους μάζας σώματος εξαρτάται από την ηλικία και το φύλο. Ωστόσο, η αύξηση ή η μείωση της δεν αντικατοπτρίζει πάντα αντίστοιχες αλλαγές στο πάχος του υποδόριου

λιπώδους ιστού. Για παράδειγμα οι ηλικιωμένοι έχουν μεγαλύτερη λιπώδη μάζα σώματος από τους νεότερους ακόμα και εάν το άθροισμα των τιμών των ίδιων δερματικών πτυχών είναι ίσο. Το ίδιο ισχύει για τις γυναίκες, που για ίσες τιμές δερματικών πτυχών με τους άνδρες, φυσιολογικά έχουν περισσότερο σωματικό λίπος εξαιτίας της μεγαλύτερης ποσότητας του απαραίτητου για το φύλο λίπους. Τέλος, άλλο ένα παράδειγμα είναι ότι οι υπέρβαροι ή οι παχύσαρκοι τείνουν να έχουν περισσότερο σπλαχνικό λίπος σε σχέση με άτομα φυσιολογικού , βάρους, ακόμα και αν το άθροισμα συγκεκριμένων δερματικών πτυχών είναι ίδιο. Επομένως η μέτρηση του πάχους του υποδόριου λιπώδους ιστού με τη μέθοδο των δερματικών πτυχών, δεν προσδιορίζει πάντα με εγκυρότητα τη συνολική λιπώδη μάζα σώματος.

Σε ότι αφορά το πάχος του δέρματος , αυτό μπορεί να διαφέρει από άτομο σε άτομο ακόμα και αν αναφερόμαστε στο ίδιο σημείο του σώματος. Επίσης υπάρχουν δεδομένα που δείχνουν ότι ο τρόπος συμπίεσης του υποδόριου λίπους επηρεάζεται από την ηλικία, το φύλο, το βαθμό ενυδάτωσης του ιστού και το σημείο του σώματος.

Σύμφωνα με τον **Lohman (1981)** [(2)] , η μέθοδος εκτίμησης του ποσοστού λίπους σώματος από μετρήσεις δερματικών πτυχών, έχει τυπικό σφάλμα εκτίμησης ±3,3%. Τα κυριότερα σφάλματα αφορούν τις βιολογικές διακυμάνσεις στην κατανομή υποδόριου λίπους και τα τεχνικά σφάλματα της μέτρησης. Τα τεχνικά σφάλματα μέτρησης, αφορούν κυρίως τη δυσκολία ψηλάφησης και διαχωρισμού του υποδόριου από το μυϊκό ιστό και λάθη στο σωστό εντοπισμό του ανατομικού σημείου για την πραγματοποίηση της μέτρησης. Για την εξασφάλιση λοιπόν έγκυρων και συγκρίσιμων αποτελεσμάτων, είναι σημαντικό ο εξεταστής να είναι έμπειρος, να χρησιμοποιεί μια συγκεκριμένη τεχνική για τις μετρήσεις καθώς και ίδιου τύπου δερματοπτυχόμετρο για το σύνολο των μετρήσεων που κάνει στο ίδιο ή σε διαφορετικά άτομα. Παρόλα αυτά ο Lohman και οι συνεργάτες του επισημαίνουν τη μέθοδο των δερματικών πτυχών, ως μιας από τις καλύτερες πρακτικές μεθόδους υπολογισμού της σωματικής σύστασης.

Οι μετρήσεις δερματικών πτυχών μπορούν να μεταφραστούν σε ποσοστό λίπους σώματος με τη χρήση κατάλληλων εξισώσεων. Συγκεκριμένα οι μετρούμενες τιμές συμπεριλαμβάνονται σε εξισώσεις παλινδρόμησης οι οποίες εκτιμούν συνήθως την πυκνότητα του σώματος ή απ' ευθείας το ποσοστό λίπους σώματος. Στην πρώτη περίπτωση, όταν δηλαδή οι εξισώσεις εκτιμούν τη πυκνότητα του σώματος, η λιπώδης μάζα σώματος ή το ποσοστό λίπους στο σώμα υπολογίζεται με τη χρήση εξισώσεων μετατροπής της πυκνότητας σε ποσοστό λίπους σώματος.

Πάνω από 100 εξισώσεις που εκτιμούν το ποσοστό λίπους σώματος με μετρήσεις δερματικών πτυχών έχουν δημοσιευτεί στην παγκόσμια βιβλιογραφία. Άλλες από αυτές τις εξισώσεις είναι διαμορφωμένες για το γενικό πληθυσμό και άλλες είναι εξειδικευμένες για

συγκεκριμένους πληθυσμούς όπως παιδιά, αθλητές, εφήβους, παχύσαρκους και ηλικιωμένους. Δύο πολύ γνωστές και ευρύτατα χρησιμοποιούμενες εξισώσεις είναι αυτές των **Durnin και Wormersley (1974)** [(3)] οι οποίοι δοκίμασαν διάφορους συνδυασμούς μετρήσεων δερματικών πτυχών για να δώσουν τελικά τις παρακάτω εξισώσεις υπολογισμού πυκνότητας σώματος:

Για άνδρες ηλικίας 20-69 ετών: $D = 1,1765 – 0,0744 (\log_{10} \Sigma 4S)$
Για γυναίκες ηλικίας 20-69 ετών: $D = 1,1567 – 0,0717 (\log_{10} \Sigma 4S)$

Όπου D= πυκνότητα σώματος

Σ4S= το άθροισμα μετρήσεων τεσσάρων δερματικών πτυχών: τρικεφάλου, δικεφάλου, υπερλαγόνιου, υποωμοπλατιαίας.

Επίσης οι ίδιοι ερευνητές έχουν δημοσιεύσει και εξισώσεις ειδικές για διάφορες ηλικιακές ομάδες, χρησιμοποιώντας τον ίδιο συνδυασμό μετρήσεων δερματικών πτυχών. Στις συγκεκριμένες εξισώσεις η παράμετρος που εκτιμάται είναι η πυκνότητα σώματος. Επομένως, για να ερμηνευτούν οι μετρήσεις σε % λίπος σώματος, χρειάζονται εξισώσεις μετατροπής της πυκνότητας σε % λίπος σώματος.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι η μέθοδος μέτρησης των δερματικών πτυχών, λόγω του ότι είναι γρήγορη, οικονομική, δεν προκαλεί πόνο και μεγάλη επιβάρυνση στον εξεταζόμενο και επειδή τα εργαλεία μέτρησης είναι φορητά, αποτελεί μια πολύ χρήσιμη μέθοδο αξιολόγησης της σύστασης σώματος, αρκεί να τηρούνται τα πρωτόκολλα μετρήσεων και να χρησιμοποιούνται εξισώσεις αντιπροσωπευτικές για το άτομο ή την ομάδα που αξιολογείται. Για το λόγο αυτό συνίσταται η αποφυγή γενικευμένων εξισώσεων ώστε να διασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή εγκυρότητα της μεθόδου. [(117)] Για τη μέτρηση του πάχους της δερματικής πτυχής εφαρμόζονται και υπερηχογραφικές τεχνικές, που όμως είναι ακριβότερες απ' αυτές που γίνονται με τα ειδικά παχύμετρα. Η Ορφανίδου και οι συνεργάτες της βρήκαν ότι οι μετρήσεις του υποδόριου λίπους με τη βοήθεια παχυμέτρου ήταν συγκρίσιμες μ' εκείνες που έγιναν με υπέρηχο και με αξονική τομογραφία, προτείνοντας έτσι ως κατάλληλη για κλινική χρήση τη μέθοδο της μέτρησης με παχύμετρο. [(118)]

Ωστόσο, μια επιστημονικά πιο αποδεκτή χρήση των δερματικών πτυχών που έχει αναφερθεί από ορισμένους ερευνητές, είναι η χρησιμοποίηση των μεμονωμένων μετρήσεων ή του αθροίσματος των μετρήσεων σε διάφορα ανατομικά σημεία ως απόλυτες τιμές, χωρίς να μεταφράζεται το άθροισμά τους σε % λίπος σώματος. Μ' αυτό τον τρόπο μπορεί να

μελετώνται οι μεταβολές του πάχους του υποδόριου λίπους και να εκτιμώνται παράλληλα οι μεταβολές στη σύσταση σώματος του ατόμου.

Μπορεί κανείς να γίνει εξαίρετος τεχνικός μετρήσεων πτυχών ακολουθώντας τις εξής οδηγίες:

- Φροντίστε ιδιαίτερα τον εντοπισμό των ανατομικών σημείων κάθε θέσης πριν τη μέτρηση
- Τοποθετήστε τον δείκτη της καλίμπρας στην πλησιέστερη κατά 0,5 (π.χ. 0,5mm) ένδειξη.
- Πάρτε τουλάχιστον 2 μετρήσεις σε κάθε θέση, και χρησιμοποιήστε τον μέσο όρο στους υπολογισμούς σας.
- Πάρτε διπλές (ή και τριπλές) μετρήσεις με διαδοχική σειρά και όχι συνεχώς από το ίδιο σημείο, ώστε να αποφύγετε τις συνέπειες της συμπίεσης.
- Μην κάνετε μετρήσεις αμέσως μετά την άσκηση. Η προκαλούμενη κατά την άσκηση μετατόπιση των υγρών του οργανισμού στο δέρμα αυξάνει σημαντικά τις μετρήσεις.
- Η καταγραφή θα πρέπει να γίνει αμέσως μετά την εφαρμογή των σιαγόνων στο δέρμα, και σίγουρα μέσα στα πρώτα 4 δευτερόλεπτα γιατί έρευνες έδειξαν ότι περισσότερο από το 70% της συνολικής συμπίεσης του δέρματος και του λίπους συμβαίνει μέσα στα 4 πρώτα δευτερόλεπτα.
- Εξασκηθείτε τουλάχιστον σε 50 άτομα για να κερδίσετε εμπειρία στη τεχνική.
- Αποφεύγετε τη χρήση φτηνών, πλαστικών καλίμπρων (δεν έχουν σιαγόνες που ελέγχουν την τάση).
- Εκπαιδευτείτε από έμπειρους τεχνικούς και συγκρίνετε τις μετρήσεις σας.
- Κάντε τις μετρήσεις σας σε ξηρό δέρμα, χωρίς χρήση διαφόρων λοσιόν.

3.0 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Σύσταση του ανθρωπίνου σώματος λέγεται η ποσοτική συμμετοχή των διαφόρων συστατικών από τα οποία αποτελείται ο άνθρωπος. Τα συστατικά αυτά ταξινομούνται σε πέντε διαφορετικά επίπεδα, τα οποία είναι: το ατομικό (οξυγόνο, άνθρακας), το μοριακό(νερό, λιπίδια, πρωτεΐνες, ανόργανα συστατικά), το κυτταρικό (κυτταρική μάζα, εξωκυττάρια υγρά και στερεά), των ιστών (μυϊκός, λιπώδης, οστικός κτλ.) και το επίπεδο ολόκληρου του σώματος με τη χρήση ποικίλων μεθοδολογικών τεχνικών. Η σύσταση σώματος είναι σημαντική γιατί μπορεί να έχει άμεση επίδραση στην υγεία του οργανισμού και τη φυσική απόδοση των αθλητών. Η παρακολούθηση των αλλαγών στη σύσταση σώματος είναι απαραίτητη για την κατανόηση και τον καθορισμό των μηχανισμών με τους οποίους οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν τη σύσταση των επιμέρους συστατικών του σώματος. Η μελέτη της σύστασης σώματος αποτελεί ένα αξιόπιστο εργαλείο για το σχεδιασμό της καταλληλότερης και πιο αποδοτικής θεραπευτικής αγωγής για συγκεκριμένες ασθένειες αλλά και την καλύτερη κατανόηση της παθοφυσιολογίας μιας ασθένειας και των επιπτώσεων στην υγεία του ανθρώπου. Τέλος η μελέτη της σύστασης σώματος αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της διατροφικής αξιολόγησης ενός ατόμου ή ενός πληθυσμού, καθώς οι αλλαγές της είναι άμεσα συνυφασμένες με την υγεία, τη γήρανση, την πορεία μιας νόσου και τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας μιας θεραπευτικής αγωγής. **(117,118,119,120)**

4.0 ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

4.1 ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Πριν ξεκινήσουμε την περιγραφή των κυριότερων μεθόδων εκτίμησης σύστασης σώματος, είναι απαραίτητο να αναφερθούμε σε ορισμένα συστήματα κατηγοριοποίησης του ανθρωπίνου σώματος που ονομάζονται μοντέλα σύστασης σώματος. Η γνώση και η κατανόηση των μοντέλων αυτών είναι απαραίτητη προϋπόθεση τόσο για τη σωστή επιλογή της κατάλληλης κατά περίπτωση μεθόδου ανάλυσης σύστασης σώματος, όσο και για την πλήρη κατανόηση και την ορθή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων μιας ανάλυσης. Με βάση τα μοντέλα σύστασης σώματος, το σώμα μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης όπως το ατομικό, το μοριακό, το κυτταρικό, το επίπεδο ιστών, ή και το επίπεδο ανάλυσης ολόκληρου του σώματος. Επίσης το ανθρώπινο σώμα μπορεί να χωριστεί σε δύο ή περισσότερα θεωρητικά ευρύτερα διαμερίσματα τα οποία περιλαμβάνουν ομάδες διαφορετικών συστατικών. Το μοντέλο των δύο διαμερισμάτων που διαχωρίζει το σώμα στη λιπώδη μάζα σώματος και την άλιπη μάζα σώματος αποτελεί παράδειγμα αυτού του τρόπου κατηγοριοποίησης. Αυτό είναι και το μοντέλο στο οποίο ουσιαστικά βασίστηκαν οι περισσότεροι μέθοδοι ανάλυσης σύστασης σώματος.

Το κάθε μοντέλο σύστασης σώματος και η κάθε μέθοδος ανάλυσης σύστασης σώματος που βασίζεται σε κάποιο μοντέλο, έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του, καθώς επίσης και συγκεκριμένες εφαρμογές. Οι αλλαγές του σωματικού βάρους, για παράδειγμα, μπορεί να αντανακλούν τις αλλαγές στις ‘‘αποθήκες’’ ενέργειας του οργανισμού, δηλαδή την ποσότητα του σωματικού γλυκογόνου, του λίπους και της πρωτεΐνης, του ολικού νερού σώματος ή αλλαγές και των δύο. Ωστόσο για την αξιολόγηση της διατροφικής κατάστασης ενός ατόμου έχει σημασία να διερευνηθεί ποιο ενεργειακό υπόστρωμα μεταβάλλεται ποσοτικά. Για παράδειγμα, εάν η αύξηση του σωματικού βάρους οφείλεται κυρίως στην αύξηση της λιπώδους μάζας σώματος (παχυσαρκία) ή στην αύξηση της μυϊκής μάζας και επομένως της συνολικής πρωτεΐνης του σώματος (αύξηση επιπέδων φυσικής δραστηριότητας ή ενός προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης με ασκήσεις αντίστασης) ή τέλος σε κατακράτηση νερού και στη δημιουργία οιδημάτων. Επομένως για να είναι η αξιολόγηση της σύστασης σώματος έγκυρη και να εξυπηρετεί τους σκοπούς της, χρειάζεται επιλογή του κατάλληλου μοντέλου καθώς και της ανάλυσης σώματος, που να μπορεί να ανιχνεύσει τις αλλαγές αυτές. [(117)]

4.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η μόνη άμεση, ακριβής μέθοδος ανάλυσης της σύστασης του σώματος είναι η χημική αφαίρεση όλου του λίπους από τους ιστούς, κάτι προφανώς ανεφάρμοστο σε ζώντες ανθρώπους. Για το λόγο αυτό, έχει αναπτυχθεί μια ποικιλία έμμεσων μεθόδων για τον προσδιορισμό της σωματικής σύστασης. Οι έμμεσες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του σωματικού λίπους, της ισχνής μάζας σώματος, της περιεκτικότητας των οστών σε ανόργανα συστατικά και του σωματικού νερού. Μερικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του λίπους σε συγκεκριμένα μέρη του σώματος.

Όλες οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στις μέρες μας για τη μέτρηση της πυκνότητας του σώματος ή του ποσοστού σωματικού λίπους είναι προσεγγιστικές και για το λόγο αυτό ανοιχτές στην πιθανότητα λάθους, ειδικά στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του σωματικού λίπους σε συγκεκριμένο άτομο. Τέτοιου είδους λάθη συνήθως εκφράζονται στατιστικά ως τυπικά σφάλματα των μετρήσεων ή των υπολογισμών, και χρησιμοποιούνται ως δείκτες ακρίβειας των μεθόδων μέτρησης του σωματικού λίπους. Δεν πρέπει επομένως να θεωρούμε τι μεθόδους αυτές ως απόλυτα ακριβείς, αλλά να τις εκτιμούμε ως προσεγγιστικές και έχοντας πάντοτε υπόψη την παράμετρο του στατιστικού σφάλματος.

Το λιπώδες και το μυϊκό τμήμα του ανθρώπινου σώματος είναι δυνατό να υπολογιστεί με δύο κυρίως τρόπους:

1. Άμεσα με χημική ανάλυση
2. Έμμεσα με υδροστατική ζύγιση ή με απλές μετρήσεις των περιφερειών και των πτυχών λίπους, ή με άλλες διαδικασίες

<u>Άμεσος Υπολογισμός</u>

Λίγες είναι οι μελέτες που αφορούν το χημικό προσδιορισμό της περιεκτικότητας του ανθρωπίνου σώματος σε λίπος. Τέτοιου είδους αναλύσεις είναι χρονοβόρες και επίπονες, απαιτούν εξειδικευμένο εργαστηριακό εξοπλισμό και επισύρουν πολλά ηθικά και νομικά προβλήματα, αφού για αυτές χρησιμοποιούνται πτώματα. Παρόλο που παρατηρείται σημαντική διακύμανση ανάμεσα στα διάφορα άτομα όσον αφορά το συνολικό σωματικό λίπος, η σύνθεση του σκελετού, του μυϊκού και του λιπώδους ιστού παραμένει σχετικά σταθερή. Η σταθερότητα της σύνθεσης ποικίλων ιστών παρέχει θεωρητική βάση για τη διατύπωση μαθηματικών εξισώσεων για να υπολογίζουμε το ποσοστό σωματικού λίπους με έμμεσες μετρήσεις, ελεύθερες από παραμορφωτικούς παράγοντες.

Έμμεσος Υπολογισμός

Οι έμμεσες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συχνότερα για την εκτίμηση της σύστασης του σώματος είναι τρεις. Η πρώτη βασίζεται στην αρχή του Αρχιμήδη, όπως αυτή εφαρμόζεται κατά το υδροστατικό ζύγισμα ή αλλιώς υποβρύχιο ζύγισμα. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο το ποσοστό του σωματικού λίπους υπολογίζεται από την πυκνότητα του σώματος. Με τη δεύτερη μέθοδο εκτιμάται η σύσταση σώματος με τη βοήθεια υπολογισμών του υποδόριου λίπους του σώματος. Τέλος, με την τρίτη μέθοδο το σωματικό λίπος υπολογίζεται από περιμέτρους. Οι μετρήσεις περιμέτρων και των πτυχών του λίπους έχουν πρακτική σημασία επειδή βοηθούν στον υπολογισμό του σωματικού λίπους απλά και με ακρίβεια.

4.3 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΑ

Η ανθρωπομετρία, ή μέτρηση των διαφόρων σημείων του σώματος, είναι μια φθηνή, πρακτική μέθοδος προσδιορισμού της σωματικής σύστασης. Οι σωματικές μετρήσεις περιλαμβάνουν υπολογισμό περιφερειών, όπως είναι του τραχήλου και της κοιλιάς και οστικές διαμέτρους, όπως των ισχίων, των ώμων, του αγκώνα και του καρπού. Οι μετρήσεις των περιφερειών, αλλά και οστικών διαμέτρων μπορούν να εισαχθούν σε διάφορους μαθηματικούς τύπους για τον υπολογισμό του σωματικού λίπους και της ισχνής μάζας σώματος.

Οι μετρήσεις των διαμέτρων της κοιλίας, των ισχίων, των γλουτών, των μηρών και άλλων τμημάτων του σώματος μπορεί να αποδειχθούν σημαντικοί δείκτες τοπικής κατανομής λίπους, που είναι μια παράμετρος αξιολόγησης της ανατομικής κατανομής του λίπους σε όλο το σώμα. Ένα μέτρο τοπικής κατανομής λίπους αποτελεί το πηλίκο μέσης-ισχίων (WHR) το οποίο είναι ο λόγος της περιφέρειας της κοιλιάς ή της μέσης (μετρούμενη με μια εύκαμπτη ταινία στο στενότερο σημείο της μέσης όπως φαίνεται από εμπρός), προς την περιφέρεια του γοφού ή των ισχίων (μετρούμενη στο φαρδύτερο σημείο, συμπεριλαμβανομένου και του γλουτού). Το πηλίκο μέσης/ ισχίων WHR (waist/hip ratio), αποτελεί μια καλή τεχνική ελέγχου της τοπικής κατανομής λίπους, αλλά δεν προσφέρει καμιά ακριβή μέτρηση του εν τω βάθη περιτοναϊκού λίπους, κάτι που επιτυγχάνεται με την μαγνητική τομογραφία (MRI) και την αξονική (CT) τομογραφία.

Η χρήση της σχέσης ύψους-βάρους δεν καθορίζει τη σωματική σύσταση. [(117)]

4.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΕΡΜΑΤΟΠΤΥΧΩΣΕΩΝ

Όταν δεν είναι διαθέσιμες εργαστηριακές εγκαταστάσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν απλούστερες εναλλακτικές μέθοδοι για την πρόβλεψη του σωματικού λίπους. Δύο από αυτές τις μεθόδους, η μέτρηση των δερματοπτυχώσεων και των περιμέτρων, απαιτούν σχετικά φθηνό εξοπλισμό. Η λογική των μετρήσεων των πτυχώσεων για τον υπολογισμό του συνολικού λίπους είναι ότι υπάρχει σχέση μεταξύ του λίπους που βρίσκεται ακριβώς κάτω από το δέρμα (υποδόριο λίπος) και του εσωτερικού λίπους, και ότι και οι δύο αυτές μετρήσεις σχετίζονται με τη σωματική πυκνότητα. (117)

4.5 ΠΑΧΥΜΕΤΡΟ

Από το 1930, ένα μηχάνημα τύπου λαβίδας χρησιμοποιείτο για τη μέτρηση του υποδόριου λίπους σε διάφορες περιοχές του σώματος με σχετική ακρίβεια. Το εργαλείο αυτό λειτουργεί βασισμένο στην ίδια αρχή που διέπει το μικρόμετρο που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ δύο σημείων. Η διαδικασία για τη μέτρηση του πάχους της πτύχωσης του λίπους περιλαμβάνει το πιάσιμο μιας πτύχωσης του δέρματος και του υποδόριου λίπους σφιχτά με τον αντίχειρα και το δείκτη, απομακρύνοντάς το από τον υποκείμενο μυϊκό ιστό, ακολουθώντας το περίγραμμα της πτύχωσης. Το παχύμετρο εφαρμόζεται με τις σιαγόνες του να ασκούν μία συνεχή πίεση 10g/mm² στα σημεία επαφής με το δέρμα. Το πάχος του διπλού στρώματος δέρματος και του υποδόριου λίπους διαβάζεται κατευθείαν από τη διαβάθμιση του εργαλείου και καταγράφεται σε χιλιοστά, μερικά δευτερόλεπτα μετά την εφαρμογή του εργαλείου. Έτσι αποφεύγεται η αναίτια συμπύκνωση του λιπώδους ιστού κατά τη μέτρηση.

Οι πιο κοινές περιοχές για τη μέτρηση των πτυχώσεων του λίπους είναι οι τρικέφαλοι, υποωμοπλατιαίου, υπερλαγόνιες, κοιλιακές περιοχές όπως και του στήθους και του άνω τμήματος των μηρών.

Οι μετρήσεις δερματοπτυχώσεων παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το σωματικό λίπος και την κατανομή του. Υπάρχουν βασικά δύο τρόποι για τη χρήση των μετρήσεων αυτών. Ο πρώτος είναι η συγκέντρωση των μετρήσεων για σύγκριση μεταξύ διαφόρων ατόμων. Το ‘‘σύνολο των δερματοπτυχώσεων’’ καθώς και οι ατομικές μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντανάκλαση των αλλαγών στο πάχος πριν και μετά από ένα πρόγραμμα άσκησης. Αλλαγές στις τιμές των μετρήσεων για τα άτομα, καθώς και στη συνολική μέτρηση μπορούν να εκτιμηθούν είτε σε μία απόλυτη είτε σε μία σχετική βάση. (122)

4.6 ΥΔΡΟΠΥΚΝΟΜΕΤΡΙΑ-ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΖΥΓΙΣΗ

Η υδροπυκνομετρία είναι ουσιαστικά μία μέθοδος μέτρησης του όγκου του σώματος του εξεταζόμενου για τον υπολογισμό της ολικής πυκνότητας του σώματός του. Η εκτίμηση της λιπώδους μάζας σώματος γίνεται με ειδικές εξισώσεις μετατροπής των μετρούμενων τιμών πυκνότητας σε ποσοστό λίπους σώματος. Η μέθοδος βασίζεται στην ιδέα ότι οι αναλογίες της λιπώδους και της άλιπης μάζας σώματος μπορούν να υπολογιστούν από τις γνωστές πυκνότητες των δύο αυτών διαμερισμάτων και από τον υπολογισμό της ολικής πυκνότητας σώματος. Η συγκεκριμένη μέθοδος συχνά θεωρείται η πιο αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης της πυκνότητας σώματος και συχνά η εγκυρότητα νεότερων και πιο σύγχρονων μεθόδων εκτίμησης της λιπώδους μάζας σώματος κρίνονται έναντι αυτής.

Η μέθοδος αυτή απαιτεί την πλήρη βύθιση του εξεταζόμενου σε μια ειδικά διαμορφωμένη δεξαμενή ή σε μια πισίνα. Ο εξεταζόμενος κάθεται σε μια καρέκλα ή σε ένα πλαίσιο, αναρτημένο σε μια ζυγαριά και εκπνέει πλήρως πριν βυθίσει και το κεφάλι του. Ο εξεταζόμενος πρέπει να κρατήσει την αναπνοή του για αρκετά δευτερόλεπτα μέχρι να σταθεροποιηθεί η ένδειξη της ζυγαριάς και να καταγραφεί το βάρος του στο νερό, ενώ συνήθως απαιτούνται αρκετές διαδοχικές μετρήσεις μέχρι να αποκτηθεί μια μέση τιμή (**Katch et al. 1967**) [(4)].

Η ολική πυκνότητα του σώματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D_b = M_b / V_b$$

Όπου: D_b = πυκνότητα σώματος

M_b = μάζα σώματος

V_b = όγκος σώματος

Πληθώρα εξισώσεων είναι διαθέσιμες για τον υπολογισμό του ποσοστού λίπους σώματος από μετρήσεις πυκνότητας σώματος. Δύο από τις εξισώσεις που χρησιμοποιούνται πιο συχνά και βασίζονται στο μοντέλο των δύο διαμερισμάτων είναι αυτές των :

Brozek et al. (1963) [(5)]:

$$\% \text{ Λίπους Σώματος} = (4{,}57 / D_b - 4{,}142) * 100$$

Και **Siri (1961)** [(6)]:

$$\% \text{ Λίπους Σώματος} = (4{,}95 / D_b - 4{,}5) * 100$$

Οι εξισώσεις αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα για την εκτίμηση της λιπώδους μάζας σώματος σε παιδιά, ηλικιωμένους, αθλητές και γυναίκες. Ωστόσο η εξίσωση που διαμορφώθηκε από τους **Brozek** και τους συνεργάτες του **(1963)** [(5)] βασίστηκε στην ανατομία των τριών πτωμάτων ανδρών, που αντιπροσωπεύουν τον άνδρα ‘‘αναφοράς’’, δηλαδή άνδρα νεαρής ηλικίας με μέσα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας, και οι παραδοχές πάνω στις οποίες βασίζεται είναι ίδιες με αυτές του μοντέλου των δύο διαμερισμάτων με κυριότερη ότι η άλιπη και η λιπώδης μάζα σώματος, ανεξάρτητα από το άτομο που μετράται, έχουν σταθερή πυκνότητα. Ωστόσο όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν φυσιολογικές βιολογικές αποκλίσεις στη πυκνότητα και τη σύσταση των δύο διαμερισμάτων εξαρτώμενες από το φύλο, την ηλικία και τα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας του εξεταζόμενου ατόμου. Επομένως, η εγκυρότητα των γενικών αυτών εξισώσεων για την εκτίμηση της σύστασης σώματος ετερογενών πληθυσμών, εξαρτάται από το βαθμό απόκλισης της σύστασης των δύο διαμερισμάτων από αυτή του άνδρα ‘‘αναφοράς’’. Σύμφωνα με τον Lohman το τυπικό σφάλμα εκτίμησης της μεθόδου, μπορεί να φτάσει στο ±2,7% και οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις διαφοροποιήσεις της σύστασης της άλιπης μάζας σώματος μεταξύ των ατόμων **(Lohman, 1984)** [(7)]. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια έχουν διαμορφωθεί εξισώσεις εκτίμησης του ποσοστού λίπους σώματος που βασίζονται σε μοντέλα τριών ή τεσσάρων διαμερισμάτων. Οι εξισώσεις αυτές απαιτούν εκτός από μέτρηση της πυκνότητας του σώματος και μετρήσεις των επιμέρους συστατικών της άλιπης μάζας σώματος, όπως για παράδειγμα του ολικού νερού σώματος ή των οστικών μετάλλων, με αποτέλεσμα να είναι πιο έγκυρες από τις εξισώσεις των δύο διαμερισμάτων.

Η εγκυρότητα της υδροπυκνομετρίας ως μεθόδου εκτίμησης σύστασης σώματος, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό και από τα τεχνικά σφάλματα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (λανθασμένη εκτίμηση του υπολειπόμενου πνευμονικού όγκου, λάθη στη μέτρηση του βάρους ή της θερμοκρασίας νερού). Ακόμα και πολύ μικρά σφάλματα στον υπολογισμό της πυκνότητας έχουν σαν αποτέλεσμα μεγάλες αποκλίσεις του εκτιμώμενου ποσοστού σωματικού λίπους από την πραγματική τιμή, γι’ αυτό και η μέθοδος αυτή απαιτεί πολύ μεγάλη ακρίβεια κατά τη διαδικασία της μέτρησης. Εάν για παράδειγμα ο υπολειπόμενος όγκος των πνευμόνων υπερεκτιμηθεί ή υποεκτιμηθεί κατά 100ml, η λιπώδης μάζα σώματος θα υποεκτιμηθεί ή υπερεκτιμηθεί κατά περίπου 1%, αντίστοιχα. [(117)]

4.7 ΑΕΡΙΑ ΠΛΗΘΥΣΜΟΓΡΑΦΙΑ

Τα τελευταία χρόνια η υδροπυκνομετρία έχει αρχίσει να αντικαθίσταται από τη μέθοδο της αέριας πληθυσμογραφίας η οποία αποτελεί μια νέα μέθοδο μέτρησης του όγκου και της πυκνότητας του σώματος. Το σύστημα που χρησιμοποιείται αποτελείται από δύο ξεχωριστούς θαλάμους γνωστού όγκου: τον πρόσθιο (θάλαμο αναφοράς), ενώ μεταξύ των θαλάμων υπάρχει ένα κινούμενο διάφραγμα. Η αρχή του συστήματος βασίζεται στην εφαρμογή του νόμου των αερίων, σύμφωνα με τον οποίο ο όγκος ενός αερίου που συμπιέζεται σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας μειώνεται ανάλογα με την αύξηση της πίεσης.

Μόλις ο εξεταζόμενος καθίσει στον πρόσθιο θάλαμο και σφραγιστεί η πόρτα, η πίεση στον πρόσθιο θάλαμο αυξάνεται και ένα μέρος του αέρα μετατοπίζεται προς το θάλαμο αναφοράς, καθώς η διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο θαλάμων κινεί το διάφραγμα. Η μείωση του όγκου του αέρα στο πρόσθιο θάλαμο ισούται με τον όγκο του σώματος του εξεταζόμενου. Ο εξεταζόμενος κατά τη διάρκεια της μέτρησης παίρνει πολλές αναπνοές από ένα κλειστό κύκλωμα αέρα, ώστε να υπολογιστεί ο υπολειπόμενος όγκος αέρα στους πνεύμονες και να αφαιρεθεί από το μετρούμενο όγκο σώματος, παρέχοντας τελικά τον πραγματικό όγκο του σώματος.

Ένα σαφές πλεονέκτημα της μεθόδου έναντι της υδροπυκνομετρίας είναι ότι η μέτρηση είναι γρήγορη, η χρήση του μηχανήματος είναι σχετικά απλή και το ότι ο εξεταζόμενος δεν χρειάζεται να καταβυθιστεί στο νερό. Έτσι για ομάδες του πληθυσμού όπως οι έγκυες, οι παχύσαρκοι, οι υπερήλικες ή τα άτομα με σωματικές αναπηρίες είναι πλέον εφικτή η μέτρηση της πυκνότητας σώματος.

Οι πρώτες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε υγιείς ενήλικες έδειξαν ότι υπάρχει μεγάλη συμφωνία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με αυτές της υδροπυκνομετρίας (**Dempster and Aitkens 1995** [8]**, Sardinha et al., 1998** [9]). Για τον υπολογισμό του ποσοστού λίπους σώματος με βάση τις μετρήσεις αέριας πληθυσμογραφίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ίδιες εξισώσεις με αυτές τις υδροπυκνομετρίας. [117]

4.8 ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΙΟΗΛΕΚΤΙΚΗΣ ΕΜΠΕΔΗΣΗΣ (Bioelectrical Impendance Analysis ΒΙΑ)

Κατά τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής εμπέδησης εφαρμόζεται μικρής έντασης εναλλασσόμενο ρεύμα στο ανθρώπινο σώμα και μετράται η αγωγιμότητά του. Η βιοηλεκτρική εμπέδηση ως μέθοδος ανάλυσης της σύστασης σώματος βασίζεται σε κάποιους βασικούς τύπους του ηλεκτρισμού. Όταν εφαρμοστεί εναλλασσόμενο ρεύμα σε ένα κύκλωμα, η αντίσταση στη διέλευση του ρεύματος εκφράζεται από τη σύνθετη αντίσταση ή όπως ονομάζεται αλλιώς εμπέδηση Z (Impendance). Η εμπέδηση συνίσταται από την αντίσταση R (Resistance), που αποτελεί την πραγματική αντίσταση του αγωγού στη ροή ρεύματος και από τη μη-ωμική αντίσταση Xc (Reactance) που οφείλεται στην ύπαρξη πυκνωτών στο κύκλωμα με συνέπεια τη δημιουργία χωρητικών αντιστάσεων. Η σχέση που συνδέει τη Z με την R και Xc είναι:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

Οι ιστοί του ανθρώπινου σώματος που είναι πλούσιοι σε νερό και ηλεκτρολύτες, όπως οι μύες, το αίμα, το εγκεφαλονωτιαίο υγρό είναι εξαιρετικά αγώγιμοι. Αντίθετα, ο λιπώδης ιστός έχει μικρή αγωγιμότητα εξαιτίας της μικρής συγκέντρωσης νερού. Επειδή το ρεύμα που εφαρμόζεται σε έναν αγωγό και κατ' επέκταση στο ανθρώπινο σώμα, ακολουθεί την οδό με τη μικρότερη αντίσταση, γίνεται σαφές ότι στο ανθρώπινο σώμα, η συνολική αγωγιμότητα συνδέεται στενά με την άλιπη μάζα σώματος και η μετρούμενη αντίσταση σχετίζεται με την ποσότητα της λιπώδους μάζας σώματος. Η μη-ωμική αντίσταση στο ανθρώπινο σώμα οφείλεται στις κυτταρικές μεμβράνες οι οποίες λειτουργούν ως πυκνωτές (**Ellis, 2000**) [(10)].

Η μέθοδος της βιοηλεκτρικής εμπέδησης βασίζεται στην παραδοχή ότι το ανθρώπινο σώμα είναι ένας ισότροπος, κυλινδρικός αγωγός. Στην πραγματικότητα όμως το ανθρώπινο σώμα μπορεί να προσομοιαστεί με 5 κυλίνδρους με διαφορετική αντίσταση στη ροή του ρεύματος (**Kushner, 1992)**[(11)].

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων βιοηλεκτρικής εμπέδησης, ο εξεταζόμενος αφού απομακρύνει τα μεταλλικά αντικείμενα που έρχονται σε επαφή με το σώμα του, ξαπλώνει σε κάποια μη αγώγιμη επιφάνεια σε τέτοια στάση ώστε τα χέρια να μην έρχονται σε επαφή με τον κορμό και οι μηροί να μην ακουμπούν μεταξύ τους. Δύο ηλεκτρόδια εισαγωγής ρεύματος επικολλώνται στις κάτω επιφάνειες του χεριού και του ποδιού, και δύο ηλεκτρόδια ανίχνευσης στο μέσο της νοητής γραμμής μεταξύ των άκρων της κερκίδας και της ωλένης στον καρπό και στο μέσο της νοητής γραμμής μεταξύ του έξω και του έσω

σφυρού στον αστράγαλο. Για τις μετρήσεις πρέπει επίσης να ικανοποιούνται οι παρακάτω συνθήκες:

- Ο εξεταζόμενος πρέπει να βρίσκεται σε στάδιο νηστείας (να μην έχει καταναλώσει φαγητό και υγρά) για τουλάχιστον 2-3 ώρες πριν τη μέτρηση.
- Τα σημεία επικόλλησης των ηλεκτροδίων πρέπει να έχουν καθαριστεί προηγουμένως με οινόπνευμα.
- Ο εξεταζόμενος δεν πρέπει να έχει καταναλώσει αλκοόλ για τουλάχιστον 24 ώρες πριν τη μέτρηση.
- Η μέτρηση δεν πρέπει να γίνεται σε πολύ ζεστό ή κρύο περιβάλλον και η θερμοκρασία σώματος πρέπει να είναι κανονική.
- Η μέτρηση πρέπει να γίνεται μέσα σε 5-10 λεπτά από τη στιγμή που ξαπλώνει ο εξεταζόμενος γιατί στη συνέχεια συμβαίνει ανακατανομή υγρών από τα πόδια στον κορμό.
- Η μέτρηση γίνεται συνήθως στη δεξιά πλευρά του εξεταζόμενου.
- Οι γυναίκες σε αναπαραγωγική ηλικία πρέπει να βρίσκονται στην ίδια φάση του καταμήνιου κύκλου, όταν πρόκειται να επαναληφθεί η μέτρηση.

Συνοψίζοντας τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου της βιοηλεκτρικής εμπέδησης, μπορούμε να πούμε ότι είναι γρήγορη, ασφαλής, εύχρηστη, ανώδυνη, εύκολα αποδεκτή από τον εξεταζόμενο και σχετικά φθηνή. Σημαντικό επίσης πλεονέκτημα είναι ότι με βάση τις μετρήσεις ο εξεταστής μπορεί να εκτιμήσει τόσο την άλιπη μάζα σώματος όσο και το ολικό νερό σώματος. Σχετικά με την εγκυρότητα της μεθόδου, το τυπικό σφάλμα εκτίμησης έχει υπολογιστεί περίπου στο 3,3% που μεταφράζεται σε απόκλιση της τάξης 1,9-4,0 kg επί της άλιπης μάζας σώματος (**Brodie et al.,1998)** [(12)]. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι το ότι στηρίζεται σε αρκετές παραδοχές και υποθέσεις και ότι οι μετρήσεις πρέπει να γίνονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες για να είναι ακριβείς. [(117)]

4.9 ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΙΟΜΕΤΡΙΑ ΑΚΤΙΝΩΝ Χ ΔΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (DXA, Dual Energy X-ray absorptiometry)

Η απορροφησιομετρία ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DXA) είναι μια σχετικά νέα τεχνική που προσφέρει τη δυνατότητα ποσοτικής μέτρησης των μαλακών ιστών και των οστών ολόκληρου του σώματος ή συγκεκριμένων ανατομικών περιοχών του. Η μέθοδος DXA αποτελεί την εξέλιξη της απορροφησιομετρίας φωτονίων διπλής ενέργειας. Συγκεκριμένα, ενώ στη μέθοδο της απορροφησιομετρίας φωτονίων διπλής ενέργειας εκπέμπονταν ακτίνες γ, αυτές αντικαταστάθηκαν στη DXA με ακτίνες Χ υψηλής και χαμηλής ενέργειας. Η τεχνική βασίζεται σε ένα μοριακό μοντέλο τριών διαμερισμάτων το οποίο κατηγοριοποιεί το σώμα στα διαμερίσματα της λιπώδους μάζας, της ισχνής μάζας

σώματος και της μάζας των οστικών μετάλλων. Οι μετρήσεις DXA παρέχουν τρεις διαφορετικές τιμές και για τα τρία αυτά διαμερίσματα του σώματος.

Η μέθοδος βασίζεται στη μέτρηση του ποσοστού εξασθένισης (R) των ακτίνων Χ που εισάγονται στους ιστούς του σώματος και στο λόγο της εξασθένισης των ακτίνων υψηλής και χαμηλής ενέργειας. Γενικά όταν μια ακτίνα Χ εκπέμπεται από τη μια πλευρά ενός αντικειμένου, η ένταση της ακτίνας στην αντίθετη πλευρά του εξαρτάται από το πάχος, την πυκνότητα και τη χημική του σύσταση. Γενικά τα στοιχεία που έχουν μεγάλο ατομικό αριθμό, προκαλούν μεγαλύτερη εξασθένιση των ακτίνων Χ. Έτσι επειδή ο σκελετός είναι πλούσιος σε ασβέστιο και φώσφορο, τα σημεία (pixels) του σώματος που περιέχουν οστά θα έχουν και τις μεγαλύτερες τιμές εξασθένισης (R). Τα σημεία ισχνής μάζας σώματος έχουν τις αμέσως χαμηλότερες τιμές R καθώς οι περιοχές αυτές περιέχουν πολλούς ηλεκτρολύτες (Na, P, K, Cl). Τέλος, οι περιοχές με λίπος εμφανίζουν τις πιο χαμηλές τιμές R καθώς ο λιπώδης ιστός περιέχει λίγα στοιχεία με μεγάλο ατομικό αριθμό.

Τα δεδομένα αυτά λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση σώματος με τη μέθοδο DXA, όπου οι τιμές εξασθένισης υπολογίζονται για κάθε μεμονωμένο σημείο (pixel) του σώματος. Συγκεκριμένα, το σώμα διαχωρίζεται σε περιοχές που είναι ελεύθερες οστών και περιέχουν μόνο λιπώδη και ισχνή μάζα και σε περιοχές που περιέχουν οστά και μαλακούς ιστούς. Για κάθε pixel που είναι ελεύθερο οστού, η συνολική μάζα διαχωρίζεται σε λιπώδη και ισχνή μάζα, ενώ στα pixel που ανιχνεύεται οστό (περίπου το 40% των pixels του σώματος περιέχουν οστό), η συνολική μάζα διαχωρίζεται στην οστική μάζα και τη μάζα των μαλακών ιστών (**Genton et al., 2002**) [(13)].

Η μέθοδος DXA αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως η μέθοδος ‘‘αναφοράς’’ για την εκτίμηση της οστικής μάζας (εκφράζεται σε g) και της οστικής πυκνότητας(εκφράζεται σε g/cm^2). Η μέθοδος εφαρμόζεται τόσο για τη μέτρηση της οστικής πυκνότητας σε όλο το σώμα όσο και σε συγκεκριμένα ανατομικά σημεία όπως τη σπονδυλική στήλη, την κεφαλή μηριαίου οστού και το αντιβράχιο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η οστική πυκνότητα όπως προκύπτει από τις μετρήσεις DXA, δεν είναι εκφρασμένη σε g/cm^3, αλλά σε g/cm^2.

Στα σημαντικά πλεονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνονται η υψηλή ακρίβειά της, κάτι που καθιστά τη μέθοδο DXA κατάλληλη για χρήση σε μελέτες στις οποίες απαιτείται η μέτρηση μικρών αλλαγών στη σύσταση σώματος. Επίσης σαν μέθοδος είναι γρήγορη, απαιτεί μικρή εκπαίδευση του εξεταστή, και δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης της σύστασης όχι μόνο ολόκληρου του σώματος αλλά και τμημάτων αυτού. Πλεονέκτημα θεωρείται επίσης και η σχετικά χαμηλή ακτινοβολία που εκπέμπεται στον εξεταζόμενο.

Αν και η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της μεθόδου DXA σε μεμονωμένες περιοχές του σώματος όπως ο θώρακας, τα χέρια και το κεφάλι δεν μπορεί να θεωρηθεί η βέλτιστη (**Laskey, 1996**) [(14)], τα τελευταία χρόνια έχουν δημοσιευτεί πολλές μελέτες στις

οποίες η DXA θεωρείται η μέθοδος ‘‘αναφοράς’’ για την ανάλυση της σύστασης των μαλακών ιστών και συγκεκριμένα για την εκτίμηση της άλιπης και της λιπώδους μάζας σώματος. Σε κάποιες από τις μελέτες αυτές ελέγχεται η εγκυρότητα μεθόδων και τεχνικών όπως για παράδειγμα της βιοηλεκτρικής εμπέδησης ή της ανθρωπομετρίας, ως προς την εκτίμηση της άλιπης και της λιπώδους μάζας σώματος έναντι της μεθόδου της DXA. Σε άλλες διαμορφώνονται διάφορες εξισώσεις εκτίμησης της άλιπης μάζας σώματος με τη χρήση παραμέτρων από μετρήσεις βιοηλεκτρικής εμπέδησης ή διάφορες άλλες ανθρωπομετρικές μεταβλητές, σε διάφορους πληθυσμούς (**Yannakoulia et al., 2000** [(15)]**, Friedl et al., 2001** [(16)]**, Haapala et al. 2002** [(17)]) . [(117)]

4.10 ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Η αξονική τομογραφία είναι μία ακόμα απεικονιστική μέθοδος που βασίζεται στη χρήση των ακτίνων Χ, και παρέχει υψηλής ποιότητας εικόνες και αναλύσεις εγκάρσιων διατομών του ανθρώπινου σώματος. Αν και η χρήση της συνηθίζεται για διαγνωστικούς λόγους στην ιατρική, έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της σύστασης σώματος και της διατροφικής κατάστασης ασθενών. Η μέθοδος βασίζεται στην αρχή της εξασθένισης των ακτίνων Χ καθώς αυτές διέρχονται από τους διαφορετικούς ιστούς του ανθρωπίνου σώματος. Οι ακτίνες Χ αφού εντοπιστούν από κατάλληλους αισθητήρες παρέχουν πληροφορίες για την πυκνότητα του κάθε ιστού σε κάθε pixel. Αυτές οι πληροφορίες σε συνδυασμό με το ανατομικό σημείο του κάθε pixel που έχει αναλυθεί, χρησιμεύουν στο διαχωρισμό των ιστών σε λιπώδη, οστίτη και μυϊκό . Εκτός από το συνολικό ποσοστό λίπους, η μέθοδος παρέχει πληροφορίες για τη κατανομή του λίπους στο σώμα με το να διαχωρίζει και να ποσοτικοποιεί το λίπος σε υποδόριο και σπλαχνικό.

Ένα άλλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι παρέχει πληροφορίες για την οστική μάζα, το σχήμα των οστών, αλλά και για την μικροαρχιτεκτονική δομή τους. Έτσι είναι δυνατός ο ποιοτικός και ποσοτικός διαχωρισμός του οστού σε σπογγώδες και φλοιώδες σε κάθε ανατομικό σημείο. Η ιδιότητα αυτή της μεθόδου είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε ερευνητικό επίπεδο για τη μελέτη της παθοφυσιολογίας της οστεοπορωτικής νόσου καθώς δίνει τη δυνατότητα της ξεχωριστής μελέτης των δύο διαφορετικών τύπων οστίτη ιστού. Σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η υψηλή ακρίβεια και εγκυρότητα των μετρήσεών της, ενώ το υψηλό κόστος και τα υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας αποτελούν τα δύο κυριότερα μειονεκτήματά της. [(117)]

4.11 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ

Μαγνητικά κύματα και ραδιοκύματα χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση των ιστών του σώματος. Η μέθοδος είναι πολύ χρήσιμη για τον καθορισμό του μεγέθους είναι πολύ χρήσιμη για τον καθορισμό του μεγέθους των οργάνων, τον ποσοτικό προσδιορισμό της μυϊκής μάζας, τον ποσοτικό προσδιορισμό και τη κατανομή της λιπώδους μάζας αλλά και για το διαχωρισμό της σε υποδόριο και σπλαχνικό (ενδο-κοιλιακό) λίπος. Σημαντικότερο μειονέκτημα είναι το υψηλό της κόστος (**Forbes, 1999**) [(18)] . [(117)]

4.12 ΕΦΑΠΤΟΜΕΝΗ ΥΠΕΡΗΘΡΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ

Η πιο σύγχρονη από τις μεθόδους που εξετάζονται είναι η μέθοδος της εφαπτόμενης υπέρυθρης αλληλεπίδρασης (Near-Infared Interactance, NIR). Εμφανίστηκε στη δεκαετία του 1980 και χρησιμοποιεί μία συγκεκριμένη συσκευή (Futrex 5000). Βασίζεται στην αρχή ότι ο βαθμός απορρόφησης και αντανάκλασης του υπέρυθρου φωτός σχετίζεται με τη σύσταση των ιστών που διαπερνάει και το μήκος κύματός του, καθώς και στο ότι το υποδόριο λίπος του δικεφάλου σχετίζεται με το συνολικό λίπος του ανθρώπου. Η μέτρηση με την εφαρμογή ενός ανιχνευτή υπέρυθρου φωτός στον δικέφαλο του βραχίονα, αφού πρώτα εισάγουμε στη συσκευή διάφορες μεταβλητές όπως η ηλικία, ύψος, βάρος, φύλο κτλ. Κατόπιν, η συσκευή χρησιμοποιώντας κάποιες εξισώσεις που υπάρχουν εγκατεστημένες σ' αυτήν δείχνει το ποσοστό σωματικού λίπους.

Είναι πολύ απλή και εύκολη στην εφαρμογή της και το κοστολόγιο της συσκευής δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό. Μπορεί να μετρήσει το σωματικό λίπος πολύ γρήγορα και εύκολα και σε οποιονδήποτε χώρο, κάνοντας έτσι δυνατή τη μέτρηση μεγάλου αριθμού ατόμων με οποιαδήποτε χαρακτηριστικά π.χ. παχύσαρκοι, παιδιά, ηλικιωμένοι κτλ.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής, όμως είναι ότι τα αποτελέσματά της δεν έχουν δείξει μεγάλη αξιοπιστία σε πλήθος ερευνών. Οι εξισώσεις που χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο όργανο χρειάζονται επίσης βελτίωση καθώς υποτιμούν το λίπος από 2% έως 10%. Επίσης, χρειάζεται διαφορετική συσκευή για τη μέτρηση παιδιών. Γενικότερα, δεν συνιστάται η χρήση της μεθόδου αυτής και ιδιαίτερα για ειδικές ομάδες πληθυσμού, όπως αθλητές, παχύσαρκοι κτλ. [(117)]

4.13 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Τα τελευταία χρόνια οι ποσοτικές μετρήσεις υπερήχων (Quantitative ultrasound-QUS) έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για την εκτίμηση της οστικής μάζας αλλά και όπως υποστηρίζεται από ορισμένους ερευνητές για την πρόγνωση του κινδύνου καταγμάτων των οστών. Για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιούνται ηχητικά κύματα με συχνότητες της τάξης των 200-600 KHz και οι δύο παράμετροι που συνήθως μετρούνται είναι η εξασθένηση του

υπέρηχου ευρέως φάσματος (Broadband ultrasound attenuation, BUA) και η ταχύτητα του υπερήχου (Speed of sound, SOS). Οι μετρήσεις λαμβάνονται στον περιφερικό σκελετό και συνήθως στην πτέρνα ή την κνήμη (**Kanis et al., 1999**) [(19)].

Η εκτίμηση της οστικής μάζας με υπερήχους θεωρείται ως μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος διάγνωσης της οστεοπόρωσης. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι το χαμηλό κόστος και η μη εκπομπή ακτινών Χ, όπως συμβαίνει με τη μέθοδο DXA και την αξονική τομογραφία. Επίσης το γεγονός ότι οι συσκευές μέτρησης είναι φορητές, καθιστά τη μέθοδο αυτή ιδιαίτερα χρήσιμη για τη μέτρηση των παραμέτρων του οστίτη ιστού σε μελέτες μεγάλης κλίμακας.

Αν και η DXA θεωρείται ως η μέθοδος ‘‘αναφοράς’’ για την εκτίμηση της οστικής μάζας και πυκνότητας, η χρήση των υπερήχων θεωρείται ότι εκτιμά με σχετική εγκυρότητα την οστική μάζα και παρέχει πληροφορίες και για την ποιότητα των οστών ως προς την μικροαρχιτεκτονική δομή τους.

Αρκετές μελέτες έχουν ερευνήσει τη συσχέτιση των παραμέτρων της μεθόδου των υπερήχων με τις τιμές οστικής πυκνότητας που μετρήθηκαν με τη μέθοδο της DXA. Οι συντελεστές συσχέτισης (r) που έχουν αναφερθεί διαφέρουν και εξαρτώνται από την ηλικία και το φύλο του πληθυσμού που μελετήθηκε αλλά και από το ανατομικό σημείο που έγινε η μέτρηση. Σε γενικές γραμμές όμως παρατηρείται αρκετά υψηλός βαθμός συσχέτισης μεταξύ των δύο μεθόδων όταν μετράται το ίδιο ανατομικό σημείο του σκελετού (**Jorgensen 1998**) [(20)]. Σε ότι αφορά την ικανότητα των ποσοτικών μετρήσεων υπερήχου να προβλέπουν τον κίνδυνο καταγμάτων, προοπτικές μελέτες σε ηλικιωμένους δείχνουν ότι η μέθοδος μπορεί να προβλέψει τον κίνδυνο κατάγματος με την ίδια αξιοπιστία με τη μέθοδο DXA (**Hans et al., 1996**) [(21)]. [(117)]

4.14 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΝΕΤΡΟΝΙΩΝ

Σε αντίθεση με μεθόδους όπως η DXA, η μέθοδος της βιοηλεκτρικής εμπέδησης, η αξονική και η μαγνητική τομογραφία που επιτρέπουν την εκτίμηση σύστασης σώματος σε μοριακό επίπεδο ή σε επίπεδο ιστών, η μέθοδος της ενεργοποίησης νετρονίων επιτρέπει την ανάλυση του ζωντανού ανθρώπινου οργανισμού σε ατομικό επίπεδο. Σήμερα με την εξέλιξη της μεθόδου σχεδόν όλα τα στοιχεία που δομούν τον ανθρώπινο οργανισμό (H, C, N, P, Ca, S, K κλπ) μπορούν να ανιχνευθούν και να ποσοτικοποιηθούν. Δύο από τα στοιχεία που μετρούνται συχνότερα με αυτή τη μέθοδο είναι το άζωτο και το ασβέστιο.

Η τεχνική μπορεί να περιγραφεί ως εξής: Όταν ένα άτομο παγιδεύσει ένα νετρόνιο, το άτομο μεταβάλλεται σε μια νέα πυρηνική κατάσταση του ίδιου όμως στοιχείου. Το νέο άτομο μπορεί να είναι σταθερό ή ραδιενεργό. Έχει όμως πλεόνασμα ενέργειας το οποίο

πρέπει να το αποβάλλει αμέσως με τη μορφή ακτινοβολίας. Επομένως, αμέσως μετά και για λίγο ακόμα χρονικό διάστημα αφού το σώμα βομβαρδιστεί με νετρόνια, εκπέμπονται ακτίνες γ. [117]

4.15 ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΛΙΚΟΥ ^{40}K

Η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται στην παραδοχή ότι η μέση ποσότητα του καλίου στην άλιπη μάζα σώματος είναι σταθερή και ισούται με περίπου 69,4 mmol/kg (Το κάλιο στο ανθρώπινο σώμα βρίσκεται σχεδόν εξολοκλήρου ως ενδο-κυτταρικό κατιόν (κυρίως στους μύες και τα όργανα). Πολύ μικρές ποσότητες Κ συναντώται στα εξω-κυττάρια υγρά και στα οστά). Επίσης ένα σταθερό κλάσμα του σωματικού καλίου (περίπου το 0,012%) συναντάται φυσιολογικά ως ισότοπο ^{40}K. το ισότοπο αυτό εκπέμπει ακτίνες γ υψηλής ενέργειας στα 1,46 MeV, μπορούν να ανιχνευτούν με τη χρήση κατάλληλων συσκευών, επιτρέποντας έτσι να μετρηθεί η ποσότητά του και παράλληλα να εκτιμηθεί η ποσότητα του ολικού καλίου σώματος (**Ellis, 2000**) [10].

Επομένως, θεωρώντας τη συγκέντρωση του Κ στην άλιπη μάζα σώματος σταθερή σε υγιή άτομα, η μέτρηση του ισοτόπου ^{40}K του σώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της άλιπης μάζας σώματος. [117]

4.16 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΑΙΩΣΗΣ-ΔΙΑΛΥΣΗΣ ΙΣΟΤΟΠΩΝ

Μία από τις εφαρμογές της μεθόδου είναι η χρησιμοποίησή της για τον υπολογισμό του ολικού νερού σώματος. Σύμφωνα με το μοντέλο των δύο διαμερισμάτων, όλο το νερό του σώματος βρίσκεται στην άλιπη μάζα σώματος και σε υγιείς ανθρώπους αποτελεί το 73% αυτής. Επομένως με τον υπολογισμό του ολικού νερού σώματος, μπορεί να εκτιμηθεί έμμεσα και η άλιπη μάζα σώματος.

Τα ισότοπα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι το δευτέριο (^{2}H), το τρίτιο (^{3}H), και το σταθερό ισότοπο του οξυγόνου (^{18}O). Οι μετρήσεις γίνονται κάτω από αυστηρά καθορισμένες συνθήκες επειδή οι μετρήσεις ολικού νερού σώματος επηρεάζονται από την κατανάλωση φαγητού και υγρών, αλλά και από φυσική δραστηριότητα που έχει προηγηθεί πριν τη μέτρηση. Πριν από τη χορήγηση του ισοτόπου συλλέγονται από τον εξεταζόμενο δείγματα σωματικών υγρών (σάλιου, ούρων ή αίματος) για να υπολογιστούν οι φυσιολογικές τιμές του ισοτόπου στον οργανισμό. Στον εξεταζόμενο χορηγείται απεσταγμένο νερό σημασμένο με το ισότοπο, αφού πρώτα ο όγκος του νερού και η συγκέντρωση του ισοτόπου μετρούνται με μεγάλη ακρίβεια. Η χορήγηση γίνεται από το στόμα ή ενδοφλέβια. Μέχρι να επέλθει ή ισορροπία (2-6 ώρες μετά τη χορήγηση) ο εξεταζόμενος δεν επιτρέπεται να καταναλώσει υγρά ή τρόφιμα. Αφού επέλθει η ισορροπία.

Δείγματα υγρών (σάλιου, ούρων ή αίματος) συλλέγονται από τον εξεταζόμενο και μετράται η συγκέντρωση του ισοτόπου στο δείγμα. (117)

Οι κύριες παραδοχές της μεθόδου είναι ότι το ισότοπο:

- Αραιώνεται μόνο στο ολικό νερό σώματος.
- Κατανέμεται ομοιόμορφα στο ολικό νερό σώματος.
- Δεν μεταβολίζεται και δεν απεκκρίνεται μέχρι να επέλθει η ισορροπία.
- Έρχεται σε ισορροπία σχετικά σύντομα.

Παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για να ορισθεί μία μέθοδος ανάλυσης σύστασης σώματος ‘‘ιδανική’’

1. Ο σκοπός της μελέτης και οι πληροφορίες που απαιτούνται.
2. Η ελάχιστη αλλαγή της ποσότητας και της σύστασης του διαμερίσματος ή του συστατικού που μπορεί να ανιχνεύσει η συγκεκριμένη μέθοδος.
3. Η απαιτούμενη αξιοπιστία και ακρίβεια.
4. Το κόστος των αναλώσιμων και τα έξοδα συντήρησης που απαιτεί η κάθε μέθοδος.
5. Η ευκολία χρήσης ή εφαρμογής της μεθόδου.
6. Η επιβάρυνση που προκαλείται στον εξεταζόμενο.
7. Η απαιτούμενη εκπαίδευση και εμπειρία του εξεταστή-ερευνητή.

5.0 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η σύσταση του ανθρωπίνου σώματος είναι άμεσα συνυφασμένη με τη μεταβολική και λειτουργική κατάσταση του οργανισμού και φυσικά με την υγεία του ατόμου. Η σύσταση αυτή δεν παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της ζωής, καθώς το ανθρώπινο σώμα και κατ' επέκταση οι επιμέρους ιστοί του υπόκεινται σε συνεχείς αλλαγές. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να είναι το αποτέλεσμα φυσιολογικών διεργασιών, όπως για παράδειγμα η γήρανση, η υγεία, ο βαθμός σωματικής δραστηριότητας, τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας μιας θεραπευτικής ή διαιτητικής αγωγής αλλά μπορεί να είναι και αποτέλεσμα παθολογικών καταστάσεων και νόσων, η τελική έκφραση των οποίων επηρεάζεται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Οι βασικότερες επιδράσεις που δέχεται η σύσταση σώματος είναι από την ηλικία, το φύλο και τους διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες στην ποσοτική και ποιοτική σύσταση των κυριότερων ιστών. Ορισμένες από τις μεταβολές στους ιστούς είναι αποτέλεσμα φυσιολογικών αλλαγών που συμβαίνουν κατά τα διάφορα ηλικιακά στάδια της ζωής, ενώ άλλες είναι συνέπεια συμπεριφοριστικών παραγόντων, όπως για παράδειγμα η μειωμένη ή αυξημένη φυσική δραστηριότητα και οι μεταβολές του ισοζυγίου ενέργειας.

Οι επιδράσεις της ηλικίας είναι σημαντικές, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της σωματικής ανάπτυξης, καθώς τότε διαμορφώνεται ο μυϊκός και οι υπόλοιποι ιστοί του σώματος. Επίσης, κατά την ενήλικη ζωή, η μυϊκή μάζα μπορεί να μειωθεί, λόγω της ελάττωσης της σωματικής δραστηριότητας. Υπάρχουν ελάχιστες διαφορές στη σύσταση του σώματος μεταξύ αγοριών και κοριτσιών μέχρι την εφηβεία, αλλά κατόπιν οι διαφορές αυτές γίνονται σημαντικές. Σε γενικές γραμμές τα κορίτσια αποθηκεύουν περισσότερο λίπος, αρχίζοντας από τα εφηβικά χρόνια, ενώ τα αγόρια αναπτύσσουν περισσότερο μυϊκό ιστό. Η διατροφή μπορεί να επηρεάσει τη σύσταση σώματος βραχυπρόθεσμα, όπως σε περίπτωση έλλειψης νερού και ασιτίας, ωστόσο οι βασικές επιδράσεις της αναδεικνύονται μακροπρόθεσμα.

Η περιγραφή των σωματικών αλλαγών θα γίνει είτε σε επίπεδο ιστών ξεχωριστά, είτε σε επίπεδο διαμερισμάτων του ανθρωπίνου σώματος. Συγκεκριμένα, τα διαμερίσματα στα οποία θα δοθεί έμφαση και θα εξεταστούν είναι η άλιπη μάζα σώματος και η λιπώδης μάζα σώματος. (117)

5.1 ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΦΥΛΟ

Η σύσταση του ανθρωπίνου σώματος αλλάζει δραματικά στα διάφορα ηλικιακά στάδια. Ωστόσο, η σύνθεση των κυριότερων ιστών και διαμερισμάτων σε κάθε ηλικία καθώς και οι μεταξύ τους αναλογίες αντικατοπτρίζουν την αλληλεπίδραση του γενετικού υλικού με περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως οι διατροφικές συνήθειες και η φυσική δραστηριότητα.

Αλλαγές στη λιπώδη μάζα σώματος

Οι αλλαγές που συμβαίνουν στη λιπώδη μάζα σώματος κατά τα διάφορα ηλικιακά στάδια συνοψίζονται στην Εικόνα 5.1.1

Η λιπώδης μάζα σώματος κατά τη γέννηση είναι περίπου 0,5 kg και αποτελεί το 14,5% περίπου του βάρους του νεογέννητου. Κατά τα 2-3 πρώτα χρόνια ζωής, η λιπώδης μάζα αυξάνεται σταδιακά και ο ρυθμός αύξησής της δε διαφέρει μεταξύ των δύο φύλων. Αν και από την ηλικία των 3 ετών μέχρι την ηλικία των 6 ετών δεν παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές στην ποσότητα της λιπώδους μάζας, κατά την ηλικία των 6-8 ετών αυξάνεται σημαντικά και στα δύο φύλα, (Η περίοδος αυτή είναι γνωστή και ως ‘‘adiposity rebound’’) ενώ φαίνεται ο ρυθμός αύξησής της είναι μεγαλύτερος στα κορίτσια από ότι στα αγόρια.

Κατά την περίοδο της εφηβείας παρατηρείται ταχεία αύξηση του μεγέθους του ανθρωπίνου σώματος και κατ’ επέκταση των επιμέρους συστατικών του. Η αύξηση αυτή που συνοδεύεται και από σημαντικές αλλαγές στο ορμονικό προφίλ των εφήβων, έχει ως αποτέλεσμα αλλαγές και στη λιπώδη μάζα σώματος. Αναλυτικότερα, στα κορίτσια, η σωματική αύξηση που έχει ξεκινήσει από την ηλικία των 13-15 ετών μετά την οποία παρατηρείται μια σταθεροποίηση. Συγκεκριμένα η λιπώδης μάζα στις γυναίκες αυξάνεται από τα περίπου 5,5 kg στην ηλικία των 8 ετών, στα περίπου 15kg στην ηλικία των 16. Στα αγόρια η αντίστοιχη αύξηση κατά την εφηβεία είναι πιο μικρή και συγκεκριμένα η λιπώδης μάζα από τα 5 περίπου kg στην ηλικία των 8 ετών φτάνει στα 11 kg στην ηλικία των 16 ετών. Η διαφοροποίηση των δύο φύλων ως προς την αύξηση της λιπώδους μάζας σώματος έχει ως αποτέλεσμα κατά το τέλος της εφηβείας τα κορίτσια να έχουν περίπου 1,5 φορά μεγαλύτερη λιπώδη μάζα σώματος από τα αγόρια και το ποσοστό λίπους του σώματός τους να είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των αγοριών. Το γεγονός ότι η συνολική λιπώδης μάζα στις γυναίκες είναι σημαντικά μεγαλύτερη από ότι στους άνδρες, οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στο ειδικό για το φύλο λίπος (**Siervogel et al., 2003**) [(22)]. Φαίνεται λοιπόν ότι ήδη από την περίοδο της εφηβείας γίνεται έντονος ο φυλετικός διμορφισμός ως προς την ποσότητα αλλά και την κατανομή του λίπους στο σώμα.

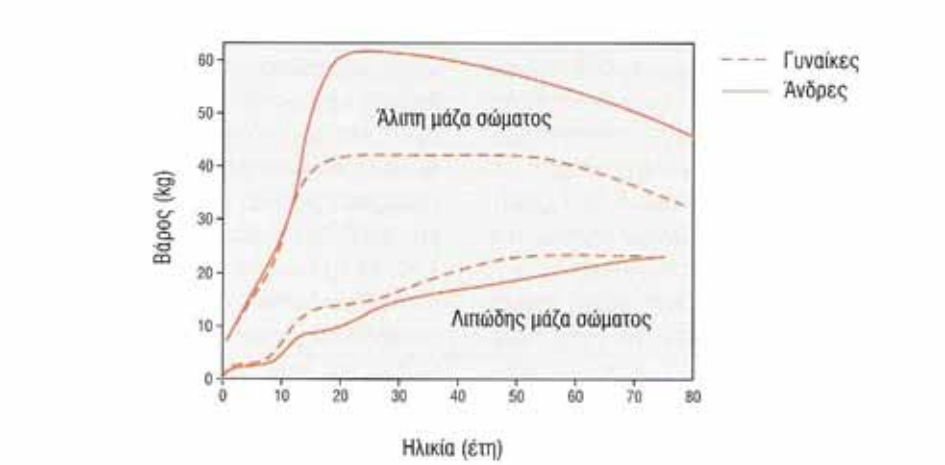
Σύμφωνα με αποτελέσματα διαφόρων μελετών, στις περιόδους τις παιδικής και εφηβικής ηλικίας που χαρακτηρίζονται από αύξηση της λιπώδους μάζας, παρατηρείται

ραγδαία αύξηση του αριθμού των λιποκυττάρων (Η αύξηση του αριθμού των λιποκυττάρων αναφέρεται ως ‘‘υπερπλασία’’). Στην παιδική ηλικία η αύξηση τις λιπώδους μάζας οφείλεται σχεδόν εξολοκλήρου στην αύξηση του αριθμού των λιποκυττάρων και όχι στην αύξηση του μεγέθους του, δεδομένου ότι το βάρος βρίσκεται στα φυσιολογικά όρια. Κατά την εφηβεία, όμως, το μέγεθος των λιποκυττάρων των κοριτσιών φαίνεται να είναι μεγαλύτερο από ότι τον αγοριών, δείχνοντας ότι εκτός από την υπερπλασία, λαμβάνει χώρα και αύξηση του όγκου των λιποκυττάρων με την εναπόθεση τριγλυκεριδίων (Η αύξηση του μεγέθους των λιποκυττάρων αναφέρεται ως ‘‘ υπερτροφία’’). Η μελέτη της αύξησης της λιπώδους μάζας σώματος κατά τις ηλικίες αυτές, φαίνεται ότι είναι πολύ σημαντική, καθώς σχετίζεται με τη λιπώδη μάζα σώματος που εμφανίζει το παιδί ή ο έφηβος στη μετέπειτα ενήλικο ζωή.

Κατά την ενήλικο ζωή η σύσταση του σώματος σε ότι αφορά τη λιπώδη μάζα επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Υπάρχουν, ωστόσο, συγκεκριμένες περίοδοι κατά την διάρκεια των οποίων συμβαίνουν μεταβολές οι οποίες επηρεάζουν τόσο την ποσότητα όσο και την κατανομή του λίπους στο σώμα.. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα συγχρονικών ερευνών (‘‘ Cross sectional studies’’), φαίνεται ότι η λιπώδης μάζα σώματος στους ενήλικες αυξάνεται παράλληλα με την αύξησης της ηλικίας (**Elia 2001**) [(23)]**.** Στα ηλικιωμένα άτομα η λιπώδης μάζα είναι αυξημένη, αντικαθιστώντας στην ουσία το μυϊκό ιστό με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται ανάλογη αύξηση του σωματικού βάρους. Έτσι φαίνεται ότι οι ηλικιωμένοι τείνουν να έχουν μεγαλύτερο ποσοστό σωματικού λίπους από τους νέους για δεδομένο σωματικό βάρος ή δείκτη μάζας σώματος (Ο δείκτης μάζας σώματος θεωρείται επίσης έμμεσος δείκτης της λιπώδους μάζας σώματος). Μια επιπρόσθετη σημαντική παράμετρος, που μεταβάλλεται με την πρόοδο της ηλικίας, είναι η κατανομή της λιπώδους μάζας στο σώμα. Συγκεκριμένα, μελέτες που είχαν σαν σκοπό να ερευνήσουν τις διαφορές ως προς την κατανομή λίπους στο σώμα σε νέους και ηλικιωμένους έδειξαν ότι οι ηλικιωμένοι για δεδομένη λιπώδη μάζα σώματος, έχουν μεγαλύτερο ποσοστό λίπους αποθηκευμένο ενδο-κοιλιακά παρά υποδόρια σε σχέση με τους νέους.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στη μετεμμηνοπαυσιακή περίοδο, κατά την οποία λαμβάνουν χώρα έντονες αλλαγές τόσο στην ποσότητα όσο και την κατανομή της λιπώδους μάζας σώματος. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες παρατηρείται αύξηση βάρους και αυξημένη εναπόθεση λίπους και συγκεκριμένα ενδο-κοιλιακού λίπους (**Poehlman 2002**) [(24)]. Η αύξηση του βάρους και του λίπους αποδίδεται τόσο στη μειωμένη φυσική δραστηριότητα των γυναικών όσο και στο μειωμένο βασικό μεταβολικό ρυθμό που παρατηρείται μετά την εμμηνόπαυση (**Poelhman et al., 1995**) [(25)]**.** Υπολογίζεται ότι το βασικός μεταβολικός ρυθμός στις μεταεμμηνοπαυσιακές γυναίκες είναι

μειωμένος κατά 100 kcal/ημέρα **(Poehlman, 2002)** [(24)]. Ενώ οι προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες έχουν αυξημένη λιπολυτική δράση στην κοιλιακή περιοχή και εντονότερη εναπόθεση λίπους στις περιοχές του ισχίου και των μηρών εξαιτίας της αυξημένης δραστηριότητας της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης, η απόσυρση των οιστρογόνων κατά την εμμηνόπαυση πιθανόν αντιστρέφει αυτή την τάση και οδηγεί στην εντονότερη εναπόθεση σπλαχνικού λίπους (**Poehlman, 2002**) [(24)] [(117)].



Εικόνα 5.1.1: Μέσες τιμές λιπώδους και άλιπης μάζας σώματος κατά τα στάδια της ζωής.[(123)]

Αλλαγές στην άλιπη μάζα σώματος και στα επιμέρους συστατικά της

Οι ηλικιακές περίοδοι στις οποίες εντοπίζονται εντονότερες μεταβολές στην άλιπη μάζα σώματος είναι παρόμοιες με εκείνες που περιγράφηκαν για τη λιπώδη μάζα σώματος. Στους Πίνακες 5.1.1 και 5.1.2 παρουσιάζεται η σύσταση του σώματος του ενήλικα άνδρα και του βρέφους αναφοράς σε επίπεδο ιστών και οργάνων καθώς και η σύσταση σε πρωτεΐνη, λίπος και μέταλλα. Παρατηρώντας τους πίνακες φαίνονται οι μεγάλες διαφορές ανάμεσα στην ποσότητα και τη σύσταση της άλιπης μάζας σώματος του νεογέννητου και του ενήλικα. Οι διαφορές αυτές δίνουν μια πρώτη εικόνα για τις αλλαγές που συντελούνται από την ηλικία της ανάπτυξης μέχρι την οριστική ωρίμανση των ιστών κατά την ενηλικίωση.

Η άλιπη μάζα σώματος κατά την παιδική και εφηβική ηλικία αυξάνεται ανάλογα με την αύξηση του βάρους και του ύψους. Ο ρυθμός όμως της αύξησής της καθώς και η τελική ποσότητα αυτής, που επιτυγχάνεται μέχρι την ενηλικίωση, είναι μεγαλύτερη στα αγόρια από ότι στα κορίτσια (**Siervogel et al., 2003**) [(22)]. Στα αγόρια οι τιμές που ισχύουν και κατά την ενήλικο ζωή επιτυγχάνονται στην ηλικία των 19-20 ετών, ενώ αντίθετα στα κορίτσια η άλιπη μάζα σώματος αυξάνεται μέχρι και την ηλικία των 15-16 ετών.

Η επίδραση της ηλικίας στην άλιπη μάζα σώματος δεν περιορίζεται μόνο στα παιδιά και τους εφήβους, αλλά και σε άτομα της τρίτης ηλικίας όπου παρατηρούνται αλλαγές στην ποσότητα αλλά και τη σύστασή της, σε σχέση με τις τιμές που είχαν επιτευχθεί κατά την

ενηλικίωση. Σύμφωνα με αποτελέσματα ερευνών, μετά την ηλικία των 65 ετών παρατηρείται απώλεια του σωματικού βάρους μέχρι και 0,65 kg/έτος, που αποδίδεται σε μεγάλο βαθμό στην μείωση της άλιπης μάζας σώματος (**Carmeli et al., 2002**) [(26)].

Επειδή η άλιπη μάζα σώματος δεν είναι ένα ομοιογενές διαμέρισμα του ανθρώπινου σώματος, οι γενικές μεταβολές που αναφέρθηκαν στα διάφορα ηλικιακά στάδια αντικατοπτρίζουν αλλαγές που συμβαίνουν στα επιμέρους συστατικά της και κυρίως στο ολικό νερό σώματος, το μυϊκό και τον οστίτη ιστό.

	Ενήλικας (Kg)	Νεογέννητο (Kg)
Βάρος	70	3,4
Σκελετικοί μύες	28 (40% ΣΒ*)	0,85 (25% ΣΒ)
Λιπώδης ιστός	15 (21% ΣΒ)	
• Λίπος	12 (17% ΣΒ)	0,5 (15% ΣΒ)
Σκελετός	10 (14,3% ΣΒ)	0,44 (13% ΣΒ)
• Φλοιώδης οστίτης ιστός	4	
• Σπογγώδης οστίτης ιστός	1	
• Μυελός οστών	3	
• Χόνδροι	1,1	0,14
• Περιαρθρικός ιστός	0,9	
Δέρμα	4,9	0,51
Ήπαρ	1,8	0,17
Εγκέφαλος	1,4	0,44
Καρδιά	0,33	0,017
Νεφρά	0,31	0,034

Όπου ΣΒ: Σωματικό βάρος

Πίνακας 5.1.1: Σύσταση σε επίπεδο ιστών και οργάνων ενός άνδρα και του νεογέννητου αναφοράς. [(124)]

	Ενήλικας	Νεογέννητο
Βάρος (kg)	70	3,4
% Σωματικού βάρους		
Νερό	62,4	69,6
Πρωτεΐνη	16,4	12,9
Μέταλλα	5,9	3,3
ΑΜΣ*	84,7	86,3
ΛΜΣ*	15,3	13,7
% ΑΜΣ*		
Νερό	73,8	80,6
Πρωτεΐνες	19,4	15,0
Μέταλλα	6,8	3,8

Όπου: * ΑΜΣ: Άλιπη μάζα σώματος, ΛΜΣ: Λιπώδης μάζα σώματος

Πίνακας 5.1.2: Σύσταση σε επίπεδο μακροστοιχείων και διαμερισμάτων ενός άνδρα και νεογέννητου αναφοράς. [(27)]

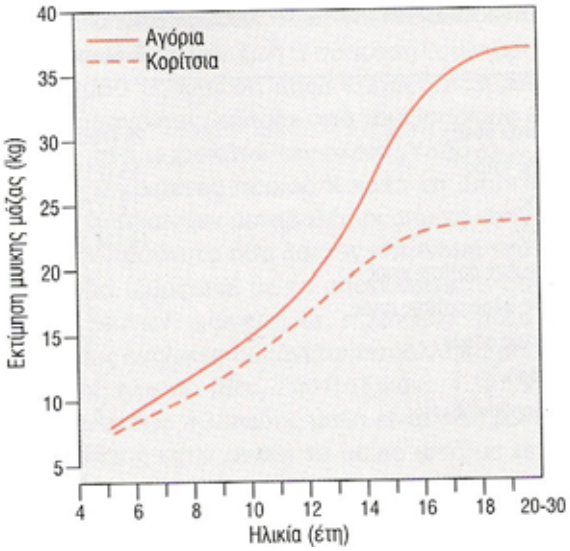
Ολικό νερό σώματος

Το ολικό νερό σώματος αυξάνεται κατά την παιδική και εφηβική ηλικία ανάλογα με την αύξηση του ύψους και του βάρους. Αν και η αναλογία του νερού στην άλιπη μάζα σώματος του νεογέννητου είναι υψηλότερη από ότι στους ενήλικες, σταδιακά η ποσοστιαία συμμετοχή του νερού μειώνεται κατά την παιδική ηλικία και περίπου στο τέλος της εφηβικής ηλικίας επιτυγχάνονται οι τιμές και οι αναλογίες εκείνες που ισχύουν κατά την ενήλικο ζωή.

Μυϊκός ιστός

Η αύξηση της άλιπης μάζας σώματος κατά την παιδική ηλικία, συνοδεύεται από ταυτόχρονη αύξηση της μάζας του μυϊκού ιστού και φυσικά και της ποσότητας των πρωτεϊνών στο σώμα. Αν και δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στις αναλογίες των συστατικών της άλιπης μάζας σώματος μεταξύ αγοριών και κοριτσιών κατά τη βρεφική ηλικία, σύμφωνα με τα αποτελέσματα ορισμένων μελετών σε νήπια, υπάρχουν ενδείξεις ότι η άλιπη μάζα σώματος των αγοριών είναι πλουσιότερη σε πρωτεΐνες από ότι των κοριτσιών (**Butte et al., 2000**) [(28)]. Η ουσιαστική όμως διαφορά ως προς τη μυϊκή μάζα μεταξύ των δύο φύλων αρχίζει να γίνετε εμφανής από την έναρξη της εφηβείας, με αποτέλεσμα μετά το τέλος της εφηβικής ηλικίας, η μυϊκή μάζα και η διάμετρος των μυϊκών ινών των αγοριών να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από των κοριτσιών.(Εικόνα 5.1.2). Οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στη σύσταση σώματος και συγκεκριμένα στην άλιπη μάζα σώματος μπορούν να ερμηνεύσουν τις διαφορές στις ενεργειακές απαιτήσεις καθώς και στη μυϊκή δύναμη.

Όπως προαναφέρθηκε, μελέτες πάνω στη σύσταση σώματος των ηλικιωμένων αναφέρουν ότι παρατηρείται απώλεια της άλιπης μάζας σώματος με την αύξηση της ηλικίας. Η απώλεια αυτή αποδίδεται σε μεγάλο βαθμό στην μείωση της μυϊκής τους μάζας (**Elia, 2001**) [(23)]. Υπολογίζεται ότι από την ηλικία των 20 μέχρι αυτή των 80 ετών η απώλεια μυϊκού ιστού φτάνει στο 20-30%. Ο γενικός όρος ‘‘σαρκοπενία’’ χρησιμοποιείται για την απόδοση της απώλειας μυϊκής μάζας και εκτός αυτής περιλαμβάνει μια σειρά από φαινόμενα, τα οποία έχουν επιπτώσεις τόσο στη λειτουργική κατάσταση του οργανισμού, όσο και στην ποιότητα ζωής των ηλικιωμένων.

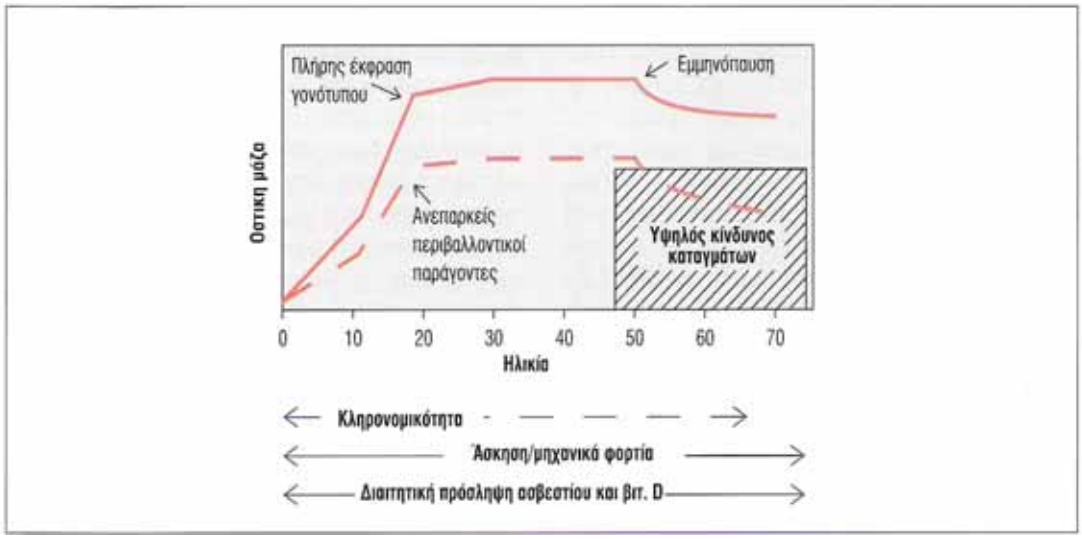


Εικόνα5.1.2: Αλλαγές στη μυϊκή μάζα κατά τα ηλικιακά στάδια και διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, όπως αυτή εκτιμήθηκε από την απέκκριση κρεατινίνης και το σωματικό βάρος. [(123)]

Οστίτης ιστός

Η περιεκτικότητα της άλιπης μάζας σώματος σε μέταλλα αυξάνεται κατά την παιδική και εφηβική ηλικία. Η αύξηση αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση των μεταλλικών αλάτων του οστίτη ιστού. Υπολογίζεται ότι η αναλογία των μετάλλων στην άλιπη μάζα σώματος στους άνδρες αυξάνεται από 5,4% σε περίπου 6,8% μεταξύ των ηλικιών 10-19, ενώ στις γυναίκες η αντίστοιχη αύξηση κυμαίνεται από 5,2% σε 6,1% περίπου. Χαρακτηριστικό της ραγδαίας σκελετικής ανάπτυξης σε αυτές τις ηλικίες είναι ότι το 45% της οστικής μάζας ενός ενήλικα αποκτάται στην περίοδο της εφηβείας (**Bachrach LK, 2001**) [(29)]. Αν και η εναπόθεση μετάλλων στον οστίτη είναι ιδιαίτερα έντονη στη παιδική και εφηβική ηλικία, η αύξηση της οστικής μάζας, με πολύ χαμηλότερο όμως ρυθμό, μπορεί να συνεχιστεί και κατά την διάρκεια των πρώτων χρόνων της ενήλικης ζωής καταλήγοντας στην κορυφαία οστική μάζα, δηλαδή τη μέγιστη οστική μάζα που αποκτά ένα άτομο κατά τη διάρκεια της ζωής του, που επιτυγχάνεται κατά την πλήρη ωρίμανση του σκελετού στην ηλικία των 25 και 30 ετών στις γυναίκες και τους άντρες, αντίστοιχα (Εικόνα 5.1.3)

Αφού επιτευχθεί η κορυφαία οστική μάζα και μέχρι την ηλικία των 40 ετών περίπου, η οστική μάζα παραμένει σταθερή. Μετά από αυτήν την ηλικία παρατηρείται μια σταδιακή αργή μείωση και στα δύο φύλα με ρυθμό που δεν ξεπερνά το 1% ανά έτος. Στις γυναίκες, όμως, μετά την εμμηνόπαυση και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των 5-10 πρώτων χρόνων μετά την εγκατάσταση αυτής, η απώλεια οστού αυξάνεται αισθητά. Στο διάστημα αυτό μπορεί να χαθεί μέχρι και το 25-30% του σπογγώδους οστίτη ιστού και το 10-15%του φλοιώδους, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο να εμφανιστεί οστεοπόρωση.



Εικόνα 5.1.3: Η οστική μάζα στα στάδια της ζωής και οι κυριότεροι παράγοντες που την επηρεάζουν. [30]

5.2 ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Η συστηματική άσκηση καθώς και οι αλλαγές στα συνήθη επίπεδα φυσικής δραστηριότητας μπορούν να επιφέρουν αλλαγές στη σύσταση του ανθρωπίνου σώματος. Οι αλλαγές εντοπίζονται τόσο στη λιπώδη μάζα σώματος όσο και στην άλιπη μάζα σώματος και εξαρτώνται από τον τύπο, τη συχνότητα και την ένταση της άσκησης.

Επίδραση στη λιπώδη μάζα σώματος

Σε ότι αφορά την επίδραση της άσκησης στη λιπώδη μάζα σώματος, τα δεδομένα προέρχονται κυρίως από μελέτες σύγκρισης της σύστασης σώματος των αθλητών με μη αθλητές καθώς και από μελέτες που εξέτασαν τη συμβολή της άσκησης στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας.

Η πλειοψηφία των μελετών δείχνει ότι συνήθως οι αθλητές έχουν μειωμένη λιπώδη μάζα σώματος συγκρινόμενοι με μη αθλητές (**Stewart, 2001**) [31]. Ωστόσο, ο βαθμός διαφοροποίησης της σύστασης του σώματος των αθλητών από άτομα με χαμηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας εξαρτάται από τον τύπο του αθλήματος στο οποίο εξειδικεύονται και από το είδος της προπόνησης που ακολουθούν. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι αθλητές ανάλογα με το αγώνισμα ή το άθλημα στο οποίο επιδίδονται έχουν συγκεκριμένο σωματότυπο και ποσοστό λίπους σώματος που τους βοηθάει να επιτύχουν τη βέλτιστη απόδοση.

Ο ρόλος της άσκησης στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας και στη μείωση της λιπώδους μάζας σώματος, η αυξημένη συσσώρευση της οποίας προκαλεί σοβαρές διαταραχές στην υγεία, έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών. Θεωρητικά η αύξηση της φυσικής δραστηριότητας ευνοεί την προσπάθεια απώλειας λίπους διότι αυξάνει τη δαπανώμενη ενέργεια, που είναι απαραίτητη για τη συστολή των μυών και την υποστήριξη των μεταβολικών προσαρμογών που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Επειδή ένα σημαντικό μέρος της απαιτούμενης ενέργειας προέρχεται από την κινητοποίηση των αποθεμάτων του σωματικού λίπους, η συστηματική άσκηση μπορεί να μειώσει τελικά τη λιπώδη μάζα σώματος Όμως εκτός από το λίπος, σημαντικό ενεργειακό υπόστρωμα αποτελεί και το γλυκογόνο. Το είδος του υποστρώματος που κινητοποιεί κατά τη διάρκεια της άσκησης εξαρτάται κυρίως από την ένταση και τη διάρκειά της.

Τα αποτελέσματα των μελετών που πραγματοποιήθηκαν σε υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα με στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης της άσκησης, με ή χωρίς το συνδυασμό δίαιτας, στη σύσταση σώματος δείχνουν ότι η προσπάθεια απώλειας σωματικού λίπους μόνο με την αύξηση της φυσικής δραστηριότητας (χωρίς διαιτητική αγωγή) δεν είναι τόσο αποτελεσματική όσο ο συνδυασμός άσκησης και υποθερμιδικής δίαιτας (**Votruba et al., 2000**) [(32)]. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι όταν εφαρμόζονται προγράμματα αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με δίαιτα, προκαλείται η μεγαλύτερη απώλεια λίπους. Αντίθετα, στην περίπτωση του συνδυασμού άσκησης αντίστασης με διαιτητική αγωγή, οι μελέτες δείχνουν ότι η μείωση της λιπώδους μάζας δεν είναι τόσο έντονη (**Votruba et al., 2000**) [(32)]. Ωστόσο, όταν μελετήθηκε η επίδραση της άσκησης με ή χωρίς δίαιτα, στην προσπάθεια απώλειας σωματικού βάρους, φάνηκε ότι η μεγαλύτερη απώλεια βάρους επιτυγχάνεται όταν ακολουθείται υποθερμιδική δίαιτα χωρίς το συνδυασμό κάποιου προγράμματος άσκησης. Το αποτέλεσμα αυτό αν και αρχικά φαίνεται παράδοξο, δικαιολογείται εάν ληφθεί υπόψη ότι η άσκηση είτε είναι αερόβιου τύπου είτε είναι άσκηση αντίστασης, έχει την ιδιότητα να διατηρεί την άλιπη μάζα σώματος, εμποδίζοντας την απώλεια μυϊκής μάζας (**Jakicic et al., 2001**) [(33)]. Επίσης επειδή το σωματικό βάρος, όπως προαναφέρθηκε, αποτελείται από τη λιπώδη και την άλιπη μάζα σώματος, η οποία είναι ένα ανομοιογενές σύνολο που συγκροτείται από νερό, πρωτεΐνες, μέταλλα και γλυκογόνο, οι αλλαγές του σωματικού βάρους μπορεί να αντικατοπτρίζουν αλλαγές της ποσότητας όλων αυτών των συστατικών και όχι μόνο της λιπώδους μάζας. Εάν λοιπόν ένας επιστήμονας υγείας αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα μιας διαιτητικής αγωγής μόνο με βάση το σωματικό βάρος χωρίς να λαμβάνει υπόψη του μετρήσεις ανάλυσης της σύστασης σώματος, μπορεί να οδηγηθεί σε λανθασμένα συμπεράσματα.

Επίδραση στην άλιπη μάζα σώματος

Μυϊκός ιστός

Η επίδραση της άσκησης στο σκελετικό μυϊκό ιστό εξαρτάται από τον τύπο (άσκηση αντίστασης ή αντοχής), τη συχνότητα, την ένταση της άσκησης, καθώς και από την επαρκή διαιτητική πρόσληψη θρεπτικών συστατικών. Η μυϊκή μάζα όπως είναι φυσικό έχει μεγάλη σημασία για την αθλητική απόδοση και σχετίζεται με τις επιδόσεις των αθλητών. Όπως φαίνεται από μελέτες σε αθλητές αλλά και σε άτομα τα οποία ακολούθησαν προγράμματα συστηματικής φυσικής δραστηριότητας, η συστηματική άσκηση προκαλεί την υπερτροφία των μυϊκών ινών, δηλαδή την αύξηση του μεγέθους των μυϊκών ινών, και την αυξημένη σύνθεση νέων δομικών πρωτεϊνών (κυρίως ακτίνης και μυοσίνης) οι οποίες συγκροτούν τα αυξημένα σε μέγεθος μυοϊνίδια (**Fry, 2004** [(34)]**, Hunter et al., 2004** [(35)]). Επίσης αυξάνει την αιμάτωση των μυών, αυξάνοντας τον αριθμό των αγγείων στους μύες, βελτιώνοντας κατά αυτό τον τρόπο την παροχή οξυγόνου, θρεπτικών συστατικών και ενεργειακών υποστρωμάτων στους μύες, και παράλληλα την απομάκρυνση των μεταβολικών παραπροϊόντων. Ωστόσο, αν και είναι αποδεκτό ότι η άσκηση προκαλεί υπερτροφία των μυϊκών ινών δεν είναι ξεκάθαρο από τις υπάρχουσες μελέτες εάν προκαλεί και υπερπλασία των μυϊκών ινών, δηλαδή την αύξηση του αριθμού των μυϊκών ινών. **(Abernethy et al., 1994)** [(36)]**.** [(117)]

Οστίτης ιστός

Όσον αφορά την επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στον οστίτη ιστό και τη σκελετική υγεία αποτελέσματα πολλών ερευνών δείχνουν ότι η συστηματική άσκηση έχει θετική δράση στην οστική μάζα. Αυτό αποδίδεται στην ενεργοποίηση της δράσης των οστεοβλαστών ως αποτέλεσμα των μηχανικών πιέσεων και των παραμορφώσεων που ασκούνται στον οστίτη ιστό. Οι οστεοβλάστες είναι κύτταρα ευαίσθητα σε μηχανικές τάσεις. Διαθέτουν ειδικούς υποδοχείς οι οποίοι όταν διεγείρονται μηχανικά, προκαλούν μια σειρά αλλαγών στο κύτταρο που έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της δράσης τους. Οι ασκήσεις που προκαλούν ανάπτυξη ισχυρών μηχανικών πιέσεων στα οστά, με υψηλή συχνότητα και οδηγούν σε ασυνήθιστη κατανομή των ασκούμενων μηχανικών τάσεων, είναι οι πλέον αποτελεσματικές ως προς την αύξηση ή τη διατήρηση της οστικής μάζας (**Lanyon, 1996**) [(37)].

Χαρακτηριστικά παραδείγματα που αποδεικνύουν τη θετική δράση της άσκησης στην οστική μάζα, αποτελούν οι μελέτες σε αθλητές αντισφαίρισης όπου έχει φανεί ότι το πάχος του φλοιώδους οστίτη ιστού στο επικρατές χέρι των αθλητών ήταν κατά 35% στους άνδρες και 28% στις γυναίκες μεγαλύτερο από το πάχος στο μη-επικρατές χέρι (**Jones et**

al., 1977) [38]. Επίσης μελέτες σε μεταεμμηνοπαυσιακές γυναίκες δείχνουν ότι οι ασκήσεις που προκαλούν ισχυρές πιέσεις ή κραδασμούς στο σκελετό και εφαρμόζονται συστηματικά για σχετικά μεγάλα χρονικά διαστήματα, είναι ικανές να εμποδίσουν την περαιτέρω απώλεια οστικής μάζας ή και σε ορισμένες περιπτώσεις να αυξήσουν την οστική μάζα και πυκνότητα σε ανατομικά σημεία όπως το ισχίο, οι σπόνδυλοι κ.τ.λ. (**Kerr et al., 1996** [39]**, Rubin et al., 2004** [40]). [117]

5.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Το ενεργειακό ισοζύγιο (El) προκύπτει από τη σχέση El =Ενεργειακή Πρόσληψη – Ενεργειακή Δαπάνη. Η συνολική ημερήσια δαπανώμενη ενέργεια είναι το άθροισμα τριών επιμέρους παραγόντων: α)Βασικός μεταβολικός ρυθμός, β)Θερμογένεση λόγω λήψης τροφής, γ)Ενεργειακή δαπάνη κατά τη φυσική δραστηριότητα. Όταν ο ανθρώπινος οργανισμός προσλαμβάνει από τις τροφές λιγότερη ενέργεια από όση χρειάζεται για τι μεταβολικές του διεργασίες, τότε προκύπτει αρνητικό ισοζύγιο ενέργειας και μειώνεται το σωματικό βάρος. Στην αντίθετη περίπτωση, η αυξημένη πρόσληψη ενέργειας σε σχέση με την δαπανώμενη, οδηγεί σε θετικό ισοζύγιο ενέργειας και αύξηση του σωματικού βάρους. Οι επιπτώσεις του ισοζυγίου ενέργειας στο σωματικό βάρος και στη σύσταση σώματος είναι άμεσα συνυφασμένες με δύο βασικές μεταβολικές διεργασίες του οργανισμού, τον καταβολισμό και τον αναβολισμό. Ο καταβολισμός είναι μία διαδικασία αποδόμησης σύνθετων ενώσεων του σώματος στα απλούστερα συστατικά από τα οποία ουσιαστικά δομούνται. Ο αναβολισμός είναι η αντίθετη διαδικασία δόμησης και σύνθεσης σύνθετων ενώσεων του σώματος από απλούστερα συστατικά.

Παρακάτω περιγράφονται οι κυριότερες επιπτώσεις των διαταραχών του ενεργειακού ισοζυγίου στη σύσταση σώματος με έμφαση στις αλλαγές που παρατηρούνται στην περίπτωση της παχυσαρκίας και στην αντίθετη περίπτωση του υποσιτισμού, των δύο εντονότερων περιπτώσεων διαταραχής της ενεργειακής ισορροπίας.

Θετικό ισοζύγιο ενέργειας

Η αυξημένη ενεργειακή πρόσληψη από την τροφή και η χαμηλή ημερήσια ενεργειακή δαπάνη, οδηγεί στη διαμόρφωση θετικού ισοζυγίου ενέργειας. Η περίσσεια ενέργειας αποθηκεύεται με τη μορφή τριγλυκεριδίων στα λιποκύτταρα , με αποτέλεσμα να αυξάνεται, το μέγεθος του λιπώδους ιστού και της λιπώδους μάζας σώματος και φυσικά το σωματικό βάρος. Η αύξηση του λιπώδους ιστού επιτελείται είτε με την αύξηση του αριθμού των λιποκυττάρων, είτε με την αύξηση του μεγέθους των ήδη υπάρχοντων λιποκυττάρων εξαιτίας της συσσώρευσης τριγλυκεριδίων. Η υπερπλασία και η υπερτροφία, όπως

ονομάζονται αντίστοιχα οι διαδικασίες της αύξησης του αριθμού και του μεγέθους των λιποκυττάρων είναι αποτέλεσμα του θετικού ισοζυγίου ενέργειας κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης στην παιδική και εφηβική ηλικία, ή κατά την ενήλικη ζωή. Τα επιστημονικά δεδομένα δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων της αύξησης του λιπώδους ιστού σε περιόδους θετικού ισοζυγίου ενέργειας σε ενήλικες, παρατηρείται το φαινόμενο της υπερτροφίας των λιποκυττάρων τα οποία αυξάνουν σε όγκο (**Brook et al., 1972**[41]). Τα λιποκύτταρα όμως φαίνεται να έχουν ένα συγκεκριμένο όριο μέχρι το οποίο διατηρούν την ικανότητα να διογκώνονται, πέρα από το οποίο ενεργοποιείται ο σχηματισμός νέων λιποκυττάρων **(Hausman et al., 2001**[42]). Η διαδικασία του σχηματισμού νέων λιποκυττάρων ελέγχεται και επηρεάζεται τόσο από ορμόνες, όσο και από τη παρακρινική και αυτοκρινική δράση των ίδιων των λιποκυττάρων στον λιπώδη ιστό.

Η πέραν του φυσιολογικού αύξηση της λιπώδους μάζας σώματος ονομάζεται παχυσαρκία, μια νόσος που χαρακτηρίζεται από υπερβάλλουσα συσσώρευση σωματικού λίπους, σε βαθμό που επηρεάζονται αρνητικά η υγεία και η ευεξία του ατόμου. Είναι χαρακτηριστικό το ότι ενώ ένας ενήλικας φυσιολογικού βάρους έχει περίπου 35 δισεκατομμύρια λιποκύτταρα καθένα από τα οποία περιέχει 0,4-0,6 μg τριγλυκεριδίων, ένας εξαιρετικά παχύσαρκος ενήλικας μπορεί να έχει τον τετραπλάσιο αριθμό λιποκυττάρων (125 δισεκατομμύρια) που το καθένα τους περιέχει 0,8-1,2 μg τριγλυκεριδίων (**Klein et al., 2002**[43]). Τα αυξημένα σε μέγεθος και αριθμό λιποκύτταρα στο σώμα του παχύσαρκου παρουσιάζουν τροποποιημένη μεταβολική δράση και εκκρίνουν βιολογικά ενεργά μόρια αρκετά από τα οποία συμβάλλουν στην αύξηση του κινδύνου εμφάνισης νοσημάτων, όπως για παράδειγμα καρδιαγγειακών και διαβήτη τύπου 2.

Σε ό,τι αφορά την επίδραση του θετικού ισοζυγίου ενέργειας και του αυξημένου βάρους στην άλιπη μάζα σώματος, μελέτες σύστασης σώματος σε παχύσαρκα άτομα δείχνουν ότι εκτός από την αύξηση της λιπώδους μάζας, εμφανίζεται αυξημένη και η άλιπη μάζα σώματος και συγκεκριμένα η μυϊκή μάζα των παχύσαρκων ατόμων. Η παράλληλη αύξηση της άλιπης με τη λιπώδη μάζα σώματος αποδίδεται κυρίως στις αυξημένες ανάγκες στήριξης του βάρους των παχύσαρκων ατόμων αλλά και στην ανάγκη υποστήριξης των μεταβολικών λειτουργιών του αυξημένου σε μάζα λιπώδους ιστού. Το αποτέλεσμα της αυξημένης άλιπης μάζας σώματος είναι ότι τα παχύσαρκα άτομα έχουν συνολικά αυξημένο βασικό μεταβολικό ρυθμό σε σχέση με άτομα φυσιολογικού βάρους. Επίσης εξαιτίας του αυξημένου βάρους που μεταφέρουν, δαπανούν περισσότερη ενέργεια και κατά την παραγωγή μηχανικού έργου.[117]

Αρνητικό ισοζύγιο ενέργειας

Σε υγιή άτομα, όταν το ισοζύγιο ενέργειας βρίσκεται σε ισορροπία, δηλαδή όταν η συνολική ημερήσια προσλαμβανόμενη ενέργεια είναι ίση με τη δαπανώμενη, το σωματικό βάρος παραμένει σταθερό. Οι αντίθετες διεργασίες του καταβολισμού και του αναβολισμού βρίσκονται σε ισορροπία και δεν παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές στη σύσταση του σώματος και των ιστών υπό την προϋπόθεση ότι τα άτομα είναι υγιή και δεν μεταβάλλουν τα συνήθη επίπεδα της φυσικής τους δραστηριότητας. Όταν όμως τα επίπεδα της ενεργειακής πρόσληψης είναι χαμηλότερα από τα απαιτούμενα επίπεδα ενέργειας για τη φυσική δραστηριότητα και για τη διατήρηση των μεταβολικών λειτουργιών, τότε κινητοποιούνται οι ‘‘αποθήκες’’ ενέργειας του οργανισμού για να καλυφθούν οι επιπρόσθετες ενεργειακές ανάγκες. Ο καταβολισμός του γλυκογόνου, των πρωτεϊνών και του λίπους του σώματος καλύπτει το ενεργειακό έλλειμμα εξαιτίας της μειωμένης πρόσληψης τροφής. Ωστόσο, ο βαθμός συμμετοχής του κάθε ενεργειακού υποστρώματος στην παραγωγή ενέργειας εξαρτάται κυρίως από την ένταση και τη διάρκεια του θερμιδικού ελλείμματος. Όπως προαναφέρθηκε, όλα τα προγράμματα αδυνατίσματος, που επιδιώκουν τη μείωση του σωματικού βάρους, βασίζονται στη δημιουργία αρνητικού ισοζυγίου ενέργειας είτε με τη μείωση της ενεργειακής πρόσληψης από την τροφή, είτε με την αύξηση της σωματικής άσκησης, ή τέλος με συνδυασμό και των δύο.

Το γεγονός ότι εκατομμύρια άνθρωποι στις ανεπτυγμένες κοινωνίες είναι υπέρβαροι ή παχύσαρκοι, καθώς και το ότι τα ποσοστά της παχυσαρκίας αυξάνονται με ταχύτατους ρυθμούς διεθνώς, έχει προκαλέσει το αυξημένο ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για τη μελέτη των επιπτώσεων δημοφιλών μεθόδων αδυνατίσματος στη σύσταση σώματος. Επειδή οι αρνητικές επιπτώσεις της παχυσαρκίας στην υγεία οφείλονται τόσο στο αυξημένο βάρος όσο και στην αυξημένη λιπώδη μάζα σώματος, το ζητούμενο των ερευνών στον τομέα αυτό είναι η εύρεση της πιο αποδοτικής αλλά παράλληλα υγιεινής μεθόδου απώλειας σωματικού βάρους και λίπους.

Η απώλεια βάρους κατά τη διάρκεια της εφαρμογής μιας δίαιτας αδυνατίσματος, εξαρτάται από το θερμιδικό έλλειμμα που προκαλείται. Αν και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα του αρνητικού ισοζυγίου ενέργειας είναι η μείωση του σωματικού λίπους, αναπόφευκτα παρατηρείται και μείωση του αποθηκευμένου γλυκογόνου και των πρωτεϊνών του σώματος. Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι ο ρυθμός μείωσης του βάρους διαφοροποιείται στις διάφορες χρονικές περιόδους μετά την έναρξη της εφαρμογής της δίαιτας. Συγκεκριμένα, κατά την έναρξη μιας υποθερμιδικής δίαιτας, συνήθως παρατηρείται μια έντονη μείωση του σωματικού βάρους αλλά στη συνέχεια ο ρυθμός μείωσης ελαττώνεται σημαντικά. Η αυξημένη απώλεια βάρους στις πρώτες μέρες μιας διαιτητικής αγωγής οφείλεται κυρίως στο ότι εκτός από την χρησιμοποίηση του λίπους και της

πρωτεΐνης κινητοποιείται και ένα μεγάλο μέρος των αποθηκών γλυκογόνου. Επειδή το γλυκογόνο, όπως και οι πρωτεΐνες, είναι υδατοδιαλυτό και συγκεκριμένα κάθε γραμμάριο δεσμεύει περίπου 3-4 γραμμάρια νερού, οι αλλαγές στο ισοζύγιό του συνοδεύονται με μεγάλες αλλαγές στο σωματικό βάρος εξαιτίας της παράλληλης απώλειας ή δέσμευσης νερού. Για παράδειγμα εάν καταβολιστούν 300 γραμμάρια γλυκογόνου κατά την αρχική περίοδο της δίαιτας, επειδή αυτά αποθηκεύονται δεσμεύοντας περίπου 900 γραμμάρια νερού, η συνολική απώλεια βάρους θα φτάσει τα 1,2 κιλά περίπου. Η ελάττωση του ρυθμού μείωσης του βάρους μετά τις πρώτες μέρες εφαρμογής μιας δίαιτας οφείλεται εν μέρει στο ότι τα αποθέματα γλυκογόνου εξαντλούνται. Στο διάστημα αυτό η απώλεια βάρους αντικατοπτρίζει σε μεγάλο βαθμό την απώλεια λίπους, που σχετίζεται με λιγότερο έντονες μεταβολές του βάρους. Η απώλεια άλιπης μάζας σώματος η οποία είναι πιο έντονη κατά την έναρξη της εφαρμογής μιας δίαιτας αδυνατίσματος προκαλεί μείωση του βασικού μεταβολικού ρυθμού (BMP) ως και 15%.Η μείωση του BMP σε συνδυασμό με την ελάττωση της θερμογένεσης λόγω τροφής, εξαιτίας των χαμηλών καταναλισκόμενων θερμίδων, αποτελούν δύο πρόσθετους λόγους μείωσης του ρυθμού απώλειας βάρους μετά τις πρώτες ημέρες εφαρμογής μιας δίαιτας.

Οι επιδράσεις του έντονου μακροχρόνιου αρνητικού ισοζυγίου ενέργειας στη σύσταση σώματος μπορούν να προσομοιαστούν σε ένα βαθμό με την κατάσταση πλήρους ασιτίας. Σε κλασσικές μελέτες που ερεύνησαν την επίδραση της πλήρους ασιτίας στη σύσταση σώματος έχει φανεί ότι μετά τις πρώτες 10 μέρες ασιτίας και αφού έχουν εξαντληθεί οι αποθήκες γλυκογόνου του οργανισμού, το 8-12 % των ημερήσιων ενεργειακών αναγκών καλύπτονται από τον καταβολισμό των πρωτεϊνών και οι υπόλοιπη απαιτούμενη ενέργεια από της λιπαποθήκες του σώματος (**Keys et al., 1950**) [(125)]. Καθώς στη συνέχεια ο οργανισμός προσαρμόζεται στην κατάσταση ασιτίας, αν και το ποσοστό συμμετοχής των πρωτεϊνών στην ενεργειακή δαπάνη μειώνεται, υπάρχει ακόμα μια σημαντική συμμετοχή. Αυτό έχει ως συνέπεια να προκαλείται αρνητικό ισοζύγιο αζώτου και πρωτεΐνης και το 5% της απώλειας βάρους να οφείλεται στην απώλεια πρωτεϊνών από τους ιστούς του σώματος (Bray and Gray, 1988). Έχει αναφερθεί ότι κατά τη διάρκεια παρατεταμένου υποσιτισμού είναι δυνατόν να χαθεί μέχρι και το 75% της σκελετικής μυϊκής μάζας Η μείωση της άλιπης μάζας σώματος μεταβάλλει ποικίλες λειτουργίες του οργανισμού. Το παρατεταμένο αρνητικό ισοζύγιο ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε υποσιτισμό και να προκαλέσει κλινικές επιπλοκές. Εκτός από τις περιπτώσεις υποσιτισμού σε αναπτυσσόμενες χώρες εξαιτίας της μειωμένης διαθεσιμότητας τροφής, υποσιτισμός μπορεί να παρατηρηθεί και σε περιπτώσεις χρόνιων παθήσεων, όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις διαταραχής του μεταβολισμού μικροθρεπτικών και μακροθρεπτικών συστατικών αυξημένης απέκκρισης ή αντίθετα μειωμένης ικανότητας πέψης και

απορρόφησης θρεπτικών συστατικών. Ορισμένες από αυτές τις ασθένειες και παθήσεις είναι ο καρκίνος, το AIDS, η κυστική ίνωση, οι χρόνιες ηπατοπάθειες, οι νεφροπάθειες, ο υπερθυρεοειδισμός, διάφορες γαστρεντερολογικές διαταραχές κ.α. Επίσης ο κίνδυνος εμφάνισης υποσιτισμού είναι αυξημένος σε περιπτώσεις διαταραχών λήψης τροφής με χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτό της ψυχογενούς ανορεξίας.

Εκτός από την αυξημένη απώλεια της άλιπης μάζας σώματος, η υπερβολική μείωση της λιπώδους μάζας σώματος μπορεί επίσης να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Όπως προαναφέρθηκε, ο οργανισμός χρειάζεται μια ελάχιστη ποσότητα λίπους, το οποίο ονομάζεται θεμελιώδες και είναι απαραίτητο για να υποστηρίξει τις φυσιολογικές μεταβολικές, ορμονικές και αναπαραγωγικές του λειτουργίες. Η μείωση λοιπόν του ποσοστού λίπους σώματος πέραν ενός ελάχιστου ορίου το οποίο από ορισμένους ερευνητές τίθεται στο 5% για τους άνδρες και το 8-12% για τις γυναίκες, αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης υποσιτισμού και νοσημάτων που σχετίζονται με αυτόν. [(117)]

6.0 ΣΥΝΗΘΗ ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΥΣ ΑΘΛΗΤΕΣ

Ο προσδιορισμός του ποσοστού λίπους αποτελεί μία από τις συχνότερες μετρήσεις στον αθλητισμό. Η μείωση των επιπέδων σωματικού λίπους και η αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας, όταν συνδυαστεί και με τις κατάλληλες προπονητικές επιβαρύνσεις, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για καλύτερη απόδοση. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι για την αξιολόγηση του ποσοστού σωματικού λίπους. Μία από τις πιο διαδομένες είναι η μέθοδος των δερματοπτυχών. Η μέθοδος των δερματοπτυχών στηρίζεται στην αρχή ότι το 50% περίπου του σωματικού λίπους εναποτίθεται υποδόρια. Μετρώντας την πτυχή του δέρματος σε διάφορα μέρη του σώματος, και χρησιμοποιώντας διάφορες εξισώσεις που υπολογίζουν την πυκνότητα του σώματος, μπορούμε στη συνέχεια να υπολογίσουμε το ποσοστό λίπους. Αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη μέθοδο υπολογισμού του ποσοστού λίπους, είναι εύχρηστη και οικονομική, και παρουσιάζει ένα τυπικό σφάλμα μέτρησης που υπολογίζεται στο 3.3%, όταν το άτομο το οποίο κάνει την μέτρηση είναι εξοικειωμένο με τον τρόπο μέτρησης (**Heyward, 1998**) [(44)]. Παρακάτω παρουσιάζονται τα πιο συνήθη μετρούμενα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά σε μελέτες που έχουν γίνει για να εξετάσουν τη σύσταση σώματος αθλητών.

Σε μελέτη που έγινε για να περιγραφεί η σωματική κατατομή της ελληνίδας πετοσφαιρίστριας και να συγκριθεί με εκείνη αντίστοιχων ξένων αθλητριών εξετάσθηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά 12 ενηλίκων και 16 νεανίδων πετοσφαριστριών της εθνικής ομάδας καθώς επίσης και 13 πετοσφαιριστριών ομάδας Α2 κατηγορίας.

Οι παράμετροι οι οποίες μετρήθηκαν ήταν: ηλικία, ανάστημα, σωματικό βάρος, 5 δερματοπτυχές (βραχιόνια δικεφαλική και τρικεφαλική, υπερλαγώνια, υποπλατιαία, και γαστροκνημιαία), 2 πλάτη οστών (μηριαίο και βραχιόνιο διακονδυλικό) και 2 περιφέρειες (δικεφαλική σε μυϊκή συστολή και μυϊκή διαστολή και γαστροκνημιαία). Με βάση τις μετρήσεις 4 δερμοτοπτυχών (βραχιόνια δικεφαλική και τρικεφαλική, υπερλαγώνια, υποπλατιαία) υπολογίσθηκε το επί τοις εκατό σωματικό λίπος όπως ορίζει η εξίσωση των Durnin και Womersley (**Durnin and Womersley 1974**) [(3)]. Για τον καθορισμό του ακριβούς ανατομικού σημείου εφαρμογής του ανάλογου οργάνου όπως και για τη διαδικασία μέτρησης ακολουθήθηκαν οι συγκεκριμένες οδηγίες των ερευνητών Ross και Marfell-Jones (**Ross and Marfell-Jones 1991**) [(126)]. Ο σωματότυπος κάθε αθλήτριας υπολογίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο των Heath και Carter (**Carter 1980**) [(127)]. Με βάση τις μετρήσεις 4 δερμοτοπτυχών (βραχιόνια δικεφαλική και τρικεφαλική, υπερλαγώνια,

υποπλατιαία) υπολογίσθηκε το επί τοις εκατό σωματικό λίπος όπως ορίζει η εξίσωση των Durnin και Womersley (**1974**) [3] [45]

Σε άλλη μελέτη που έγινε με σκοπό 1) να προσδιοριστούν το ανθρωπομετρικό προφίλ, η σύσταση σώματος και ο σωματότυπος Ελληνίδων γυναικών υψηλού επιπέδου καλαθοσφαιριστριών, πετοσφαιριστριών, και χειροσφαιριστριών, 2) να συγκριθούν οι μέσοι όροι των σκορ ανάμεσα στα αθλήματα και 3) να διακριθούν πιθανές διαφορές σε σχέση με το επίπεδο ανταγωνισμού εξετάσθηκαν ένα σύνολο από 518 γυναίκες αθλήτριες, όλες μέλη της Πρώτης Εθνικής Κατηγορίας (Α1 και Α2 κατηγορία) σε καλαθοσφαίριση, πετοσφαίριση και χειροσφαίριση.

Δώδεκα ανθρωπομετρικές μετρήσεις απαιτήθηκαν για τον υπολογισμό των δεικτών της σύστασης σώματος και σωματομετρικά συστατικά συμπεριλήφθηκαν σύμφωνα με την καθιερωμένη βιβλιογραφία.

Οι παράμετροι οι οποίες μετρήθηκαν ήταν: ηλικία, ανάστημα, σωματικό βάρος, 5 δερματοπτυχές (δικέφαλος, τρικέφαλος, υπομωπλατιαίος, υπερλαγώνιος και γαστροκνημιαία σύμφωνα με τον **Carter et al. (1980)** [127] στο πλησιέστερο 0.1 χιλιοστό. Η περίμετρος του άνω βραχίονα μετρήθηκε με τον βραχίονα και σε μυϊκή συστολή και μυϊκή διαστολή, ενώ η γαστροκνημιαία μετρήθηκε με το άτομο να κάθεται στην άκρη ενός τραπεζιού, και να έχει τα πόδια του να κρέμονται. Επίσης μετρήθηκαν δύο πλάτη οστών (μηριαίο και βραχιόνιο διακονδυλικό) στο πλησιέστερο χιλιοστό. Όλες οι μεταβλητές πάρθηκαν από τη δεξιά πλευρά του σώματος ακολουθώντας τις συγκεκριμένες οδηγίες. [46]

Σε μία άλλη μελέτη που έχει ως σκοπό να εξετάσει τη σημασία των σωματομετρικών συστατικών ανδρών και γυναικών αθλητών υψηλού επιπέδου πετοσφαίρισης σε σχέση με τη διαφορετική θέση που έχουν στο παιχνίδι και το επίπεδο απόδοσης, 234 άνδρες αθλητές και 244 γυναίκες αθλήτριες από την πρώτη εθνική κατηγορία της Ιταλίας (Α1 κατηγορία 107 άνδρες και 129 γυναίκες και από την Α2 κατηγορία 127 άνδρες και 115 γυναίκες) υποβλήθηκαν σε ανθρωπομετρικές μετρήσεις κατά τη διάρκεια των περιόδων 1992-93 και 1993-94. Οι παράμετροι οι οποίες μετρήθηκαν ήταν: ανάστημα, σωματικό βάρος, περίμετρος του βραχίονα και της γαστροκνημιαίας, 2 πλάτη οστών (μηριαίο και βραχιόνιο διακονδυλικό), και 4 δερματικές πτυχές (τρικέφαλος, υπερλαγώνιος**,** υπομωπλατιαίος και γαστροκνημιαίας). Οι μετρήσεις έγιναν σύμφωνα με τις συστάσεις του IBP. Οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις έγιναν από το ίδιο άτομο χρησιμοποιώντας το δερματοπτυχόμετρο Lange. Ένα φορητό αναστημόμετρο που μετράει μέχρι τα 210cm (Freestanding Magnimeter, Raven Equipment Ltd, UK) χρησιμοποιήθηκε για να μετρηθεί το ύψος. Η αναλογία ύψους βάρους (height weight ratio HWR) υπολογίστηκε διαιρώντας το βάρος με τη κυβική ρίζα του ύψους, σύμφωνα με τις

διαδικασίες που χρησιμοποιήθηκαν για αναλογία σωματότυπου Health-Carter. Μετά την εκτίμηση των αναλογιών των σωματότυπων υπολογίστηκαν και SDM(somatotype dispersion mean) και SAM(somatotype attitudinal mean). [47]

6.1 ΣΥΝΗΘΗ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του ποσοστού του σωματικού λίπους των αθλητών είναι οι ίδιες που χρησιμοποιούνται και για το γενικό πληθυσμό. Η μέθοδος που κύρια χρησιμοποιείται είναι η υδροπυκνομετρία, η οποία έχει χαρακτηριστεί σαν ‘‘ολυμπιακή μέθοδος’’, γιατί χρησιμοποιείται για να μετρήσει το λίπος των αθλητών που συμμετέχουν στους Ολυμπιακούς Αγώνες.

Επειδή όμως είναι δύσκολο να εφαρμοστεί από τους προπονητές και γυμναστές η παραπάνω μέθοδος, επικράτησε να χρησιμοποιείται μέσα στους αγωνιστικούς χώρους και στα γυμναστήρια η μέθοδος της μέτρησης των πτυχών του δέρματος. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου στους αθλητές χρειάζεται κάποιες ειδικές εξισώσεις. Ορισμένοι ερευνητές έχουν αναπτύξει τέτοιες εξισώσεις για το σύνολο των αθλητών, όπως αθλήτριες της γυμναστικής και της καλαθοσφαίρισης. Προτείνεται όμως να χρησιμοποιούνται εξισώσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του γενικού πληθυσμού και έχουν αποδειχθεί ότι μπορούν να εφαρμοστούν και στους αθλητές, γιατί η αξιοπιστία των τελευταίων είναι μεγαλύτερη και περιλαμβάνει τους αθλητές όλων των αθλημάτων. Για τους άνδρες η εξίσωση που συνιστάται είναι η εξίσωση των **Jackson** και **Pollock (1978)** [48] που έχει ελεγχθεί ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ακρίβεια και στους αθλητές, ενώ στις γυναίκες συνίσταται η εξίσωση των **Jackson, Pollock** και **Ward (1980)** [49], η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις αθλήτριες. Για τους έφηβους αθλητές και τις έφηβες αθλήτριες συνιστώνται οι εξισώσεις του **Slaughter** και των συνεργατών του **(1988)** [50] [118].

Αθλητές (>18 ετών)	εξίσωση των Jackson και Pollock, 1978
D=1.112 - 0.00043499 x (7ΔΠ) + 0.00000055 x (7ΔΠ)2 - 0.00028826 x (ηλικία)	
ΣΛ% = ((4.95/D) - 4.50) x 100	
Αθλήτριες (>18 ετών)	εξίσωση των Jackson, Pollock και Ward, 1980.
D = 1.0969095 - 0.0006952 * (4ΔΠ) + 0.0000011 * (4ΔΠ)2 - 0.0000714 * (ηλικία)	
ΣΛ% = ((5.01/D) - 4.57) x 100	
Έφηβοι αθλητές (<18 ετών)	εξίσωση των Slaughter και συν., 1988.
ΣΛ% = 0.735 * (2ΔΠ) + 1.0	
Έφηβες αθλήτριες (<18 ετών)	εξίσωση των Slaughter και συν., 1988.
ΣΛ% = 0.610 * (2ΔΠ) +5.1	

7ΔΠ = Άθροισμα 7 πτυχών (στήθος, μασχαλιαία, τρικέφαλος, υποπλάτια, κοιλιά κάθετα, υπερλαγόνια, μηρός)
4ΔΠ = Άθροισμα 4 πτυχών (τρικέφαλος, υπερλαγόνια, κοιλιά κάθετη, μηρός)
2ΔΠ = Άθροισμα 2 πτυχών (τρικέφαλος, κνήμη)
D = Πυκνότητα σώματος
ΣΛ% = Ποσοστιαίο σωματικό λίπος

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1.1Συνιστώμενες εξισώσεις για τη λιπομέτρηση των αθλητών με τη μέθοδο των πτυχών δέρματος

Τα τελευταία χρόνια έχει εξαπλωθεί και η χρήση της μεθόδου της βιοηλεκτρικής εμπέδησης (BIA), αν και εμφανίζει αρκετά προβλήματα στη σωστή μέτρηση του λίπους. Οι απόψεις σχετικά με την εφαρμογή της στους αθλητές διαφέρουν. Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα και άλλοι ότι υπερεκτιμά το πραγματικό ποσοστό λίπους και υποτιμά την άλιπη μάζα. Οι παραπάνω ερευνητές πάντως χρησιμοποίησαν διαφορετικές εξισώσεις.

Μια άλλη μέθοδος που εφαρμόζεται και στον αθλητισμό είναι η μέθοδος της εφαπτομένης υπέρυθρης αλληλεπίδρασης (NIR). Το όργανο που χρησιμοποιείται είναι το Futrex 5000. Οι εξισώσεις που χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο όργανο χρειάζονται βελτίωση καθώς υποτιμούν το λίπος από 2% έως 10%. Σε αθλητές δεν έχει δείξει αξιόπιστα αποτελέσματα και υποτιμά το ποσοστό λίπους. Γενικότερα, δεν συνιστάται η χρήση της μεθόδου αυτής και ιδιαίτερα για ειδικές ομάδες πληθυσμού, όπως αθλητές, παχύσαρκοι κτλ.

Η υδροπυκνομετρία είναι μία από τις καλύτερες μεθόδους για την αξιολόγηση της σωματικής σύστασης και έχει θεωρηθεί από καιρό ακριβέστερη αν και εγκυμονεί ορισμένους κινδύνους λάθους. Η συγκεκριμένη μέθοδος συχνά θεωρείται η πιο αξιόπιστη μέθοδος εκτίμησης της πυκνότητας σώματος και συχνά η εγκυρότητα νεότερων και πιο σύγχρονων μεθόδων εκτίμησης της λιπώδους μάζας σώματος κρίνονται έναντι αυτής. Περιλαμβάνει τον υπολογισμό της πυκνότητας του σώματος του αθλητή με τη διαίρεση της μάζας του σώματος με τον όγκο του σώματος, ο οποίος καθορίζεται συνήθως με την υδροστατική ζύγιση ή την μετατόπιση αέρα. Η σύνθεση του σώματος μπορεί να υπολογιστεί, αν και η εγκυρότητα της υδροπυκνομετρίας ως μεθόδου εκτίμησης σύστασης σώματος, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό και από τα τεχνικά σφάλματα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (λανθασμένη εκτίμηση του υπολειπόμενου πνευμονικού όγκου, λάθη στη μέτρηση του βάρους ή της θερμοκρασίας νερού). Ακόμα και πολύ μικρά σφάλματα στον υπολογισμό της πυκνότητας έχουν σαν αποτέλεσμα μεγάλες αποκλίσεις του εκτιμώμενου ποσοστού σωματικού λίπους από την πραγματική τιμή, γι' αυτό και η μέθοδος αυτή απαιτεί πολύ μεγάλη ακρίβεια κατά τη διαδικασία της μέτρησης.

Διάφορες υπαίθριες τεχνικές είναι επίσης διαθέσιμες για την αξιολόγηση της σωματικής σύστασης. Αυτές οι τεχνικές περιλαμβάνουν τη μέτρηση των δερματικών πτυχών και της βιοηλεκτρικής εμπέδησης. Είναι πιο προσιτές από τις εργαστηριακές τεχνικές, επειδή ο εξοπλισμός είναι λιγότερο δαπανηρός και βαρύς και έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευκολότερα από τον προπονητή, τον εκπαιδευτή ή ακόμα και τον αθλητή έξω από το εργαστήριο (υπαίθριες μετρήσεις). Μία ευρύτατα εφαρμοσμένη τέτοια τεχνική είναι η μέτρηση του πάχους των δερματοπτυχών σε μία ή περισσότερες θέσεις και της χρησιμοποίησης των τιμών που λαμβάνονται για τον υπολογισμό της πυκνότητας του σώματος ή της άλιπης μάζας. Γενικά, συνίσταται να χρησιμοποιείται το άθροισμα των

μετρήσεων από τρεις ή περισσότερες περιοχές σε μια εξίσωση δευτέρου βαθμού για να υπολογιστεί η πυκνότητα του σώματος [120] [25]. Μια καμπυλόγραμμη εξίσωση περιγράφει ακριβέστερα τη σχέση μεταξύ του αθροίσματος των μετρήσεων του δέρματος και της πυκνότητας του σώματος απ' ότι μια γραμμική εξίσωση. Οι γραμμικές εξισώσεις υποτιμούν την πυκνότητα των αδύνατων ανθρώπων, προκαλώντας την υπερεκτίμηση του λίπους του σώματος. Ακριβώς το αντίθετο συμβαίνει για τους παχύσαρκους ανθρώπους. [120]

Επιπλέον ο **Scout** και οι συνεργάτες του[52], σε συγκριτική αξιολόγηση δεκαέξι τεχνικών μέτρησης δερματικών πτυχών για τον υπολογισμό του σωματικού λίπους σε παλαιστές, ανέφεραν τιμές σφαλμάτων γύρω στο 5%. Δεδομένου ότι οι παλαιστές στη μελέτη αυτή είχαν μέσο όρο σωματικού λίπους 10,8%, οι ερευνητές συμπέραναν ότι τα συγκεκριμένα ποσοστά ακριβείας αυτών των τεχνικών είναι μη αποδεκτά. Ορισμένες από τις τεχνικές υπερεκτιμούσαν τα ποσοστά του σωματικού λίπους, ενώ άλλες τα υποεκτιμούσαν. Γενικά, λόγω των προβλημάτων που προκύπτουν από τις διάφορες υποθέσεις και παραδοχές οι οποίες εμπεριέχονται στις μεθόδους υπολογισμού της σωματικής σύστασης, τα ποσοστά σωματικού λίπους μπορούν να προσδιοριστούν μόνο κατά προσέγγιση.

Το βιβλίο των **Heyward** και **Stolarzyk** [116] αναφέρεται στην επιλογή μιας μεθόδου εκτίμησης της σωματικής σύστασης σε διάφορες ηλικίες, από άτομα παιδικής ηλικίας μέχρι υπερήλικες, και σε διαφορετικά επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Η σχετική ανασκόπηση του Heyward είναι επίσης πολύ κατατοπιστική. Καλό είναι πάντως να έχουμε στο μυαλό μας ότι όλες οι τεχνικές υπολογισμού του σωματικού λίπους εμπεριέχουν κάποιο σφάλμα.

Ο Gilbert Forbes έχει επισημάνει ότι οποιαδήποτε τεχνική υπολογισμού του σωματικού λίπους είναι δυνατό να εμπεριέχει σφάλματα, και επομένως ο τελικός στόχος εύρεσης μιας μεθόδου μεγάλης ακρίβειας για τον υπολογισμό της σωματικής σύστασης ίσως να μην επιτευχθεί ποτέ. Σε κάθε περίπτωση πάντως, οι περισσότεροι από εμάς δεν χρειαζόμαστε έναν υψηλής ακρίβειας υπολογισμό της σωματικής μας σύστασης. [119]

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η μέτρηση του σωματικού λίπους των αθλητών παρουσιάζει μια ιδιαιτερότητα λόγω των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των αθλητών. Η πιο έγκυρη μέθοδος για τέτοιου είδους μετρήσεις θεωρείται η υποβρύχια ζύγιση με τη χρήση της εξίσωσης του **Siri (1961)** [6], ενώ όπου αυτή δεν είναι δυνατή συνιστάται η μέτρηση των πτυχών του δέρματος με χρήση των εξισώσεων που αναφέρθηκαν. Η βιοηλεκτρική αντίσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιφύλαξη ενώ η μέθοδος της εφαπτόμενης υπέρυθρης αλληλεπίδρασης δεν είναι αξιόπιστη για τη μέτρηση του ποσοστιαίου σωματικού λίπους των αθλητών. [118]

6.2 ΣΗΜΑΣΙΑ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΥΣ ΑΘΛΗΤΕΣ

Η σύσταση του σώματος στους αθλητές είναι ένα πεδίο που, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, άρχισε να ενδιαφέρει σε μεγάλο βαθμό όλους τους ανθρώπους που ασχολούνται επιστημονικά με τον αθλητισμό. Ορισμένοι ερευνητές μάλιστα θεωρούν ότι η ανάλυση του βάρους θα πρέπει να είναι η πρωταρχική φροντίδα των συμβούλων διατροφής στον αθλητισμό.

Βάρος συμβατό με την υγεία είναι εκείνο το οποίο παρέχει τη δυνατότητα θετικών εξελίξεων στην αθλητική απόδοση ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο τραυματισμού ή ασθένειας και ελαττώνει τους παράγοντες κινδύνου για εμφάνιση χρόνιων νοσημάτων. Το βάρος δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως το μοναδικό κριτήριο για τη συμμετοχή στα διάφορα αθλήματα.

Το ύψος παίζει και αυτό σημαντικό ρόλο στους αθλητές και έχει να κάνει περισσότερο με το άθλημα και τη θέση που καταλαμβάνει ο κάθε αθλητής στα ομαδικά αθλήματα. Είναι καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει το βάρος και τη σύσταση σώματος του αθλητή. Μια ευρέως χρησιμοποιούμενη συσχέτιση του βάρους-ύψους είναι ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), είναι ένα πηλίκο βάρους προς ύψος σε μονάδες του μετρικού συστήματος. **(118)**

Οι αθλητές είναι μια ειδική κατηγορία ατόμων, που έχουν τις δικές τους ιδιαιτερότητες σε σχέση με το γενικό πληθυσμό. Στους αθλητές παρατηρείται αύξηση της οστικής πυκνότητας και της οστικής μάζας, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση της πυκνότητας της άλιπης μάζας και συνεπώς μείωση του λιπώδους ιστού. Η πυκνότητα αυτή δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς και είναι δύσκολο να καθιερωθεί ένα συγκεκριμένο πρότυπο για όλα τα αγωνίσματα και όλους τους αθλητές. Οι περισσότερες μελέτες που έγιναν σε αθλητές χρησιμοποίησαν το διπλό μοντέλο, το οποίο υποτιμά την πυκνότητα της άλιπης μάζας και αυτό είναι ένα πρόβλημα που δεν έχει ακόμα ξεπεραστεί. Άλλα προβλήματα που αφορούν τη σωστή εκτίμηση του λίπους των αθλητών είναι το επίπεδο ωρίμανσης των εφήβων αθλητών, οι διαφορετικές προσαρμογές των διαφόρων προπονητικών προγραμμάτων και αθλημάτων και οι φυλετικές διαφορές**(54)**. Επίσης ένα σημαντικό πρόβλημα που δεν έχει ερευνηθεί σε βάθος είναι το ποσοστό του σωματικού νερού των αθλητών και πως αυτό επηρεάζεται από τα διάφορα είδη προπόνησης. Το ποσοστό του σωματικού λίπους, αντίθετα, έχει γίνει αντικείμενο ευρείας μελέτης.

Οι αθλητές ξέρουν ότι τα πολλά κιλά εμποδίζουν την καλή απόδοση. Τις τελευταίες όμως δεκαετίες έγινε σαφές ότι δεν πρέπει να τους ενδιαφέρει τόσο το βάρος τους όσο το ποσοστό σωματικού τους λίπους, αφού οι μύες ζυγίζουν περισσότερο από το λίπος και ένας υπέρβαρος δεν σημαίνει αναγκαστικά ότι είναι και παχύσαρκος. Πολλές έρευνες

πραγματοποιήθηκαν για να καθορίσουν το ποσοστό λίπους με το οποίο οι αθλητές θα έχουν την καλύτερη δυνατή απόδοση, κυρίως στα ατομικά αγωνίσματα. Στα ομαδικά αγωνίσματα οι έρευνες είναι πιο περιορισμένες αλλά από αυτές βρέθηκε ότι υπάρχουν διαφορές στο ποσοστό λίπους των παικτών ανάλογα με τη θέση που αγωνίζονται.

Οι αθλητές έχουν καλύτερη απόδοση όταν τα επίπεδα του λίπους τους είναι χαμηλά και όταν έχουν αυξημένη άλιπη μάζα, στα περισσότερα τουλάχιστον αγωνίσματα. Το σωματικό λίπος έχει αρνητική σχέση με την αθλητική απόδοση σε αγωνίσματα, που απαιτούν μετακίνηση [(128)]. Αυτό συμβαίνει επειδή το επιπλέον σωματικό λίπος επιβαρύνει τον αθλητή με επιπλέον κιλά χωρίς να αυξάνει τη δύναμή του, γεγονός που αυξάνει το μεταβολικό κόστος των φυσικών δραστηριοτήτων που απαιτούν μετακίνηση του αθλητή. Το ψηλότερο ποσοστό λίπους ευνοεί ελάχιστους αθλητές, όπως π.χ. τους κολυμβητές μεγάλων αποστάσεων, καθώς αυτοί κερδίζουν από την άνωση και τη θερμική μόνωση του σώματος.

Οι αθλητές υψηλού επιπέδου δεν έχουν πάντα χαμηλές τιμές ούτε και είναι ίδια η σημασία του λίπους για όλα τα αθλήματα. Υπάρχουν πολύ καλοί αθλητές που έχουν αυξημένο σχετικά ποσοστό λίπους, κυρίως σε αγωνίσματα όπου η δεξιοτεχνία επικρατεί των φυσικών προσόντων. Το ποσοστό λίπους πάντως αντιπροσωπεύει μεταξύ των άλλων και το επίπεδο της προπόνησης που είναι αναγκαίο για ένα άθλημα [(53)].

Από την άλλη πλευρά, η μεγάλη άλιπη μάζα ευνοεί τους αθλητές αγωνισμάτων που χρησιμοποιούν δύναμη, αφού αυτή είναι ανάλογη με τις δραστηριότητες που απαιτούν την εφαρμογή δύναμης σε ένα αντικείμενο. Επίσης, η άλιπη μάζα βρέθηκε να συνδέεται θετικά με τη μέγιστη αεροβική ικανότητα, την ταχύτητα σε δρόμο 12 λεπτών και μιλίου, καθώς και με την ικανότητα μετατόπισης αντικειμένου. [(118)]

6.3 ΣΧΕΣΗ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Πολλοί αθλητές θεωρούν ότι πρέπει να είναι μεγαλόσωμοι για να είναι καλοί στο άθλημά τους, επειδή το μέγεθος παραδοσιακά έχει συνδεθεί με την ποιότητα της απόδοσης σε ορισμένα αθλήματα (π.χ. ποδόσφαιρο, καλαθοσφαίριση), όσο πιο μεγαλόσωμος ο αθλητής, τόσο καλύτερη η απόδοση. Αλλά μεγαλόσωμος δε σημαίνει πάντα καλύτερος. Σε μερικά αθλήματα, ο πιο μικρόσωμος και ελαφρύτερος αθλητής θεωρείται ότι είναι και καλύτερος (π.χ. γυμναστική, πατινάζ, καταδύσεις).

Στην πραγματικότητα, σε ορισμένα αθλήματα το αυξημένο βάρος μπορεί να αποδειχθεί πλεονέκτημα, ειδικά στο Αμερικανικό ποδόσφαιρο, στο χόκεϋ επί πάγου, στην πάλη σούμο και σε άλλα αθλήματα, που μπορεί να υπάρξει σωματική επαφή ή που είναι σημαντική η σταθερότητα του σώματος όπως στην άρση βαρών. Το θετικό αποτέλεσμα αυτού του επιπλέον βάρους μπορεί ωστόσο να μηδενιστεί, αν το άτομο χάσει αντίστοιχα μέρος της ταχύτητάς του. Επομένως, η αύξηση του βάρους στον αθλητικό τομέα θα πρέπει να αντιστοιχεί σε μεγιστοποίηση της μυϊκής μάζας και σε ελαχιστοποίηση του σωματικού λίπους. Σε σπάνιες περιπτώσεις, όπως το κολύμπι μεγάλων αποστάσεων σε παγωμένα νερά, το επιπλέον σωματικό λίπος μπορεί να βοηθήσει λόγω της θετικής του επίδοσης στη θερμομόνωση και την πλευστότητα. **(120, 119)**

Υπάρχουν βεβαίως και διάφορα αθλήματα στα οποία το αυξημένο βάρος αποτελεί μειονέκτημα. Στις περιπτώσεις που το σώμα πρέπει να κινηθεί γρήγορα ή αποτελεσματικά, το επιπλέον βάρος με τη μορφή του σωματικού λίπους αποτελεί εμπόδιο. Παρατηρήστε τους άλτες του ύψους, του μήκους, τους χορευτές μπαλέτου, τους γυμναστές, τους δρομείς ταχύτητας, τους δρομείς μεγάλων αποστάσεων. Η μυϊκή τους μάζα παρουσιάζει διαφοροποιήσεις, ωστόσο το ποσοστό του σωματικού τους λίπους είναι πολύ χαμηλό. Η έρευνα έχει επίσης δείξει ότι ακόμη και επαγγελματίες παίκτες του Αμερικανικού ποδοσφαίρου έχουν σχετικά χαμηλά ποσοστά σωματικού λίπους.

Σύμφωνα με βασικές αρχές της φυσικής, το σωματικό λίπος, σε ποσότητες πάνω από τις απαιτούμενες για τη βέλτιστη λειτουργία του οργανισμού, μειώνει την αθλητική απόδοση. Το σωματικό λίπος αυξάνει τη μάζα, ή την αδράνεια, του σώματος, αλλά δεν συνεισφέρει άμεσα στην παραγωγή ενέργειας, και έτσι μειώνει την απόδοση στις περιπτώσεις που απαιτούν σωματική κίνηση. Γενικά, το σώμα, ως μηχανή, γίνεται λιγότερο αποδοτικό όταν αναγκάζεται να μεταφέρει βάρος που δεν εξυπηρετεί λειτουργικά χρήσιμο σκοπό. Το περιττό αυτό βάρος συνήθως είναι περιττό λίπος. Η απώλεια του περιττού λίπους δεν επηρεάζει την ολική VO_2 max, αλλά οδηγεί σε αύξηση της VO_2 max όταν αυτή εκφραστεί ως χιλιοστόλιτρα ανά κιλό σωματικού βάρους.

Για διάφορους λόγους είναι δύσκολο να προβλέψουμε με βεβαιότητα το ακριβές ποσοστό σωματικού λίπους που θα επιφέρει τη βέλτιστη απόδοση σε ένα συγκεκριμένο αθλητή. Ωστόσο, μελέτες σε διακεκριμένους αθλητές προτείνουν κάποιες γενικές αρχές. Οι άνδρες δρομείς ταχύτητας, οι δρομείς μεγάλων αποστάσεων, οι παλαιστές, οι γυμναστές, οι παίκτες του μπάσκετ, οι ποδοσφαιριστές, οι κολυμβητές, οι bodybuilders και οι αμυντικοί του Αμερικάνικου ποδοσφαίρου έχουν βέλτιστες αποδόσεις με ποσοστά λίπους 5-10%. Άλλοι άνδρες αθλητές, όπως οι παίκτες του baseball, οι μέσοι στο Αμερικανικό ποδόσφαιρο, οι τενίστες, οι αρσιβαρίστες αποδίδουν καλύτερα με ποσοστά 11-15%, λίγο πιο κάτω από το μέσο όρο ενός ατόμου που δεν αθλείται. Αρκετοί ειδικοί προτείνουν ότι οι αθλήτριες δεν πρέπει να έχουν σωματικό βάρος κάτω από 20%, ενώ άλλοι επισημαίνουν ότι πρέπει να είναι κάτω από 15%. Οι γυμνάστριες και οι γυναίκες δρομείς μεγάλων αποστάσεων έχει παρατηρηθεί ότι βρίσκονται αρκετά κάτω από το 15%, ενώ κάποιες γυμνάστριες είχαν ποσοστά κάτω από 10%. Οι αθλήτριες κυμαίνονται συνήθως σε ποσοστά μεταξύ 15-20%, με ορισμένες αθλήτριες αγωνισμάτων που απαιτούν δύναμη, όπως οι δισκοβόλοι, να φθάνουν στο 25% ή παραπάνω. Αν και τα παραπάνω αποτελούν κάποιες γενικές αρχές, πρέπει να επισημανθεί ότι το ποσοστό του σωματικού λίπους αποτελεί μόνο έναν από τους πολλούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση στη άσκηση και πολλοί αθλητές έχουν επιτύχει πολύ καλή απόδοση αν και τα ποσοστά του σωματικού λίπους ήταν υψηλότερα από τα παραπάνω. (119)

Μια μελέτη καθόρισε τη σχέση μεταξύ του λίπους του σώματος και της απόδοσης νέων αντρών. Τα αποτελέσματα, (που παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.3.1**)** δείχνουν σαφώς ότι ο βαθμός πάχους είχε μεγάλη επίδραση στην απόδοση σε τέσσερις δοκιμασίες μέτρησης της φυσικής κατάστασης και της αθλητικής ικανότητας. Άλλες μελέτες έχουν δείξει σαφώς ότι το πάχος του σώματος συνδέεται με χειρότερη απόδοση στις δοκιμασίες για ταχύτητα, αντοχή, ισορροπία και επιδεξιότητα, και αλτική ικανότητα.

Δοκιμασία απόδοσης	**Χαμηλό (<10%)**	**Μέτριο (10-15%)**	**Υψηλό (>15%)**
75-yd τρέξιμο	9.8	10.1	10.7
220-yd τρέξιμο	29.3	31.6	35.0
Άλμα σε μήκος χωρίς φόρα[a]	23.8	22.7	20.2
Κοιλιακοί σε 2 λεπτά	43.4	41.6	36.2

Πίνακας 6.3.1: Επίπεδο πάχους του δοκιμαζόμενου (%σωματικού λίπους)
Σημείωση: Οι άνδρες στη μελέτη κατατάχθηκαν με βάση τρία επίπεδα πάχους: χαμηλό, μέτριο και υψηλό.
[a] Άθροισμα τριών επαναλήψεων
Προσαρμοσμένο μετά από άδεια από: Riendeau et al (1958). (55)

Οι αθλητές αντοχής προσπαθούν να ελαχιστοποιήσουν τα αποθέματα λίπους τους, επειδή το υπερβολικό βάρος έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την απόδοσή τους. Και το απόλυτο λίπος και το σχετικό λίπος του σώματος μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά την απόδοση

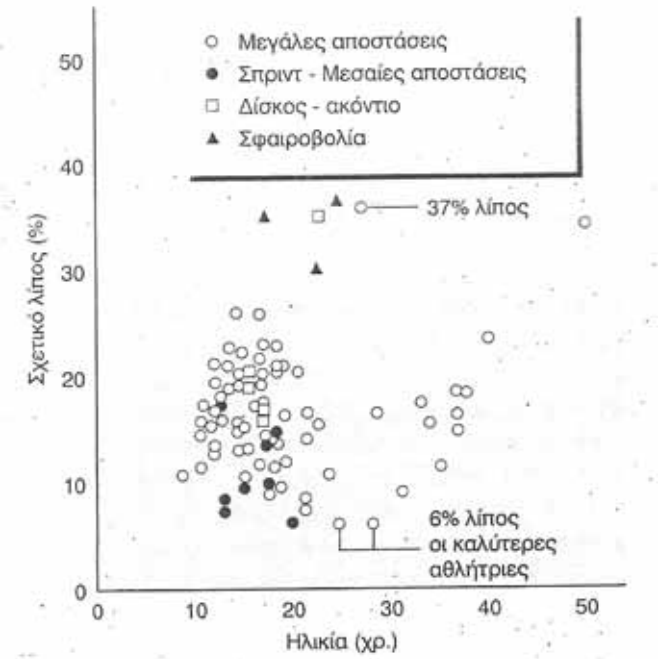
στους ιδιαίτερα προπονημένους δρομείς αποστάσεων. Το λιγότερο λίπος οδηγεί γενικά σε καλύτερη απόδοση. Οι άνδρες δρομείς έχουν, κανονικά, πολύ λιγότερο σχετικό σωματικό λίπος από τις γυναίκες δρομείς. Αυτός θεωρείται ότι είναι, πιθανόν, ένας από τους σημαντικότερους λόγους για τις διαφορές της απόδοσης στο τρέξιμο μεταξύ κορυφαίων ανδρών και γυναικών δρομέων αποστάσεων. Αυτή η υπόθεση επιβεβαιώθηκε σε μια μελέτη ανδρών και γυναικών δρομέων που, όταν αντιστοιχήθηκαν με βάση τους χρόνους τους στα 24km, δεν διέφεραν στο σχετικό σωματικό λίπος.

Σε μια άλλη μελέτη, άνδρες και γυναίκες δρομείς εκτέλεσαν υπομέγιστο και μέγιστο τρέξιμο σε κυλυόμενο τάπητα και επίσης ένα έντονο 12min τρέξιμο. Κάθε άνδρας δρομέας εκτέλεσε τις δοκιμασίες του υπό κανονικές συνθήκες και, επίσης ενώ κουβαλούσε εξωτερικό βάρος που προστέθηκε στον κορμό για να μιμηθεί το σχετικό λίπος του σώματος της γυναίκας δρομέα με την οποία είχε αντιστοιχηθεί. Με το πρόσθετο βάρος, το μεταβολικό κόστος της υπομέγιστης άσκησης αυξήθηκε και η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου μειώθηκε. Επιπλέον, οι μεγάλες διαφορές στην απόδοση που σημειώθηκαν μεταξύ των ανδρών και των γυναικών στις αστάθμητες δοκιμασίες μειώθηκαν αρκετά, όταν οι άνδρες έτρεξαν με το πρόσθετο βάρος.

Η απόδοση στην κολύμβηση φαίνεται να είναι μια εξαίρεση σε αυτόν τον γενικό κανόνα. Σε μια μελέτη, καθορίστηκε η σχέση μεταξύ του πάχους του σώματος και της απόδοσης στην κολύμβηση σε 284 επαγγελματίες κολυμβήτριες, ηλικίας 12 έως 17 χρονών. Μια εξέταση των καλύτερων χρόνων των δοκιμαζομένων στο καλύτερο άθλημά τους και στις 100yd (91m) ελεύθερης κολύμβησης αποκάλυψαν ότι η απόδοση στην κολύμβηση ήταν ανεξάρτητη από το σχετικό λίπος του σώματος και μόνο ελαφρώς αφορούσε την άλιπη μάζα. Το λίπος του σώματος μπορεί να παρέχει κάποιο πλεονέκτημα στον κολυμβητή επειδή βελτιώνει την πλευστότητα, η οποία μπορεί να μειώσει την οπισθέλκουσα δύναμη του σώματος στο νερό και, επίσης να μειώσει το μεταβολικό κόστος διατήρησης του σώματος στην επιφάνεια του νερού.

Στην μελέτη που αναφέραμε παραπάνω που αφορούσε τις γυναίκες δρομείς εκτός από τη δοκιμασία σε κυλυόμενο τάπητα, κάθε αθλήτρια υποβλήθηκε σε μια αξιολόγηση της σωματικής σύστασης. (Τα αποτελέσματα αυτών των αξιολογήσεων παρουσιάζονται στην Εικόνα 6.3.1). Εάν εξετάσουμε μόνο τις δρομείς αποστάσεων, πολλές από τις καλύτερες είχαν κάτω από 12% σωματικού λίπους. Οι δύο κορυφαίες δρομείς απόστασης είχαν λίπος μόνο περίπου 6%. Μια από αυτές είχε κερδίσει έξι διαδοχικά διεθνή πρωταθλήματα ανοιχτού στίβου, και η άλλη είχε τον τότε καλύτερο χρόνο στον κόσμο στον μαραθώνιο. Από αυτά τα αποτελέσματα, θα μπορούσαμε να μπούμε στον πειρασμό να προτείνουμε ότι κάθε γυναίκα δρομέας αποστάσεων πρέπει να έχει σχετικό σωματικό λίπος μεταξύ 6% και 12%, εάν έχει φιλοδοξίες να φτάσει σε παγκόσμια κλάση. Εντούτοις, μια από τις καλύτερες

δρομείς απόστασης στις Ηνωμένες Πολιτείες, εκείνη την περίοδο, που κατέκτησε την κορυφή μετά από 2 χρόνια, είχε σχετικό σωματικό λίπος 17%. Επιπλέον, μια από τις γυναίκες που μετείχαν σε αυτήν την μελέτη είχε σχετικό σωματικό λίπος 37% και έκανε τον καλύτερο χρόνο στον κόσμο για την κούρσα των 50-mi (80km) μέσα σε 6 μήνες από την αξιολόγησή της! Πολύ πιθανόν, καμία από αυτές τις γυναίκες δεν θα τα κατάφερνε, εάν ήταν αναγκασμένη να μειώσει το βάρος της για να μειώσει το λίπος του σώματος στο 12% ή και χαμηλότερα. Ωστόσο, αν οι υπόλοιποι παράγοντες εξισωθούν, το περιττό λίπος αποτελεί μειονέκτημα.



Εικόνα 6.3.1: Σχετικό σωματικό λίπος σε υψηλού επιπέδου αθλήτριες στίβου. [56]

Το σωματικό βάρος είναι μια γενική ανησυχία σε διάφορα αθλήματα, εδώ και πολλά χρόνια. Τα τελευταία 10 έως 15 χρόνια, αυτή η ανησυχία έχει γίνει πιο διαδεδομένη, και τα περισσότερα αθλήματα έχουν υιοθετήσει τώρα πρότυπα βάρους που προορίζονται να διασφαλίσουν ότι οι αθλητές έχουν το βέλτιστο μέγεθος και σύσταση σώματος για τη μέγιστη απόδοση. Δυστυχώς, αυτό δεν επιτυγχάνεται πάντα.

Μετρήσεις του αναστήματος και του σωματικού βάρους, αποτελούν πλαίσιο αναφοράς για τον υπολογισμό φυσιολογικών παραμέτρων (όπως η σχετική πρόσληψη οξυγόνου), ενώ οι μετρήσεις με τη μέθοδο των δερματοπτυχών χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της σωματικής σύστασης. Πολλές είναι οι έρευνες που αναφέρουν ότι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά σχετίζονται και επηρεάζουν την αθλητική απόδοση. Η **Diaczuk (1982)** [57], ερεύνησε τη σημασία της υψηλής αθλητικής απόδοσης και βρήκε πως αυτή εξαρτάται από το σωματικό ύψος, μήκος άνω και κάτω άκρων, καθώς και το μήκος παλάμης. Ο **Pokrajac (1983)** [58], συσχετίζοντας τα σωματικά χαρακτηριστικά και τις

κινητικές ικανότητες αθλητών διαφορετικού αγωνιστικού επιπέδου, διαπίστωσε σημαντικές διαφορές και στους δύο τομείς ανάλογες με το αγωνιστικό επίπεδο των αθλητών. Ο **Bajos (1991)** [(59)], σε παρόμοια έρευνα σύγκρινε τα δικά του αποτελέσματα με αυτά του **Pokrajac (1983)** [(58)], καταδεικνύοντας τη διαφορά στο αγωνιστικό επίπεδο συγκεκριμένων αθλητών μεταξύ των χωρών της Ελλάδας και της Γιουγκοσλαβίας. Οι **Χατζημανουήλ et al. (2003)** [(60)]**,** αναφέρουν ότι σύμφωνα με τις μετρήσεις και τα αποτελέσματα της έρευνάς τους το ποσοστό υποδόριου λίπους καθώς και το σωματικό βάρος των εφήβων και προεφήβων Ελλήνων χειροσφαιριστών, αποτελούν παράγοντες που μπορούν να μεταβάλλουν θετικά τη VO_2 max αυτών των αθλητών. Παρόμοιες αναφορές μπορούν να γίνουν και για άλλες παραμέτρους της αθλητικής απόδοσης **(Malina, 1995)** [(129)]. Ο **Hopper (1997)** [(61)], αναφέρει ότι ο σωματότυπος επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την αγωνιστική θέση που κατέχουν οι αθλητές στο γήπεδο, ενώ οι **Rienzi, Reilly** και **Malkin(1999)** [(62)], υποστηρίζουν ότι παρ' όλο που τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά σχετίζονται με τα συστατικά ενός αγώνα, αυτά δεν καθορίζουν απαραίτητα το ποιος θα κερδίσει ή θα χάσει τον αγώνα αυτόν.

Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και ο σωματότυπος αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν την αθλητική απόδοση. [(63)]

Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή όταν συμβουλεύουμε αθλητές να χάσουν βάρος ώστε να επιτύχουν ένα αυθαίρετα προκαθορισμένο όριο, όπως ας πούμε ότι οι τεχνικές μέτρησης της σωματικής σύστασης έχουν ένα ποσοστό σφάλματος 2-4% ή και υψηλότερο κατά τον προσδιορισμό του σωματικού λίπους. Δεύτερον, η φυσιολογία της σωματικής σύστασης ενός αθλητή μπορεί να κάνει αδύνατη την επίτευξη ενός τόσο χαμηλού ορίου. Και τρίτον, οι μεγάλες απώλειες βάρους μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της αθλητικής απόδοσης, κάτι ακριβώς αντίθετο από τον επιθυμητό στόχο. [(119)]

Τα προγράμματα μείωσης του σωματικού βάρους που χρησιμοποιούνται από αθλητές έχουν κατηγορηθεί από οργανισμούς αθλητιατρικής όχι μόνο για λόγους υγείας αλλά και επειδή η εφαρμογή τους μπορεί τελικά να μειώσει την αθλητική απόδοση. Το Αμερικανικό κολλέγιο Αθλητιατρικής στις πρόσφατες θέσεις του για την απώλεια βάρους στους παλαιστές, παρατηρεί ότι η πρακτική της ταχείας απώλειας βάρους που περιλαμβάνει τον περιορισμό της τροφής, στέρηση υγρών και αφυδάτωση, μπορεί όχι μόνο να βλάψει την υγεία, την αύξηση και την ανάπτυξη, αλλά και να περιορίσει την αγωνιστική απόδοση. Η μείωση της απόδοσης μπορεί να οφείλεται σε ελαττωμένο όγκο αίματος, μειωμένα επίπεδα τεστοστερόνης, διαταραχές της καρδιαγγειακής λειτουργίας, μείωση της ικανότητας θερμορρύθμισης, υπογλυκαιμία ή εξάντληση των αποθεμάτων γλυκογόνου των μυών και του ήπατος. Ωστόσο, το τελικό αποτέλεσμα επί της αθλητικής απόδοσης μπορεί να εξαρτάται από την τεχνική που χρησιμοποιείται –αφυδάτωση ή ασιτία- και το χρονικό

διάστημα μέσα στο οποίο χάνεται το συγκεκριμένο βάρος. Γενικά οι διαδικασίες που χαρακτηρίζονται από δύναμη, ισχύ και ταχύτητα μπορεί να μην επηρεαστούν αρνητικά από μικρής χρονικής διάρκειας αφυδάτωση, ενώ η απόδοση σε αερόβιες και αναερόβιες δοκιμασίες αντοχής μπορεί να ελαττωθεί, ειδικά σε περίπτωση θερμών περιβαλλοντικών συνθηκών.

Γενικά, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι το σημείο-κλειδί ήταν η πρόληψη της υπογλυκαιμίας, της αφυδάτωσης και της μεγάλης απώλειας μυϊκής μάζας. Όταν τηρούνται αυτές οι προϋποθέσεις, δεν χρειάζεται να μειωθεί η αθλητική απόδοση σε προγράμματα απώλειας βάρους. Πάντως ο **Horswill**[64,65] και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν πρόσφατα ότι η απόδοση σε μια υψηλής έντασης άσκηση μειωνόταν σημαντικά όταν τα άτομα έχαναν το 6% του σωματικού τους βάρους, είτε με υποθερμιδική δίαιτα χαμηλή σε υδατάνθρακες, είτε με την ίδια δίαιτα αλλά υψηλή σε υδατάνθρακες. Η μείωση ήταν ωστόσο μικρότερη με την υψηλή σε υδατάνθρακες δίαιτα, υποδεικνύοντας ότι οι αθλητές που χάνουν σωματικό βάρος για αγωνιστικούς λόγους πρέπει να αυξάνουν το υδατανθρακικό μέρος της υποθερμιδικής δίαιτας. Ο **Walberg-Rankin**[67] και οι συνεργάτες του αναφέρουν επίσης ότι αν και η απώλεια βάρους μέσω περιορισμού των θερμίδων μείωνε σημαντικά την αναερόβια απόδοση στους παλαιστές, όσοι υποβαλλόνταν σε επανασίτιση με υψηλά ποσοστά υδατανθράκων ανακτούσαν τη χαμένη τους απόδοση, σε αντίθεση με όσους επανασιτίζονταν με μέτρια ποσοστά υδατανθράκων. Ο **Maffulli** [66], σε μια μελέτη του με δύο διακεκριμένους παλαιστές του σούμο, παρατήρησε ότι η απώλεια του 8% του σωματικού βάρους μέσα σε 22 μέρες δεν είχε καμιά επίπτωση στην αερόβια ισχύ (VO_2 max) και στη μέγιστη ισομετρική δύναμη, αλλά η παρατεταμένη αναερόβια απόδοση στην άσκηση ελαττωνόταν. Αντίθετα, ο **Fogelholm**[68] και οι συνεργάτες του βρήκαν ότι με απώλεια περίπου 5% του σωματικού βάρους, είτε ταχέως μέσα σε 2 μέρες, είτε σταδιακά μέσα σε 3 εβδομάδες, δεν επηρεαζόταν η αναερόβια απόδοση σε έμπειρους παλαιστές και αθλητές του τζούντο.

Σε μια πρόσφατη μελέτη, ο **Fogelholm**[69] σημειώνει ότι αν και διάφορες μορφές αθλητικής απόδοσης επηρεάζονταν αρνητικά από την ταχεία απώλεια βάρους, είναι λιγότερο πιθανό να μειώνονταν η απόδοση με βαθμιαία απώλεια βάρους, ενώ αντιθέτως μπορεί να αυξανόταν. Η απώλεια βάρους μπορεί τόσο να βελτιώσει, όσο και να επιδεινώσει την απόδοση. Το κλειδί βρίσκεται στο να μειωθεί το βάρος με κατάλληλους τρόπους και οι απώλειες να είναι κυρίως σωματικό λίπος.

Συμπερασματικά, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί το συγκεκριμένο σωματικό βάρος στο οποίο η απόδοση στη άσκηση θα αρχίσει να μειώνεται, σε ένα δεδομένο άτομο. Έτσι, όσοι αθλητές ακολουθούν κάποιο πρόγραμμα απώλειας βάρους, καλό θα ήταν να ελέγχουν

την απόδοσή τους μέσω των κατάλληλων για το άθλημά τους δοκιμασιών. Υπάρχουν για παράδειγμα βασικές δοκιμασίες ελέγχου της φυσικής κατάστασης, όπως η μέτρηση της δύναμης, η εντοπισμένη μυϊκή αντοχή και η καρδιαγγειακή αντοχή. Οποιαδήποτε μείωση στην απόδοση μπορεί να σημαίνει ότι η απώλεια βάρους είναι υπερβολική. Διάφορες αλλαγές στην προσωπικότητα, αίσθημα υπερβολικής κόπωσης, αδυναμία και έλλειψη ενθουσιασμού μπορεί να είναι επίσης ενδεικτικά σημεία μεγάλης απώλειας βάρους.

7.0 ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά μιας αθλήτριας είναι καθοριστικά για επιτυχή αθλητική σταδιοδρομία υψηλού επιπέδου. Η υψηλή επίδοση κατά την πετοσφαίριση απαιτεί συγκεκριμένα φυσιολογικά, ψυχολογικά και κινησιολογικά γνωρίσματα τα οποία είναι καλλιεργήσιμα με την προπόνηση υπό την προϋπόθεση, ότι οι πετοσφαιρίστριες φέρουν τα κατάλληλα μορφολογικά χαρακτηριστικά (**Carter 1985**) [(130)].

Υπάρχουν ελάχιστες πρόσφατες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία που διαπραγματεύονται τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αθλητριών πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου (**Spence et al. 1980**[(70)], **Montecimos et al. 1982**[(131)], **Puhl et al. 1982**[(71)], **Carter 1981**[(132)], **Carter and Heath 1990**[(133)]). Από αυτές τις μελέτες διαφαίνεται ότι ο σωματότυπος που επικρατεί στις πετοσφαιρίστριες είναι ο μεσο-ενδομορφικός και ότι η απόδοση βελτιώνεται με την αύξηση του μυϊκού ιστού και του εξωμορφικού συστατικού.

Η ελληνική βιβλιογραφία είναι πενιχρή με βάση τα ελάχιστα δεδομένα που υπάρχουν (**Tokmakidis et al. 1986**[(134)]). Εκτιμάται ότι οι ελληνίδες πετοσφαιρίστριες σε σύγκριση με διεθνούς επιπέδου συναθλήτριές τους υπολείπονται μορφολογικών χαρακτηριστικών και ότι τούτο το έλλειμμα, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, συμβάλλει στις μέτριες εμφανίσεις της εθνικής μας ομάδας μέχρι σήμερα. Επίσης υποτίθεται ότι, όσον αφορά το σωματότυπο, δεν γίνεται η ενδεδειγμένη επιλογή των ελληνίδων πετοσφαιριστριών, σε όλα τα επίπεδα επιδεξιότητας και αγωνιστικής κατηγορίας.

Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη σε ελληνίδες ενήλικες και νεανίδες αθλήτριες πετοσφαίρισης της εθνικής ομάδας καθώς επίσης και πετοσφαριστριών ομάδας Α2 κατηγορίας για να περιγραφεί η σωματική κατατομή της ελληνίδας πετοσφαιρίστριας και να συγκριθεί με εκείνη αντίστοιχων ξένων αθλητριών [(45)] προέκυψε ότι οι ενήλικες αθλήτριες της εθνικής ομάδας ήταν στατιστικώς σημαντικά ($p \leq 0.05$) υψηλότερες, λιγότερο λιπώδεις και ενδομορφικές και περισσότερο ($p \leq 0.05$) εξωμορφικές από τις αθλήτριες της Α2 κατηγορίας. Οι νεάνιδες αθλήτριες της εθνικής ομάδας δεν διέφεραν σημαντικά από τις αντίστοιχες ενήλικες αθλήτριες όσον αφορά το σωματικό βάρος (71.2 ± 8.08 έναντι 67.7 ± 4.51 Kg), το ανάστημα (180 ± 3.41 έναντι 179 ± 4.69 cm), το ποσοστό σωματικού λίπους (22.5 ± 3.09 έναντι 19.7 ± 2.09%) και το σωματότυπο (3.3-3.6-3.4 έναντι 2.7-3.3-3.6). Οι νεάνιδες έτειναν να είναι περισσότερο λιπώδεις και μυώδεις σε σχέση με τις ενήλικες συναθλήτριές τους. Ως ενιαία εθνική ομάδα δεν υπολειπόταν σωματομορφικά από τις πετυχημένες εθνικές ομάδες (π.χ. Βραζιλία). Η ομάδα αυτή όμως χαρακτηριζόταν από

υψηλό σωματικό λίπος που οφείλεται πιθανόν στη μικρή προπονητική ηλικία που έχουν οι ελληνίδες (5.6 ± 1.8 έτη) και υπολογίζεται ότι είναι μειωμένη κατά 2.2 έτη σε σχέση με την ιδανική προτεινόμενη από τη βιβλιογραφία ηλικία. Συμπεραίνεται ότι η σωματομορφική κατατομή της ελληνίδας πετοσφαιρίστριας είναι κατάλληλη όσον αφορά τις αθλήτριες εθνικού επιπέδου και ακατάλληλη για της αθλήτριες Α2 κατηγορία.

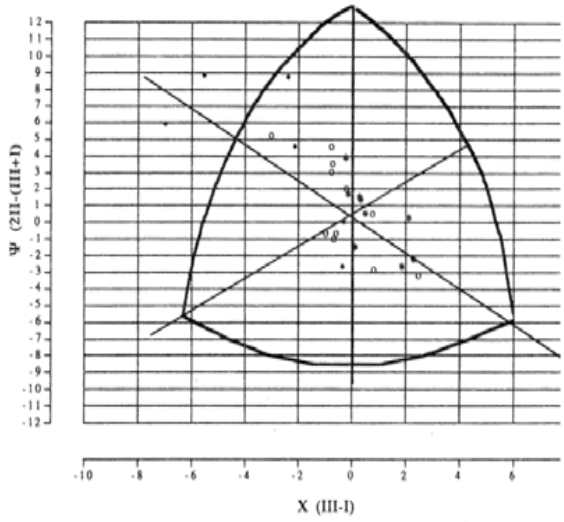
Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και προπονητική ηλικία πετοσφαιριστριών εθνικής ομάδας (ενηλίκων και νεανίδων) και ομάδας A_2 κατηγορίας. Η εθνική ομάδα παρουσιάζεται σε ενιαία συγκρότηση και χωρισμένη σε υπο-ομάδες ενηλίκων και νεανίδων. Οι λέξεις Ενδο, Μεσο και Εξω είναι συντμήσεις των όρων Ενδομορφία, Μεσομορφία και Εξωμορφία, αντίστοιχα. Η μη σημαντική διαφορά αναφέρεται ως ΜΣ.

Τιμή	Ηλικία (έτη)	Σ. Βάρος (Kg)	Ανάστημα (cm)	Ενδο	Μεσο	Εξω	Λίπος (%)	Προπ. Ηλικία (έτη)
			ΕΘΝΙΚΗ ΟΜΑΔΑ (n=28)					
$\bar{x}$	18,77	69,66	179,6	3,03	3,44	3,47	21,28	5,57
SD	2,55	7,00	4,04	0,76	0,89	0,93	3,50	1,82
max	24,95	88,00	187,0	4,70	5,39	5,31	27,51	10,0
min	15,56	57,00	172,0	1,98	1,39	1,25	16,04	3,00
			ΕΝΗΛΙΚΕΣ (n=12)					
$\bar{x}$	21,28	67,67	179,0	2,65	3,28	3,64	19,67	7,33
SD	1,89	4,51	4,69	0,49	0,66	0,68	2,09	1,25
max	24,95	74,5	186,0	3,89	4,52	4,77	24,53	10,0
min	18,82	57,0	172	2,04	1,93	2,63	16,04	6,00
			ΝΕΑΝΙΔΕΣ (n=16)					
$\bar{x}$	16,89	71,16	180	3,32	3,56	3,34	22,49	4,25
SD	0,64	8,08	3,41	0,77	1,00	1,07	3,09	0,75
max	17,78	88,00	187	4,7	5,39	5,31	27,51	5
min	15,56	60,0	174,0	1,98	2,51	1,25	16,13	3
			ΟΜΑΔΑ A_2 (n=13)					
$\bar{x}$	20,72	70,61	172,3	3,79	4,19	2,23	24,27	8,31
SD	2,96	11,29	6,12	1,21	1,72	1,24	4,20	2,81
max	25,4	96,6	185	7	7,21	3,84	35,06	12
min	15,2	55,8	165	2,11	1,42	-0,01	17,74	1
			ΕΝΗΛΙΚΕΣ έναντι ΝΕΑΝΙΔΩΝ					
p≤	0,05	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ	—
			ΕΝΗΛΙΚΕΣ έναντι ομάδας A_2					
p≤	ΜΣ	ΜΣ	0,05	0,05	ΜΣ	0,05	0,05	—

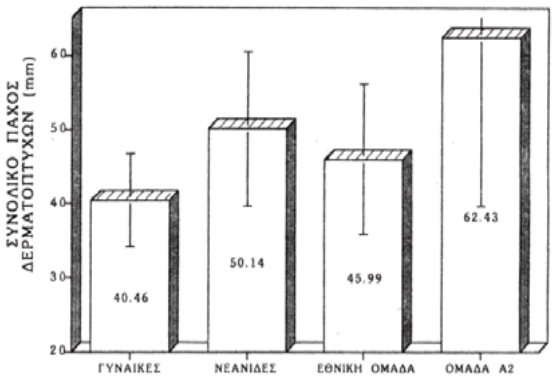
Στο άνω τμήμα του Πίνακα 1 παρουσιάζεται ψηφιακή ηλικία (έτη), ανάστημα (cm), σωματικό βάρος (Kg), σωματικό λίπος (%), προπονητική ηλικία (έτη) και σωματότυπος (ενδομορφία- μεσομορφία- εξωμορφία) της ελληνικής εθνικής ομάδας πετοσφαίρισης (n=28).

Στο μέσο τμήμα του ίδιου πίνακα παρατίθενται οι παραπάνω ανθρωπομετρικές παράμετροι και η προπονητική ηλικία των ενηλίκων (n=12) και νεανίδων (n=16) αθλητριών, όπως προκύπτουν οι δύο τούτες ομάδες ύστερα από διαχωρισμό της ενιαίας εθνικής ομάδας (άνω τμήμα Πίνακα 1) σύμφωνα με την ηλικία των συμμετεχόντων στη μελέτη. Για κάθε ομάδα μελέτης παρέχονται οι αριθμοί του μέσου όρου (x), της σταθερής απόκλισης (SD), της ελάχιστης (min) και της μέγιστης (max) τιμής. Το κάτω μέρος του πίνακα παρουσιάζει τα ανθρωπομετρικά στοιχεία και την προπονητική ηλικία των αθλητριών της ομάδας που αγωνίζεται στη κατηγορία Α2, ενώ οι δύο τελευταίες σειρές αναφέρουν τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ανάμεσα στις υποομάδες ενηλίκων και νεανίδων αθλητριών και στην εθνική ομάδα ενηλίκων αθλητριών και την ομάδα Α2 κατηγορίας για όλες τις μετρηθείσες παραμέτρους.

Από την ανάλυση αυτή προκύπτει ότι μεταξύ των ενηλίκων και των νεανίδων αθλητριών της εθνικής ομάδας καταγράφεται η ηλικία ως η μόνη σημαντική διαφορά. Απεναντίας, οι ενήλικες αθλήτριες είναι στατιστικώς σημαντικά υψηλότερες, λιγότερο λιπώδεις, ενδομορφικές και περισσότερο εξωμορφικές από τις αθλήτριες της Α2 κατηγορίας.



Σχήμα 1. Σωματογράφημα συμμετασχόντων αθλητριών. Οι νεάνιδες και οι ενήλικες αθλήτριες της εθνικής ομάδας απεικονίζονται με άδειο κύκλο (o) και αστερίσκο (*), αντίστοιχα, ενώ οι αθλήτριες της ομάδας A_2 κατηγορίας παρασταίνονται με γεμάτο κύκλο (●)

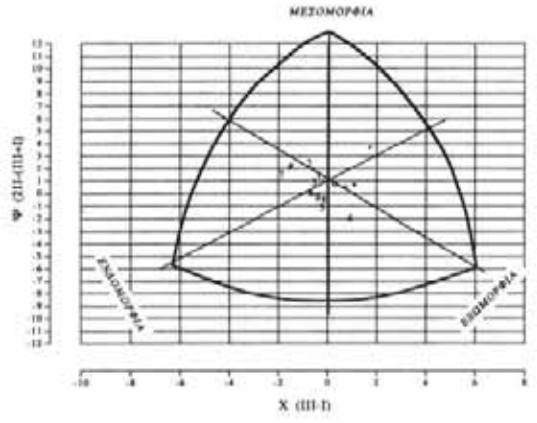


Σχήμα 2. Μέση τιμή (±SD) συνολικού πάχους μετρηθέντων δερματοπτυχών (mm, υποπλατιαία, γαστροκνημιαία, υπερλαγώνια, και βραχιόνια δικεφαλική και τρικεφαλική) στην A_2 ομάδα (n=13) και στην εθνική ομάδα ως ενιαία ενότητα (n=28) ή υποδιαιρούμενη σε ενήλικες (n=12) και νεάνιδες (n=16). Η διαφορά μεταξύ των ενηλίκων αθλητριών και των αθλητριών της A_2 ομάδας είναι σημαντική ($p \leq 0.05$).

Το Σχήμα 1 απεικονίζει σε σωματογράφημα τη διασπορά του σωματότυπου όλων των αθλητριών. Οι άδειοι κύκλοι, οι αστερίσκοι και οι γεμάτοι κύκλοι αντιστοιχούν στις νεάνιδες, στις ενήλικες και στις Α2 αθλήτριες, αντίστοιχα. Είναι φανερό ότι υπάρχει σημαντική ατομική σωματομετρική διασπορά σε κάθε ομάδα. Η διασπορά αυτή είναι μέγιστη στην Α2 ομάδα και ελάχιστη στην ομάδα των ενηλίκων αθλητριών, όπου ουδεμία αθλήτρια δεν προτάσσει ως ενδομορφική.

Στο Σχήμα 2 συγκρίνεται το συνολικό πάχος των μετρηθέντων δερματοπτυχών ανάμεσα στις ενήλικες, στις νεανίδες και στις Α2 αθλήτριες. Σε κάθε ιστόγραμμα απεικονίζεται η μέση τιμή και η σταθερή απόκλιση του συγκεκριμένου συγκροτήματος που αντιπροσωπεύει το ιστόγραμμα. Υπάρχει σημαντική διαφορά ($p \leq 0.05$) μεταξύ των ενηλίκων αθλητριών της εθνικής ομάδας και των αθλητριών της Α2 ομάδας.

Τέλος, το σωματογράφημα του Σχήματος 5 απεικονίζει και συγκρίνει το μέσο όρο των ελληνίδων πετοσφαιριστριών με το μέσο όρο του σωματότυπου πετοσφαιριστριών άλλων χωρών. Τέσσερις από τις ξένες ομάδες χαρακτηρίζονται ως εξω-ενδομορφικές και δύο είναι μεσο-ενδομορφικές. Η ελληνική εθνική ομάδα κινείται στην περιοχή της ενδο-εξωμορφίας ενώ η ομάδα Α2 διαφέρει σημαντικά και απεικονίζεται ως μεσομορφικά ενδόμορφος. Τα σύμβολα (ο), (*), αντιστοιχούν στις νεανίδες και στις ενήλικες αθλήτριες της εθνικής ομάδας, ενώ η εθνική ομάδα ως ενιαίο σύνολο (νεανίδες και ενήλικες μαζί) και η ομάδα της Α2 κατηγορίας απεικονίζονται με (+) και (#), αντίστοιχα. Οι αριθμοί 1, 2 και 3 αναφέρονται σε πετοσφαιρίστριες των εθνικών ομάδων της Ουγγαρίας, της Βενεζουέλας και νεανίδων της Βραζιλίας, αντίστοιχα (**Eiben 1981**[72]**, Pérez 1981**[135]**, Caldeira et al. 1986**[73]). Οι αριθμοί 4 έως 9 αντιπροσωπεύουν μέσο όρο σωματότυπου αθλητριών πετοσφαίρισης ομάδων διαφόρων κατηγοριών στις ΗΠΑ. Συγκεκριμένα, οι αριθμοί 5 και 9 αντιστοιχούν στην εθνική ομάδα γυναικών του 1975 και του 1985 (**Malina and Shoup 1985**[74]**, Carter 1990**[133]). Η εθνική πανεπιστημιακή ομάδα παρασταίνεται με τον αριθμό 8 (**Carter 1990**[133]). Παρόμοια, οι αριθμοί 6 και 7 αντικατοπτρίζουν το σωματότυπο κολλεγιακών ομάδων (**Kovaleski et al. 1980**[75]). Τέλος, η ομάδα αρ. 4 αποτελείται από αθλήτριες μαθήτριες μέσης εκπαίδευσης (**Shoup 1978**[136]).



Σχήμα 5. Σωματογράφημα εξετασθέντων ελληνικών ομάδων και ομάδων του εξωτερικού. Οι νεάνιδες (n=16), οι ενήλικες (n=12) και οι αθλήτριες της εθνικής ομάδας (n=28) και της A_2 ομάδας παρασταίνονται με τα σύμβολα (o), (•), (+) και (#), αντίστοιχα. Βλέπε κείμενο για την αντιστοιχία αριθμών και ομάδων του εξωτερικού και βιβλιογραφικές πηγές.

Ο σωματότυπος της εθνικής ομάδας, συνολικά, είναι κεντρικός (3,0-3,4-3,5) σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των διάφορων σωματοτύπων του Carter (**Carter 1980**[(127)]). Το συστατικό της ενδομορφίας κρίνεται έντονα τονισμένο για πληθυσμό αθλητριών. Τούτο συμβαίνει επειδή ο σωματότυπος του συγκροτήματος των νεανίδων χαρακτηρίζεται ως εξισορροπημένα μεσομορφικός (3,3-3,6-3,3), σε αντίθεση με το συγκρότημα των ενηλίκων αθλητριών του οποίου ο σωματότυπος καταγράφεται ως μεσο-εξωμορφικός (2,6-3,3-3,6). Πιο συγκεκριμένα, όπως δείχνει το Σχήμα 1, δύο νεανίδες είναι έντονα ενδο-μεσομορφικές και τρεις απλά ενδο-μεσομορφικές το οποίο σημαίνει ότι τα άτομα αυτά διακρίνονται από ασύμμετρα υπεραναπτυγμένο μυϊκό σύστημα σε σχέση με το ανάστημα τους και από υψηλό σωματικό λίπος. Τέτοιοι σωματότυποι δεν παρατηρούνται στο συγκρότημα των ενηλίκων αθλητριών. Επίσης ουδεμία ενήλικη πετοσφαιρίστρια είναι εξω-ενδομορφική ενώ αυτός ο σωματότυπος συναντάται τρεις φορές στο συγκρότημα των νεανίδων.

Η έντονη ενδομορφία που χαρακτηρίζει τις παραπάνω 8 νεανίδες επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι κατά μέσο όρο οι νεανίδες έφεραν 12% παραπάνω λίπος από ότι οι ενήλικες αθλήτριες (22,5% έναντι 19,7%). Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι υπάρχουν δύο ενήλικες αθλήτριες με ενδο-εξωμορφική κατατομή και σε μια από αυτές το σωματικό λίπος ανέρχεται σε 24,5%. Η μέγιστη τιμή σωματικού λίπους (27,5%) καταγράφηκε σε μια νεάνιδα αθλήτρια.

Πρέπει όμως να επισημανθεί ότι η εγκυρότητα του σωματικού λίπους ως επί τοις εκατό του σωματικού βάρους με βάση τη μέτρηση δερματοπτυχών αμφισβητείται έντονα, επειδή έχει δειχθεί ότι η σύσταση και η πυκνότητα της άλιπης σωματικής μάζας δεν παραμένει σταθερή από άτομο σε άτομο ή ανάμεσα σε γυμνασμένα και αγύμναστα άτομα (**Martin et al. 1986**[(76)]). Το πρόβλημα όμως αυτό παρακάμπτεται αν το σωματικό λίπος εκφραστεί ως συνολικό πάχος μετρηθέντων δερματοπτυχών σε mm, μιας και είναι γενικά αποδεκτό ότι το πάχος των δερματοπτυχών σχετίζεται με το συνολικό σωματικό λίπος (**Martin et al. 1986**[(76)]). Γι' αυτό το λόγο το Σχήμα 2 απεικονίζει το συνολικό πάχος των

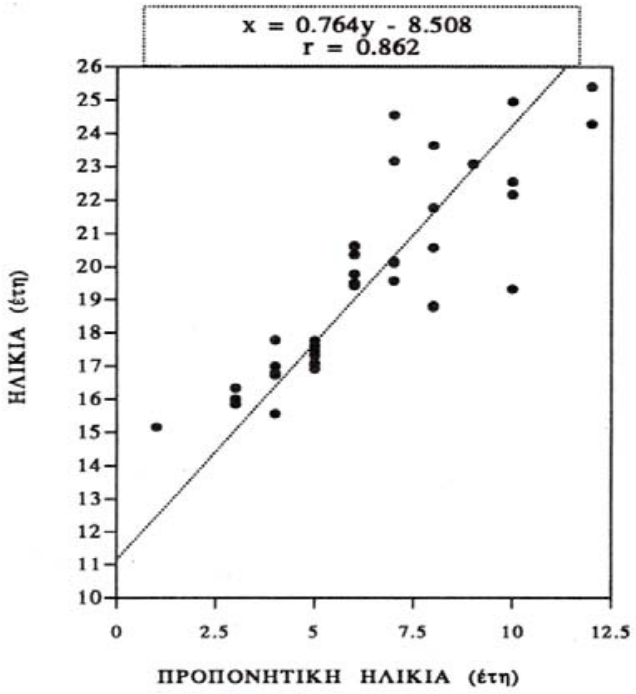
μετρηθέντων δερματοπτυχών στο εξεταζόμενο δείγμα. Το συγκρότημα των νεανίδων φέρει υψηλότερο συνολικό πάχος μετρηθέντων δερματοπτυχών (40.46 εν. 50,14) χωρίς όμως τούτη η διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική.

Ο Bailey και οι συνεργάτες του έχουν δείξει ότι, στο γενικό πληθυσμό των θηλέων του Καναδά, το σωματικό λίπος των νεανίδων είναι χαμηλότερο από το λίπος των ενηλίκων νεανικής ηλικίας (**Bailey et al. 1982**[77]). Δυστυχώς, ανάλογη μελέτη δεν έχει πραγματοποιηθεί στον ελληνικό πληθυσμό, θεωρώντας όμως, ως λογικά και μεταφερτά στην ελληνική πραγματικότητα τα δεδομένα των Bailey και συνεργατών αποτελεί παράδοξο ότι στο υπό μελέτη δείγμα οι νεανίδες έχουν σημαντικά υψηλότερο λίπος από το λίπος των ενηλίκων αθλητριών. Τούτο πιθανόν οφείλεται στη μικρή προπονητική ηλικία του συγκροτήματος των νεανίδων σε σχέση με την προπονητική ηλικία των ανηλίκων αθλητριών (4,25 εν 7,33 έτη). Εξετάστηκε λοιπόν σε όλο το μελετούμενο δείγμα η υπόθεση ότι όσο μικρότερη είναι η προπονητική ηλικία τόσο μεγαλύτερο είναι το συνολικό πάχος των μετρηθέντων δερματοπτυχών. Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ προπονητικής ηλικίας και του συνολικού πάχους των δερματοπτυχών είναι πολύ χαμηλός (r=0,05), αλλά αυξάνεται θεαματικά (r=0,51), όταν εξετάζεται η σχέση που υπάρχει μεταξύ προπονητικής ηλικίας και του λόγου του συνολικού πάχους των μετρηθέντων δερματοπτυχών προς τη χρονολογική ηλικία. Η εξομάλυνση των δεδομένων ανά ηλικία κρίθηκε αναγκαία αφού υποτίθεται ότι υπάρχει μια βιολογική τάση για αύξηση του σωματικού λίπους με την αύξηση της ηλικίας, η οποία αντιτίθεται στην υπόθεση της μείωσης του σωματικού λίπους με την αύξηση της προπονητικής ηλικίας. Η παραπάνω σχέση η οποία προκύπτει μεταξύ προπονητικής ηλικίας και σωματικού λίπους πρέπει να γίνει αποδεκτή με επιφύλαξη παρά τη σημαντικότητα της ($p \leq 0.01$).

Οι Montecinos και συνεργάτες σωματομέτρησαν 16 νεανίδες (15,69 ετών) και 9 ενήλικες (19,63 ετών) πετοσφαιρίστριες υψηλού επιπέδου και βρήκαν αντίστοιχα ποσοστό σωματικού λίπους ίσο με 13,93 (±2,51) και 13,39 (±2,77). Το ποσοστό λίπους της ομάδας των ΗΠΑ ηλικίας 21,6 ετών που συμμετείχε στους Παγκόσμιους Πανεπιστημιακούς αγώνες ανέρχονταν σε 17,9% (**Puhl et al. 1982**[71]). Και οι δύο αυτές μελέτες δείχνουν ότι τόσο οι νεανίδες όσο και οι ενήλικες ελληνίδες αθλήτριες φέρουν κατά μέσο όρο υψηλό σωματικό λίπος, το οποίο όπως έχει δειχθεί επηρεάζει την απόδοση (**Satyanaryana et al. 1978**[78]). Για παράδειγμα, μια ελληνίδα αθλήτρια η οποία είναι 88 κιλά και φέρει 26% λίπος θα βελτιώσει την αερόβια ικανότητα της (σε ml/min/kg) κατά 8% και 14% αν μειώσει το σωματικό της λίπος στα ποσοστά των αθλητριών από τις ΗΠΑ και τη Χιλή, αντίστοιχα. Είναι αξιοσημείωτο ότι για να βελτιωθεί η αερόβια ικανότητα μιας αθλήτριας κατά 10%

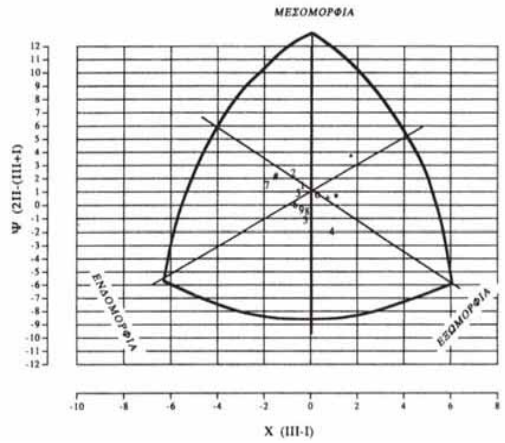
χρειάζεται συνήθως επίπονη προπόνηση 1-2 ετών (**Svedenhag and Sjödin 1985**[79]). Το υψηλό σωματικό λίπος μειώνει επίσης το κατακόρυφο άλμα των αθλητριών.

Πρέπει να σχολιασθεί ότι η μικρή προπονητική ηλικία των αθλητριών της παρούσης μελέτης δεν συμβάλλει πιθανόν μόνο στο υψηλό σωματικό λίπος όπως συζητήθηκε παραπάνω. Θεωρείται ότι η ιδανική ηλικία για την έναρξη προπόνησης και συμμετοχής σε αγώνες πετοσφαίρισης είναι τα 11 έτη (**Màcek 1986**[137]). Οι αθλήτριες της ελληνικής εθνικής ομάδας έχουν ξεκινήσει προπόνηση στην πετοσφαίριση κατά μέσο ορο σε ηλικία 13,2 ετών (±1,17) και μια μόνο αθλήτρια άρχισε να προπονείται στα 10.8 έτη. Κρίνεται ότι η επιλογή των συγκεκριμένων αθλητριών για το άθλημα της πετοσφαίρισης κατά 2,2 έτη αργότερα από την προτεινόμενη ιδανική ηλικία ίσως να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ατομική τους τεχνική κατάρτιση αφού έχει δειχθεί ότι η διαδικασία νευρομυϊκής μάθησης, ανάπτυξης του συντονισμού των μελών και ισορροπίας του σώματος σχετίζεται με τη σκελετική ηλικία του ατόμου χωρίς να επέρχονται σημαντικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της εφηβείας (**Mészàros et al. 1986**[138]). Το Σχήμα 4 παρουσιάζει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ προπονητικής και χρονολογικής ηλικίας. Παρατηρείται ότι η μαθηματική σχέση που προκύπτει τέμνει τον άξονα της ηλικίας (ψ) στα 11 έτη όπου αποτελεί την ιδανική ηλικία έναρξης της προπόνησης στις πετοσφαιρίστριες. Τούτο συμβαίνει επειδή οι αθλήτριες της ομάδας Α2 έχουν ξεκινήσει προπόνηση σε ηλικία κατά μέσο όρο 12,31 (±2,21) ετών. Είναι αξιοσημείωτο ότι δύο αθλήτριες της ίδιας ομάδας άρχισαν να προπονούνται στην πετοσφαίριση σε ηλικία 9 χρόνων. Η διαφορά που παρατηρείται ανάμεσα στις αθλήτριες της εθνικής ομάδας και της ομάδας Α2, όσον αφορά την ηλικία εκκίνησης προπόνησης στην πετοσφαίριση, είναι δύσκολο να εξηγηθεί και πιθανόν να προκύπτει λόγω του μικρού δείγματος που εξετάστηκε στην παρούσα μελέτη.



Σχήμα 4. Συσχέτιση μεταξύ χρονολογικής και προπονητικής ηλικίας όλων των συμμετεχόντων αθλητριών (n=41). Η σχέση είναι στατιστικά σημαντική (p≤0,001).

Σε αντίθεση με το σωματικό λίπος και την προπονητική ηλικία, οι ελληνίδες πετοσφαιρίστριες δεν μειονεκτούν στο ανάστημα. Συγκεκριμένα, η εθνική ομάδα γυναικών είναι από συντριπτικά έως σημαντικά υψηλότερη από τις εθνικές ομάδες της Χιλής, της Βενεζουέλας, της Ουγγαρίας του 1970, της Ιαπωνίας και της Βραζιλίας του 1977, όπου το μέσο ανάστημα ήταν αντίστοιχα, 163 (±3), 165,1 (±3,6), 174,8 (±4,8), 175,5 (±3,3) και 174,3 (±3,9) cm (**Montecinos et al. 1982**[131], **Perez 1981**[135], **Eiben 1981**[72], **Vivolo et al. 1986**[80]). Σε σχέση με τις αθλήτριες της εθνικής ομάδας των ΗΠΑ η ελληνική ομάδα θεωρείται σχεδόν ισοϋψής. Το μέσο ανάστημα της ομάδας των ΗΠΑ του 1975 ήταν 174,4 (±6,5) και του 1985 179,6 (±5,3) cm (**Malina and Shoup 1985**[74], **Carter 1990**[133]), με τη σημείωση ότι οι αμερικανίδες αθλήτριες οι οποίες αγωνίστηκαν στους Παναμερικανικούς αγώνες του 1975 είχαν μέσο ύψος 183,7 (±8,3) cm (**Spence et al. 1980**[70]), αφού υπάρχει η τάση διεθνώς, για ευνόητους λόγους, οι υψηλότερες αθλήτριες μιας ομάδας να αποτελούν τη βασική εξάδα κατά τον αγώνα.



Σχήμα 5. Σωματογράφημα εξετασθέντων ελληνικών ομάδων και ομάδων του εξωτερικού. Οι νεάνιδες (n=16), οι ενήλικες (n=12) και οι αθλήτριες της εθνικής ομάδας (n=28) και της A_2 ομάδας παρασταίνονται με τα σύμβολα (o), (•), (+) και (#), αντίστοιχα. Βλέπε κείμενο για την αντιστοιχία αριθμών και ομάδων του εξωτερικού και βιβλιογραφικές πηγές.

Ο σωματότυπος της εθνικής ελληνικής ομάδας διαφέρει από το σωματότυπο άλλων ομάδων πετοσφαίρισης οι οποίες έχουν αξιολογηθεί ανθρωπομετρικά (**Eiben 1981**[72], **Perez 1981**[135], **Caldeira et al. 1986**[73], **Shoup 1978**[136], **Malina and Shoup 1985**[74], **Kovaleski et al. 1980**[75], **Carter 1990**[133]). Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι οι περισσότερες ομάδες που παρουσιάζει το Σχήμα 5 χαρακτηρίζονται ως εξω-ενδομορφικές (ομάδες με αρ. 3,6,8,9) με μερικές ομάδες να είναι μεσο-ενδομορφικές (ομάδες με αρ. 7,5) ενώ η ελληνική ομάδα κινείται στην περιοχή της ενδο-εξωμορφίας με εμφανή τάση προς το κέντρο του σωματογραφήματος. Με βάση τον ιδανικό σωματότυπο του άνδρα αθλητή της πετοσφαίρισης (βλ. **Carter 1990**[133]) που είναι μεσομορφική μεσομορφία, τον ισχυρισμό ότι οι νεαροί αθλητές και αθλήτριες πρέπει να επιλέγονται ως ενδο-εσωμορφικοί και να κατευθύνονται με τη προπόνηση προς τη μεσομορφική μεσομορφία **(Carter 1984**[139]**)** και το γεγονός ότι υπάρχουν πολλές θήλεις αθλήτριες με μεσομορφική μεσομορφία (π.χ. σκι, παγοδρομία, γυμναστική, βλ. Carter 1990) [133] κρίνεται ότι ουδένας σωματότυπος του Σχήματος 5 δεν αντιπροσωπεύει τον ιδανικό σωματότυπο πετοσφαιρίστριας. Συγκριτικά πάντως η ελληνική ομάδα υπερέχει ως προς το ανάστημα αναλογικά με το σωματικό βάρος από τις ομάδες με αρ. 3, 6, 8 και 9 η οποία όμως υπεροχή μπορεί να απαλειφθεί εάν οι ελληνίδες αθλήτριες αναπτύξουν τη μυϊκότητα τους όπου υπολείπονται σε σύγκριση με τις ίδιες ομάδες. Οι ξένες ομάδες (αρ. 5 και 7) έχουν υψηλότερο βαθμό μυϊκότητας από τις ελληνίδες αλλά διακρίνονται και από υπερλίπωση, που είναι ανεπιθύμητο γνώρισμα για υψηλή αθλητική απόδοση.

Πρέπει να τονισθεί ότι σε αντίθεση με την εθνική ομάδα νεανίδων, η ομάδα A2 διαφέρει σημαντικά (Πίνακας 1) από την εθνική ομάδα ενηλίκων, σε όλους τους ανθρωπομετρικούς δείκτες εκτός του σωματικού βάρους και του συστατικού της μεσομορφίας στο σωματότυπο. Οι αθλήτριες της A2 ομάδας έχουν την ίδια, ηλικία και το ίδιο βάρος αλλά είναι σημαντικά κοντύτερες από τις ενήλικες αθλήτριες της εθνικής ομάδας. Αυτό σημαίνει, σε συνδυασμό με το στατιστικά υψηλότερο σωματικό λίπος, ότι ο

σωματότυπος της ομάδας Α2 χαρακτηρίζεται ως μεσομορφικά ενδόμορφος με προτεταμένη τάση υψηλότερης μυϊκότητας σε σχέση με τις ενήλικες αθλήτριες της εθνικής ομάδας. Όπως δείχνει το Σχήμα 1, η τάση αυτή οφείλεται στο ότι οι μισές αθλήτριες της ομάδας Α2 έχουν εξαιρετικά ανεπτυγμένο μυϊκό σύστημα. Τρεις αθλήτριες από αυτές φέρουν ακραία μεσομορφία και προφανώς συμμετέχουν σε λάθος άθλημα. Σε σχέση με ομάδες του εξωτερικού, η ελληνική ομάδα που συμμετέχει στην αγωνιστική κατηγορία Α2 είναι συγκρίσιμη μόνο με την ομάδα αρ. 7 που αντιπροσωπεύει κολεγιακή ομάδα πρωτοετών φοιτητριών.

Συμπερασματικά, ο σωματότυπος της εθνικής ομάδας πετοσφαίρισης γυναικών είναι κεντρικός με τις νεανίδες αθλήτριες να τείνουν να είναι περισσότερο λιπώδεις και μυώδεις σε σχέση με τις ενήλικες συναθλήτριές τους. Ως ενιαία εθνική ομάδα, η ομάδα αυτή δεν υπολείπεται από τις εθνικές ομάδες που πρωταγωνιστούν παγκοσμίως στην πετοσφαίριση (π.χ. Βραζιλία, ΗΠΑ), χαρακτηρίζεται όμως από υψηλό σωματικό λίπος που οφείλεται πιθανόν στη μικρότερη προπονητική ηλικία και το μειωμένο όγκο προπόνησης. Η ειδοποιός διαφορά μεταξύ των ελληνίδων αθλητριών υψηλού επιπέδου και Α2 κατηγορίας, όσον αφορά τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, έγκειται στο σωματικό λίπος, τόσο σε απόλυτη έννοια όσο και σε σχέση με το ανάστημα. Αν η ομάδα Α2 που εξετάστηκε είναι αντιπροσωπευτική της κατηγορίας της, διαφαίνεται ευλόγως ότι τα σωματομετρικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την επιλογή των πετοσφαιριστριών στη Ελλάδα δεν έχουν επαρκή επιστημονική βάση.

7.1 ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΑΛΛΩΝ ΟΜΑΔΙΚΩΝ ΑΘΛΗΜΑΤΩΝ

Υψηλά επίπεδα φυσικής δραστηριότητας και αθλητικών επιδόσεων συχνά συνδέονται με ειδικά χαρακτηριστικά σωματικής σύστασης. Μεταξύ επιτυχημένων αθλητών, διαφορές στη σωματική κατασκευή είναι συχνά αισθητές όταν γίνονται συγκρίσεις μεταξύ των συμμετεχόντων του ίδιου φύλου στα διάφορα αθλήματα [(122)]

Ο επιτυχής ανταγωνισμός στα αθλήματα έχει συνηφαστεί με συγκεκριμένα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η σύσταση σώματος και ο σωματότυπος[(81,133,140)]. Για παράδειγμα, η σημασία του ψηλού αναστήματος στα ομαδικά αθλήματα είναι παγκοσμίως αποδεκτό όπως είναι γνωστό ότι το ύψος επηρεάζει θετικά όλα τα άλλα τμήματα του σώματος και διαδοχικά την αθλητική απόδοση [(82,83,133)]. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές εμπειρικές αποδείξεις και ένα μακρόχρονο επιστημονικό ενδιαφέρον όσον αφορά την ύπαρξη δομικών διαφορών μεταξύ αθλητών σε διάφορα αθλήματα [(72, 84,85,132,139)].

Στα ομαδικά αθλήματα, ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ολυμπιακών αθλητών [(72,132)], εις βάρος των αθλητών εθνικού επιπέδου. Επιπλέον, ο αριθμός των μελετών που ασχολείται με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά γυναικών καλαθοσφαιριστριών είναι μάλλον μικρό σε σύγκριση με τους άνδρες αθλητές. Αρκετές μελέτες οι οποίες έχουν αναλύσει μορφολογικά χαρακτηριστικά γυναικών καλαθοσφαιριστριών υψηλού επιπέδου [(72,84,86-90,132,133,141)], πετοσφαιριστριών [(45, 72, 84,91-95,132,133)] και χειροσφαιριστριών [(72,84,90,132,133)], υπάρχουν στην βιβλιογραφία, αλλά τα περισσότερα από αυτά δεν εξετάζουν όλο το φάσμα μορφολογικών χαρακτηριστικών, αφού υστερούν είτε από ανθρωπομετρικά ή σύσταση σώματος ή μετρήσεις σωματότυπων. Επίσης αξίζει να τονίσουμε ότι πολλές μετρήσεις, που έχουν αναφερθεί στη δουλειά του **Carter** [(132)], **Eiben**[(72)], **Spurgeon et al** [(141)], έχουν διεξαχθεί πολύ καιρό πριν, στη δεκαετία 1970-1980. Από τότε, αρκετές απόψεις αθλητικής προπόνησης και διατροφής, καθώς και η διαδικασία επιλογής για ταλέντα των αθλημάτων έχουν υποστεί σημαντικές αλλαγές και βελτιώσεις, έχοντας ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό της αθλητικής απόδοσης.

Στην καλαθοσφαίριση, μερικές από τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί είναι αρκετά παλιές [(132)], ωστόσο οι πιο πρόσφατες είτε χειρίζονται δεδομένα από τις καλαθοσφαιρίστριες μαζί με δεδομένα από άλλα ομαδικά παιχνίδια (πετοσφαίριση και χειροσφαίριση) [(84,85)] ή περιορίζονται σε γυναίκες αθλήτριες που βρίσκονται σε ηλικίες προ εφηβείας. Η πιο πρόσφατη μελέτη από Monyeki et al. [(90)] έχει να κάνει με παίκτες της

καλαθοσφαίρισης και της χειροσφαίρισης από τον Αφρικανικό διαγωνισμό όπου εντούτοις αυτά τα σπορ δεν είναι σε υψηλό ανταγωνιστικό επίπεδο. Έχοντας υπόψη αυτόν τον αθλητικό πληθυσμό γυναικών καλαθοσφαιριστριών στην Ελλάδα, δεν υπάρχει καμία έρευνα δημοσιευμένη που να παρουσιάζει δεδομένα σε αυτό το πεδίο. Για την πετοσφαίριση υπάρχουν μερικές έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία που αφορούν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και τη σύσταση σώματος εκ των οποίων εκείνη του Gualdi Russo et al. [92] θεωρείτε ως η πιο εκτενής. Μία μελέτη στα μορφολογικά χαρακτηριστικά Ελληνίδων πετοσφαιριστριών επιδίωξε ο Geladas et al. [45] και δύο άλλες μελέτες και το ίδιο θέμα ακολούθησαν [94,95] . Στην χειροσφαίριση, οι έρευνες που ασχολήθηκαν με μορφολογικά χαρακτηριστικά γυναικών παικτών είναι αρκετά σπάνιες και παλιές [72, 132].

Εν όψει του μικρού μεγέθους του δείγματος και του ελλειπούς αριθμού μεταβλητών που μελετήθηκαν, καθώς και τη σπανιότητα για τις επίκαιρες ανθρωπομετρικές τιμές στις μελέτες πάνω στις γυναίκες αθλήτριες ομαδικών αθλημάτων, δεν έχει ενδιαφέρον να συλλεχθούν πρόσθετα εκτεταμένες πληροφορίες ούτως ώστε να καθιερωθεί ‘‘συγκεκριμένα για τα αθλήματα’’ σύσταση σώματος και ανθρωπομετρικές αναφορές τιμών για αθλήτριες υψηλού επιπέδου της καλαθοσφαίρισης, πετοσφαίρισης και της χειροσφαίρισης. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη[112] σε ελληνίδες ενήλικες και νεανίδες αθλήτριες καλαθοσφαίρισης, πετοσφαίρισης και χειροσφαίρισης, όλες μέλη της Πρώτης Εθνικής Ελλάδος (Α1 και Α2 κατηγορία) για να 1) προσδιοριστούν, το ανθρωπομετρικό προφίλ, η σύσταση σώματος και ο σωματότυπος Ελληνίδων γυναικών υψηλού επιπέδου καλαθοσφαιριστριών (Κ), πετοσφαιριστριών (Π), και χειροσφαιριστριών (Χ), 2) να συγκριθούν οι μέσοι όροι των σκορ ανάμεσα στα αθλήματα (Κ, Π, και Χ) και 3) να εντοπιστούν πιθανές διαφορές σε σχέση με το επίπεδο ανταγωνισμού (σύγκριση ανάμεσα στις δύο κατηγορίες Α1 και Α2) προέκυψε ότι οι πετοσφαιρίστριες ήταν οι ψηλότερες ($P<0.001$) ανάμεσα στις τρεις ομάδες αθλητριών, είχαν τις μικρότερες τιμές σε λίπος σώματος ($P<0.001$) και ο σωματότυπός τους χαρακτηρίστηκε ως ισορροπημένος ενδομορφικός (3.4-2.7-2.9). Οι καλαθοσφαιρίστριες ήταν πιο ψηλές ($P<0.001$) και πιο ισχνές ($P<0.001$) από τις χειροσφαιρίστριες, με ένα σωματότυπο που χαρακτηρίστηκε ως μεσο-ενδομορφικός (3.7-3.2-2.4). Οι χειροσφαιρίστριες ήταν οι πιο κοντές από όλες τις αθλήτριες ($P<0.001$), είχαν τα υψηλότερα ποσοστά σωματικού λίπους ($P<0.001$) και ο σωματότυπος τους χαρακτηρίστηκε ως μεσο-ενδομορφικός (4.2-4.7-1.8). Σε σύγκριση με τις αντίστοιχες παίκτριες της Α1 κατηγορίας ήταν ψηλότερες ($P<0.001$) και πιο παχύς ($P<0.001$), αλλά την ίδια στιγμή πιο ισχνές ($P<0.001$), και παρουσίασαν υψηλότερη ομοιογένεια σε χαρακτηριστικά σωματότυπου ($P<0.05$).

Από την ανάλυση αυτή προκύπτει ότι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, η σύσταση σώματος και ο σωματότυπος των Ελληνίδων γυναικών υψηλού επιπέδου ομαδικών αθλημάτων ποικίλαν ανάμεσα στα αθλήματα. Κριτήρια επιλογής, ώρες προπόνησης και σωματικές απαιτήσεις ανάλογα με το άθλημα κατά τη διάρκεια του αγώνα μπορούν να εξηγηθούν οι διαφορές που έχουν παρατηρηθεί. Περισσότερες πληροφορίες χρειάζονται σίγουρα για να ερμηνεύσουμε το ανθρωπομετρικό προφίλ των γυναικών χειροσφαιριστριών, πετοσφαιριστριών και χειροσφαιριστριών διεθνώς.

Υπήρχε μια σημαντική ($P<0.05$) γενικά επίδραση του αθλήματος σε όλα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (εκτός της μηριαίας διαμέτρου). Η μόνη διαφορά ($P<0.01$) που παρατηρήθηκε μεταξύ των καλαθοσφαιριστριών και των πετοσφαιριστριών είχε να κάνει με τις μετρήσεις δερματοπτυχών ήταν το πάχος της μέτρησης του τρικεφάλου (14.2±5.5 mm στις καλαθοσφαιρίστριες και 12.1±5.6 mm στις πετοσφαιρίστριες). Οι καλαθοσφαιρίστριες παρουσίασαν παρόμοιες τιμές στην περιφέρεια της γαστροκνημιαίας όταν συγκρίθηκαν με τις με τις πετοσφαιρίστριες και υψηλότερες τιμές ($P<0.001$) όταν συγκρίθηκαν με τις χειροσφαιρίστριες (38±2.7 cm στις καλαθοσφαιρίστριες, 37±1.9 cm στις πετοσφαιρίστριες, 41.9±7.8 cm στις χειροσφαιρίστριες). Επιπρόσθετα, οι καλαθοσφαιρίστριες είχαν υψηλότερες τιμές από τις πετοσφαιρίστριες ($P<0.01$) στην περίμετρο του δικεφάλου είτε σε τεταμένη στάση (29.4±2.5 cm στις καλαθοσφαιρίστριες, 28,5±1.6cm στις πετοσφαιρίστριες) είτε σε χαλαρή στάση (27.9±2.4cm στις καλαθοσφαιρίστριες, 26.9±1.8 cm στις πετοσφαιρίστριες).

Η γενική επίδραση του αθλήματος ήταν σημαντική ($P<0.05$) σε όλες τις παραμέτρους της σύστασης του σώματος (**ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ)**. Το άθροισμα των πέντε δερματοπτυχώσεων καθώς και το ποσοστό του λίπους σώματος ήταν σημαντικά διαφορετικό ($P<0.05$) μεταξύ και των τριών αθλημάτων που εξετάστηκαν άσχετα από το επίπεδο του ανταγωνισμού. Οι παίκτες της χειροσφαίρισης είχαν τις υψηλότερες ($P<0.001$) τιμές σε αυτές τις δύο μεταβλητές και οι πετοσφαιρίστριες τις χαμηλότερες, οι καλαθοσφαιρίστριες είχαν χαμηλότερες ($P<0.001$) τιμές σε σύγκριση με τις χειροσφαιρίστριες και υψηλότερες ($P<0.05$) σε σύγκριση με τις πετοσφαιρίστριες. Παρομοίως, οι χειροσφαιρίστριες είχαν το χαμηλότερο ($P<0.001$) λόγο ύψους-βάρους (HWR) λαμβανομένου υπ' όψη ότι οι πετοσφαιρίστριες παρουσίασαν το υψηλότερο ($P<0.001$) λόγο ύψους-βάρους (HWR) από όλες. Επί πρόσθετα, οι πετοσφαιρίστριες είχαν το χαμηλότερο ($P<0.001$) Δ.Μ.Σ.(δείκτη μάζας σώματος), δεδομένου ότι δεν ήταν σημαντικά διαφορετικό ανάμεσα στις παίκτριες τις χειροσφαίρισης και της καλαθοσφαίρισης. Την μικρότερη ($P<0.001$) άλιπη μάζα σώματος παρατηρήθηκε στις παίκτριες της χειροσφαίρισης, δεδομένου ότι οι πετοσφαιρίστριες και οι

καλαθοσφαιρίστριες είχαν παρόμοιες τιμές σε αυτή τη μεταβλητή, αλλά διαφορετική (P<0.05) μάζα λίπους.

TABLE II.—*Body height, body mass and composition indexes for Greek female players from different team sports (mean±SD).*

	Basketball (n=133)	Volleyball (n=163)	Handball (n=222)	F	P	Scheffe test
Body height (cm)	174.7±7.8	177.1±6.5	165.9±6.3	153.8	***	V *vs* B, H*** B *vs* H**
Body mass (kg)	71.5±10.1	69.5±7.4	65.1±9.1	20.8	***	H *vs* B, V***
HWR	42.3±1.5	43.1±1.3	41.3±1.6	65.4	***	V *vs* B, H*** B *vs* H***
BMI (kg/m^2)	23.2±2.4	22.1±1.8	23.6±2.7	17.7	***	V *vs* B, H***
Body fat (%)	24.3±3.6	23.4±2.8	25.9±3.3	29.3	***	H *vs* B, V*** B *vs* V*
Fat mass (kg)	17.5±4.6	16.3±3	17±4	3.5	*	B *vs* V*
Fat free mass (kg)	53.6±6.8	53.2±5.3	48±6	49	***	H *vs* V, B***
Sum of 5 SKFS (mm)	56.9±14.4	51.8±10.2	64.9±16.5	41	***	H *vs* B, V*** B *vs* V**

*) P<0.05, **) P<0.01, ***) P<0.001; in Scheffe test, B: basketball, V: volleyball, H: handball.

Σε όλα τα σωματομετρικά συστατικά η επίδραση του τύπου του αθλήματος ήταν υψηλά σημαντική (P<0.001). Το SDM ήταν παρόμοιο στις πετοσφαιρίστριες και τις καλαθοσφαιρίστριες, ενώ ήταν υψηλότερο (P<0.05) στις χειροσφαιρίστριες. Παρομοίως το SAM δεν διέφερε ανάμεσα στις καλαθοσφαιρίστριες και τις πετοσφαιρίστριες, αλλά ήταν υψηλότερο (P<0.001) στις χειροσφαιρίστριες.

Στην παρούσα έρευνα μελετώντας ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, δείκτες σύσταση σώματος, και σωματομετρικά συστατικά μεταξύ Ελληνίδων καλαθοσφαιριστριών, πετοσφαιριστριών και χειροσφαιριστριών, από δύο επίπεδα ανταγωνισμού, σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στις περισσότερες μεταβλητές που μελετήθηκαν είτε μεταξύ και των τριών ομάδων είτε μεταξύ των δύο αθλημάτων.

Οι πετοσφαιρίστριες ήταν οι υψηλότερες ανάμεσα στις τρεις ομάδες των αθλητών, είχαν τις χαμηλότερες τιμές λίπους σώματος και χαρακτηρίστηκαν ως ισορροπημένη ενδομορφία (3.4-2.7-2.9). Οι καλαθοσφαιρίστριες ήταν ψηλότερες και πιο ισχνές από τις αθλήτριες της χειροσφαίρισης, με τον σωματότυπό τους να χαρακτηρίζεται ως μεσο-ενδομορφικός (3.7-3.2-2.4). Οι αθλήτριες της χειροσφαίρισης ήταν οι πιο κοντές απ' όλες, είχαν το υψηλότερο ποσοστό λίπους σώματος και ο σωματότυπός τους ήταν μεσο-ενδομορφικός (4.2-4.7-1.8).

Η καλαθοσφαίριση, η πετοσφαίριση και η χειροσφαίριση χρειάζονται ψηλούς αθλητές, από τη στιγμή που το ύψος επηρεάζει θετικά όλα τα τμήματα του σώματος και, διαδοχικά η απόδοση επηρεάζεται [84,85,133]. Οι σημαντικές διαφορές που διαπιστώθηκαν στο ύψος ανάμεσα στα τρία αθλήματα που ερευνήθηκαν μπορούν πιθανόν να ερμηνευτούν για μια πιο αυστηρή επιλογή νέων αθλητών κυρίως στην πετοσφαίριση και, δευτερευόντως, στην καλαθοσφαίριση. Στη χειροσφαίριση, φαίνεται ότι το ύψος δεν είναι ένα κριτήριο επιλογής αθλητών, καθώς η μέση τιμή αυτής της μεταβλητής που καταγράφεται σε αυτή τη μελέτη είναι χαμηλότερη από τις αντίστοιχες τιμές στα άλλα δύο αθλήματα, και είναι κοντά

στις μέσες τιμές του ύψους που διαπιστώθηκαν στο πρότυπο των Ελληνίδων γυναικών στην ηλικία των 18 ετών (162.63cm) [96].

Σε σύγκριση των πετοσφαιριστριών αυτής της μελέτης με άλλες ομάδες πετοσφαίρισης που μελετήθηκαν στη βιβλιογραφία βρέθηκε ότι δεν είναι κατώτερες σχετικά με το ύψος, πρόσφατες παρόμοιες μελέτες με συγκρινόμενο δείγμα χαρακτηριστικών αναφέρουν σχεδόν ίδιες τιμές στο ύψος (177.6 cm [92], 176.1 cm) [94]. Σχετικά με το ύψος των καλαθοσφαιριστριών και των χειροσφαιριστριών, οι τιμές της παραπάνω μελέτης είναι χαμηλότερες από αυτές των πρόσφατων μελετών που ερευνούν αθλητές Εθνικών ομάδων των οποίων το εύρος κυμαίνεται μεταξύ 176 και 181.8 cm στις καλαθοσφαιρίστριες [72,86,89,90,141] και 166.8 έως 170 cm στις χειροσφαιρίστριες. [72,90,132,133]

Όσον αφορά τις διαστάσεις του βραχίονα και του ποδιού, Gualdi-Russo et al. [92] καθώς και η Παπαδοπούλου et al. [94] έχουν παρατηρήσει στο δικό τους δείγμα σε παίκτριες πετοσφαίρισης τιμές παρόμοιες με αυτής της μελέτης (δικέφαλος 28.8 και 29.1 cm, γαστροκνημιαία 37.3 cm, στις δύο μελέτες αντιστοίχως). Επίσης, παρόμοιες τιμές με αυτές των παικτριών της καλαθοσφαίρισης της παραπάνω μελέτης έχουν μετρηθεί στην Εθνική ομάδα καλαθοθοσφαίρισης. [89]

Η αξιοπιστία της έκφρασης του λίπους σώματος ως ποσοστό του βάρους έχει δεχτεί επικρίσεις [142]. Εντούτοις, στην παρούσα μελέτη υπολογίστηκε επίσης το άθροισμα των 5 δερματοπτυχών ως ένα εναλλακτικό δείκτη λίπους σώματος [142]. Ανεξάρτητα του τρόπου έκφρασης του λίπους σώματος, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν την ίδια εικόνα και στις τρεις ομάδες υπό εξέταση. Τα ποσοστά λίπους ποικίλαν ανάμεσα στις τρεις ομάδες αθλητών, με τις πετοσφαιρίστριες να παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές, και τις καλαθοσφαιρίστριες να έχουν χαμηλότερες τιμές από τις χειροσφαιρίστριες. Αυτό που είναι ενδιαφέρον αλλά αναμενόμενο, γενικά και στα τρία αθλήματα, το λίπος σώματος αντίστροφα σχετίζονταν ($P<0.05$) με τις ώρες προπόνησης αναφερθείς από τους προπονητές.

Μία σύγκριση του ποσοστού λίπους σώματος που παρατηρήθηκε στην μελέτη με αντίστοιχες τιμές άλλων αθλητών, που όμως ήταν διαφορετικής ηλικίας και επιπέδου ανταγωνισμού, δείχνουν ότι όλοι οι αθλητές της παρούσας μελέτης και στα τρία τα αθλήματα, είχαν υψηλότερο λίπος σώματος. Ειδικά, αν πάρουμε υπόψη την καλαθοσφαίριση, χαμηλότερες τιμές λίπους σώματος έχουν αναφερθεί στην Εθνική ομάδα αθλητών [141], σε νεότερους αθλητές [87], καθώς και σε αθλητές αθλοπαιδιών γενικά [84], όπου τιμές παρόμοιες με το δείγμα καλαθοσφαιριστριών της παρούσας μελέτης βρέθηκε

μόνο σε μια ομάδα αθλητών καλαθοσφαίρισης κολεγίου [97] και υψηλότερες τιμές σε μία ομάδα μέσης κατηγορίας παικτών [88]. Στην πετοσφαίριση, μικρότερο λίπος σώματος έχει αναφερθεί σε αθλητές μικρότερης ηλικίας (αθλητές κολλεγίου) [93,98] και διαφορετικό επίπεδο ανταγωνισμού σε αθλητές Εθνικής ομάδας [45,82,94] , εντούτοις παρόμοιες τιμές λίπους σώματος με τις ομάδες των πετοσφαιριστριών αυτής της έρευνας έχουν καταγραφεί μόνο σε μία μελέτη, που έχει να κάνει με ερασιτέχνες πετοσφαιρίστριες [91]. Προφανώς, ένας λόγος για το αρκετά μεγάλο ποσοστό λίπους σώματος που είδαμε στους αθλητές της παρούσας μελέτης συγκρινόμενο με άλλα αντίστοιχα δεδομένα της βιβλιογραφίας μπορεί να είναι λόγω των διαφορετικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για να καθορίσουν αυτή τη τιμή στις ποικίλες μελέτες. Συνεπώς, για παράδειγμα, το χαμηλότερο ποσοστό τιμών λίπους σώματος που παρατηρήθηκε σε δύο προαναφερθείς μελέτες [93,94] όπου μελέτησαν αθλήτριες πετοσφαίρισης θα μπορούσε να προέρχεται από τη χρήση της μεθόδου του Jackson και Pollock [48] , η οποία έδειξε [100] να δίνει χαμηλότερες τιμές από τη μέθοδο του Durnin και Womersley [3] που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, απ' την άλλη μεριά, χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν επίσης σε μία μελέτη [45] όπου χρησιμοποιήθηκε η ίδια μέθοδος όπως και στην παρούσα μελέτη.

Τα απροσδόκητα υψηλά ποσοστά λίπους σώματος που παρατηρήθηκαν στις Ελληνίδες αθλήτριες ομαδικών αθλημάτων, και συγκεκριμένα στις καλαθοσφαιρίστριες και στις χειροσφαιρίστριες επιπλέον επαληθεύεται από τις ακόλουθες δύο παρατηρήσεις: Πρώτον, σε ορισμένες περιπτώσεις αυτών των αθλητών οι τιμές του ΔΜΣ (Δείκτης Μάζας Σώματος) φτάνουν εκείνες των υπέρβαρων γυναικών (25kg/m²) [101] . Στην παρούσα μελέτη, ο ΔΜΣ ήταν 23.2 kg/m² στις καλαθοσφαιρίστριες και 23.6 kg/m² στις χειροσφαιρίστριες, τιμές οι οποίες είναι οι υψηλότερες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, από τότε που οι αντίστοιχες τιμές του ΔΜΣ μετρήθηκαν είτε στην Εθνική ομάδα είτε στης μέσης κατηγορίας παικτών να εκτείνονται στο εύρος ανάμεσα 21 και 22.6 kg/m², στην καλαθοσφαίριση [72,86-90,102,103,132,133,141] και μεταξύ 22.1 και 22.8 kg/m², στην χειροσφαίριση [72,90,132,133]. Δευτερευόντως, το ποσοστό τιμών του λίπους σώματος που παρατηρήθηκε στο δείγμα της παρούσας μελέτης παικτών ομαδικών αθλημάτων, και συγκεκριμένα στους παίκτες χειροσφαίρισης (25.9±3.3), φαίνεται να είναι πολύ κοντά στη μέση τιμή που παρατηρήθηκε σε ένα Ελληνικό γυναικείο πληθυσμό (24.9%) παρόμοιας ηλικίας (18-19 χρονών) που πήραν μέρος σε ψυχαγωγικές φυσικές δραστηριότητες [104] , καθώς και προς το μέσο όρο του γενικού γυναικείου πληθυσμού της Μεγάλης Βρετανίας (26% και 29% για τις ηλικίες 17-19 και 20-29 χρονών, αντιστοίχως) [3] . Θα ήταν αναμενόμενο ότι ο αθλητικός πληθυσμός της παρούσας μελέτης θα είχε αρκετά

χαμηλότερο ποσοστό λίπους σώματος από αυτές τις γυναίκες, οι οποίες δεν είναι αθλήτριες, μιας και η συστηματική αθλητική προπόνηση συνεισφέρει ουσιαστικά στη μείωση του λίπους σώματος ενώ αυξάνεται η άλιπη μάζα σώματος [105] . Οι αθλήτριες της πετοσφαίρισης που πήραν μέρος στην παρούσα μελέτη έχουν συνειδητά χαμηλότερο ΔΜΣ από τις άλλες δύο ομάδες αθλητριών που εξετάστηκαν. Οι τιμές του ΔΜΣ που είδαμε στη βιβλιογραφία για αθλήτριες πετοσφαίρισης διαφορετικής ηλικίας, η εθνικότητα και το επίπεδο ανταγωνισμού ποικίλουν και έχουν εύρος μεταξύ 20.5 και 22.5 kg/m² [45,72,84,91-95,98,106,132,133]. Η μέση τιμή που βρέθηκε στην παρούσα μελέτη (22.1 kg/m²) είναι πολύ κοντά στις αντίστοιχες τιμές που αναφέρονται σε δύο πρόσφατες έρευνες που έχουν μελετηθεί πετοσφαιρίστριες με παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά του δείγματος: μία μελέτη [95] που διεξήχθει σε Ελληνίδες πετοσφαιρίστριες αποκάλυψε μέση τιμή ΔΜΣ 21.9 kg/m² και μία άλλη μελέτη [92] που διεξήχθει σε Ιταλίδες παίκτριες των οποίων η μέση τιμή ΔΜΣ ήταν 22.5 kg/m². Αυτή η ομοιότητα των τιμών του ΔΜΣ και στις τρεις μελέτες μπορεί να εξηγηθεί από τη γεωγραφική εγγύτητα των Ελλήνων και των Ιταλών και της Μεσογειακής διατροφής που επικρατεί στις δύο χώρες η οποία επηρεάζει το ΔΜΣ [107] .

Γενικά, στα άρθρα που ερευνούν γυναίκες αθλήτριες διεθνούς επιπέδου, οι καλαθοσφαιρίστριες και χειροσφαιρίστριες έχουν παρουσιαστεί με μεσο-ενδομορφικό σωματότυπο και αυτά τα σωματοτυπικά προφίλ δεν έχουν αλλάξει ακόμα και στις πιο πρόσφατες μελέτες. Στις χειροσφαιρίστριες, αντιθέτως, αν και η μεσομορφία έχει βρεθεί να είναι το πρωταρχικό συστατικό του σωματότυπού τους τις τελευταίες δύο δεκαετίες, υπάρχουν ενδείξεις στις τελευταίες μελέτες ότι το εκτομορφικό συστατικό ίσως πάρει τη θέση του μεσομορφικού. Η διαπίστωση ότι η μυϊκή μάζα είναι πιο σημαντική στις χειροσφαιρίστριες, δευτερευόντως στις καλαθοσφαιρίστριες και τελευταία στις πετοσφαιρίστριες είναι αρκετά ενδιαφέρον, ειδικά κάτω από την προσεκτική παρατήρηση ότι οι χειροσφαιρίστριες είχαν τα λιγότερα χρόνια και ελάχιστο όγκο προπόνησης συγκριτικά με τους αθλητές των άλλων δύο αθλημάτων. Εντούτοις, από τα τρία αθλήματα που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη, η χειροσφαίριση χαρακτηρίζεται από την πιο έντονη επαφή σώματος, συχνότητα και ισχυρές συγκρούσεις και, επιπλέον, παίζεται στο μεγαλύτερο γήπεδο (800m² vs 392m² στην καλαθοσφαίριση και 162m² στην πετοσφαίριση).

Συμπερασματικά, σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στα περισσότερα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν, σε παραμέτρους της σύστασης σώματος και συστατικά του σωματότυπου είτε ανάμεσα στις Ελληνίδες αθλήτριες και των τριών ομάδων είτε μεταξύ μόνο των δύο αθλημάτων που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη. Οι πετοσφαιρίστριες ήταν οι υψηλότερες και πιο ισχνές όλων με τις υψηλότερες τιμές σε εκτομορφία. Οι χειροσφαιρίστριες, απ' την άλλη, ήταν οι πιο κοντές όλων με τις

υψηλότερες τιμές σε λίπος σώματος και σε ενδομορφία, είχαν την υψηλότερη μεσομορφία επίσης, αλλά και την καλύτερη ομοιογένεια στον σωματότυπό τους. Οι τιμές των αθλητριών της καλαθοσφαίρισης σε ύψος και ποσοστό λίπους σώματος ήταν ανάμεσα στις άλλες δύο ομάδες αθλητριών με υψηλότερη μεσομορφία και ενδομορφία σε σύγκριση με τις πετοσφαιρίστριες. Οι αθλητές του υψηλότερου επιπέδου ανταγωνισμού ήταν ψηλότερες, ισχνότερες και βαρύτερες και η ομάδα τους ήταν πιο ομογενοποιημένη σε σωματομετρικά χαρακτηριστικά.

Τέλος, ο σωματότυπος και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητών στα ομαδικά αθλήματα, σχετίζονται τόσο με το είδος του αθλήματος, όσο και με την αγωνιστική θέση (**Bakler, 2000**[108]). Αυτό είναι λογικό αφού το κάθε άθλημα ξεχωριστά έχει διαφορετικές απαιτήσεις και ιδιαιτερότητες σε σωματότυπο και σε ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά τόσο σε γενική μορφή, όσο και ειδικά σε κάθε αγωνιστική θέση. Συγκεκριμένα θα λέγαμε ότι το σωματικό ανάστημα, το μήκος άνω - κάτω άκρων και το βάρος σώματος θα πρέπει να σχετίζονται με τις συγκεκριμένες αγωνιστικές θέσεις μέσα στο ίδιο το άθλημα (**Ackland et al., 1994**[143]**, Ramadan & Byrd, 1987**[109]**, Roche, Heymsfield, & Lohman, 1996**[144]). Αυτός εξάλλου είναι και ο λόγος που διαφέρουν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά μεταξύ των αθλητών διαφορετικών αθλημάτων.

Ξεχωριστά για κάθε ομαδικό άθλημα, υπάρχει σχέση μεταξύ υψηλής αθλητικής απόδοσης και αντίστοιχων ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών όπως: σωματικό ανάστημα, ποσοστό σωματικού λίπους και μυϊκή μάζα. Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και ο σωματότυπος, παίζουν σημαντικό ρόλο στην αθλητική απόδοση, καθώς επίσης και στη διαβάθμιση και ταξινόμηση των αθλητών ανά κατηγορία και αγωνιστική θέση. Κατά επέκταση, οι μεγάλες επιτυχίες σε ένα άθλημα εξαρτώνται κατά μεγάλο μέρος από το σωματότυπο και το επίπεδο των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των αθλητών (**Bota, 1984**[145]**, Hošek & Pavlin, 1983**[110]). Παρόλα αυτά τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δεν είναι τα μόνα που καθορίζουν το τελικό αποτέλεσμα σε έναν αγώνα (**Rienzi et al.,1999**) [111], αφού και άλλοι παράγοντες όπως οι τεχνικοτακτικές, οι κινητικές και οι κιναισθητικές ικανότητες καθορίζουν τις επιδόσεις ενός αθλητή (**Μπάγιος, 1999**) [146] [63].

Περισσότερα δεδομένα χρειάζονται σίγουρα για να καθορίσουμε το ανθρωπομετρικό προφίλ αθλητριών ομαδικών αθλημάτων που διεξάγονται με τη χρήση μπάλας και επίσης να επιτραπεί η σύγκριση τιμών ανάμεσα στα αθλήματα καθώς και ανάμεσα σε αθλητές πολλών χωρών και ποικίλων επιπέδων ανταγωνισμού. [112]

Β΄ ΜΕΡΟΣ:

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά αποτελούν ένα από τα βασικά κριτήρια επιλογής των αθλητριών πετοσφαίρισης και είναι καθοριστικά για μια επιτυχή αθλητική σταδιοδρομία υψηλού επιπέδου. Πράγματι το άθλημα αυτό απαιτεί ειδικά χαρακτηριστικά από τις αθλήτριες ώστε να μπορούν να έχουν υψηλή απόδοση κατά τη διάρκεια του αγώνα.

Η υψηλή επίδοση κατά την πετοσφαίριση απαιτεί συγκεκριμένα φυσιολογικά, ψυχολογικά και κινησιολογικά γνωρίσματα τα οποία είναι καλλιεργήσιμα με την προπόνηση υπό την προϋπόθεση, ότι οι πετοσφαιρίστριες φέρουν τα κατάλληλα μορφολογικά χαρακτηριστικά (Carter 1985[130]).

Στα ομαδικά αθλήματα, ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ολυμπιακών αθλητών [72,132], εις βάρος των αθλητών εθνικού επιπέδου. Επιπλέον, ο αριθμός των μελετών που ασχολείται με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αθλητριών πετοσφαίρισης είναι μάλλον μικρό σε σύγκριση με τους άνδρες αθλητές. Αρκετές μελέτες οι οποίες έχουν αναλύσει μορφολογικά χαρακτηριστικά αθλητριών υψηλού επιπέδου πετοσφαίρισης [45,72,84,91-95,132,133] υπάρχουν στην βιβλιογραφία, αλλά οι περισσότερες από αυτές δεν εξετάζουν όλο το φάσμα μορφολογικών χαρακτηριστικών, αφού υστερούν είτε από ανθρωπομετρικά ή σύσταση σώματος ή μετρήσεις σωματότυπων.

Απ' την άλλη ελάχιστες πρόσφατες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία που διαπραγματεύονται τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αθλητριών πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου (Spence et al. 1980[106], Montecinos et al. 1982[131], Puhl et al. 1982[71], Carter 1981[132], βλέπε Carter and Heath 1990[133]), στις οποίες διαφαίνεται ότι ο σωματότυπος που επικρατεί στις πετοσφαιρίστριες είναι ο μεσο-ενδομορφικός και ότι η απόδοση βελτιώνεται με την αύξηση του μυϊκού ιστού και του εξωμορφικού συστατικού.

Για την πετοσφαίριση υπάρχουν μερικές έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία που αφορούν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και τη σύσταση σώματος εκ των οποίων εκείνη του Gualdi Russo et al. [92] θεωρείτε ως η πιο εκτενής. Μία μελέτη στα μορφολογικά χαρακτηριστικά Ελληνίδων πετοσφαιριστριών επιδίωξε ο Geladas et al. [45] και δύο άλλες μελέτες και το ίδιο θέμα ακολούθησαν [94,95]

Η ελληνική βιβλιογραφία είναι πενιχρή με βάση τα ελάχιστα δεδομένα που υπάρχουν (Tokmakidis et al. 1986). Εκτιμάται ότι οι ελληνίδες πετοσφαιρίστριες σε

σύγκριση με διεθνούς επιπέδου συναθλήτριές τους υπολείπονται μορφολογικών χαρακτηριστικών και ότι τούτο το έλλειμμα, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, συμβάλλει στις μέτριες εμφανίσεις της εθνικής μας ομάδας μέχρι σήμερα. Επίσης υποτίθεται ότι, όσον αφορά το σωματότυπο, δεν γίνεται η ενδεδειγμένη επιλογή των ελληνίδων πετοσφαιριστριών, σε όλα τα επίπεδα επιδεξιότητας και αγωνιστικής κατηγορίας.

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στο να εξετάσει τη σύσταση σώματος και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αθλητριών πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου. Εν πρώτοις , αξιολογούνται τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και η σύσταση σώματος σε Ελληνίδες αθλήτριες πετοσφαίρισης Α1 Εθνικής κατηγορίας και εν δευτέροις συγκρίνονται με αντίστοιχες Ελληνίδες αθλήτριες πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου.

8.0 ΔΕΙΓΜΑ

Στόχος της έρευνας είναι να μελετηθεί η σύσταση σώματος και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά σε αθλήτριες πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου. Η έρευνα έγινε τον Νοέμβριο του 2007 σε 12 αθλήτριες πετοσφαίρισης τις ομάδας του ΟΣΦΠ (Ολυμπιακός Σύνδεσμος Φίλαθλων Πειραιώς). Οι αθλήτριες που συμμετείχαν στην ερευνά αυτή ήταν ηλικίας 27 ± 3,22 και η ενασχόληση τους με τη πετοσφαίριση ήταν κατά μέσο όρο 14,6 ± 3,03 έτη. Η περίοδος που πραγματοποιήθηκε η έρευνα αυτή ήταν αγωνιστική και οι αθλήτριες είχαν καθημερινή προπόνηση σε γυμναστήριο, βάρη, και προπόνηση στο γήπεδο. Η συχνότητα της προπόνησης τους ήταν 6 φορές/ εβδομάδα με καθημερινή προπόνηση σε γυμναστήριο, βάρη, και προπόνηση στο γήπεδο. Επίσης κάθε εβδομάδα λάμβαναν μέρος σε έναν αγώνα. Η διάρκεια της προπόνησης τους ήταν 2.5-3 ώρες και το είδος της προπόνησης μικτή. Συνήθως αγωνιστική μέρα ήταν το Σάββατο ή η Κυριακή. Κατά την διάρκεια της εβδομάδας είχαν ένα ρεπό ως επί το πλείστον μετά την αγωνιστική μέρα. Πριν την συμμετοχή των αθλητριών στη μελέτη ενημερώθηκαν τόσο για τις μετρήσεις όσο και για την πλήρη εχεμύθεια στα προσωπικά τους στοιχεία.

9.0 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

Βάρος και ύψος

Το βάρος μετρήθηκε με τη χρησιμοποίηση ζυγού ακρίβειας και το ύψος με αναστημόμετρο. Στις μετρήσεις οι αθλήτριες φορούσαν ελαφριά αθλητική ενδυμασία άνευ υποδημάτων. Μεσώ των δυο αυτών μετρήσεων υπολογίστηκε ο ΔΜΣ ως ο λόγος του βάρους (kg) προς το τετράγωνο του ύψους (m) (B/Y^2).

Δερματοπτυχές και σύσταση σώματος

Με ανελαστική μεζούρα ακρίβειας 0,1 εκατοστών έγινε η μέτρηση της περιφέρειας μέσου βραχίονα που αντικατοπτρίζει το πάχος του σκελετικού μυός, του υποδόριου λίπους καθώς και το πάχος του οστού στην περιοχή του μέσου βραχίονα. Όταν η μέτρηση της περιφέρειας μέσου βραχίονα συνδυάζεται με τη μέτρηση της δερματικής πτυχής τρικεφάλου, μπορεί να υπολογιστεί η μυϊκή περιφέρεια και η μυϊκή επιφάνεια του μέσου βραχίονα. Οι δείκτες αυτοί θεωρείται ότι εκτιμούν με εγκυρότητα διαφορές μεταξύ των ατόμων ως προς τη μυϊκή τους μάζα αλλά και τις αλλαγές που συμβαίνουν εξαιτίας παθολογικών καταστάσεων ή περιβαλλοντικών παραγόντων.

Η μέτρηση της περιφέρειας μέσου του βραχίονα πραγματοποιείται στο μέσο της απόστασης από το ακρώμιο ως το ωλέκρανο. Για να γίνει η μέτρηση, ο εξεταζόμενος στέκεται όρθιος αφήνοντας το χέρι του να κρέμεται χαλαρό δίπλα στο σώμα και με την παλάμη στραμμένη προς το μηρό. Η μέτρηση πραγματοποιείται με μια μη έκτατη ταινία και καταγράφεται στο πλησιέστερο 0, 1 cm.

Η μέτρηση των δερματικών πτυχών έγινε με την χρήση του δερματοπτυχόμετρου Harpender (Skin Fold Caliper HSK-BI by British Indicators), ακρίβειας 0,1mm. Μετρήθηκε το πάχος οκτώ δερματοπτυχών :

Υποπλατιαία : ένα εκατοστό κάτω γωνία της ωμοπλάτης, με διαγώνια κατεύθυνση. Εικόνα 9.1 Α

Μασχαλιαία : στην μεσομασχαλιαία γραμμή, στο υψος της ξιφοειδούς απόφυσης, με οριζόντια κατεύθυνση. Εικόνα 9.1 Β

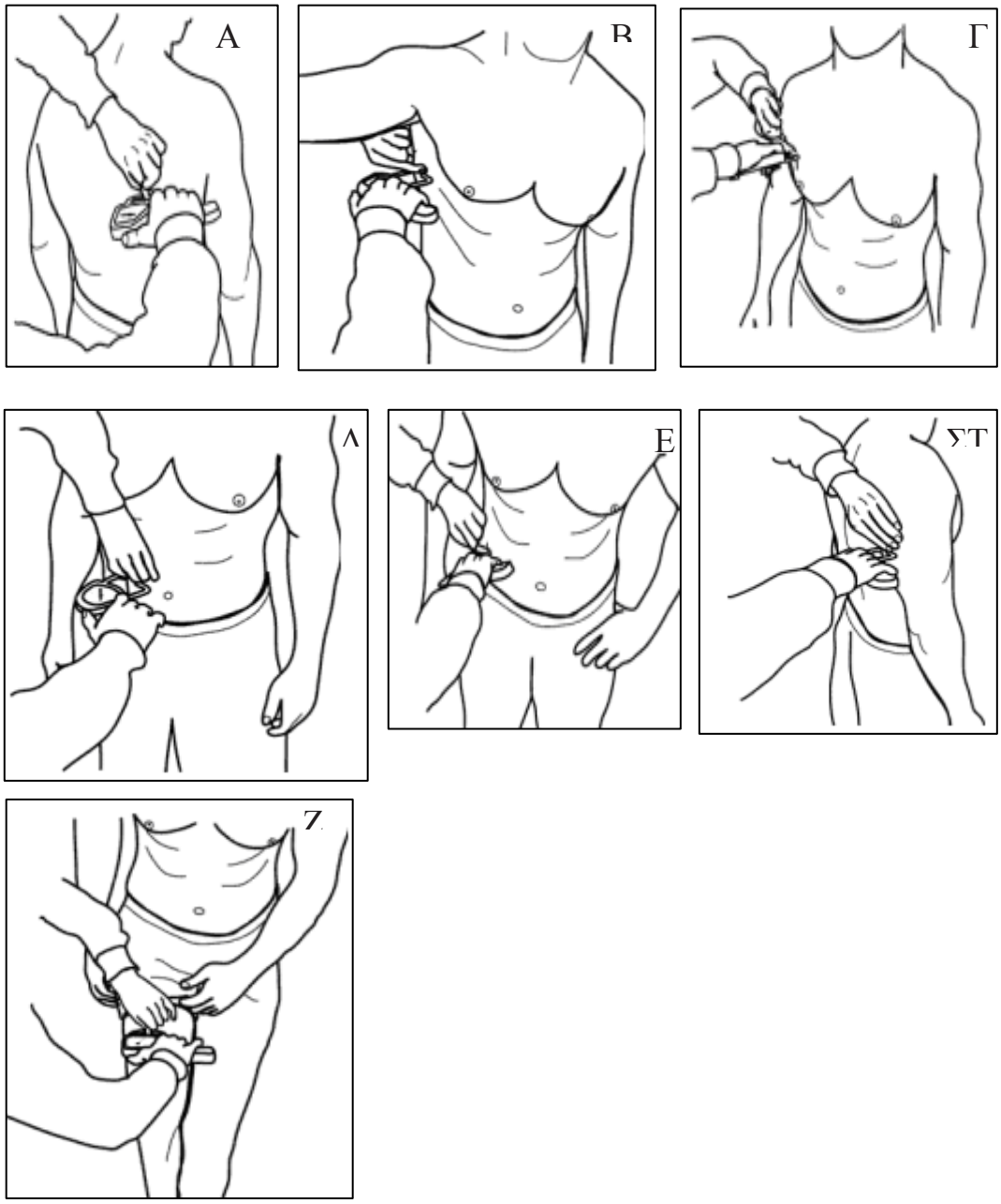
Στήθος: στο μέσο της απόστασης μεταξύ μασχάλης και θηλής, με διαγώνια κατεύθυνση. Εικόνα 9.1 Γ

Κοιλιακή : δυο εκατοστά πλάγια από τον ομφαλό, με κατακόρυφη φορά. Εικόνα 9.1 Δ

Υπερλαγόνια : πάνω από το λαγόνιο οστό, κατά μήκος της πρόσθιας μασχαλιαίας γραμμής, με διαγώνια φορά. Εικόνα 9.1 Ε

Τρικέφαλος: στο μέσο του πίσω μέρους του βραχίονα, με κατακόρυφη φορά.Εικόνα 9.1 ΣΤ
Δικέφαλος : στο μέσο του πρόσθιου μέρους του βραχίονα, με κατακόρυφη φορά. Εικόνα
Μηριαία: στο μέσο του μηρού, με κατακόρυφη φορά. Εικόνα 9.1 Ζ

Οι μέτρησης έγιναν από την δεξιά πλευρά των αθλητριών, κάθε σημείο μετρήθηκε πέντε φορές και στην συνεχεία υπολογίστηκε ο μέσος όρος τον πέντε τιμών.
Για την εκτίμηση της κατανομής λίπους στο κέντρο και την περιφέρεια του σώματος χρησιμοποιήθηκε ο λόγος του αθροίσματος των δερματικών πτυχών περιφερειακών σημείων. Κεντρικές χαρακτηρίζονται οι πτυχές την κοιλιακή, υποπλατία και λαγόνια περιοχή, ενώ περιφερειακές οι πτυχές του δικέφαλου, τρικεφάλου, μηρού και γαστροκνημίου.



9.2 ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΩΜΑΤΙΚΟΥ ΛΙΠΟΥΣ

Για την εκτίμηση του ποσοστού (%) σωματικού λίπους χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις στις δερματοπτυχές, με την χρήση εξισώσεων πρόβλεψης, προσαρμοσμένες για το φύλο και την ηλικία του δείγματος μας.

Εξισώσεις:

Jackson & Pollock (1980)-Γυναίκες 7skf[49]

BD= (1,097-(0,00046971 * (7SKF)) +(0,00000056 * (7SKF)²)-(0,00012828 * ηλικία))

%BF=((496/BD)- 451)) [6] % BF: Ποσοστό λιπώδους μάζας

7SKF: άθροισμα 7 δερματικών πτυχών (Μηρός, Στήθος, Υπερλαγόνιος, Κοιλιακός, Τρικέφαλος, Υποπλατιαίος, Μεσομασχαλιαίος)

Jackson & Pollock (1980)-Γυναίκες 3skf[49]

BD=(1,0994921-(0,0009929*(3SKF)) +(0,0000023*(3SKF) 2)-(0,0001392*ηλικία))

%BF=((496/BD)- 451)) [6] % BF: Ποσοστό λιπώδους μάζας

3SKF: άθροισμα 3ων δερματικών πτυχών (Μηρός, Τρικέφαλος, Μεσομασχαλιαίος)

Durnin and Womersley 1974. [3]

BD=(c – (m × log skf))

Log skf: 4SKF (τρικέφαλος, υποπλατιαίος, υπερλαγόνιος, δικέφαλος)

c , m: πίνακας

%BF=((496/BD)- 451)) [6] % BF: Ποσοστό λιπώδους μάζας

Evans et al.(2005) 7skf[99]

%BF=(10,566+(0,12077*(7SKF))-(8,057*(φύλο))-(2,545*(φυλή))

7SKF: (Μηρός, Στήθος, Μεσομασχαλιαίος, Κοιλιακός, Τρικέφαλος, Υποπλατιαίος, Υπερλαγόνιος,)

Φύλο: γυναίκα=0, άνδρας=1 Φυλή: καυκάσια=0, νέγροι=1

Evans et al.(2005) 3skf[99]

%BF=(8,997+(0,24658*(3SKF)) –(6,343*(φύλο)) –(1,998*(φυλή))

%BF: Ποσοστό λιπώδους μάζας

3SKF: (Μηρός, Κοιλιακός, Τρικέφαλος)

Φύλο: γυναίκα=0, άνδρας=1 Φυλή: καυκάσια=0, νέγροι=1

% BF=200πα-100π²α²

α= TSF (mm)/[MAC(cm)*10].

M.A.C (mid-arm circumference) = η περίμετρος του βραχίονα (cm)

TSF (Triceps Skin-fold) = το πάχος της δερματικής πτυχής του τρικεφάλου (mm)

10.0 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η συσχέτιση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν εξετάσθηκε μέσω της χρήσης του στατιστικού υπολογιστικού προγράμματος spss (16.1).

Correlations

		BMI	Jackson & Pollack %BF (7SKF)	Jackson & Pollack %BF (3SKF)	Evans et al. %BF (7SKF)	Evans et al. %BF (3SKF)	Durnin & Womersley % BF (4SKF)	MAC, TSF % BF (TSF,MAC)
BMI	Pearson Correlation	1	,564	,526	,562	,690*	,547	,595*
	Sig. (2-tailed)	,	,056	,079	,057	,013	,066	,041
	N	12	12	12	12	12	12	12
Jackson & Pollack %BF (7SKF)	Pearson Correlation	,564	1	,829**	,997**	,912**	,685*	,532
	Sig. (2-tailed)	,056	,	,001	,000	,000	,014	,075
	N	12	12	12	12	12	12	12
Jackson & Pollack %BF (3SKF)	Pearson Correlation	,526	,829**	1	,813**	,849**	,516	,718**
	Sig. (2-tailed)	,079	,001	,	,001	,000	,086	,009
	N	12	12	12	12	12	12	12
Evans et al. %BF (7SKF)	Pearson Correlation	,562	,997**	,813**	1	,905**	,672*	,514
	Sig. (2-tailed)	,057	,000	,001	,	,000	,017	,087
	N	12	12	12	12	12	12	12
Evans et al. %BF (3SKF)	Pearson Correlation	,690*	,912**	,849**	,905**	1	,472	,576
	Sig. (2-tailed)	,013	,000	,000	,000	,	,121	,050
	N	12	12	12	12	12	12	12
Durnin & Womersley % BF (4SKF)	Pearson Correlation	,547	,685*	,516	,672*	,472	1	,599*
	Sig. (2-tailed)	,066	,014	,086	,017	,121	,	,040
	N	12	12	12	12	12	12	12
MAC, TSF % BF (TSF,MAC)	Pearson Correlation	,595*	,532	,718**	,514	,576	,599*	1
	Sig. (2-tailed)	,041	,075	,009	,087	,050	,040	,
	N	12	12	12	12	12	12	12

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.1 συσχετίσεις ποσοστού σωματικού λίπους με τις μεθόδους των Jackson & Pollock των 7 skf , Jackson & Pollock των 3 skf , Evans et al των 7 skf, Evans et al των 3 skf, Durnin and Womersley, του Μέσου Βραχίονα και με το BMI

%BF MAC,TSF: ποσοστό λίπους μέσου βραχίονα.

Από τα παραπάνω δεδομένα παρατηρούμε πως υπάρχει σημαντικά στατιστική θετική συσχέτιση μεταξύ :

Σχήμα 10.1.Α.: BMI - Evans et al.(2005) 3 skf

Σχήμα 10.1.Β.: BMI - %BF MAC, TSF

Σχήμα 10.2.Α.: Jackson & Pollock (1980) 7 skf - Jackson & Pollock (1980) 3 skf

Σχήμα 10.2.Β.: Jackson & Pollock (1980) 7 skf - Evans et al.(2005) 7 skf

Σχήμα 10.2.Γ.: Jackson & Pollock (1980) 7 skf - Evans et al.(2005) 3 skf

Σχήμα 10.2.Δ.: Jackson & Pollock (1980) 7 skf - Durnin and Womersley 1974

Σχήμα 10.3.Α.: Jackson & Pollock (1980) 3 skf - Evans et al.(2005) 7 skf

Σχήμα 10.3.Β.: Jackson & Pollock (1980) 3 skf - Evans et al.(2005) 3 skf

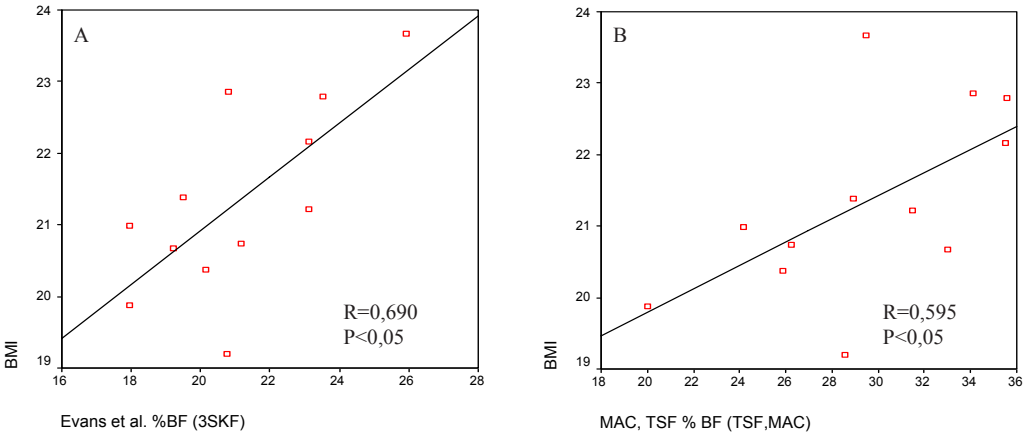
Σχήμα 10.3.Γ.: Jackson & Pollock (1980) 3 skf - %BF MAC, TSF

Σχήμα 10.4.Α.: Evans et al.(2005) 7 skf - Evans et al.(2005) 3 skf

Σχήμα 10.4.Β.: Evans et al.(2005) 7 skf - Durnin and Womersley 1974

Σχήμα 10.5.Α.: Durnin and Womersley 1974 - %BF MAC, TSF

Σχήμα 10.1

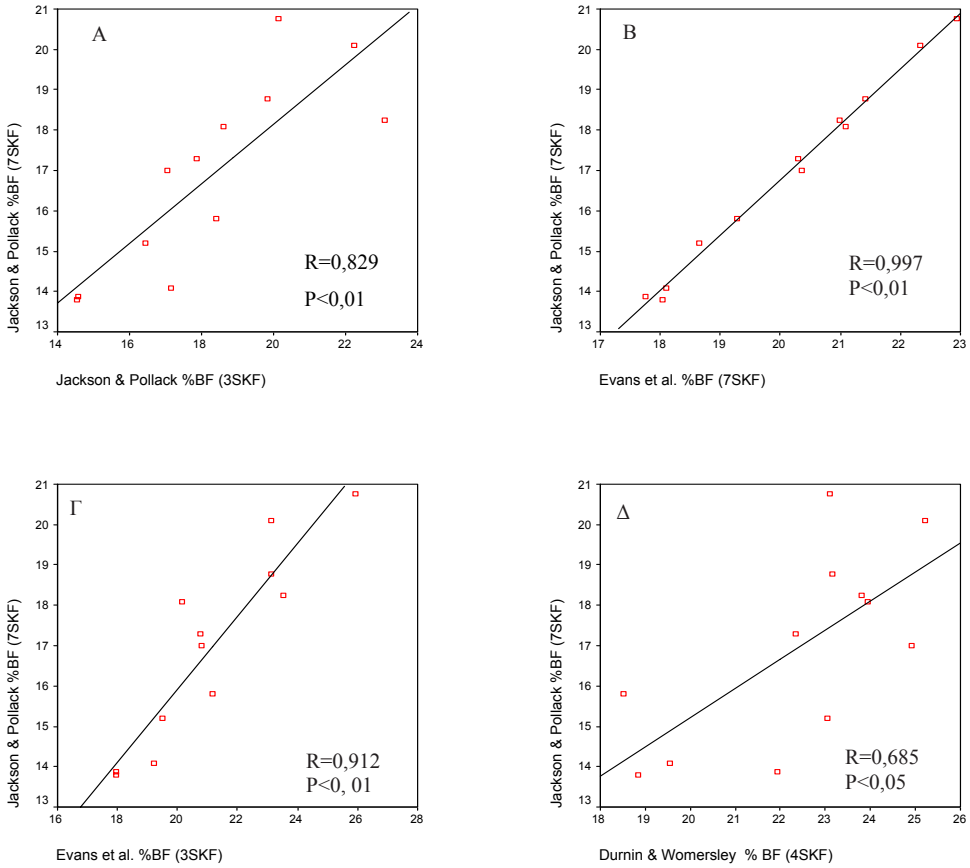


Σχήμα 10.1 συσχέτιση (mean) BMI: A) Evans 3 Skf , B) %BF MAC, TSF

Στο Σχήμα 10.1.Α παρατηρούμε την σημαντικά θετική συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ BMI και % BF με την μέθοδο Evans 3 Skf . Η συσχέτιση αυτή ήταν αναμενόμενη. Παρατηρούμε την απόκλιση δύο σημείων από την γραμμική εξίσωση πιθανόν λόγο κάποιου οιδήματος ή τραυματισμού στα σημεία που μετρήθηκαν.

Στο Σχήμα 10.1.Β παρατηρούμε την αναμενόμενη σημαντικά θετική αναλογία BMI και % BF μέσου βραχίονα. Παρατηρούμε την μεγάλη απόκλιση δύο σημείων και τη μικρότερη ενός τρίτου πιθανότατα πάλι λόγο κάποιου τραυματισμού ή οιδήματος στη περιοχή του βραχίονα.

Σχήμα 10.2



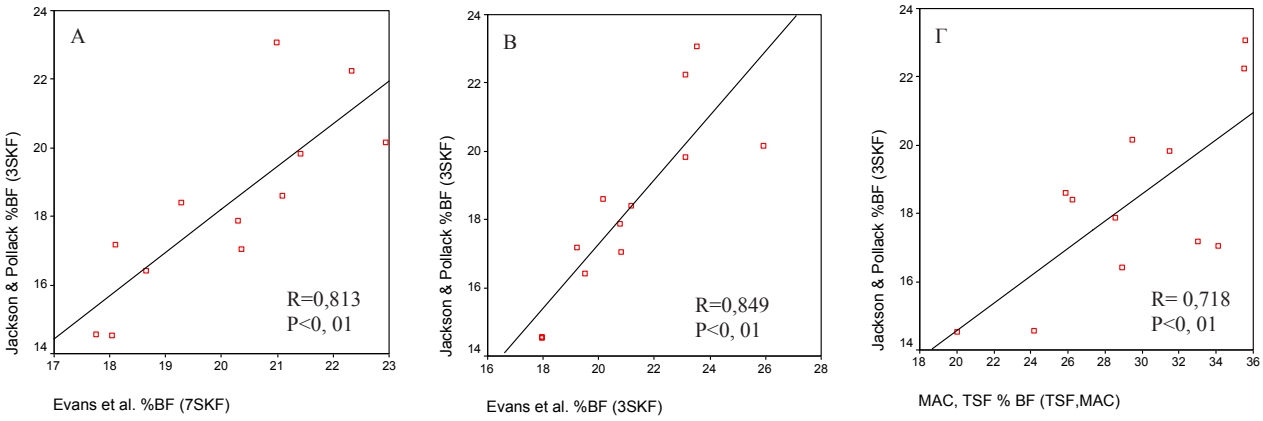
Σχήμα 10.2 συσχέτιση (mean) Jackson & Pollock 7Skf : Α) Jackson & Pollock 3 Skf, Β)Evans et al.(2005) 7 skf, Γ) Evans et al.(2005) 3 skf, Δ) Durnin and Womersley 1974.

Στο Σχήμα 10.2.Α. και στο Σχήμα 10.2.Γ. διακρίνεται μια άμεση θετική συσχέτιση μεταξύ των % BF Jackson & Pollock στα 7Skf με του Jackson & Pollock στα 3 Skf και του Evans στα 3 Skf. Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού οι δερματοπτυχές που χρησιμοποιήσαμε για την εξίσωση Jackson & Pollock στα 3 Skf και του Evans στα 3 Skf συμπεριλαμβάνονται στην εξίσωση του Jackson & Pollock στα 7Skf . Οι αποκλίσεις που παρατηρούμε και στα δύο σχήματα οφείλονται πιθανόν στα διαφορετικά σημεία που εμπεριέχονται στις εξισώσεις του Jackson & Pollock στα 3 Skf και του Evans στα 3 Skf.

Στο Σχήμα 10.2.Β. διακρίνεται μια άμεση θετική συσχέτιση μεταξύ των δυο μεταβλητών σωματικού λίπους (BF%) διαφορετικού τύπου. Ο λόγος που οι τιμές εφάπτονται στην γραμμική εξίσωση είναι ότι και στους δυο τύπους συμπεριλαμβάνονται οι ίδιες δερματοπτυχές.

Στο Σχήμα 10.2.Δ. διακρίνουμε την σημαντικά θετική συσχέτιση μεταξύ Jackson & Pollock 7 Skf και Durnin and Womersley .Παρατηρούμε αποκλίσεις στις τιμές από την γραμμική εξίσωση πιθανόν λόγο της πτυχής του δικέφαλου που εμπεριέχεται στην εξίσωση του Durnin and Womersley καθώς επίσης κάποιου οιδήματος που μπορεί να υπήρχε στον μηρό ή και στο βραχίονα.

Σχήμα 10.3



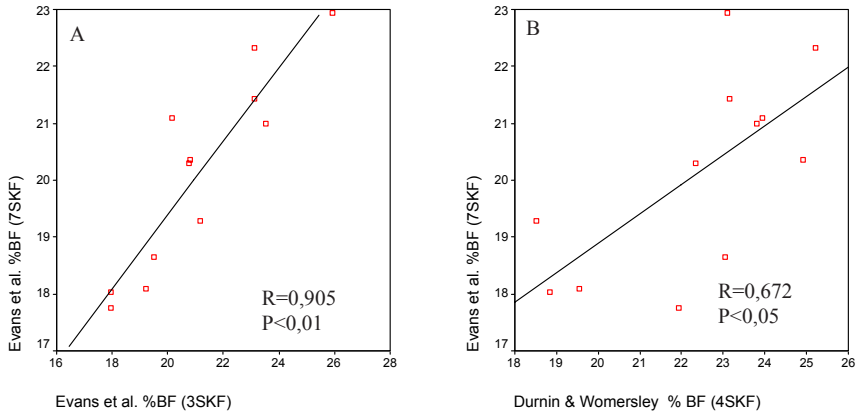
Σχήμα 10.3 συσχέτιση (mean) Jackson & Pollock 3Skf : A) Evans et al.(2005) 7 skf, B) Evans et al.(2005) 3 skf, Γ) %BF MAC, TSF

Στο Σχήμα 10.3.Α διακρίνουμε την άμεση θετική συσχέτιση μεταξύ των % BF των εξισώσεων Jackson & Pollock 3 Skf και Evans 7 Skf.Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού οι δερματοπτυχές που χρησιμοποιήσαμε για την εξίσωση Jackson & Pollock στα 3 Skf συμπεριλαμβάνονται στην εξίσωση του Evans στα 7Skf .

Στο Σχήμα 10.3.Β. διακρίνουμε την άμεση θετική συσχέτιση μεταξύ Jackson & Pollock των 3 Skf και Evans των 3Skf. Οι εξισώσεις έχουν κοινές τις δυο από τις τρεις δερματικές πτυχές

Στο Σχήμα 10.3.Γ. διακρίνουμε την άμεση θετική συσχέτιση μεταξύ Jackson & Pollock των 3 Skf και % BF μέσου βραχίονα. Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού και στις δυο εξισώσεις εμπεριέχεται η δερματική πτυχή του τρικεφάλου. Οι αποκλίσεις που υπάρχουν στο σχήμα ίσως να οφείλονται πάλι σε κάποιο τραυματισμό ή οίδημα.

Σχήμα 10.4

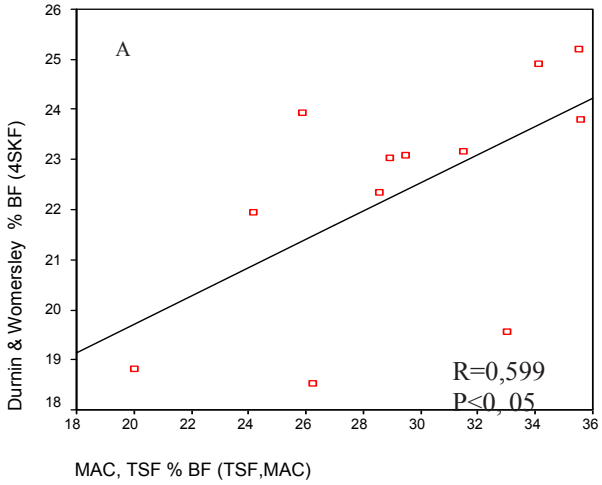


Σχήμα 10.4 συσχέτιση (mean) Evans et al.(2005) 7 skf,: A) Evans et al.(2005) 3 skf, B) Durnin and Womersley 1974

Στο Σχήμα 10.4.A. διακρίνεται μια άμεση θετική συσχέτιση μεταξύ των % BF του Evans στα 7 Skf και του Evans στα 3 Skf. Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού οι δερματοπτυχές που χρησιμοποιήσαμε για την εξίσωση του Evans στα 3 Skf συμπεριλαμβάνονται στην εξίσωση του Evans στα 7 Skf .

Στο Σχήμα 10.4.B διακρίνεται μια σημαντικά θετική συσχέτιση μεταξύ % BF Evans 7 Skf και Durnin and Womersley. Παρατηρούμε αποκλίσεις στις τιμές από την γραμμική εξίσωση πιθανόν λόγο της πτυχής του δικέφαλου που εμπεριέχεται στην εξίσωση του Durnin and Womersley καθώς επίσης κάποιου οιδήματος που μπορεί να υπήρχε.

Σχήμα 10.5



Σχήμα 10.5 συσχέτιση (mean) Durnin and Womersley 1974: A) %BF MAC, TSF

Στο Σχήμα 10.5.Α. παρατηρούμε μια σημαντικά θετική συσχέτιση μεταξύ % BF Durnin and Womersley και % BF μέσου βραχίονα. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η εξίσωση του Durnin and Womersley εμπεριέχει τις δερματικές πτυχές του δικέφαλου και του τρικεφάλου.

Πίνακας 10.2

Correlations

		Jackson & pollack(7SKF) FFM	Jackson & pollack(3SKF) FFM	Evans et al.(7SKF) FFM	Evans et al.(3SKF) FFM	Durnin & Womersley (4SKF) FFM	TSF,MAC FFM
Jackson & pollack(7SKF) FFM	Pearson Correlation	1	,968**	,995**	,982**	,943**	,552
	Sig. (2-tailed)	,	,000	,000	,000	,000	,063
	N	12	12	12	12	12	12
Jackson & pollack(3SKF) FFM	Pearson Correlation	,968**	1	,969**	,971**	,892**	,580*
	Sig. (2-tailed)	,000	,	,000	,000	,000	,048
	N	12	12	12	12	12	12
Evans et al.(7SKF) FFM	Pearson Correlation	,995**	,969**	1	,979**	,951**	,545
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,	,000	,000	,067
	N	12	12	12	12	12	12
Evans et al.(3SKF) FFM	Pearson Correlation	,982**	,971**	,979**	1	,896**	,566
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,	,000	,055
	N	12	12	12	12	12	12
Durnin & Womersley (4SKF) FFM	Pearson Correlation	,943**	,892**	,951**	,896**	1	,601*
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,	,039
	N	12	12	12	12	12	12
TSF,MAC FFM	Pearson Correlation	,552	,580*	,545	,566	,601*	1
	Sig. (2-tailed)	,063	,048	,067	,055	,039	,
	N	12	12	12	12	12	12

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει την άλιπη μάζα σώματος (FFM) με κάθε μέθοδο εκτίμησης ποσοστού λίπους και τις συσχετίσεις που υπάρχουν μεταξύ των μεθόδων των Jackson & Pollock των 7 skf , Jackson & Pollock των 3 skf , Evans et al των 7 skf, Evans et al των 3 skf, Durnin and Womersley και του μέσου βραχίονα .

Είναι λογικό αφού παρουσιάστηκε στον πίνακα 10.1 συσχέτιση του ποσοστού λίπους με την κάθε μέθοδο να προκύπτει και συσχέτιση της άλιπης μάζας σώματος.

11.0 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές του μέσου όρου (Mean), της σταθερής απόκλισης (Std. Deviation), της ελάχιστης (minimum) και της μέγιστης (maximum) τιμής για το σωματικό βάρος (kg) , ανάστημα (cm), ηλικία (έτη), BMI, M.A.M.C., τα χρόνια ασχολίας και το σωματικό λίπος (%) ανά μέθοδο που χρησιμοποιήσαμε στην έρευνα.

Πίνακας 11.1

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
ΒΑΡΟΣ	12	63	80	69,67	5,365
ΥΨΟΣ	12	1,67	1,90	1,8075	,06254
ΗΛΙΚΙΑ	12	22	32	27,00	3,219
BMI	12	19,20	23,67	21,3287	1,31633
Jackson & Pollack %BF (7SKF)	12	13,8024	20,7506	16,917973	2,3854061
Jackson & Pollack %BF (3SKF)	12	14,5346	23,0728	18,325976	2,6771384
Evans et al. %BF (7SKF)	12	17,7518	22,9449	20,103811	1,7375253
Evans et al. %BF (3SKF)	12	17,9725	25,9370	21,102023	2,4183694
Durnin & Womersley % BF (4SKF)	12	18,5225	25,2092	22,360593	2,2582647
MAC, TSF % BF (TSF,MAC)	12	19,9877	35,6020	29,408370	4,8090359
ΧΡΟΝΙΑ ΑΣΧΟΛΙΑΣ	12	10,00	19,00	14,5833	3,02890
Valid N (listwise)	12				

Ο αριθμός των ατόμων της γυναικείας ομάδας πετοσφαίρισης Α1 εθνικής κατηγορίας ήταν 12. Η ηλικία τους ήταν 27±3,22. Η νεότερη αθλήτρια ήταν 22 και η μεγαλύτερη 32 ετών. Το ανάστημα της ομάδας ήταν 180±0,62 χωρίς σημαντικές διακυμάνσεις αφού η υψηλότερη αθλήτρια της ομάδας ήταν 190cm και η χαμηλότερη 167cm. Το σωματικό βάρος του δείγματος ήταν 69,7±5,36 με τιμή μικρότερου σωματικού βάρους 63 και υψηλότερη τιμή 80.

Οι αθλήτριες της πετοσφαίρισης που πήραν μέρος στην παρούσα μελέτη είχαν Δ.Μ.Σ. 21,3±1,32 kg/m² με χαμηλότερη τιμή 19,2 kg/m² και μεγαλύτερη 23,6 kg/m².

Οι τιμές του ποσοστού σωματικού λίπους του υπό εξέταση δείγματος που βρέθηκαν με τις εξισώσεις εκτίμησης ποσοστού λίπους των Jackson & Pollock των 7 και 3 σημείων, του Evans των 7 και 3 σημείων και του Durnin & Womersley που χρησιμοποιήσαμε, εμφανίζουν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ τους. Από τη χρήση της μεθόδου του Jackson & Pollock των 7 και των 3 σημείων παρουσιάζεται το χαμηλότερο ποσοστό τιμών λίπους σώματος 16,9±2,4 και 18,3±2,7 αντίστοιχα σε σχέση με του Durnin

& Womersley που εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές 22,4±2,25. Παρομοίως σε άλλες έρευνες έχει επίσης παρατηρηθεί η μέθοδος του Jackson & Pollock να δίνει[100] χαμηλότερες τιμές ποσοστού λίπους από τη μέθοδο του Durnin & Womersley . Όσον αφορά τις τιμές του Evans των 7 και 3 σημείων είναι 20,1±1,7 και 21,1±2,4.

Τέλος, οι τιμές του ποσοστού λίπους του μέσου βραχίονα είναι 29,4±4,8 και οι τιμές της άπαχης μάζας βραχίονα 27,9±1,66.

11.1 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

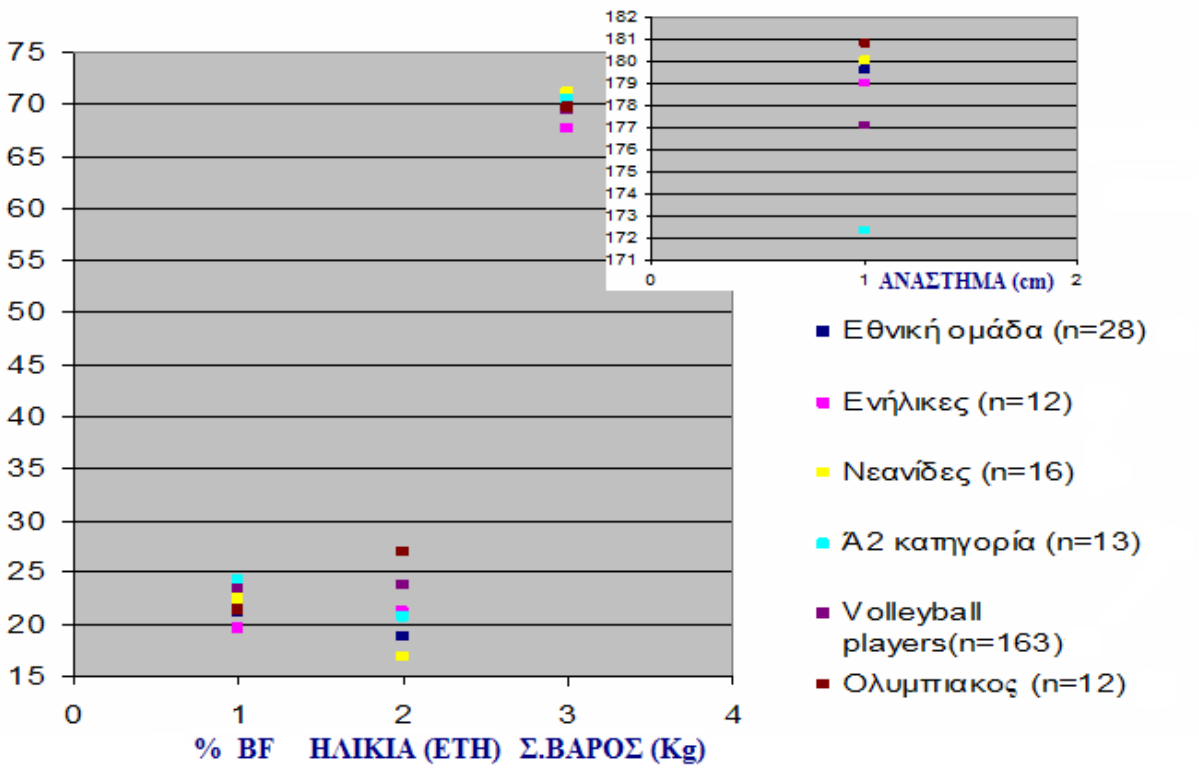
Στο πίνακα 3 παρουσιάζονται οι τιμές όσον αφορά την ηλικία (έτη), το ανάστημα (cm), το σωματικό βάρος (Kg),το σωματικό λίπος (% BF), από δυο έρευνες που έχουν γίνει στο άθλημα της πετοσφαίρισης σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας. Για την εκτίμηση του ποσοστού (%) σωματικού λίπους χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση του Durnin & Womersley (1974) σε όλες τις έρευνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.1.1

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	% BF	ΗΛΙΚΙΑ (ΕΤΗ)	Σ.ΒΑΡΟΣ(Kg)	ΑΝΑΣΤΗΜΑ(cm)
Εθνική ομάδα (n=28) [*]	21,28± 3,50	18,77±2,55	69,66±7,00	179,6±4,04
Ενήλικες (n=12) [*]	19,67 ± 2,09	21,28±1,89	67,67±4,51	179,0±4,69
Νεανίδες (n=16) [*]	22,49± 3,09	16,89±0,64	71,16±8,08	180,0±3,41
Α2 κατηγορία (n=13) [*]	24,27 ± 4,20	20,72±2,96	70,61±11,29	172,3±6,12
Volleyball players(n=163)[**]	23,40±2,80	23,8±4,7	69,5±7,4	177,1±6,5
Ολυμπιακός (n=12) [***]	22,4±2,25	27,0±3,22	69,67±5,37	180,8±0,63

[*]Περιγραφική κατατομή ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών ελληνίδων πετοσφαιριστριών [45]
[**]Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. [112]
[***] Το υπό εξέταση δείγμα της έρευνάς μας.

ΓΡΑΦΗΜΑ 11.1.1



Από τις τιμές που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα όσον αναφορά το ποσοστό σωματικού λίπους, παρατηρούμε ότι το δείγμα μας (Ολυμπιακός) εμφανίζει παρόμοιες τιμές (22,4±2,25) με αυτές του δείγματος της εθνικής ομάδας(21,28± 3,50) και των νεανίδων. (22,49 ± 3,09).

Η ομάδα με τις ενήλικες (19,67 ± 2,09) παρατηρείτε να έχει το χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους και η ομάδα της Α2 κατηγορίας (24,27 ± 4,20) το μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες

Παρατηρούμε επίσης ότι το δείγμα μας φαίνεται να έχει τις υψηλότερες τιμές (27,0±3,22) όσον αφορά την ηλικία. Ενώ η ομάδα των νεανίδων είναι λογικό να έχει την μικρότερη ηλικία (16,89±0,64) από όλες τις ομάδες.

Τέλος, δεν υπάρχουν ιδιαίτερες διακυμάνσεις μεταξύ των δειγμάτων όσον αναφορά το βάρος, κάτι ανάλογο παρατηρείται και στο ανάστημα με εξαίρεση την ομάδα της Α2 κατηγορίας (172,3±6,12) που παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές.

12.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

12.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Για την πετοσφαίριση υπάρχουν μερικές έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία που αφορούν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και τη σύσταση σώματος εκ των οποίων εκείνη του Gualdi Russo et al. [92] θεωρείτε ως η πιο εκτενής. Μία μελέτη στα μορφολογικά χαρακτηριστικά Ελληνίδων πετοσφαιριστριών επιδίωξε ο Geladas et al. [45] και δύο άλλες μελέτες και το ίδιο θέμα ακολούθησαν [94,95] .

Εν όψει του μικρού μεγέθους του δείγματος και του ελλειπούς αριθμού μεταβλητών που μελετήθηκαν, καθώς και τη σπανιότητα για τις επίκαιρες ανθρωπομετρικές τιμές στις μελέτες πάνω στις γυναίκες αθλήτριες ομαδικών αθλημάτων, δεν έχει ενδιαφέρον να συλλεχθούν πρόσθετα εκτεταμένες πληροφορίες ούτως ώστε να καθιερωθεί ‘‘συγκεκριμένα για τα αθλήματα’’ σύσταση σώματος και ανθρωπομετρικές αναφορές τιμών για αθλήτριες υψηλού επιπέδου της πετοσφαίρισης

Η ηλικία της γυναικείας Α1 εθνικής κατηγορίας πετοσφαίρισης που εξετάστηκε ήταν 27,0±3,22 έτη. Η νεότερη αθλήτρια ήταν 22 και η μεγαλύτερη 32 ετών. Το ανάστημα της ομάδας ήταν 1,80±0,62 cm χωρίς σημαντικές διακυμάνσεις αφού η υψηλότερη αθλήτρια της ομάδας ήταν 190 cm και η χαμηλότερη 167 cm. Το σωματικό βάρος της ομάδας κυμαίνεται από 63kg η ελαφρύτερη έως 80kg η βαρύτερη με μέσο όρο 69,7±5,4.

Θεωρείται ότι η ιδανική ηλικία για την έναρξη προπόνησης και συμμετοχής σε αγώνες πετοσφαίρισης είναι τα 11 έτη (**Màcek 1986**[137]). Οι αθλήτριες της ελληνικής εθνικής ομάδας έχουν ξεκινήσει προπόνηση στην πετοσφαίριση κατά μέσο ορο σε ηλικία 12,4 ετών (±1,5) και μια μόνο αθλήτρια άρχισε να προπονείται στα 10 έτη. Κρίνεται ότι η επιλογή των συγκεκριμένων αθλητριών για το άθλημα της πετοσφαίρισης κατά 1,4 έτη αργότερα από την προτεινόμενη ιδανική ηλικία ίσως να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ατομική τους τεχνική κατάρτιση αφού έχει δειχθεί ότι η διαδικασία νευρομυϊκής μάθησης, ανάπτυξης του συντονισμού των μελών και ισορροπίας του σώματος σχετίζεται με τη σκελετική ηλικία του ατόμου χωρίς να επέρχονται σημαντικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της εφηβείας (**Mészàros et al. 1986**[138]).

Σε σύγκριση των πετοσφαιριστριών αυτής της έρευνας με άλλες έρευνες που μελετήθηκαν στη βιβλιογραφία και εξέταζαν Ελληνίδες αθλήτριες πετοσφαίρισης Α1 εθνικής κατηγορίας βρέθηκε ότι το δείγμα μας ήταν υψηλότερο (180,8±0,63). Παρόμοιες μελέτες με συγκρινόμενο δείγμα αναφέρουν σχεδόν ίδιες τιμές στο ύψος 179,6[45], 177,1 [112], 177, 6 cm [92], 176,1 cm [94].

Οι ελληνίδες πετοσφαιρίστριες δεν μειονεκτούν στο ανάστημα. Συγκεκριμένα, το δείγμα μας είναι σημαντικά υψηλότερο από τις εθνικές ομάδες της Χιλής, της

Βενεζουέλας, της Ουγγαρίας του 1970, της Ιαπωνίας, της Βραζιλίας του 1977 και των ΗΠΑ του 1975, όπου το μέσο ανάστημα ήταν αντίστοιχα, 163 (±3), 165,1 (±3,6), 174,8 (±4,8), 175,5 (±3,3), 174,3 (±3,9) cm και 174,4 (±6,5), (**Montecinos et al. 1982**[131]**, Perez 1981**[135]**, Eiben 1981**[72]**, Vivolo et al. 1986**[80] **,Malina and Shoup 1985**[74]). Σε σχέση με τις αθλήτριες της εθνικής ομάδας των ΗΠΑ 1985 η ελληνική ομάδα θεωρείται σχεδόν ισοϋψής. Το μέσο ανάστημα της ομάδας των ΗΠΑ του 1985 179,6 (±5,3) cm (**Carter 1990**[133]), με τη σημείωση ότι οι αμερικανίδες αθλήτριες οι οποίες αγωνίστηκαν στους Παναμερικανικούς αγώνες του 1975 είχαν μέσο ύψος 183,7 (±8,3) cm (**Spence et al. 1980**[70]), αφού υπάρχει η τάση διεθνώς, για ευνόητους λόγους, οι υψηλότερες αθλήτριες μιας ομάδας να αποτελούν τη βασική εξάδα κατά τον αγώνα γιατί στη πετοσφαίριση χρειάζονται ψηλούς αθλητές, από τη στιγμή που το ύψος επηρεάζει θετικά όλα τα τμήματα του σώματος και, διαδοχικά η απόδοση επηρεάζεται [84,85,133].

Όσον αφορά το σωματικό βάρος δεν υπάρχουν ιδιαίτερες διακυμάνσεις στις τιμές του δείγματός μας με εκείνες άλλων ερευνών[45,112].

Όσον αφορά το Δ.Μ.Σ., η μέση τιμή που βρέθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν 21,3 kg/m², παρατηρήθηκε ότι είναι πολύ κοντά στις αντίστοιχες τιμές που αναφέρονται σε τρεις πρόσφατες έρευνες που μελετούν πετοσφαιρίστριες. Μία μελέτη [95] που διεξήχθη σε Ελληνίδες πετοσφαιρίστριες αποκάλυψε μέση τιμή ΔΜΣ 21.9 kg/m² , μία άλλη μελέτη [92] που διεξήχθη σε Ιταλίδες παίκτριες των οποίων η μέση τιμή ΔΜΣ ήταν 22.5 kg/m² και μία που διεξήχθη σε Ελληνίδες αθλήτριες Α1 εθνικής κατηγορίας ομαδικών αθλημάτων[112] με μέσο όρο 22.1 kg/m². Αυτή η ομοιότητα των τιμών του ΔΜΣ και στις τέσσερις μελέτες μπορεί να εξηγηθεί από τη γεωγραφική εγγύτητα των Ελλήνων και των Ιταλών και της Μεσογειακής διατροφής που επικρατεί στις δύο χώρες η οποία επηρεάζει το ΔΜΣ [107] .

Στο δείγμα αυτής της έρευνας έγινε ανάλυση του ποσοστού σωματικού λίπους με τις μεθόδους των Jackson & Pollock 7skf και 3skf, Evans 7skf και 3skf, και Durnin &Womersley. Εντούτοις οι τιμές του ποσοστού σωματικού λίπους μεταξύ των μεθόδων διαφέρουν, με τη μέθοδο του Jackson & Pollock 7skf να εμφανίζει τις χαμηλότερες τιμές (16,9±2,3), τη μέθοδο του Durnin &Womersley τις υψηλότερες (22,4±2,25) και του Evans 7skf να εμφανίζει ενδιάμεσες τιμές (20,1±1,73).Παρατηρούμε λοιπόν ότι ανάλογα με τη μέθοδο εκτίμησης σωματικού λίπους που χρησιμοποιούμε έχουμε αποκλίσεις στις τιμές.

Στην πετοσφαίριση σε έρευνες που έχουν γίνει σε αθλήτριες μικρότερης ηλικίας (αθλήτριες κολλεγίου) [93,98] και διαφορετικού επιπέδου ανταγωνισμού σε αθλήτριες Εθνικής ομάδας[45,82,94] έχουν αναφερθεί χαμηλότερες τιμές λίπους σώματος παρόμοιες με της έρευνάς μας με τη χρήση της μεθόδου του Jackson & Pollock. Εντούτοις παρόμοιες τιμές λίπους σώματος με αυτές της μεθόδου του Durnin & Womersley με την ομάδα των πετοσφαιριστριών της έρευνάς μας έχουν καταγραφεί μόνο σε δύο μελέτες, η πρώτη έχει να

κάνει με ερασιτέχνες πετοσφαιρίστριες [91] και η δεύτερη με Ελληνίδες αθλήτριες Α1 εθνικής κατηγορίας ομαδικών αθλημάτων[112].

Προφανώς, ένας λόγος για το αρκετά μεγάλο ποσοστό λίπους σώματος που είδαμε στους αθλητές αυτών των ερευνών συγκρινόμενο με άλλα αντίστοιχα δεδομένα της βιβλιογραφίας μπορεί να είναι λόγω των διαφορετικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για να καθορίσουν αυτή τη τιμή στις παραπάνω μελέτες. Συνεπώς, για παράδειγμα, το χαμηλότερο ποσοστό τιμών λίπους σώματος που παρατηρήθηκε σε δύο προαναφερθείς μελέτες [93,94] όπου μελέτησαν αθλήτριες πετοσφαίρισης θα μπορούσε να προέρχεται από τη χρήση της μεθόδου του Jackson και Pollock [48] , η οποία έδειξε [100] να δίνει χαμηλότερες τιμές από τη μέθοδο του Durnin και Womersley [3]. Απ' την άλλη μεριά, χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν επίσης σε μία μελέτη [45] όπου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Durnin και Womersley [3]όπου είναι η ίδια μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε και στη μελέτη με τις Ελληνίδες αθλήτριες Α1 εθνικής κατηγορίας ομαδικών αθλημάτων[112].

Καλό είναι να επισημάνουμε ότι το δείγμα της έρευνας [112] είναι αρκετά μεγαλύτερο (n=163) από το δείγμα της έρευνας[45] (n=28) το οποίο είναι πιθανό να επηρεάζει το ποσοστό λίπους.

Συμπερασματικά, οι αθλήτριες του δείγματός μας βρέθηκαν να μη μειονεκτούν στο ανάστημα σε σχέση με αθλήτριες πετοσφαίρισης άλλων ερευνών. Ο ΔΜΣ βρέθηκε να είναι πολύ κοντά στις αντίστοιχες τιμές που αναφέρονται σε πρόσφατες έρευνες. Όσον αφορά τις τιμές του ποσοστού λίπους οι τιμές διαφοροποιούνται ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιήσαμε. Με τη μέθοδο του Jackson & Pollock να παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές και τη μέθοδο του Durnin & Womersley να παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές και έτσι να βρίσκονται σε συμφωνία με τις τιμές άλλων μελετών εκ των οποίων η μία[45] δεν είναι τόσο αντιπροσωπευτική λόγο του μικρού δείγματος σε σχέση με την άλλη [112] . Μεγαλύτερο δείγμα από αυτό που εξετάστηκε θα μπορούσε να μας δείξει πιο έγκυρα αποτελέσματα.

12.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Συμπερασματικά, φαίνεται να μην υπάρχουν αξιοσημείωτες διακυμάνσεις στην ηλικία, στο βάρος, στο ανάστημα και στην προπονητική ηλικία. Ουσιαστικές διαφορές παρατηρήθηκαν στις τιμές του σωματικού λίπους ανάλογα με τις εξισώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του.

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με τα δεδομένα που αναλύθηκαν, δεν έχουμε σημαντικές αποκλίσεις στη σύσταση σώματος αλλά πιθανόν να υπήρχαν διαφορές αν εξετάζαμε τη σύσταση σώματος ανάλογα με τη θέση της παίκτριας στην ομάδα, κατά πόσο συμβάλει η σύσταση σώματος με την ευλυγισία, την εκρηκτικότητα και την ελαστικότητα, ή την αξιολόγηση της σύστασης σώματος με άλλες μεθόδους και σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ τους και το ρόλο της διατροφής στη σύσταση σώματος. Τα παραπάνω θα μπορούσαν να αποτελέσουν προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.

13.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

(1) Who. (2000) Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Technical report 894. Geneva: World Health Organization, p.256.

(2) Lohman TG. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. Hum Biol 53:181-225.

(3) Durnin JV and Womersley J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br J Nutr 32: 77-97.

(4) Katch F, Michael ED and Horvath SM. (1967). Estimaion of body volume by underwater weighing: description of a simple method. J Appl Physiol 23: 811-813.

(5) Brozek J, Grande F, Anderson JT and Keys A. (1963). Densitometric Analysis of Body Composition: Revision of Some Quantitative Assumptions. Ann N Y Acad Sci 110:113-140.

(6) Siri WE. (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. In: Techniques for measuring body composition, edited by Brozek J and Henschel A. Washington DC: National Academy of Sciences, p. 223-244.

(7) Lohman TG. (1984). Research progress in validation of laboratory methods of assessing body composition. Med Sci Sports Exerc 16:596-605.

(8) Dempster P and Aitkens S. (1995). A new air displacement method for the determination of human body composition. Med Sci Sports Exerc 27: 1692-1697.

(9) Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP and Going SB. (1998). Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absortiometry and 3 field method for estimating body composition in middle-aged men. Am J Clin Nutr 68:786-793.

(10) Ellis KJ. (2000) Human body composition: in vivo methods. Physiol Rev 80: 649-680.

(11) Kushner RF. (1992). Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. J Am Coll Nutr 11: 199-209.

(12) Brodie D, Moscrip V and Hutcheon R. (1998). Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. Nutrition 14: 296-310.

(13) Genton L, Hans D, Kyle UG, and Pichard C. (2002). Dual- Energy X-ray absorptiometry and body composition:Differences between devices and comparison with reference methods. Nutrition 18: 66-70.

(14) Laskey MA. (1996). Dual- energy x-ray absorptiometry and body composition. Nutrition 12: 45-51.

(15) Yannakoulia M, Keramopoulos A, Tsakalakos N and Matalas A. (2000). Body composition in dancers: the bioelectrical impendance method. Med Sci Sports Exerc 32: 228-234.

(16) Friedl KE, Westphal KA, Marchitelli LJ and Panton JF. (2001). Evaluation of anthropometric equations to assess body-composition changes in young women. Am J Clin Nutr 73:268-275.

(17) Haapala I, Hirvonen A, Uusitupa M, Kroger H and Alhava E. (2002). Anthropometry, bioelectrical impendance and dual-energy x-ray absorptiometry in the assessment of body composition in elderly Finnish women. Clin Physiol & Func Im 22:383-391.

(18) Forbes GB. (1999). Body composition: overview. J Nutr 129:270S-272S.

(19) Kanis JA, McCloskey EV, de Takats D and Pande K. (1999). Clinical assessment of bone mass, quality and architecture. Osteoporos Int 9 Suppl 2: S24-28.

(20) Jorgensen P. (1998). The role of quantitative ultrasound in the assessment of bone: a review. Clin Physiol 18:3-19.

(21) Hans D, Dargent-Molina P, Schott AM, Sebert JL, Cormier C, Kotzki PO, Delmas PD, Pouilles JM, Breart G and Meunier PJ. (1996). Ultrasonographic heel measurements to predict hip fracture in elderly women: the EPIDOS prospective study. Lancet 348: 511-514.

(22) Siervogel RM, Demerath EW, Schubert C, Remsberg KE, Chumlea WC, Sun S, Czerwinski SA and Towne B. (2003). Puberty and body composition. Horm Res 60: 36-45.

(23) Elia M. (2001). Obesity in the elderly. Obes Res 9 Suppl 4: 244S-248S.

(24) Poehlman ET. (2002). Menopause, energy expenditure, and body composition. Acta Obset Gynecol Scand 81: 603-611.

(25) Poehlman ET, Toth MJ and Gardner AW. (1995). Changes in energy balance and body composition at menopause:a controlled longitudinal study. Ann Intern Med 123: 673-675.

(26) Carmeli E, Coleman R and Reznick AZ. (2002). The biochemistry of aging muscle. Exp Gerontol 37: 477-489.

(27) Brozek J, Grande F, Anderson JT and Keys A. (2002). Densitometric Analysis of Body Composition: Revision of Some Quantitative Assumptions. Ann N Y Acad Sci 110: 113-140, 1963. Fomom SJ and Nelson SE. Body Composition of the Male and Female Reference Infants. Annu Rev Nutr 22: 1-17.

(28) Butte NF, Hopkinson JM, Wong WW, Smith EO and Ellis KJ. (2000). Body composition during the first 2 years of life: an updated reference. Pediatr Res 47: 578-585.

(29) Bachrach LK. (2001). Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence. Trends Endocrinol Metab 12: 22-28.

(30) Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V and Weaver C. (2000). Peak Bone Mass. Osteoporos Int 11:985-1009.

(31) Stewart AD. (2001). Assessing body composition in athletes. Nutrition 17: 694-695.

(32) Vortuba SB, Horvitz MA and Schoeller DA. (2000). The role of exercise in the treatment of obesity. Nutrition 16: 179-188.

(33) Jakicic JM, Clark K, Coleman E, Donnelly JE, Foreyt J, Melanson E, Volek J and Volpe SL. (2001). American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. Med Sci Sports Exerc 33: 2145-2156.

(34) Fry AC. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. Sports Med 34: 663-679.

(35) Hunter GR, McCarthy JP and Bamman MM. (2004). Effects of resistance training on older adults. Sports Med 34: 329-348.

(36) Abernethy PJ, Jurimae J, Logan PA, Taylor AW and Thayer RE. (1994). Acute and chronic response of skeletal muscle to resistance exercise. Sports Med 17: 22-38.

(37) Lanyon LE. (1996). Using functional loading to influence bone mass and architecture: objectives, mechanisms, and relationship with estrogen of the mechanically adaptive process in bone. Bone 18: 37S-43S.

(38) Jones HH, Priest JD, Hayes WC, Tichenor CC and Nagel DA. (1977). Humeral hypertrophy in response to exercise. J Bone Joint Surg Am 59:204-208.

(39) Kerr D, Morton A, Dick I and Prince R. (1996). Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent. J Bone Miner Res 11: 218-225.

(40) Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J and McLeod K. (2004). Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, ligh-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. J Bone Miner Res 19:343-351.

(41) Brook CG, Lloyd JK and Wolf OH. (1972). Relation between age of onset of obesity and size and number of adipose cells. Br Med J 2: 25-27.

(42) Hausman DB, DiGirolamo M, Bartness TJ, Hausman GL and Martin RJ. (2001). The biology of white adipocyte proliferation. Obes Rev 2: 239-254.

(43) Klein S, Wadden T and Sugerman HJ. (2002). AGA technical review on obesity. Gastroenterology 123: 882-932.

(44) Heyward, V.H. (1998). Practical body composition assessment for children, adults, and older adults. International Journal of Sport Nutrition, 8, 285-307.

(45) Geladas N, Maridaki M. (1996). Kinanthropometric profile of Greek female volleyball players. Kinesiology;1:46-55.

(46) I.A Bayios, N.K. Bergeles, N.G. Apostolidis, K.S. Noutsos, M.D. Koskolou. (2006). Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players J Sports Med Phys Fitness 46:271-80.

(47) E. Gualdi-Russo, L. Zaccagni. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. J Sports Med Phys Fitness; 41:256-62.

(48) Jackson AS, Pollock ML. (1978). Generalized equations for predicted body density of men . British Journal of Nutrition. 32: 77-97.

(49) Jackson AS et al (1980). Generalized equations for predicted body density of women. Medicine and Science in Sports and Exercise, 12: 175-182.

(50) Slaughter MH et al. (1988). Skinfold equations for estimating of body fatness in children and youth. Human Biology, 60: 709-723.

(51) Pollock M.L, Jackson A.S. (1984). Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. Medicine and Science in Sports and Exercise, 16,606-613.

(52) Scout J. et al. (1995). Validity of Skinfold equations for estimating body density in youth wrestles. Medicine and Science in Sports and Exercise 27:1321-25.

(53) Wilmore J.H. (1983). Body composition in sport and exercise: directions for future research. Medicine and Sience in Sports and Exercise, 15: 21-31.

(54) Παπαδοπούλου Δ.Σ. (2001). Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά Ελληνίδων πετοσφαιριστριών υψηλού επιπέδου . Η επίδραση δημογραφικών και κοινωνικοοικονομικών παραγόντων στη διαφοροποίηση του αγωνιστικού επιπέδου. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.

(55) Riendeau RP, Welch BE, Crisp CE, Crowley LV, Griffin PE and Brockett JE. (1958). Relationships of body fat to motor fitness test scores. Research Qaur-terly, 29, 200-203.

(56) Wilmore JH, Brown CH and Davis JA. (1977). Body physique and composition of the female distance runner. Annals of the New York Academy of Sciences, 301, 764-776.

(57) Diaczuk, J. (1982). Karakteristika somatske građe rukometašica. Rukomet, 6, 80-84.

(58) Pokrajac, B. (1983). Telesni i motorički status rukometaša u odnosu na takmičarski nivo i komparativna analiza sa sportistima drugih sportskih igara. Doktorska disertacija. Fakultet za fizičko vaspitanje. Beograd.

(59) Bajos, J. (1991). Analiza telesnog statusa i motorickih sposobnosti rukometasa Groke na tri takmicarska nivoa. Magistarski rad. Fakultet fizicke culture. Beograd.

(60) Χατζημανουήλ, Δ., Κουτλιάνος, Ν., & Μεταξάς, Θ. (2003). Ανθρωπομετρικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά αθλητών χειροσφαίρισης τοπικών κατηγοριών σε διάφορες ηλικίες. Φυσική Αγωγή και Αθλητισμός, 48, 33-39.

(61) Hopper, D. (1997). Somatotype in high performance female netball players may influence player position and the incidence of lower limb and back injuries. British Journal of Sports Medicine, 31, 197-199.

(62) Rienzi, E., Reilly, T., & Malkin, C. (1999). Investigation of anthropometric and work – rate profiles of Rugby Sevens players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 39, 160-164.

(63) Hatzimanouil D., Oxizoglou N., Hatzimanouil A., Pantos P., Rizos S. (2005). Anthropometric Characteristics of Elite Athletes in Team Sports. Inquiries in Sport & Physical Education. September 20,; Volume 3 (2), 131 – 140.

(64) Horswill C, et al. (1994). Influence of rapid weight gain after the weigh-in on success in collegiate wrestlers. Medicine and Science in Sports and Exercise 26:1290-94.

(65) Horswill C, et al. (1990). Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity, physical performance. Medicine and Science in Sports and Exercise 22:470-76.

(66) Maffulli N. (1992). Making weight: A case study of two elite wrestlers. British Journal of Sports Medicine 26:107-10.

(67) Walberg-Rankin, J, et al. (1996). Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. Medicine and Scince in Sports and Exercise 28:1292-99.

(68) Fogelholm GM, et al. (1993). Gradual and rapid weight loss: Effects on nutrition and performance in male athletes. Medicine and Science in Sports ad Exercise 25:371-77.

(69) Fogelholm M. (1994). Effects of bodyweight reduction on sports performance. Sports Medicine 18:249-67.

(70) Spence, D.W., J.G. Disch, H.L. Fred, and A.E. Coleman. (1980). Descriptive profiles of highly skilled women volleyball players. Med. Sci. Sports Exerc. 12:299-302.

(71) Puhl. J., S. Casec, S. Fleck, and P. Vanhandel. (1982). Physical and Physiological Characteristics of Elite Volleyball Players. Res. Quarterly tor Exerc. and Sport 53:257-262.

(72) Eiben, O.G. (1981). Physique of female athletes -anthropological and proportional analysis. In: The female athlete. Medicine Sport, vol. 15, J. Borms, M. Hebbelinck, and A. Venerando (Eds), p. 127-141.

(73) Caldeira, S., M.A. Vivolo, and V.K.R. Matsudo. (1986). Somatotype among Brazilian volleyball players (abstract in Portuguese). In: Celafics - Dez anos de contribuicao as ciencias do esporte. Brasil, p. 116-119.

(74) Malina, R.M., and R.F. Shoup. (1985). Anthropometric and physique characteristics of female volleyball players at three competitive levels. In: Physique and body composition, vol. 16, O.G. Eiben (Ed.), Budapest: Humanbiologigia Budapestinensis, p. 105-112.

(75) Kovaleski, J.E., R.B. Parr, J.E. Hornak, and J.L. Roitman. (1980). Athletic profile of women college volleybal players. The Physic. and Sport Med. 8:112-118.

(76) Martin, A.D., D.T. Drinkwater, J.P. Clarys, and W.D. Ross. (1986). The inconstancy of fat-free mass: a reappraisal with implications for densiometry. In: Kinanthropometry III, T. Reilly. J. Watkins, and J. Borms (Eds), London: Spon, p. 92-97.

(77) Bailey, D.A., J.E.L. Carter, and R. Mirward. (1982). Somatotypes of Canadian men and women. Human Biology 54:813-828.

(78) Satyanarayana, K, A.N. Naidy, B. Chatterjee, and B.S. Narisinga RAO. (1978). Nutritional Status, Body Physique, and Work Output. In: Nutrition, Physical Fitness, and Health, J.

(79) Svedenhag, J., and R. Sjodin., (1985). Physiological characteristics of elite male runners in and off season. Can. J. Appl. Sport Sci. 10:127-133.

(80) Vivolo, M.A., S. Caldeira, and V.K.R. Matsudo. (1986). Anthropometric study of the Japanese volleyball female national team according to Heath-Carter somatotype method (abstract in Portuguese). In: Celafics -Dez anos de contribuicao as ciencias do esporte, Brasil. p. 120-124.

(81) Claessens AL, Veer FM, Stijnen V, Lefevre J, Maes H, Steens G et al. (1991). Anthropometric characteristics of outstanding male and female gymnasts. J Sports Sci;9:53-74.

(82) Fleck Ls, Case S, Puhl J, Handle VP (1985). Physical and physiological characteristics of elite women volleyball players. Can J Sport Sci 10:122-6.

(83) Alexander MJ. (1976). The relationship of somatotype and selected anthropometric measures to basketball performance in highly skilled females. Res Q 47:575-85.

(84) Gualdi-Russo E, Gruppioni G, Gueresi P, Belcastro GM, Marchesini V. (1992). Skinfolds and body composition of sports participants. J Sports Med Phys Fitness;32:303-13

(85) Gualdi-Russo E, Graziani I. (1993). Anthropometric somatotype of Italian sport participants. J Sports Med Phys Fitness;33:282-91

(86) Piechaczek H. (1990). Body structure of male and female basketball players. Biol Sports;7:273-85.

(87) Bale P. (1991). Anthopometric, body composition and performance variables of young elite female basketball players. J Sports Med Phys Fitness;31:173-7.

(88) Hanniken K. (1993). Changes in phusical fitness profile in female basketball players during the competitive season including explosive type strength training. J Sports Med Phys Fitness;33:19-26.

(89) Ackland RT, Schreiner BA, Kerr AD. (1997). Absolute size and proportionality characteristics of World Championship female basketball players. J Sports Sci;15:485-90.

(90) Monyeki KD, Amusa LO, Toriola AL, Wekesa M, Ridder JH. (1998). Somatotypes of elite basketball and hanball players at the 6th all Africa games. Afr J Phys Educ;4:1-7.

(91) Viviani F, Baldin F. (1993). The somatotype of ‘‘amateur’’ Italian female volleyball players. J Sports Med Phys Fitness;33:400-4.

(92) Gualdi-Russo E, Zaccagni I. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. J Sports Med Fitness;41:256-62.

(93) Hassapidou MN, Mastrantoni A. (2001). Dietary intakes of elite female athletes in Greece. J Hum Nutr Diet;14:391-96.

(94) Papadopoulou DS, Gallos KG, Paraskevas G, Tsapakidou A, Fachantidou A. (2002). The somatotype of Greek female volleyball athletes. Int J Volleyball Res;5:22-5.

(95) Papadopoulou DS, Papadopoulou KS, Gallos KG, Likasas G, Paraskevas G, Fachantidou A. (2002). Anthropometric differences of top Greek and foreign volleyball players. Int J Volleyball Pes;5:26-9.

(96) Georgiadis G. (1993). Morphological fitness evaluation of Greek young population (6-18 yrs). Doctoral dissertation, University of Athens;.p.107.

(97) Nowak RK, Knudsen KS, Schulz LO. (1988). Body composition and nutrient intakes of college men and women basketball players. J Am Diet Assoc;88:575-8.

(98) Kovalwski EJ, Parr BR, Hornak EJ, Roitman LJ. (1980). Athletic profile of women college volleyball players. Phys Sportsmed; 8:112-8.

(99) Evans EM, Rowe DA, Misic MM, Prior BM, Arngrímsson SA. (2005) Skinfold prediction equation for athletes developed using a four-component model. MSSE 37: 2006-2011.

(100) Carey D. (2000). The validity of anthropometric regression equations in predicting percent body fat in collegiate wrestlers. J Sports Med Phys Fitness;40:254-9.

(101) Vogel AJ, Friedl EK. (1992). Body fat assessment in women: special consideration. Sports Med;13:245-69.

(102) Riezebos LM, Paterson HD, Hall RC, Yuhasz SM. (1983). Relationship of selected variables to performance in women's basketball. Can J Sport Sci;8:34-40.

(103) Heather KS, Scott GT. (1983). Physiological characteristics of elite female basketball players. Can J Sport Sci;16:289-95.

(104) Nassis GP, Geladas ND. Age-related pattern in body composition changes for 18-69 year old women. J Sports Med Phys Fitness 2003;43:327-33.

(105) Wilmore JH. (1983). Body composition in sport and exercise: direction for future research. Med Sci Sport Exerc;15:21-31.

(106) Spence WD, Disch CJ, Fred LH, Coleman EA. (1980). Descriptive profiles of highly skilled women volleyball players. Med Sci Sports Exerc;12:299-302.

(107) Goulet J, Lamarche B, Nadeau G, Lemieux S. (2003). Effect of a nutritional intervention promoting the Mediterranean food pattern on plasma lipids, lipoproteins and body weight in healthy French-Canadian women. Atherosclerosis;170:115-24.

(108) Bakler, T. (2000). Anthropometric parameters and body composition of basketball players. Eesti Antropomeetriaregistri, 11-18.

(109) Ramadan, J., & Byrd, R. (1987). Physical characteristics of elite soccer players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness , 27, 424-428.

(110) Hosek, A., & Pavlin, K. (1983). Povezanost između morfoloških dimentija i efikasnosti u rukometu. Kineziologija, 15, 145-151.

(111) Rienzi, E., Reilly, T., & Malkin, C. (1999). Investigation of anthropometric and work – rate profiles of Rugby Sevens players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 39, 160-164.

(112) Bayios I.A., Bergeles N.K, Apostolidis N.G, Noutsos K.S, Koskolou M.D. (2006). Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. J Sports Med Phys Fitness; 46:271-80.

ΑΠΟ ΒΙΒΛΙΑ:

(113) American Dietetic Association, (2000). The South Suburban Dietetic Association and Canada Do. Nutrition assessment of adults. Chapter 1. In: Manual of clinical dietetics (6th ed.). Chicago, Illinois.

(114) Lee RD and Nieman DC. (1996). Anthropometry. Chapter 6. In: Nutritional assessment (2nd ed.), edited by Lee RD and Nieman DC. USA: WCB/McGraw-Hill.

(115) Heyward VH, Stolarczyk LM. (1996). Applied body composition assessment. Champaign: Human Kinetics.

(116) Heyward VH and Stolarczyk LM. (1996). Bioelectrical impendance method. (Chapter 3). In:Applied body composition assessment, edited by Heyward VH and Stolarczyk LM. USA: Human Kinetics.

(117) Μανιός Γ., (2006). Διατροφική Αξιολόγηση: Διαιτολογικό και Ιατρικό Ιστορικό, Σωματομετρικοί, Κλινικοί και Βιοχημικοί Δείκτες. (Εκδ.) : Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

(118) Χασαπίδου Μ, Φαχαντίδου Α., (2002). Διατροφή για Υγεία, Άσκηση & Άθλητισμό. (Εκδ.): University studio press.

(119) Melvin H. Williams, (2003). Διατροφή, υγεία, ευρωστία και αθλητική απόδοση. (Εκδ.) : Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

(120) Wilmore JH, Costill DL, (2006).Φυσιολογία της άσκησης και του αθλητισμού. Τομ.ΙΙ, (εκδ.) : Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

(121) William D., Mc Ardle, Frank I. Katch, Victor L. Katch., (2001). Φυσιολογία της άσκησης (τόμος Ι). (Εκδ.) : Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

(122) William D., Mc Ardle, Frank I. Katch, Victor L. Katch, (2001). Φυσιολογία της άσκησης (τόμος ΙΙ). (Εκδ.) : Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

(123) Malina RM, Bouchard C. (1991). Adipose tissue changes during growth. In: Malina RM, Bouchard C, eds. Growth, maturation and physical activity. Human Kinetics chapter 9, USA.

(124) Forbes G. (1999). Body composition: Influence of nutrition, physical activity, growth, and aging. In: Modern nutrition in health and disease (9ed.), edited by Shils ME, Olson JA, Shike M and Ross AC, USA: Lippincott Williams & Wilkins, p. 789-809.

(125) Keys et al. (1950). The biology of human starvation. Vols. 1-2. Minneapolis: University of Minesota Press.

(126) Ross, W.D., and M.J. Marfell-Jones. (1991). Kinathropometry. In: Physiological testing of the high-performance athlete, J.D. MacDou-gall, H.A. Wenger, and H.J. Green (Eds.), Ill: Human kinetics, p. 175-222.

(127) Carter, J.E.L. (1980). The Heath-Carter somatotype method. San Diego State University Syllabus service, San Diego

(128) Sinning W.E. (1996). Body composition in athletes. In: A.F. Roche, S.B. Heymsfield, T.G. Lohman (eds.), Human body composition. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 257-273.

(129) Malina, R. (1995). Physiological assesment of human fitness. Champaign IL: Human Kinetics.

(130) Carter, J.E.L. (1985). Morphological factors limiting human performance. In: Limits of human performance, D.H. Clarke, and H.M. Eckert (Eds.), American Academic of Physical Education Papers, No 18. Champaign: Human Kinetic.

(131) Montecimos, R.M, J.E. Guajardo, L. Lara, F. Jara, and P. Gatica. (1982). Evaluation of Physical Capacity in Chilean Volleybal Players. In: International Series in Sport Sciences, P. Komi (Ed.), Vol. 12, Champaign: Human Kinetic.

(132) Carter, J.E.L. (1981). Somatotypes of Female Athletes. In: The Female Athletes, Medicine and Sport, E. Jokl (Ed.). Basel: S Karger Press, p. 15:85-116.

(133) Carter, J.E.L. and B.H. Heath. (1990). Somatotyping development and applications.Cambridge: Cambridge University Press.

(134) Tokmakidis, S., A. Tsopanakis, E. Tsarouchas, and V. Klissouras. (1986). Physiological profile of elite athletes to maximal effort. In: Sport and elite performers, D.M. Landers (Ed.), Ill:Human kinetic, p. 177-184.

(135) Perez, B. (1981). Los atletas Venezolanos, su tipo fisiko. Carakas:Universidad Central de Venezuela.

(136) Shoup, R.F. (1978). Anthropometric and physique characteristics of Black, Mexican-American, and White female high school athletes in three sports. MA thesis, University of Texas, Austin.

(137) Macek K, M. (1986). Age and general development. In: The Olympic book of Sports Medeicine, A. Divic, H.G. Knuttgen, and K. Tittel (Eds.), London: Blackwell Scientific Publications. p. 300-306.

(138) Meszaros, J., J. Mohacsi, R. Frenkl, T. Szabo, and J. Smodis. (1986).Age dependancy in the development of motor test performance. In: Children and Exercise XII, J. Rutenfranz, R. Mocellin, and F. Klimt (Eds.), Champaign: Human Kinetic. p. 347-354.

(139) Carter, J.E.L. (1984). Physical Structure of Olympic athletes from 1948 to 1976. In: Carter JEL, editor. Physical structure of Olympic athletes. Part II Kinanthropometry of Olympic Athletes. Basel: Karger press. 80-109.

(140) Duquet W, Carter JEL. (1996). Somatotyping. In: Eston R, Reilly T, editors. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual. London: E & FN Spon:p.35-50.

(141) Spurgeon HJ, Spurgeon LN, Giese KW. (1981). Measures of body size and form of elite female basketball players. In: Borms J, Hebbelinck M, Venerando A, editors. The female athlete. Basel: S Karger Press;15:192-200 11.

(142) Martin AD, Drinkwater DT, Clarys JP, Ross WD. (1986). The inconstancy of fat-free mass: a reappraisal with implication for densitometry. In: Reilly T, Watkins J. Borms J, editors. Kinanthropometry III, London: Spon;.p.92-7.

(143) Ackland, T., Mazza, J., & Carter, L. (1994). Summary and Implications. In L. Carter & T. Ackland (Eds.), Kinanthropometry in aquatic sports: A study of world class athletes, (pp. 138-146). Champaign, IL: Human Kinetics.

(144) Roche, A., Heymsfield, S., & Lohman, T. (1996). Body composition in athletes. In W. Sinning (Ed.), Human body composition, (pp. 257-273). Champaign, IL: Human kinetics.

(145) Bota, I. (1984). Handbal modele de joc si pregatire. Bucuresti: Sportturism.

(146) Μπάγιος, Ι. (1999). Η τεχνική της χειροσφαίρισης. Αθήνα: ο συγγραφέας.

(147) Reeser J.C and Bahr.R, (2003). Handbook of sport medicine and science volleyball. Edited by: Blackwell science. Ltd.

(148) Shondell D. and Reynand C., (2002).The volleyball coaching bible. Edited by: Human Kinetics

(149) Benardot D.,(2006). Advanced Sport Nutrition. Edited by: Human Kinetics

(150) Burke L. & Deakin V., (2006). Book: Clinical sports nutrition. Edited by: Mc Graw-Hill Australia Pty Ltd.

(151) Maughan R.L., (2002). Nutrition In Sports. volume VII of the encyclopedia of sport medicine an IOC medical commission Publication in collaboration with the international federation of sports medicine. Edited by: Blackwell science Ltd.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ:

(152) http://el.wikipedia.org/wiki."Τα Ολυμπιακά Αθλήματα", εκδόσεις: ΥΠΕΠΘ, Αθήνα 2001, σελ. 11-14.

Γ' ΜΕΡΟΣ:

14.0 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

14.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ημερομηνία:…… Α/Α:……

Ονοματεπώνυμο:.....

Ηλικία:.....

Θέση παίκτριας στην ομάδα:.....

Χρόνια ασχολίας με το άθλημα της πετοσφαίρισης: .....

	Χθες	**Προχθές**	**> 2 μέρες πριν**
Τελευταία προπόνηση ή αγώνας:			

ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

ΗΜΕΡΑ	**ΣΗΜΕΙΩΣΤΕ** ✓	**ΕΙΔΟΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ**	**ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ**
ΔΕΥΤΕΡΑ			
ΤΡΙΤΗ			
ΤΕΤΑΡΤΗ			
ΠΕΜΠΤΗ			
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ			
ΣΑΒΒΑΤΟ			
ΚΥΡΙΑΚΗ			

14.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Βάρος (kg)					
Ύψος (m)					
	1η	**2η**	**3η**	*4η*	*5η*
Περίμετρος βραχίονα (cm)					
Δερματική πτυχή (mm):					
Δικέφαλου					
Τρικέφαλου					
Υπερλαγόνιου					
Υποωμοπλατιαίου					
Κοιλιακής					
Στήθους					
Μοιριαία					
Μεσομασχαλιαίου					