

Παχυσαρκία και μέθοδοι μέτρησης σωματικού λίπους

A. Κατσώρη ¹, M. Κουλεντιανού ², M. Γκουβέρου ³

¹ Διοίκησης Μονάδων Υγείας, ² Διοικητικού - Οικονομικού, ΓΝ Πειραιά «Τζάνειο», ³ Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια του τμήματος Κοινωνικής & Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Θεσμοί και Πολιτικές Υγείας, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παχυσαρκία είναι γνωστή από τους αρχαίους χρόνους. «Το πάχος μικραίνει τη ζωή», πιστή μετάφραση της Ιπποκρατικής «οι παχές σφόδρα ταχυθάνατοι γίνονται». Ουσιαστικά είναι η υπερβολική αποταμίευση ενέργειας στον οργανισμό με τη μορφή λίπους και προκαλείται από την τακτική λήψη υπερβολικής ποσότητας τροφής που η θερμιδική της αξία υπερβαίνει αυτή που το άτομο καταναλώνει. Η παχυσαρκία αποτελεί ένα διεθνώς αναγνωρισμένο παράγοντα κινδύνου για τη δημόσια υγεία και έχει λάβει στις μέρες μας διαστάσεις παγκόσμιας επιδημίας. Χαρακτηριστικό είναι ότι η επίπτωση της παχυσαρκίας των ενηλίκων στις αναπτυγμένες χώρες αυξήθηκε την τελευταία δεκαετία κατά 37%.

Λέξεις ευρετηρίου: Υγεία, Κίνδυνος, Μέτρηση, Ολοσωματικό λίπος, Άλιπος μάζα

Παραπομπή

A. Κατσώρη, M. Κουλεντιανού, M. Γκουβέρου. Παχυσαρκία και μέθοδοι μέτρησης σωματικού λίπους. *Επιστημονικά Χρονικά* 2015;20(2): 120-132.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παχυσαρκία είναι η ακραία κατάσταση συσσώρευσης λίπους που δημιουργεί μορφολογικές και λειτουργικές διαταραχές, δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία και αυξημένα προβλήματα υγείας, οδηγώντας σε μείωση του προσδόκιμου ζωής [1, 2]. Στους παχύσαρκους ο λιπώδης ιστός αναλογεί σε ποσοστό μεγαλύτερο του 25% και 30% του σωματικού βάρους στους άνδρες και στις γυναίκες αντίστοιχα, ποσοστό που μπορεί να φτάσει ή να υπερβεί το 50% του βάρους [3].

Η παχυσαρκία θεωρείται μια μη μεταδοτική νόσος που παρατηρείται τελευταία στις αναπτυγμένες αλλά και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Το 1997 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) επίσημα αναγνώρισε την παχυσαρκία ως

παγκόσμια επιδημία. Από το 2005, ο ΠΟΥ εκτιμά ότι τουλάχιστον 400 εκατομμύρια ενήλικες (9,8%) είναι παχύσαρκοι, με τα υψηλότερα ποσοστά να αφορούν τις γυναίκες και όχι τους άνδρες. Το ποσοστό της παχυσαρκίας αυξάνεται επίσης με την ηλικία, τουλάχιστον μέχρι την ηλικία των 50 ή 60 χρονών [4,5].

Είναι τόσο συχνή, που αντικαθιστά τις περισσότερο παραδοσιακές απειλές της δημόσιας υγείας, όπως είναι ο υποσιτισμός και οι λοιμώδεις νόσοι [6]. Σε χώρες με αναπτυσσόμενες οικονομίες, το πρόβλημα της παχυσαρκίας εκδηλώνεται τη στιγμή που ο υποσιτισμός αποτελεί ακόμα ένα σοβαρό πρόβλημα. Θα πρέπει να αναπτυχθούν στρατηγικές που να λαμβάνουν υπόψη και τους δύο αυτούς σημαντικούς διατροφικούς

κινδύνους, ειδικά όσον αφορά τα παιδιά, των οποίων η ανάπτυξη μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά. Ο ρυθμός αύξησης της παιδικής υπερβαρότητας και παχυσαρκίας είναι πλέον ανησυχητικός σε παγκόσμιο επίπεδο παρουσιάζοντας μορφή πανδημίας, αφού και μόνο ο αριθμός των υπέρβαρων παιδιών ηλικίας κάτω των πέντε ετών φτάνει τα 43 εκατομμύρια με 35 εκατομμύρια από αυτά να ζουν σε αναπτυσσόμενες χώρες [7-9].

Σε μια πρόσφατη μελέτη του British Medical Bulletin φαίνεται ότι σήμερα ο ένας στους τρεις Αμερικανούς και ο ένας στους τέσσερις Ευρωπαίους είναι παχύσαρκος [10]. Αντίθετα, η Ασία και η Αφρική έχουν πολύ χαμηλότερα ποσοστά παχυσαρκίας. Οι Μεσογειακές χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, έχουν τα υψηλότερα ποσοστά παχυσαρκίας στην Ευρώπη. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Υπηρεσίας (Eurostat) η Ελλάδα κατέχει την πρώτη θέση στην Ευρώπη στην παχυσαρκία των ανδρών με ποσοστό 26,7% ενώ στην παχυσαρκία των γυναικών μοιράζεται τη δεύτερη θέση με την Μεγάλη Βρετανία με ποσοστό 17,8% (Πίνακας 1).

Οι κίνδυνοι υγείας από την περίσσεια λίπους στο σώμα μπορεί να εκδηλωθούν και σε

μικρές αλλαγές στο βάρος του σώματος και όχι μόνο μετά από σοβαρή παχυσαρκία. Η παχυσαρκία δεν αποτελεί πρόβλημα μόνο ατομικό αλλά και πληθυσμιακό. Η αποτελεσματική πρόληψη και η αντιμετώπιση της, προϋποθέτει μια συντονισμένη προσέγγιση, που θα περιλαμβάνει δράσεις σε όλους τους τομείς της κοινωνίας.

Το τρίπτυχο της σύγχρονης ιατρικής για την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας αποτελείται από: υγιεινή διατροφή, τροποποίηση διατροφικής συμπεριφοράς και σωματική δραστηριότητα [11]. Το κλειδί για τον έλεγχο του βάρους είναι η ισορροπία των θερμίδων που παίρνουμε και των δραστηριοτήτων που παράγουμε. Μεγάλη η σπουδαιότητα της σωματικής δραστηριότητας ως μέτρο ελέγχου και διατήρησης των κιλών. [12]

ΑΙΤΙΑ

Η παθογένεια της παχυσαρκίας είναι πολύπλοκη. Σπουδαιότερος προδιαθεσιακός παράγοντας θεωρείται η κληρονομικότητα (20–30%).

Πίνακας 1: Ποσοστά παχυσαρκίας στην Ευρώπη

ΓΥΝΑΙΚΕΣ		ΑΝΔΡΕΣ	
Βόρεια Ευρώπη	15%	Βόρεια Ευρώπη	10%
Δυτική Ευρώπη	16%	Δυτική Ευρώπη	13%
Μεσογειακές Χώρες	30%	Μεσογειακές Χώρες	16%
Ανατολική Ευρώπη	30%	Ανατολική Ευρώπη	18%
Η.Π.Α. (λευκές)	8%	Η.Π.Α. (λευκοί)	15%
Η.Π.Α. (έγχρωμες)	37%	Η.Π.Α. (έγχρωμοι)	20%

Τα παιδιά παχύσαρκων γονέων έχουν πιθανότητες να γίνουν και αυτά παχύσαρκα, όχι όμως μόνο λόγω γονιδιακού παράγοντα, αλλά απλά στο ότι οι γονείς αυτοί παρέχουν στο παιδί άφθονη τροφή ωθώντας το να μιμηθεί τις δικές τους διατροφικές συνήθειες. Μία άλλη παρατήρηση που ενισχύει την ίδια άποψη είναι ότι οι μονοωγενείς δίδυμοι (που έχουν ακριβώς τα ίδια γονίδια) εκτός από τις εξωτερικές ομοιότητες έχουν συνήθως και παραπλήσιο βάρος. Μικρό ποσοστό στα αίτια καταλαμβάνουν ορμονικοί λόγοι, όπως ο υποθυρεοειδισμός, η υπερκορτιζολαιμία, η ανεπάρκεια αυξητικής ορμόνης καθώς και διάφορα σύνδρομα [13]. Επίσης σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση παχυσαρκίας παίζουν και μερικές κληρονομικές παθήσεις του μεταβολισμού (π.χ. Σύνδρομο Prader-Willi, σύνδρομο Bardet-Biedl, σύνδρομο Simpson-Golabi-Behmel, σύνδρομο Cohen) [14].

Για να λειτουργήσει σωστά ο μεταβολισμός, απαραίτητες είναι οι βιταμίνες με τις οποίες αποφεύγονται διάφορες παθήσεις, που οφείλονται στην έλλειψη βασικών βιοχημικών αντιδράσεων του οργανισμού και ονομάζονται στερητικές νόσοι [6].

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Οι επιπτώσεις στην υγεία χωρίζονται σε δύο ευρείες κατηγορίες: αυτές που αποδίδονται στην αυξημένη λιπώδη μάζα (οστεοαρθρίτιδα, αποφρακτική υπνική άπνοια, κοινωνικός στιγματισμός) και σε αυτές που αποδίδονται στον αυξημένο αριθμό λιποκυττάρων (σάκχαρο, καρκίνος, καρδιαγγειακή πάθηση μη αλκοολική λιπώδης νόσος του ήπατος). Η αύξηση του σωματικού λίπους αλλοιώνει την αντίδραση του σώματος στην ινσουλίνη και υπάρχει το ενδεχόμενο να οδηγήσει σε αντίσταση στην

ινσουλίνη. Προκαλεί επίσης καταστάσεις όπως την προφλεγμονώδη και την προθρομβωτική κατάσταση [15, 16].

Οι επιπλοκές που προκαλούνται μπορεί να έχουν άμεση σχέση με την παχυσαρκία ή να σχετίζονται με παράγοντες κοινής αιτιολογίας, όπως για παράδειγμα την κακή διατροφή ή την καθιστική ζωή. Η βαρύτητα της σχέσης μεταξύ παχυσαρκίας και συγκεκριμένων παθήσεων ποικίλλει. Η πάθηση με την οποία η παχυσαρκία συνδέεται περισσότερο από κάθε άλλη είναι ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2. Το πλεονάζον σωματικό λίπος αποτελεί την κύρια αιτία για το 64% των περιπτώσεων διαβήτη στους άντρες και το 77% των περιπτώσεων στις γυναίκες [17].

Η παχυσαρκία αυξάνει τον κίνδυνο παρουσίας πολλών σωματικών και ψυχικών παθήσεων. Τα συνοδά αυτά νοσήματα εκδηλώνονται συνήθως μέσω του μεταβολικού συνδρόμου, [2] ενός συνδυασμού προβλημάτων υγείας που συμπεριλαμβάνουν: τον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, την υψηλή αρτηριακή πίεση, τις υψηλές τιμές χοληστερόλης στο αίμα και τα υψηλά επίπεδα τριγλυκεριδίων [18] (Πίνακας 2).

ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

Σύσταση του ανθρώπινου σώματος λέγεται η ποσοτική συμμετοχή των διαφόρων συστατικών. Το «τετρασυστατικό μοντέλο», είναι: νερό, λίπος, πρωτεΐνες και ανόργανα συστατικά. Το «δισυστατικό μοντέλο», είναι: σωματικό λίπος και άλιπη μάζα. Σωματικό λίπος (Body Fat, BF υπάρχει είτε στον λιπώδη ιστό (ΔΙ - fat mass ή body fat) είτε σε άλλους ιστούς του σώματος [19]. Η άλιπη μάζα (Fat

Πίνακας 2: Σχετικός κίνδυνος για προβλήματα υγείας που σχετίζονται με την παχυσαρκία

Ιδιαίτερα αυξημένος	Μέτρια αυξημένος	Ελαφρά αυξημένος
<ul style="list-style-type: none"> - Μη-ινσουλινοεξαρτώμενος σακχαρώδης διαβήτης - Νόσος της χοληδόχου κύστης - Δυσλιπιδαιμία - Αντίσταση στην ινσουλίνη - Αναπνευστική δυσχέρεια - Άπνοια κατά τον ύπνο 	<ul style="list-style-type: none"> - Στεφανιαία νόσος Υπέρταση - Οστεοαρθρίτιδα - Υπερουριχαιμία - Ουρική αρθρίτιδα 	<ul style="list-style-type: none"> - Καρκίνος (καρκίνος μαστού σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, καρκίνος ενδομητρίου, καρκίνος του παχέως εντέρου) - Διαταραχές των αναπαραγωγικών ορμονών - Πολυκυστικές ωθήκες - Προβλήματα γονιμότητας - Χαμηλή οσφυαλγία λόγω παχυσαρκίας - Αυξημένος κίνδυνος επιπλοκών της αναισθησίας - Εμβρυακές ανωμαλίες σχετιζόμενες με τη μητρική παχυσαρκία

Free Mass, FFM) περιλαμβάνει τρία επιμέρους τμήματα: το νερό, τις πρωτεΐνες και τα ανόργανα συστατικά [20]. Στο διουστατικό μοντέλο η πυκνότητα των τριών τμημάτων της άλιπης μάζας παραμένει σταθερή. Η αναλογία αυτή θεωρείται ότι είναι: νερό 73.8%, πρωτεΐνες 19.4% και μέταλλα 6.8%. Η διαφορά του τετραουστατικού από το διουστατικό μοντέλο είναι ότι το πρώτο δεν θεωρεί δεδομένες τις παραπάνω αναλογίες αλλά τις μετράει. Οι εκτιμήσεις του σωματικού λίπους που χρησιμοποιεί το διουστατικό μοντέλο είναι ακριβείς όταν ισχύουν οι παραπάνω αναλογίες [14].

Οι σύγχρονες σωματομετρικές τεχνικές έχουν ρίξει αρκετό φως στην παθοφυσιολογία της παχυσαρκίας η οποία χαρακτηρίζεται όχι μόνο από αύξηση του λίπους αλλά και της άλιπης μάζας (AM, fat-free mass, FFM). Η αύξηση αυτή της AM εξηγεί την αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση των παχύσαρκων ατόμων [21]. Χάρη στη συμβολή της σωματομετρίας και ιδίως μέσω της αξονικής (AT) και μαγνητικής τομογραφίας (MT), έγινε κατανοητός ο επιβαρυντικός ρόλος του ενδοσπλαχνικού λίπους στους μεταβολικούς

παράγοντες κινδύνου και στα καρδιαγγειακά νοσήματα [22].

Οι μελέτες ανάλυσης της σύστασης του σώματος με ραδιοϊσότοπα έδειξαν ότι η αύξηση του ενδοκυττάριου χώρου (νερού), είναι σημαντικότερου βαθμού από αυτήν του εξωκυττάριου και αυτό οφείλεται στην αυξημένη τριχοειδική διαπερατότητα, στον αυξημένο εξωκυττάριο χώρο του λιπώδους ιστού, σε αιμοδυναμικές καρδιακές διαταραχές και στον δευτεροπαθή υπεραλδοστερονισμό που παρατηρείται στα παχύσαρκα άτομα [23].

ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Ανθρωπομετρία

1. Δείκτης μάζας σώματος

Ο ΔΜΣ αποτελεί το πηλίκο του σωματικού βάρους σε κιλά δια το ύψος στο τετράγωνο [$\Delta\text{Μ}\Sigma = \Sigma\text{B}(\text{kg}) / \text{Y}^2(\text{m}^2)$].

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Υγείας, ισχύουν:

Δ.Μ.Σ.< 20: ΛΙΠΟΒΑΡΗΣ-ΥΠΟΘΡΕΨΙΑ: Στο δείκτη αυτό βρίσκεται η ομάδα ατόμων με κάτω από το φυσιολογικό βάρος. Το άτομο είναι ελλειποβαρές και πρέπει να αυξήσει το σωματικό βάρος του.

Δ.Μ.Σ. 20-25: ΚΑΝΟΝΙΚΟΣ-ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΣ: Στο δείκτη αυτό βρίσκεται η ομάδα ατόμων με φυσιολογικό βάρος. Το άτομο έχει σωστό βάρος. Το 24-25 για τους άντρες και το 23-24 για τις γυναίκες θεωρούνται ιδανικοί δείκτες μάζας, αναλόγως βάρους σκελετού, με την προϋπόθεση ότι το άτομο έχει φυσιολογικό λίπος.

Δ.Μ.Σ. 25 - 29,9: ΥΠΕΡΒΑΡΟΣ: Στο δείκτη αυτό βρίσκεται η ομάδα υπέρβαρων ατόμων. Πιθανή παχυσαρκία πρώτου βαθμού εφόσον συνυπάρχει υψηλό ποσοστό λίπους.

Δ.Μ.Σ. 30 - 39,9: ΠΑΧΥΣΑΡΚΟΣ: Στο δείκτη αυτό βρίσκεται η ομάδα παχύσαρκων ατόμων. Το άτομο είναι σημαντικά υπέρβαρο. Δευτέρου βαθμού παχυσαρκία εφόσον το άτομο έχει υψηλό ποσοστό λίπους.

Δ.Μ.Σ. > 40: ΠΟΛΥ ΠΑΧΥΣΑΡΚΟΣ - ΣΟΒΑΡΑ ΠΑΧΥΣΑΡΚΟΣ: Στο δείκτη αυτό βρίσκεται η ομάδα σοβαρά παχύσαρκων ατόμων. Τρίτος βαθμός παχυσαρκίας [24].

Ο ΔΜΣ χρησιμοποιείται ευρέως διότι η εκθετική του καμπύλη σχετίζεται με τις

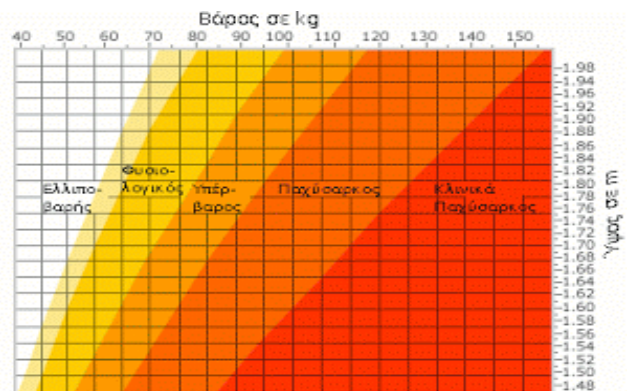
μεταβολικές και μηχανικές επιπλοκές της παχυσαρκίας και με την ολική θνησιμότητα.

Στις περισσότερες μελέτες καταγράφεται μία ισχυρή συσχέτιση μεταξύ ΔΜΣ και ΟΣΛ όταν ληφθούν υπ' όψη το φύλο και η ηλικία [5]. Στην παχυσαρκία η εκτίμηση του ΟΣΛ από το ΔΜΣ ενέχει κίνδυνο λάθους 4%-6% διότι ο δείκτης αυτός δε λαμβάνει υπόψη του καταστάσεις όπως το οίδημα, τη μυϊκή υπερτροφία κ.α. [24]. Επίσης, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της παχυσαρκίας σε άτομα άνω των 65 ετών. Υπάρχουν εξισώσεις από τις οποίες μπορεί κάποιος να υπολογίσει από το ΔΜΣ το ποσοστό του σωματικού λίπους σε συνάρτηση με την ηλικία και το φύλο [25].

2. Περίμετροι σώματος

Αποτελούν απλές και εύκολες μετρήσεις για την εκτίμηση της κατανομής του σωματικού λίπους [25]

Η περίμετρος μέσης ΠΜ είναι ένας αξιόπιστος δείκτης του ενδοκοιλιακού λίπους και ένας προγνωστικός παράγων για καρδιαγγειακό κίνδυνο (ΚΑΚ). Περίμετρος μέσης άνω των 94 cm θεωρείται παθολογική για τους άνδρες και αντίστοιχα άνω των 80 cm για τις γυναίκες [26].



Ο λόγος περιμέτρου μέσης/ισχίων ΠΜΠ άνω του 1,00 σε άνδρες ή 0,85 σε γυναίκες θεωρείται παθολογικός [27].

Η κάθετη διάμετρος της κοιλίας, ΚΔΚ συσχετίζεται ισχυρά με το σπλαχνικό κοιλιακό λίπος και τον ΚΑΚ και γι' αυτό χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο [24].

3. Δερματικές πτυχές

Η μέτρηση των δερματικών πτυχών είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την εκτίμηση του λίπους, γιατί μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα και γρήγορα. Βασίζεται στην αρχή ότι το υποδόριο λίπος αντικατοπτρίζει τη συνολική ποσότητα του λίπους στον οργανισμό (διότι το 50% περίπου του λιπώδους ιστού εντοπίζεται υποδορίως) Ένα ειδικό όργανο το δερματοπτυχόμετρο, μετράει το εύρος των πτυχών του δέρματος σε διάφορα σημεία του σώματος όπως, οι περιοχές του τρικεφάλου, του δικεφάλου μυός, της ωμοπλάτης και των άνω λαγονίων οστών χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις με ειδικές εξισώσεις υπολογίζοντας το συνολικό ποσοστό σωματικού λίπους [27]:

$$\text{Ποσοστό λίπους} = 0,55*(A)+0,31*(B)+6,13 \quad 21$$

(Νέες γυναίκες 17-26 ετών)

$$\text{Ποσοστό λίπους} = 0,43*(A)+0,58*(B)+1,47$$

(Νέοι άνδρες 17-26 ετών)

όπου A = πτυχή τρικεφάλου μυός σε mm και B = πτυχή υποπλάτιας σε mm [28]. Οι δερματοπτυχές αποτελούν μία απλή και εύχρηστη έμμεση μέθοδο εκτίμησης του ΟΣΛ, ιδανική για επιδημιολογικές, πληθυσμιακές μελέτες αλλά και για εκτίμηση στην καθημερινή πρακτική, ιδιαίτερα στα παιδιά [29].

Ανάλυση Βιοηλεκτρικής Αντίστασης

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αρχή της αντίστασης που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διατρέχει το ανθρώπινο σώμα. Το σωματικό λίπος είναι κακός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ η άλιπη μάζα με το νερό και τους ηλεκτρολύτες καλός αγωγός. Διοχετεύεται χαμηλής έντασης ηλεκτρικό ρεύμα από τα άκρα (χέρια/πόδια) σε όλο το σώμα και μετρά την συνολική αντίσταση των ιστών, ανάλογα με την ευκολία διέλευσης από το ολοσωματικό νερό. Η ποσότητα νερού αποτελεί το 73% της άλιπης μάζας, η οποία και προσδιορίζεται έμμεσα. Η διαφορά της άλιπης μάζας από το σωματικό βάρος μας δίνει το σωματικό λίπος [30]. Παρέχει εκτίμηση της άλιπης μάζας σώματος αλλά και του ολικού σωματικού νερού. Η μέθοδος αποτελείται από φορητή συσκευή, έχει πολύ καλή επαναληψιμότητα και θεωρείται σχετικά αξιόπιστη (τυπικό σφάλμα 2-3%) [31].

Υδροπυκνομετρία

Η μέθοδος στηρίζεται στο γεγονός ότι η λιπώδης μάζα είναι λιγότερο πυκνή από την άλιπο, και συγκεκριμένα 0,9 kg/Lt. και 1,1 kg/Lt. αντίστοιχα. Όσο περισσότερο λιπώδη ιστό έχει ένα άτομο, τόσο ελαφρύτερα ζυγίζει όταν βυθισθεί στο νερό [32]. Οι συνήθεις χρησιμοποιούμενες τεχνικές υδροπυκνομετρίας εφαρμόζουν την εμβύθιση του ατόμου στο νερό. Το άτομο ζυγίζεται αρχικά σε συμβατική ζυγαριά και στη συνέχεια σε ειδικό ζυγό εμβυθιζόμενο εξ ολοκλήρου στο νερό. Η διαφορά μεταξύ των δύο βαρών ή ο όγκος του εξερχόμενου νερού, χρησιμοποιείται για να υπολογισθεί το ολικό σωματικό λίπος. Για τον υπολογισμό του υπολειπόμενου όγκου υπάρχουν κάποιες ανθρωπομετρικές εξισώσεις που είναι οι παρακάτω:

$$RV \text{ (σε ml)} = 0,017 \times (\text{ηλικία σε έτη}) + 0,06858 \times (\text{ύψος σε ίντσες}) - 3,477 \text{ (άνδρες)}$$

$$RV \text{ (σε ml)} = 0,009 \times (\text{ηλικία σε έτη}) + 0,08128 \times (\text{ύψος σε ίντσες}) - 3,9 \text{ (γυναίκες)}$$

Η μέθοδος έχει πολύ καλή επαναληψιμότητα και θεωρείται ακόμη και σήμερα μέθοδος αναφοράς για την εκτίμηση του λιπώδους ιστού. Στα μειονεκτήματα της μεθόδου, ανήκει η δυσκολία με την οποία ορισμένοι ασθενείς, ιδίως παχύσαρκοι και ηλικιωμένοι, υπομένουν την πλήρη εμβύθιση τους στο νερό. Το τυπικό σφάλμα της μεθόδου αυτής είναι 2-2.5% [12].

Αεροποκνομετρία

Είναι παραλλαγή της υδροποκνομετρίας και βασίζεται όχι στην παρεκτόπιση νερού αλλά στην παρεκτόπιση αέρα. Αποτελείται από έναν ειδικό κλωβό όπου μπαίνει ο ασθενής και το πλεονέκτημά της σε σχέση με την υδροποκνομετρία είναι ότι δεν χρειάζεται εμβύθιση σε νερό [31]. Η μέθοδος είναι ασφαλής, γρήγορη, ακριβής και ενδεικνύεται για όλες τις ηλικίες ακόμη και για παιδιά. Οι περισσότερες μελέτες δείχνουν πολύ καλή συσχέτιση της μεθόδου ως προς τις μεθόδους αναφοράς για την εκτίμηση του σωματικού λίπους και ο συντελεστής διακύμανσης, είναι της τάξης του 1% - 2% [23, 29]. Είναι κατάλληλη για την ανίχνευση μεταβολών της σύστασης σώματος κατά την απώλεια βάρους αν και υπερεκτιμά ελαφρώς τις μεταβολές του σωματικού λίπους, ιδίως σε καταστάσεις με υψηλό ποσοστό ενυδάτωσης [33]. Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί ο μεγάλος όγκος της χρησιμοποιούμενης συσκευής και το υψηλό κόστος της εξέτασης.

Μέτρηση του ολοσωματικού νερού

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ραδιοϊσότοπα τα οποία διαλυόμενα σ' όλο τον όγκο νερού του ατόμου, μετρούν το ολοσωματικό νερό [25].

Στην συνέχεια εκτιμάται η άλυπη μάζα, λαμβάνοντας υπ' όψη ότι το 73% αυτής αποτελείται από νερό ($AM = OY / 0,73$) ενώ το συνολικό λίπος υπολογίζεται από τη διαφορά της άλυπης μάζας από το σωματικό βάρος ($LI = SB - AM$). Χορηγείται ενδοφλεβίως στο υπό εξέταση άτομο καθορισμένη ποσότητα νερού που περιέχει σταθερά ραδιοϊσότοπα (τρίτιο, δευτέριο ή οξυγόνο-18) και συλλέγονται δύο δείγματα σωματικών υγρών (αίμα, ούρα ή σάλιο), το πρώτο πριν την εξέταση και το δεύτερο μετά από διάστημα ισορροπίας 2-3 ωρών [34]. Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος ανάλυσης εξαρτάται από την επιλογή του ραδιοϊσοτόπου. Ο υπολογισμός του όγκου του ολοσωματικού νερού βασίζεται στην απλή εξίσωση $C1V1 = C2V2$, όπου $C1V1$ είναι η ποσότητα του χορηγηθέντος ραδιοϊσοτόπου, $C2$ η τελική συγκέντρωση του ισότοπου σε ένα βιολογικό υγρό και $V2$ ο όγκος του ολοσωματικού νερού [22]. Η ποσότητα του χορηγούμενου ραδιοϊσοτόπου εξαρτάται από το είδος του, το σύστημα ανάλυσης και το σκοπό της μέτρησης. Σε γενικές γραμμές για λόγους ασφαλείας χορηγείται η μικρότερη δόση που επιτρέπει ικανοποιητική ακρίβεια. Για παράδειγμα χορηγείται οξείδιο του δευτερίου σε δόση 1gr/kg σωματικού βάρους ή τρίτιο σε δόση 50μCi [22]. Η ακρίβεια της μεθόδου είναι πολύ καλή και έχει συντελεστή διακύμανσης 1% - 2% [23].

Μέτρηση του ολοσωματικού καλίου

Το κάλιο είναι ένα ενδοκυττάριο ιόν, το οποίο βρίσκεται αποκλειστικά στην άλυπη

μάζα. Η μέτρηση της συγκέντρωσης του ολοσωματικού καλίου με τη βοήθεια ραδιοσημασμένου K , του καλίου-40, δίνει την δυνατότητα υπολογισμού της άλιπης μάζας. Ο συντελεστής διακύμανσης της μεθόδου είναι 2% - 3%. Οι περιορισμοί της μεθόδου οφείλονται στο γεγονός ότι κάλιο υπάρχει σε μεγαλύτερες ποσότητες στους μύες απ' ότι στους άλλους ιστούς της άλιπης μάζας και στο ότι η συγκέντρωση του αλλάζει με την πάροδο της ηλικίας. [22].

Μέτρηση Απορρόφησης με Ακτίνες Χ Διπλής Ενέργειας - DEXA

Η μέθοδος αυτή είναι σήμερα η πιο διαδεδομένη τεχνική ποσοτικοποίησης των οστικών αλάτων. Κατευθύνεται στο σώμα μία δέσμη ακτίνων X δύο διαφορετικών ενεργειακών πεδίων και ανάλογα με το βαθμό απορρόφησης των ακτίνων από τους ιστούς εκτιμάται η σύσταση του σώματος [19]. Με την μέθοδο DEXA μελετώνται 3 συστατικά του σώματος δηλαδή ο μυϊκός ιστός, ο λιπώδης και η οστική μάζα. Η εξέταση γίνεται σ' ένα ολοσωματικό σαρωτή (scanner) με τον ασθενή σε ύπτια θέση και την ακτινοβολία X να πέφτει κάθετα «σαρώνοντας» ολόκληρη την επιφάνεια του σώματος. Με την βοήθεια ενός ανιχνευτή, συνήθως σπινθηριστή NaI , μετράται το ποσοστό των φωτονίων που εξέρχονται από το ανθρώπινο σώμα χωρίς σημαντική αλλαγή της διεύθυνσης και της ενέργειάς τους. Η διάρκεια της εξέτασης είναι 10 με 20 min. και η ακτινοβολία που δέχεται το άτομο ελάχιστη, μόλις το 1/10 μιας ακτινογραφίας θώρακος. Η μέθοδος επιτρέπει την εκτίμηση της σύστασης του σώματος συνολικά αλλά και κατά περιοχές. Κατά συνέπεια είναι ιδανική για την εκτίμηση της κοιλιακής παχυσαρκίας [35, 36].

Αποτελεί τη σύγχρονη μέθοδο αναφοράς για την εκτίμηση της σύστασης του σώματος του παχύσαρκου ατόμου πριν και κατά την απώλεια βάρους και είναι αυτή που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των άλλων μεθόδων [34, 37].

Αξονική τομογραφία

Με την αξονική τομογραφία υπολογίζεται η απορρόφηση των ακτίνων X σε μια τομή του σώματος και στη συνέχεια γίνεται από τον υπολογιστή ανασύνθεση της εικόνας, που επιτρέπει τη διάκριση σε οστίτη, λιπώδη και μη λιπώδη ιστό. Για την εκτίμηση του συνολικού κοιλιακού λίπους, διενεργούνται 4 συνεχείς τομές αρχίζοντας από τον 3ο οσφυϊκό σπόνδυλο. Όμως λόγω του υψηλού βαθμού ακτινοβολίας, η οποία είναι της τάξης των 10 mSv, προτιμάται η διενέργεια μόνο μιας τομής στο ύψος O4 ή O5, στο επίπεδο δηλαδή που απεικονίζεται κυρίως το σπλαχνικό ενδοκοιλιακό λίπος. Η αξονική τομογραφία έχει το πλεονέκτημα ότι είναι ακριβής μέθοδος για την εκτίμηση του λίπους και μπορεί να διαχωρίσει το υποδόριο από το σπλαχνικό λίπος [26]. Η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως για την εκτίμηση τη διερεύνηση της σύστασης του σώματος και της κατανομής του σωματικού λίπους και αποτελεί πλέον μέθοδο αναφοράς. Έχει όμως το μειονέκτημα της μεγάλης δόσης ακτινοβολίας στην οποία εκτίθεται ο ασθενής. [19].

Μαγνητική τομογραφία

Η μαγνητική τομογραφία είναι καλύτερη μέθοδος για τον υπολογισμό υποδόριου και σπλαχνικού λίπους. Διακρίνει τοπικές μεταβολές του λιπώδους ιστού και υπολογίζει μέχρι και το ενδομυϊκό λίπος.

Πίνακας 3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των διαφόρων μεθόδων ανάλυσης σύστασης

Τεχνικές εκτίμησης δύο συστατικών σώματος		
Μέθοδος	Πλεονεκτήματα εξέτασης	Μειονεκτήματα εξέτασης
Ανθρωπομετρία	Εύχρηστη, φθηνή	Υποκειμενικός παράγων, πτωχή εκτίμηση αλλαγών ΟΣΛ*, ΑΜ**
Βιοηλεκτρική αντίσταση ιστών	Εύκολη, σχετικά φθηνή	Πτωχή εκτίμηση αλλαγών ΟΣΛ*, ΑΜ
Υδροπυκνομετρία	Φθηνή, γρήγορη, ακριβής	Δυσχερής σε παχύσαρκους
Αεροπυκνομετρία	Ευρύ φάσμα ηλικιών, ακριβής	Όγκος συσκευής
Ολοσωματικό νερό	Μη αναγκαία συνεργασία, ακριβής	Υψηλό κόστος, ακτινοβολία
Ολοσωματικό Κ	Ακριβής εκτίμηση άλιπης μάζας	Υψηλό κόστος
Τεχνικές εκτίμησης πολλών συστατικών σώματος		
Μέθοδος	Πλεονεκτήματα εξέτασης	Μειονεκτήματα εξέτασης
DEXA	Εκτίμηση μυϊκού ιστού, οστίτου ιστού, λίπους και κατανομής του	Σχετικά υψηλό κόστος
Αξονική τομογραφία	Εκτίμηση διαφόρων ιστών και κατανομής λίπους	Υψηλό κόστος, ακτινοβολία
Μαγνητική τομογραφία	Εκτίμηση μεγέθους οργάνων, ακρίβεια μετρήσεων, κατανομή λίπους	Υψηλό κόστος, Μεγάλη διάρκεια εξέτασης

Το μεγάλο πλεονέκτημα της μαγνητικής τομογραφίας σε σχέση με την αξονική είναι η απουσία ακτινοβολίας, αν και είναι πολύ πιο δαπανηρή μέθοδος. Το κόστος μπορεί να ελαττωθεί αν υπολογιστεί το λίπος στο επίπεδο Ο4-Ο5, καθώς έχει βρεθεί πολύ καλή συσχέτιση του λιπώδους ιστού σε αυτή την περιοχή με το συνολικό λίπος του σώματος.

Η εξέταση καταγράφει τον όγκο του λιπώδη ιστού σε σχέση με τους άλλους ιστούς ανάλογα με το χρόνο ηρεμίας [38, 39]. Ο χρόνος ηρεμίας στο λιπώδη ιστό, ο οποίος

είναι φτωχός σε νερό, είναι μικρότερος από το χρόνο ηρεμίας όλων των άλλων ιστών και γι αυτό διακρίνεται εύκολα στην MRI [22]. Η ΜΤ αποτελεί ιδανική εξέταση για την ακριβή εκτίμηση λιπώδους και άλιπης μάζας και την παρακολούθηση της απώλειας ιστών στα παχύσαρκα άτομα σε διαφορετικές περιοχές του σώματος [40].

Έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να διακρίνει και να εκτιμήσει το λιπώδη ιστό ακόμη και σε δύσκολα σημεία όπως π.χ. το λίπος γύρω και μέσα στους μύες, το οποίο

φαίνεται ότι σχετίζεται ισχυρά με την ινσουλινοαντίσταση και τις μεταβολικές επιπλοκές της παχυσαρκίας και του σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 [26]. Ιδιαίτερη σημασία έχει η δυνατότητα διάκρισης που προσφέρει, μεταξύ υποδορίου και σπλαχνικού λιπώδους ιστού και έχουν αναπτυχθεί εξισώσεις υπολογισμού των επιφανειών αυτών οι οποίες λαμβάνουν υπόψη και τις ανθρωπομετρικές μετρήσεις [19].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι σύγχρονες απεικονιστικές μέθοδοι εκτίμησης πολλών συστατικών όπως η αξονική και μαγνητική τομογραφία προσφέρουν τη δυνατότητα λεπτομερούς υπολογισμού της ποσότητας του σωματικού λίπους και της κατανομής του. Έχουν όμως ιδιαίτερα υψηλό κόστος.

Η μέθοδος DEXA, αποτελεί μέθοδο εκλογής για την εκτίμηση της παχυσαρκίας. Δίνει λεπτομερή στοιχεία για την κατανομή και το βάρος του λιπώδους αλλά και του μυϊκού ιστού στα διάφορα επιμέρους σημεία του σώματος και αυτό πριν και κατά την απώλεια σωματικού βάρους. Οι ανθρωπομετρικές μέθοδοι (δείκτης μάζας σώματος και περίμετρος της μέσης) πρέπει να εκτιμώνται συστηματικά σε όλα τα παχύσαρκα άτομα ηλικίας 18 έως 65 χρονών. Οι τεχνικές αντίστασης των ιστών, αν και εκτιμούν έμμεσα -μέσω του νερού- το λιπώδη ιστό, έχουν το πλεονέκτημα της εύκολης εκτέλεσης, της σχετικά καλής επαναληψιμότητας και του χαμηλού κόστους.

Τελικά, οι ραδιοϊσοτοπικές και η υδροπυκνομετρία παρέχουν τη μεγαλύτερη ακρίβεια για την εκτίμηση του ολοσωματικού λίπους σαν καλύτερες εργαστηριακές μέθοδοι και οι μετρήσεις των δερματοπτυχών σαν την πιο έγκυρη πρακτική μέθοδο [31].

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «Obesity and overweight». Fact sheets (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας) (N°311). Μάρτιος 2011.
2. Albright A., M. Franz, G. Hornsby, A. K. A, D. Marrero, I. Ullrich, και L. Verity. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. Med Sci Sports. 2000 32:1345-60.
3. Παπαβραμίδης Σ. (2002). «Παχυσαρκία», Ιατρικές Εκδόσεις Σιώκης.
4. Haslam D (March 2007). «Obesity: a medical history». Obes Rev 8 Suppl 1: 31-6. doi:10.1111/j.1467-789X.2007.00314.x. PMID 17316298
5. Caballero B (2007). «The global epidemic of obesity: An overview». Epidemiol Rev 29: 1-5. doi:10.1093/epirev/mxm012. PMID 17569676.
6. Καπάνταης Ε. (2004). «Η παχυσαρκία στην κλινική πράξη», Ελληνική Ιατρική Εταιρεία Παχυσαρκίας, Ιατρικές Εκδόσεις Βήτα.
7. Lobstein T., L. Baur L. and R. Uauy R., Obesity in children and young people: a crisis in public health. Obes Rev. 5 (Suppl. 1), 4-85, 2004

8. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*;320;1240-1243, 2000
9. World Health Organization: The WHO Child Growth Standards <http://www.who.int/childgrowth/standards/en/>, 2006
10. http://www.paxysarkia.net/obesity_dis.htm
11. Καφάτος Α. (2002), «Παχυσαρκία», Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
12. Καραγιαννόπουλος Σ. (2002). «Νικήστε το πάχος», Εκδόσεις Modern Times.
13. Pryke, Rachel (2009), «Παιδική παχυσαρκία», Ιατρικές Εκδόσεις Βήτα.
14. Σκρέκας Γ. (2005). «Η χειρουργική θεραπεία της νοσογόνου παχυσαρκίας στην κλινική πράξη», Ιατρικές Εκδόσεις Βήτα.
15. Bray GA (2004). «Medical consequences of obesity». *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 89 (6): 2583–9. doi:10.1210/jc.2004-0535. PMID 15181027.
16. Dentali F, Squizzato A, Ageno W (July 2009). «The metabolic syndrome as a risk factor for venous and arterial thrombosis». *Semin. Thromb. Hemost.* 35 (5): 451–7. doi:10.1055/s-0029-1234140. PMID 19739035
17. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043276011001937>
18. Grundy SM (2004). «Obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular disease». *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 89 (6): 2595–600. doi:10.1210/jc.2004-0372. PMID 15181029.
19. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev* 2000; 80: 649-680.
20. Heymsfield SB. Body composition: an overview. In: Medeiros-Neto G, Halpern A, Bouchard C eds. *Progress in obesity research*. Montrouge, France; John Libbey; 2003: 999-1003.
21. Müller MJ, Bosc-Westphal A, Kutzner D, Heller M. Metabolically active components of fat-free mass and resting energy expenditure in humans: recent lessons from imaging technologies. *Obes Rev* 2002; 3: 113-122.
22. Mc Cargar L. New insights into body composition and health through imaging analysis. 2007 Ryley-Jeffs memorial lecture. *Can J Diet Pract Res* 2007; 68: 160-165.
23. Barbe P. Analyse de la composition corporelle In: Basdevant A, Guy-Grand B eds. *Medicine de l'Obésité*: Paris, France; Medecine-Sciences Flammarion; 2004: 117-124.
24. AM Prentice, S Jebb. Beyond body mass index. *Obesity Reviews* 2001; 2: 141-147
25. Lohman TG. Body composition. In: Fairburn CG, Brownell KD eds. *Eating disorders and Obesity*. New York; Guilford Press; 2002: 62-66.

26. Kobayashi J, Tadokoro N, Watanabe M, Shinomiya M. A novel method of measuring intra-abdominal fat volume using helical computed tomography. *Int J Obes* 2002; 26: 398-402.
27. Kanaley JA, Giannopoulou I, Ploutz-Snyder LL. 2006 Regional differences in abdominal fat loss. *Int J Obes* 2007; 31: 147-152.
28. Heber D, Bowerman S. Body-Composition Analysis. In: Bessesen DH, Kushner R eds. Evaluation and management of Obesity. Philadelphia, USA; Hanley and Belfus; 2002: 23-28.
29. Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 453-467
30. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. Composition of the ESPEN Working Group. *Clin Nutr* 2004; 23: 1226-1243.
31. Τσίγκος Κ. (2003). «Παχυσαρκία (Η Πρόληψη και η Αντιμετώπιση μιας Παγκόσμιας Επιδημίας)», Επιμέλεια Έκδοσης: Ν.Α. Κατολλάμπρος, Εκδόσεις Βήτα.
32. Jebb SA, Elia M. Techniques for the measurement of body composition: a practical guide. *Int J Obes* 1993; 17:611-621
33. Le Carvenec M, Fagour C, Adenis- Lamarre E et al. Body Composition of Obese Subjects by Air Displacement Plethysmography: The Influence of Hydration. *Obesity* 2007; 15: 78-84.
34. Erselcan T, Candan F, Saruhan S et al. Comparison of body composition analysis methods in clinical routine. *Ann Nutr Metab* 2000; 44: 243-248.
35. Bertin E, Marcus C, Ruiz JC et al. Measurement of visceral adipose tissue by DEXA combined with anthropometry in obese humans. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24: 263-270.
36. Park YW, Heymsfield SB, Gallagher D. Are dual-energy X-ray absorptiometry regional estimates associated with visceral adipose tissue mass? *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26: 978-983.
37. Frisard MI, Greenway FL, DeLany JP. Comparison of Methods to Assess Body Composition Changes during a Period of Weight Loss. *Obesity Res* 2005; 13: 845-854.
38. Mallard J. Magnetic resonance imaging – the Aberdeen perspective on developments in the early years. *Phys Med Biol* 2006; 51: R45-R60.
39. Bassen H, Schaefer DJ, Zaremba L et al. IEEE Committee on Man and Radiation (COMAR) technical information statement "Exposure of medical personnel to electromagnetic fields from open magnetic resonance imaging systems". *Health Physics* 2005; 89: 684-689.
40. Ruan XY, Gallagher D, Harris T et al. Estimating whole body intermuscular adipose tissue from single cross-sectional magnetic resonance images *J Appl Physiol* 2007; 102: 748-754.

Obesity and body fat measurement methods

A. Katsori ¹, M. Koulentianou ², M. Gouverou ³

¹ Administration units health and ² Administration-Finance, "Tzaneio" General Hospital of Piraeus, Greece, ³ Graduate Student of the Department of Social and Educational Policy, Institutions and Health Policies, University of Peloponnese, Greece

ABSTRACT

Obesity has been well documented since ancient times. "Fat shortens the duration of our life" is the faithful translation from a well-known ancient Greek quote. Basically obesity is the excessive energy savings in the body as fat and is caused by the excessive consumption of food, whose caloric value outweighs the energy consumed by an individual. Obesity poses a threat to the public health and is considered to be an epidemic in our days. One cannot overlook the fact that in developed countries the impacts of obesity have been increased during the past decade by 37%.

Keywords: Health, Health risk, Fat Measurement, Body Fat, Lean body mass

Citation

A. Katsori, M. Koulentianou, M. Gouverou. *Obesity and body fat measurement methods. Scientific Chronicles* 2015;20(2): 120-132.