

1^ο Κλινικό Φροντιστήριο
Ελληνική Ιατρική Εταιρεία Παχυσαρκίας
2004
Λουτράκι

Βασικές γνώσεις για τον Ενεργειακό Μεταβολισμό



Καπάντας Ε.

Ορισμός

Μεταβολισμός καλείται:

Το σύνολο των φυσικών & χημικών διεργασιών που επιτελούνται στον ανθρώπινο οργανισμό.

Δηλαδή, η κυκλοφορία του αίματος, η αναπνοή, η πέψη, η παραγωγή ούρων & κοπράνων, η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος κλπ.

Θερμοδυναμικοί νόμοι

1ος νόμος:

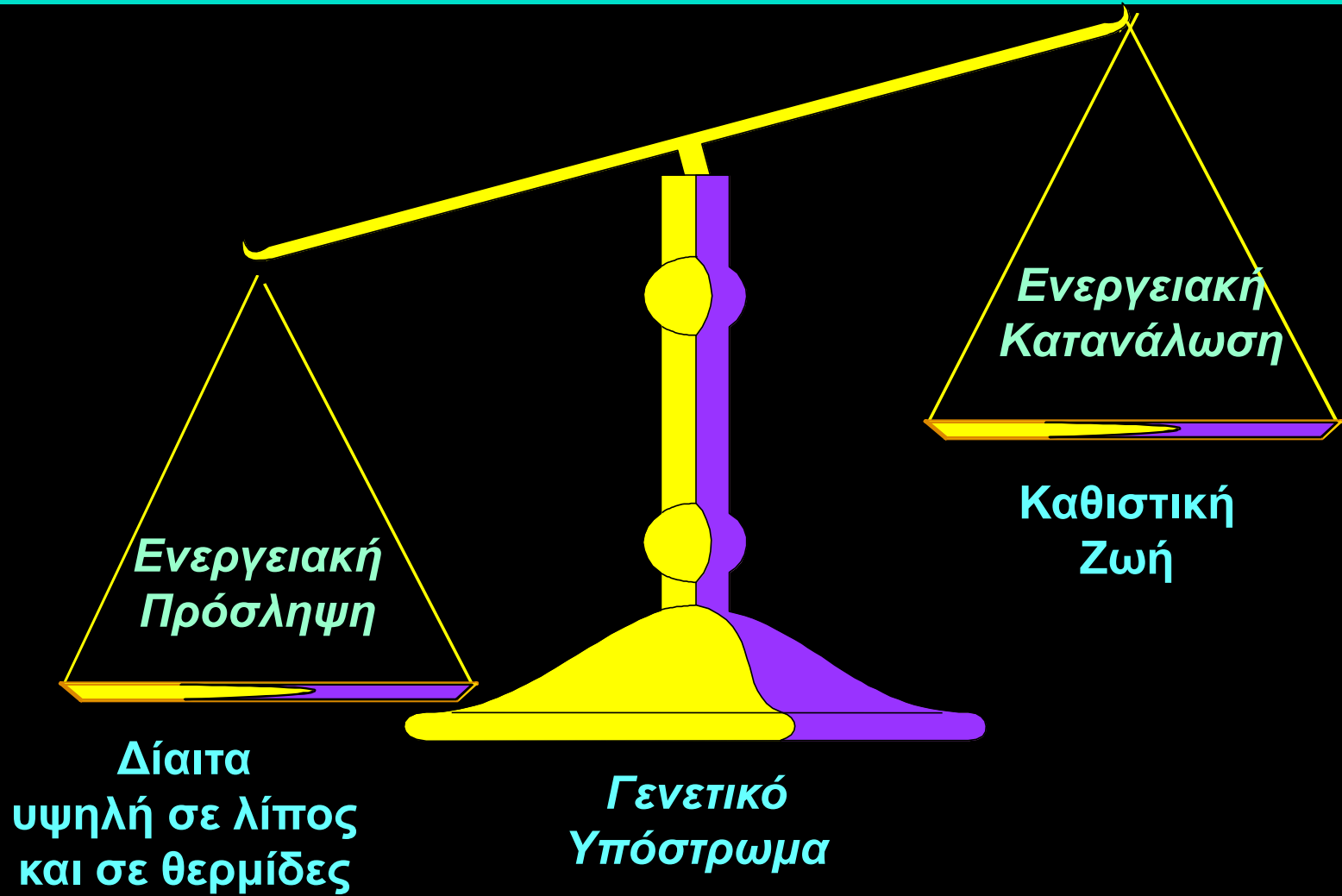
Η ενέργεια ούτε δημιουργείται εκ του μηδενός ούτε χάνεται, αλλά μόνο μεταφέρεται ή μετασχηματίζεται.

2ος νόμος:

Είναι αδύνατος η μετατροπή της ενέργειας από μία μορφή σε άλλη, χωρίς την παραγωγή θερμότητας.

Μονάδες ενέργειας: $1 \text{ kcal} = 4.184 \text{ kJoule}$

Ενεργειακό ισοζύγιο και παχυσαρκία



Ενεργειακή πρόσληψη & μέθοδοι υπολογισμού της

≠ Σύμφωνα με τη θεωρία $E=mc^2$

οι τροφές που προσλαμβάνονται παρέχουν ενέργεια.

≠ Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακής πρόσληψης:

□ Τα τρόφιμα διαιρούνται ισόποσα και η μία ποσότητα τρώγεται από εξεταζόμενο άτομο, ενώ η άλλη υφίσταται πλήρη χημική ανάλυση ή καίγεται σε ειδικό κλειστό κλίβανο. Μετά από συλλογή των ούρων & κοπράνων 24ώρου, προσδιορίζεται η απορροφούμενη και η μεταβολιζόμενη ενέργεια.

← Η ενεργειακή αξία των τροφίμων υπολογίζεται από πίνακες ποιοτικής & ποσοτικής σύστασής τους.

Ενεργειακή κατανάλωση

÷ Ενεργειακή κατανάλωση ηρεμίας.

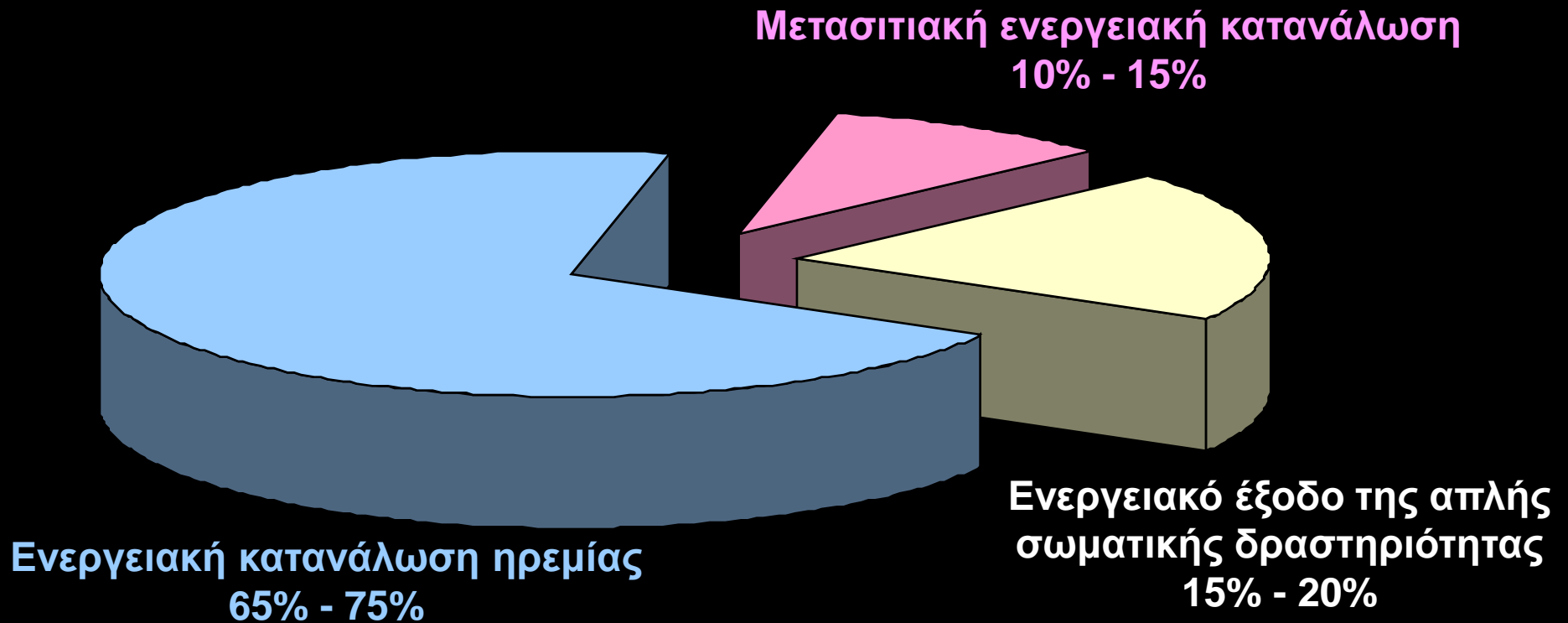
Η ενέργεια που ξοδεύεται όταν το άτομο είναι κατακεκλιμένο, ξύπνιο και χωρίς καμμία δραστηριότητα.

÷ Μετασιτιακή ενεργειακή κατανάλωση.

Η ενέργεια που ξοδεύεται κατά τη διάρκεια της πρόσληψης, της πέψης, της απορρόφησης, του μεταβολισμού και της αποθήκευσης των θρεπτικών στοιχείων.

÷ Η ενέργεια που ξοδεύεται με την απλή σωματική δραστηριότητα.

Ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση



Μετασιτιακή θερμογένεση μακροστοιχείων & ενεργειακό κόστος της αποθήκευσής τους στον άνθρωπο

<u>Μακροστοιχείο</u>	<u>Θερμογένεση #</u>	<u>Κόστος αποθήκευσης §</u>
Γλυκόζη	6-8	12
Λίπη	3	4
Αμινοξέα	25-30	25-30

#: % της εμπεριεχόμενης ενέργειας του προσλαμβανόμενου μακροστοιχείου.

§: % της εμπεριεχόμενης ενέργειας του αποθηκευόμενου μακροστοιχείου.

Flatt JP: Recent Advances in Obesity Reserch II, 211-218, London, Newman, 1978.

Thiebaud D et al: Am J Clin Nutr 1983; 37: 603.

Thiebaud D et al: Am J Physiol 1983; 244: E216.

Θερμογένεση σωματικής δραστηριότητας

□ Θερμογένεση απλής σωματικής δραστηριότητας.

÷ Η ενέργεια που ξοδεύεται με τις αυτοματικές κινήσεις

÷ Η ενέργεια που ξοδεύεται με τις εκούσιες κινήσεις

← Θερμογένεση με ρίγος

↑ Θερμογένεση σωματικής άσκησης

Συνολική ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση (FAO/WHO)

- ÷ Καθιστική ζωή:
Ενεργειακή κατανάλωση ηρεμίας x 1.27
- ÷ Σωματική δραστηριότητα σε άτομα με καθιστική εργασία:
Ενεργειακή κατανάλωση ηρεμίας x 1.40
- ÷ Εργασία με σωματική δραστηριότητα:
Ενεργειακή κατανάλωση ηρεμίας x 1.55
- ÷ Βαρειά χειρονακτική εργασία:
Ενεργειακή κατανάλωση ηρεμίας x 1.65-1.75

Μέθοδοι μέτρησης της ενεργειακής κατανάλωσης

≠ Η μέθοδος του διπλά σεσημασμένου ύδατος ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$)

≠ Άμεση θερμοδομετρία

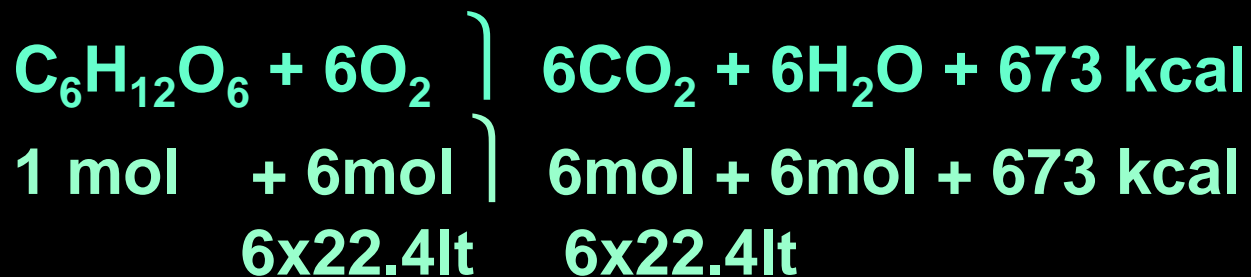
≠ Έμμεση θερμοδομετρία



Εισαγωγή στην έννοια 'καύσεις'

Καύση ορίζεται ως:

Η ένωση της ουσίας με O_2 προς παραγωγή CO_2 με σύγχρονη απελευθέρωση ενέργειας.



$$RQ = 1.00$$



Εξισώσεις υπολογισμού στην έμμεση θερμιδομετρία

Ενεργειακή κατανάλωση ηρεμίας (ΕΚΗ)

$$ΕΚΗ = 5.50 \times VO_2 + 1.76 \times VCO_2 - 1.99 \times U_N$$



Οξείδωση μακροστοιχείων:

- Υδατάνθρακες: $5.926 \times VCO_2 - 4.189 \times VO_2 - 2.539 \times U_N$
- Λίπη: $2.432 \times VO_2 - 2.432 \times VCO_2 - 1.943 \times U_N$
- Πρωτεΐνες: $6.250 \times U_N$

$$RQ = 0.70 - 1.00$$



Μέθοδοι υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης ηρεμίας

Harris-Benedict

Για άνδρες:

$$ΕΚΗ = 66.5 + (13.8 \times \text{Βάρος}) + (5.0 \times \text{Ύψος}) - (6.8 \times \text{Ηλικία})$$

Για γυναίκες:

$$ΕΚΗ = 655.1 + (9.6 \times \text{Βάρος}) + (1.85 \times \text{Ύψος}) - (4.7 \times \text{Ηλικία})$$

Μέθοδοι υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης ηρεμίας

WHO

Ηλικία (έτη)	Άνδρες	Γυναίκες
0-3	$[60.9 \times \text{Βάρος (Kg)}] - 54$	$[61.0 \times \text{Βάρος (Kg)}] - 51$
3-10	$[22.7 \times \text{Βάρος (Kg)}] - 495$	$[22.5 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 499$
10-18	$[17.5 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 651$	$[12.2 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 746$
18-30	$[15.3 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 679$	$[14.7 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 996$
30-60	$[11.6 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 879$	$[8.7 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 829$
>60	$[13.5 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 987$	$[10.5 \times \text{Βάρος (Kg)}] + 596$

Εξισώσεις υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης ηρεμίας στον Ελληνικό πληθυσμό ($r=0.9$, $p<0.0001$)

Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής 1998; Vol 15: pp 181-187

Για τα δύο φύλα & όλες τις ηλικίες:

$$ΕΚΗ = 741.6 + (11.5 \times \text{Βάρος}) - (4.8 \times \text{Ηλικία}) + (208 \text{ για άνδρες})$$

Για άνδρες & γυναίκες ηλικίας 19-60 ετών:

$$ΕΚΗ = 661 + (11.9 \times \text{Βάρος}) - (3.9 \times \text{Ηλικία}) + (200 \text{ για άνδρες})$$

Εξισώσεις υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης ηρεμίας στον Ελληνικό πληθυσμό ($r=0.9$, $p<0.0001$)

Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής 1998; Vol 15: pp 181-187

Για αγόρια & κορίτσια ηλικίας 12-18 ετών :

EKH=

$346.5 + (958 \times \text{Επιφάνεια Σώματος}) - (32.6 \times \text{Ηλικία}) + (162 \text{ αγόρια})$

$\text{Επιφάνεια Σώματος (cm}^2\text{)} = \text{Βάρος (Kg)}^{0.425} \times \text{Υψος (cm)}^{0.725} \times 71.84$

Για άνδρες & γυναίκες ηλικίας >60 ετών:

$EKH = 1246 + (10.4 \times \text{Βάρος}) - (10.6 \times \text{Ηλικία}) + (262 \text{ για άνδρες})$

Εξισώσεις υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης ηρεμίας στον Ελληνικό πληθυσμό ($r=0.9$, $p<0.0001$)

Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής 1998; Vol 15: pp 181-187

Μόνο για άνδρες ηλικίας 19-60 ετών:

$$ΕΚΗ = 662 + (14.2 \times \text{Βάρος}) - (4.96 \times \text{Ηλικία})$$

Μόνο για γυναίκες ηλικίας 19-60 ετών:

$$ΕΚΗ = 677.7 + (11.7 \times \text{Βάρος}) - (3.9 \times \text{Ηλικία})$$

Παραδείγματα υπολογισμού της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης

Φοιτητής στο 4ο έτος της νομικής, ηλικίας 22 ετών, βάρους 108 Kg & ύψους 170 cm, επιθυμεί απώλεια βάρους για λόγους αισθητικούς

Για τα δύο φύλα & όλες τις ηλικίες:

$$ΕΚΗ = 741.6 + (11.5 \times \text{Βάρος}) - (4.8 \times \text{Ηλικία}) + (208 \text{ για άνδρες})$$

$$ΕΚΗ = 741.6 + (11.5 \times 108) - (4.8 \times 22) + 208$$

$$ΕΚΗ = 741.6 + 1242 - 105.6 + 208 \quad \} \quad ΕΚΗ = 2086 \text{ Kcal}$$

$$\text{Συνολική ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση} = ΕΚΗ \times 1.27 = 2649 \text{ Kcal}$$

Μόνο για άνδρες ηλικίας 19-60 ετών :

$$ΕΚΗ = 662 + (14.2 \times \text{Βάρος}) - (4.96 \times \text{Ηλικία})$$

$$ΕΚΗ = 662 + (14.2 \times 108) - (4.96 \times 22)$$

$$ΕΚΗ = 662 + 1533.6 - 109.12 \quad \} \quad ΕΚΗ = 2086.48 \text{ Kcal}$$

$$\text{Συνολική ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση} = ΕΚΗ \times 1.27 = 2649.9 \text{ Kcal}$$

Παραδείγματα υπολογισμού της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης

Συνταξιούχος καθηγήτρια, ηλικίας 67 ετών, βάρους 92 Kg & ύψους 152 cm, επιθυμεί απώλεια βάρους λόγω αρθρίτιδας των γονάτων της

Για τα δύο φύλα & όλες τις ηλικίες:

$$ΕΚΗ = 741.6 + (11.5 \times \text{Βάρος}) - (4.8 \times \text{Ηλικία}) + (208 \text{ για άνδρες})$$

$$ΕΚΗ = 741.6 + (11.5 \times 92) - (4.8 \times 67) + 0 \quad |$$

$$ΕΚΗ = 741.6 + 1058 - 321.6 \quad | \quad ΕΚΗ = 1478 \text{ Kcal}$$

$$\text{Συνολική ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση} = ΕΚΗ \times 1.27 = \mathbf{1877 \text{ Kcal}}$$

Για άνδρες & γυναίκες ηλικίας >60 ετών:

$$ΕΚΗ = 1246 + (10.4 \times \text{Βάρος}) - (10.6 \times \text{Ηλικία}) + (262 \text{ για άνδρες})$$

$$ΕΚΗ = 1246 + (10.4 \times 92) - (10.6 \times 67) + 0 \quad |$$

$$ΕΚΗ = 1246 + 956.8 - 710.2 \quad | \quad ΕΚΗ = 1492.6 \text{ Kcal}$$

$$\text{Συνολική ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση} = ΕΚΗ \times 1.27 = \mathbf{1896 \text{ Kcal}}$$

Σύγκριση μεθόδων υπολογισμού της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης: Παραδείγματα

Φοιτητής στο 4ο έτος της νομικής, ηλικίας 22 ετών, βάρους 108 Kg & ύψους 170 cm, επιθυμεί απώλεια βάρους για λόγους αισθητικούς

Προσδιορισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης Ηρεμίας:

Harris-Benedict ΕΚΗ = 2257.3 Kcal	135.5	
WHO ΕΚΗ = 2131.8 Kcal		170.8 Kcal
Ελληνικές εξισ ΕΚΗ = 2086.5 Kcal	45.3	

Συνολική ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση:

Harris-Benedict = 2257.3 x 1.27 = 2866.8 Kcal		
WHO = 2131.8 x 1.27 = 2707.4 Kcal	159.4	216.9 Kcal
Ελληνικές εξισ = 2086.5 x 1.27 = 2649.9 Kcal	57.5	

Σύγκριση μεθόδων υπολογισμού της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης: Παραδείγματα

Συνταξιούχος καθηγήτρια ηλικίας 67 ετών, βάρους 92 Kg & ύψους 152 cm, επιθυμεί απώλεια βάρους λόγω αρθρίτιδας των γονάτων της

Προσδιορισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης Ηρεμίας:

Harris-Benedict ΕΚΗ = 1504.6 Kcal	57.4	
WHO ΕΚΗ = 1562.0 Kcal		12.0 Kcal
Ελληνικές εξισ ΕΚΗ = 1492.6 Kcal	69.4	

Συνολική ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση:

Harris-Benedict = 1504.6 x 1.27 = 1910.8 Kcal	72.9	
WHO = 1562.0 x 1.27 = 1983.7 Kcal		15.2 Kcal
Ελληνικές εξισ = 1492.6 x 1.27 = 1895.6 Kcal	88.1	

Παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση ηρεμίας

Φυσικοί:

Το φύλο, η φυλή, η ηλικία, το σωματικό βάρος, η κληρονομικότητα, η ποιότητα & ποσότητα μυικού ιστού, το κάπνισμα, η εγκυμοσύνη, η γαλουχία, η απώλεια βάρους, η κατανάλωση οίνοπνευματωδών, η λήψη ασπιρίνης, η κατανάλωση καφεΐνης, η δραστηριότητα του ΣΝΣ, το επίπεδο της θυρεοειδικής λειτουργίας, η σωματική δραστηριότητα, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Παθολογικοί:

Οι κακοήθειες, οι λοιμώξεις, η χρόνια αναπνευστική ανεπάρκεια, ο αρρυθμιστος σακχαρώδης διαβήτης, η κορτιζονοθεραπεία, κλινοστατισμός, διαταραχές του ΚΝΣ, το οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου, τα ικανής έκτασης εγκαύματα, άλλες σπάνιες παθήσεις & η λήψη κάποιων φαρμάκων.

Προϋποθέσεις για σωστές συνθήκες έμμεσης θερμιδομετρίας

- ÷ Εξέταση πραγματοποιείται πρωί.
- ÷ Το άτομο πρέπει να είναι για 10-12 ώρες νηστικό.
- ÷ Πρέπει να έχει κοιμηθεί κανονικά όπως συνηθίζει.
- ÷ Δεν απαιτείται η διανυκτέρευσή του στο χώρο εξέτασης.
- ÷ Η εξέταση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 22⁰ C.
- ÷ Το άτομο φοράει ελαφρό & συνήθη ιματισμό δωματίου.
- ÷ Το άτομο δεν πρέπει να έχει ασκηθεί.
- ÷ Το άτομο πρέπει να έχει παραμείνει τουλάχιστον επί 10 min στο χώρο εξέτασης για να ηρεμήσει.
- ÷ Οι μετρήσεις γίνονται ανά 1 min & διαρκεί 20-30 min.
- ÷ Οι πρώτες 4-5 μετρήσεις πρέπει να εξαιρούνται.