



COMMISSIONE PERMANENTE AREA NUTRIZIONALE  
REGIONE CAMPANIA

Napoli Hotel Mediterraneo 19 novembre 2011

Studio<sup>®</sup>  
**SANA**  
Scienza dell'Alimentazione  
e Nutrizione Applicata

# Metabolismo basale e dispendio energetico

Anna Rita Cozzolino

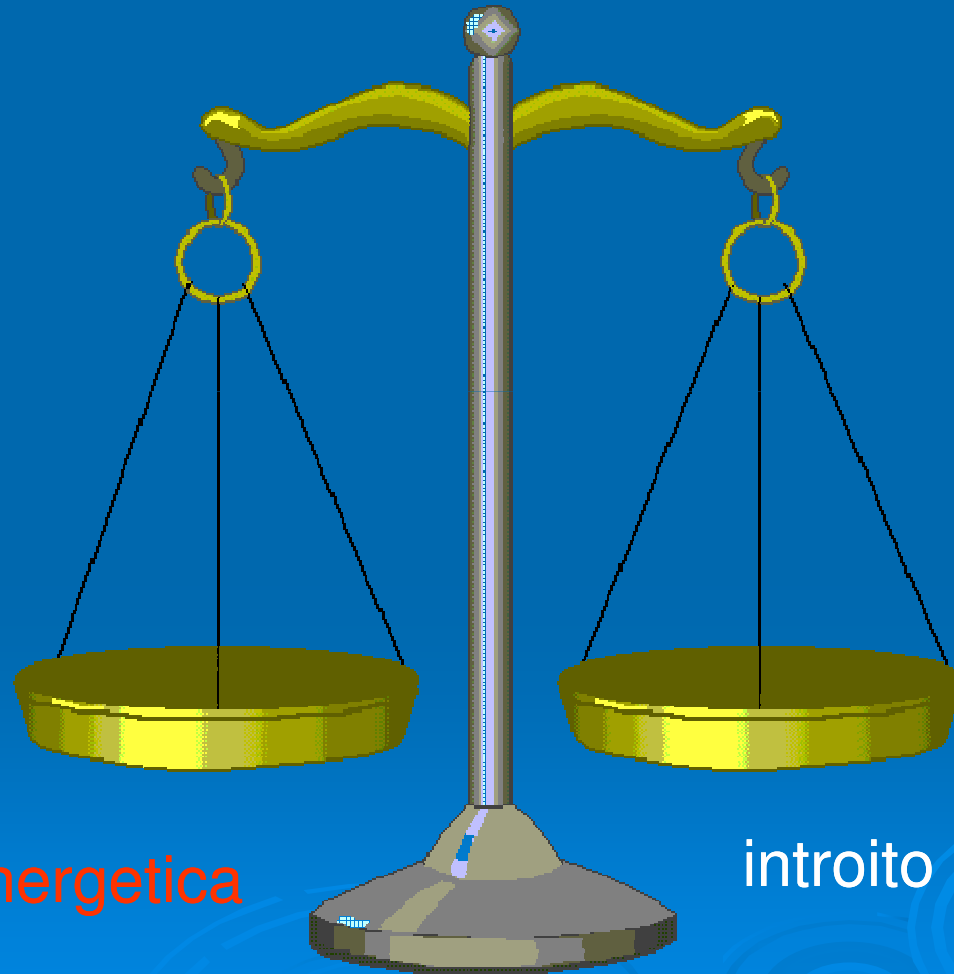
Biologa

Specialista in scienza dell'alimentazione

**Gli esseri viventi sono sistemi  
aperti, scambiano energia e  
materia con l'ambiente**



# bilancio energetico



spesa energetica

introito calorico

Spesa energetica totale  
TDEE

BEE + DIT + AEE +  
NEAT

BEE = metabolismo basale

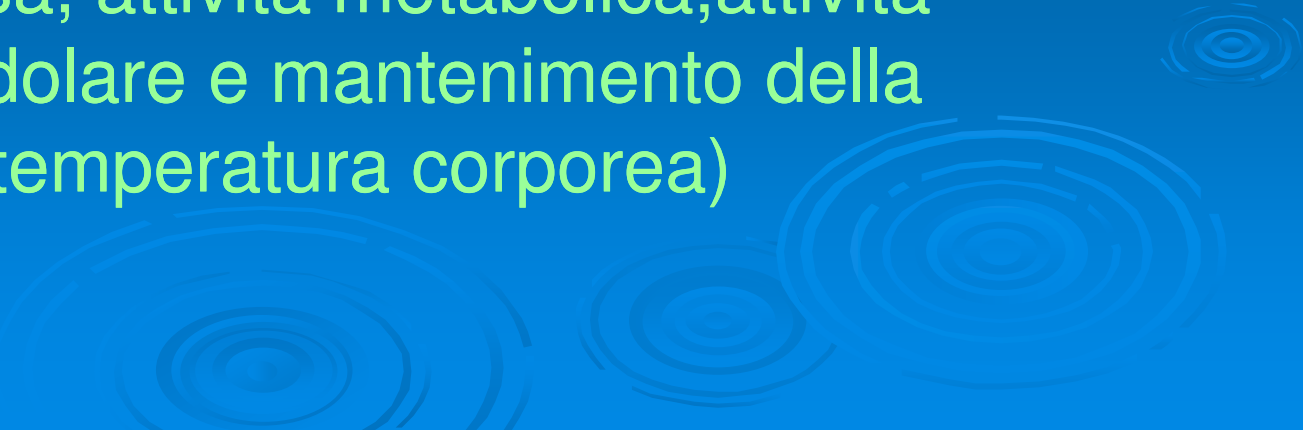
DIT = termogenesi indotta dalla  
dieta

AEE = dispendio energetico dovuto  
ad attività fisica volontaria

NEAT = è la termogenesi non  
indotta dall'esercizio fisico

# METABOLISMO BASALE (BEE)

Quantità di calorie richieste dall'organismo per mantenere le funzioni fisiologiche vitali (circolazione sanguigna, ventilazione, attività nervosa, attività metabolica, attività ghiandolare e mantenimento della temperatura corporea)



# Esistono circa 200 formule predittive per il calcolo della spesa energetica basale

- Prendono in esame variabili come età, peso, sesso,
- Non tengono conto di parametri individuali come introito calorico e composizione corporea che invece influenzano significativamente la spesa energetica basale

# Formula di Harris - Benedict

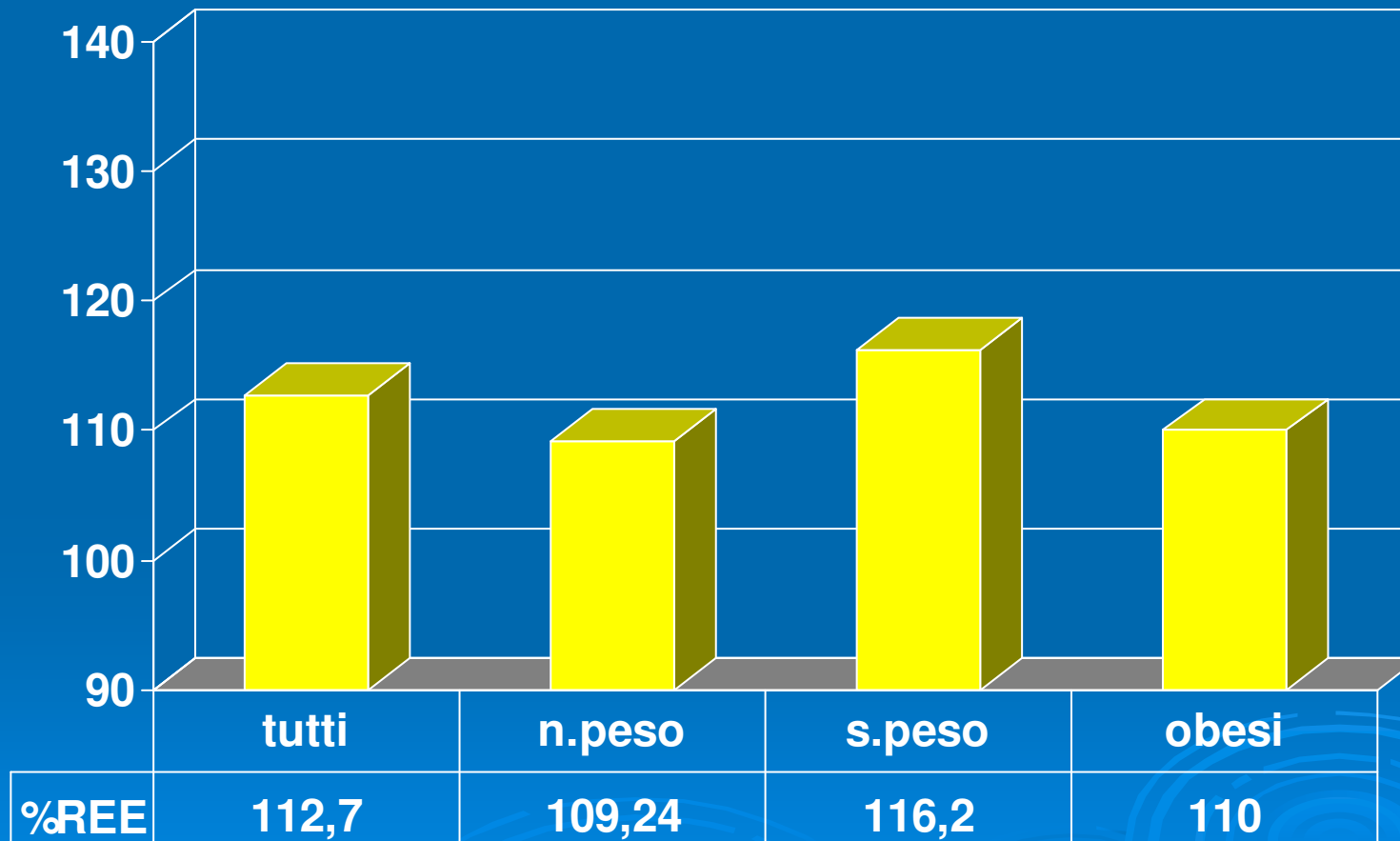
- **Femmine** :  $655,095 + (9,563 \times \text{peso}) + (1,8496 \times \text{altezza}) - (4,6756 \times \text{età})$
- **Maschi**:  $66,473 + (13,7516 \times \text{peso}) + (5,0033 \times \text{altezza}) - (6,755 \times \text{età})$

La tecnica di riferimento  
per lo studio del  
metabolismo basale è la

**CALORIMETRIA  
INDIRETTA**



# Confronto tra le percentuali di MB predetto e misurato con calorimetria



# Legge di Lavoisier

$$E_{in} = E_{out}$$



La calorimetria indiretta misura la variazione della concentrazione di  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  nel tempo ( $\text{VO}_2$  e  $\text{VCO}_2$ ) e fornisce la misura della spesa energetica a riposo (REE) e del Quoziente Respiratorio (RQ)

Da VO<sub>2</sub> si risale ad EE conoscendo l'equivalente calorico per litro di O<sub>2</sub>

	LIP	CHO	PRO	alcool
RQ	0,710	1,000	0,835	0,667
Consumo O <sub>2</sub> (l/g)	2,010	0,746	0,952	1,461
Equivalente calorico di O <sub>2</sub> (kcal/l)	4,683	5,044	4,652	4,855

$$VCO_2/VO_2 = QR$$

- La completa ossidazione del **glucosio** fornisce un **QR = 1**
- L'ossidazione dei **lipidi** fornisce un **QR = 0,7**
- L'ossidazione delle **proteine** fornisce un **QR = 0,8**

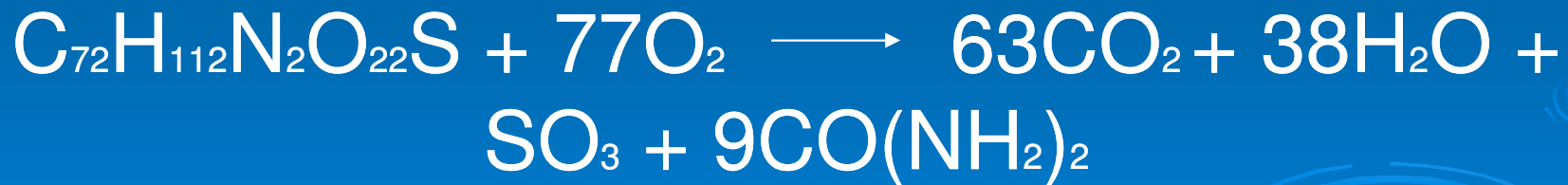


$$\text{QR} = (\text{CO}_2/\text{O}_2) = 6/6 = 1$$

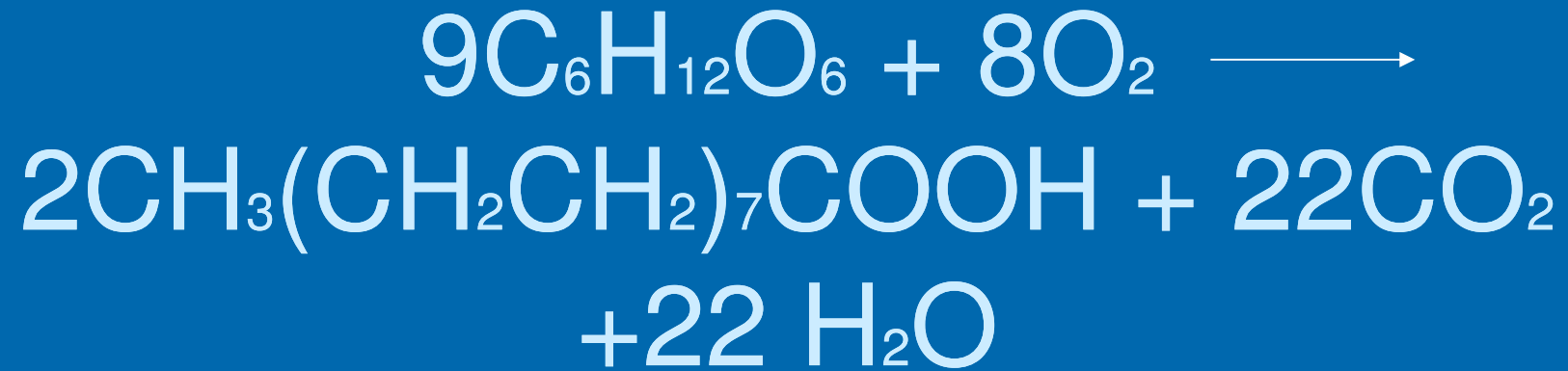
(ossidazione del glucosio)



(ossidazione lipidica)



$$\text{QR} = 63/77 = 0,818 \text{ (ossidazione proteica)}$$



$$\text{QR} = 22/8 = 2,75 \text{ (LIPOGENESI)}$$

L'ossidazione proteica viene  
stimata dalla misura dell'azoto  
urinario

1 gr di N = 6,25 gr di PRO

# Fattori che influenzano il QR


- Diabete e digiuno
- Lavoro muscolare intenso e di breve durata
- Fase di recupero da lavoro muscolare
- Iper- e ipo-ventilazione

# Condizioni di esecuzione della calorimetria indiretta

**il soggetto deve essere :**

- Sveglia
- In posizione supina
- A distanza di 10 ore dal pasto
- Con temperatura corporea normale
- Temperatura ambientale che consenta omeostasi termica (22 - 23C°)
- In assenza di stress fisici e psicologici

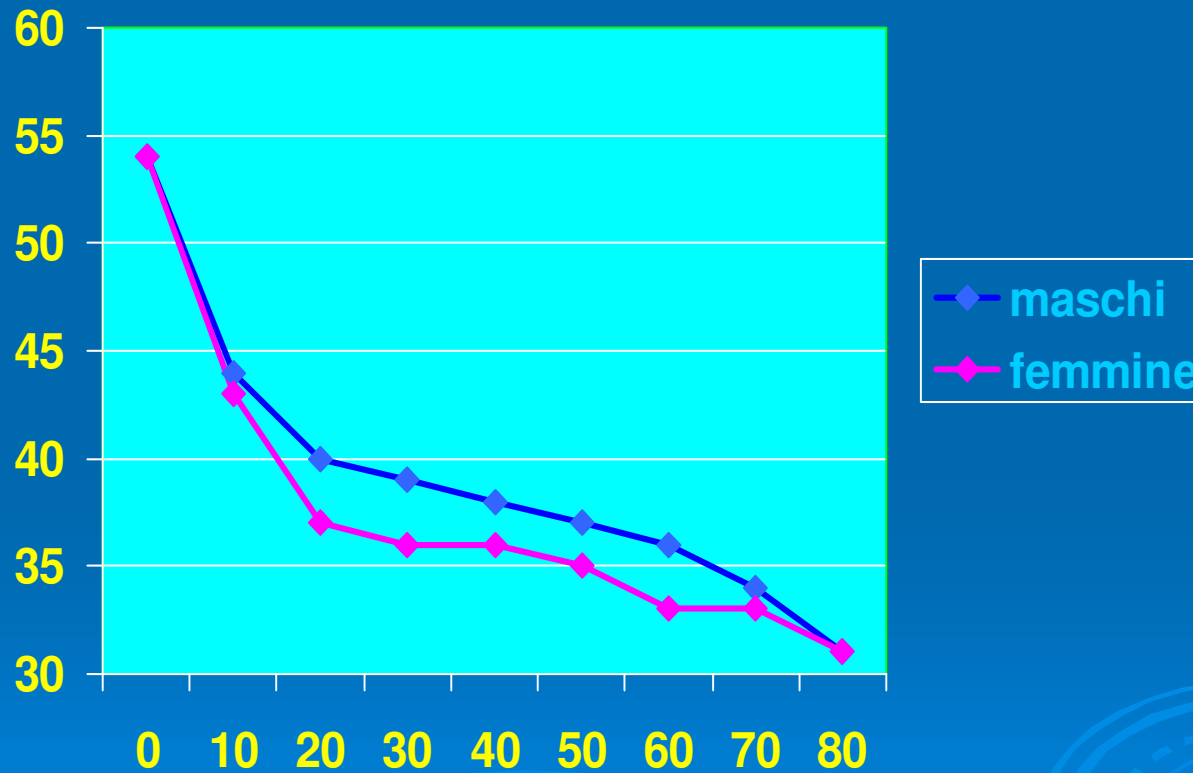
# FATTORI CHE INFLUENZANO IL METABOLISMO BASALE

- età
  - sesso
  - composizione corporea
  - condizioni fisiologiche
  - temperatura corporea
  - temperatura ambientale
  - dieta
- 

## FATTORI CHE INFLUENZANO IL METABOLISMO BASALE (II)

- **Età** : il metabolismo basale è massimo alla nascita (53 kcal/kg) e decresce fino a valori minimi dopo 70 aa (31 kcal/kg)
- **Condizioni patologiche** : es durante la febbre l'aumento della temperatura di un grado provoca un aumento del MB del 13 %
- **Condizioni fisiologiche** : gravidanza e allattamento fanno aumentare la spesa energetica basale

# Variazioni del metabolismo basale con l'età



# In un individuo adulto il MB costituisce il 60-70% della spesa energetica totale

- Il 60% del MB è sostenuto dagli organi (cervello, cuore, fegato e reni) pur rappresentando, essi, solo il 6% del peso corporeo
- La muscolatura scheletrica (40% del peso) contribuisce al 18% del MB
- a livello cellulare l'attività della pompa Na-K ed il turn-over proteico rappresentano i 2/3 del consumo energetico totale

# Tassi metabolici di organi e tessuti nell'uomo

organi	Peso (kg)	M (kcal)	MB %
fegato	1,6	482	27
cervello	1,4	338	19
cuore	0,32	122	7
rene	0,29	187	10
muscolo	30	324	18
Altri *			19
totale	70		

- Il tasso metabolico del tessuto adiposo è 4,5 kcal/kg/die
- In donne obese i tassi metabolici diminuiscono del 2% (Muller MJ et al . Obesity 2011 Aug 11)
- Nessuna differenza tra i sessi ( Muller MJ Am J Hum Biol 2011 May)


# Metabolismo basale dieta età

- Studi sperimentali su ratti alimentati con dieta ipercalorica ,iperlipidica ed altamente palatabile,tale da indurre iperfagia nel ratto, hanno permesso di stabilire che nei ratti giovani l'iperfagia innesca un aumento adattativo della spesa energetica e dell'ossidazione lipidica che contrasta lo sviluppo dell'obesità . Tali modificazioni sono legate ad una diminuzione dell'efficienza metabolica nei mitocondri epatici e del muscolo scheletrico. Lo stesso non si verifica nei ratti adulti che invece mostrano la tendenza ad accumulare le calorie introdotte in eccesso sotto forma di lipidi corporei.


# metabolismo basale e temperatura ambientale

- numerosi studi evidenziano come nei mammiferi si verifica un aumento del metabolismo basale in risposta alle basse temperature

# Condizioni patologiche che condizionano il metabolismo basale

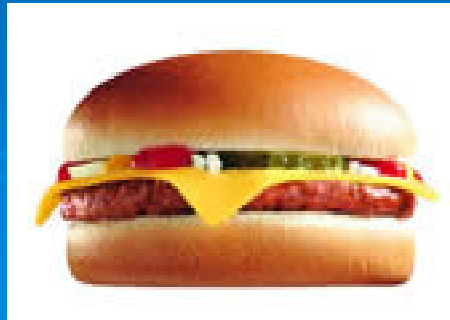
- Leucemie
  - Scompenso cardiaco
  - Iperensione arteriosa
  - Tumori maligni
  - **Anoressia nervosa**
  - Morbo di Addison
  - Sindrome di Cushing
  - Ipogonadismo
  - **Epatopatie croniche**
- 

**Lo studio del metabolismo energetico è indispensabile per disegnare corrette strategie nutrizionali;**  
**non è possibile stimare accuratamente il fabbisogno energetico di un soggetto sulla base di equazioni standard ;**  
**la calorimetria indiretta permette di misurare in maniera affidabile e non invasiva il dispendio energetico a riposo.**



# Termogenesi indotta dalla dieta

- Incremento del dispendio energetico in risposta all'assunzione di alimenti (7-13% del dispendio energetico totale). Una parte dell'energia spesa è destinata ai processi metabolici e fisiologici legati alla digestione, all'assorbimento e all'elaborazione dei nutrienti introdotti con la dieta (**termogenesi obbligatoria**). Una parte dell'energia viene spesa in conseguenza dell'attivazione nervosa simpatica, indotta, per esempio, da sostanze nervine (**termogenesi facoltativa**).



# Termogenesi obbligatoria

- La maggiore quantità di energia si spende per accumulare glicogeno, quindi in caso di insulinoresistenza questa componente termogenetica si riduce. (obesità)

## L'effetto termogenico del cibo varia in funzione dei nutrienti che lo costituiscono

- **Protidi** : hanno in assoluto il più alto valore termogenico; la deaminazione degli amminoacidi e la successiva produzione di urea richiede una spesa energetica pari al 30% delle calorie fornite dall'assunzione di proteine.
- **Glucidi** : potere termogenico basso (7% dell'energia fornita).
- **Lipidi** : potere termogenico bassissimo (3% dell'energia fornita).

La presenza di fibra nella dieta influenza la DIT perché rallenta l'assorbimento



# Attività Fisica

- Comporta un dispendio energetico variabile dal tipo, intensità e frequenza delle attività condotte. Varia da poco più del 15% della spesa energetica totale in stili di vita sedentari a valori pari a 3-4 volte il MB in alcuni atleti e classi lavorative particolarmente pesanti.

# Costo Energetico delle attività

- **IEI** = costo energetico di una specifica occupazione (es. svolgere i lavori domestici)
- **LAF** = dispendio energetico legato all'attività di un'intera giornata

# Livelli di attività fisica (LAF)

leggera	moderata	pesante
Impiegati	Casalinghe	Agricoltori
Liberi professionisti	Collaboratori domestici	Allevatori
Tecnici	Personale di vendita	Manovali
	Lavoratori terziario	

# Dispendio energetico giornaliero con metodo LAF

$$DE = MB \times LAF$$

		Attività leggera LAF	Attività moderata LAF	Attività pesante LAF
Adulti 18-59 aa	uomini	1,55	1,78	2,10
	donne	1,56	1,64	1,82
Anziani 60 - oltre	uomini	1,51		
	donne	1,56		

# **IEI DI ALCUNE ATTIVITA' NON PROFESSIONALI**

## **CURE PERSONALI**

**IGIENE PERSONALE 2,50**

**PASTI 1,50**

**DORMIRE+RIPOSO 1,00**

## **ATTIVITA' PRODUTTIVE**

**ISTRUZIONE 1,50**

**CURA DELLA CASA 2,50**

**CURA DEI FIGLI 3,00**

**ACQUISTI-SPESA 2,50**

## **TEMPO LIBERO**

**ATTIVITA' SPORTIVE 6,00**

**ATT.RELIG., CIVILE, POLIT. 1,80**

**CAMMINATE 4,00**

**LETTURA 1,10**

**TV, RADIO 1,10**

**FREQ. LUOGHI PUBBLICI 1,50**

**HOBBIES 1,80**

**"NON SPECIFICATO" 1,40**

**SPOSTAMENTI 2,00**

# ESEMPIO DI CALCOLO DEL DISPENDIO ENERGETICO

COMMESSA DONNA; ETÀ= 25 anni; PESO= 60 kg; MB=1378 Kcal/die

		GIORNATA 1		GIORNATA 2	
		CASALINGA		IMPIEGATA	
	IEI	ore	Kcal	ore	Kcal
1) A LETTO	1,0	8	460	8	460
2) ATTIVITA' PROFESSIONALI					
a) Cura della casa	2,5	2	287	1	144
b) Lavoro da commessa	1,9	-	-	8	873
3) ATTIVITA' DISCREZIONALI					
a) Manutenzione casa	2,5	2	287	-	-
b) Socialmente auspicabile	1,8	4	413	2	207
c) att. Fisica auspicabile	6,0	0,25	86	-	-
4) RESTO DEL GIORNO	1,4	7,75	623	5	402
LAF GIORNALIERO		1,56		1,51	
DISPENDIO ENERGETICO			2156		2086

# Valutazione del **FREE-LIVING** attraverso l'utilizzo dell'**accelerometro**

- Diagnosi dell'ipocinesia
- Identificazione delle condizioni ipercinetiche (es DCA)
- Prescrizione del giusto dosaggio dell'attività motoria
- Monitoraggio dell'attività motoria

# Parametri fisiologici **misurati** e **derivati** tramite algoritmi

- **Temperatura cutanea**
- **Risposta galvanica della cute** (misura dell'impedenza della pelle che riflette il contenuto idrico cutaneo)
- **Calore dissipato**
- **Accelerometro a 2 assi**
- **Dispendio energetico totale**
- **D.E attivo**
- **D.E. a riposo**
- **METS (kcal/kg/ora)**
- **Numero totale dei passi**
- **Durata dell'attività fisica**
- **Durata del sonno**
- **Tempo sdraiato**

## METs e Attivita' Fisica

METs (Unita' di consumo metabolico-equivalente) = Kcal/Kg/ora

Il consumo energetico in una determinata attivita'

(conversione con consumo di Ossigeno 1 Met = 3.5 ml/VO<sub>2</sub>/kg = aprox. 1 Kcal/kg/h)

Consumo a riposo giornaliero di un uomo di 70 Kg : 1 MET x 70 Kg x 24 ore = 1680 Kcal

<b>Attivita'</b>	<b>METs</b>
Cammino (5-6 km/h)	4.1
Giardinaggio	4.3
Guardare TV	1.1
Lavoro di ufficio	1.2
Bicicletta (andatura lenta)	4.0
Guida di auto	1.5
Lavoro domestico	2 - 4
Sci di fondo	7 - 14
corsa (Amatoriale)	9.5
Atleta di top performance	20

Med Sci Sports Exerc.  
2000 Sep;32(9  
Suppl):S498-504.  
Compendium of  
physical activities: an  
update of activity codes  
and MET intensities.

# NEAT

- Rappresentativa del comportamento umano nella vita quotidiana : il muoversi con irrequietezza, l'agitarsi, la contrazione spontanea dei muscoli, la postura con il suo mantenimento e infine tutte le attività spontanee che nel loro insieme determinano nette differenze tra un individuo e l'altro, così come producono marcate differenze nel dispendio energetico.

# NEAT

- Numerosi lavori evidenziano la possibilità che la NEAT dia un valido contributo nel contrastare l'incremento di massa grassa
- Il fidgeting (movimento involontario delle gambe e delle braccia) è maggiore nelle magre costituzionali (Contaldo et al Clin. Nutr. 2007)
- L'urbanizzazione è associata ad obesità, diabete, ipertensione e problemi cardiovascolari. Le popolazioni rurali mostrano maggiori livelli di NEAT. (Urban Stud. 2011)

Grazie per l'attenzione

