

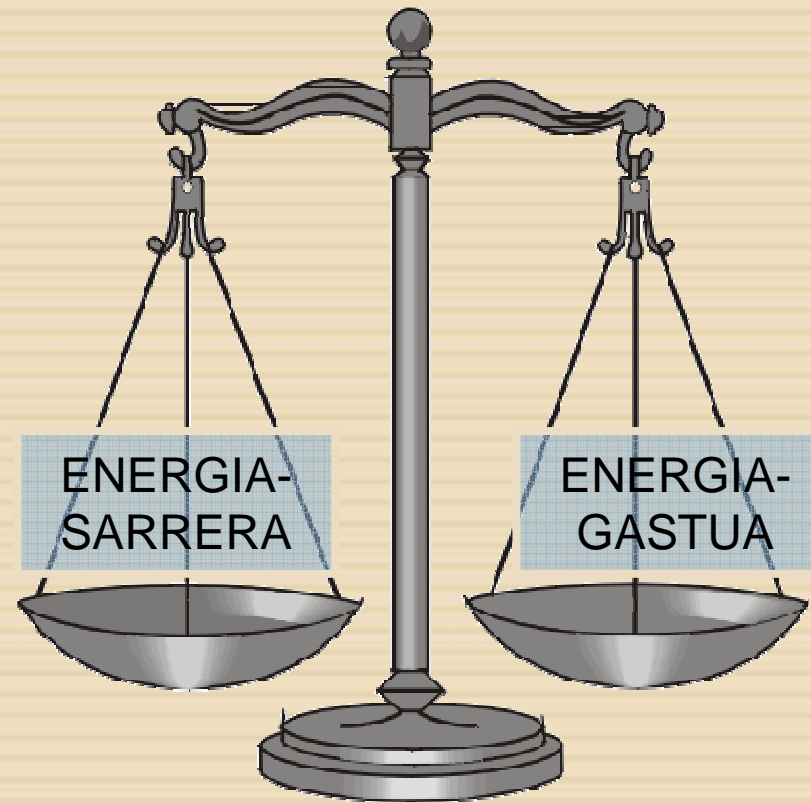
# 12. GAIA: METABOLISMO ENERGETIKOA

*Edurne Simon eta Jonatan Miranda*

- Sarrera
- Definizioa
- Gastu energetikoaren osagaiak
  - Oinarrizko metabolismoa
  - Jarduera fisikoa
  - Elikagaien ekintza termogenikoa
- Gastu energetikoaren neurketa
  - Metodo praktiko edo esperimentalak
  - Metodo teorikoak
- Energiaren gomendio dietetikoak

**AURKIBIDEA**

## GORPUTZ-MASA



SARRERA

<b>Sarrera</b>	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	Gastu Energetikoaren neurketa	Gomendio dietetikoak
----------------	------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------

## □ GASTU ENERGETIKOA

Organismoak behar duen edo kontsumitzen duen energia

### □ Energia:

- %60 bero gisa
- %40 energia kimiko gisa
  - Muskuluen lana
  - Ehun berriak eratzeko
  - Ehunak berriztatzeko
  - Energia metatzeko
  - Presio osmotikoa mantentzeko
  - Nutrienteen elkar-aldaketarako
  - Organoa eta erraiak mantentzeko

<b>Sarrera</b>	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	Gastu Energetikoaren neurketa	Gomendio dietetikoak
----------------	------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------

## □ **GASTU ENERGETIKOAREN OSAGIAK:**

- 1. Oinarrizko metabolismoa
- 2. Jarduera fisikoa
- 3. Elikagaien jarduera termogenikoa edo elikagaien jarduera dinamiko espezifikoa

# OINARRIZKO METABOLISMOA

- **Definizioa:** egoera basalean, erabateko atsedenean, gorputzaren tonu muskularra, zirkulazioa, arnasketa eta beste jarduera batzuk mantentzeko behar den energia
- Kontsumoaren %50-60
- Gizonengan: 1600 -2000 kcal/eguneko
- Emakumeengan: 1200- 1700 kcal/eguneko
- Eragina daukaten aldagaiak:
  - Sexua
  - Gorputz-azalera
  - Adina
  - Lotarako orduak
  - Gaixotasunak
  - Gorputz tenperatura
  - Haurdunaldia eta edoskitzaroa
  - Klima
  - Hormonak

Sarrera	Definizioa	<b>Gastu Energetikoaren Osagaiak</b>	Gastu Energetikoaren neurketa	Gomendio dietetikoak
---------	------------	--------------------------------------	-------------------------------	----------------------

## OINARRIZKO METABOLISMOA

<b>Organoa</b>	<b>Pisu osoa (kg)</b>	<b>Gorputz-pisuaren ehunekoa (%)</b>	<b>OM-aren ehunekoa (%)</b>
<b><i>Gibela</i></b>	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>	<b>26,4</b>
<b><i>Nerbio-sistema</i></b>	<b>1,4</b>	<b>2,0</b>	<b>18,3</b>
<b><i>Bihotza</i></b>	<b>0,3</b>	<b>0,43</b>	<b>9,2</b>
<b><i>Giltzurrunak</i></b>	<b>0,3</b>	<b>0,43</b>	<b>7,2</b>
<b><i>Hezur-muskulua</i></b>	<b>27,7</b>	<b>39,7</b>	<b>25,6</b>
<b><i>OROTARA</i></b>	<b>31,3</b>	<b>44,66</b>	<b>86,7</b>

Taula. Oinarrizko metabolismoan organismoaren zatiek eta organoek duten ekarpena, ehunekoaz adierazita.

# JARDUERA FISIKOA

- **KIROLA + EGUNEROKO JARDUERAK**
- Aldakortasun handia
- Aldagaiak: pisua, ariketaren iraupena eta intentsitatea
- GE %30-40



## ELIKAGAIEN JARDUERA TERMOGENIKOA

- Termogenesisia
- Eragilerik nagusiena: janariaren konposaketa
- Termogenesi fakultatiboa (UCP: uncoupling protein)
- OM %8-10
  - ▣ Gantzak: %3-4
  - ▣ KH: %10-15
  - ▣ Proteinak: %15-30

Sarrera	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	<b>Gastu Energetikoaren neurketa</b>	Gomendio dietetikoak
---------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	----------------------

## □ A. METODO PRAKTIKOAK

### □ A.1. ZUZENKO KALORIMETRIA

$$Q = M_{ur} \times Q_{ur} \times \Delta T + Q_o$$

$M_{ur}$  = Ur-masa

$Q_{ur}$  = Uraren berotasun espezifikoa = 1

$Q_o$  = Aparatuak edo tresnak behar duen energia (konstantea)

$\Delta T$  = tenperaturaren aldaketa

# GASTU ENERGETIKO NEURTZEKO TEKNIKAK

- Kalorimetria zuzenaren abantailak:
  - Zehaztasuna
- Desabantailak:
  - Garestia
  - Zaila

Sarrera	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	<b>Gastu Energetikoaren neurketa</b>	Gomendio dietetikoak
---------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	----------------------

## ▣ A.2. ZEHARKAKO KALORIMETRIA

- ▣ Xahututako O<sub>2</sub> edota CO<sub>2</sub> ekoizpena neurtzea

Kontsumitutako oxigenoa  
proporzionala da  
nutrienteen oxidazio-  
prozesuarekiko

### *Kontsumitutako Oxigenoa:*

KH-entzat --> 5,5 kcal/L O<sub>2</sub>

Lipidoentzat --> 4,7 kcal/L O<sub>2</sub>

Proteinentzat -> 4,6 kcal/L O<sub>2</sub>

**Batazbestekoa, 1 L O<sub>2</sub> = 4,825 kcal.**

### *Ekoiztutako anhidrido karbonikoa::*

KH-entzat ---> 5,5 kcal/L CO<sub>2</sub>

Lipidoentzat --> 6,6 kcal/L CO<sub>2</sub>

Proteinentzat--> 5,6 kcal/L CO<sub>2</sub>

Sarrera	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	<b>Gastu Energetikoaren neurketa</b>	Gomendio dietetikoak
---------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	----------------------

## ▣ A.2. ZEHARKAKO KALORIMETRIA

- ▣ Xahututako  $O_2$  edota  $CO_2$  ekoizpena neurtzea

Kontsumitutako oxigenoa  
proporzionala da  
nutrienteen oxidazio-  
prozesuarekiko

Sarrera	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	<b>Gastu Energetikoaren neurketa</b>	Gomendio dietetikoak
---------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	----------------------

Adibidea:  $\text{Glukosa} : \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Energia}$

**OM kalkulatzearaz gain, nahasketa metabolikoa arnas-kozientea (AK)- rekin jakin:**

$$AK = \text{CO}_2 \text{ bolumena (L) ekoiztuta} / \text{O}_2 \text{ bolumena (L) kontsumituta}$$

<i>Nutrientea</i>	<i>O<sub>2</sub> kontsumoa (L/g)</i>	<i>CO<sub>2</sub> ekoizpena (L/g)</i>	<i>AK</i>
Karbohidratoak	0,75-0,83	0,75-0,83	1,0
Lipidoak	2,03	1,43	0,71
Proteinak	0,97	0,78	0,82

**Pertsona osasuntsuarengan AK =0,85-0,88**

**Dieta orekatua: Energiaren % 10-15 proteinetatik, % 30-35 gantzetatik eta % 50-60 karbohidratoetatik**

**Kalkulatu AK**

**Eta 60 g proteina, 80 g lipido eta 350 g KH jaten baditugu, zein da AK?**

Sarrera	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	<b>Gastu Energetikoaren neurketa</b>	Gomendio dietetikoak
---------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	----------------------

1. **AK 0,7tik hurbil egoteak → gantza erregai nagusia**
2. **Karbohidrato gehiegi erretzen direnean AK 1 inguru**
3. **AK > 1 → energia erabilgarri gehiegi dago zelulen barnean → glukogenoaren eraketa eta, batez ere, lipogenesisia**

Adibidez,  $6 \text{ glukosa} + 13 \text{ O}_2 \rightarrow \text{azido palmitikoa} + 20 \text{ CO}_2 + 20 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{AK} = 20/13 = 1,54$

4. **AK < 0,7 → Zetosia**

Adibidez,  $\text{azido palmitikoa} + 7 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ CO}_2 + 4 \text{ azetona} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AK} = 4/7 = 0,57$

5. **AK < 0,7 → Glukoneogenesisia**

Adibidez,  $2 \text{ balina} + 6 \text{ O}_2 \rightarrow 1 \text{ glukosa} + 2 \text{ NH}_2 + 4 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{AK} = 4/6 = 0,66$

## METODO PRAKTIKOAK

### □ ABANTAILAK

- Indibiduala
- Normaltasun-balioetatik urruntzen diren pertsonetan
- Egoera patologikoetan

### □ DESABANTAILAK

- Garestiak
- Denbora luzea
- Analista trebatua



Sarrera

Definizioa

Gastu Energetikoaren  
Osagaiak

**Gastu Energetikoaren  
neurketa**

Gomendio  
dietetikoak

## B. METODO TEORIKOAK

1. NOMOGRAMAK
2. TAULAK
3. FORMULAK

Sarrera	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	<b>Gastu Energetikoaren neurketa</b>	Gomendio dietetikoak
---------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	----------------------

# FORMULAK

## 2.a. Harris-Benedict:

Gizon:  $66,5 + (13,75 * \text{pisua (Kg)}) + (5,0 * \text{Altuera (zm)}) - (6,74 * \text{Adina (urteak)})$

Emakume:  $665,1 + (9,56 * \text{pisua (Kg)}) + (1,85 * \text{Altuera (zm)}) - (4,68 * \text{Adina (urteak)})$

## 2.b. Mifflin et al :

Gizon:  $10 * \text{pisua (Kg)} + 6,25 * \text{Altuera (zm)} - 5 * \text{Adina (urteak)} - 5$

Emakume:  $10 * \text{pisua (Kg)} + 6,25 * \text{Altuera (zm)} - 5 * \text{Adina (urteak)} - 161$

## 2.c. Grande-Covian eta Keys

$1,3 \text{ kcal} * \text{kg masa gihar} * \text{ordu}$

## 2.d. Dubois-Dubois:

Azalera neurtzeko balio du:

$\text{Log } S (\text{zm}^2) = [\text{log Pisua (kg)}] * 0,425 + [\text{log Taila (zm)}] * 0,725 + 1,8564$

$S (\text{m}^2) = \sqrt{P(\text{Kg}) * T(\text{cm})} / \cdot 3600$

Fleisch -en eta Boothby eta Boors -en formulak :  $\text{kcal/m}^2/\text{ordu}$

**OM = Estandarra (kcal/m<sup>2</sup>/h) \* S (m<sup>2</sup>) \* 24 h**

# FORMULAK

## Harris-Benedict:

Gizonak  $MB = 66 + (13,7 * P \text{ (kg)}) + (5 * A \text{ (zm)}) - (6,8 * \text{Adina (urteak)})$

Emakumeak  $MB = 655 + (9,6 * P \text{ (kg)}) + (1,8 * A \text{ (zm)}) - (4,7 * \text{Adina (urteak)})$

- Stress baxua (anorexia nerviosa)	1,3	Zuzenketa faktore patologikoak
- Stress ertaina (ebakuntza)	1,5	
- Stress altua (minbizia)	1,6	
- Stress oso altua (ebakuntza nagusia)	1,7-2	
- Sepsia	2,5	
- Oheratuta	1,2	Jarduera fisikoko faktoreak
- Ezoheratuta	1,3	

$Kcal \text{ TOTALAK} = Kcal \text{ BASALAK} + (kcal \text{ BASALAK} * (f(x) \text{ IFF-1}))$   
 $+ (kcal \text{ BASALAK} * (f(x) \text{ patologikoak-1}))$

Sarrera	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	<b>Gastu Energetikoaren neurketa</b>	Gomendio dietetikoak
---------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	----------------------

# FORMULAK

## 2.e. OME-ren formulak

### 2.e. "Kalkulu azkarra"-en formulak

Gizonak:  $OM = 1 \text{ kcal} * \text{Pisua (kg)} * \text{orduak}$

Emakumeak:  $OM = 0,9 \text{ kcal} * \text{Pisua (kg)} * \text{orduak}$

### 2.f. Brody-Klieber-en formula

$OM \text{ (kcal/eg)} = 70 * P * 0,75 \text{ (kg)}$

### 2.g. Owen-en formulak

Gizonak:  $OM \text{ (kcal/egun)} = 879 + 10,2 * \text{Pisua (kg)}$

Emakumeak:  $OM \text{ (kcal/egun)} = 795 + 7,18 * \text{Pisua (kg)}$

Sarrera

Definizioa

Gastu Energetikoaren  
Osagaiak

**Gastu Energetikoaren  
neurketa**

Gomendio  
dietetikoak

## METODO TEORIKOAK

### ABANTAILAK

- Merkeak
- Errazak
- Azkarrak

### DESABANTAILAK

- Ez hain zehatzak

Sarrera	Definizioa	Gastu Energetikoaren Osagaiak	<b>Gastu Energetikoaren neurketa</b>	Gomendio dietetikoak
---------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	----------------------

# GASTU ENERGETIKOAREN KALKULUA

$$GE = OM + JF + EET$$

## JARDUERA FISIKOAREN KALKULUA: BI ERA

1.

### Zuzentzeko faktorea

Atsedenean	1,0
Oso arina	1,5
Arina	2,5
Neurrizkoa	5,0
Gogorra	7,0

### JARDUEREN SAILKAPENA

**Oso arina:** eserita egotea, zutik egotea, lur lauan paseatzea, etxeko lan arinak egitea, kartetan jolastea, jostea, janaria egitea, makinaz idaztea, bulegoetako lana eta abar.

**Arina:** 5 km/h abiaduran paseatzea, etxeko lan astunak egitea (kristalak garbitzea, eta abar), arotz-lanak, eraikuntzako lanak (lan gogorak izan ezik), industria kimikoa, elektrikoa, nekazaritza-lanak makinen bidez egitea, golfean jokatzeko, umeak zaintzea eta abar.

**Neurrizkoa:** Nekazaritza-lanak makinarik gabe egitea, meatzeetan lan egitea, basoan lan egitea, egurra moztea, eskalatzea, mendian ibiltzea, futboleko jokatzeko, tenisa, *jogging*, dantza egitea, eskiatzea eta abar.

**Gogorra:** saskibaloian edo futboleko gogor jokatzeko, zamarekin ibiltzea aldapan gora,.. (lan gogorak, oro har: meatzari-lanak...).

Sarrera

Definizioa

Gastu Energetikoaren  
OsagaiakGastu Energetikoaren  
neurketaGomendio  
dietetikoak

# GASTU ENERGETIKOAREN KALKULUA

JARDUE RA	GASTUA (kcal/kg/min)	JARDUE RA	GASTUA (kcal/kg/min)
Altzariak margotu	0,046	Kamioa gidatu	0,034
Arku-tiroa	0,075	Kartetan jokatu	0,021
Arrotz- eta errementeri-lanak	0,052	Korrika egin (5,6 km/ordu)	0,073
Arrantza egin	0,038	Korrika egin (7,0 km/ordu)	0,097
Arraun egin	0,074	Korrika egin (7,5 km/ordu)	0,121
Arropa garbitu	0,070	Korrika egin (8,1 km/ordu)	0,138
Baloi-bolea	0,120	Korrika egin (9,2 km/ordu)	0,167
Belarra moztu eta goldatu	0,098	Kotxea gidatu	0,043
Bizarra egin	0,042	Janaria prestatu	0,045
Bizkarrez igeri egin	0,078	Krowl eran igeri egin	0,156
Bola-jokoa	0,098	Landatu eta zulatu	0,070
Bular-estiloan igeri egin	0,196	Leihoak garbitu	0,061
Azkar dantzatu	0,083	Lisatu	0,063
Eztiro dantzatu	0,061	Lo egin	0,017
Dutxatu	0,046	Lorezaintza	0,086
Egurra eskuilatu	0,130	Mahai-tenisa	0,057
Egurra moztu	0,110	Makinaz josi	0,025
Erratza pasatu, ezteki	0,031	Meatzaritza	0,100
Eserita egon	0,018	Mekanika	0,061
Eskaileretan erratza pasatu	0,097	Metalurgia	0,052
Eskailerak igo	0,154	Motorra gidatu	0,053
Eskalatu	0,190	Ohea egin	0,057
Eskiatu	0,152	Paseatu	0,038
Eskuz josi	0,020	Peci, langile	0,073
Etzanda egon	0,017	Petanka	0,052
Futbola	0,137	Pianoa jo	0,038
Golfa	0,079	Saskibaloia	0,140
Harrinkoa egin	0,037	Squash-a	0,152
Hizketan an izan	0,027	TB ikusi	0,025
Ibili (5,1 km/ordu)	0,069	Tenisa	0,101
Ibili (3,6 km/ordu)	0,051	Txirindularitza (20 km/ordu)	0,160
Idatzi	0,027	Txirindularitza (8 km/ordu)	0,064
Igeltserotza	0,093	Txirindularitza (14 km/ordu)	0,100
Ikasi	0,020	Zaldiz ibili	0,107
Irakurri	0,018	Zapatak garbitu	0,036
Jantzi	0,047	Zorua garbitu	0,060
Jan	0,025	Zurgintza	0,056
Josi	0,047	Zutik egon	0,029

## 2. Jarduera bakoitzak dakarren gastu energetikoa kalkulatzeko

$$GE = OM + JF + EET$$

Elikagaien ekintza  
termogenikoa = OMren %10

# ENERGIAREN GOMENDIO DIETETIKOAK

Adin-taldea	Ekarpen energetikoa (kcal/kg/egun)	
0-3 hilabete	116	
3-6 hilabete	100	
6-9 hilabete	95	
9-12 hilabete	100	
1-3 urte	102	
4-6 urte	90	
7-10 urte	70	
	Emakumeak	Gizonak
11-14 urte	47	55
15-18 urte	40	45

ADINA (urteak)	Energia (kcal)	Energia (kJ)
<b>Neska-mutilak</b>		
0,0→0,5	650	2.712
0,5→1	950	3.963
1→3	1.250	5.215
4→5	1.700	7.092
6→9	2.000	8.344
<b>Gizonak</b>		
10→12	2.450	10.221
13→15	2.750	11.472
16→19	3.000	12.515
20→39	3.000	12.515
40→49	2.850	11.890
50→59	2.700	11.264
60→69	2.400	10.012
70+	2.100	8.761
<b>Emakumeak</b>		
10→12	2.300	9.595
13→15	2.500	10.430
16→19	2.300	9.595
20→39	2.300	9.595
40→49	2.185	9.115
50→59	2.075	8.656
60→69	1.875	7.822
70+	1.700	7.092
<b>Haurdunaldia</b>	+250	+1043
<b>Edoskitzea</b>	+500	+2086



Sarrera

Definizioa

Gastu Energetikoaren  
Osagaiak

Gastu Energetikoaren  
neurketa

Gomendio  
dietetikoak

## OREKA ENERGETIKOA

$$OE = E_{\text{hartuta}} - E_{\text{kanporatuta}} = E_{\text{hartuta}} - (GE + E_{\text{best bide}})$$

OE = 0 izan behar heldu osasuntsuetan

OE < 0 argaltzen

OE > 0 loditzen

Umeetan OE > 0