

Elikagaiak, kiloak eta dietak

Mari Sol Treviño

Leitzako Institututuko irakaslea

Fernando Mijangos

Euskal Herriko Unibertsitateko
irakaslea

Abstract

The heat of combustion of the basic chemicals present in food has been thermodynamically calculated in this paper (glucosides, lipids, proteids, alcohol). Besides, the evaluation of the amount of calories consumed in the metabolism is explained. The composition and energy contents of some nutrients is presented, and the calculation of a daily energy balance is shown through a simple exercise.

Laburpena

Elikagai guztien oinarrizko lehengai kimikoen erreketa-beroa termodinamikoki kalkulatu da lan honetan (gluzidoak, lipidoak, protidoak, alkohola). Halaber, metabolismoan gastaturiko kaloria-kopurua nola ebalua daitekeen azaltzen da. Elikagai batzuen konposaketa eta edukin energetikoa aukezten dira, eta egun bateko balantze energetikoa nola kalkula daitekeen ariketa simple baten bidez adierazten da.

Sarrera

Ikasturte honetan J.R. Etxebarriak egindako gose-grebak eta bere gorputza argaltzen nola ari zen ikusteak iradoki ziguten arkikulu honen mamia. Hau da, zer gertatzen zaie janariari? Zer dira elikagaiak? Zergatik loditzen edo argaltzen gara?

Oso gai zabala, interesgarria, erakargarria, gaurkotasunez beterikoa da, eta gutxienez lauz-pabost arlo desberdin (hala nola kimika, biokimika, fisiologia, nutrizioa...) daude inplikaturata. Gaurko jatorduekin loditu ala argaldu egingo al gara? Erantzuna oso erraza izan daiteke,

baina horretarako zenbat kaloria jan ditugun eta zenbat kaloria gastatu ditugun jakin behar dugu.

Goazen, bada, hori argitzera.

Laburpena

Erreakzio kimiko exotermikoak energi iturri gisa erabil daitezke (esate baterako, gasolina, ikatza, uranioa edota hidrogenoa). Erregai gisa erabiltzen den produktu kimikoaren kalitatea zehazteko, ondoko irizpide hau aipatzen da: oxigenoarekin erretzen delarik erregaiaren

gramoko produzituriko bero-kantitatea. Beraz, zenbat eta energia gehiago askatu, erregaia erabilpena egokiagoa izango da, beste faktore batzuk (hala nola kostua, garraioa, zailtasunak, arriskua...) txokoratuz.

Elikagaiekin gauza bera gertatzen da. Elikagaiei esker energia lortzen dugu hiru funtzio nagusi bete ahal izateko: gorputzeko tenperatura konstante mantentzeko, funtzio fisiologikoak burutzeko, eta lan fisikoa egiteko.

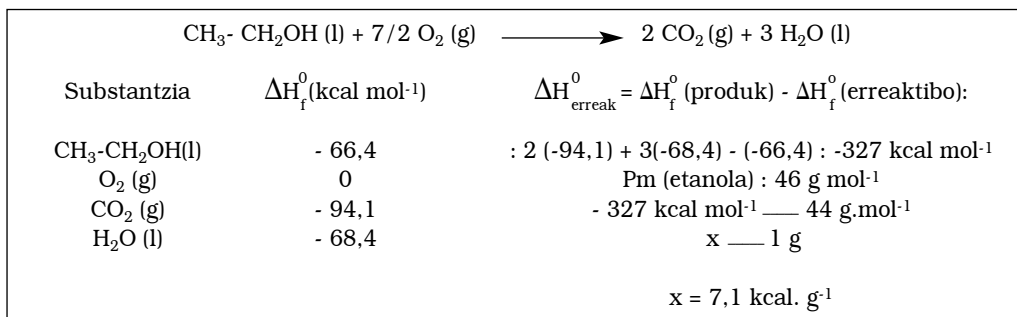
Oro har, gure gorputzaren iharduera normalari iraunarazteko, suspertzeko, eguneroko elikagaien balio energetikoak batezbeste 36 kcal.kg⁻¹-ekoa izan behar du. Ondoko taulan pertsona batzuen energi premiak azaltzen dira, non, erraz ondoriozta daitekeenez, zenbat eta astunagoa izan, hainbat eta energia gehiago behar dugun (eta kontsumitu egiten dugun). (Ikus 1. taula).

rakin hori metatu egiten da gure gorputzean koipe edo gantz eran.

Kaloriak kalkulatzeko, elikagaiek gorputzean (eta ez laborategian) ematen dituztenak hartu behar dira. Horretarako oso erabiliak dira McCance eta Widdowson-en faktoreak. Ondoko taulan, proteina, karbohidrato, alkohol eta koipeen energia kimikoaren balioak idatzita daude, gramo substantziako.

Substantzia	kcal/g
Proteina	4,1
Koipea	9,3
Karbohidratoa	3,8
Alkohola	7,0

Ikus daitekeenez, alkohola edaten dugunean, esate baterako, kaloriak hartzen ditugu:



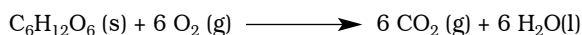
Taulako balio hauek asko alda daitezke pertsona batetik bestera, arrazoi fisiologiko/emozionalak direla medio. Dena dela, organismoaren iharduera arrunta balio minimoan mantentzeko, 22 kcal.kg⁻¹.egun⁻¹, gutxi gorabehera, behar direla kontsidera daiteke. Iharduera normala mantentzeko behar den energia baino gehiago jaten dugunean, sobe-

Termodinamikoki kalkulaturako balioaren eta taulako balioaren arteko diferentzia txikia izan arren, edari alkoholikoetan dauden beste substantzien (hala nola estraktu lehorra deitzen denaren) erreketa dagoelako esplikatu daiteke desberdintasuna.

Azukrea dela eta, gauza bera egin genezake, hau da, termodinamikoki kalkulaturako balioa eta taulakoa konparatu:

Pisua	Egun bakoitzeko energia guztira
50 kg	1.970 kcal
80 kg	3.140 kcal
114 kg	4.480 kcal

1. taula.

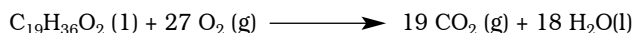


Substantzia	ΔH_f^0 (kcal mol ⁻¹)	$\Delta H_{\text{erreak}}^0$: 6(-94,1) + 6(-68,4) - (-304,8) : -670,2 kcal mol ⁻¹
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s})$	- 304,8	670,2 kcal mol ⁻¹ — 180 g mol ⁻¹
$\text{O}_2 (\text{g})$	0	x — 1 g
$\text{CO}_2 (\text{g})$	- 94,1	x = 3,7 kcal g ⁻¹
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	- 68,4	

Bi balioen arteko komunztadura egokitatzat jo daiteke.

Metil oleatoa koipeen adibidetzat hartzen dugularik, honakoa daukagu:

Adierazitako balioetan erreketak erabatekoak izan dela onartzen da, hau da $\text{CO}_2 (\text{g})$ eta $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ bihurtzen direla. Hurbilketa onargarria izan daiteke kasu gehienetan, baina ez guztietan.



Substantzia	ΔH_f^0 (kcal mol ⁻¹)	$\Delta H_{\text{erreak}}^0$: 19 $\Delta H_f^0 \text{CO}_2 (\text{g})$ + 18 $\Delta H_f^0 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ - $\Delta H_f^0 \text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2 (\text{l})$ =
$\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2 (\text{l})$	-175,7	= -2650 kcal mol ⁻¹
$\text{O}_2 (\text{g})$	0	2650 kcal mol ⁻¹ — 296 g mol ⁻¹
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-94,1	x — 1 g
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	-68,4	x : 9,0 kcal · g ⁻¹
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	- 68,4	

Berriz ere bi balioen arteko komunztadura egokitatzat jo daiteke.

Proteinak aminoazidoz osatuta daudenez, azken hauetariko sinpleena azter dezakegu; glizina, alegia:

Orain arte aipaturiko kalorien teoria zertan datzan eta bere muina eta akatsak zeintzuk diren azalduko dugu laburki. Michigango unibertsitatean Newburg eta Johnston doktoreek, 1930ean, "loditasuna metabolismoaren



Substantzia	ΔH_f^0 (kcal mol ⁻¹)	$\Delta H_{\text{erreak}}^0$: 2 $\Delta H_f^0 \text{CO}_2 (\text{g})$ + 5/2 $\Delta H_f^0 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ - $\Delta H_f^0 \text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N} (\text{s})$ =
$\text{C}_2\text{H}_5\text{N} (\text{s})$	-126,4	= -232,8 kcal · mol ⁻¹
$\text{O}_2 (\text{g})$	0	232,8 kcal mol ⁻¹ — 75 g mol ⁻¹
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-94,1	x — 1 g
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	-68,4	x : 3,1 kcal · g ⁻¹

Adibide honetan komunztadura ez da nahi genuen bezain estua. Hala ere, katea hidrokarbonoduna luzatzen den heinean askaturiko kcal · g⁻¹-ak taulako baliotik gero eta hurbilago daudela erraz froga daiteke.

gaixotasuna baino gehiago kalorian aberats den janariaren ondorio dela" plazaratu zuten. Eta ondoko masa/energia balantzean oinarritu ziren: pertsona batek bere energi beharra baino gutxiago jaten badu, organismoak

koipe-erreserbatik energia aterako du. Ostera, behar duena baino kaloria (energia) gehiago jaten duenak, kaloria-soberakin hori koipe-erreserban pilatuko du. Beraz, argaldu ala loditu egingo da, hurrenez hurren. Hortaz, ez dago galerarik; transformazioa baizik.

Teoria edota hipotesi hau oso ondo sustraituta dago gure gizartean; besteak beste produktua "light" eta abarren bidez. Teoria aztertzen denean frogatuta dago denbora motzean esandakoa egia izan daitekeela, baina organismoa, konterbazio-sena dela eta, lehenbizi janari eta kantitate berrira doitu egingo da eta gero erreserba pilatuko ditu.

Kalorien teoria sinpleegizat jotzen denez, bestelako proposamen batzuk ere plazaratu dira; hain zuzen ere lipido-gluzido nahastearena. Proposamen honen funtsa hiruzpalau esalditan aipatuko da. Erreserba modura metaturiko koipeen ekoizpenak badauka intsulinarekin zerikusirik, zeina areak jariaturiko hormona baita. Berak odolean dagoen glukosari (azukreari) eragiten dio eta zuntzetan sartzen da. Horrela, energia lortzeko glukosa oxida daiteke edo asko dagoenean koipe-eran meta daiteke. Area sasoi onean dagoelarik, intsulina behar den heinean jariatuko du. Sasoi desegoki edo txarrean intsulina gehiegi ekoiztuko du, zeinak lipidoak degradatu eta koipe-erreserbara pasatuko diren. Beraz, adi egon arearen disfuntzioekin, zeren loditzeko arrazoia lipido-gluzido nahastea (arearen disfuntzioarekin batera) izan baitaiteke. Batez ere gluzido txar deiturikoen nahastea. Elikagaietan gluzidorik ez badago, areak ez du intsulina ekoiztuko, eta, beraz, ez dira koipeak erreserban metatuko. Are gehiago, energia ateratzeko, organismoak koipeak erre egingo ditu.

Fisiologia

Ikuspuntu kimikotik begiratuta, elikagaia jan daitekeen substantzia da, zeina konposatu organiko desberdinez osatuta dagoen, hala nola protido, lipido, gluzido, gatz mineral edo ez-organiko, bitamina eta uraz eta liseritu

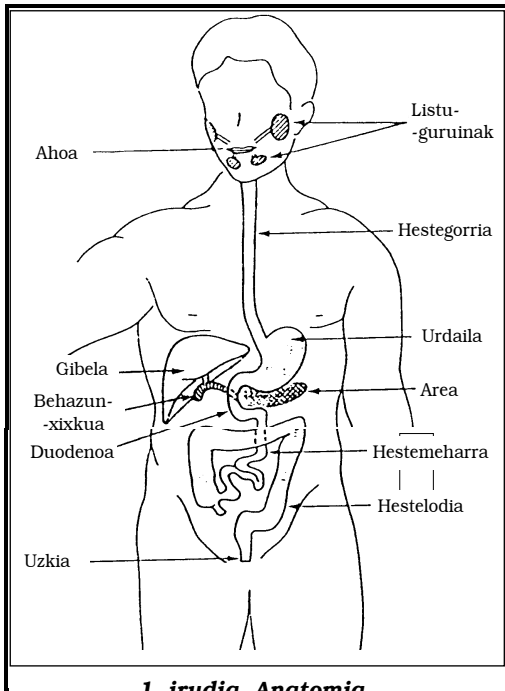
ezin diren zuntz moduko beste substantzia batzuez.

Izaki bizidunak autotrofoak eta heterotrofoak dira. Lehenengok beren zereginetan eguzkitiko energia erabiltzen dute eta beren elikagaiak oso sinpleak dira, hala nola ura, karbono (IV) oxidoa eta gatz mineralak. Burura datozkigun landare berdeak dira. Bigarren multzokoek elikagaietatik atera behar dute energia. Oro har, elikagaiak hiru funtzio desberdin bete behar dituzte gure gorputzean: funtzio energetikoa, plastikoa eta katalitikoa.

Gure organismoa makina termikoa bezala portatzen da eta elikagaia oxigenoz erretzen du, energia sortuz. Azukreak, proteinek eta batez ere koipeak betetzen dute funtzio hori. Hala ere, erreazio biokimikoak gauzatzeko, substantzia batzuk kantitate baxuetan behar-beharrezkoak dira; katalizatazaileak, alegia. Esate baterako, bitaminak, aminoazidoak eta gatz eta ioi batzuk. Oso gutxitan janari bakar batek bete ahal izango ditu funtzio hauek (denboraldi batean ditiak izan ezik), eta horrexegatik denetarik jan behar dela esaten da. Pertsonak janaria kuzinatzen duten animalia bakarrak gabela gogoratu behar da. Kuzinatzea, nolabait esan, aurreliseriketatzat jo daiteke. Esate baterako, egosketan azukreak hidratatu, proteinak desnaturalizatu eta koipeak esekiduran jarri egiten dira. Temperatura altuetan substantzia batzuk deskonposatu egiten direlako (hala nola bitaminak) fruta gordinik jaten dugu.

Janaria ahoan hagin bidez xehetu egiten da eta txistuaz nahastu (ikus I. irudia). Horrela azukreek hidrolisia jasaten dute eta besteek liseriketa-prozesuaren hasiera pairatuko dute. Hormona zein nerbio aldetik aztertuta oso prozesu integratua eta perfektua da. Ez da kasualitatea janaria prestatzean eta usaintzean txistua ekoiztea.

Janaria, txisturekin nahastua eta ondo xehetua, hestegorritik urdailera pasatzen da, non urin gastrikoarekin nahastuko den. Urin gastriko horretan azido klorhidrikoa, ura, pepsina eta mukosa daude. Azidoak proteinak desnaturalizatuko ditu eta zatitutakoak pepsinaren eraso jasango du. Janari eta



1. irudia. Anatomia.

urin gastrikoaren multzoari kimo deritzo, eta pilorotik hestemeharrera pasatzen da.

Duodenora isurtzen dira entzima desberdinez osatutako urin batzuk, zeintzuek liseriketa gauzatuko duten. Area-urina, azidotasuna neutralizatuko duen bikarbonatoz osatuta dago eta baita makromolekulak apurtuko dituzten entzimez ere, hala nola tripsina, kimotripsina, karboxipeptidasa, lipasa, nukleasa eta abarrez.

Gibeletik datorren behazunak, besteak beste behazun-gatz deiturikoak ditu, zeintzuk koipeak emulsionatzeko beharrezkoak diren. Heste-urinak, azukreak (sakarosa, maltosa...) eta peptidoak liseritzeko beste entzima osagarri batzuk ere baditu. Degradaturiko janari-multzoari kilo deritzo.

Makromolekulak molekula txikietara degradatu ondoren, odol-sistemara sartzen dira heste-hormetatik. Janari batzuk, hala nola ura, alkohola, ioi ez-organikoak, bitaminak eta azukre sinpleak (glukosa-erakoak) garraraio-sistemara zuzen-zuzenean degradatzeke

sartzen dira. Uretan disolbagarri diren substantziak, gibelean zehar odolera sartzen dira. Koipeak ostera, behazun-gatzei esker linfa-sistemara sartzen dira kilimikroi-eran. Azken hauek odol-sistemara pasatuko dira geroko metabolismoan.

Janariaren hondar degradagaitzak, hala nola almidoia, keratina, koloratzaileak eta abar, kanporatu egingo dira.

Elikagaien kimika

Izaki bizidun guztiek darabilten prozesu biologiko oro kimikan oinarrituta dago. Erreakzio kimikoei esker energia lortzen da, bizidunok bizirik diraugun bitartean hiru helburu nagusiak bete ahal izateko. Hauek dira hiru helburuak:

- Lan mekanikoa, hala nola beroa edo muskuluen uzkurdurak.
- Lan kimikoa, makromolekula berezi batzuk (ATP, ADN...) sintetizatzeke.
- Lan osmotikoa zein elektrikoa. Substantzia batzuk toki berezi batzuetara eramateko behar den energia/lana (pentsatu zuhaitz baten tontorreraino gatzak igo ahal izateko) zein seinale elektrikoak garraiatzeko zeluletakako hormen bidezko potentzialak.

Esanak esan, eta heterotrofoak garelara gogoratuz, elikagaiak banan-banan aztertu ordez beren baitan dauden osagai amankomun desberdinak aztertuko ditugu, ondoko multzoetan sailkatuta: ura, gatz mineralak, azukreak, koipeak, proteinak, bitaminak.

Ura

Hain substantzia arrunta denez, sarritan ohartu gabe aipatzeke uzten dugu. Hala ere, barau eginda egun asko bizirik irautea posible izan arren, nork irauten du bizirik edan gabe? Gure gorputzaren pisuaren % 60 ura dela gogoratu behar da. Substantzia energetikoa edo kalorifikoa ez izan arren, bere zereginak oinarri-oinarrizkoak dira (disolbatzea, bero-ahalmena eta funtzio termostatikoa...).

Batezbeste, pertsonak 800en bat cm^3 ur kanporatzen du arnasatik eta larrutik, beste 200en bat gorotzetan eta 1.000-1.500en bat gernutan. Guztira hori edan behar da, hau da 2-3 litro egunero. Ez pentsa hau guztia egunero edan behar denik, baizik eta edarrietan (esnean, garagardoan, freskagarrietan), saldan, frutan, dago berez. Honi janari askoren oxidazioz ekoizten den ura gehitu behar zaio. Horrexegatik egunero gutxienez litro bat ur edatea gomendatzen da. Zer esanik ez, gaixorik zaudenean (sukarra, beherakoa...) askoz gehiago edan behar da.

Gatz mineralak

Hauek ere ez dute helburu energetikorik eta ura bezala derrigorrezkoak dira. Esate baterako, fosfato ioia, kaltzio ioia eta beste batzuek hezurretako sarea osatzen dute. Beste batzuek, hala nola potasio ioia, sodio ioia eta kloruroak, presio osmotikoaren erregulatzailerik dira. Beste batzuk, oligoelementu deiturikoak alegia, katalizatzaile dira. Gatz mineralak bide desberdinetatik sartzen dira gure gorputzera; gehienbat ur, esne eta elikagaien bidez. Horrexegatik denetarik jatea gomendatzen da. Esnea fosfato eta kaltzio ioietan aberatsa da; barazkiak potasio eta magnesio ioietan. Burdina, kobre, zink, molibdeno eta kobalto ioiek oso berezitasun bitxiak daukate, batez ere homoproteinetan. Gibela janari onenatarikoa da homoproteinetan.

Azukreak

Azukreek, zalantzarik gabe, janariaren iturri energetiko garrantzitsuena osatzen dute. Garrantzitsuena almidoia izan daiteke. Kultura desberdinek iturri desberdinetatik lortzen dute almidoia, hala nola ogiaren bidez Mediterraneo aldean, arrozaren bidez Ekialdean, patataren bidez Iparraldean. Ezin ahaztu artoa eta gaztaina antzinako Euskal Herrian. Almidoiaz gain glukogenoa hartzen da haragia jatean eta beste azukre sinpleak (glukosa, fruktosa, sakarosa...) frutetan edota goxokietan. Azukre guztiak, monosakaridoak izan

ezik, liseritu egin behar dira. Prozesu honetan, hidrolisian alegia, kateak apurtu egiten dira glukosa emateko. Sarritan beste monosakarido bat (fruktosa edota galaktosa) ere eman dezakete. Ez dago monosakaridorik behar-beharrezko denik; guztiak ordezka baitaitezke. Hala ere, ugariena glukosa da.

Beste azukre interesgarri bat zelulosa da; landareen zeluletako hormak osatzen dituena. Beraz, barazkietan eta fruituetan dago zelulosa. Pertsonak ezin du azukre hau liseritu, entzima egokirik ez daukagulako. Hala ere, ez da alferrikako substantziarik; zuntz asko baitauka eta hau gorotza ondo kanporatzeko oso lagungarria baita. Diabeteak jota dauden gaixoek ezin dute glukosa metabolizatu eta odolean metatzen dute.

Koipeak edo gantzak

Elikagai askok koipea daukate, hala nola arrautzak, okelak, esneak eta esnekiek, arrain urdin deiturikoak... Honetan oso aberatsak dira gurina, olioia eta gazta. Kulturaren arabera koipeak oso proportzio desberdinetan jaten dira eguneroko otorduetan. Koipetan egon badaude derrigorrezkoak diren batzuk; pertsonak ezin baititu sintetizatu, hala nola azido linoleikoa. Beraz, dieta orekatuan gantz-azido poliinsaturatuek egon behar dute; linoleikoaren antzekoak.

Olioak, eguzki-lorearena eta olibolioa, oso aberatsak dira egokiak dira. Kolesterola beste lipido arrunt bat da, baina soberan dagoenean gaixotasun batzuk izan daitezke; arteriosklerosia, esate baterako.

Proteinak

Gure gorputzean proteinak hidrolizatu egiten dira eta aminoazido bihurtzen. Pertsonek geure proteinak sintetiza ditzakegu aminoazidoetatik abiatuta. Proteina guztietan 20 aminoazido desberdinek parte hartzen dute, zintzuetatik 10 beharrezkoak diren eta beste hamarrak lehenengo multzokoekin sintetiza daitezkeen. Biomolekuletan, proteinetan eta azido nukleikoetan, behar den nitrogenoa

ELIKAGAI BATZUEN KONPOSIZIOA (%tan)				
	ELIKAGAI	AZUKREAK	KOIKEAK	PROTEINAK kcal/100g
Fruitu lehorrak				
Almendrak	19,6	54,1	18,6	596
Urrak	18,0	60,9	12,7	671
Intxaurreak	15,6	64,4	15,0	654
Frutak				
Olibak	4,0	13,5	15	132
Gereziak	14,6	0,4	1,1	60
Marrubiak	8,1	0,6	0,8	37
Limoiak	8,7	0,6	0,8	32
Sagarrak	15,0	0,4	0,3	58
Muxikak	11,8	0,2	0,8	47
Laranjak	11,3	0,2	0,9	45
Bananak	24,0	0,4	1,3	94
Barazkiak				
Tipula	9,0	0,9	1,4	40
Aza	5,7	0,1	1,6	25
Zainzuriak	4,1	0,2	2,1	21
Ziazerba	3,9	0,3	2,2	18
Letxua	12,9	0,2	1,2	18
Patata (gordina)	19,1	0,1	2,0	85
Piper berdea	5,2	0,2	1,2	24
Tomatea	4,0	0,3	1,0	23
Egokariak eta laboreak				
lekariak eta zerealak				
Ilarrak	17,0	0,4	6,7	90
Indabak (zuriak)	62,1	1,5	22,0	350
Arroza	79,3	0,5	8,2	363
Oloa	67,8	7,5	13,0	385
Gari-irina (zuria)	75,5	1,1	10,8	370
Ogia (zuria)	52,0	2,0	8,5	260
Denetarik				
Olibolia	—	100	—	884
Arrautzak	0,7	11,5	12,8	158
Gurina	0,4	81,0	0,6	716
Marmelada	70,8	0,3	0,5	278
Eztia	79,5	—	0,3	294
Esnekiak				
Amaren esnea	6,5	8,3	2,0	62
Behi-esnea	4,8	4,0	3,3	65
Esne-hautsa	38,0	26,7	25,8	496
Gazta	1,0	33,0	22,0	390
Haragia				
Txerriak, urdaiazpikoa	0	31,0	15,2	344
Txahala, txuleta	0	9,0	19,5	164
Oilaskoa	0	11,0	20,0	185
Saltxitxoak	0	36,8	23,9	427
Arrainak				
Legatza	0,6	1,2	22,0	102
Izokina	0	12,3	22,0	203
Amuarraina	0	2,1	19,2	96

Oharra: Elikagaiek, taulako azukre, proteina eta koipeez gain beste substantzia batzuk ere badauzkate, hala nola bitaminak, gatzak eta zuntzak. Praktikan, % 100era heltzeko falta dena ura dela kontsidera daiteke.

proteinetatik lortzen da. Elikagai gisa, proteinen balioak bi faktorerekiko menpekotasuna dauka: lixerigarritasunarekiko eta aminoazidoen edukiarekiko. Esate baterako, ileen keratinak aminoazido guztiak dauzka, baina liseriezina da.

Ikuspuntu energetikotik begiratuta, azukreak eta proteinak balioak dira.

Azido nukleikoak

Zelula bizi guztien osagai dira DNA eta RNA deituriko azido nukleikoak; azido fosforiko eta base nitrogenatuez osatutakoak. Animaliak edota landareak izan daitezke beren jatorri. Oso proportzio txikitana daude zeluletan, eta horregatik batzuetan ez dira aipatzen.

Bitaminak

Bitaminak molekula organikoak dira, eta gure gorputzak ezin ditu sintetizatu. Beharrezkoak dira hazteko, ugaltzeko eta abarretarako. Gehienak koentzimak sintetizatzen erabiltzen dira. Bitamina batzuk uretan disolbagarriak dira (C, B). Beste batzuk, ordea, liposolugarriak dira.

Bitamina hidrosolugarriak egosketan galdu egin ohi dira. Beraz, fruituak eta landareak gordintza behar dira. Bitamina ezak gaixotasun asko sortzen du: antzinako eskorbutua, dermatitisa...

Bitamina batzuk, hala nola D eta B₁₂, animalia jatorriko elikagaietan daude. Beraz, hauen falta gainditzeko "konplexu" deiturikoak hartu behar dira.

Metabolismoa. Energia

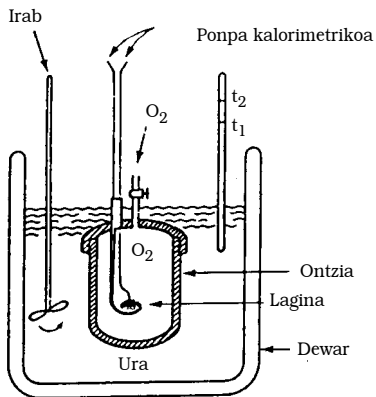
Atal honetan pertsonak behar duen energi kantitateaz arituko gara, hau da, eguneroko ihardueran zenbat kaloria behar den jakin behar da. Baina posible al da hori jakitea edo kalkulatzeko? Azken finean energia elikagaie-tatik ateratzen badugu, behar dugun energi kantitatea jakinez gero zenbat jan behar dugun ere jakin dezakegu, hau da, dieta kalkula

dezakegu. Honi buruz hitz egingo dugu hemendik aurrera. Atal honetan kimikariok termodinamika erabili ohi dugu eta berau erreakzio kimikoei aplikatzen diegu.

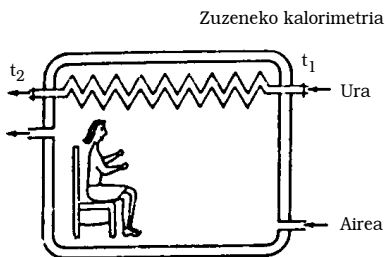
Lehen aipatu denez, elikagaie-tatik energia ateratzen da oxidazio-prozesua gertatzen delarik (erregai erretzean bezalaxe). Elikagaien energia bapatean ez da askatzen, hau da, urrats bateko prozesuan askatu beharrean, oso bide biologiko luzea eta korapilotsua gertatzen da; katabolismoa, alegia. Eta eskerrak hala gertatzen den, zeren energia bapatean askatuko balitz, zuntzak, zelulak, etab. kiskali egingo bailirateke.

Askaturiko energiaren zati handi bat ATP sintetizatzen erabiltzen da, beste zati bat lana gauzatzeko eta soberan dagoena metatu egin daiteke. Erreakzio kimikoa aztertzean kimikariok Gibbs-en energia erabili ohi dugu, baina entalpia-aldaketa edo beroa neurtzea errazago izan ohi da; azken finean, kaloriak zer diren guztiok baitakigu. Beraz, elikagaiek ponpa kalorimetrikoan zein gure gorputzean erre daitezke eta erreketan askaturiko beroa determinatu egin daiteke era koantitatiboan. Nola? kalorimetrikoki, noski

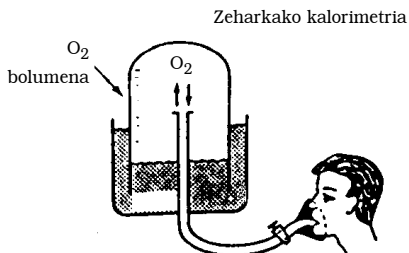
Erreakzio kimikoan askatzen edo xurgatzen den beroa neurtzeko erabilitako prozedura esperimentalak ponpa kalorimetrikoa da. Bere eskema ondoko irudian (ikus 2. irudia) ikus daiteke. Ohizko saio batean elikagai gramo jakin batzuk sartzen dira eta oxigenoarekin erregitatu dira, askaturiko kaloria-kopurua uraren tenperatura-igoerarekin erlazionatuta dagoelarik. Nutrizioan sarritan "Kaloria" handia erabili ohi da 1.000 kaloria adierazteko, hau da kilokaloria; kimikariok sarritan kilojouleak erabiltzen ditugun arren. Lehen aipatu denez, elikagai-mota batek, batezbeste, bero-kantitate jakin eta konstantea askatzen du beti. Ponpa kalorimetrikoan gertaturiko erreketak gure gorputzetan gertatzen den bezalakoak da, elikagaien oxidazioz CO₂ eta H₂O sortzen direlarik. Salbuespen bakarra nitrogenoarekin gertatzen da, zeren ponpa kalorimetrikoan nitrogenoa azido nitrikora oxidatzen baita, baina gure gorputzetan, osteraz, urea konposatu gertatzen da erreakzioa.



Txinpart elektrikoaren bidez hasten da elikagaiaren erreketak. Askaturiko beroak uraren tenperatura igo egiten du.



Airearen bolumenak eta konposizioak sarrean eta irteeran erregistratzen dira eta, halaber, uraren bolumena eta tenperatura.



KOH disoluzioak CO₂ bereganatu egiten du eta kontsumituriko O₂-aren bolumena kanpaiko bolumenaren jaitsieraren bidez determinatzen da.

2. irudia.

Gure organismoetan askaturiko beroa determinatzeko beste teknika batzuk ere badaude. Prozedura hauek "in vivo" deiturikoak dira, bai zuzena eta bai zeharkakoa izan daitezkeelarik. Lehenago aipaturikoa "in vitro" erakoa da. Prozedura zuzenean pertsona gela berezi batean kokatzen da, non kontsumituriko oxigenoa eta askaturiko karbono (IV)oxidoa eta amoniakoa neurtzen diren, eta, halaber, askaturiko beroa uraren zirkuituaren bidez determinatu daitekeen. Gernuaren bidez eliminaturiko amoniakoa, kontsumitutako proteinen kopurua adierazten du, eta karbono (IV)oxido/oxigeno erlazioaren bidez erretako koipe/azukre erlazioa ere kalkula daiteke.

Era praktikoa zeharkako prozedura deiturikoa da. Prozedura honetan kontsumituriko oxigeno-kantitatea denbora-tarte jakin batean (sei-zortzi minutukoa izan ohi da) neurtzen da, eta faktore zuzentzaileaz biderkatuz, 4,825 kcal.l⁻¹-ez alegia, denbora-tartean askaturiko kaloriak erraz kalkula daitezke. Faktore zuzentzailea erabat esperimental da eta egindako milaka esperimenduekin bat dator. Prozedura hauen bidez, "in vitro" eta "in vivo" lorturiko kaloriak elkarrekin konparatuz diferentzia batzuk soma daitezke, diferentziak azaltzeko gutxienez hiru arrazoi daudelarik: i- amoniakoa gure gorputzean ez oxidatzea. ii- elikagaien asimilazio ez-oso. iii- oxidazioa ez-oso izatea.

Arnasketa-zatidura

Ondoan idatzitako zatidurari deritzo horrela:

$$A.Z. = \frac{CO_2 - bol}{O_2 - bol} = \frac{CO_2 \text{ mol} - bol}{O_2 \text{ mol} - bol}$$

berau, askaturiko karbono (IV)oxidoaren bolumena zati kontsumituriko oxigenoaren bolumena delarik. Dakigunez, gasen bolumenak eta mol-kopurua proportzionalak dira. Beraz, arnasketa-zatidurak organismoak kontsumitzen duen koipe eta azukreen proportzioa adierazten du. Azukreentzako A.Z.ren

balioa 1 da eta koipeentzako 0,7, ondoan ikus daitekeenez:



$$\text{A.Z.} = \frac{6 \text{ CO}_2}{6 \text{ O}_2} = 1,0$$



$$\text{A.Z.} = \frac{6 \text{ CO}_2}{6 \text{ O}_2} = 1,0$$

Bi balio hauen arteko beste edozeinek koipe eta azukreen oxidazio bateratua adierazten du, beren proportzioa masen legearekin kalkulatu daitekeelarik.

Metabolismo basala

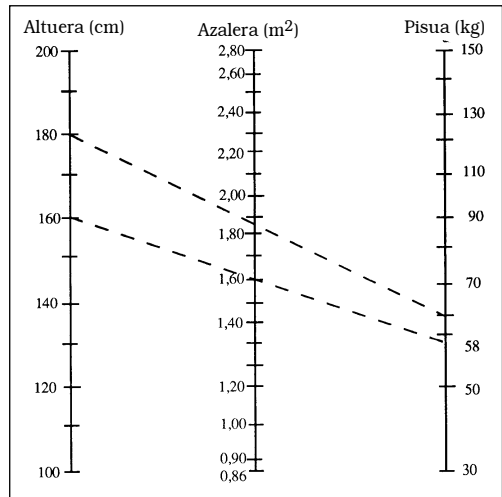
Organismoak egoera fisiko/mental lasaian kontsumitzen duen energiaren kantitateari deitzen zaio horrela, hau da, bizi-funtzioak (hala nola arnasketa, odol-garraioa, tenperatura eta sintesi biokimikoak) oinarritzko egoeran irauteko behar denari. Metabolismo basala kcal/m².ordu unitatetan azaltzen da eta zeharkako kalorimetriaren bidez determinatu daiteke, hau da, kontsumituriko oxigenoa neurtu eta faktore zuzentzailez biderkatuz.

Neurketa goizean eta baraurik egin behar da. Larruaren azalera pertsonaren altuerarekin eta pisuarekin erlazionatuta dago eta ondoko irudian (ikus III. irudia) nola kalkulatu daitekeen azaltzen da. Neure datuekin adibide bat garatuko dut.

Altuera: 1,80 m; pisua: 66 kg; adina: 40 urte; Baldintza basaletan 1,379 l O₂ kontsumitzen ditut 6 minutuan.

$$\begin{array}{l} 1,379 \text{ l O}_2 \text{ ————— } 6 \text{ minutuan} \\ X \text{ ————— } 60 \text{ minutuan} \end{array}$$

$$X = 13,79 \text{ l O}_2 \text{ delarik.}$$



III. taula.

Faktore zuzentzailez biderkatuz

$$\begin{aligned} &13,79 \text{ l. (ordu)}^{-1} \times 4,825 \text{ kcal. (l)}^{-1} = \\ &= 66,5 \text{ kcal. ordu}^{-1} \end{aligned}$$

Nire azalera diagramaren bidez kalkulatu 1,83 m²-koa da. Beraz,

$$\text{M.B.} = \frac{66,5 \text{ kcal/ordu}}{1,83 \text{ m}^2} = 36,3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{ ordu}$$

zeina, ondoko taulan (ikus IV. taula) ipinitako balioekin bat datorren.

Metabolismo basala ondoko faktoreen menpe dago:

- i- Adina. Umeen eta gazteen bihotz-erritmoa eta arnasketa kontuan izan.
- ii- Sexua. Gizonezkoarena emakumeena baino apurtxo bat altuagoa izan ohi da.
- iii- Klima eta eguraldia. Leku hotzetan apurtxo bat altuagoa da.
- iiii- Ohitura
- iiii- Egoera patologikoak. Esate baterako, sukarra dugunean metabolismoaren % 13 gehiago graduko.

Adina (urtetan)	Gizonezkoa	Emakumezkoa
5	52	48
7	49	48
9	46	44
11	44	43
13	43	41
15	43	39
17	42	37
19	40	36
21	39	36
25	38	35
29	37	35
35	37	35
45	36	34
55	35	33
65	34	32

IV. taula. Metabolismoa basalean gastaturiko kcal.m².ordu⁻¹ adinaren eta sexuaren arabera

Metabolismo totala

Gure dietak, metabolismo basalaren premia betetzeaz gain iharduera normalaren premia ere bete behar ditu, hala nola ibili, lan egin... Beraz, organismoaren eguneko premia energetikoak hiru faktore sostengatu behar ditu: metabolismo basala gehi iharduera fisikoa gehi elikagaien eragin espezifikoa.

a) Metabolismo basala nola kalkula daitekeen azaldu dugu. Normalean taulako balioak erabiltzen dira eta azalera eta 24 orduz biderkatu behar dira.

b) Iharduera fisikoa. Energetikoki begiratuta oso desberdina izan daiteke, ondoko taulan ikus daitekeenez (V. taula):

Zeregina	gizonezkoa	emakumezkoa
Oso arina: irakurri, idatzi, gdatu...	35	20
Arina: ibili, garbitu, golfear...	100	80
Ertaina: bizikleta, dantza, korrika...	200	170
Astuna: igeri egin, eskaillerak...	500	400

Kontsumo energetikoa kalkulatzeko zereginetan igarotako orduak jakin eta batu egin behar dira.

c) Ekintza espezifikoa. Ekintza honetan elikagaiak liseritzeko eta metabolizatzeko behar den energia kontutan hartzen da. Dieta orekatuetan ekintza honek metabolismo basalaren gehi iharduera fisikoaren ehuneko seia kontsumitzen du.

Metabolismo totala kalkulatzeko dugu adibide baten bidez. Demagun Iruñean UEUK antolatuturiko ekitaldian 21 urteko 1,60 m-ko altuera eta 54 kg-ko emakume baten bizimodua honakoa dela: 8 ordu lo, 6 ordu klasean, beste 2 ordu ibili, jolasean beste 2 ordu eta beste 6 orduak zeregin atseginetan.

Datu guzti hauekin ondoko batuketa gauzatu da: altuera eta pisua kontutan hartuz, bere azalera 1,56 m²-koa dela ondorioztatzen da monogramatik, eta, beraz, metabolismo basala hauxe izango da:

$$36 \text{ kcal} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{ordu})^{-1} \times 24 \text{ ordu} \times 1,56 \text{ m}^2 = 1348 \text{ kcal/egun}$$

Zereginetan ondoko kalkulu hau dugu:

Ekintza	kcal/ordu	ordu-kop.	kcal/egun
lo egin	0	0	0
klasean egon	80	6	480
ibili	170	2	340
jolasean ibili	170	2	340
egonean egon	20	6	120
Denetara		24	1280

Ekintza espezifikoa aurreko bien % 6enez:

V. taula. Kontsumo energetikoa (kcal/ordu) zeregin desberdinetan.

$$(1348 + 1280) \times 6 / 100 = 158 \text{ kcal/egun}$$

$$\begin{aligned} \text{Metabolismo totala} &= 1348 + 1280 + 158 = \\ &= 2786 \text{ kcal/egun} \end{aligned}$$

Praktikan kalkulu hauek guztiak ez dira gauzatzen eta taula arruntetan aurki daitezkeen kontsumo energetikoak adinaren eta sexuaren arabera dira. Taulaturiko balio hauek gehienetan kalkulaturakoak baino baxuagoak izan ohi dira.

Nutrizioa eta loditasuna

“Loditzen ez duen janaria platerean uzten dena da.”

Lodia, potoloa edo gizena izatea gaixotasuna al da? Medikuen iritziaren arabera gaixorik gaude, baldin eta “ondo ez bagaude”, nahiz eta gure organismoetan ezer berezirik aurkitu ez. Gainera, baldin eta gure ezaugarri fisiko/kimikoak biztanlegoaren batezbestekoetatik oso urrun badaude, gaixorik gaude. Sarritan “pisu ideala” aipatzen da eta ondoko eran kalkula daiteke:

$\text{pisu ideala (kg-tan)} = \text{altuera (cm-tan)} - 100$
 $\text{edo pisu ideala (kg-tan)} = 50 + 0,75 (\text{altuera (cm-tan)} - 150).$

Askoz ere formula korapilatsuagoak ere badaude. Loditasuna garrantzitsua izan daiteke pisu ideala baino % 20 handiagotik gorakoa bada. Adibidez, nire altuera 1,80 m-koa da. Beraz, nire pisu ideala 75 kg ingurukoa izango litzateke. Honen ehuneko hogeia 15 denez, 90 kg-tik gora lodi nengokeela esango nuke.

Loditasunak arazo batzuk sortzen ditu bihotzean, liseri-sisteman, hezurretan, diabetesean. Arazo asko sortzen omen duena badakite aseguru-etxeek, eta pertsona lodiei prima berezia ezartzen diete bizi-asegurua egitean. Lehen aipatu denez, gantzak zuntz adiposoan metatu egiten dira. Pertsona nagusiengan loditasuna zelula adiposo hauek gantz gehiegi metatzean oinarritzen da. Umeen loditasuna

ostera, zelula-kopuru handiegia egotean datza. Beraz, zergatik gertatzen da hori? Kasu berezi batzuk izan ezik, zeintzuetan disfuntzio hormonal oso nabarmena den, gaixotasunaren zergatiak zenbait faktoreen menpe egon daitezke, hala nola faktore heredagarri eta kongenito, faktore soziokultural eta faktore psikologikoen menpe.

Loditasunari buruzko berriak nonahi eta beti aurrean dauzkagu prentsan, telebistan, farmakoetan, eta geure arteko heraldietan: dietak, pilulak, jogurt deskrematuak, udako hondartza eta bainujantziak... dira solasgai. Negozio itzela omen da loditasunaren tratamendua, eta berau eraginkorra izan dadin elikagaien kilokaloririk eta gure metabolismoarenak kontutan hartu behar dira. Bestela jai dugu, hau da, ahotik jandako energia, eta energi kontserbazioaren legea kontutan hartuz, edo kontsumitu edo metatu egingo da (gantzeran).

Beraz, metaketarik egon ez dadin edo metatutakoa deseustatzeko, konponbide bi besterik ez daude: edo elikagaien bidezko kaloria gutxiago hartu (sarritan “gutxiago jan” esaten da) edo gehiago kontsumitu (“kirol gehiago” egin). Eta bi hauek batera eginda hobeto.

Artikulu honen helburua ez da dieten deskribapena egitea izan; horretarako bibliografia oso zabala eta hedatua baitago.

Eguneroko kalorien kalkuluak, batuketak eta abar egin ordez, arau batzuk eduki behar dira buruan; simple-simpleak baitira:

- Elikagai naturalak eta integralak. Elikagai batzuetan, hala nola irin edo azukre edo aleetan, errefinatze-prozesuan jasaten duten tratamendu kimikoaren erruz substantzia egoki asko eta asko alferrik galdu egiten dira.
- Ahal bada kaloriatan aberats diren alferrikako substantziak saihestu egin behar dira, hala nola azukrea, txokolatina, urazukretan kontserbaturiko fruitak, edari gasduak, jaki prestatuak (berehala jatekoak)....
- Jatorduen hasieran janari freskoa eta gordina jan, hala nola entsalada eta fruta. Fruta, ohitura denez, azkenburu izaten da

eta askoren ustez beranduegi omen da. Askoz eraginkorragoa izango da fruta beste edozer jan aurretik hartzen bada.

- Barazkijaleak. Sarritan haragia jaten ez duenari deritzo. Hala ere, zentzu hertsian okela, arraina, arrautza eta esnekiak jaten ez dituenari deituko diogu barazkijale. Barazkijaleen dieta eta obo-lakto-barazkijaleenarena bereiztu egin behar dira. Azken honek dieta osoarekin ez dauka inolako diferentziarik. Barazkijale hutsen dietarekin zaila da proteina guztiak segurtatzea. Hala ere, "Integral" aldizkariak zein liburuak hori ez dela egia biribila aldarrikatzen dute, eta gure ustez arrazoi osoz aldarrikatu ere.
- Ariketa fisikoak. Alferrik da egun batean (sarritan igandetan) izugarritzko nekea hartzea. Are gehiago, kaltegarri izan daiteke. Egokiago da ariketa fisikoak egunero eta atseginez egitea. Esate baterako, ordubete-ko ibilaldi azkar samarrak, metaturiko 139 kilokaloria kontsumitzen ditu, hau da, 100 gramoko hamburgesaren bostena inguru.
- Barau luzea egitea pisua arin galtzeko bide azkarra omen da; batez ere egun batzuk igaro ondoren gosearen deia desagertu egiten baita, horren arrazoa zehatz-mehatz zein den ez jakin arren. Dieta honek oso arrisku nabarmenak ditu; gose-greban ibilitakoek ondo baino hobeto dakizkitenak (batez ere gatz mineralen desorekaren ondorioak). Beraz, ura eta gatz mineralak hartu

behar dira eta odoleko kontzentrazioa kontrolatu. Organismoak, metaturiko koipea erre ondoren proteinak erreko ditu, ondorioz "tonu muskularra" galdu egingo delarik.

- Botikak, medikamentuak. Argaltzeko ez dugu inolako botikarik hartu behar. Gaur egun argaltzeko saltzen diren produktuen bitaminak sintetikoak izan ohi dira. Beraz, lehengai naturalen ezaugarriak galduak dituzte. Beste batzuetan, sarritan, gosearen inhibitzaileak erabili ohi dira. Kasurik hoberenean zelulosaren konposatuetan oinarritzen dira, urdailean betekadaren sententzia lortzeko, hain zuzen ere. Kasurik txarrean, droga batzuetan oinarrituta daude, urdailak jariaturikoa gutxitzeko asmoz. Anorexigenoak, zeinak gosea kentzen omen duten, gaur egun sare komertzialetik erretiratuta omen daude. Entsaladek eta barazkiek pilulen helburu berbera betetzen dute.
- Idorreriari amaiera emateko hartu ohi diren laxanteek (libragarriek), nahiz eta landarezkoak izan, heste-hormak narritatu egiten dituzte eta, ondorioz, muki-jarioa eragiten dute. Horrekin batera mikroorganismoak desagertu egiten dira. Egokiagoa izango litzateke fruta eta barazki asko jatea; zuntz asko baitaukat.
- Alkohola, poteoa, Euskal Herrian nahikoa hedatua dago eta ondorioak ikusgarriegi dira.

**1993. UZTAILEKO 27AN IRUÑEKO UDAKO EUSKAL UNIBERTSITATEAK ESKAINITAKO
JATORDUEKIN LODITU ALA ARGALDU EGIN GINEN?**

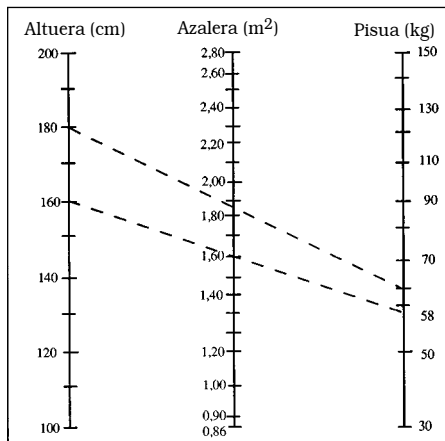
ZURI DAGOZKIZUN GAURKO METABOLISMOAREN KALORIAK

1. METABOLISMO BASALA

Zure adinari eta sexuari dagokion taulako balioa aukeratu.

Adina (urtetan)	Gizonezkoa	Emakumezkoa
5	52	48
7	49	48
9	46	44
11	44	43
13	43	41
15	43	39
17	42	37
19	40	36
21	39	36
25	38	35
29	37	35
35	37	35
45	36	34
55	35	33
65	34	32

Zure altuera eta pisuaren arteko lerro zuzena marraztu.



Metabolismo basalean gastaturiko kcal.m⁻².ordu⁻¹ adinaren eta sexuaren arabera

M.B. = X . 24 ordu x azalera =

2. IHARDUERA FISIKOA

Ondoko taulan adierazitako balioak zure sexuari dagokiona aukeratu eta igarotako orduz biderkatu eta dena batu.

Zeregina	gizonezkoa	emakumezkoa	ordu-kop.	kcal/egun
Oso arina: irakurri, idatzi, gidatu...	35	20		
Arina: ibili, garbitu, golfean...	100	80		
Ertaina: bizikleta, dantza, korrika...	200	170		
Astuna: igeri egin, eskailerak...	500	400		
			Guztira	

3. AKZIO ESPEZIFIKOA. Aurreko bien baturaren % 6:

4. METABOLISMO TOTALA: 1 + 2 + 3 = kcal/ egun

JATORDUETAN LORTUTAKO KALORIAK

	kcal	Azukreak (g)	Koipeak (g)	Proteinak (g)
1. GOSARIA				
Kafesnea (≈200 g)	130	9,6	8,0	6,6
Azukrea (≈15 g)	60	15	—	—
Ogia/opila (80 g)	208	42,6	1,6	6,8
Marmelada (40 g)	111	28,3	0,1	0,2
	—	—	—	—
Guztira	509	94,5	9,7	13,6
Sagarra (150 g)	88	22	0,6	0,5
2. BAZKARIA				
Ogia (100 g)	260	52	2	8,5
Entsalada mistoa				
Letxua (50 g)	9	1,5	0,1	0,6
Tomatea (100 g)	23	4	0,3	1
Zainzuriak (50 g)	11	2,1	0,1	1
Olibak (30 g)	40	1,2	4,1	0,5
Arrautza egosia (50 g)	79	0,4	5,7	6,4
Olibolioa (10 g)	88	—	10	—
	—	—	—	—
Guztira	250			
Indabak muxilekin (300 g)				
Indabak (250 g)	875	155	4	55
Muxilak (50 g)	27	—	0,7	5
	—	—	—	—
Guztira	250			
Errusiar xerra (250 g)				
Okela xehetua (200 g)	632	—	28	45
Saltsa (esnegaina) (50 g)	47	—	3,5	1,5
	—	—	—	—
Guztira	679			
Izokina tipularekin (250 g)				
Izokina (itsas) (200 g)	160	0	2	37
Tipula (50 g)	20	4,5	0,4	0,7
	—	—	—	—
Guztira	180			
Azkenburukoak				
Sagarra	50	14	0,6	0,3
Muxika	39	10	0,1	0,7
Jogurta	61	4	3,5	3,3
3. AFARIA				
Ogia (100 g)	260	52	2	8,5

	kcal	Azukreak (g)	Koipeak (g)	Proteinak (g)
Ilarrak saltsa berdean (300 g)				
Ilarrak (200 g)	180	34	0,8	13
Saltsa (100 g) urtzat hartuta				
	180			
Guztira	180			
Errusiar entsalada (400 g). Datu gabe. Beraz, beste entsalada bezalakoa				
Guztira	250			
Oilasko frijitua (250 g)	462	—	27,5	50
Hegaluzea tomateaz (200 g)	566	—	42	47
Azkenburukoak				
4. EDATEKOAK				
. Ardoa x 10/100 x 7,4 :		kcal		
. Garagardoa x 5/100 x 7,4 :		kcal		
. Patxarana bezalakoa x 40/100 x 7,4 :		kcal		
5. JANDAKO JAKIEN ARABERA BATUKETA EGIN				
GOSARIKOAK + BAZKARIKOAK + AFARIKOAK + ALKOHOLEKOAK =				
6. GOIKOARI, METABOLIZATURIKO KALORIAK KENDU				
JANAK - ERRETAKOAK =				
7. POSITIBOA ALA NEGATIBOA?				
8. ZEURE ESKU DAGO				

Bibliografia

- 1- Sukalde eta ostalaritzako Hiztegia. X. Kintana. UPV/EHU
- 2- La Ciencia de la Alimentación. J.M. Macarulla, F.M. Goñi, J.I.G. Gurtubay. Cuadernos de Extensión Universitaria. UPV/EHU. 1988
- 3- La antidieta. H. eta M. Diamond. Urano arg.1993
- 4- Guia de calorías, dieta para la esbeltez. Dr. R.N. Turner. Edaf arg. 1989
- 5- Aditivos, Conservantes y Colorantes. ¿Qué son, qué peligros entrañan? Obelisco arg. 8. arg. 1993
- 6- La salud por la Alimentación. Dr. M.O. Bruker. Integral arg. 1992
- 7- La gran guía de la composición de los alimentos. Integral arg. 1991
- 8- Comer para adelgazar. M. Montignac. Muchnik arg. 1991
- 9- Alimentos. química de sus componentes. Dr. T.P. Coultate. Acribia arg. 1986
- 10- Dietaren ebaluazioa. J.A. Gorostiza. Elhuyar 51,44, 1991
- 11- Obesitatea. J. Agirre. Elhuyar, 73-74,18,1993
- 12- Termodinámica química. P.A. Rock. Vicens-Vives arg. 1989