

4.GAIA: TERMODINAMIKA PROZESU BIOLOGIKOETAN

AURKIBIDEA

1. Termodinamika
 - 1.1. Aldagai termodinamikoak
 - 1.2. Termodinamikaren printzipioak
 - 1.2.1. Lehenengo printzipioa
 - 1.2.2. Bigarren printzipioa
 - 1.2.3. Gibbs-en energia askea
2. Gizakiaren behar energetikoak
 - 2.1. Giza termodinamika
3. Tenperaturaren erregulazioa (Homeostasi termikoa)
 - 3.1. Gorputzeko tenperatura kontrolatzeko sistemak
 - 3.1.1. Gorputz sistemaren isolatzea
 - 3.1.2. Bero ekoizpena
 - 3.1.3. Bero galerak
4. Tenperaturaren erregulazio hipotalamikoa

SARRERA

Gorputzean patologiarik ez agertzeko homeostasia ezinbestekoa da, eta horretarako hainbat faktore parametro zehatz batzuetan mantendu behar dira, horien artean: osmolaritatea, pH-a eta tenperatura.

1. TERMODINAMIKA

Termodinamikaren esanahi etimologikoa: *termo=beroa* eta *dinamis=indarra/dinamika*.

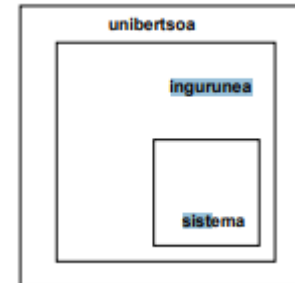
Termodinamika beroa eta lanaren arteko konbertsioa aztertzen duen fisikaren atala da. Sistema baten energiaren konbertsioak aztertzeko tenperatura, bolumena eta presioa bezalako aldagai makroskopikoak elkar-erlazionatzen ditu; hau da, sistema batek bere ingurunearekiko duen erlazioa aztertzen du. Beroa eta lana sistema eta ingurune baten arteko elkartrukea ematerakoan sortzen den energia da.

Horrez gain, esan dezakegu termodinamikak materiaren propietate kolektiboak aztertzen dituela:

- Materia zelan antolatzen den; zein fase ezberdin dauden.

- Materia hori zelan banatzen den molekulen artean, hau da, temperatura nola eratzen den.
- Materia zelan transferitzen edo hedatzen den materia hori.

- **Unibertsoa:** existitzen den materia eta energia guztia eta denbora eta espazio guztia da, hau da, sistema eta inguruneraren multzoa.
- **Sistema:** gainazal itxi batek mugatutako materia-kantitatea. Unibertsoaren zati bat da (zelula bat, organo bat, gu geu...)
- **Ingurunea:** sistemaren parte ez den gorputzak baina sistemarengan eragina izan dezakeen unibertsoaren beste objektua.



Hiru motatako sistemak daude:

- **Sistema irekia:** bai materiaren zein energiaren transferentzia dago, hau da, ingurunearekin energia eta materia elkartrukutzen du. Adb: ardo botila, kotxea
- **Sistema itxia:** soilik energiaren transferentzia gertatzen da ingurunearekin. Adb: esne brik-a (tenperatura altuetan, nahiz eta esnea pasteurizatuta egon, esnea kaltetzeko joera izango du; beraz, brik-ak materia mantenduko du baia ezin izango du energiaren trukaketa ekidin).
- **Sistema isolatua:** energia eta materia ez dira ingurunearekin trukaketa. Adb: termoa.

Unibertsoa sistema isolatu bat da, baina **gu ez gara sistema isolatuak**; izan ere, guk ezin dugu energia sortu eta kanpotik jasoko dugu behar dugun hori. Hala ere, horrek ez du esan nahi termodinamikaren printzipioak ezin zaizkionik aplikatu gure organismoari.

1.1 Aldagai termodinamikoak

Sistema termodinamikoak egoera ezberdinetan agertu ahal dira. Aldagai termodinamikoek zehazten dute sistema baten egoera.

Aldagai termodinamikoak orekan dagoen sistema bat definitzen duten magnitude fisiko makroskopikoak dira (presioa, tenperatura...). Sistema batentzako beharrezkoak izango dira aldagai hauek, eta sistema baldintzatuko dute.

Aldagai termodinamiko guzti hauek **egoera funtzioak** dira. Sistema baten egoera aldatzen denean, propietate horien aldaketak bakarrik hasierako eta bukaerako egoeraren menpe daude, eta ez aldaketa gertatzen den moduaren menpe. Bidearekiko independenteak

izateak esan nahi du tartean gertatzen dena ez dela kontuan hartzen. (Adibidez: distantzia, T^a aldaketa, entalpiaren aldaketa...).

Beraz, aldagai termodinamikoek sistema zehaztuko dute; izan ere, tenperaturak eta presioak adibidez sistema batean energia trukaketa egotea baldintzatuko dute.

Sistema termodinamiko batek ingurunerarekin lana eta beroa elkartrukatu dezake, eta energia hori **barne-energia** gisa metatu daiteke.

- **Barne energia (U):** sistema baten partikula guztien energia batuketa da. Beroa eta lana sistema baten barne-energia aldatzeko motak dira. Lana, beroa ez bezala, sistema mekanikoetan erabiltzen da, eta baliokideak dira (**1cal = 4,186J**).
 - **Lana (W):** ingurunearekiko elkarrekintza mekanikoaren ondorioa da.
 - (+): sistemaren gainean egiten da.
 - (-): sistemak berak egiten du.
 - **Beroa (Q):** ingurunearekiko tenperaturaren aldaketa dela eta, transferitzen den energia da.
 - (+): sistemak beroa bereganatzen du.
 - (-): sistemak beroa galtzen du.

ADIBIDEA: Polea baten albo batean harri bat (pisu handikoa) eta bestean balde bat dugu. Harria altuera batetik behera botatzen badugu, harriak duen energiak baldea igotzeko balioko du (lana) eta, harriak lurra jotzean, haren energia bero bihurtuko da. Beraz, energiaren elkartrukaketa hori lana eta beroarekin erlazionatzen da.

Barne-energia egoera funtzioa da; izan ere, egoera batetik bestera ematen den barne-energia aldaketa hartzen delako, eta horri ΔU deritzen. ΔU lanak eta beroak definitzen dute.

$$\Delta U = Q + W$$

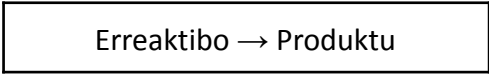
1.2 Termodinamikaren printzipioak

1.2.1 Termodinamikaren 1. printzipioa (Enegiaren kontserbazioaren legea)

Energia ezin da ez sortu ez desegin, eraldatu egiten da: Unibertsoan (energia sistema batean) energia konstante mantentzen da. Unibertsoa **sistema isolatua** izanik, ezin da energia eta materia transferitu, beraz, energia kopurua orekan mantenduko da.

Horrekin lotuta definitu zen **entalpia** (H) kontzeptua : Sistema baten barne-energiaren aldaketa neurtzeko unitatea da. Sistemak ingurunearekin trukatzeko duen energia termiko

kopuru. Beraz, **entalpiaren aldaketak (ΔH)** sistemak ingurunearekin zenbat energia bereganatu edo askatuko duen adieraziko du.



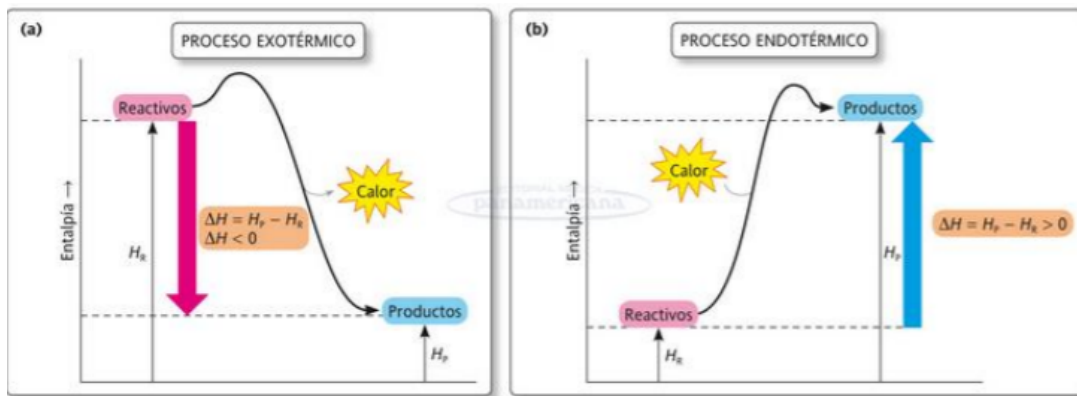
Entalpiaren aldaketaren (ΔH) arabera, bi erreakzio mota bereizten dira:

- **Erreakzio endotermikoa:** $\Delta H (+)$, sistemak beroa bereganatuko du. Beraz, erreakzioa aurrera eramateko energia beharrezkoa izango da.

$$\Delta H > 0 \text{ ---- } H_{\text{produktu}} > H_{\text{erreaktibo}}$$

- **Erreakzio exotermikoa:** $\Delta H (-)$, sistemak beroa askatuko du. Beraz, produktua lortzeko energia askatu da.

$$\Delta H < 0 \text{ ---- } H_{\text{produktu}} < H_{\text{erreaktibo}}$$



1.2.2 Termodinamikaren bigarren printzipioa (Lege espontaneo)

Termodinamikaren lehenengo printzipioak, eta horrekin batera entalpiak, ez du ezer esaten erreakzioaren espontaneitateari buruz; hortaz, bigarren lege bat sortu zen.

Bigarren lege honetan **entropia (S)** definitu zen: desordena/kaos-a neurtzen duen magnitude termodinamikoa da; egoera-funtzioa da.

Unibertsoaren entropiaren kopuruak (S) handitzeko joera du denborarekiko, beraz, amaierako entropia erreakzioaren hasierako entropia baino handiagoa izaten da normalean. Honekin batera, entropiak (S), erreakzio baten **espontaneitatea** neurtzen du; izan ere, sistema batek berezko aldaketa bat jasateko duen ahalmena adierazten digu.

Horrez gain, printzipio honek energia eta materiaren aldaketaren **norantza** ezartzen du. Erreakzio bat noranzko batean ematen bada, kontrako noranzkoan ematea ezinezkoa izango da. Naturan gertatzen diren prozesuak espontaneoki gertatzen dira **beti norabide berdinean**. *ADIBIDEA (Noranzkoa)*: Mendi batetik malda behera harriak doaz grabitatearen eraginez. Prozesua espontaneo da gertatu egin delako, baina itzulezina da; izan ere, harriak ezin dira berez gora bueltatu.

Prozesu ez-espontaneo bat gauzatzeko lan bat egin behar da.

Erreaktibo → Produktu

- **AS = 0** ($S_{\text{produktu}} = S_{\text{erreaktibo}}$) → **Sistema orekatua/itzulgarria**
- **AS > 0** ($S_{\text{produktu}} > S_{\text{erreaktibo}}$) → **Prozesu espontaneo/itzulezina**
- **AS < 0** ($S_{\text{produktu}} < S_{\text{erreaktibo}}$) → **Prozesu ezinezkoa**

Prozesua gertatzen bada espontaneo delako, entropia handituko da. Aldiz, ezin bada gertatu, entropia txikitu egingo da.

Beraz, entropiak esaten du zer gertatuko den eta zer ez eta esango digu itzulgarria edo itzulezina den.

Laburbilduz:

1. Printzipioa:

- a) Barne-energia (U): partikula batzuk daukaten energiaren batuketa.
- b) Entalpia (H)
- c) Erreakzioa endotermikoa edo exotermikoa den identifikatzen du, entalpiari esker.
- d) Printzipio hori ez da nahikoa prozesu jakin bat gerta daitekeen jakiteko.

2. Printzipioa:

- a) Entropia (S), prozesuaren iragarpenerako.

***Prozesu bat gertatzeko **gutxienez** bi printzipio hauek bete behar dira.

Hala ere, badago bigarren printzipioaren luzapen bat: 3. legea edo GIBBSen ENERGIA ASKEA (G).

1.2.3. Gibbsen energia askea (G)

Aurreko bi legeak erlazionatzen dituen eta bi faktore horien arteko erlazio matematikoa adierazten duen legea Gibbsen energia librea (G) da.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Erreakzio bat modu espontaneoan ematen den ala ez adierazteko balio du, baina soilik sistemaren aldagaiak kontuan hartuz (ez ingurunearenak) eta temperatura eta presio konstantean. Erreakzio batean zenbat energiak lan egin dezakeen adierazten du. Beraz, sistema batek T eta P konstantean egin dezakeen lan erabilgarri maximoa eta erreakzioa espontaneo den edo ez zehazten edo adierazten du. (Unitatea: Kcal/mol).

Erreaktibo \rightarrow Produktu

Erreakzio bat modu espontaneo baten ematen den ala ez jakiteko:

- $\Delta G=0 \rightarrow G_{\text{produktu}} = G_{\text{erreaktibo}} \rightarrow$ Erreakzioa **orekan/** Itzulgarria.
- $\Delta G<0 \rightarrow G_{\text{produktu}} < G_{\text{erreaktibo}} \rightarrow$ Erreakzioa **espontaneo** (EXERGONIKOA), hau da, lana egin dezake zentzu edo norabide horretan.
- $\Delta G>0 \rightarrow G_{\text{produktu}} > G_{\text{erreaktibo}} \rightarrow$ Erreakzioa **ez-espontaneo** (ENDERGONIKOA), lana jaso beharko du gertatzeko.

****Termodinamikaren printzipioak ezagutzea beharrezkoa edo garrantzitsua da guretzat, konturatzeko gu ere sistema irekia garela, hau da, ezin dugula energia sortu baina bai ingurunetik energia jasotzen dugula eta gero beroan eta lanean eraldatzen dugula.*

2. GIZAKIAREN BEHAR ENERGETIKOAK

Izakiak ez dira sistema isolatuak baina haien energia-erabilpena aztertzeko, termodinamikaren lehenengo printzipioa aplikatzen da. Horretarako, ikasi nahi dugun prozesuaren hasiera eta bukaera orekan daudela kontsideratzen da.

2.1. Giza termodinamika

- Bizitza prozesu itzulezina da (espontaneo da).
- Gizakia sistema irekia da, materia eta energia trukatzeko dituen ingurunearekin.
- Energia elikagai gisa kontsumitzen du eta sistemarekiko barne-eta kanpo-lana egiten du.

Metabolismoari esker, izaki bizidunak, energia prozesatzen ari dira etengabe, eta ingurunearekin elkar trukatzeko dute energia hori.

Halaber, izaki bizidunek energia eraldatu egiten dute beste mota batzuetako energia lortzeko, burutu nahi den prozesuaren arabera energia mota, hain zuzen.

Adibidez:

- **Energia zinetikoa:** ibiltzeko.
- **Energia termikoa:** tenperatura mantentzeko.
- **Energia elektrikoa:** ekintza potentziala osatzeko.
- Beste molekulen **energia kimikoa.**
- **Energia zinetikoa:** organismoan zehar substantziak mugitzeko.

Beraz, sistema irekia izan arren, hemen ere termodinamikaren lehenengo printzipioa kontserbatzen da: energia kontserbatzen da eta kanpotik sartzen den energia kimiko hori eraldatzen doa etengabe.

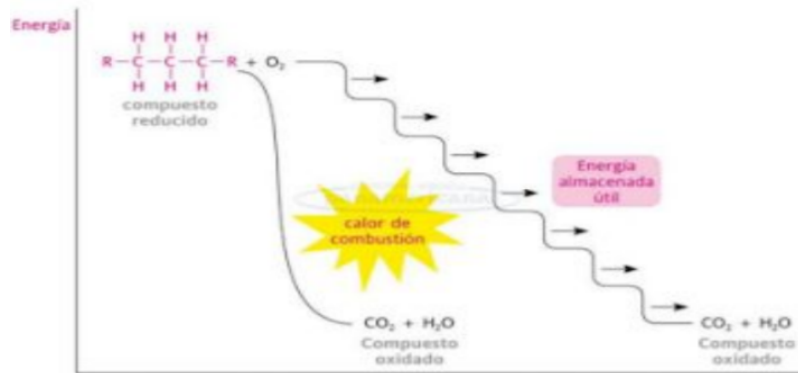
ENERGIA SARRERA	ENERGIA GASTUA
Elikagaiak duten energia	GASTU ENERGETIKO TOTALA (GET)
Energia unitateak: Kcal edo KJ	- Gastu metaboliko basala (GMB)
Karbohidratoak= 4 Kcal/g	- Termogenesisia
Proteinak= 4 Kcal/g	- Ariketa fisikoa
Lipidoak = 9 Kcal/g	

Caloria: Bero-kantitatea neurtzeko unitatea, presio atmosferiko normalean **gramo bat** uren tenperatura 14,5 °C-tik 15,5 °C-ra igotzeko behar den beroaren balioa duena. **4,1868 J** balioidea da

A) ELIKAGAIEN KONBUSTIO-ENTALPIA

Bizitzeko behar den energia elikagaien (karbohidratoak, lipidoak, proteinak) oxidaziotik lortzen dugu, izan ere, elikagaiak “erretzean” energia askatzen da eta energia hori **ATP** modura gordetzen dugu (energia kimikoa) edo **bero** modura askatzen da. Energia hori gorputzaren tenperaturari eusteko, arnasketa egiteko, zirkulaziorako eta zenbait prozesu burutu ahal izateko garrantzitsua da.

Laburbilduz, elikagaien errekontza fisiko osoa egitean, azukreak erabat oxidatzen dira CO₂ eta H₂O-ra, eta energia-eduki zati bat bero gisa askatzen dugu. Hala, energia lortzeko erreazioaren eskema ondorengoa litzateke (konbustio-erreakzioa=arnasketa):



Beraz, nutrienteak oxidatzen dira eta produktu moduan karbono dioxidoa eta ura lortzeaz gain, energia kimikoa ATP moduan molekuletan gordeko da eta beroa askatuko da.

Konbustio-erreakzioaz sor daitekeen bero maximoari **konbustio-beroa** (konbustio-entalpia) deritzen. Kalorimetroaren bidez neurtzen da eta, "erretzen" den substantziaren izaeraren arabera, konbustio-beroa desberdina izango da, izan ere, substantziaren erredukzio-mailaren arabera, konbustio-beroa aldatzen da. Energia emango diguten makronutrienteak hiru izango dira: karbohidratoak, lipidoak eta proteinak.

B) ENERGIA GASTUA

1. Gastu metaboliko basala (GMB)/ Oinarrizko metabolismoa

- Gastu Energetiko Totalaren (GET) %60-%80
- Organismoaren **bizi-funtzioak** (geldirik) **mantentzeko** egin behar den gastu energetikoa (arnaketa, odol-zirkulazioa, molekulen sintesia, T-ren mantenua, ioien garraioa...):
 - Gabela (% 27)
 - Garuna (%19)
 - Giharra (%18)
 - Giltzurrunak (%10)
- **Aldakorra** da sexuaren, adinaren, tamainaren edo konposizioaren arabera:
 - Sexuari dagokionez, gizonek altuagoa.
 - Adinari dagokionez, zenbat eta nagusiagoa, orduan eta gastu txikiagoa.
 - Tamainari dagokionez, zenbat eta handiagoa, orduan eta gastu altuagoa.
 - Gorputz konposaketari dagokionez, muskulu/gantz gehiago izatearen arabera.

2. Termogenesis (Ekintza dinamiko espezifiko)

Organismoak gastatutako energia elikagaiak

- Xurgatzen
- Prozesatzen
- Banatzen
- Metatzen

3. Jarduera fisikoa/ ariketa fisikoa

Metabolismoa gehien aldaraziko duen faktorea da ariketa fisikoa:

- Oheratutakoan %10
- Sedentarioetan %20-40
- Pertsona aktiboetan %50.

Horregatik, oso garrantzitsua da erregaiak; hau da, ariketa fisikoa ez badut egiten, ezin dut organismoan erregai-kantitate berdina sartu. Hau alderantziz ere gertatzen da; ariketa fisikoa egiten badut, erregai gehiago sartu behar dut, nekatuta sentitu naitekeelako.

4. Bestelakoak

Gastu energetikoa aldatu egiten da egoera fisiologiko, fisiopatologiko eta inguruneke egoera askoren arabera:

- Egoera fisiologikoak (adina, loaldia...)
- Egoera fisiopatologikoak (sukarra, estresa...)
- Inguruneke egoerak (klima).

C) GASTU ENERGETIKOAREN NEURKETA

Gure gorputzak bere jarduerarako erabiltzen duen energia, azkenean, bero bilakatuko da (energiaren kontserbazioaren printzipioa), beraz, organismoak ekoiztutako beroa ezagutuz, metabolismoak ezagutu ahal izango dugu. Gastu energetiko hori neurtzeko bi metodo daude, biak kalorimetriaren oinarritutakoak:

- **Kalorimetria zuzena** (kalorimetria bomba baten bidez): Errekuntzan askatutako beroa neurtzea, izakia kamara isolatuan sartuz. Beraz, gela itxi batean egin beharreko prozesua da.

- **Zeharkako kalorimetria** (espirometria bidez): Gasak neurtzea (kontsumitutako O₂ eta ekoiztutako CO₂). Erabilitako O₂ eta erabilitako energia proportzionalak dira.

1L O₂ kontsumitzean, 4,825 kcal ateratzen dira, baina energia-iturria desberdina da nutrientearen arabera. Hau da, ez da berdina karbohidrato bat, lipido bat edo proteina bat hartzen badugu. Bakoitzak energia-iturri edo kantitate desberdina emango digu.

Desberdina izan daiteke KH...

Kalorimetria zuzenari esker, hau da, ponpa kalorimetriko bidez egiten den neurketari esker, kilokaloria bat zer den kalkulatu zen. Kcal bat, beraz, ur destilatuaren 1L presio konstante batean gradu bat (1 °C) igotzeko behar duen energia edo bero-kantitatea. Kalkulu honi esker, ikusita bero kantitatea energiarekin erlazionatuta dagoela, elikagaien energia eta elikagai bakoitzaren balio kalorikoa kalkulatu genezake. Halaber, metodo honen bidez, errekontzaz edo konbustioz sortzen den bero maximoa (konbustio-beroa) eta elikagai baten energia gordina kalkulatzeko ditugu.

Zeharkako kalorimetria, zuzena ez bezala, O₂ kontsumoan oinarrituta dago, izan ere, lehen aipatu bezala, elikagai baten konbustioan erabilitako O₂ litro bakoitzeko, organismotik askatutako beroa, batez beste, 4,825 Kcal/g da.

Bomba kalorimetriko baten bidez (in vitro), beraz, makronutrienteen energia gordina lortu zen, hau da, elikagaien balio kalorikoa. Elikagaien balio-kalorikoa elikagai gramo baten konbustioak askatzen duen beroa da eta hauek dira dietatik hartutako eta energia ematen diguten elikagaien balio-kalorikoak:

- Karbohidratoak: 4 Kcal/g
- Lipidoak: 9 Kcal/g
- Proteinak: 4 Kcal/g

Esan bezala, hau in vitro kalkulatu zen; in vivo kalkulatzeko badugu, ordea, hori ez da guztiz egia, izan ere, makronutriente horien konbustiotik lortzen dugun energia guztia ez da bero moduan askatuko, energiaren zati bat ATP moduan gordeta geratuko da gure gorputzean (molekuletan).

D) ERAGINKORTASUN ENERGETIKOA

Lana bihur daitekeen energiaren ehunekoa (nutrienteen energia kimikoa). Baldintza onenetan %25 ingurukoa da, gainontzekoa bero bihurtzen da.

3. TENPERATURAREN ERREGULAZIOA (HOMEOSTASIA TERMIKOA)

Gizakia *homeotermoa* da; hau da, nahiz eta inguruko tenperatura aldatu, gure gorputzkoa berdin mantenduko da (37°C, +/- 0,6°C). Hala ere, desberdina da ingurunean hotza edo beroa egiten badu; beti hasten gara hozten periferiako aldea, izan ere, gorputzko atalik garrantzitsuenak bero mantendu behar dira (bihotza, adibidez). Beraz, organo horiek bero mantendu behar dira.

Nahiz eta gure gorputzko tenperatura erregulagarria izan, egoera fisiologikoan inoiz ez da 35,5^o-tik jaitsiko ezta 37,8^o-tik igoko ere.

Zergatik da garrantzitsua tenperatura mantentzea?

- T^a baxuetan, uraren izozketa ematen da, eta erreakzioen abiadura moteltzen da. Gainera, uraren izozketagatik, **egitura zelularrak apurtzeko** arriskua handitzen da, uraren dilatazioa dela eta.
- T^a altuetan, aldiz, **proteinen desnaturalizazioa** ematen da; entzimak apurtzen dira eta erreakzioak ez dira katalizatzen.

3.1 Gorputzko T^a kontrolatzeko sistemak

3.1.1 Gorputz-sistemaren isolaketa

Temperatura ez aldatzeko, azala eta gantz-ehunak ditugu, isolatzaile termiko bezala jokatzeko baitute beste ehunetarako. *Azala, gantza**

Giro beroan: odol-fluxua handitu egiten da, eta kanpoko estalkiaren (larruazalaren) lodiera murriztu egiten da, beroa errazago askatuz.

Giro hotzetan: odol-hodiak okertu egiten dira, ondorioz, estalkia loditu egiten da, bero-galera hori ekiditeko.

3.1.2 Bero ekoizpena (termogenesis)

Temperatura galtzen dugunean, beroa sortzea izango da mekanismo eraginkorrena tenperatura mantentzeko. Hala ere, bero ekoizpenaren kantitatea metabolismoarekin batera aldatzen da, beraz, metabolismoa aldatzen duten faktoreek bero-ekoizpenean eragina edukiko dute (ariketa fisikoa, adina, pisua, **estres-hormonak**, **sexu-hormonak**, klima, elikagai eskasia...).

3.1.3 Bero galera (termolisia)

Beroa barne-organoetan sortu eta larruazalean galtzen da.

Gehiegizko tenperatura dagoenean. *añadir factores* beroa askatzeko mekanismoak ditugu:

- Fisikoak
 - Erradiazioa
 - Eroankortasuna
 - Konbekzioa
- Fisiologikoak
 - Lurrunketa

Mekanismoak:

a) ERRADIAZIOA

$T^a_{\text{gorputza}} > T^a_{\text{ingurunea}}$ denean gertatzen da. Gorputzak **izpi infragorrien** bidez gure organismoak beroa askatzeko duen mekanismo bat da erradiazioa. Atsedenean eta biluzik gaudenean, gorputzaren bero-galeraren %60 erradiazioz ematen da.

b) EROANKORTASUNA

$T^a_{\text{gorputza 1}} > T^a_{\text{gorputza 2}}$ denean eta hauek kontaktuan daudenean (**kontaktu molekularra**) gertatzen da; beroa transferitzen da gorputz batetik bestera. Bero galeraren %3 suposatzen du.

c) KONBEKZIOA

Aire edo likido korronteen bidezko bero-transferentzia da **konbekzioa**.

$T^a_{\text{gorputza}} > T^a_{\text{ingurunea}}$ denean gertatzen da; gorputzeko beroa airera (fluidora) pasatzen da, eta **konbekzio korrontee**k bero partikula horiek urruntzen dute. Bero galeraren %12 modu horretan xahutzen da.

Hemen, **sentsazio termikoaren fenomeno**a gertatzen da: haizea dagoenean, hotz sentsazioa dugu (hau da, nahiz eta 20^otan egon, adibidez, T^a baxuagoetan gaudela pentsatzen dugu. Hori hurrengoagatik gertatzen da: guk beroa airera transferitzen dugu, beraz, aire-masa bero hori hasiera batean gure inguruan egongo da. Haizea egiten duenean, aldiz, aire-masa bero hori desplazatuko du, gure ingurutik aldentuz. Beraz, hotz-sentsazioa izango dugu.

Laburbilduz, haizearekin gure gorputzeko T^a ez da aldatzen, baina konbekzioaren bidez gure inguruan dugun beroa transferitzen da, tenperaturaren jaitsieraren sentsazioa sorraraziz.

d) LURRUNKETA

Aurreko hirurak inhibituta daudenean, **lurrunketa** gertatuko da. Hemen, soberan dagoen energia ur-lurrunaren bidez askatzen da. Gorputzak gehiegizko beroa pairatzean edo ekoiztean, soberan duen Eg askatzeko ura lurrunduko du.

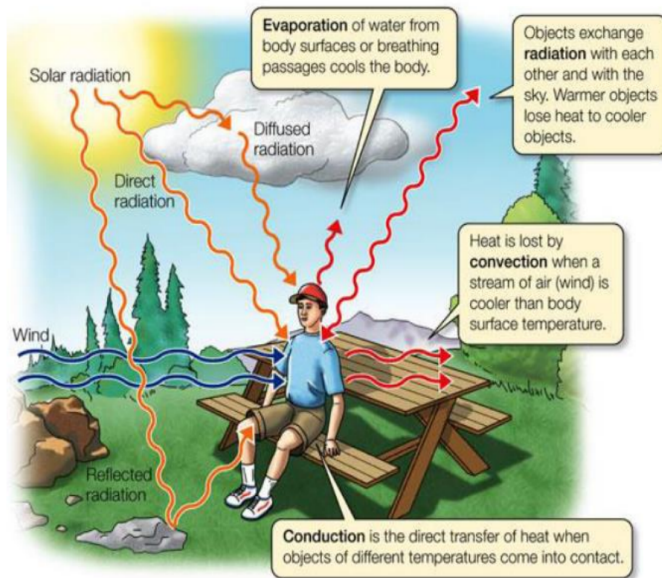
**1L izerdi lurruntzeak 580 kcal galtzea dakar.*

Lurruntze bidezko bero-galerak:

- a) Ez-sentikorrek: **ez erregulagarriak** (arnasketaren bidez kanporatzea, adibidez)
- b) Sentikorrek: **erregulagarriak**. Izerdiaren lurrunketaren bidez egiten da, normalean. Hori posible izateko, hezetasuna %60tik gorakoa izan behar da.

Lurrunketa ariketa fisikoa egitean beroa xahutzeko mekanismorik eraginkorrena da. Atsedendian beroaren %20 mekanismo honen bitartez kanporatzen dugu; ariketa fiiskoa egitean, aldiz, %80.

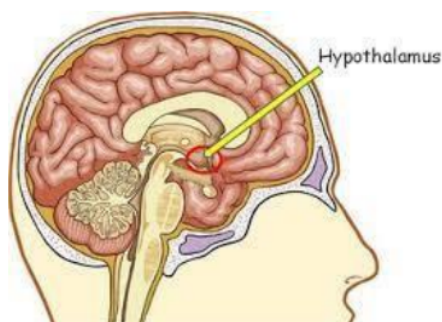
KONTROL SISTEMAK



34

4.TEMPERATURAREN ERREGULAZIO HIPOTALAMIKOA

Termorregulazioa hipotalamoko temperaturaren erregulazio-zentroek egiten dute.



Hipotalamoak informazio sensorialak integratu ondoren aktibatzen da eta hipotalamoak aldi berean hipofisia aktibatuko du eta hipofisiak guruin tiroideoak eta honek hormona tiroideoak askatuko ditu. Horrela estimulu ezberdinen aurrean hipotalamoak beroa sortzeko (termogenesis) edo galtzeko (termolisis) erantzuna emango du eta martxan jarriko ditu aurreko mekanismoak.