

# 1. GAIA: FISIOLOGIARAKO SARRERA ETA HOMEOSTASIA

## AURKIBIDEA

1. Fisiologia
2. Barne ingurunearen kontzeptua
3. Barne ingurunearen egonkortasuna
4. Homeostasia
5. Kontrol-sistemak
6. Oreka eta egoera egonkorra

## 1. FISIOLOGIA

Etimologikoki bi hitz grekoetatik datorren hitza da: *physis* (natura) eta *logos* (ezagumendua). Beraz, bere esanahi etimologikoari jarraituz, fisiologia, **izaki bizidunen funtzioak ikasten dituen zientzia** dela esan dezakegu. Funtzioak ulertzeko egiturak ulertu behar dira, egitura bakoitza funtzio konkretu batekin erlazionatuta dagoelako.

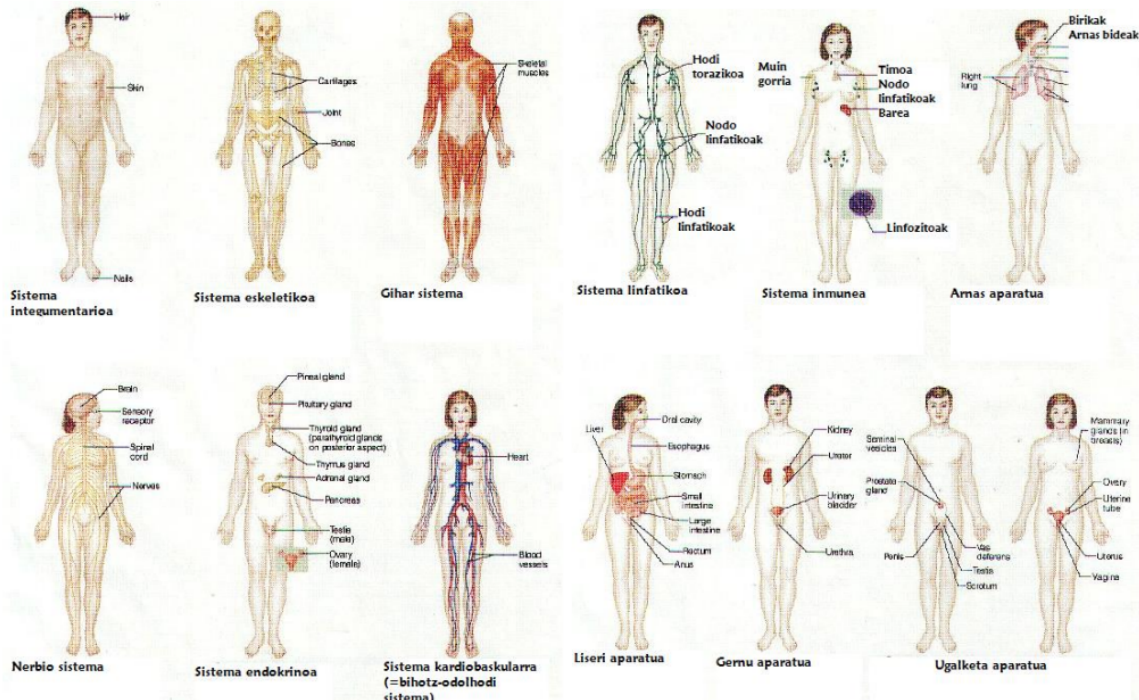
Hori guztia aztertu ahal izateko, fisiologoek zenbait lege fisiko eta kimiko aplikatzen dituzte. Adibidez, muskuluak eragin ahal dituen indarrak ulertzeko, fisika ataleko mekanika aplikatuko da. Beste adibide bat odol zirkulazioa ikasterakoan fluidoaren dinamika ikasten dela da. Azken hau fisikaren lege bat da non hodiak eta likidoak hartu eta horiek hodietatik pasarazi diren hodian ezaugarriak aldatuz eta ondoren zer gertatzen den aztertuz. Beraz, guk garatutako teoriak eta formulak hartuko ditugu, gero gure organismoan aplikatuz.

Maila kimikotik hasiz aplikatzen dira legeak. **Atomoz** osatuta gaude, atomoen elkarrekintzak gertatzean molekulak eratzen dira. **Molekula** konkretuen elkarrekintzek zelula desberdinak sortuko dituzte, eta **zelula** mota bakoitzak beste zelulekin komunikatuz, **ehunak** sortuko dira. Ehunen konbinazioek **organoak** sortuko dituzte, organoen multzoek **sistemak** osatzen dituzte, eta sistema guztiek **organismoa** osatzen dute. Fisiologian maila horietan gertatzen den guztia ezagutzea ezinbestekoa da.

**Fisiologia ez dago beste zientzietatik isolatuta**; hau da, fisiologia ondo ulertzeko bere baitan hartzen dituen beste zientzia batzuk jakin behar dira (kimika, biologia molekularra, zelulen biologia, histologia...); esan bezala, fisiologia, maila molekularretik (atomoek eta molekulek osatzen duten mailatik) organismo mailaraino doalako. Gainera, fisiologiak organismoak ingurunearekin zelan komunikatzen diren ere aztertuko du. Kanpo inguruneak edozein gizakiarengan eragina dauka, horregatik maila kimikoa, biologia molekularra, zelulen biologia eta histologia ezagutu behar da.

Fisiologian nahiz eta maila guztietatik pasatu behar izan, **sistemak** ikasten dira, horregatik normalean sistemak banatzen da. Hala ere, ez da ahaztu behar sistema horiek guztiek

organismo bakarra osatzen dutela, eta organismo horrek ondo funtzionatzeko sistema horien **interkomunikazioa** beharrezkoa da, eta komunikazio horrek, sistemak elkar-menpekoak izatea eragingo du. Beraz, batek ez badu funtzionatzen, eragina izango du gainerako sistemetan.



Organismoan sistema funtzional daude (gihar sistema, sistema eskeletikoa, linfa sistema...) eta, fisiologian, organismo hori modu eskematiko batean aztertzen saiatuko gara:

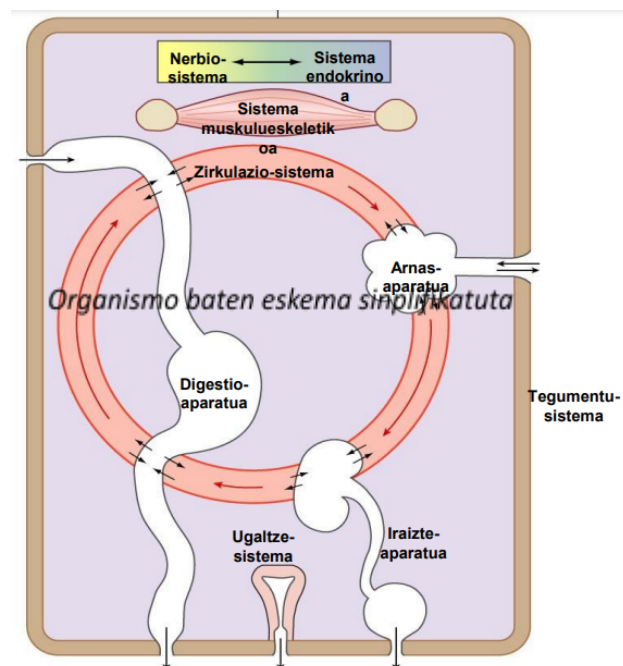
Argazkian ikus daiteke fisiologia ikasteko erabiltzen den organismo baten eskema mota bat eta, bertan, funtzionamendurako aspektu garrantzitsuenak agertuko dira. Organismo horretan zenbait atal ere bereizten dira:

- **Tegumentu sistema:** Organismoa kanpoaldetik mugatzen duen epitelioa. Honek sistema isolatzen du, sarrerak eta irteerak ere izanez.
- **Zirkulazio-sistema:** Organismo barnera sartzen eta irteten diren egitura horiek guztiak gorputzean zehar mugitzen dira sistema honen bitartez. Gainera, homogenizatuta egotea ere lor daiteke sistema honen bidez. Honek **gainerako sistemak komunikatzen** ditu.

## 2. BARNE

## INGURUNEAREN

### KONTZEPTUA



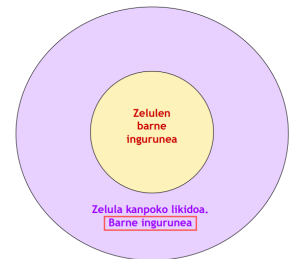
Organismoak kanpo ingurunean (airean, uretan...) bizi dira.

Bi ingurune mota sailkatuko ditugu:

- **Barne ingurunea:** Organismoaren barnealdean dagoena. Zelulaz kanpoko likidoz osatuta gehien bat.
- **Kanpo ingurunea:** Organismotik kanpo dagoena.

Hasieran, marmoka baten (izaki itsastar primitibo) eskema aztertuz gero, pentsa dezakegu hurrengoko bi osagaiak bereiz ditzakegula:

- **Zelulen barne ingurunea** horiz.
- **Zelulen kanpoan gelditzen den likidoa edo ingurunea.** Organismo sinple hauen kasuan, zelulen kanpoaldean gelditzen den ingurune hori itsasoa izango da eta hortik ateratzean bizirik mantentzeko arazoak izango dituzte; esate baterako, marmoka bat hondarretan dagoenean.



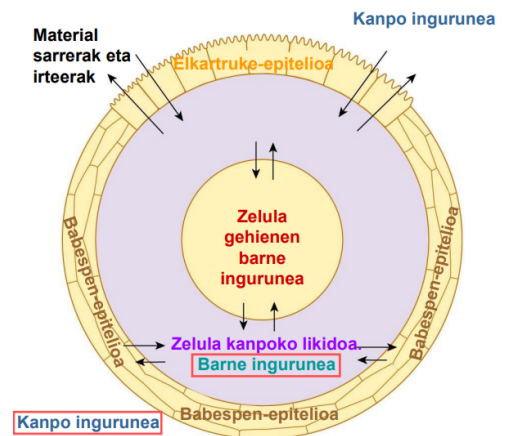
Kasu honetan, kanpo inguruneak (itsasoa) beharrezko elementuekin hornitzen du zelula barneko eremua, horregatik izaki horiek ez dute barne ingurunerik behar (zelulek bizirauteko behar dituzten elementu guztiak itsasotik jasotzen baitituzte).

Gizakien kasuan, zelulak barne ingurunean bizi dira. Beraz, gizakien kasuan hauek dira eskemak.

Marmoka baten eta gizaki baten (izaki lurtar konplexuak) organismoaren eskemak konparatzen baditugu, desberdintasun ugari ikus ditzakegu. Gure kasuan konpartimendu berri bat sortu da, eta horrela itsasoaren parte bat organismoaren barnean sartzea lortu da, isolamendu bat sortuz kanpo ingurunearekiko. Horrela ingurune berri bat sortu da, **barne ingurunea** dena. Marmokek ez daukate barne ingurune bereizturik, baizik eta kanpo eta barne ingurunea berdintsuak dira eta elkartrukeak errazagoak eta masiboagoak dira. Gure kasuan, elkartrukeak oso kontrolatuak dira, eta guk kanpotik zein barrutik konpartimendu bat sortu dugu.

Marmokak, ur baldintza konkretu batzuetan bakarrik bizi ahal dira.

Gure kasuan, baldintza desberdinetan bizi gaitezke. Nahiz eta ura izan, uraren baldintzak aldatzerakoan marmokak ez dira ingurune horretara egonkortzen (adibidez iturri batean jarriz gero hil egingo dira nahiz eta iturriak ura izan, itsas-uraren eta iturri-uraren baldintzak ezberdinak baitira). Gure kasuan, ez da ezer gertatzen. Beraz, desberdintasuna da guk gure "itsasoa" gure barnean daramagula. Lehenengo animalia lurtarrek egin zutena izan zen "itsaso zati bat hartzea" eta horrela bizitzea. Beraz, barne ingurunea itsaso zati hori da, eta



gure zelula gehienak barne ingurunean bizi dira, nahiz eta zelula batzuk isolamendua baimentzekoak izan (hala nola azalean daduen zelulak).

### BARNE INGURUNEAREN DEFINIZIOA

Barne ingurunea zelulen kanpoaldeko likidoa da. Gorputzeko likido guztia ez dago barne ingurunean, parte bat zelulen barnealdean dago eta hori ez da barne ingurunea. Gainera, **iragaite ingurunea** da, hau da, zelula barneko eta kanpo ingurunearen artean agertzen da, trantsizio ingurune bezalakoak izanik, eta zelula guztiak harremanetan jarritik: kanpotik datorren edozein substantzia beti pasatuko da barne ingurunetik. Adibidez: Oxigenoa sartzen denean gure organismora odolaren bitartez sartzen da.

Gainera, **komunikazioa** ahalbidetzen du; hau da, barne ingurunearen bidez gure gorputzeko zelula guztiak komunikatuta egongo dira. Barne ingurunea odolaren bidez berrituko da.

Klasean egindako galdera bat.

Odola barne ingurunea al da? Ez. Odolaren zati zelularra ez da barne ingurunea, baina plasma bai da barne ingurunearen parte. Barne ingurunea esan bezala, likidoz eginik dago, eta bere osagaiak plasma eta likido interstiziala dira batik bat.

### 3. BARNE INGURUNEAREN EGONKORTASUNA

1897. urtean, Claude Bernard-ek, fisiologo frantsez batek, honako hau esan zuen: **“Barne ingurunearen egonkortasuna organismoaren biziraupenarako beharrezkoa da”**; hau da, barne ingurunearen egonkortasuna barne ingurunearen baldintzak eta bertako parametroak (CO<sub>2</sub> proportzioa, ioien kontzentrazioa, glukosaren kontzentrazioa, presio osmotikoa, temperatura, PH-a...) muga zehatz batzuen artean mantentzen direnean lortzen da.

Osasuntsu egoteko eta ingurune ezberdinak kolonizatzeko, ezinbestekoa da barne ingurunearen egonkortasuna lortzeko mekanismoak izatea. Aurreko azpiatalean ikusi dugun bezala, marmokek ezin dituzte beste ingurune batzuk kolonizatu (hondarra adibidez, bertan hiltzen baitira) mekanismo horiek ez dituztelako. Gizakiok isolatzea eta konpartimenduak sortzea lortu dugu eta bakoitzak funtzio konkritu batzuen ardurak ditu. Horiei esker barne ingurunearen egonkortasuna edo homeostasia lor dezakegu.

### 4. HOMEOSTASIA

1929. urtean sortutako kontzeptu bat da, Estatu Batuetako fisiologo batek, Walter B. Cannon-ek, definitu zuena lehenengo aldiz: **“Prozesu fisiologikoen ekintza koordinatuengatik ematen den barne ingurunearen egonkortasunaren mantenua”**.

Egonkortasun hori lortzeko, gure organismoak ondoko pausuak bete behar ditu:

- A) Egoera anormala ezagutzeko gai izatea, hau da, zein aldaketa ematen diren ezagutu behar dira: informazioa jasotzeko hartzailak behar ditu horretarako.
- B) Egoera normalera itzultzeko mekanismoak martxan jarri.

Ez badugu ezagutzen ezingo da ezer martxan jarri berreskuratzeko, eta ez da homeostasia lortuko. Homeostasia ez bada lortzen, gaixotasuna agertuko da.

Adibidea: **Intsulina**.

Homeostasiaren mantenturako **adibide** simple bat hurrengoa da: Glukosa mailak igotzen direnean, areako beta zelulek intsulina jariatuko dute glukosaren kontzentrazioa jaitsiz.

Diabetes kasuetan, mekanismo erregulatzailerak edo egoera normala berreskuratzeko mekanismoek ez dute funtzionatzen. Glukosaren igoera detektatu da, hau da, lehenengo pausua eman da (egoera anormala ezagutzea), baina mekanismoak ez duenez funtzionatzen glukosa mailak ez dira erregulatu eta egoera patologiko baten aurrean gaude.

Egoera normala:

[Glu] ↑ → Intsulina ↑ → [Glu] ↓ → **HOMEOSTASIA**

Diabetes:

[Glu] ↑ → Intsulina ~~↑~~ → [Glu] ↑↑ → **Egoera patologikoa!!**

Printzipioz sistema funtzionalek ondo funtzionatzen badute, erregulazioa emango da eta biziraupena lortuko da osasuntsu egonez. Esan bezala, batzuetan erregulazio hori ez da ematen, orduan gaixotasuna pairatzen da. Erregulazio ezak jarraitzen badu, gaixotasunetik heriotzara pasa gaitezke. Batzuetan erregulazio ezak denbora labur bat irauten du, eta gaixo jarri ostean berreskuratzen dugu egoera normala sistema homeostatikoak ondo daudelako.

Psikikoki zein fisikoki indartsu bagaude, sistema homeostatikoak gai izango dira gaixotasunaldi labur baten ostean osasuntsu egotea lortzeko. Hala ere, gerta daiteke indartsu egon arren sistema homeostatikoek ez funtzionatzea eta adibidean aipatutako diabetesa pairatzea, non sistema erregulatzailerak ondo ez dabiren eta gaixotasuna pairatzea, egoera patologiko baten aurrean egonez.

Medikuntzak badauzka sendabideak eta sendatzeko moduak. Printzipioz, erregulazio hori eman ezin denean, medikuaren lana homeostasi hori erregulatzeko da.

**Mekanismo homeostatikoak** bizitzan zehar aldatzen doaz:

- **Jaioberrietan: Garatu gabe** egongo dira sistema homeostatikoak, hau da, ia nuluak dira. Gizakia babes mekanismo gutxirekin jaiotzen denez, jaioberrietan zaintzaile baten presentzia ezinbestekoa da bizirik irauteko. Adibidez, jaioberri batek ezin du gorputzeko tenperatura erregulatu bere mekanismo homeostatikoek ez dutelako funtzionatzen, beraz dependentea izango da zaintzailearekiko. Gainera, amaren tenperatura aldatu daiteke jaioberria hotz edo bero dagoen arabera (umea hotz badago, amaren bularraren tenperatura gradu bat igoko da egonkortzeko eta

alderantziz), beraz, ama izango da jaioberriaren barne ingurunea erregulatuko duena. Orduan, azal kontaktua ezinbeztekoa izango da sinbiosi homeostatikoa emateko.

- **Adinekoetan: Eraginkortasuna jaitsi.** Bizitzaren lehenengo urteetan, esan bezala, gizakiok mekanismo homeostatikoak garatzen ditugu pixkanaka-pixkanaka eta, gaztarora heltzean mekanismo horiek garapenaren momentu altuenean edo onenean egongo dira. Urteak pasa ahala, eraginkortasun hori jaisten doa, mekanismo homeostatikoak huts eginez doazelako.



## 5. KONTROL-SISTEMAK

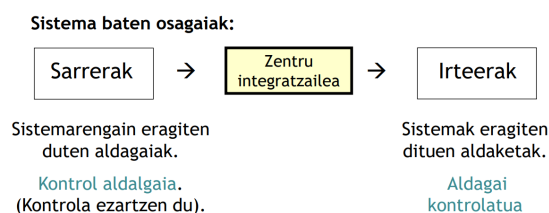
Kontrol-sistemak mekanismo homeostatikoak dira; hau da, parametro fisikoak edota kimikoak modu erlatiboan **konstante** mantentzeko elkarrekin lan egiten eta konektatuta dauden osagaien multzoak dira.

Adibidez, nerbio sistema kontrol sistema bat da, non molekula batek beste hainbat molekula ezberdinekin sistema bat osatzen duen.

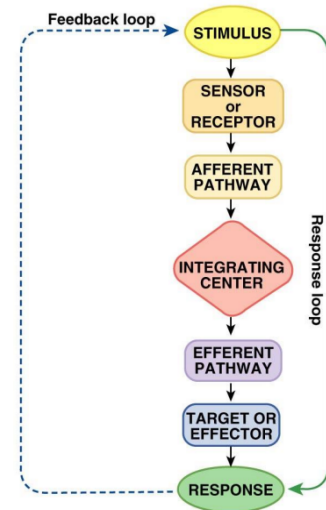
Kontrol-sistema horietan zenbait osagaiak parte hartzen dute: sarrerak, zentro integratzaileak eta irteerak.

- Sarrerak: Sistemaren gain eragiten duten aldagaiak dira**→ **Kontrol aldagaia (estimulua)**. Hauek izango dira organismoan aldaketak eragingo dituztenak **errezptorera** heltzen direnean.
- Zentru intergratzailea:** Aldaketa horiek jasotzean, egoera egonkor batera bueltatzeko zer egin behar den erabakitzen duena izango da. Hemendik erantzunak aterako dira eta **efektoreen** bitartez erantzun horiek berriro ere egoera homeostatikora bueltatzeko bideratuko dira.
- Irteerak: Sistemaren erantzun orokorra izango da**→ **Aldagai kontrolatua**.

Behin osagaiak aipatuta, kontrol-sistemak bi mota ezberdinetan sailkatu ahal ditugu:



- **Zirkuitu-irekiko sistemak:** Kontrolaturiko aldagaiak ez du beregan eragiten, hau da, erantzunak ez du estimulan eraginik. Adibidea: Korrika egin behar dugunean lasterketa batean, gure organismoa horretarako prestatzen da (bihotz-taupaden handiketa...). Prestatu ondoren korrika egin behar ez dugula esaten badigute, gure organismoa aurreko egoerara bueltatzen da besterik gabe.
- **Zirkuitu-itxiko sistemak:** Ugariagoak dira homeostasiaren kontrolean parte hartzen dutenak irekiak baino. **Feedback zirkuituak** ere esaten zaie. Kontrolaturiko aldagaiak (sistemaren erantzunak) sarrerarengan eragina izango du, hau areagotuz edo murriztuz. **Estimulu** bat sortuko da eta hori **hartaile** batera heltzen denean jasotako informazioa, **bide aferente**, batzuen bitartez **integrazio-zentrura** helduko da. Integrazio-zentruetan informazioa prozesatu eta erantzun egokia erabakitzen da. Ondoren, mezua **bide eferenteetatik efektoreetara** doa eta **erantzuna** ematen da. Azkenik, feedback bideen berezitasuna izango da sortutako erantzun horrek eragina izango duela estimulan.



Zirkuitu-itxien artean bi mota ezberdin bereizten ditugu:

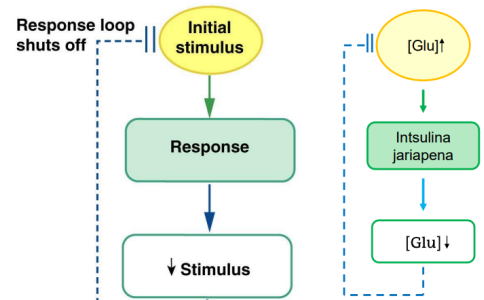
- **Feedback negatiboa:** Ugarienak.
  - Irteerak eragina izango dute sarreran kontrako zentzuan; hau da, inhibitzeko.
  - Sistema bat konstante mantentzeko edo seinale bat gelditzeko ematen dira.

Adibidez: **Gluzemiaren erregulazioa.**

- Hasierako estimulua: Glukosa kontzentrazio altua
- Erantzuna: Intsulina jariapena
- Glukosa kontzentrazioa handia denean intsulina jariatzen da erantzun gisa eta, ondorioz, hasierako estimulu horretan eragina izango du, baina kontrara; hau da, kontzentrazioa hasieran altua bazen, intsulinak kontzentrazioa murriztea eragingo du.

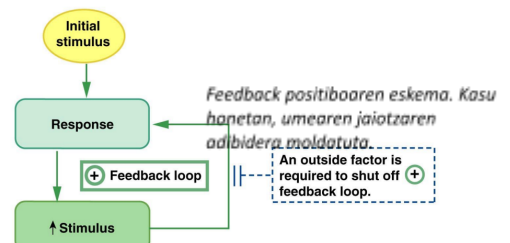
- **Feedback positiboa:** Urriagoak.
  - Irteerak eragina izango dute sarreran modu indartzaile batean.

(a) **Negative feedback:** the response counteracts the stimulus, shutting off the response loop.



*Feedback negatiboaren eskema. Kasu honetan, gluzemiaren erregulazioarena.*

(b) **Positive feedback:** the response reinforces the stimulus, sending the variable farther from the setpoint.



*Feedback positiboaren eskema. Kasu honetan, umearen jaiotzaren adibidea moldatuta.*



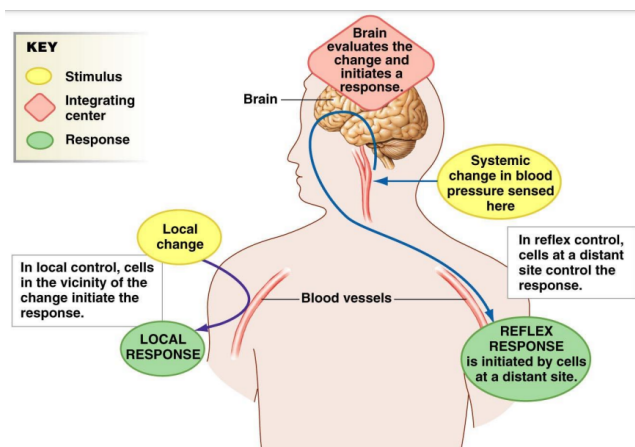
- Estimuluan erantzun berdina eragingo du; hau da, indartuko du.

Adibidea: **Umearen jaiotza** (Feedback positiboa)

Umetokiaren paretetan ematen den presioak eragiten du jaiotza. Umearen buruaren tamainak umetokiaren paretetan kontra presioa eragiten du, umetokiko lepoa estiratzea eraginez. Estiratzeak seinale mekaniko gisa jardungo du eta oxitozina hormona jariatuko da. Hormona horrek, umetokiaren uzkurketa eragingo du eta, ondorioz, umea paretetara bultzatu eta presioa gehiago handituko da oxitozina gehiago askatuz. Zikloa bukatuko da umea umetokitik ateratzean eta, beraz, umetokiaren paretetan kontra presio gehiagorik egiten ez duenean.

Sistemen beste sailkapen bat:

- **Lokalak:** Organismoaren puntu zehatz eta berdinean hasierako aldaketa eta erantzuna ematen dira. Adibidez, intsulinaren kasua.
- **Erreflexuak:** Hasierako aldaketa edo estimulua gorputzaren leku batean ematen da eta, garunean informazioa prozesatu ondoren, erantzun erreflexua leku ezberdin batean emango da. Adibidez, nerbio sistemak eragiten dituen kontrolak.



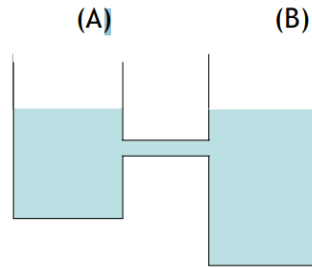
*Erantzun lokalen eta erreflexuen arteko desberdintasuna*

## 6. OREKA ETA EGOERA EGONKORRA

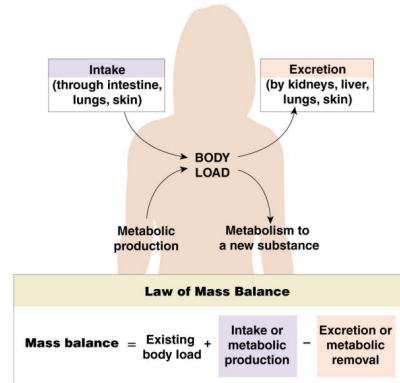
Fisiologiak konpartimendu desberdinen arteko materia (M) eta energia (E) elkartrukea aztertzen du. Orekan, materia eta energiaren arteko elkartrukea ez dago. Bi kasu ezberdinen aurrean aurkitu gaituzke:



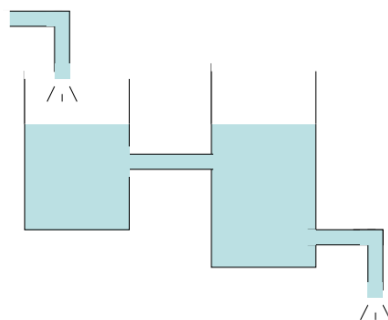
- Sistema isolatuetan eta itxietan **oreka** (M eta E elkartruketa = 0) mantendu ahal da, bertan sarrera eta irteerarik ez baitago. Hortaz, ez da energiaren gasturik egin behar egoera egonkorra mantentzeko.



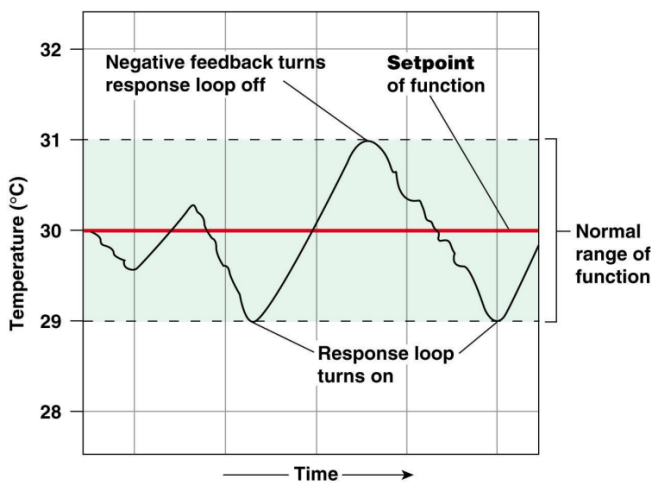
Sistema itxia  
Mantentzeko ez da E-rik behar  
M eta E elkartruketa badago.



- Sistema irekietan, gure organismoan adibidez, sarrera eta irteerak ematen dira eta, beraz, aldaketen aurrean bere propietateen **egonkortasuna** mantentzeko energiaren gastua dago. Hau da, materia eta energiaren arteko elkartruketak ematen dira, ez dago orekan.



Sistema irekia  
Egonkor mantentzeko  
E gastua eskatzen du



Esate baterako, sistema irekietan temperaturaren aldaketa bat ematen da, alboko irudian ikusi dezakegu nola temperatura aldatzen den muga batzuen barnean. Hau da, oreka ez da mantentzen; izan ere, ingurune aldaketei egokitzeko eta **egonkortasuna** lortzeko gure organismoak **dinamikotasuna** behar du (honi **homeostasia** deritzo). Horregatik, aldi berean, honek **energia** beharko du.