

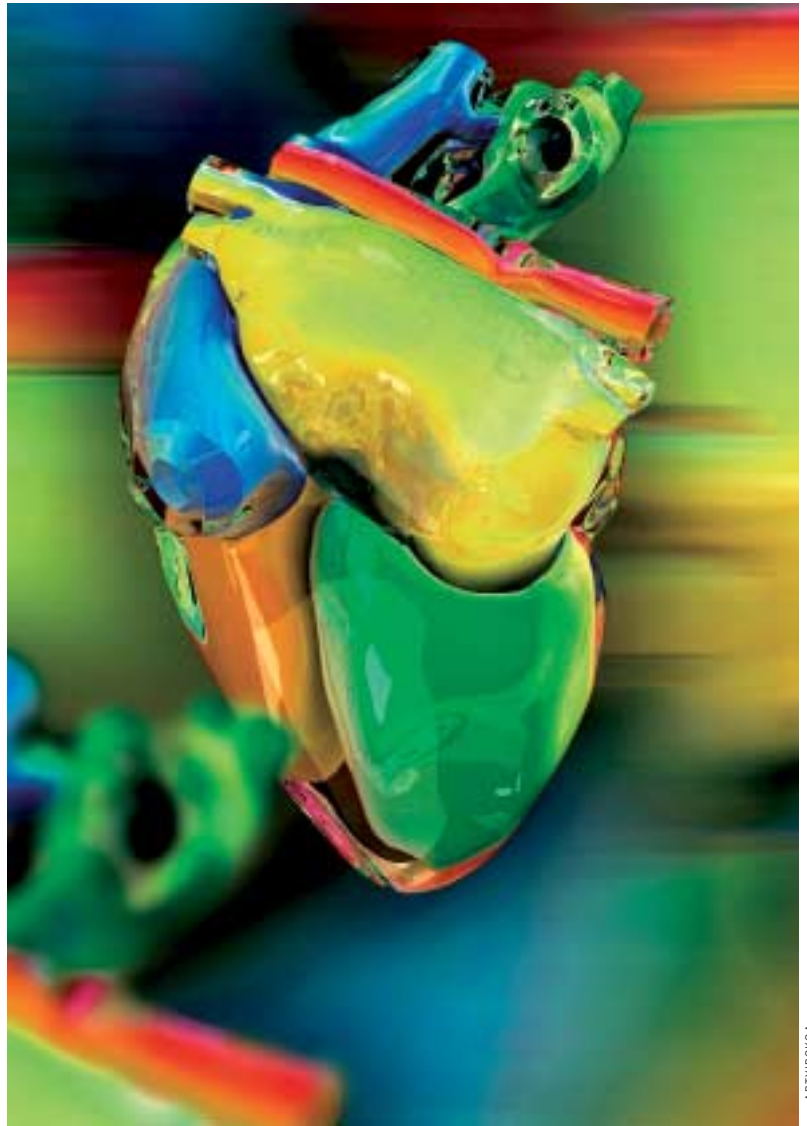
Mugi zaitez, bihotza

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Etengabeko mugimendu ideala ezinekoa da; ez dago ezer energiarik kontsumitu gabe mugitzen denik. Gizakiak askotan egin du amets ideia horrekin; etengabeko mugimendua: *perpetuum mobile*. Ametsa da, besterik ez, eta Fisikaren legeek argi utzi dute zergatik, baina zilegi da zalantza-izpi bat izatea. Gauza guzti-guztiek jarraitzen diete Fisikaren legeei? Ez da bihotza *perpetuum mobile* ideiarekin adibide bat? Erantzuna ezezkoa da, baina ez dago oso urruti.

BIHOTZAK EZ DITU FISIKAREN LEGEAK HAUSTEN EZ BALIOGABETZEN, etengabe mugitzeko agortzen ez den energia-iturri bat behar duelako. Izan ere, beste edozein gorputz-atalek bezala, karbohidratoak eta beste biomolekula batzuk oxidatu behar ditu funtzionatzeko. Eta modu horretan energia iristen bazaio, uzkurto eta erlaxatzen da, bestela ez. Ikuspuntu horretatik, beste edozein muskulu bezalakoa da; beste bat, giza gorputzak dituen seiehun muskuluren baino gehiagoren artean beste bat.



ARTXIBOKOA

Hala ere, muskulu berezia da. Hain zuzen ere, mugimenduak egiten du berezi bihotza. Mugimendu hori bizia- ren dantza da, bizirik irauteko ezinbestekoa, eta, oro har, bizirik egotearen seinale. Egia da bizirik egotea eta mugitzea bi gauza desberdin direla, baina bihotzaren kasuan gauza bera ematen dute: bizirik egoteko, bihotzak mugitu egin behar du, eta, mugitu ahal izateko, bizirik egon behar du.

Etengabe, gainera. Ez garunak agintzen duenean bakarrik, ezta bizidunaren nahiaren arabera ere, baizik eta etengabe. Gorputza lo egon ala ez, konortea galduta izan ala ez, bihotzak ezin du gelditu. Hain zuzen ere, eboluzioak ez du bihotzaren mugimendua garunaren esku utzi. Bihotza berez mugitzen da: umeak ez du ikasi behar nola mugiarazi; garunak ez dio esan behar martxan egoteko; ez dago



Asko eskatzen zaio bihotzari: minutuko hirurogeita hamar taupada egiten ditu hirurogeita hamar, laurogei edo ehun urtez.

pentsatu beharrik bihotzaren dantzari ekiteko. Bihotzaren jarduera garrantzitsuegia da garunaren esku uzteko. Arnasa bai, kasu batzuetan eten egin daiteke garunak hala agindu duelako, baina bihotza ez da gelditzen. Izan ere, erreakzio kimikoen esku dago. Eta, horri esker, bihotza ez da inoiz geratzen.

Helburua, jakina, odola ponpatzea da, eta hori egiteko modua da odola barrunbe batean pilatu eta barrunbe hori estutzea, odola indarrez kanporatzeko. Ez dago beste muskulurik horrelako mugimendua egiten duenik. Horregatik da muskulu berezia; fisikoki da berezia.

Odolaren bidea

Bihotz osoa ez da batera uzkuertzen, mugimendu bakarrean, baizik eta bi urratsetan eta zatika. Zati bat uzkuertzen denean, beste bat erlaxatzen da, eta, hala, mugimenduak odolari bultza egiten dio bihotz barruan eta kanporantz. Izan ere, odol-jario bakoitzak bi barrunbe zeharkatzen ditu giza bihotzaren barruan: aurikula eta bentrikulua (goialdekoa eta behealdekoa, hurrenez hurren). Bietatik pasatzeko, bihotzak bi urratsetan ponpatzen du odola; lehendabizi, goialdea uzkuertzen da aurikuletan pilatu den odola

“bihotza berez mugitzen da; jarduera garrantzitsuegia du garunaren erabakiaren esku uzteko”

bentrikulura bidaltzeko; eta, gero, atzeranzko bidea balbula batek ixten duela, behealdea uzkuertzen da, bentrikulua husteko.

Etengabeko mugimendu bortitza da, dantza eroa. Eta dantza hori erritmo bizian egin behar du: giza bihotzak hirurogeita hamar taupada egiten du minutu batean, modu koordinatu batean; hirurogeita hamar, laurogei edo ehun urtez, gainera. Asko eskatzen zaio bihotzari.

Hori bai, lan horri etekin handia atera behar zaio. Eta hala ateratzen zaio, giza bihotza ponpa bikoitza baita; ponpa bikoitza edo bi ponpa elkarri itsatsita. Taupada bakoitzean, odola bi tokitatik hartzen du eta bi tokitarantz bultzatzen du aldi berean, eta bi jario horiek nahastu gabe. Bi ponpak elkarri itsatsita daudenez, bihotz osoaren mugimendu bakarra behar da funtzionatzeko; horrela, ez dago arriskurik sinkronia galtzeko. Izan ere, agindu bakar batek jartzen ditu biak martxan taupada bakoitzean. ➔

Bihotz, bi hots

Belarria pertsona baten bularraren kontra jarriz gero, bi kolpe entzuten dira bihotzaren taupada bakoitzeko. Bi kolpe, bi soinu, bi hots. Hala eta guztiz ere, bi hots horien jatorria ez da muskuluen dantza bera, hau da, ez da uzkuertze-erlaxatze mugimendua. Aitzitik, bihotz barruko balbulen soinua da entzuten dena. Bihotzaren barruan, odolak noranzko bakarreko bidea egin behar du, aurrerantz beti; eta, horretarako, atzeranzko bidea bi balbulak oztopatzen dute. Balbulek, ixtean, hotsa egiten dute. Lehen hotsa bentrikuluen irteera oztopatzen duten bi balbulak ixtean sortzen da; bigarrena, berriz, aurikulak eta bentrikulak banatzen dituzten bi balbulak ixtean.



Astindu elektrikoa

Agindua pulstu elektriko bat da, muskuluak pulstu elektrikoek uzkuratzen baitituzte. Eta hor dago gakoa: bihotza etengabe mugitzen da, erreakzio kimikoek etengabeko pulstu elektrikoak sortzen dituztelako.

Pulstu horiek, gainera, ez dira bat-batekoak. Oso azkar hedatzen dira bihotzaren ehunetik, baina ez bat-batean. Hain zuzen ere, pultsuak bihotz osoan zehar hedatzeko behar

duen denbora bihotzak berak kontrolatzen du; elektrizitatea oso bizkor hedatzen denez, atzerapen txiki bat eragiten dio pultsuari.

Alde horretatik, bihotza erloju batekin pareka daiteke; edo, gutxienez, barmean erloju bat duen organoa dela esan daiteke. Maiztasun egokiarekin sortzen ditu pultsuak, eta abiadura jakin batean hedatzen ditu organoan zehar; horregatik esaten dute adituek bihotzak taupada-markagailu naturala duela.

Markagailu naturalak ez du pulstu elektrikoak sortzeko erritmoa bakarrik kontrolatzen; horrez gain, pulstu horiek bihotzean zehar hedatzeko abiadura ere zehatz-mehatz kontrolatzen du. Pultsua goian sortu, beherantz zabaldu, bihotzaren erdialdean jaso eta berriro bidali baino lehen denbora bat egoten da zain. Eten egiten du pulstu elektrikoaren hedapena; bestela, aldi berean uzkartuko lirateke aurikulak eta bentrikuluak.

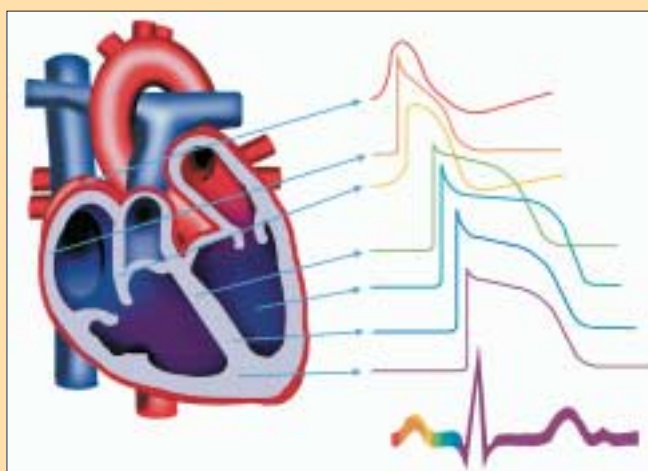
Goitik beherako ibilbide kontrolatu hori bihotzaren hainbat guneren ardura da. Nolabait, hori egiteko, bihotza kabletuta dago. Fisiologian, eroapen-sistema deritzo bihotzaren instalazio elektrikoari. Dena dela, instalazioaren jarduera taupaden jatorria bada ere, instalazioak berak ez du azaltzen zergatik sortzen diren etengabe pultsuak; zergatik ez den bihotza geratzen.

Elektrokardiograma

Bihotzak sortutako elektrizitateak eremu elektrikoak sortzen ditu inguruan, eta azaleraino iristen dira. 3 milivolt baino gutxiago iristen dira, gutxi, baina neurtzeko moduko eremu elektrikoak da. Galvanometro batez jaso daiteke seinalea, eta tentsioak denboran zehar izandako aldaketa marraz daiteke. Hori da elektrokardiograma.



Normalean lortzen den grafikoa pulstu elektrikoaren hedapenaren ondorioa da. Pultsua goian abiatzen da, beherantz egiten du, eta bihotz-zatien erantzun elektrikoak sortzen du elektrokardiogramaren ohiko grafikoa.



Pulstu elektrikoa goitik behera zabaltzen da. Toki bakoitzean potentzialgorabehera bat sortzen du eta gorabehera guztiak konbinatuz sortzen da elektrokardiogramaren ikusten dugun ohiko irudia.

“pulstu elektrikoak bihotz osoan zehar hedatzeko behar duen denbora bihotzak berak kontrolatzen du”

loien jokoak

Tartekoa tarteko, bihotza ez da gertatzen ioi batzuk etengabe sartzen eta irteten ari direlako noduluetako zeluletan. Mugimendua, mugimendua eragiteko: ioi batzuek joan-etorriak egiten dituzte bihotzak dantza egin dezan. Indar eragilea elektrizitatea da, baina elektrizitatearen jatorria mugimendua da, ioiena, eta elektrizitatearen ondorioa ere mugimendua da, bihotzarena.

Bihotza etengabe mugitu ahal izateko, ioien joan-etorriek ziklo bat osatzen dute. loiak zeluletan sartzen eta zeluletatik irteten dira, hori da mugimendua, baina ez da ioi guztientzat aldi berean gertatzen den mugimendu bat.

Beste bihotzak

Bihotza animalien ezaugarria da, beste bizidunek ez dute bihotzik. Eta animalia guztiek ere ez dute benetako bihotza.

Animalia handi guztiek, bai, badute bihotza. Gainera, animalia handienen bihotzak giza bihotzaren antzekoa dira; izan ere, ugaztun guztienak dira berdintsuak: bi aurikula, bi bentrikulu eta erabat bereizitako bi odol-jario. Hori bai, ugaztun bakoitzak ponpatu behar duen odolari dagokion tamainako bihotza du. Elefante baten bihotza 30 kilo inguru izan daiteke, eta kaxalote batena 110 kilotik gora. Bihotz erraldoi horiek 30 taupada egiten dute minutuko, gutxi gorabehera. Izan ere, zoologoek aurkitu dute animalia zenbat eta handiagoa izan, orduan eta maiztasun txikiagoa duela taupadetan. Hegaztien bihotza oso aproposa da konparatzeko, egitura bera baitu, bi aurikula eta bi bentrikulu odol-jario bereiziek, eta askoz maizago egiten du taupada: txolarre batenak 500 taupada inguru egiten ditu minutuko, eta kolibri batenak 1.200 egin ditzake.

Narrastien bihotzaren diseinua desberdina da. Bi aurikula, bai, baina bentrikulu bakarra dute; datorren tokitik datorrela ere, nahastu egiten da odola han. Eta badira bihotz sinpleagoak, aurikula eta bentrikulu bakarrek, arrainen adibidez.

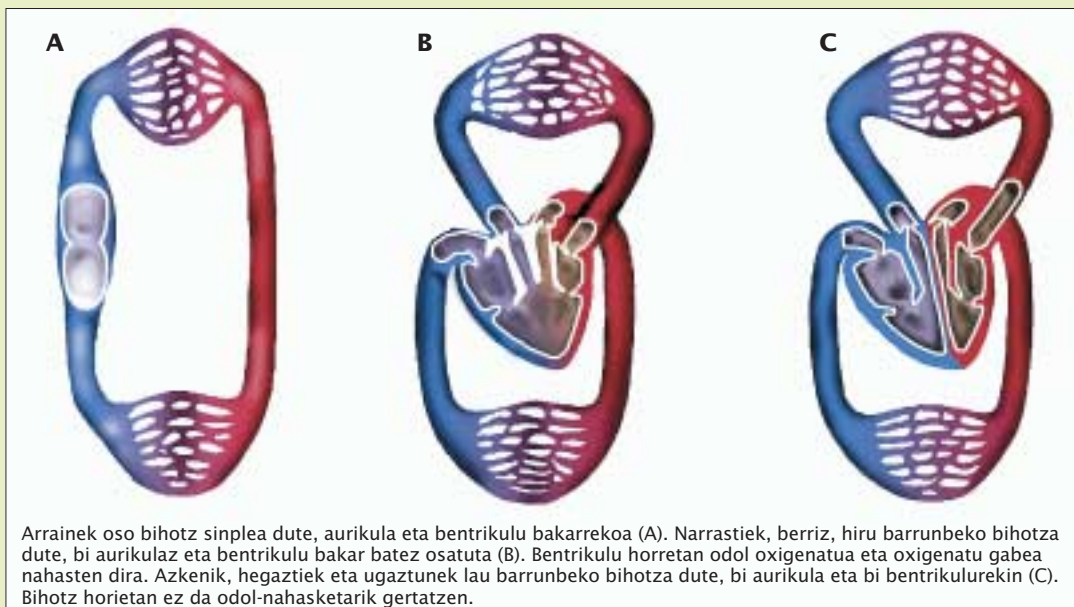
Diseinua bata edo bestea izan, animalia handi guztiek dute bihotza. Txiki askok ere badute; intsektuek, adibidez, abdomenean poltsa-itxurako bihotz bat dute, sarrera bakarrek; inguruko muskuluek poltsa zabaltzen dutenean hemolinfa sartzen da (odolaren ordean intsektuek duten likido berdea), eta estutzen dutenean hemolinfa aortara irteten da, intsektuak duen zirkulazio-



Intsektuek bihotza abdomenean dute, poltsa luze bat da. Odola beharrean hemolinfa izeneko likido berde bat ponpatzen du bihotz horrek.

hodi bakarrera. Benetako bihotza da; oso sinplea, baina benetakoa. Hemolinfa ponpatzen du, eta horregatik da bihotza.

Bihotza izatearen eta ez izatearen arteko muga animalia txikitian bilatu behar da. Muga lausoa da; batzuetan bihotza zirkulazio-hodiaren zabalgunen sinple bat da, besterik ez. Nolanahi ere, badago bihotzik gabeko animaliarik; ez dute zirkulazio-sistemarik, ezta digestio-hodirik ere. Har asko daude talde horretan, eta ospetsuenetakoen artean tenia dago. Inolako bihotzik gabeko animalia da.



Arrainek oso bihotz sinplea dute, aurikula eta bentrikulu bakarrek (A). Narrastiek, berriz, hiru barrunbeko bihotza dute, bi aurikulaz eta bentrikulu bakar batez osatuta (B). Bentrikulu horretan odol oxigenatua eta oxigenatu gabea nahasten dira. Azkenik, hegaztiekin eta ugaztunek lau barrunbeko bihotza dute, bi aurikula eta bi bentrikulurekin (C). Bihotz horietan ez da odol-nahasketarik gertatzen.

Zelularen kanpoko hesiak, mintzak, ioi batzuk sartzea eta irtetea eragiten du, beharrezko arabera, eta mintzaren bi aldeetan kontzentrazio ezberdinak egoteak potentzial elektrikoa eragiten du: horra hor elektrizitatearen jatorria.

Nagusiki, potasio- eta sodio-ioiak dira. Mintza erlaxatuta dagoenean potasio-ioi asko daude zelula barruan eta sodio-ioi asko kanpoan. Egoera horrek sortzen duen karga elektrikoaren banaketa neurgarria da: 90 milivolt inguruko potentzial elektriko bat

izaten da; gutxi dirudi, pila arrunt batena baino 130 aldiz indar txikiagoa baita, baina, zelula guztien ekarpena kontuan hartuta, nahikoa da bihotza mugiarazteko. ➔

Bizkor, poliki

Bihotzak berak sortzen ditu behar dituen pultsu elektrikoak beharra duenean. Hori egiteko, hiru gune ditu, bi nodulu eta zelula berezien sare bat. Hiruretan nodulu sinoaurikularra da nagusia; 60-100 taupada sortzen ditu minutuko. Beste bi guneez lagundu egiten dute horiek hedatzen, eta, arazorik badago, berezko taupadak sor ditzakete, berezko maiztasun batez. Nodulu auri-kulobentrikularrak 40-60 taupada eragin ditzake, eta Purkinje sareak, berriz, 20-40 taupada.

Hala ere, bihotza prest dago taupaden maiztasuna aldatzeko gorputzaren odol-beharraren arabera. Agindua automatikoki sortu behar da, garunaren 'nahia' kontuan hartu gabe. Horretarako, bi nerbio-sistema ditu gorputzak, eta bihotzean ere eragiten dute. Batak, sistema sinpatikoak, bizkortzeko agintzen dio bihotzari eta besteak, parasinpatikoak, mantsotzeko.

Agindu horiek, azken batean, molekula txikiak dira; sistema sinpatikoak adrenalina eta noradrenalina erabiltzen ditu bihotza bizkortzeko, eta parasinpatikoak azetilkolina bihotza mantsotzeko.

Mintzak sodioaren kanalak irekitzen dituenean jartzen da martxan zikloa. Sodioa arrapaladan sartzen da zelulan eta potentzial elektrikoa galdu egiten da; ez erabat, baina nahikoa prozesu horri biokimikariez despolarizazio deitzeko. Une horretan, sodio eta potasio



Bihotza bizkortu eta mantsotu egin daiteke. Horri esker, arazo bat dagoenean, medikuek taupaden abiadura kontrola dezakete.

“bihotza ez da geratzen zeluletan ioi batzuk etengabe sartzen eta irteten ari direlako; azken finean, mugimendu batek beste bat eragiten du”

asko dago zelula barruan. Horren segidan, potasioaren kanalak irekitzen ditu mintzak, eta potasio-kantitate handiak irteten dira zelulatik. Ondorioz, mintzaren potentzial elektrikoa berreskuratzen da, hau da, birpola-

rizatu egiten da. Potasio asko dago kanpoan eta sodio asko barruan; hasierako egoeraren aurkakoa, hain zuzen. Beraz, zikloa ixteko, mintzean dagoen proteina batek sodio-ioiak kanporatzen ditu, eta potasio-ioiak sartu.

Azken batean, ziklo horrek eragiten du bihotzaren *perpetuum mobile* itxurako mugimendua. Zelula batzuen mintzaren jokoak da; ioien sartu-irteneko mugimendu hori kontrolpean izanda, odola gorputz osora bidaltzen du bihotzak. Etengabe; gau eta egun, eta bizitza osoan zehar. Oso gauza zaila dirudi, eta, hala eta guztiz ere, bihotza ez da gelditzen. ■

aldizkariak euskaraz
guztion neurria