

Azkar bizi, goiz hil: zahartzearen teoria eboluzionista

B. Furlow / T. Armigo-Prewitt

Gauza jakina da denok ez garela denbora berdinez bizi. Segundo gutxi batzuetako bizitza iragankorra duten tximeletetatik hasi eta 100 urte baino gehiago bizi diren dordoketaraino, espezie bakoitzak bere bizitza-luzera propioa dauka. Baina zerk baldintzatzen du zenbat biziko garen? Teoria eboluzionisten jarraitzaileak saiatu, saiatu dira galderari erantzuten.

IA BEREIZTEZINAK DIRA BI ANIMALIAK. Antzerako portaera eta bizitza soziala dituzte eta armiarma eta zuhaitzen izerdiaz elikatzea maite dute biek. Baina *Petaurus* taldeko zarigueien bizitza-luzera *Gymnobelideus* taldekoena baino bi bider luzeagoa da. Zergatik?



J. LARRAINAGA

Badirudi izenburuztat hartutako esaldia, hau da, azkar bizi goiz hil, zahartzearen arau nagusia dela. Gaztetasunaren sekretua *Petaurus*-en fisiologian dago beharbada; *Gymnobelideus*-ek baino polikiago erretzen ditu kaloriak apika. Kontrakoa behintzat egia da. Idaho-ko Unibertsitateko Steven Austad *Petaurus*-aren bizitza-luzera azal dezakeelakoan dago, izan ere, Austad zahartzearen teoria eboluzionistak frogatu nahian baitabil. Haren ustetan, *Petaurus*-ak aurre- eta atze-hanken tartean duen azal-zatian

dago gakoa, hau da, zuhaitzetik zuhaitzera planeatzeko erabiltzen duen mintzean.

Gaztetasunaren iturburua

Austad eta berak bezala teoria eboluzionistetan sinesten duten beste ikertzaile asko —eta geroz eta gehiago dira— zahartzeari buruzko ideia tradizionalak aldarazten ari dira: zahartzea ez omen da soilik denboraren eta erabilpenaren ondorioz hondatzen doazen zelulei berezkoa



ARTXIBOKOA



ARTXIBOKOA

Pentaurus, —eskuinekoa— taldeko zorigueia australiarrak planeatzeko duen gaitasunari esker, bere kide *Gymnobelideus*-en —ezkerrekoa— bizialdia baino bi aldiz luzeagoa da.

zaien prozesua. Animalia espezie batetik bestera biziraupena nabarmen aldatzen da eta, horren zergatia aurkitu nahian, ekologia- eta eboluzio-prozesuak dituzte aztergai ikertzaile eboluzionistek. Beraien pentsamoldearen oinarrian izaki bizidunek denborak sorturiko kalteak jasan ditzaketaren ideia dago: heriotzeraino daramatzaten kalte zelular horien kopurua murrizteko mekanismoak garatu ditzakete bizidunek, baina hori bai, lehenik ustekabeko heriotza saihesteko iraupen-estrategiak garatu beharrean daude.

“naturak animalia-gramo bakoitzari energia-kopuru jakin bat erretzeko gaitasuna eman diola dirudi. Zenbat eta azkarrago erre, hainbat eta lehenago hilko da izakia”.

Max Rubner fisiologo alemaniarrek egin zituen, mende-hasieran, animalien tasa metabolikoa —hau da, animaliek zer abiaduraz erretzen dituzten kaloriak— eta biziraupena lotzen zituzten lehen ikerketak. Animalien tasa metabolikoan eta biziraupenean oinarrituz, behiek, zaldiek, zakurrek eta akuriek bizitza osoan erre-

tako kaloria-kopurua kalkulatu zuen. Segidan, lortutako balioa zati animalia bakoitzaren pisua (espezimen heldu baten batez besteko pisua erabili zuen) egin zuen eta masa unitateko erretako kaloria-kopurua kalkulatu zuen, bizitzako eta espezie bakoitzarentzat. Lortutako balioak oso gutxi aldatzen ziren espezie batetik bestera. Austad-ek kalkuluak eguneratu eta ondokoa aurkitu du: akuriak 260 kaloria erretzen dituela bizitzako eta gramoko eta zaldiak berriz 280; balio nahiko antzekoak, beraz.

Naturak animalia-gramo bakoitzari —zaldia izan edo akuria izan, ez dago alderik— energia-kopuru jakin bat erretzeko gaitasuna eman diola dirudi. Zenbat eta azkarrago erre, hainbat eta lehe-

nago hilko da izakia. Austad-en hitzetan "animaliak autoak balira, guztiak gasolina-kopuru berberarekin hasi direla esango genuke. Gasolina azkar erretzen badute, arratoiaren antzera, goiz hilko dira; gasolina mantso erretzen badute berriz, dordokak adina bizi daitezke". Biogerontologo asko bat datoz teoria horrekin, izan ere, ongi azaltzen baitu zergatik den, edo izan ohi den, animalia txikien bizitza laburragoa: animalia txikiak bolumen unitateko azalera handiagoa dute animalia handiek baino eta, gorputzaren tenperatura gorde ahal izateko energia azkarrago erre beharrean daude. ➔



A. ELOSEGI

Arratoiaren elikadura murriztuz haien bizialdia nabarmen luzatu zen.



E. IMAZ

Saguzarrek tamaina bereko saguak baino denbora gehiago bizi dira hegan egiteko duten gaitasunari esker.

Era berean, energia erretzeak zelulak kalte ditzakeela ere kontuan hartu beharra dago.

"Azken finean metabolismoa sute hotz eta kontrolatua besterik ez da" dio Austad-ek "eta sute guztiak, nahiz kontrolatuak izan, kaltegarriak izan daitezke." Kedarra eta garra sortu ordez, zeluletako suteek hondakin metabolikoak sortzen dituzte eta horietako batzuk suntsizailleak dira: erradikal askeek, esaterako, etengabe erasotzen dituzte bai ADN-a eta baita beste molekula ere; eta zelulak berak prozesu metabolikoetan sortutako hainbat substantziak zelula hil dezakete. Hondakinak hainbat eta azkarrago pilatu, hainbat eta lehenago hondatuko da zelula eta orduan eta lehenago hasiko da maldan behera heriotzaraino. Hondakinak pilaketa-abiadura, zeluletan gertatzen diren erreakzio kimikoak —bizirik irauteko ezinbestekoak direnak— elikatze erabiltzen den energiaren erretze-abiadurak mugatzen du. Edo hori dio behintzat teoriak.

Hain zuzen, fruta-euliak gela batean itxi eta bertako tenperatura jaitsiz gero, eulien tasa metabolikoak ere behera egingo du eta biziraupenak berriz gora. Ugaztunen kasuan eta odol beroko bes-

te animalien kasuan, esandakoa ez da betetzen; giro hotzean metabolismoa handitu eta gorputzaren tenperatura konstante gorde baitezakete.

Arratoiak elikadura murriztuz haien biziraupena nabarmenki handitzen zela aurkitu zenean, elikagai-eskasiak tasa metabolikoaren jaitsierarekin loturaren bat zuela ondorioztatu zuten ikertzaileek. Baina, 1985ean, Texas Unibertsitateko ikertzaile-talde batek elikagai- edo kaloria-falta eta biziraupenaren handitzearen arteko lotura, tasa metabolikoaren jaitsiera ez zela ikusi zuten. Nahiz hasieran tasa metabolikoak behera egiten duen, arratoi gosetuen metabolismoa egoera normalean itzultzen da ondoren. Austad-en usteetan, kaloria gutxirekin bizitzera beharturiko animaliak energia modu mesedegarriagoan erretzeko gai dira. Animalia horiek geroago zahartu eta hiltzen badira, bizitzeko aukera gutxi izango luketen kumeak egiteko baino, energia norberaren gorputzaren mantenu- eta kontopente-lanetarako erabiltzen dutelako da; eboluzioak hala nahita noski.

Ustekabeko heriotza

Baina bizitza-luzera ezin da tasa metaboliko hutsez azaldu eta horren adibide dira biologoen laborategietan ohikoak ez diren animalia asko. Hegaztiak, adibidez, antzeko neurriko ugaztunek baino tasa metaboliko altuagoak dituzte eta hala ere, hegaztien bizitza bi aldiz luzeagoa

da. Martsupialioek, tasa metaboliko txikiagoak izan arren, neurri bereko karnadun ugaztunek baino bizitza laburragoa dute. Eta ezin ahantz ditzakegu artikululu hasieran aipaturiko bi zarigueiak. Baina Austad-ek eta beste ikertzaileek erronka jaso eta "irregulartasun" horiek ere ekologiaren eta eboluzioaren bidez azaltzeko modua aurkitu dute.

"zahartzea ez omen da soilik denboraren eta erabilpenaren ondorioz hondatzen doazen zelulei berezkoa zaien prozesua".

Azalpena Nobel saridun Peter Medawar eboluzionista teorikoak eman zuen lehenengoz duela 50 bat urte. Hoberen diseinatutako organismoak ere istripuz hil daitezke edo norbaitek ehiza ditzake eta, animalien zahartze-abiadura "kanpotiko hilkortasun" horren menpe ere bada-goela iradoki zuen Medawar-ek. "Harapakari batek ondorengo aste edo hilabetetan hilko bazaitu, zertarako erabili energia zure zelulak zahartzarotik babestuko dituzten sistemak garatzen?" dio Austad-ek. "Aukeraketa noski ez da nahitakoa, baina, kanpotiko hilkortasuna



E. IMAZ

Galapagoak ehun urte baino gehiago bizitzera iritsi ohi dira.



Geneek energia kumeak egiten eta hazten erretzen badute, zelulek energia gutxi izango dute animalia zahartzarotik babestuko duen mekanismoak garatzeko.

handia bada, hautapen naturalak ugalteko onak diren aleen geneak bultzatuko ditu, energia kumeak egiten eta hazten erretzen duten aleen geneak, hain zuzen.

Beste hitzetan esanda, zelulen osatzeko mekanismoen arteko desberdintasunek ere baldintzatzen dute espezieen biziraupena; luze bizi edo ez, ez da kalte zelularren pilatze hutsaren ondorio soilak. Austad-ek dioenez "nahiz eta biziaren zenbait prozesu berez izan kaltegarriak, hautapen naturalak kalte horien kontra borrokatzeko defentsa-mekanismoak diseina ditzake, beti ere baldintza ekologikoen arabera. Horrela gertatzen da, esaterako, espezie batek harrapakarietara ihes egiteko modua —oskolak eta hatz-parrak dira horren adibide— garatzen duenean. Kanpotiko hilkortasunaren arriskua murriztuta, zelulen zahartzea atzeratu eta, bide batez, animalia-ugal-bizitza luzatuko dituen mekanismoak garatu ditzake hautapen naturalak.

“kanpotiko hilkortasunaren arriskua murriztuta, zelulen zahartzea atzeratu eta, bide batez, animalia-ugal-bizitza luzatuko dituen mekanismoak garatu ditzake hautapen naturalak”.

Austad-en iritziz, ugaztun txikiak azkarago heltzen eta zahartzen badira ez da bakarrik energia azkar erretzen dutelako, baizik eta harrapakarien hatz-parrarekin hiltzeko dauzkaten aukera handiak direla eta, denboraren kalteei aurre egingo dieten gorputzak eraiki ahal izateko oso energia gutxi eman dielako hautapen naturalak. Animalia handiagoek, oster, harrapakari gutxiago saihestu behar dituzte eta ingurunearen beste arriskuak

hobeto jasateko gai dira, hala nola muturreko tenperaturak edo eskasia-garaiak.

Ingurune arriskuek zahartze-abiadurari eragiten badiote, ugaztun hegalarren bizitza neurri bereko ugaztun lurtarrena baino luzeagoa izatea espero daiteke, eta izan, hala da; Austad-ek 1991n eginiko ikerketan hori behatu zuen bederen. Saguzarrek neurri bereko beste ugaztunek baino bizitza luzeagoak dituzte: saguen tamainako saguzarrak 30 urtez bizi daitezke, hau da, saguak baino sei aldiz gehiago; eta hori ez da soilik hibernazioa egiten duten saguzarren ezaugarria; urte osoan esna dauden saguzar tropikalek ere beren neurriko beste ugaztunek baino bizitza luzeagoak dituzte. "Hegan egiteko duten gaitasunari esker, saguzarrek ingurune arrisku gutxiago dituzte" dio Austad-ek "eta harrapakariengandik edo elikagai-eskasia dagoen guneetatik errazago ihes egin dezakete." ➔



ARTXIBOKOA



ARTXIBOKOA

Australiako zarigueiekin gertatzen zen fenomeno berbera errepikatzen da urtxintxa arrunt eta hegalariaekin: hegalaria denbora gehiago bizi da.

Arantzak dituzten ugaztunen kasuan ere fenomeno berbera errepikatzen da. Ekidnakin, trikuen antzeko animaliak, 50 urtez bizi dira eta arantzurdeak berriz, luzaroen bizi diren karraskariak izan arren, 20 urtez "besterik" ez dira bizi. Arantzak dauzkaten ugaztun guztiek aparteko bizi-tza luzeak izaten dituzte.

Hegan egiteko, edo hobeto esanda, planeatzeko gaitasuna duten beste zenbait ugaztun ere aztertu zituzten eta berriz ere, haien bizia luzeagoa zela ohartu ziren. Ipar Ameriketako urtxintxa hegalaria bizi-tza-luzera, esaterako, urtxintxa arruntena baino bi bider luzeagoa da. "Hegan egin, berandu hil" bataiatu zuten ikertzaileek ezaugarri hori.

Oskolak eta hatzaparrak

Teoria 10 urtez landu ondoren, adibideen zerrenda amaigabea botatzeko gai da Austad: oso oskol lodiak dituzten eta itsas hondoetan bizi diren Islandiako txirlak 200 urte baino gehiago bizi ohi dira eta, horregatik, luzaroen bizi den izakia izatearen ohorea daukate. Dena den, txirla arruntak ere luzaro bizi ohi dira —14 urte batez beste— oskolik ez duten moluskuekin alderatuz gero. Azkenak 5 urte bizi izatera ere ez dira iristen.

"ikertzaileak hasi berriak dira animaliak gazte gordetzen dituzten mekanismo zelularren azterketa-lanetan".

"Bizi luzea izatea eta ustekabeko heriotza-arrisku txikia izatea kausa-efektuzko ezaugarriak badira" arrazoitzen du Austad-ek, "edozein animalia horri probetxua ateratzeko gai izan daiteke. Are

gehiago, teoria espezie desberdinei soilik ez, baina espezie bereko populazio desberdinei ere aplika dakieke." Harrapakaririk gabe, isolaturik bizi den animalia-populazioa, harrapakarien mende dagoen beste populazio bat baino mantsuago zahartzen has daiteke. Izatez, hori da Virginiako zarigueien kasua. Ia 4.000 urtez harrapakaririk gabe bizi izan diren Sapelo Irlako zarigueien bizitza kontinentean bizi direnena baino % 50 luzeagoa izan ohi da; kontinentean bizi direnek gutxitan ospatzen dute beraien hirugarren urteurrena. Are gehiago, irletako zarigueiak denbora gehiagoz mantentzen dira gazte eta emeek bigarren umaldia ere izaten dute. Kontinenteko emeak berriz, lehenengo umaldiaren ondoren antzutu egiten dira. Auzad-ek zarigueien lotailu-ehunen zaharkitze-abiadura ere aztertu zuen —zahartze-prozesua jarraitzeko oso erabilia den neurria da hori— eta kontinenteko zarigueiengan abiadura hori bikoitza zela behatu zuen.

Baina zein mekanismori esker zahartzen dira polikiago irletako zarigueiak? Iker-tzaileak hasi berriak dira animaliak gazte gordetzen dituzten mekanismo zelularren azterketa-lanetan. Superoxido dis-



Hegan egiteko gaitasunak ez ezik mekanismo metaboliko bereziek txorien bizialdia luzatu egiten dute.



Didelphis virginiana Virginiako zarigueia.

mutasa entzima da mekanismo horietan parte hartzen duen substantzia kimikoe-tako bat: entzima antioxidatzaile bat da eta erradikal askeak suntsitzen ditu. Eta, edozein tasa metabolikorentzat, bizitza luzeagoak dituzten espezieek entzima horren kantitate handiagoak dauzkatela behatu dute ikertzaileek.

Ildo beretik, Manchester-eko Unibertsitateko ikertzaile-talde batek bizitza luze duten animalien zelulak eraso kimikoe-kiko iraunkorrak direla aurkitu dute aurretik. Karraskarietatik hasi eta gizakietaraino, hainbat espezieen fibroblasto zelulak ikertu dituzte; zehazki, zelulei kimikoki eraso diete, halako erasoan aurrean zelulen biziraupena neurtu ahal izateko. Eta, beti ere tasa metaboliko jakin batentzat, bizitza luzeak animalien zelulak iraunkorrak zirela behatu zuten.

Hegaztien beste defentsa-mekanismo bat garatu dute zahartzea atzeratzeko. Nahiz eta duten tamainarako metabolismo azkarregia daukaten, hegaztien ugaztunek baino erradikal aske gutxiago sortzen dituzte. Mekanismo horrek zehazki

nola lan egiten duen ordea, oraindik ez da ezagutzen. Teorian, zahartzaroa jasateko beste bide bat ADN konpontzeko erabiltzen diren entzima gehiago produzitzea da. Entzima horiek kaltetutako ADN zatiak aurkitu eta ordezkatzeko dituzte eta, nahiz eta ordezkatzeko zorrikoak eta akastunak diren, ADN kaltetua izatea baino hobea da beti ere.

Eta zer dio teoria eboluzionistak gizakioi buruz? Hipotesia ondokoa da: bizirik irauteko estrategiak elkarren artean banatu ahal izateko garatu omen zuten gure arbasoek hitz egiteko gaitasuna. Eta hitz egiteko gaitasun horri esker behar bada, daukagun tamaina eta tasa metabolikoari dagokiona baino lau bider bizitza luzeagoa dugu. Eta hatzparrik eduki gabe, gainera. Dударik gabe, medikuntza modernoak gizakion bizi-itxaropena asko handitu eta haurren hilkortasun-maila asko jaitsi ditu, baina dirudenez, mendea bizitzera iristen direnek medikuntzari baino, eboluzio-ondareari zor diote eskerrona. ■