

elhuyar

329 zk. | 2018ko martxoa

4'70 euro



Birusak ez dira
beti etsai

Elkarrizketa
Javier Armentia
Zientziaren dibulгатzailea

Ilargia:
hain hurbil, hain urrun



hiztegiak.elhuyar.eus

HTTP 404 errorea
Elhuyar hiztegiak desagertu egin dira

Oops!

Eta Elhuyar hiztegirik
ez balego?

Hiztegia eguneratzeak kostu bat du.
Lanean jarraitzeko, zure laguntza behar dugu.

LAGUNDU

hiztegiak.elhuyar.eus/bazkidetza



elhuyar
ezagutuz aldatzea

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute
Elhuyar aldizkariaren zuzendaria



Gizakia bere sehaskatik kanpora

“Lurra da gizakiaren sehaska, baina ezin dugu sehaska batean bizi betiko”. Tsiolkovski fisikariaren hitzek inoiz baino indar handiagoa hartu dute 2018an, “Ilargiaren urtea” izan behar zuen honetan. Bospasei misiok dute Ilargia helburu, eta haietako batek lehenengo turistak eraman behar ditu Ilargia inguratuzera. Urtea hastearekin batera, ordea, bertan behera geratu da Google Lunar X Prize lehiaketa, zeinak 20 milioi dolar eskaini baitzituen ibilgailu bat Ilargian jartzen zuen lehenengoarentzat. Itxaropen handia zegoen 2018rako, eta ikusi beharko da zertan geratzen den. Baina zenbateraino dute misio horiek helburu zientifikoa? Galdera horixe dakargu zerbaki honetan.

Ez dakigu zehazki zeri egin beharko liokeen aurre gizakiak Ilargian biziko balitz; esaterako, Lurreko birus eta bakterio kaltegarriez libratuko ote litzatekeen, ezta birusez libratzea komeni zaion ere. Izan ere, agerian geratzen ari da birusak onuragarri ditugula bizitzeko. Mikrobiomaz hitz egiten den bezala, biromaren garrantziaz jabetzen ari dira ikertzaileak. Baina onuren adibideak hamaika dira. Are gehiago, esan liteke geureganatu egin ditugula birusak, gure genomaren % 8 birusetatik eratorria izan litekeela baitiote azken ikerketek. Badirudi gaitzak baino askoz ere gehiago zor diegula.

Azkenik, zientziaren ertzak ukitu nahi izan ditugu. Bi ikertzaile ezaguni galdetu diegu haien ustez zein diren zientziaren mugak, eta argi adierazi dute zientziak ikuspegi irekia eta aurreiritzirik gabeta behar duela izan, eta oso kontziente izan behar dugula gure mugez: gure zentzumen eta gaitasun kognitibo mugatuek baldintzatzen gaituzte errealitatea hautemateko bidean. Umiltasun horretatik abia dadila zientzia, gardentasuna eta zintzotasuna lagun dituela. Bi bidelagun horiek aldarrikatu ditu zientziarentzat Javier Armentia gure elkarrizketatuak ere. ●

30

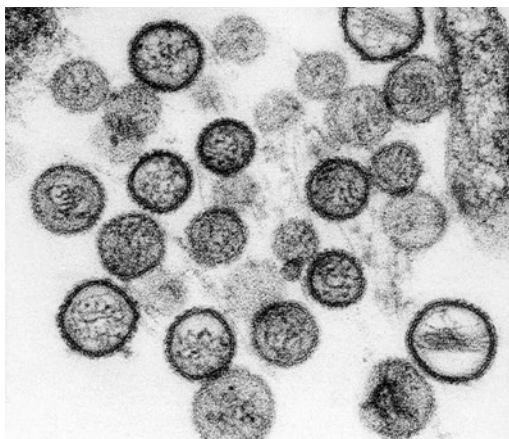
ELKARRIZKETA

Javier Armentia Fructuoso

ZIENTZIAREN DIBULGATZAILEA



Gogor kritikatzan ditu sa-
sizientziak, esandakoak ez
frogatzeagatik, eta haiek be-
zain gogor zientziaren jardun
okerrak. Interesagatik jardun-
tea egotzi dio zientziari. Biek
oinarrian dituzten arazo eta
kontraesanak jarri ditu agra-
rian Javierrek.



Birusak ez dira beti etsai

46

Eboluzioaren motorra dira,
eta, askotan, ostalariari onurak
ematen dizkiete. Birusak hobe-
to ezagutu ahala, konturatzen
ari gara gaitzak baino dezente
gehiago zor diegula.

38



Ilargia: hain hurbil, hain urrun

Urtearen hasieran, "Ilargiaren urtea" izango zela iragarri
zuen batek baino gehiagok. Izan ere, Ilargia helburu zu-
ten hainbat egitasmo zeuden planifikatuta epe motzera.
Haietako batzuk bertan behera geratu dira, eta beste ba-
tzuek ez dute data ziurrik. Baina bada aurrera doanik ere.

- 04** IKUSMIRAN
Mira txikitik
- 14** ALBISTEAK
- 26** IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
María Martín Torres
- 28** ANALISIA
Zientziaren mugak
- 30** ELKARRIZKETA
Javier Armentia
Fructuoso
- 36** ERREPORTAJEA
Ikerketa klinikoetan
aldaketa
esanguratsuak egin
ditu NIHK
- 38** ERREPORTAJEA
Ilargia: hain hurbil,
hain urrun
- 46** ERREPORTAJEA
Birusak ez dira
beti etsai
- 52** MUNDU DIGITALA
RCS, berehalako
mezularitzaren
estandar berria
- 56** ISTORIOAK
Barbara McClintock
artoari galdezka
- 60** EKINEAN
Irati Jauregi López
- 62** GAI LIBREAN
Ernaldiak bihotza
sendatuko balu?
- 68** GAI LIBREAN
Gibeledu minbiziaren
aurkako borrokan
indarrak batuz
- 74** GAI LIBREAN
Bizi ala afari izan?
Guda akustiko batean
murgilduta



Eduki gehiago webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus

Mira txikitik

Nikon Small World 2017

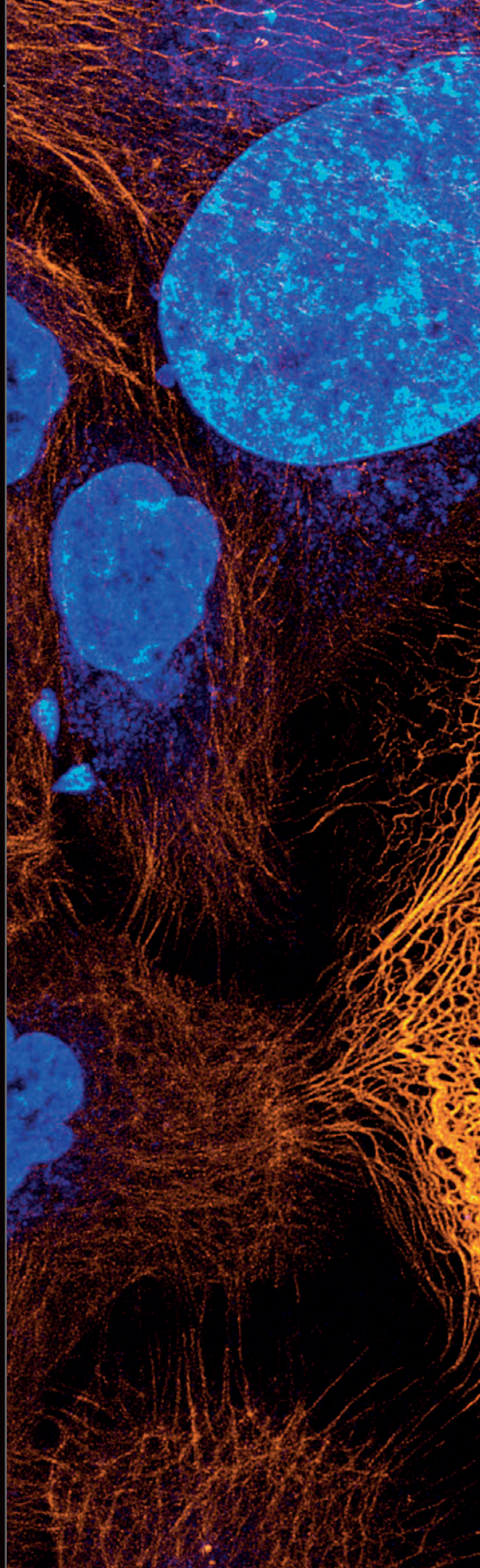
Mikroskopiairen miratik begiratzean bistaratzen den mundu ezkuatuak, ederra izateaz gain, balio zientifiko handia izaten du askotan. Horixe da Nikon Small World mikroorgazkigintza-lehiaketaketaren azken edizioa irabazi zuen argazkiaren kasua. Bram van den Broekek eta kideek larruazal-zeluletako keratina-zuntzen dinamika ikertzen dute Herbehereetako Minbiziaren Institutuan. Ikerketa horretan, fluoreszentzia bidezko mikroskopia aurreratuko teknikak erabiltzen dituzte. Horrela atera zioten argazkia keratina gehiegi ekoizten duen larruazal-zelula bati, eta lehiaketa irabazi zuten argazki horrekin.

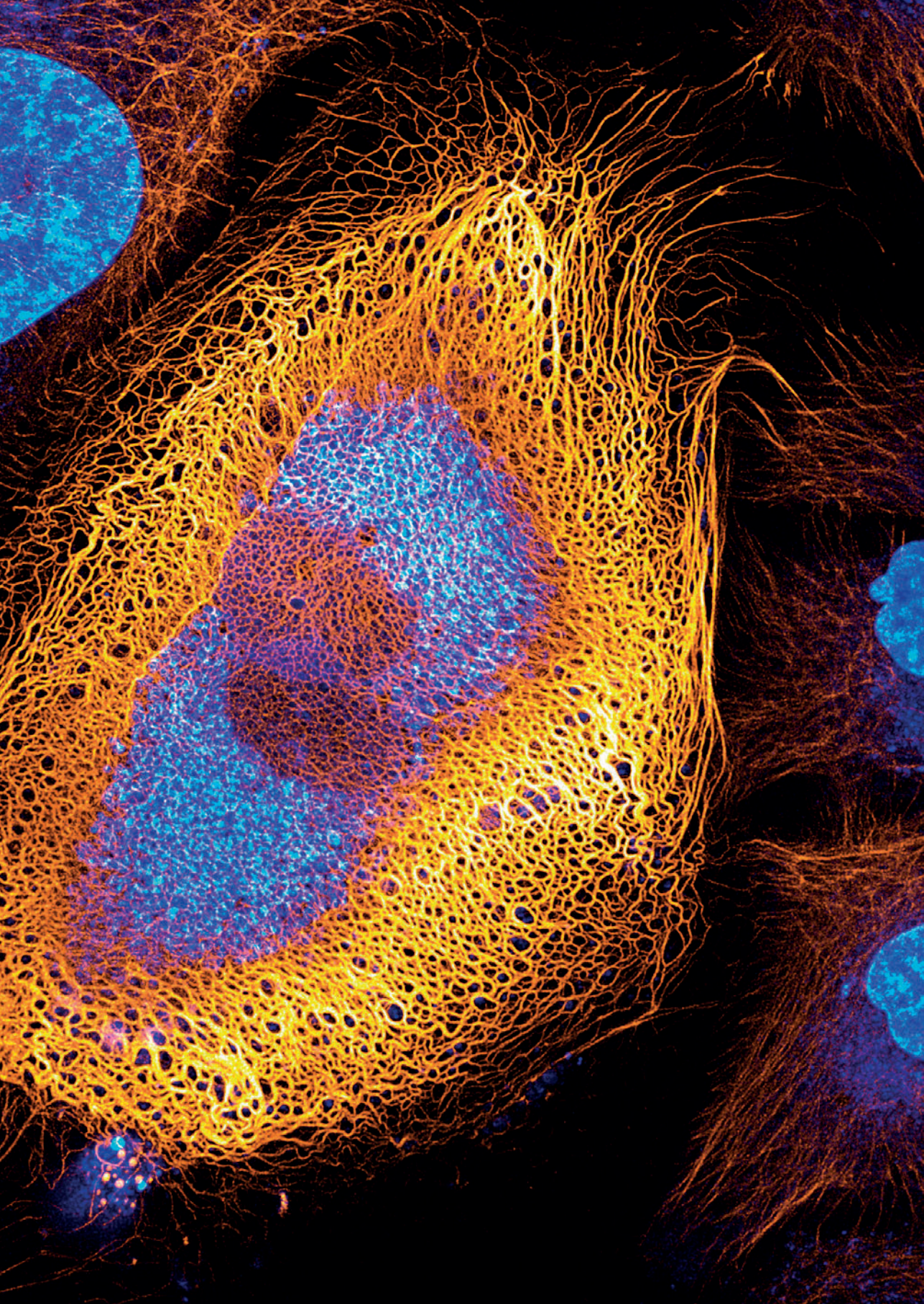
Keratina egiturazko proteina garrantzitsua da azaleko zelulentzat: estres mekanikotik babesten du zelula, eta beste hainbat funtzio ditu, migrazioa eta itsaspena, adibidez. "Keratinaren espresio-ereduak askotan ez dira normalak izaten azaleko tumoreetako zeluletan, eta hori asko erabiltzen da tumoreen markatzaile gisa, diagnosirako", azaltzen du Van den Broek doktoreak. "Zeluletan keratinaren eta antzeko proteinen dinamika nola aldatzen den aztertuta, hobeto uler dezakegu minbiziaren eta beste gaixotasun batzuen garapena".

Lehiaketara aurkeztu diren 2.000tik gora argazkiaren artean, garaile atera da larruazal-zelularena; halaber, beste hainbat argazki ere nabarmendu dituzte lehiaketan, eta haietako batzuen aukeraketa duzue hurrengo orrietan.

Giza azalaren zelula bat, fluoreszentziaz markatutako keratina espresatzen

Bram van den Broek, Andriy Volkov, Kees Jalink, Nicole Schwartz eta Reinhard Windoffer / Herbehereetako Minbiziaren Institutua (Herbehereak)



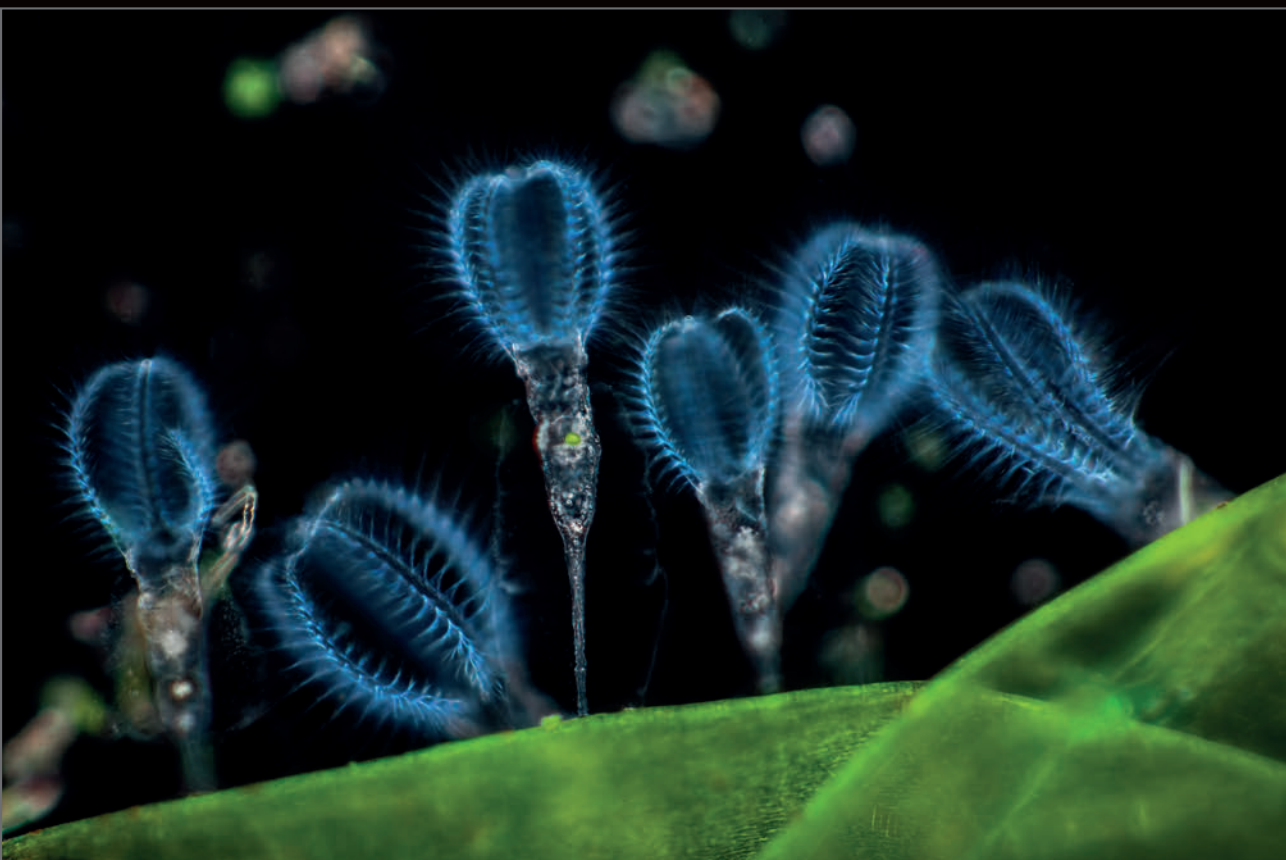


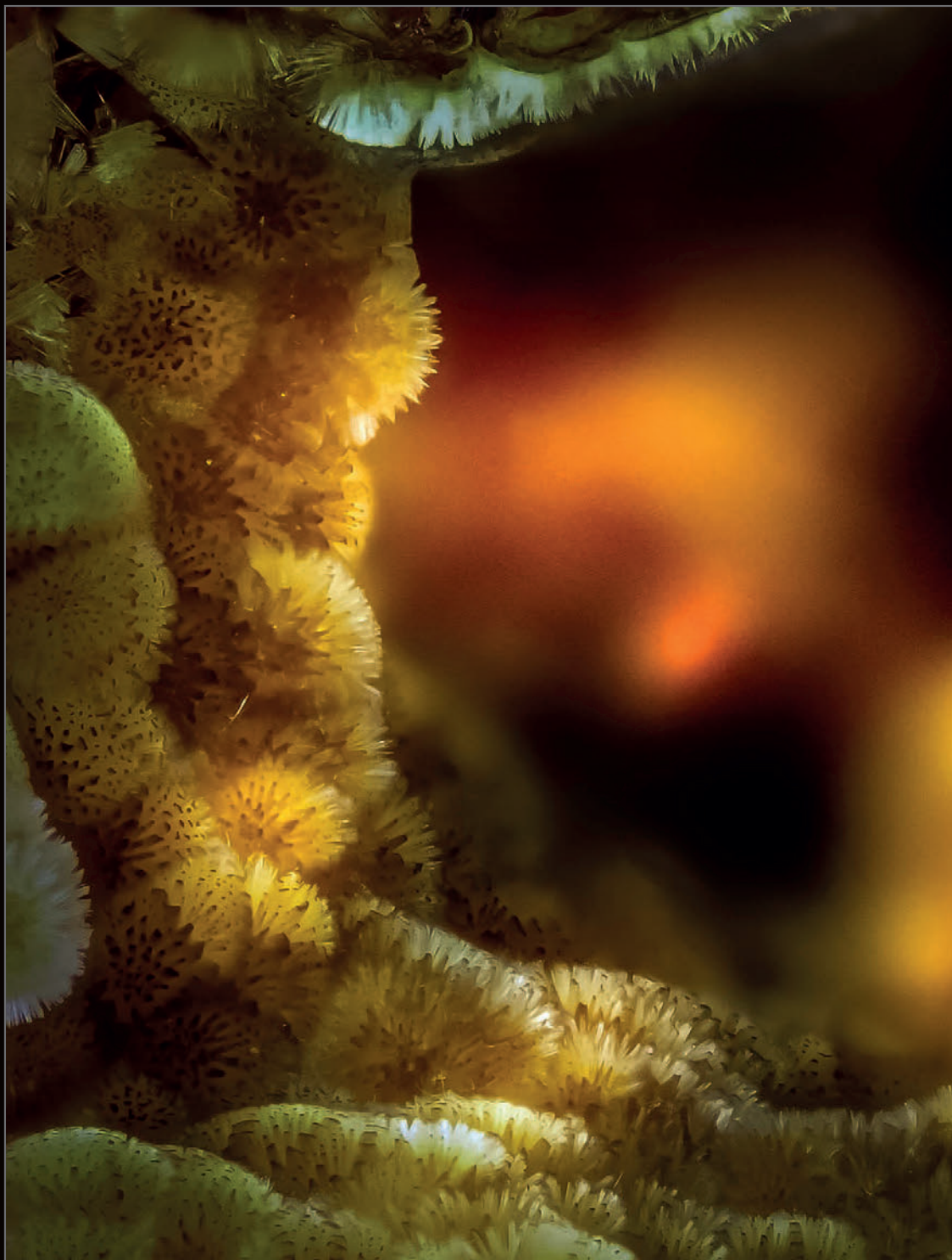


Taenia solium tenia, eskolexa aterata

Teresa Zgoda / Rochester Teknologia Institutua (AEB)

Errotiferoak
Frank Fox (Alemania)





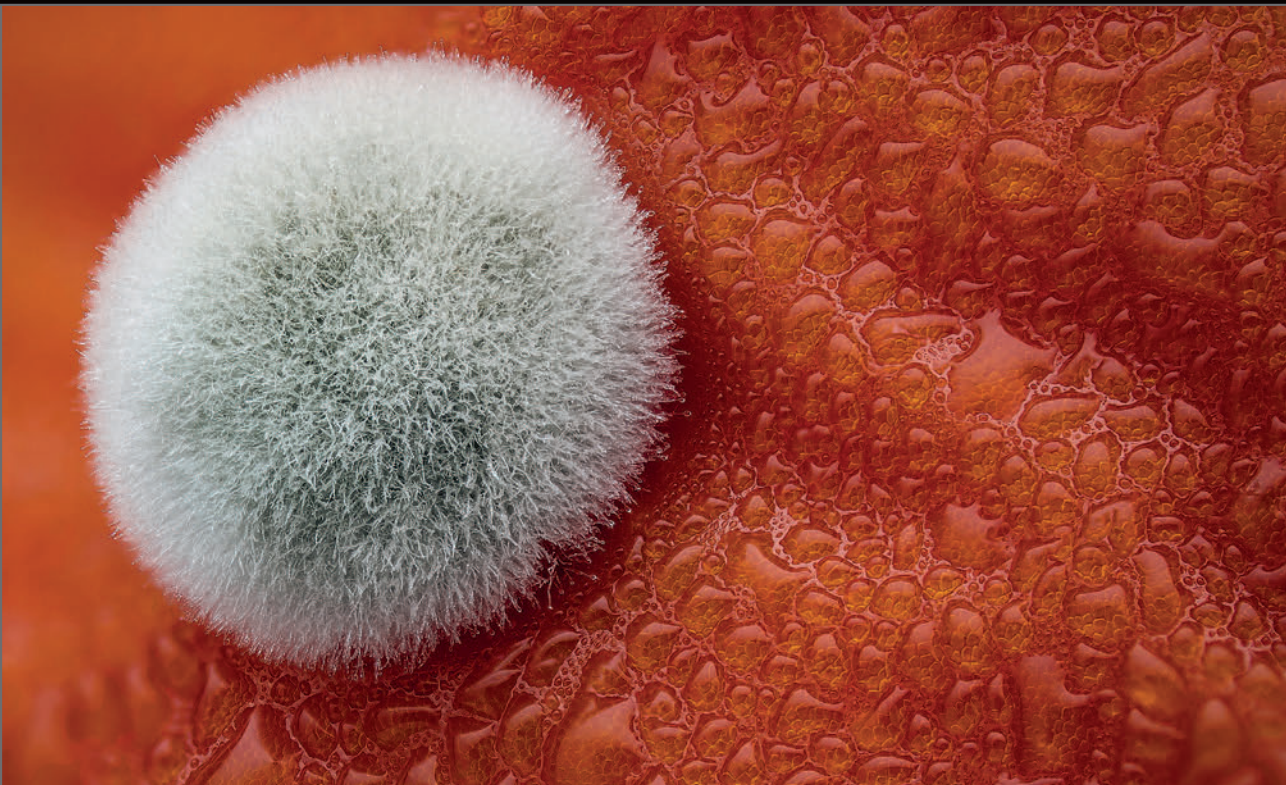


Nsutita eta kakoxenita (mineralak)
Emilio Carabajal Márquez (Espainia)



Brokolia

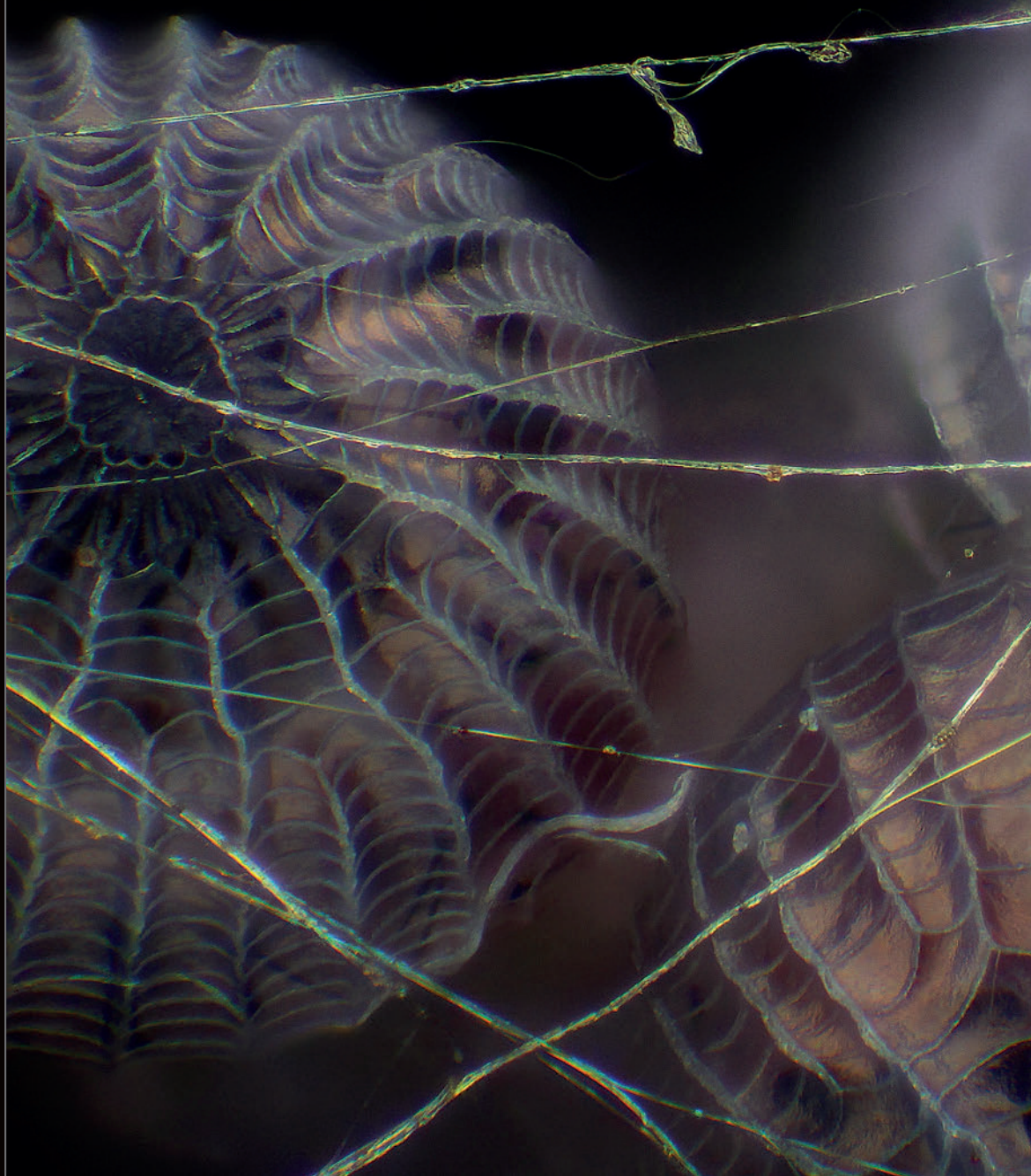
Nathan Myhrvold / Modernist Cuisine (AEB)



Lizuna tomatean
Dean Lerman (Israel)

Sits-arrautzak armiarma-zetatan

Walter Piorkowski (AEB)





Primateak klonatu dituzte lehen aldiz



Lehen makako klonatuak aurkeztu berri ditu Txinako Neurozientzien Institutuak. ARG.: Qiang Sun eta Mu-ming Poo/Txinako Zientzia Akademia/Cell.

Dolly ardia lortzeko erabili zen teknika berberarekin sortutako bi makako aurkeztu berri ditu Txinako Neurozientzien Institutuak. Teknika zelula somatikoen nukleo-transferentzia da, eta, orain arte, ez zuen emaitza onik eman primateetan. Batzuek interes handia zuten primateak klonatzeko, genetikoki gure espeziearen hain antzekoak izanda, ikerketa biomedikoetarako oso baliagarriak izango lirakeelakoan.

Hain zuzen, ikerketetan, genetikoki eraldatutako animaliak erabiltzen dira, eta abantaila bat izango litzateke genetikoki informazio berbera duten klonak izatea, guri eragiten diguten gaitzak ikertzeko. Makakoak klonatu dituzten ikertzaileek azaldu dutenez, helburu horrekin sortu dituzte bi makako-kumeak.

[Cell aldizkarian argitaratu dute esperimentera](#), eta zelula somatikoen nukleo-transferentzian oinarritutako teknikan egindako moldaketak ere azaldu dituzte. Adibidez, zelulak birprogramatzeko erabilitako konposatuen berri eman dute, eta aitortu dute ez direla zelula helduak birprogramatzeko gai izan. Hala, enbrioi-zelulak birprogramatuta sortu dituzte enbrioiak. Enbrioi horien garapena ere ez da izan oso arrakastatsua: makako emeen umetokietan ezarritako 60 enbrioietatik, bi baino ez dira jaiotakoak. ●

Europako osasun mentaleko zerbitzuetan giza eskubideak urratzen dira

Europako Osasun Mentalaren erakundeak egindako txostenaren arabera, Europako osasun-sistemetan urratu egiten dira gaitz mentalak dituzten pazienteen giza eskubideak. [Txostenak](#) psikiatria-zerbitzuetako paziente ohien testigantzak bildu ditu, eta hauek dira ohikotzat jo dituzten gertaerak: derrigorrezko ospitalizazioa, terapia elektrokonpulsioa, indarrean ezarritako tratamenduak —haietako batzuk albo-ondorio gogorrekin—, haiekin indarrez jokatzeko, min fisiko eta emozionala, informazio eta laguntza legalaren falta, oinarritzko arreta-falta, estigma, eta isolamendu sozial eta fisikoa.



Azken urteotan aurrerapen batzuk egon badira ere, oraindik XXI. mendean halako giza eskubideen urraketa ematea lotsagarritzat jo dute txostenaren egileek, eta praktika psikiatrikoak berraztertu eta aldatzeko beharra azpimarratu dute. Era berean, adierazi dute funtsezkoa dela hausnarketa horretan indarrean tratamendua hartzeraren behartuak izan direnak entzutea. ●

Naturaren ekarpen immaterialak aintzat hartzea proposatu dute

Munduak era zabalago batean hauteman behar ditu naturak jendeari egiten dizkion ekarpenak; hori ondorioztatu du IPBES plataformaren ikerketa batek. Biodibertsitatearen eta ekosistema-zerbitzuen inguruko gobernu arteko plataforma da IPBES, 128 herrialdek osatua, eta Unai Pascual García de Azilu BC3ko Ikerbasque ikertzaileak zuzendu du [naturaren ekarpenei buruzko lan hori](#).

Haren arabera, ekosistema-zerbitzuen ikuspegitik egindako ikerketek kontuan hartu dituzte naturak eskaintzen dituen baliabideak eta lehengaiak, baina, orain arte, baztertu egin dira naturak jendeari egiten dizkion beste ekarpen batzuk. Oraingo ikerketan beste ekarpen horiek nabarmendu dituzte, eta, hala, aintzat hartu dituzte kultura, ezagutza tradizionala, artea, eta beste ekarpen immaterialak.

Pascualek baso bat jarri du adibidetzat: "Baso bat aisialdirako eta zuhaitzei begira egoteko toki bat



Artzain bat Rajastanen, India. ARG.: Unai Pascual García de Azilu.

baino gehiago da. Baso batek edo zuhaitz batek herri baten edo kultura baten identitatea har dezake bere barnean". Hain zuzen ere, haren esanean, gizar-teak jakin behar du natura ez dela garapen ekonomikorako gai-hornitzaile hutsa: "Funtsezkoa da naturak jendeari egiten dizkion ekarpenak modu zabal batean ulertzea, historiarekin eta gure identitate kulturalarekin lotzen gaituen oinarritzko lotura ulertzeko". *Science* aldizkarian argitaratu da [artikulu](#). •

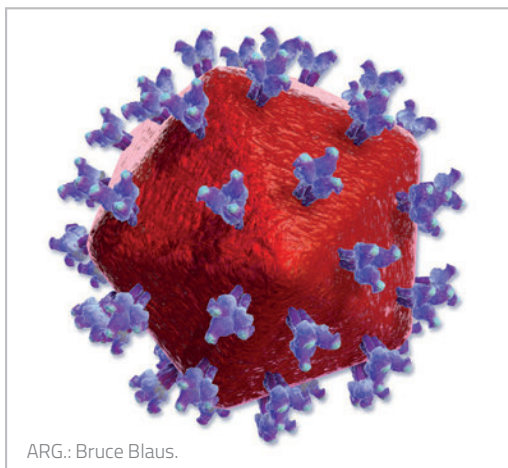
EUSKARA

Bizkaia eskura

Ikasi euskara dohainik
Aprende euskera gratis

Astebeteko tratamendua pilula bakarrean

GIBaren aurkako egungo tratamendu erretrobiralak oso eraginkorrak dira, baina derrigor egunero-egunero hartzea eskatzen dute, eraginkor izango badira. Hainbat ikerketak erakutsi dute gaixoen % 30ek bakarrik hartzen duela behar bezala, eta birusak botikekiko erresistentziak garatzea eragin dezake horrek. Horren aurrean, astean behingo pilula garatu nahian dabilta Harvard Medical School-eko ingeniari biomedikoak, eta dagoeneko frogatu dute txerrietan eraginkorra dela.



ARG.: Bruce Blaus.

Pilula ahoz hartu behar da. Urdaileira iristerakoan, zabaldu eta izar-itxura hartzen du kapsulak. Handiegi bihurtzen da, piloroa zeharkatu eta urdailetik ateratzeko, eta barruko botika gutxika askatzen joaten da, urdailean bertan. Kapsulak hainbat botika izan ditzake barruan, izarraren beso bakoitzean jarrita botika bana. Era berean, kapsula diseinatuta dago elikagaiek pilorotik behera pasatzen jarraitu ahal izateko, traba egin gabe.

Tratamendu berriak porrot terapeutikoa murrizten lagundu lezake, eta lagungarri izan liteke, halaber, prebentziorako erabiltzen den kasuetan ere. Era guztietara, oraindik ikerketa gehiago egiteko beharra dagoela azpimarratu dute. ●

Ben Barres neurozientzialari iraultzailea hil da



Ben Barres.
ARG.: Stanford
Unibertsitatea.

Ben Barres 2017ko abenduaren 27an hil zen, 63 urterekin, pankrea-minbiziak jota. Neurozientzialari bikaina, “gliaren gurutza” ere deitzen zioten, haren lana funtsezkoa izan baitzen garuneko zelula-mota horiek ezagutzeko. Hark frogatu zuen gliako zelulek (garuneko zelulen 10etik 9) funtzio garrantzitsuak betetzen zituztela, eta aintzat hartu behar zirela garuna ezagutzeko eta harekin erlazionatutako gaitzak ulertzeko.

Hala dio [Carlos Matute Almagu Achucarro Neurozientzien Ikerketa Zentroko](#) zuzendari zientifikoak: “Barres aitzindari bat izan zen, haren lanak ikerketa-eremu berri oso bat ireki zuen. Besteak beste, frogatu zuen gliako zelula-mota batek, astrozitoek, neurotransmisoreentzat errezeptoreak zituztela; ordura arte, neuronek baino ez zituztela uste zen. Sinapsiak sortzen eta desegiten astrozitoek duten funtzioa argitu zuen, eta oligodendroitoak laborategian hazteko protokoloak eta teknikak sortu zituen, gaur egun gure laborategian erabiltzen ditugunak. Egia esan, gure egunerokoan, etengabe jotzen duguan espresatzen diren geneekin hark sortu duen datu-basera, guretzat ezinbesteko erreferentea baita.”

Berdintasunaren aldeko ekintzaile sutsua ere bazela gogoratu du Almagu. Hain zuzen ere, transa zen. Jaio zenean, Barbara izena eman zioten, eta jada ikertzaile zela hartu zuen Ben izena. Genero-bazterkeria bere azalean bizita, emakumeen eta LGTBI+ pertsonen eskubideen alde egin zuen, bizitza pertsonalean zein [akademikoan](#). Mentore gisa egin zuen lana ere goraiatu du Matutek. ●

Tximistek erreakzio nuklearrak eragiten dituztela baieztatu dute

Tximistek erreakzio nuklear atmosferikoak eragiten dituztela baieztatu dute, [Nature aldizkarian argitaratu berri duten lan batean](#). Eta erreakzio horietan isotopo erradioaktiboak sortzen dira.

Teorikoki proposatuta zegoen tximistetan sortzen diren gamma-izpiek erreakzio nuklearrak eragin ditzaketela. Baina, orain arte ezin izan da baieztatu teoria hori. Bada, ikertzaile japoniar batzuek frogatu dute teoria zuzena zela. Otsailaren 6an Japonian izandako ekaitz batean, lau erradiazio-detektagailuren bidez neutroiak eta positroiak detektatu zituzten. Hala, jasotako datuetatik ondorioztatu ahal izan dute tximistetan sortutako gama-izpiek atmosferako partikulen nukleoekin talka egitean, erreakzio nuklearrak gertatu zirela. Erreakzio horietan neutroiak eta isotopo erradioaktibo ezegonkorak sortu ziren; eta azken horiek desintegratzean, positroiak.



ARG.: Oimheidi/Pixabay

Gainera, ikertzaileek iradoki dute, aurkikuntza honen arabera, tximistak isotopo erradioaktiboaren bigarren iturri naturala liratekeela (izpi kosmikoak dira lehena). Tximistetan sortzen diren isotopo erradioaktiboaren artean daude ^{13}C , ^{14}C eta ^{15}N , adibidez. ●

Nola zehazten du saguzarren garunak beste espeziekideen kokapena?



ARG.: Kim Taylor / Warren Photographic.

Hipokanpoa dugu animalio gure burua espazioan kokatzeko sistema. GPSaren modura jotzen du, garunean espazioaren nolabaiteko mapa erregistratuta. Zientzialariek identifikatuta dute zein neuronak laguntzen dioten organismoari bere kokapen espaziala argitzen, baina, orain arte, ez zekiten nola jarraitzen dien garunak beste animalien arrastoari. Oraingoan, [saguzarrekin egindako esperimentuetan](#) lortu dute identifikatzea zein diren espezie bereko beste animalien kokapena erregistratzen duten garuneko zelulak. Neurona horiek gako izan daitezke, hortaz, interakzio sozialetarako, behaketa bidez ikasteko edo taldean nabigatzeko, esaterako.

Esperimentuan, beste kide baten hegaldiari begira jartzen zituzten saguzarrak. Kideak bi bola zeuzkan aukeran lur hartzeko. Gero, begira egondako saguzarrak hegaldi bera egin behar zuen, saria jaso nahi bazuen. Ikertzaileek ikusi dute kide bati begira egon edo objektu mugikor bizigabe bati begira egon, desberdina dela aktibazio neuronalak. Hortaz, neurona jakin batzuek kognizio sozial-espaziala dutela iradoki dute.

Ikertzaileen arabera, ikerketok lagunduko dute hobeto ulertzen nola prozesatzen dituen hipokanpoak lokalizazioak eta oroimen espaziala. ●

Bi faktore neurotrofiko nanoesferetan, parkinsonaren kontra



Catalina Requejo Rodríguez. ARG.: EHU.

Faktore neurotrofikoaren askapenean oinarritutako estrategia terapeutikoa parkinsonaren sintomak arintzeko eraginkorra dela frogatu dute, EHUren ikerketa batean. Berez, Catalina Requejo Rodríguez doktore-tesiaren gaia izan da ikerketa, eta [Molecular Neurobiology aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak](#).

Parkinsonaren eredu batekin egin dute lan, eta, zehazki, bi faktore aplikatu dituzte, mikroesferetan eta nanoesferetan sartuta, pixkanaka aska daitezten: endotelio baskularraren hazkunde faktorea (VEGF) eta zelula glialetatik eratorritako faktorea (GDNF). Frogatu dute, biak batera emanez gero, era sinergikoan eragiten dutela, eta, neurona dopaminergikoen endekapena nabarmen murrizteaz gain, zelula berriak sortzea eta bereiztea bultzatzen dutela.

Faktoreak nanoesferen barruan gaixotasunaren fase goiztiarrean eman zirenean lortu ziren emaitza onenak. Horrek agerian uzten du diagnostiko goiztiarrak duen garrantzia. ●

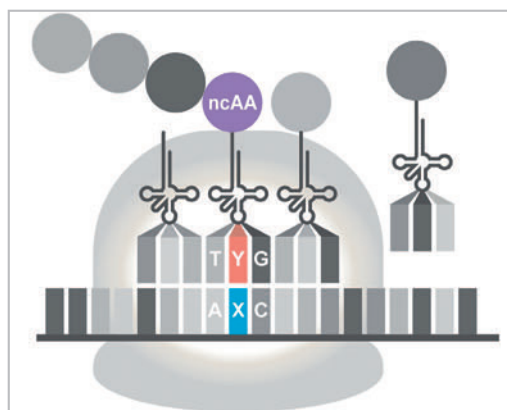
Bakterio erdisintetikoak gai dira proteina ez-naturalak sortzeko

Kode genetiko artifizialki hedatuta duten bakterio erdisintetikoak gai dira kode genetiko hori proteinak sortzeko erabiltzeko. Aminoazido ez-naturalak dituzten proteinak sortzen dituzte bakterio horiek. Hala, proteina berriak sortzeko bide bat izan daiteke. [Nature aldizkarian eman dute lorpen horren berri](#).

[2014an The Scripps Ikerketa Institutuko ikertzaileek *E.coli* bakterioen kode genetiko hedatzea lortu zuten, bi nukleotido artifizial txertatuta.](#)

Emaitza ezin hobea izan zen: bakterioen erreplikazio-mekanismoak normaltasunez funtzionatu zuen, eta, beraz, bakterioek bere egin zituzten nukleotido artifizial horiek. Baina ez zegoen argi nukleotido horiek balioko ote zuten proteinak kodetzeko, DNA naturalak bezala. Bada, orain, ikusi dute bakterioek ongi transkribatzen dituztela nukleotido ez-natural horiek, eta aminoazido ez-naturalak dituzten proteina berriak sortzen dituztela; gainera, nukleotido naturalen eraginkortasun berarekin.

Hala, biologia sintetikoaren ametssetako bat egi bihurtu dute: proteina ez-naturalak sintetizatzeke gai diren organismoak sortzea. Izan ere, bide berri bat izan daiteke, botika berriak edo material berriak sortzeko, besteak beste. ●



ARG.: Dennis Sun, Mezarque Design (www.mezarque.com)

**Zientzia
eta teknologia**
Euskadi Irratiaren
sintonian
Guillermo Roaren
eskutik

**Materia iluna izan liteke
Lurrera iristen diren
pulsarren jatorria**

Lurrera iristen diren gehiegizko positroien jatorria ez dago pulsarretan, eta, beraz, litekeena da jatorri exotikoagoa izatea, materia iluna, adibidez. Ondorio horretara iritsi dira Mexikoko HAWC gama-izpien behatokian egindako behaketa batzuekin. [Science aldizkarian eman dute horren berri.](#)



HAWC behatokia (High-Altitude Water Cherenkov) 4.100 metroko altueran dago, Sierra Negra sumendiaren ondoan, Pueblan (Mexiko). Urez betetako 300 tangen bidez gama-izpi izena ematen zaion energia handiko erradiazioa detektatzen du. ARG.: Jordan A. Goodman.

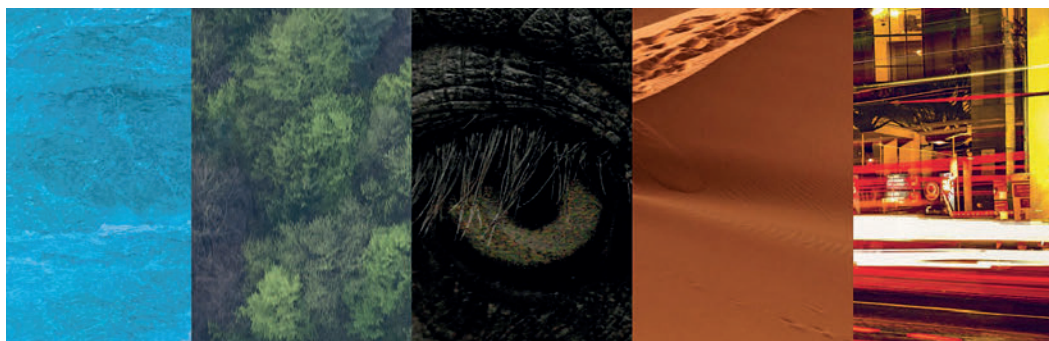
Azken urteetan, izpi kosmikoen hainbat detektagailutan neurtu da espero baino positroi gehiago iristen direla Lurrera. Eta hainbat ikerketek iradoki dute pulsar deitzen zaien izarretan egon litekeela positroi horien jatorria (elektroien antipartikulak dira positroiak). Ustez horretarako behar bezain gertu zeuden bi pulsar aztertu dituzte orain HAWC behatokian, eta kalkulatu dute pulsar horietan sortutako positroiak zenbateraino heda daitezkeen espazioan. Bada, kalkulu horien arabera, ezinezkoa da pulsar horiek Lurrera iristea. Hala, ikertzaileek argi dute Lurrera iristen diren gehiegizko pulsar horiek beste jatorriren bat izan behar dutela, eta litekeena da materia iluna izatea. ●



OSTIRALETAN: 22:00etan
LARUNBATETAN: 15:00etan
Interneten: <http://norteko.elhuyar.eus/>

Zientzialarien bigarren ohartarazpena gizateriari: etorkizuna arriskuan jartzen ari gara

184 herrialdetako 15.000 zientzialarik baino gehiagok sinatutako [dokumentu bat argitaratu da BioScience aldizkarian](#), helburu argi batekin: gizateriari ohartaraztea gure jokabidearekin etorkizuna arriskuan jartzen ari garela.



Duela 25 urte, UCS (Zientzialari Arduratuen Batasuna) erakunde estatubatuarrak eta 1.500 zientzialari independentek baino gehiagok, tartean Nobel saridunek, "Munduko zientzialarien ohartarazpena gizateriari" izeneko manifestua argitaratu zuten.

Manifestuan, zientzialariek beren kezka agertu zuten ingurumenari egindako kalteengatik, eta jokabidea aldatu beharra zegoela aldarrikatu zuten. Besteak beste, populazioa egonkortzeko, berotegi-efektuko gasen isuria murrizteko, erregai fosilak ez erabiltzeko, deforestazioa geratzeko eta biodibertsitate-galera leheneratzeko eskatu zuten.

Orain, nazioarteko zientzialari-talde batek "bigarren ohartarazpena" egitea erabaki du, eta orduan baino are babes handiagoa lortu dute, mundu osoko 15.000 zientzialaritik gora sinatu baitute. Dokumentuan, atsekabetuta azaltzen dira joera okertu egin delako alderdi askotan: berotegi-gasen isuria areagotu egin da; basoak suntsitu dira nekazaritzalurrak lortzeko; espezie ugari galdu dira; populazioa % 35 hazi da; ozeanoak hiltzen ari dira; edateko ura % 26 gutxitu da...

Txanponaren beste aldean, lorpenak ere nabarmendu dituzte: ozono-geruzari kalte egiten dioten

substantziak gutxitu dira; energia-iturri berriztagarriak garatu dira; eremu batzuetan, eta nesken hezkuntzari lotuta, ugalkortasuna jaitsi egin da; eta deforestazioa ere gelditu da beste leku batzuetan.

Eskaera norbanakoei eta politikariei

Alabaina, aldaketa horiek ez dira nahikoak izan hondamendiaren arriskua gerarazteko. Horrenbestez, eta politikariek presioei erantzuten dietelakoan, dei egiten diete zientzialariei, komunikabideei eta herritarrei, gobernuak neurriak hartzera behartu ditzaten.

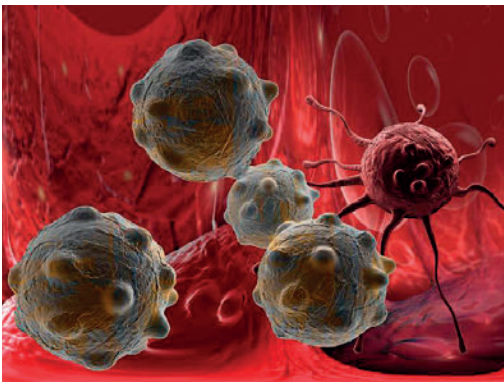
Banakoei ere arduraz jokatzeko eskatzen diete, batez ere, bi ume baino gehiago ez izatea, eta erregai fosilen, haragiaren eta beste baliabideen kontsumoa gutxitzea.

Maila politikoan, berriz, hau eskatzen dute, besteak beste: eremu babestuak handitzea; ekosistemak leheneratzea; elikagaiak alferrik galtzea saihestea; hezkuntza bultzatzea; ekonomia-sistema aztertzea, ingurumenean duen eragina aintzat hartuta; dieta aldatzea, haragi gutxiago jateko; eta populazioaren hazkundera geratzeko neurriak hartzea. Eta hori guztia, lehenbailehen egin behar dela ohartarazi dute; laster "beranduegi" izango delakoan. ●

Mitokondrioak ez dira guztiz itzaltzen minbizi-zeluletan

Nazioarteko ikerketa batek lipidoen sintesian parte hartzen duen entzima bat identifikatu berri du, hura inhibituz gero saguetan prostatako minbizia- ren metastasia geldiarazten duena. Horrek agerian utzi du lipidoak inplikaturik daudela minbizi-zelulen hazkuntzan eta metastasian, eta erakutsi du ez dela glukosa eragile bakarra.

Nature Genetics aldizkarian argitaratu da ikerketa berria, eta Arkaitz Carracedo Pérez CIC bioGUNEko ikertzaileak parte hartu du lan horretan. Haren iritziz, minbizi-zelulen elikadura bere osotasunean ulertze-ko aurrerapauso bat izango da. "Orain arte, ikuspegi oso sinplista izan dugu. Historikoki pentsatu izan da minbizi-zelulek mitokondrioak itzali egiten zituztela. Hala, energia sortzeko zentralak itzalita, glukosa energia lortzeko erabiltzeari utzi, eta zelula berriak sortzera bideratzen zutela etengabe". Ikerketa berriak, ordea, agerian utzi du mitokondrioak ez direla itzaltzen, identifikatu duten entzima (PDC konplexua) mitokondrioetan baitago aktibo, eta protagonista berri bat jarri du metastasia kontrolatzeko estrategiaren erdigunean: lipidoak. ●



ARG.: DollarPhotoClub

TRAPPIST-1 exoplanetak eguzki-sistemako planeten antzekoak dira

laz jakin zen TRAPPIST-1 izar nano gorri eta hotza- ren inguruan [zazpi planeta zeudela](#), eta haietako batzuk bizigarriak izan zitezkeela aurreikusi zen. Urtebeteko ikerketen ondoren, emaitza berriak argitaratu dituzte: zazpi planetetatik gehienak arrokatsuak dira eta badute ura. Zehazki, haien masaren % 5 da ura, Lurraren beraren kasuan baino dezente gehiago (ozeanoak gure planetaren masaren % 0,02 baino ez dira). Ikertzaileen ustez, emaitza berriek erakusten dute TRAPPIST-1eko planetak eguzki-sistemako planeten antzekoak direla zentzu askotan.



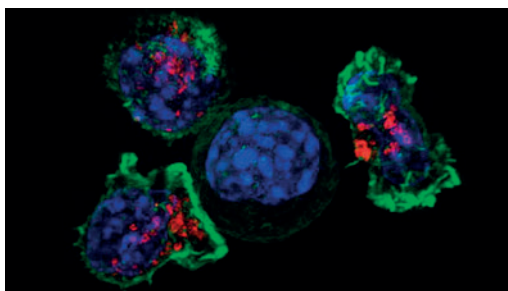
TRAPPIST-1eko planeta batetik egon daitekeen ikuspegia erakusten duen irudikapen artistikoa. Izarreraino duen distantziak aukera eman lezake ura egoera likidoan egoteko. ARG.: ESO/N. Bartmann/spaceengine.org.

Zazpi exoplanetak epelak direla dirudi, hortaz, denek izan litzakete ura bere forma likidoan egotea baimenduko luketen baldintza geologiko eta atmosferikoak. Aurrerantzean saiatuko dira argitzen planeta guztietatik zein den bizigarria izateko aukera gehien duena. Oraingoan, badirudi zazpietatik erdikoa dela Lurraren antzekoena izan daitekeena, baina argitzeke dago nolakoa den bere azala eta atmosferarik ba ote duen. ●

Immunitate-sistema zahartzea, adinarekin minbizi gehiago izatearen arrazoia

Adinarekin nabarmen handitzen da minbizia izateko arriskua, eta hori mutazioak pilatzearen ondorioz gertatzen dela uste baten ere, ikerketa berri baten arabera, arrazoi nagusia beste bat izan liteke: immunitate-sistemaren zahartzea.

Ikerketa horretan, bi milioi minbizi-kasu aztertuta, ikusi dute zahartzean minbizi gehiago izatea hobeto azaltzen duela immunitate-sistemaren ahultzeak, mutazioen hipotesiak baino. Immunitate-sistemaren zahartzearen arrazoi nagusietako bat timoa txikitzea da. Guruin horretan sortzen dira, hain zuzen, T zelulak, gorputzeko zelula akastunak deuseztatzeaz arduratzen direnak. Adinarekin txikituz doa timoa, T zelula gutxiago sortzen ditu, eta, beraz, txikitu egiten da tumoreak galarazteko gaitasuna ere. Horrek azalduko luke gizonezkoek minbizi gehiago izatea ere, timoa azkarrago txikitzen baita gizonezkoetan.



T zelulak minbizi-zelula bat inguratzen. ARG.: Alex Ritter, Jennifer Lippincott Schwartz, Gillian Griffiths / National Institutes of Health / CC BY-NC 2.0.

Ikertzaileek azpimarratu dute hipotesi hau balioz-tatzeko ikerketa gehiago behar direla, baina, bide horretatik minbiziaren tratamendurako eta preben-tziorako estrategia berriak etor litezkeela. ●

Eguzki-sisteman sartu den asteroide bat aurkitu dute

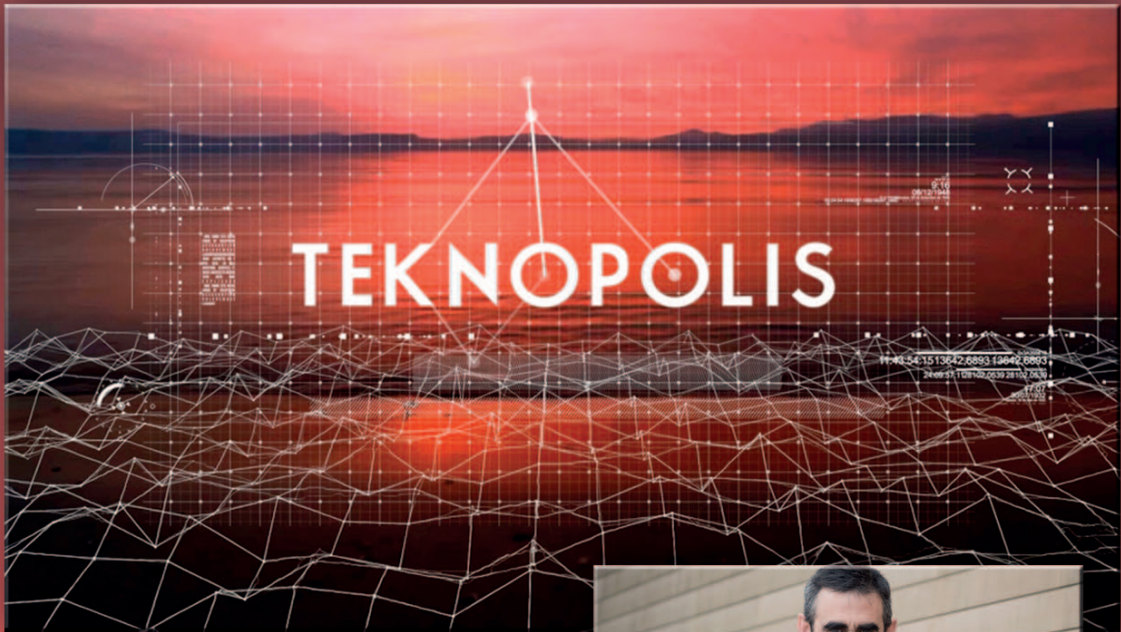


Oumuamua asteroidearen irudikapena. ARG.: ESO/M. Kornmesser.

Astronomiaren historian lehenengo aldiz, eguzki-sisteman sartu den asteroide bat aurkitu dute. Orain arte gurean aurkitu izan diren beste kometa eta asteroideak eguzki-sisteman bertan sortutakoak ziren, baina Oumuamua asteroide berria kanpoan sortu-takoa da; milioika urte eman omen ditu espazioan bidaiatzen eguzki-sisteman ezustean sartu aurretik.

Hawaiiko Pan-STARRS teleskopioak hauteman zuen pasa den urrian. Zerua zeharkatzen zuen argi txiki bat zen, baina distira oso aldakorra zuena. Ezohiko ezaugarri horrek erakusten du objektua oso luzexka dela. 400 metroko luzera du, eta 7,3 ordutik behin biratzen da bere ardatzaren inguruan. Ikertzaileek adierazi dute Oumuamua jada pasa dela Eguzkitik gertueneko bere puntutik, eta izarrarteko espaziora bidean doala.

Nature aldizkarian argitaratu dute aurkikuntza, eta kalkulatu dute urtean behin zeharkatzen duela eguzki-sistema Oumuamuaren antzeko izarrarteko asteroide batek. Haien seinalea ahula eta hautemateko zaila da, ordea, eta orain arte ezin izan dira identifi-katu. Esperantza dute Pan-STARRS arakatzeteleskopio berriek lagunduko dutela haiek aurkitzen. ●



etb 1 Larunbatero, 13:30ean
 etb 2 Igandero, 13:30ean



Eta Interneten: teknopolis.elhuyar.eus



BABESLEAK



Gure espeziearen eboluzioa ulertzeko aurkikuntzak, bata bestearen atzetik

Hiru ikerketa arkeologiko garrantzitsu argitaratu dira, oso denbora-tarte txikian. Lehen, Misliya kobazulokoa da (Israel). Han aurkitutako 177.000-194.000 urteko giza hortzak eta tresnak aztertuta, ondorioztatu dute gizaki modernoaren Afrikatik kanpoko aztarna zaharrenak direla. Bigarren ikerketa Attirampakkham aztarnategian egin dute (India). Han, Erdi Paleolitoko ezaugarriak dituzten tresna batzuk aurkitu dituzte, Levallois teknika-rekin egindako harrizko tresnak, eta 385.000 urte dituztela kalkulatu dute. Azkenik, "Pekingo gizona"-ren lehen ikerketaren emaitzak argitaratu dituzte. *Homo erectus* baten hortzen azterketa da, oso baliagarria Ekialde Urrunean gizakien eboluzioa nolakoa izan zen ulertzeko.

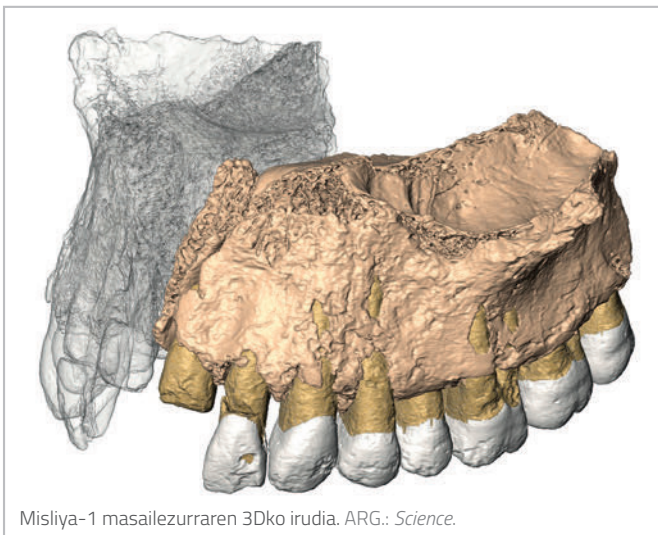
Afrikatik kanpoko zaharrenak

Orain arte uste zen gizaki modernoak duela 90.000-120.000 urte atera zirela lehenengo aldiz Afrikatik. Misliya kobazulokoa aurkitutako aztarnak, ordea, zaharragoak dira. Horrenbestez, uste zutena baino lehenago atera zirela ondorioztatu dute. Data berriak bat egiten du genetikariek seinalatu izan dutenarekin, haien kalkuluen arabera duela 220.000 urte inguru atera baitziren.

Joseba Rios Garaizar Giza Eboluzioari buruzko Ikerketa Zentrokotik (CENIEH) garrantzitsutzat jo du aurkikuntza: "ia 80.000 urte aurreratzen du gizaki modernoaren irteera. Horrek esan nahi du 80.000 urte gehiago izango zituztela [neandertalekin kontaktua izateko](#)".

"Genetikak erakutsi du neandertalen eta gizaki modernoaren arteko nahasketa nagusia gizaki modernoak Europara iritsi baino dezenteko lehenago gertatu zela, eta Ekialde Hurbilean kokatzen da eszenario posiblea", argitu du Riosek. Hominidoen migrazioetarako korridorik handiena izan zen Ekialde Hurbila Pleistozenoan zehar. Gizaki modernoak etorri ziren Afrikatik, neandertalak Europatik, eta joan-etorri horretan 150.000 urtetan zehar egon ziren hor bi espezieak, [ikerketa berriaren](#) arabera.

Misliya kobazuloko gizakiek Levallois industria litikoa erabiltzen zutela adierazi dute ikertzaileek, hortaz, teknologia hori erabiltzen zuten gizaki modernoaren aztarnarik zaharrenak dira. "Oso teknika kontrolatua da Levallois. Puntak meheak eta oso aho zorrotzekoak egiten zituzten, oso teknika planifikatua eta lanerako arau finkoek."



Aurrerapauso teknologiko itzela izan zen, produkzio sistematikoa lortzen baitzen. Salto teknologiko horren agerpenean jartzen dugu Behe eta Erdi Paleolitoaren arteko muga", argitu du Riosek. "Ekialde Hurbileko industrietan ordena jartzeko balioko du ikerketa honek, neandertalek edo gizaki modernoek, bakoitzak zein egin zuen argitzeko, garai haietan teknologia aldetik oso antzekoak baitziren bi espezieak".



Erdi Paleolitoko tresnak aurkitu dituzte Attirampakkham aztarnategian. ARG.: Ondarearen Hezkuntzarako Sharma Zentroa, India.

Gizaki moderno arkaikoen aztarna gutxi dago, hortaz, oso konplexua da haien sorrera, kultura eta migrazioak aztertzea. Riosen arabera, "ikerketa honek beste mugarri bat jarri du, hori ulertzen joateko".

Asian gertatutakoa gako

Mysliya aztarnategiko ikerketa *Science* aldizkarian argitaratu eta berehala, beste ikerketa bat argitaratu zen *Nature*. Zehazki, Attirampakkham aztarnategiko tresna batzuei buruzkoa zen (Indiako hego-ekialdea). Ikerketaren arabera, tresna horiek Erdi Paleolitoko ezaugarriak dituzte, eta haietako batzuk Levallois teknikarekin egindakoak dira.

Ikerketak galdera batzuk sortu ditu, tresnek 385.000 urte dituztela kalkulatu baitute, eta, orain arteko aztarna guztien arabera, artean gizaki modernoak ez zen Asiara iritsi. Horrenbestez, bi aukera daude: tresna horiek gizaki modernoak egindakoak dira, eta, beraz, uste zutena baino askoz ere lehenago hedatu zen Asian; edo hango gizakiek teknika hori garatu zuten, Afrikako gizaki modernoek eta Europako neandertalek garatu zuten garai berean.

Riosentzat, bigarren hipotesi hori da zuhurrena, eta horren alde azaldu dira baita Attirampakkhamen ikertzen aritu direnak ere. "Ez dago aztarnarik pentsatzeko teknologia hori zutenen migrazio bat egon zela hain goiz Afrikatik kanpora. Zaharrenak Misliya-koak dira oraingoz, eta etorkizunean bali-

teke are zaharragoak topatzea, baina, oraingoz ez dago halakorik", azaldu du Riosen.

Gainera, zentzuzkoa iruditzen zaio han bizi ziren gizakiek beren kabuz garatu izana Levallois teknika, beste leku batzuetan ere hala gertatu baitzen: "Teknika hori kultura Acheulearraren jarraipentzat jo daiteke. Acheulearra Behe Paleolitoko da, eta bi aurpegikoak lortzeko erabiltzen zuten. Levallois teknika, berriz, printzak ateratzeko erabiltzen zuten, eta pentsaera eta antolakuntza konplexua eskatzen ditu. Horregatik hartzen da Erdi Paleolitoaren ezaugarritzat. Baina eboluzioa ez da marra zuzen eta jarraian gertatzen, ez da hain sinplea. Eta batzuek Levallois teknika gizaki modernoarekin erlazionatzen badute ere, nire ustez hori ez dago gutziz garbi eta ez da zuzena".

Hala, Attirampakkhameneko tresnak garapen lokalaren emaitza izan zitezkeela uste du Riosen.

Nolanahi ere, garbi dago Asian zer gertatu zen jakitea gako izango dela giza eboluzioa ulertzeko. Bide horretan, "Pekingo gizakia"-ren hortzen azterketak ere datu esanguratsuak eman ditu *Homo erectus*-a ezagutzeko. Rios: "Gure iraganaren historiako pieza asko Asian daude, eta oraindik ez ditugu topatu". ●



Albiste gehiago webgunean

María Martín Torres

Paleoantropologoa



“Gustatuko litzaidake aurkitzea ez garela planetako giza espezie bakarra”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Duela gutxi izendatu dute María Martín Torres (Ourense, 1974) CENIEH Espainiako Giza Eboluzioaren Ikerketa Zentroko zuzendari. Ez zaio erraza izan, beraz, gure galderari erantzuteko tarte bat hartzea. Hala ere, ez da ezezkoa emateko gai izan: beti erakutsi du ikerketari adinako garrantzia ematen diola ikertutakoaren berri emateari. Haren erantzunak irakurrita, nabarmena da gure espeziearen iragana ezagutzeak liluratzen duela, baina baita orainak ere.

Zerk harritu, asaldatu edo txunditu zaitu gehien, lanean hasi zinenetik?

Gure iraganaren berreraikuntzan Asiak orain arte uste genuena baino askoz ere rol garrantzitsua goa izan duela; hori jakiteak txunditu egin nau. Nik ikasitako paleoantropologiak Afrikan zuen fokua, gizateriaren sehaskatzat genuen; Asia, berriz, alboko eszenatoki modura agertzen zen, gure jatorriaren argumentu nagusiarekin loturarik ez zuten bigarren mailako istorioak gertatu ziren leku gisa. Lehen ustekabea izan zen jakitea lehen europarrek, gaurdaino Atapuercako aztarnategian dokumentatuak, jatorri asiarra izan zezaketela, afrikarra izan beharrean.

Aurkikuntza honen atzetik, azken bi milioi urtetako giza eboluzioaren interpretazioan paradigma aldatzea ekarri duten beste batzuk etorri dira, esaterako, denisovarren aurkikuntza, Siberian aurkitutako populazio hori, [zeintzuek badugun DNA baina ez dugun fosilik](#). Edo "Afrikatik kanpo" ereduak aurreikusten zuen baino [askoz lehenagoko gizaki modernoak topatu izana](#), adibidez, Daoxianen, Txinan, edo, [duela gutxi argitaratutako Misliyakoak, Israelen](#); edo *H. sapiens* eta *H. neanderthalensis* gizakiak [hibridatu egin zirela](#), seguru asko Eurasian.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Haietako bat ia zientzia-fikzioko amets bat da: gustatuko litzaidake aurkitzea ez garela planetako giza espezie bakarra, lekuren batean oraindik badagoela, bizirik, desagertutat jotzen genuen hominidoren bat. Ezinezkoa dirudi, baina gertatzeko zorian egon zen *Homo floresiensis*-en fosilak aurkitu zituztenean!

Ikuspegi zientifikotik, neandertal bat, adibidez, aurrez aurre eta bizirik ikusteak ikaragarritzko balioa izango luke. Beti pentsatzen dut badaudela xehe-tasun batzuk, portaera edo jarrerarekin lotuak, oso zailak direnak ondorioztatzea fosilen azterketatik, eta agian horrek lagunduko liguke ulertzen [zergatik espezie adimentsu bat, neandertala, desagertu zen](#). Askoz ere gehiago jakingo genuke, iraganaz ez ezik, baita orainaz eta gutaz ere. Ez nago ziur, dena den, gure espezieaz eta beste espezieekin izango genukeen harremanaz jakingo genukeena ona izango litzatekeenik ezinbestean, kontuan izanda nola tratatzen dugun elkar.

Errealistagoa izanda, Dolina Handiaren indusketa zabal baten lekuko izatea gustatuko litzaidake. [Badakigu han kanibalismoa gertatu zela](#), 1990eko hamarkadan egindako zundaketa bati esker, eta *Homo antecessor* gizakiaren ehunka fosil aurkitzeko itxaropena dugu. ●

Gotzone Barandika Argoitia
Kimika Ez-organikoa saileko ikertzailea / EHU



Mentalitate zabal eta garbia izan behar da

Norberak bere esangura ematen dio zientzia hitzari, baina gizarteak askotan erabaki behar izaten du zelan lortu ezaguera berriak zientziaren bidez, eta zelan erabili haiek lortu ostean. Esaterako, arautua dago laborategiko esperimentuak egiteko animaliak zein zelula amak nola erabili. Adibide horien bitartez pentsa dezakegu gizarteak jartzen dizkiola mugak (batez ere, etikoak) zientziari. Baina, hori horrela al da?

Aurreko galderari erantzun ahal izateko, zientzia zer den finkatu beharko genuke. Horren inguruan hamaika pentsalari jardun da historian zehar, eta ikuspuntu filosofiko batetik, nik esango nuke zientzia jarrera bat dela. Hots, zientzia ez da haren bitartez lortutako ezagueren multzoa. Ez da harekin lotuta dagoen metodo zientifikoa, ezta ezagueren erabile-
ra ere. Horiek jarduera zientifikoaren osagaiak dira.

Mundua behatzeko eta ondorioak ateratzeko era bat da zientzia, eta horren indar eragilea gizakion jakin-mina da. Aurrekoa zientifikotzat jo ahal izateko, mentalitate zabal eta garbia izan behar da. Horri esker, gero eta gehiago da zientziaren bitartez dakiguna. Mundu subatomikotik unibertso urruneraino, modu askotan egituratzen da materia, eta etengabe dabil aldatzen. Espazio-denbora dimentsioak era askotan arakutzen dira, zientzia esperimentaletatik ez ezik, gainerakoetatik ere.

Zientziaren izenean gauza onak eta txarrak egin daitezke, baina dudarik gabe erabaki onenak hartzen dira jarduera zientifikoaren bitartez ateratako ondorioak kontuan izanda. Halere, hori ez da zientziaren helburua, zientziak ez dauka eta helbururik, ez intentziorik. Gizakiok jartzen dizkiogu baldintza eta helburuak jarduera zientifikoari. Gizakiok zedarritzen dugu hori guztia. Zientzia beste dimentsio batean dago: gure barnean dago. Ba al du mugarik gure jakin-minak? Hori da gakoa. Erantzuna ezetz baldin bada, ondoriozta dezakegu zientziak mugarik ez daukala. ●



Juan Ignacio Pérez Iglesias

Kultura Zientifikoa katedraren zuzendaria / EHU

Gure ahalmen kognitiboek baldintzatzen dute zientzia

Errealitatea ezagutu nahi dugu gizakiok; unibertsoa, natura, giza izaera, gure burua bera ere ezagutu eta, batez ere, ulertu nahi ditugu. Eta zientzia dugu errealitatea ezagutzeko bideetako bat, fidagarriena segur aski ere. Zientzian dihardugunok errealitatea aztertzen dugu, eta ereduak sortzen ditugu, aurkitzen ditugun erregulartasunetan oinarrituta. Eredu horien bitartez behatutakoa azaltzen saiatzen gara eta, ahal izanez gero, aurreikuspenak egiten. Batzuetan, behaketa berriak ez datoz bat ontzat eman ditugun ereduekin. Ereduok aldatzera —hobetzera— behartzen gaitu horrek. Horrela handitu eta hobetzen dugu errealitateaz dugun ezagutza. Orain arte, beti gertatu da hori: eredu

berriek zaharrak ordezkatu dituzte etengabeko dialektikan. Bada, sinetsita nago dialektika hori betiko izango dela, zeren ez baitago arrazoirik pentsatzeko noizbait amaituko dela. Beraz, ez dago arrazoirik pentsatzeko inoiz errealitatearen ezagutza osoa lortzera helduko garela.

Eman dezagun, baina, ezagutza eskuratzeko bide hori noizbait bukatuko dela. Noraino fidatu beharko genuke ezagutza horren balioaz? Azken batean, ondorengo bitartez gure geneak biderkatzeko, egokiak izan dira eboluzioan zehar eskuratu ditugun ahalmen kognitiboak; horrexegatik gaude hemen. Baina horrek ez du esan nahi ahalmen kognitibo horiek errealitatea ulertzeko tresna egokiak direnik. Egia esan, errealitatearen irudiak baino ez ditugu eskuratzen, gure sistema kognitiboaren arkitekturak baldintzaturiko irudiak hain zuzen ere, baina ez errealitatearen egiazko ezagutza. Pentsa dezagun, bestela, olagarro batek, esaterako, nola atzematen duen errealitate osoa. Kontzientzia izango balu, errealitatea ezagutu eta ulertu egiten duela pentsatuko luke hark ere. ●

Javier Armentia Fructuoso

Astrofisikaria eta zientziaren dibulgatzailea

“Zientziaren dibulgazioa industria farmazeutikoaren kolaboratzaile izan da ia, txotxongilo bat bezalakoa”

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia
Argazkiak: Iñigo Uriz/©ArgazkiPress



Iruñeko Planetarioko zuzendaria da Javier Armentia, eta Pentsamendu Kritikoa Sustatzeko Elkarteko zuzendari izandakoa. Gogor kritikatzten ditu sasizientziak, esandakoak ez frogatzeagatik, eta hori bezain gogor zientziaren jardun okerrak. Interesagatik jardutea egotzi dio zientziari. Biek dituzten arazo eta kontraesanak jarri ditu agerian Javierrek. Ez da isilik geratzen diren horietakoa.

Berez astrofisikaria zara, ezagutza sortzetik ezagutza zabaltzera pasa zena. Nolatan eman zenuen urrats hori?

Iruñeko Planetarioaren proiektua sortu zenean, ni Madrilgo Unibertsitate Konplutentsean nengoan, izarren eremu aktiboak ikertzen. Eguzkian dauden orbanak bezalakoak, baina beste izar batzuetan. Eta, egun batean, lagunekin bazkaltzen ari nintzela, egunkarian iragarki bat ikusi genuen: "Iruñeko Planetariorako zuzendaria behar da", halaxe.

Oso planetario handia izan behar zuen, baina Nafarroan, astronomian tradizioz ez zuen toki batean. Politikariei bururatutako aldrebeskeria gisa ikusten zuen gizarteak. Fardel ikaragarria izateko itxura guztia zuen proiektuak. Baina oso erakargarria, astronomia eta zientzia dibulgateko sortua baitzen. Nik atsegin handiz hartu nuen.

Zientziaren dibulgazioarekin batera, urte asko daramazu sasizientzien aurka borrokan. Zergatik hasi zinen lan horretan?

Gaur egun Pentsamendu Kritikoa Sustatzeko Elkartea den horretan lanean hasi ginenean, edozein zentzugabeko azalpen iristen zen egunkarietara: garunak materiaren gaineko ahalmenak zituela, objektu hegalaria ezezagunak, hildakoen ahotsak grabatzen zituzten toki sorginduak... Orain, gizartea hasi da ulertzen zientziak hitz egin behar duela. Argi ikusten ari da, esaterako, azken bi urteotan homeopatiarekin gertatu den fenomenoan. Beherakada

izugarria izan du. Lehen inork ez zuen kritikatzten. Zientzialari edo mediku batekin hitz egiten bazenuen, esaten zuten: "Ez, ez, ni ez naiz horretan sartuko. Nik nire lana baino ez dut egingo".

Gaur egun, non ikusten dituzu arriskurik handienak?

Begira, badira zenbait gauza denbora eta dirua kentzen dutenak, baina badira beste batzuk bizia ere galaraz dezaketenak. Adibidez, medikuntzarekin erlazionatutako sasizientzia guztiak: petrikiloak eta modu traketsean *medikuntza alternatibo* deitu direnak. Nik uste hor dagoela esparrurik gogorrena. Urte hauetan ikusten ari gara gaixotasun larrienen aurrean zer fenomeno paralelo ari den gertatzen. Batez ere, minbizian.

Hortxe daude bioneuroemozioa, medikuntza germaniko berria... terapia ia espiritual horiek guztiak, esaten dutenak gaixotasuna, eta zehazki minbizia, ez dela geneen eta bizimoduaren ondorio, baizik eta norbere inguruko arazo psikologiko eta psikosozialen ondorio. "Zure jarrera negatiboa da, eta horrek sortzen dizu minbizia". Lehengo sorginkerien parekoa da, "begizkoa egin dizute", baina dirutza ateratzen dizuten terapia bihurtuta.

Bada ni asko haserretzen nauen zerbait: badago sektore bat bizimodu ekologista eta naturalarekin bat egiten duena, sozialki alternatiboa ere bada, ezkerri lotua, halako sasiterapiez hitz egiten duen jendearen atzaparretan erori dena. Espiritua-

“Zientzia gai sozialekin nahasten denean konturatzen naiz zientziaren komunikazioa oso eskasa izan dela, haren inpunitatea dela eta”

lismorik zentzugabeenari heldu zaiona. Hitzaldiak ematen dira: nola fokalizatu energia mentala, “chi” delakoa... Energia kosmikoez ari dira hizketan, eta ez dago halakorik.

Neurozientziak eta epigenetika gaixotasunak ulertzeko gako berriak ematen ari dira, ordea. Badiara kontu asko orain arte ezezagunak zirenak, eta aurrez kritikatu izan direnak. Izan daiteke zientziak oraindik ez duela ikusi hainbat kontu, agian aintzat hartu beharko liratekeenak?

Bai, noski. Horretan arrazoia ematen dizut. Orain ulertzen ari gara gauza batzuk, duela urte batzuk mespretxatzen zirenak. Adibidez, ingurumenaren eragina. Askok aurreratzen ari gara. Baina garrantzitsua dena da ikerketarako bide bat dagoela, eta hori da, hain zuzen, defendatu behar duguna.

Begira zer sentzibilizazio-mugimendu gertatu den azken 30 urtetan frogetan oinarritutako medikuntza baten alde. Gauza asko ohitura hutsez aplikatzen ari dira medikuntzan, ez direnak ondo ebaluatu; ikus dezagun zein terapiak, baita zein terapia alternatibok ere, funtziona dezakeen. Ea, akupunturak funtzionatzen du? Bueno, egin ditza-gun azterketak eta hortik aterako dugu adostasun zientifiko bat, klima-aldaketarekin gertatu zen bezala. Orain inork ez du zalantzan jartzen. Gertatzen dena da datu horiek argitaratzen direnean, normalean ez direla izaten ez akupunturaren aldekoak, ez medikuntza holistiko edo energetikoen aldekoak.

Gizartearen sektore batek sasizientzien aurrean duen jarrerak kezkatzen zaitu. Baina nola baloratzen duzu gizarteak zientziaren beraren aurrean azaltzen duen jarrera? EAEko populazioaren ia

% 60k uste du onena dela adituen esku uztea zientzia eta teknologiarekin lotutako interes orokorreko gaiak. Eta % 43k zientziaren esku uzten du munduko arazo handiak konpontzeko ardura, esaterako, klima-aldaketa edo munduko gosea.

Zientzia idealizatuta dago. “Zientzia da denok salbatuko gaituena”; beraz, esaten ari direna da “ez nau gehiegi kezkatzen”. Batzuek uste dute panazea izango dela, eta beste batzuegan zama handiagoa du beldurrak eta errezeloak. Baina dena, oso ikuspegi idealizatutik.

Egia esan, oso kritikoak izan behar dugu zientziarekin. Zientzia negozio handia da, eta farmazeutikoa da horren adibidea. Egia da kritika zientifikoa, oro har, eta zientziaren dibulgazioa, zehazki, ez dela izan kritikoa *ugazaba* handi horrekin —industria farmazeutikoarekin eta saltzen aritu zaigun botikekin—. Burua makurtu du, eta ia kolaboratzaile izan da, txotxongilo baten modura, sartzen ari zitzaizkigun porruetan.

Salaketa da bidea. Esaterako, botiken edo beste zenbait molekulen inguruko ikerketa klinikoa egiten denean, zergatik ez dira publikoak egiten ikerketa horiek? Ikerketa guztiak ezagutu nahi ditugu, ez bakarrik amaieran argitaratzen direnak; ikerketa bat bertan behera uzten denean, zergatia jakin nahi dugu. Zientzia oso erruduna da.

Izatez, bazterrean uzten ari gara zientziaren oinarritzko printzipio bat: gardentasuna. Alegia, ezagutzak izan beharko luke librea, doakoa eta sarbide unibertsalekoa. Ez gara inoiz iritsiko horra geneak patentatuz, ikerketa opakuak eginez... Amore eman dugu, eta akats erraldoia izan da. Iaz, zientzia bio-



“XXI. mendean, izan al daiteke zientzia hain arduragabea zerbait ezarri eta handik 100 urtera konturatzeko mundua izorratu dugula?”

logikoen aurrerakuntza zientifikorik handiena izan da aurreargitalpen-sistema bat sortu dela, non jendeak ikusi ahal izango dituen modu libre eta doakoan laster argitaratuko diren argitalpen horiek. Funtsezkoa da hori.

Inoiz esan duzu zientziak nolabaiteko inpunitatea mantendu nahi izan duela, eta horretaz aprobe-txatu.

Noski, jarrera hori askotan entzun izan dugu iker-tzaileen ahotik: “Zertarako sartzen dute muturra?

Horretaz zientzialariok dakigu!”. Horixe kritikatu daitekeela, nola ez, bada! Nola ez da izango kritikagarria hainbat herrialdek izan duten garapen nuklearra, esaterako? Enpresa elektrikoek probetxua bilatu da, hasieratik. Zientzia eta gai sozialak nahasten direnean konturatzen naiz zientziaren komunikazioa oso eskasa izan dela, inpunitate hori dela eta.

Fenomeno berezia gertatzen da hemen. Emakumeen gaian *man explaining* esaten zaion bezala, non



emakumeari gizonak “azaldu behar dizkion” hainbat kontu, bada *science explaining* ere badago: “Ez, barkatu, ni naiz zientzialaria. Nik menperatzen dut fisika kuantikoa, eta zuri azalduko dizut, gizajo hori, nahi duzuna”. Nik uste aldatzen doala hori, baina dibulgazioaren parte handi bat halaxe izan da.

Kritikoak izan behar dugu zientziarekin. Zenbat eta zientzialari gehiago egon borrokan, eztabaida publiko horretan, defendatu behar direnak defendatzen eta besteei eraso egiten, hobe. Konpromisoa eduki beharko genuke.

Izan ere, XXI. mendean, zientzia izan daiteke hain arduragabea zerbait ezarri eta ehun urte barru konturatzeko mundua izorratu dugula? Konturatzeko garenarako konponezina izango da. Nik uste jarrera hori ez dela gehiegi aldatu oraindik. Hori da nik zientziaren munduari egiten diodan kritika nagusia. Oraindik interes hutsagatik jarraitzen du aurrera egiten —izan ezagutzeko interesa, interes ekonomikoa, zein kontrolatzeko interesa—, ondorioak ondo aztertu gabe.

Esparru batzuetan ari gara aurrera egiten, baina bestetan oso motela da. Esparru energetikoa da horietako bat, non nire buruari galdetzen diodan: “Aizu, ikerketa zientifikoak ezin al dio eman irtenbide eraginkor bat horri, energia berriztagarriak kostu/irabazietan ikatz fosila bera baino eraginkorragoak izateko muga dauden honetan?”

Zientziaren barruan, oso konprometitua zaude homosexualen eta transexualen kolektiboarekin ere. Iaz LGTBIQ Zientzia bloga sortu zenuen. Zerk eraman zaitu horretara?

Bai, zerbait egiten hasi naiz, batez ere ez zegoe-lako ezer. Uste dut laborategietan beharrezkoa dela aniztasun sexualaren aldeko aldarrikapena, normalizazioaren bidea har dezan. Harrigarria da zientziaren munduan ez egotea zientzialari gay, lesbiana eta transexualen kolektiborik; oraindik mundu guztia armairuan sartuta egotea. Zientzian bada ezkutuan dagoen homofobia bat.

Horregatik, beren kondizio sexuala ezkutatu behar izan duten zientziako pertsonaiak ari naiz azalertzen blogean. Adibiderik argiena Alan Turin matematikariarena da: Bigarren Mundu Gerrako heroia izanik ere, arazo larriak izan zituen homosexuala izateagatik, kimikoki zikiratzera behartzeraino... Edo [Ben Barres](#) neurozientzialari transexualarena. Genero-trantsizioa egin zuenean, beste zientzialari batek esan zuen: “Hara, bere arreba baino zientzialari hobe da”.

Zer ekarpen egingo lioke zientziari kolektibo hori bistaratzeak?

Lagunei nire asmoa azaldu nienean, esaten zidaten: “Hori ez dut ikusten beharrezkoa. Ez dakit nola eragingo dion ekoizpen zientifikoari norekin oheratzen zaren”. Bere garaian ere esaten zen emakumeek ez ziotela ekarpenik egingo ikerketaren edukiari emakume gisa! Bada, ez dakit, baina egia da garai modernoetan aniztasun sexuala garunean ikertzeko kezka izan duen lehenengo neurozientzialaria homosexuala izan dela. Ziur naiz hori ez lukeela heterosexual batek abiatuko. ●

Ikerketa klinikoetan aldaketa esanguratsuak egin ditu **NIHk**

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia



Urte-hasieran, biomedikuntzako ikerketak finantzatzeko politika aldatu du AEBko Osasun Institutuak (NIH). Ikerketa klinikoetan gardentasuna, zehaztasuna eta errepikakortasuna lortzea du helburu. Berez AEBko ikerketei bakarrik eragingo badie ere, pentsatzekoa da joera zabalduz joango dela.

Eztabaida aspalditik zegoen, eta NIHk ikerketetan gardentasuna bermatzeko neurriak hartzea erabaki du jada. NIHk finantziatuko dituen ikerketek orain arte baino [baldintza zorrotzagoak](#) bete beharko dituzte aurrerantzean: berritasunetako bat da ikerketaren emaitza guztiak argitaratu beharko direla, emaitzen argitalpen selektiboa ekidin eta ez daitezen emaitza negatiboak ezkutatu. Bestetik, erabiliko diren protokolo klinikoak aurrez erregistratu beharko dira. Neurri honen helburua da entseguok ondo diseinatuta egotea eta ikerketak planteatzen duen galderari erantzuteko nahikoa balio estatistikoa baduela ziurtatzea. Gainera, gerora emaitzak aldizkari zientifiko batean argitaratu nahi direnean, ezingo dira entsegu klinikoak *birdiseinatu*, ikertzaileei erakustea komeni zaienaren arabera.

NIHk [ClinicalTrials.gov](#) webgunea sortu du entsegu klinikoak erregistratu eta haien emaitzak jasotzeko. NIHren ustez, bi neurriki zientzia irekiaren helburu filosofikoak betetzen dituzte, eta zientziaren errepikakortasunaren egungo krisiari aurre egiten lagunduko dute. Izan ere, NIHren esanetan, presio akademiko eta sozialek zientzia kaxkarra egitera bultzatzen dute, aldizkariak ondorio ikusgarri eta positiboak argitaratu nahi baitituzte. Besteak beste, kalkulatzen da [ikerketa klinikoaren herena eta erdiaren artean ez dituztela emaitzak modu egokian argitaratzen](#), eta horren arrazoi nagusietako bat da ez dituztela argitara ematen emaitza negatiboak.

Neurriki entsegu kliniko gisa definitutako ikerketetan bakarrik hartuko dira, baina NIHk haren definizioa aldatu du. Hemendik aurrera, *entsegu kliniko* terminoak bere barnean hartuko du gizakiekin egi-

ten den edozein ikerketa, baita orain arte oinarritzko ikerketa gisa hartu direnak eta giza jokaera ikertzen dutenak ere. Osasunerako Mundu Erakundeak urte asko daramatza osasunaren definizio zabal baten alde egiten, alderdi fisiko, mental eta sozialak bere barnean hartzen dituen. NIHk ere bere egin du definizioa. Behaketa hutsezko ikerketa ez-eskuhartzailleak bakarrik geratuko dira definizio horretatik kanpo.

Emaitza guztiak argitaratu beharko dira, baita negatiboak ere

Azkenik, gizakien parte-hartze esperimentalak eskatzen duten ikerketetan, ziurtatuko da [generoa, arraza, etnia eta adina bezalako aldagaiak](#) kontuan hartuko direla. Are gehiago, ikertzaileek [praktika kliniko onetan](#) formatu beharko dute, hiru urtetik behin; besteak beste, parte-hartzaileen eskubiak, segurtasuna eta konfidentzialtasuna bermatzen. Izan ere, NIHren ustez, ikerketan parte hartzen duten pertsonen arrisku ezagun eta ezezagunak hartzen dituzte, zientziak osasunaren eta gaixotasunen ulermenean aurrera egin dezan.

Komunitate zientifikoaren zati batean hautsak harrotu diren arren, neurriak aurrera doaz. Ikusteko dago nola eragingo duen horrek guztiak European, eta hemen ere hartzen ote diren entsegu klinikoetan gardentasunaren alde egin nahi duten antzeko neurriak. ●



Ilargiaren grabitateak neurtzeko
GRAIL misioaren jaurtiketa.
ARG.: NASA/Kim Shiflett.

Ilargia: hain hurbil, hain urrun

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Urtearen hasieran, “Ilargiaren urtea” izango zela iragarri zuen batek baino gehiagok. Izan ere, Ilargia helburu zuten hainbat egitasmo zeuden planifikatuta epe motzera, eta zurrumurru bat ere zabaldu zen: 2018a gizakia berriro Ilargira eramango zuen urtea izan zitekeen. Egitasmoetako batzuk, ordea, bertan behera geratu dira, eta beste batzuek, berriz, ez daukate data ziurrik. Baina bada aurrera doanik ere.

Lehenengo zaputza egitasmo pribatuetan itxaropena jarrita zutenek hartu zuten. Hain zuzen, urteko lehen hilabetea bukatu baino lehen iritsi zen zuhurrenek aurreikusitako erabakia: Googlek bertan behera utzi zuen Google Lunar X Prize lehiaketa.

Lehiaketa 2007ko irailean sortu zuen Googlek, espazioaren esplorazioa bultzatzeko asmoz. Horretarako, 20 milioi dolar eskaini zituen Ilargira ibilgailu bat bidaltzeko, azalean mugitzeko eta handik irudiak bidaltzeko gai zen lehenarentzat. Eta beste 10 milioi agindu zituen bigarrenarentzat. Alabaina, hamar urte baino gehiago itxaron ondoren (hasieran 2012an zegoen helmuga), lehiaketa etetea erabaki zuen, justu talde batek baino gehiagok bide onetik zihoala iragarri zuenean.

Daniel Marin Arcones Kanarietako Astrofisika Institutuko astrofisikariak hasieratik esan zuen saria ez zela nahikoa halako egitasmo batek behar zuen inbertsioa berdintzeko. “Tamalez, denborak arrazoia eman dit”, adierazi du. Bitartean, gainera, Txinako espazio-agentziak, lehiari zebiltzan taldeei aurrea hartu, eta *Chang’e 3* zunda eta *Yutu* ibilgailua bidali zituen Ilargira.

Eta orain ere, Txina da nagusi Ilargia helburu dutenen artean. Hori uste du Marinek berak ere: “Aurten, garrantzitsuena Txinaren *Chang’e 4* misioa izango da. Izan ere, ontzi bat Ilargiaren alde ezkutuan pausatzen den lehen aldia izango da”.

Azaldu duenez, horren aurretik *Chang’e 5a* jaurtitzeko asmoa zuten. “Ilargian laginak hartu eta haiek Lurrera ekartzea zen misio horren helburua, baina ontzia jaurti behar zuen suziriarekin, *Larga Marcha 5a* arekin, arazoak izan dituzte, eta, beraz, aurreratu egin behar izan dute *Chang’e 4a*. Bitxia da, *Chang’e 5a 4a* baino lehenagorako zutelako aurreikusita, baina orain zenbakiak hurrenkera egokian geratuko dira”.

Chang’e 4ak, berriz, suziri arrunta behar du, eta ontzia bera *Chang’e 3aren* berdina da. Azken hori Ilargiaren azalean dago eta gaur egun oraindik badabil. “Egia esan, Txinako espazio-agentziaren planak motel doaz, baina oso programa sendoa dute. Gainera, beste espazio-agentzia batzuen aldean, interes zientifiko nabarmena du”, dio Marinek.

Aurten, Ilargiaren alde ezkutuan ontzi bat pausatzeko asmoa du Txinak

Hain zuzen, hori da Naiara Barrado Izagirre Zientzia Planetarioen Taldeko astronomoaren galdera: "Zergatik jarri da berriro boladan Ilargia? Berez, iaz baino interesgarriagoa da orain Ilargia? Ez, bolada hau politikatik dator, ez zientziatik".

Zergatik Ilargira?

Barradok argi du: "Esploraziorako grina gure espeziearen ezaugarri nagusietako bat da; beti bilatuko du leku berriak ezagutzea". Baina leku hori Ilargia izatea Donald Trumpen adierazpen batzuen ondorioa da. Hori uste du Barradok: "Obamak Marte

zuen helburu, eta orain, Trumpek, batek daki hari kontra egiteagatik edo zergatik, Ilargira joango direla esan du. Hori bai, horretarako baliabiderik jarri gabe".

Bat dator Marin: "Zain gaude zer erabaki hartzen duen Donald Trumpen administrazioak. Azken finean, NASA da espazio-agentzia handiena, eta oraindik ez dago garbi zer egingo duen. Deep Space Gatewayk baldintzatuko du guztia, alegia, hura martxan jartzen den ala ez, bide bat ala bestea hartuko du NASAk".

Fengyn 4-01 satelitearen
jaurtiketa, Larga Marcha
suziri batekin. ARG.: Xinhua.



Daniel Marin Arcones
Astrofisikaria
Kanarietako Astrofisika Institutua



Naiara Barrado Izagirre
Astronomoa
Zientzia Planetarioen Taldea



Deep Space Gateway Ilargiaren inguruan egongo den base bat izango da. Nazioarteko Espazio Estazio (ISS) kide berberak daude proiektuan, hau da, AEBko, Europako, Errusiako, Japoniako eta Kanaadako espazio-agentziak; eta, berez, 2020rako dago aurreikusita. Ilargitik gertu tarteko geltoki bat izatea da haren funtsa.

Marinek gogorarazi duenez, teorian, ISSa 2024an bukatuko da, "nahiz eta ia ziur 2028ra arte luzatuko den". Edonola ere, haren ordeko bat beharko du NASAk. "Gainera, justifikazioa ere behar du SLS suziria eta Orion ontzia garatzen jarraitzeko". Iaz Deep Space Gatewayk aurrerapauso handia eman zuen, Obamaren gobernua erabat geldituta baitzeukan programa hori, eta Trumpekin, berriz, bultzatzeko aukera ireki dio NASARI. Hortaz, baliteke aurten jakitea azkenean zer gertatzen den Gatewayrekin".

Bitartean, aurten bertan, orbitatzaile bat, ibilgailu bat eta modulu bat bidaliko ditu Indiak. Chandrayaan-2 izena du misioak, eta helburu zientifikoa du. Hala, ibilgailuak bi espektrometro eramango ditu, Ilargiko elementuen konposizioa aztertzeko. Moduluak, berriz, sismografo bat, termometro bat eta plasma (kargatutako ioien geruza) neurtzeko tresna bat daramatza. Azkenik, orbitatzaileak bost tresna daramatza; haietako batek zenbat ur dagoen aztertuko du.

Zientzia, arrazoia ala aitzakia

Dena dela, Naiara Barradoren esanean, zientzia planetarioen ikuspegitik, ez da erraza arrazoitzea zergatik izan behar duen Ilargiak lehentasuna. "Garai batean, esaten zen interesgarria izango litzatekeela teleskopio bat izatea Ilargian. Ilargiaren alde ezku-

tuan jarriz gero, ez luke Lurraren interferentziarik izango. Baina hori James Webb teleskopioarekin ere lortuko da".

2019. urterako dago aurreikusita James Webb behatoki espaziala martxan jartzea. Hubbleren eta Spitzerren ordekoa izango da, eta Lurretik urruti egongo da, Lurra-Eguzkia sistemaren L2 puntua inguruan, hain zuzen. 6,5 metroko diametroko ispilu bat izango du, eta argi ikusgaian eta infragorri ertainean orain arteko teleskopioek izan ez duten erresoluzioa lortuko du. Horri esker, galaxien sorrera eta bilakaera, zein izarren eta planeten jaiotza ikertzeko datu preziatuak lortzeko aukera izango dute astronomoek.

ISSko kide berberak daude Gateway proiektuan

"Izatekotan, Marterako aurreikusita dauden teknologiak probatzeko eta astronautak trebatzeko balio lezake gizakia Ilargira bidaltzeko", uste du Barradok. Ez da hori, ordea, NASAren helburua, hori baino lehen Gateway egin nahi baitu. Erabaki horren atzean, SLS suziriaren ahalmena dagoela iruditzen zaio Marini: "SLS suziria ez du nahikoa indar Ilargiaren azalean estazio bat jartzeko karga eramateko. Txanda batean baino gehiagotan eraman beharko luke, baina horretarako ez dago dirurik. Errazagoa da estazio bat jartzea Ilargitik hurbil". Baina, horretarako ere, arrazoiak behar direla ohartarazi du Marinek: "Asmatu behar dute eskifaiarik gabeko misioekin egin ezin den zer egin dezaketen Gatewaytik. Proposamen asko daude, adibidez, ez-

kutuko aldetik laginak bidaltzea, baina hori Txinak ere egin nahi du, modu automatikoan. Hain zuzen, hori da Chang'e 6aren helburua: alde ezkutura joan eta handik laginak ekartzea; baina urte batzuk barru izango litzateke hori. Agian erabiliko lukete Gateway tarteko geltoki bezala, laginak kontrolatzeko eta aurrena basean analizatzeko. Baina ez du zentzu gehiegirik, batez ere txinatarren programak Gateway egitasmoari aurrea hartzen badio”.

Ikerketa asko egiten ari dira ikusteko nola erauzi eta balia daitezkeen Ilargiko lehengaiak

Kontuak kontu, arrazoi zientifikoek gako izan beharko lukete. “Esaterako, Hego poloko izotz-biltegiak ikertzea. Badakigu izotza, egon, badagoela, baina ez du ematen lehen uste zuten adina dagoenik; funtsezkoa izango da hori argitzea. Horren arabera izango da posible, adibidez, base iraunkor bat jartzea Ilargian”.

Base bat Ilargian

Aspaldiko ametsa da Ilargian base iraunkor bat jartzea. Hau esan omen zuen XIX. mendean Konstantin Tsiolkovski fisikari errusiarrak: “Lurra da gizateriaren sehaska, baina ezin dugu sehaska batean bizi betiko”. Ilargia kolonizatzeaz ari zen.

Ametsa ez da itzali, eta ESAk badu egitasmo bat, “nahiko sendoa”, Marinen hitzetan: “Moon Village

izena du, eta orain ESAn agintean daudenek aurrera atera nahi dute, kosta ahala kosta, baina ez dute ez dirurik, ez baliabiderik, ez ezer. Hala ere, NASA erakartzeko balio dezake”.

Hori bai, ez litzateke gauzatuko epe motzera. “Azkar jota, diru eta zorte askorekin, 2030erako izango litzateke, eta hor eragin handia izango du zenbat izotz dagoen Hego poloan. Izan ere, izotzetik oxigenoa eta hidrogenoa atera daitezke, eta horiekin erregaia ere izango lukete. Baina jakin behar da zenbat dagoen, eta zenbaterainoko purutasuna duen, erregolitoarekin nahasita dagoela ematen baitu, eta erauzteko zaila izan daiteke”.

Horrekin lotuta, ikerketa asko egiten ari dira ikusteko nola erauzi eta balia daitezkeen Ilargiko lehengaiak. Adibidez, aspalditik ari dira ikertzen nola atera oxigenoa erregolilotik, baina horretarako energia beharko litzateke eta ez litzateke erraza izango.

Barradok, hala ere, ez du uste oztopo gaindiezinak direnik. “Hori denbora-kontua da. Dirua badago, egin daiteke”. Adibidez, gogorarazi du badaudela Ilargiko helio-3a ustiatzeko ikerketak: “Helio-3a oso interesgarria da energia lortzeko, fusio nuklearraren bidez. Lurrean oso urria bada ere, Ilargian ugariagoa da, eta ikertzen ari dira nola ustiatu, energia-iturri gisa”.

Dena dela, Ilargia baino helmuga erakargarriagoa da Marte, bai NASArentzat, baita gainerako beste agentzientzat ere. Horretan ere bat datoz Barrado eta Marin.

Marinen arabera, "logikoa da dirua Marteko misioetara bideratzea, Ilargikoetara baino. Egia da Ilargia tarteko geltoki gisa saltzen dutela; hain zuzen, horrela planteatu du NASAk: lehenik Gateway, gero misioen bat Ilargiaren azalera, eta 2030eko hamarkadaren erditik aurrera, edo 2040aren inguruan, Marte".

Falcon Heavyren jaurtiketak ikusmin handia sortu duen arren, Marinen iritziz, oraindik ez da frogatu suziria eta ontzia seguruak direnik: "Egin, egin dezakete, baina ez dut uste aurten izango denik; segurtasun-irizpideak eta baimenak falta dituzte". Hori bai ez du ukatzen prestigio handia emango liokeela. "Jendeak, oro har, ez daki zenbaterainoko



Deep Space Gateway basearen irudikapena. ARG.: NASA/Lockhedd.

Plan horrek arazo batzuk ditu, ordea. Hasteko, eta horretan ere ados daude Barrado eta Marin, ez dago Ilargitik igaro beharrik Martera joateko. Baina Ilargiak beti pizten du lilura, eta hori ondo dakite egitasmo pribatuak bultzatzen dituztenek. Horren erakusgarri da Space X-ek iaz egin zuen adierazpena, aurten bi turistak Ilargia inguratuko zutela iragarri baitzuen. Horretarako, *Falcon Heavy* suziria eta *Dragon* ontzia erabiliko zituela ere zehaztu zuen.

aldea dagoen pertsona bat Ilargiaren azalean jartzearen eta haren inguruan itzuli bat ematearen artean", dio Marinek. Horrenbestez, hori izan daiteke Ilargirako misioak bultzatuko dituen azken arrazoa: ospea. Ia-ia, duela 50 urte bezala.

Moon Village, Ilargiko bizilekua

“Duela mende-erdi errusiarrak lehen aldiz iritsi ziren lekua eta estatubatuarrek lehen pausoak eman zituztenekoa”. Hitz horiekin definitu zuen Ilargia Jan Wörrnerrek, ESAko zuzendari berriak, han base iraunkor bat jartzeko asmoa zuela adierazteko zabaldu zuen oharrean. Izena ere eman zion, Moon Village.

Duela bi urte egin zituen adierazpen horiek. Mundu osoko kideentzat egongo omen zen irekita, eta, ahalegin handia eskatuko zuela onartu zuen arren, garaia dela iritzi zion. “Bere garaian, Apolo misioak erakutsi zuen ezen, konpromisoa bada-go, posible dela pauso erraldoi bat ematea. Hirurogeiko hamarkadan egin genuen, hamar urteko epean. Orain, teknologia askoz ere garatuagoaz, guztiz prest gaude berriro lortzeko”, adierazi zuen ohar berean Andreas Mogensenek, ESAko astronauta batek.

Europar Batasunarekin batera, AEBk, Errusiak, Txinak, Indiak, Japoniak eta, neurri txikiago batean, beste herrialde batzuek hartuko lukete parte. Nolabait, ISSaren jarraipen bat izango litzateke, abantaila batekin: Ilargiak dituen baliabideak ustiatuta, aukera legoke behar diren lehengai guztiak handik lortzeko.

Arazoak ere baditu, ordea: batetik, ez dakit zehatz zer nolako baliabideak dauden, ezta zenbat edo zer egoeratan dauden ere; bestetik, Ilargia ez da oso leku abegikorra: erradiazio kosmikoa eta Eguzkiarena jasotzen ditu, sarritan mikrometeoritoak erortzen dira, eta tenperaturak muturrekoak dira.

Horrenbestez, babesteko kupulak diseinatzea izan da lehen lanetako bat. Aidan Cowley zientzialariak gidatzen du ikerketa, eta, zehaztu duenez, Ilargiaren zoruko harriak eta hautsa, erregolitoa, izango dira lehengaia. Pausoak hauek izango omen dira: ibilgailu autonomo bat bidali Ilargira, hark kupula puzgarri bat jartzea azalean, eta, hura oinarri hartuta, astronautek basea eraikitzea, erregolito-geruzak gehituz. Sumendien inguruetan ari dira egiten probak, adibidez, Eifel



parke bolkanikoan (Alemania), hango lurra Ilargikoaren antzekoa baita.

Eifeletik Ilargirako bidea, inoiz egiten bada ere, luzea izango da. Egitasmoaren aurkezpenean, ESAko zuzendariak aitortu zuen gutxienez hogeit urte beharko direla. Ez du etsitzen, ordea: iaz berretsi zuen asmoa bizirik dagoela: “Bada Ilargian base bat jartzeko garaia; denok elkar hartuta lortuko dugu”. ●



Moon Village basearen irudikapena.
ARG.: ESA/Foster eta Kldeak.

Birusak ez dira beti etsai

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Oso txikiak eta oso sinpleak dira, eta oso informazio genetiko gutxi dute, baina gauza harrigarriak egiteko gai dira, eta ez beti txarrerako. Eboluzioaren akuilu garrantzitsuak izan dira, eta askotan ostalariari hainbat gaitasun eta onura ematen dizkiotela konturatzen ari gara. Teknologia berriei esker birusak hobeto ezagutzen ari garen garai hauetan, badirudi gaitzak baino dezente gehiago zor diegula.

“Azido nukleiko zati bat, albiste txarrez inguratua”; horrelaxe definitu zituen birusak Peter Medawar Nobel saridunak. Ez da definiziorik zehatzena, baina ederki adierazten du birusez dugun ikuspegia, edo urte askoan izan duguna. “Lehen begiratuan ez ditugu oso begi onez ikusten: gaixotasunak sortzen dituzte, batzuk oso larriak, minbizien % 15a birusek eragina izan daiteke, eta abar”, dio Ignacio Lopez-Goñi Nafarroako Unibertsitateko mikrobiologoak. “Baina, birusen munduan gehiago sakondu ahala, konturatzen zara mundu liluragarria dela. Birusak, seguru asko, uste genuena baino askoz hobeak dira”.

“Pentsatu behar dugu munduan birus-kopuru itzela dagoela, 10^{31} inguru kalkulatzen da, eta milioika eta milioika horietatik gutxi batzuk baino ez direla patogenoak”, arrazoitu du EHUko Miren Basaras Ibarzabalek, mikrobiologoa hura ere. “Beraz, asko hipotetikoki onuragarriak izan daitezke. Baina, oraindik, gehienek zer egiten duten ez dakigu”.

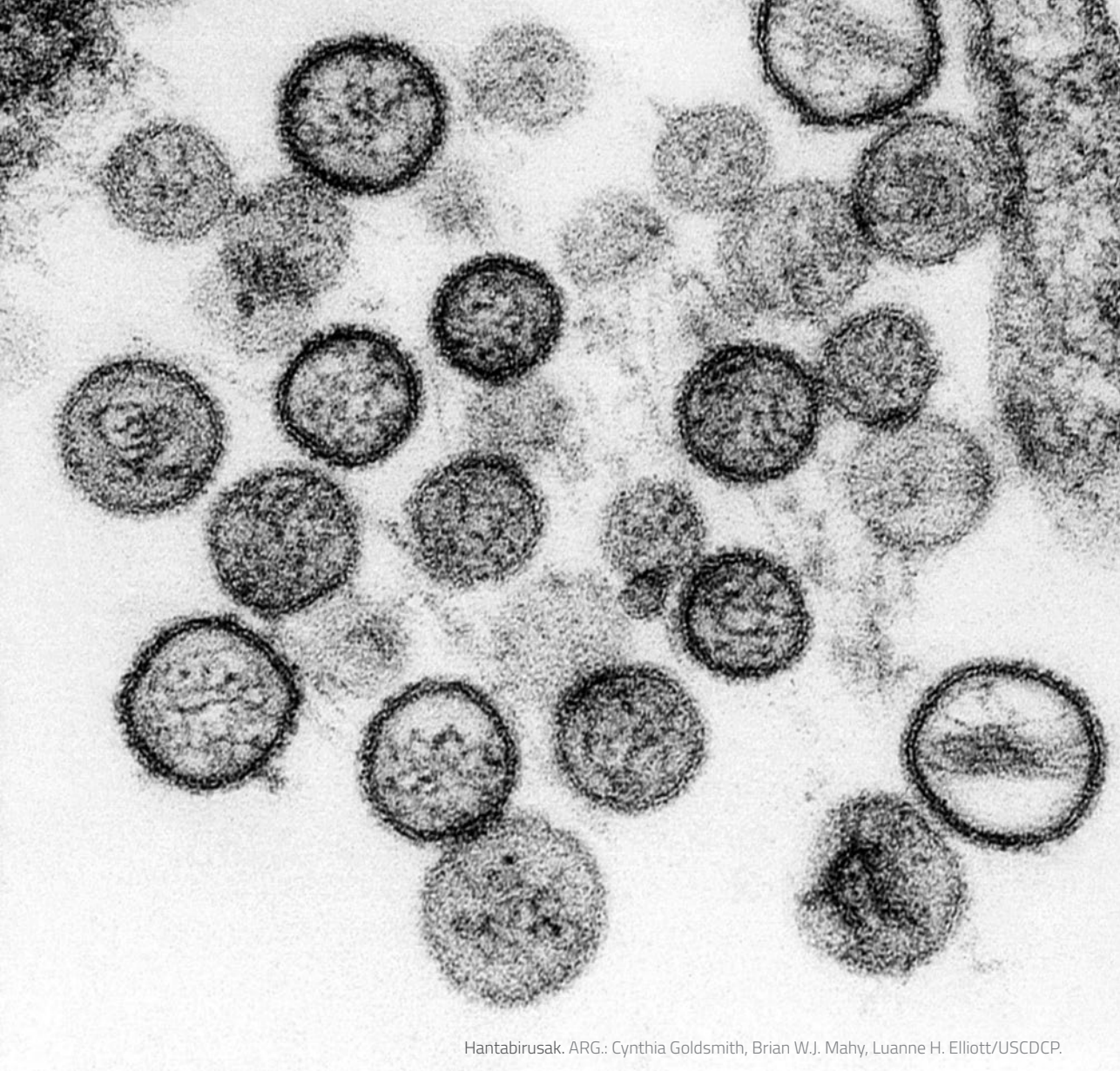
Gero eta argiago dagoena da biziaren eboluzioan paper garrantzitsua izan dutela birusek. Izan ere,

“zelulen artean informazio genetikoa trukatzeko gaitasuna duten sistemak dira birusak”, dio Lopez-Goñik. “Askotan eztabaidatzen da birusak izaki bizidunak ote diren, eta nik ere ez dakit horri erantzuten; baina, seguruenik, biziaren sorrerako lehen uneetatik hor egon ziren birusak, eta dibertsitate genetikoa handitzeko balio izan dute. Eboluzioaren motorra dira birusak”.

Eboluzioaren akuilu

Horren arrasto ugari dago gure genomatan bertan. Erretrovirus endogeno deitzen zaien birus-antzeko sekuentziak josita dugu genoma. Inoiz birus izandakoen DNA-zatiak direla jotzen da. Hala, gure genomaren % 8 birusetatik eratorria izan liteke. Dagoeneko galduta dute, oro har, birusak sortzeko gaitasuna, baina bestelako funtzio asko izan ditzakete. Batzuek beste birus batzuekiko erresistentzia ematen digute, eta beste asko gure geneen erregulatuzaileak dira.

Gero eta datu gehiagok erakusten dute oso litekeena dela halako birus bati esker garatu izana ugaltunontzat hain garrantzitsua izan den karena.



Hantavirusak. ARG.: Cynthia Goldsmith, Brian W.J. Mahy, Luanne H. Elliott/USCDCP.

Enbrioia umetokian ezartzean, enbrioia-aren zelula batzuk karenta sortzen hasten dira. Zelula horien artean, umetokia zuzenean ukitzen dutenek sinzintina izeneko proteina sortzen dute. Hura ezinbestekoa da amaren ehunen eta enbrioia-aren arteko lotura edo muga behar bezala garatzeko. Bada, sinzintinaren genea, birusen *env* genearen ia berdina da. Birusek zelula ostalariaren mintzarekin fusioatzeko erabiltzen dute gene horrek kodetzen duen proteina.

Berriki, beste ikerketa batek erakutsi du immunitate-sistemaren eboluzioan ere gako izan daitez-

keela halako erretrovirus endogenoak. Eta antzeko adibideak etengabe ari dira ateratzen. Adibidez, urte hasieran bi ikerketa-taldek argitaratu zuten neuronatik neuronara informazioa bidaltzeko erabiltzen diren mikrobisikula batzuk birusen oso antzekoak direla, izatez. Mikrobisikula horiek Arc proteina daramate barruan, eta ikusi dute saguetan neuronan arteko konexioak sortzea eragiten duela, eta epe luzeko memorian eragina duela. Bada, *Arc* genea birusek kapsidea sortzeko erabiltzen duten *gag* genearen oso antzekoa da.

“Gure genomaren % 8 birusetatik eratoria izan liteke”

Birusak lagun

Argi dago, neurri batean, birusei esker garela garena. “Ikusten ari gara, halaber, birusek zuzenean gaitasun batzuk ematen dizkiotela ostalariari. Adibidez, bakterioetan aspalditik dakigu birusei esker sortzen dituztela toxina batzuk. Eta antzeko adibideak ari dira aurkitzen landare eta animalietan ere”, azaldu du Lopez-Goñik.

Landare gutxi dira gai Yellowstoneko geiserren inguruko lur beroetan hazteko. *Dichanthelium lanuginosum* belarra, ordea, ohikoa da eremu horietan. Belar hori onddo batek kolonizatzen du, eta, aldi berean, onddoa, birus batek infektatzen. Bada, hiruren arteko sinbiosia derrigorrezkoa da belarra 50 °C inguruko lurretan bizitzeko. Eta laborategian birusak infektatutako onddo horren eta tomateen eta beste hainbat landareen arteko sinbiosiak sor-

tuta, ikusi dute lur oso berotan (60 °C-raino) bizitzeko gaitasuna eskuratzen dutela.

Gure sagarrondoan etsairik handienetako batek ere, zorri hauskarak (*Dysaphis plantaginea*), birus bat du lagun. Birusak infektatzean zorriek hegoak garatzen dituzte. Zorri hegodunak txikiagoak dira eta infektatu gabekoek baino ugalkortasun txikiagoa dute, baina hedatzeko gaitasun handiagoa. Birusa landarearen bidez pasatzen da zorri batetik bestera. Landarearen zeluletan ugaldtu ezin duenez, oso birus gutxi egongo da landarean, eta zorri hego gabeak abiada bizian ugarituko dira. Ugaritu ahala, ordea, handitu egiten da zorriak landarean dauden birusekin infektatzeko aukera. Hala, landarean zorri gehiegi dagoenean, berriz ere zorri hegodunak sortuko dira, eta beste adar edo landare baten bila joan ahal izango dira.

Fagoak bakterio bat erasotzen.
ARG.: Graham Beards/CC-BY-SA.



Ignacio Lopez Goñi
Mikrobiologia eta biologiako
irakaslea Nafarroako
Unibertsitatean, eta microBIO
blogaren egilea



Miren Basaras Ibarzabal
Mikrobiologiako irakaslea
Euskal Herriko Unibertsitatean



Birusak ere mikrobioma

Gizakiok ere sekulako birus-pila dugu. Gure hes-teak, esaterako, birusez beteta daude. "Orain asko ari da ikertzen mikrobioma, eta badakigu [bakterioek paper garrantzitsua dutela](#); baina, badirudi mikrobioma horren barruan biroma ere oso garrantzitsua dela" azaldu du Basarasek. "Adibidez, ikusi da biromaren oreka galtzen bada hesteetako hantura-gaixotasunak agertzen direla".

Hesteetan ditugun birusetako asko fagoak dira, bakteriofagoak, alegia, bakterioen birusak; eta li-tekeena da hesteetako bakterioen populazioak erregulatzen laguntzea, eta baita gure digestiorako garrantzitsuak diren bakterioen hainbat gene erregulatzea ere. "Ikusi da, baita ere, fago batzuek erantzun immunea modulatu edo estimulatu dezaketela, adibidez, antigorputzak sortzen lagunduz", dio Basarasek.

Hesteez gain, oro har, gorputzeko mukosak oso aberatsak dira fagotan. Gure hortzoietako mukosatan, adibidez, hortzoiaren azalean baino 40 aldiz birus gehiago dago. Bakterio inbaditzaileen aurkako lehen defentsa-lerroa da mukosa sudurrean, ahoan, begietan, digestio-hodi osoan, eta baita biriketean ere. Giza biriketako ehunak laborategian hazita ikusi zuten defentsa-lerro horretan ezinbestekoak direla birusak. Ehun normala, eta mukosa sortzeko geneak isilduta zituen ehuna (mukosarik gabea) hazi zituzten, eta bakterioak gehitu zituztenean, ikusi zuten berdin hiltzen zirela bi ehunetako zelulak, mukosak ez zuela ezer egiten. Gero, ordea, bakterioen aurkako fagoak gehitu zituzten bakterioen aurretik, eta kasu horretan sekulakoa izan zen mukosak emandako abantaila. Gainera, ikusi dute

fagoek antigorputzen gisako molekulak dituztela, mukosako molekulei heltzeko. Horrek mukosaren eta fagoen koeboluzioa iradokitzen du.

Mukosak oso ohikoak dira animalietan, eta azertu dituzten animalia-espezie guztien mukosatan fago-kopuru handia aurkitu dute. Animalien eta birusen arteko sinbiosiaren adibide polita dira.

Fagoak baino gehiago

Baina, fagoez gain, bestelako birusek ere onurak ekar ditzaketela dirudi. Saguetan ikusi da hesteetako bakterioak kaltetuak direnean (antibiotikoak hartzeagatik, adibidez), norobirusek haien funtzio onuragarriak betetzen dituztela, eta, besteak beste, hestearen egitura normala eta immunitate-sistema mantentzen laguntzen dutela. Saguetan ikusi da, halaber, beste patogeno batzuei aurre egiten laguntzen dutela birus batzuek. Gamma-herpesbirusak *Listeria monocytogenes* eta *Yersinia pestis* bakterioekiko erresistentzia handitzen du. Eta immunitate-sisteman oso garrantzitsuak diren NK linfozitoek herpesbirus latentei esker eskuratzen dituzte birusez infektatutako zelulak eta tumore-zelulak hiltzeko erabiltzen dituzten arma toxikoak.

Bestalde, koinfekzioen efektuak ere interesgarriak izan daitezke, Lopez-Goñik azaldu duenez: "Batzuetan birus baten infekzioa duzunean, bigarren birus batek okertu ditzake gauzak, baina baita alderantziz ere. Birus batzuek, beste birusekiko infekzioetatik babestu dezakete, immunitate-sisteman eraginez".

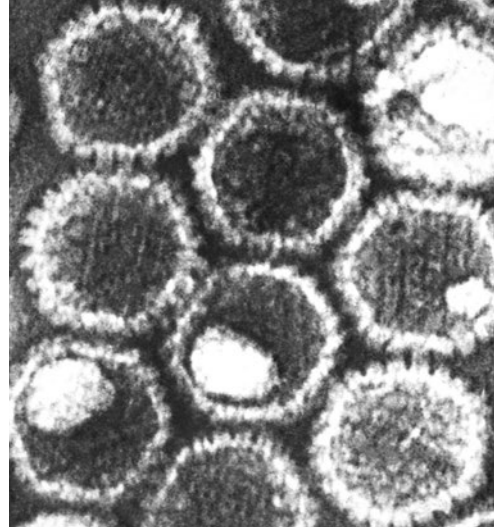
GBV-C birusak immunitate-sistema zertxobait moteltzen duen arren, ez du gaitzik eragiten. Aitzitik, abantaila ere izan daiteke, GIBaren infekzioa

Birusak etxekotzea

Birusak, berez dituzten ezaugarriengatik, oso interesgarriak dira hainbat erabileratarako. Adibidez, bakterio-infekzioei aurre egiteko tratamendu egokia izan litezke fagoak. Ez da kontu berria: duela ehun urte, Felix D'Herellek, fagoei izena eman zienak, disenteria eta kolera sendatzeko erabili zituen. Eta fagoterapia oso erabilia izan zen 1930eko hamarkadan. Baina gero antibiotikoak agertu ziren, eta, haien arrakastarekin, fagoak ahaztuta gelditu ziren, Errusia inguruan izan ezik. "Orain, ikusita arazoak daudela antibiotikoen erresistentziarekin, talde garrantzitsu batzuk hasi dira AEBn, Kanadan eta abarretan, bide hori ikertzen", azaldu du Miren Basarasek. "Fagoterapiak hainbat arazo eta muga ditu, baina ikerketa-bide interesgarri bat dago hor", dio Ignacio Lopez-Goñik. "Gainera, fagoak zuzenean erabiltzeaz gain, haiek bakterioen aurka nola egiten duten ere ikertu daiteke".

Birusak gure beharretarako eraldatzea ere nahiko erraza da. "Birusak naturalki informazio genetiko sartzen dute zelula batean. Bada, informazio hori manipulatu dezakegu, guk nahi duguna sartzeko", dio Lopez-Goñik. Horixe egiten da, hain zuzen ere, organismoak genetikoki eraldatzeko, zelula ama induzituak sortzeko, [CRISPR teknikaren](#) bidez genoma editatzeko, eta, oro har, geneterapiarako. "Geneterapiarako adenobirusen antzekoak erabili ohi dira, ezaugarri egokiak dituztelako. Ikerketa asko egiten ari dira bide horretatik, birusen bidez gene akastunak zuzentzeko. AEBn badaude dagoeneko hainbat protokolo onartuak hemofilia tratatzeko, eta lortzen ari diren emaitzak itxaropentsuak dira", azaldu du Basarasek.

Eta tumoreen aurka egiteko ere gero eta proba gehiago ari dira egiten birusekin. Birus onko-



Herpes simplex birusak. Birus horiek dira tumoreen aurka probatzen ari direnetako batzuk. ARG.: Fred Murphy, Sylvia Whitefield/USCDCP.

litikoen tumore-zelulak ezagutu ditzakete eta zuzenean suntsitu. Edo erabil daitezke immunitate-sistemari laguntzeko tumoreari aurre egiten. "Bestelako tratamenduei gaizki erantzuten dieten minbizi batzuekin ari dira probatzen. Asko dago ikertzeko, baina nahiko bide itxaropentsua da" dio Lopez-Goñik.

Nanoteknologian ere erabilgarriak izan daitezke. Adibidez, birusen automihiztaketarako gaitasuna baliatu daiteke nanoegiturak sortzeko. "Kapsideo proteinak modu espontaneoan elkartzen dira ahalik eta egitura egonkorrenak osatzeko", azaldu du López-Goñik. Hala, tabakoaren mosaikoaren birusa erabiltzen da nanohodiak eraikitzeko. Eta ildo horretatik, birusak eraldatuz material berriak ere sor daitezke. Gainera, "birusetatik asko ikas dezakegu egitura egonkorak osatzeko elementuen antolaketaz —gehitu du Lopez-Goñik—, hainbat aplikaziotarako: nanoteknologiarako, diseinurako, eta baita arkitekturarako ere".

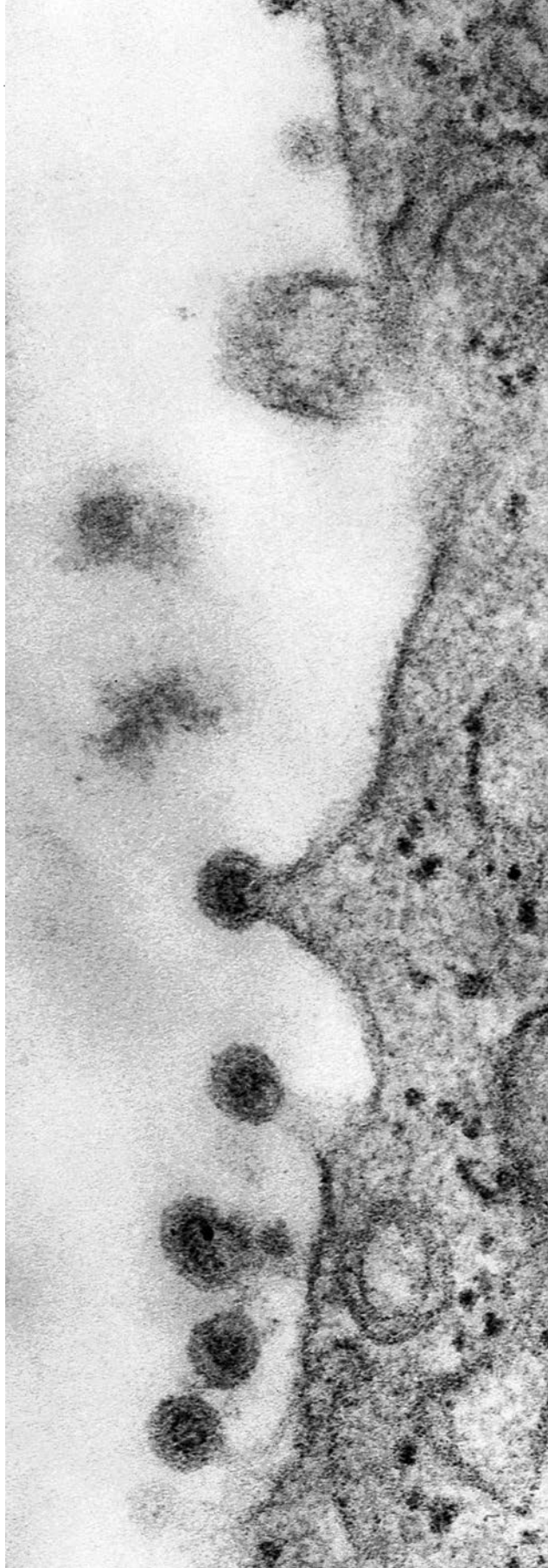
Birusek ostalariaren mintzarekin fusionatzeko erabiltzen duten genearen ia berdina dugu ugaztun karendunok. Gene horri esker sortzen dugu karena. ARG.: Fred Murphy, Sylvia Whitefield/USCDCP.

ere nabarmen moteltzen baitu. Eta, datu gutxiago dauden arren, badirudi ebolaren kasuan ere hala gertatzen dela. "Horrelako kontuak pixkanaka ikasten joan behar dugu", dio Lopez-Goñik.

Bakterioekin ikasi dugu, asko patogenoak diren arren, beste asko eta asko onuragarriak direla, baita funtsezkoak ere, gure osasunerako. Eta badirudi bide bera daramagula birusekin, motelago bada ere. "Bakterioak ikertzeko errazagoak dira, eta ondorioz askoz gehiago ikertu dira. Arazo nagusia birusak detektatzeko zailtasuna da. Bakterio guztiek badute genomak gune apropos bat sekuentziazio-teknikekin erraz detektatzeko: 16S-rRNA gunea. Birusetan ez dago halakorik. Askok hobetu da, asko garatu dira diagnosirako teknikak, baina gehiago sakondu beharra dago. Gero eta gehiago dakigu, baina asko falta zaigu".

"Hainbat mikroorganismo osatuak gaude, bakterioez eta birusez"

"Azken urteetan asko ari da aldatzen hau, eta ditugun teknologia berriekin, birusak orain arte ez zuten protagonismoa hartzen ari dira" dio Lopez-Goñik. Askok dago, beraz, ikertzeko eta aurkitzeko. Baina Basarasek dioen moduan, "pentsatu behar dugu hainbat mikroorganismo osatuak gaudela, bakterioez eta birusez, eta denek dutela paper bat". Bai, itxura guztien arabera, birusak ere bagara. ●



RCS

berehalako mezularitzaren estandar berria

Hasierako mugikorretan, SMS-zerbitzua erabiltzen zen testuzko mezuak bidaltzeko; zerbitzu estandarra da, eta konpainia ezberdinen artean erabil daiteke, baina testu-mezuentzat soilik balio du. Gero, Telegram, WhatsApp eta antzekoak agertu ziren. Horiekin mezu laburrak bidali baino askoz gehiago egin daiteke, baina ez dira estandarrak eta ezin dira elkarren artean komunikatu. Orain, Googlek eta telefonia-operadoreek RCS protokoloa sortu dute. Zerbitzu asko ahalbidetzen ditu, estandarra da eta operadore ezberdinen artean komunikatzeko balio du. Merkatuan gailentzea lortuko duen, ordea, beste kontu bat da.

Denok ezagutzen dugu [SMS zerbitzua \(Short Message Service edo Mezu Laburren Zerbitzua\)](#). Lehenengo telefono mugikorrek ekartzen zuten, deiak egiteko aukerarekin batera, 160 karaktererainoko mezuak bidaltzeko aukera ematen duen zerbitzu hori; eta edozein konpainiatako telefono batetik beste edozein konpainiatako telefono batera bidalitezkeen mezuak. Testuari dagokionez, mezularitza-mota hori izan zen nagusi telefono mugikorretan urte luzez, eta hala izaten jarraitzen dute herrialde eta erabilera jakin batzuetan (adibidez, marketinean).

Hala ere, argi dago azken urteotan beste testu-mezularitza mota bat gailendu dela, gutxienez gurean eta erabilera pertsonalerako: [berehalako mezularitza \(IM, Instant Messaging\)](#) deritzona. Halakoak dira [WhatsApp](#), [Facebook Messenger](#), [Telegram](#) eta antzeko zerbitzuak. Berehalako mezularitzak alde ugari ditu SMSarekin alderatuta. Batetik, SMS-zerbitzuak telefonia mugikorreko linea erabiltzen du, eta berehalako mezularitzak Interneteko konexioa (izan ere, berehalako mezularitza-zerbitzuak hedatu ziren telefono mugikorrek adimendun bihurtu zirenean, hau da, smartphoneak ugaritu zirenean, Interneteko konexioarekin). Bestetik, berehalako mezularitzako ohiko zerbitzuek testu-mezuetatik haragoko gauzak egitea ahalbidetzen dute: jasotze-konfirmazioak, hainbat motatako fitxate-

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



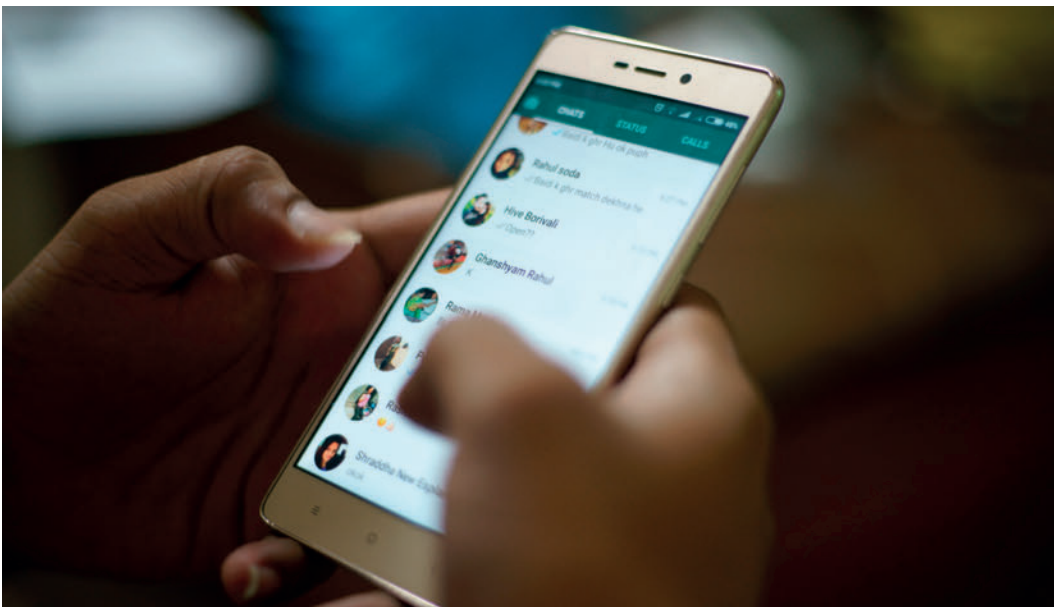
giak erantsi ahal izatea, talde-elkarrizketak... Eta, azkena, baina ez horregatik garrantzi gutxienekoa: zerbitzu horiek ez dira estandarrak eta elkarrekiko bateragarriak; hau da, horietako bat erabiltzeko, kontua ireki behar da bertan eta bertan kontua du-tenekin komunikatzeko balio du soilik.

Zerbitzu ugari, estandarra eta operadoreen artean bateragarria

Azken arazo horri aurre egiteko sortu zen [RCS \(Rich Communication Services edo Komunikazio Zerbitzu Aberatsak\)](#) protokoloa. SMSaren moduko zerbitzua da barrutik: telefonia-operadoreen arteko eta operadoreen eta telefono mugikorren arteko komunikazio-protokoloa da, telefono-konexioa erabiltzen

du eta estandarra da. Hala, operadore guztien bezeroen arteko komunikazioak egin daitezke. Baina kanpotik, berehalako mezularitza-zerbitzua da: talde-elkarrizketak egin daitezke; kokapena, irudiak, audioak eta bideoak erantsi; jasotze-baieztapenak; solaskidea idazten ari dela abisatzen du; audio eta bideokonferentziak egin daitezke; kontaktuen agendarako sarbidea du...

Izatez, protokolo hori definitzen aspaldi hasiak ziren telefono-operadoreak. Baina elkarrekin gauzak adosteko eta estandarrak definitzeko jarduerak poliki joan ohi dira; ezagutzen ditugun berehalako mezularitzako sistemek aurrea hartu zieten, eta merkatuaz jabetu.



ARG.: Rahul Ramachandram / Shutterstock.com

“Telefonia-konpainiak ari dira beren azpiegituran protokoloa txertatzen”

Hala ere, azken urte eta erdian asko azkartu dira gauzak. [2016ko azaroan RCS protokoloaren lehenengo bertsioa adostu eta argitaratu zen](#). Gainera, Googlek ere bere sostengua eman zion proiektuari, eta [operadoreentzako Jibe plataforma eta telefonoentzako Android Messages aplikazioa iragarri eta kaleratu zituen](#). Jiberi esker, telefonia-konpainiek erraz inplementa dezakete RCS zerbitzua, eta bezeroei eskaini. [Android Messages](#) app-arekin, bezeroek RCS zerbitzua balia dezakete, bere operadoreak inplementatua baldin badu. Geroztik, telefonia-konpainiak poliki-poliki ari dira beren azpiegituran protokoloa txertatzen. [Espainian, adibidez, 2017ko azaroan, hainbat komunikabidek esan zuten herrialdeko telefono-konpainia garrantzitsuenek laster jarriko zutela martxan](#). Konpainiek hainbat izen komertzial jarri diote RCS zerbitzuari: Advanced Messaging, Joyn... Telefono-fabrikatzaileei dagokienez, [gehienek iragarri dute babestu egingo dutela eta aipatutako Googleren Android Messages aplikazioa fabrikatik instalatuta eramango dutela beren gailuek](#).

Arrakasta izango ote du?

Ikusteko dago, hala ere, RCSk arrakastarik izango duen eta gaur egungo berehalako mezularitza-zerbitzu ez estandarrak garaituko dituen. Izan ere, ez da erraza izango jendeak erabiltzen duen ohiko zerbitzuen ordez funtzionalitate berririk eskaintzen ez dion beste zerbitzu bat erabiltzea, estandarra eta operadoreen artean bateragarria izate hutsagatik.

Nolanahi ere, nik uste dut RCSk badituela aukerak merkatua bereganatzeko. Telefono-konpainia guztiek inplementatzen badute, telefono berriek aplikazioa instalatuta badakarte eta erabiltzeko

konturik behar ez baduzu (telefono-zenbakia-rekin nahikoa da), iruditzen zait RCS erabiltzeko aukera handiak egon daitezkeela; jendeak beste app-rik instalatu beharrik ez baitu izango, ez eta WhatsApp-en edo horrelako batean kontua irekitzeko edo aktibatzeko beharrik ere.

Alabaina, badaude bi faktore RCSren zabalkundeari kalte egin diezaioketenak edo ekidin dezaketenak. Garrantzitsuena da operadoreak nola saiatuko diren RCS zerbitzuetatik irabaziak ateratzen. Izan ere, jende askoren ustez, telefono-konpainiek RCS bultzatzeko duten arrazoi bakarra da dei eta SMSetatik lortzen zituzten irabaziak kendu dizkietela berehalako mezularitza-zerbitzuek, eta kezka dago ez ote diren saiatuko RCS bidezko zerbitzuak kobratzen. Oraingoz, RCS zabaldu den tokietan ez dira zerbitzua kobratzen ari (normala, ez bailukete lortuko inork berehalako mezularitzako beste zerbitzuak uztea), baina etorkizunean eta arrakasta izanez gero, nork daki... Beste faktorea betikoa da: Applek ez du RCS egitasmoa bultzatzen, eta ez du asmorik bere gailuetarako aplikaziorik egiteko edo instalatuta ekartzeko. Baina, tira, beste norbaitek iOS-erako app-a egiten badu, Android gailuekin bateragarria denez, gerta daiteke hor ere nagusitzea.

Hurrengo hilabete eta urteetan ikusiko da RCS protokoloa hedatzen den edo porrot egiten duen. Ondo legoke protokolo estandar eta bateragarri batek irabaztea, aspaldiko partez! ●



ZIENTZIALARI TXIKIENEK ERE GOZATU ETA BIZITZEKO!



17 €

Barbara McClintock artoari galdezka

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Irudiak: Manu Ortega · CC BY-NC-ND



Long Island (New York), 1940ko hamarkadaren bukaera. Berrogei urte inguruko emakume bat artasoroa ureztatzen ari da. Pixkanaka handitzen ari diren artaburuei begiratzen die, haietan gordetako sekretu guztiak jakin nahiko balitu bezala. Sast! Pilota bat erori da arto artean. Haserretu egin da, eta errieta egin die beisbolean ari diren gazteei. Ez da harrizkeoa, arto horrek asko balio du.

Cold Spring Harbor Laborategiaren lurretan hazten zuen artoa Barbara McClintockek. Eta arto haren kromosomak eta geneak aztertzen pasatu zuen ia bititza osoa. Laborategian bertan bizi zen, apartamentu txiki batean, bakarrik.

Txikitatik izan zen bakartia, eta gustuko zituen kirola eta bititza intelektuala. Gurasoek ez zuten atsegin izaera hori. Izatez, Leonor izenarekin jaio zen, baina, halako alabarentzat izen femeninoegia zela iritzita, Barbara jarri zioten gero. Unibertsitatera joan nahi izatea ere ez zitzaion gustatu amari, ezkontzeko aukerak kenduko zizkiola eta. Baina, azkenean, aitaren laguntzarekin, lortu zuen.

Botanika ikasi zuen unibertsitatean; bereziki interesatu zitzaion genetika, eta liluratuta gelditu zen kromosomekin. Izan ere, urte haietan ari ziren argitzen 'faktore heredagarrien' eramaileak zirela kromosomak. Hala, graduatu zenerako argi zuen zer ikertu nahi zuen: kromosomak, haien eduki genetikoa eta haren espresioa; zitogenetika, alegia.

McClintockek hasieratik utzi zuen argi aparteko zientzialaria zela. Doktoretza egin ondoren, talde txiki baina saiatu bat biltzea lortu zuen bere kabuz, arlo horretan ikertzeko. Arlo berria zen zeharo, eta

berehala hasi ziren aurrerapenak egiten. "Harrotzat hartzen gintuzten", gogoratuko zuen McClintockek gerora. "Jende hori baino askoz aurreratua goak geunden, eta ezin zuten ulertu zertan ari ginen".

Mikroskopioz kromosomak ikusi ahal izateko tindaketa-teknika bat garatu zuen McClintockek. Eta, horri esker, lehenengoz, artoaren 10 kromosomen morfologia ikusi ahal izan zuten, 1929an.

.....

“Genoma zelularen organo sentikor bat da, etengabe inguruari erantzuten diona”

B. McClintock

1930eko hamarkadan, aurkitu zuen kromosomak zatiak gurutzatzen dituztela ugaltze-zelulak eratzerakoan; eta frogatu zuen gurutzatze horri esker karaktere hereditarioen arteko konbinazio berriak sortzen direla. Nukleolo-antolatzaile izeneko egitura ere aurkitu zuen, zelulak zatitzean material genetikoa ordenatzeko garrantzitsua zirudiena. Eta aurkitu zuen zentromeroa ere, eta telomeroak, eta argitaratu zuen artoaren lehen mapa genetikoa, eta aztertu zuen irradiazioak mutazioak nola eragiten zituen...

Aurkikuntza bat bestearen atzetik, sekulakoa zen McClintocken emankortasun zientifikoa. Emankortasun hori aitortuz, 1944an Estatu Batuetako Zientzien Akademiako kide izendatu zuten (hiruga-

rrren emakumea zen hori lortzen), eta, urtebetera, Amerikako Genetika Elkarteko lehendakari (lehen emakumea). Ingurukoek ere miresten zuten, ia profeta gisa ikusteraino: “Barbarak badio, egia izango da”, esan ohi zuten.

Justu garai hartan, mosaiko genetikoaren efektua ikertzen hasi zen McClintock. Jakin nahi zuen zergatik artaburu bereko aleek kolore desberdina izan zezaketen, guztiek informazio genetiko bera izanik. Horretan ari zela, geneetan eragiten zuten bi elementu genetiko aurkitu zituen. Ikusi zuen, benetan harrigarria bazen ere, elementu haiek lekuz mugitzen zirela, eta geneak nolabait piztu edo itzali egin zitzaketela. Elementu kontrolatzaile deitu zien, eta arto-belaunaldiz belaunaldi aztertu zuen haien eragina. Hala, iradoki zuen erregulazio genetikoak gako izan zitekeela azaltzeko nola organismo baten zelulek ezaugarri desberdinak izan ditzakete, genoma berbera izan arren.

Iraultzailea zen hura guztia, iraultzaileegia. Uste zen jarraibide-multzo estatiko eta ordenatu bat zela genoma, eta mugitzen ziren elementuak eta itzali eta piztu egiten ziren geneak ez ziren onargarriak. Eta ez ziren onartuak izan. Aurkikuntza eta ideia haiek kideen “harridura eta aurkakotasuna” eragin zuten, McClintocken hitzetan.

“Harrituta gelditu nintzen ikustean ez zutela uler-tzen, ez zutela serio hartzen” kontatuko zuen gero-
 rora. Baina McClintockek ez zuen etsi: “Horrek ez ninduen gogaitu, banekien zuzen nengoela”. Hala ere, halako ikerketak argitaratzeari utzi zion, eta berezkoa zuen bakardadean murgildu zen, are gehiago. Argi ikusi zuen ez zela berak aurkitu zuena



onartzeko unea artean. “Aldaketa kontzeptual bateralako, une egokiari itxaron behar zaio”, esan zuen.

Eta itxaron egin behar izan zuen. Ia hogei urtera, beste ikertzaile batzuk elementu mugikor haiek aurkitzen hasi ziren birusetan, bakterioetan, eta baita ozpin-eulietan ere. Eta orduan gogoratu ziren McClintockez. 1983an, 82 urte zituela, Nobel saria eman zioten elementu genetiko mugikor haiek (transposonak) aurkitzeagatik. Medikuntza eta Fisiologiako Nobela jasotzen zuen hirugarren emakumea zen, eta bakarrik jaso duen bakarra. Honela esan zuen, saria jaso zuenean: “Bidegabea dirudi pertsona bat saritzea urteetan hainbeste plazer jasotzeagatik, artoari galdezka problema jakinei buruz, eta gero haren erantzunak ikusiz”.

Laurogeita hamar urterekin hil zen, eta ia azken eguneraino jarraitu zuen lanean, hamabi ordu egunean, sei egun astean. Berak argi utzi zuen: “Egiten dudana hainbeste interesatzen zait, eta halako plazera da, ezen ez baitut inoiz pentsatu gelditzea... Bizitza oso-oso asegarria eta interesgarria izan dut”. ●

berria *lagun* egin nahi duzu?

BERRIALagunak BERRIA proiektuari ekarpen ekonomikoa egiten dioten lagunak dira, edozein dela ere aukeratzen duten modalitatea.

Zure ohitura eta baliabideen arabera, aukera ondoen datorkizuna:

BERRIALaguna

Hilean 10€ edo urtean 100€

Abantailak:

- BERRIA PDFn.
- Irakurle gisa zerbitzu berezietarako sarbidea izatea
- Zozketa, gonbidapen eta deskontu eskusiboak eskuratzea.

BERRIALagun harpideduna*

Aukeratu harpidetza mota:

Asteartetik-igandera **Hilean 36€**

Asteartetik-ostiralera **Hilean 23€**

Ostiraletik-igandera **Hilean 21,3€**

Asteburukoa **Hilean 15€**

Abantailak:

- Egunkaria etxean edo kioskoan
- BERRIA PDFn.
- Irakurle gisa zerbitzu berezietarako sarbidea izatea
- Zozketa, gonbidapen eta deskontu eskusiboak eskuratzea.



Euskarazko kazetaritza independente eta kalitatezkoa egiten segitzeko, zure konpromisoa ezinbestekoa dugu.

Idatzi gurekin etorkizuna. Izan **berria laguna**
Berria.eus/gerozugan • 943-30 43 45



“Uste ez banuen ere, asko gustatzen zait ikertzea”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia ■ Argazkia: Irati Jauregi

Irati Jauregi López
Telekomunikazio-ingeniarria



Irati Jauregi López

Iruña, 1985.

- **Telekomunikazio Teknologien Ingeniaritzako** graduatua, Nafarroako Unibertsitate Publikoan.
- Terahertz eta metamaterialen arloan egin zuen gradu-amaierako lana, eta **sari bat** jaso zuen lan harengatik.
- Telekomunikazio Ingeniaritzako gradua egiten eta **ikertzen** dabil orain.

Irati Jauregi López ikertzailea da, ikerketan arituko zenik inoiz uste izan ez zuen arren. Aitortu duenez, txikitatik izan du jakin-mina, eta “nahiago nuen lego eta halakoekin jolastu, panpinekin baino”. Nolanahi ere, asko pentsatu gabe hasi zen Telekomunikazio Teknologien Ingeniaritza ikasten, gero zuzenean lan-mundura joateko asmoarekin.

“Gustura ari nintzen egiten gradua, baina ez nuen urte gehiago eman nahi unibertsitatean”, onartu du Jauregik. Gradu-amaierako lanak aldarazi zion iritzia: “Miguel Beruete Diaz irakasle izan nuen, eta, asko gustatzen zitzaidanez haren azalpenak eta ikasgaia, galdetu nion ba ote zegoen aukerarik harekin egiteko gradu-amaierako lana. Orduan hasi nintzen ikertzen, eta kateatuta geratu nintzen”.

Egiten ari zaren horretatik ikasten joatea; horrek erakarri zuen: “Neurri batean, autoikasketa da. Probak egiten zoaz, eta emaitzen arabera jarraitzen duzu bide bat ala bestea”. Enpresa batean lana egitearekin alderatuta, ikerketa sortzaileagoa eta kitzikagarriagoa iruditzen zaio. “Nire aurreiritzien kontra, onartu behar izan nuen asko gustatzen zaidala ikertzea”.

Ezusteko saria

Gradu-amaierarako lanarekin, gainera, hirugarren saria jaso zuen 2016ko Telekomunikazioen Liberalizazio Sarietan. “Ohorezko Matrikula lortu nuen lanarekin, eta irakasleak bultzatuta aurkeztu nintzen sariketara. Hala ere, Espainia osoko ikasleek parte hartzen dutenez, ezinezkoa iruditzen zitzaidan sari bat eskuratzea, baina hala gertatu zen”.

Onartzen du lan “polita” egin zuela. Hain zuzen, era askotako egitura biologikoak atzemateko gai diren

sentsoreak garatu zituen, aplikazio biomedikoetan erabiltzeko. Horretarako, meta-azal batzuen jokatibidearen simulazio eta azterketak egin zituen, onddoen inbasioak atzemateko. “Meta-azal horiek xafla ultrameheak dira, metamaterialen ikerketetatik eratorritakoak, eta naturan existitzen ez diren ezaugarriak dituzte”, azaldu du Jauregik.

Meta-azal horiek aukera ematen dute terahertz erradiazio elektromagnetikoa oso gune txikietan zedarritzeko, eta, horren bidez, egitura biologikoak (proteinak, onddoak, mikroorganismoak...) detekta daitezke. Terahertz erradiazioarekin oraindik lan gutxi egin da, oso arlo berria da, eta hori ere erakargarria da Jauregientzat.

“Berez, gradu-amaierako lanean simulazioak egin nituen, baina oso ondo funtzionatzen zuten. Horren ondoren, ikerketa-proiektu bat sortu zen, kontratatu ninduten, eta ordutik horretan nabil. Oraindik ez dugu probatu onddoekin, baina bai erretxinekin, eta ondo funtzionatzen duela baieztatu dugu. Laster, gai biologikoekin probatzea espero dugu”, dio Jauregik.

Elikagai-industrian eta osasunean aplikazio oso interesgarriak dituela ere esan du: “Oraindik hastapeneko ikerketan gauden aurren, dagoeneko hasi gara elkarlanean agronomoekin, janarietan substantziak detektatzeko oso baliagarria izan baitaiteke”.

Aurrera begira, ez du baztertzen tesia egitea, baina ez du garbi. Oraingoan, masterra egiten ari da, eta amaitutakoan erabakiko duela esan du: “Ahalagin handia eskatzen du, eta hemen ez da batere bultzatzen ikerketa. Hortaz, askok kanpora joan behar dute, edo beste zerbaitetan bukatzen dute lanean. Ikusiko dut”. ●



Elkarrizketa osoa
webgunean



UPV/EHU Kultura
Zientifikoko Katedraren
lankidetzan egindako atala.

Ernaldiak bihotza sendatuko balu?

Ugaztunon bihotzak duen zeregin bakarra odola zirkulazio-aparatuan barrena ponpatzea da, bihotzari berari eta gainontzeko organoei elikagaiak eta oxigenoa iritsarazteko. Zeregina bakarra da, bai, baina ez makala. Animalien bizitzan zehar gertatzen diren egoerek eskakizun energetiko oso anitzak dituzte, eta horiek bete behar ditu bihotzak.

Eskakizun energetiko handiago horiek betetzeko, bihotzak lan handiagoa egin behar du, eta horrek badu ondorio bat: estres handiagoa bihotzaren hormetan. Areagotu den lan horrek denboraldi batez badirau, bihotzak mekanismo bat jar dezake martxan, bentrikuluetako estresa gutxitu eta ponpatzeko gaitasuna mantendu edota areagotzeko. Mekanismoaren izena ezaguna zaigu, tamalez: bihotz-hipertrofia.

Bihotz-hipertrofia

Bihotz-hipertrofia hainbat gaitzen ondorioa da, hala nola hipertentsioa, arteria koronarioen iske-miak sorturiko bihotzekoa edo obesitatea. Hipertrofia-mota horiei hipertrofia patologiko deritze, eta ezaugarri jakin batzuk dituzte. Bihotzaren metabolismoa, adibidez, guztiz aldatzen da bihotzaren hipertrofiarekin batera. Garunak ez bezala, bihotzak batik bat gantz azidoak (% 60-70) erabiltzen ditu energia-iturri gisa, eta gainontzekoa glukosaren metabolismotik lortzen du. Bihotza gaixotzean, guztiz aldatzen da energia-iturrien erabilera; glukosa bihurtzen da energia-iturri nagusi bihotz hipertrofiatuan, eta gantz azidoak baztertu egiten dira. Bihotz hipertrofiatuak jasotzen duen estres kronikoa desagertzen ez bada, bihotza are gehiago handituko da; fibrosi gehiago agertu eta

Ez-umeduna



Umeduna



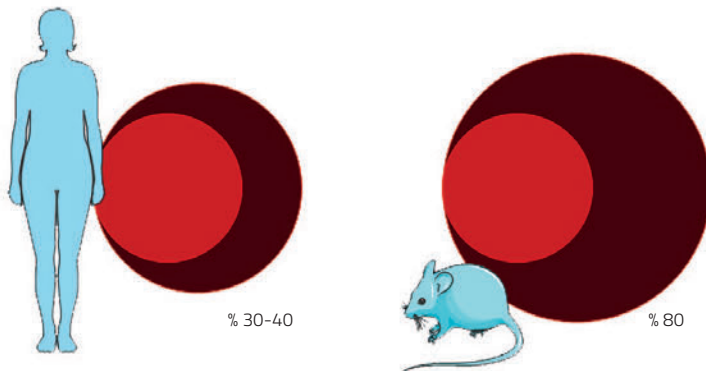
5 mm

1. irudia. Ernaldiak sagu emeetan sortzen duen bihotz-hipertrofia. Bihotzen erdialdean eginiko zehar-ebakiak. Batez beste, sagu umedunen bihotzek % 50 pisu handiagoa dute.



Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean

Gai librean aritzeko, bidali zure artikulua
aldizkaria@elhuyar.eus helbidera.



2. irudia. Ernaldian gertatzen den hiperbolemia edo odol-bolumenaren handitzea. Biribil txikiak emakume eta sagu ez-umedunen odol-bolumena irudikatzen dute, eta biribil handiek ernaldiak sorturiko hiperbolemiarene emaitza.

inflamazioa sortuko da, eta ponpatzeko gaitasuna murriztuko. Gainera, gaitza aurrera doan heinean, bihotzak glukosa erabiltzeari ere utziko dio; hori bihotz-gutxiegitasunaren ezaugarri da.

Gaixotasun kardiobaskularrak dira gaur egungo gizartean ugariak, eta haietako askok dute bihotza handitzearen sintoma. Bihotz-hipertrofia bihotz-gutxiegitasun bihurtzen da maiz, eta azken horrek ez du, tamalez, sendabiderik oraindik. Hori dela eta, bihotz-gutxiegitasuna da heriotza-kausarik arruntetarikoa gizarte industrializatueta.

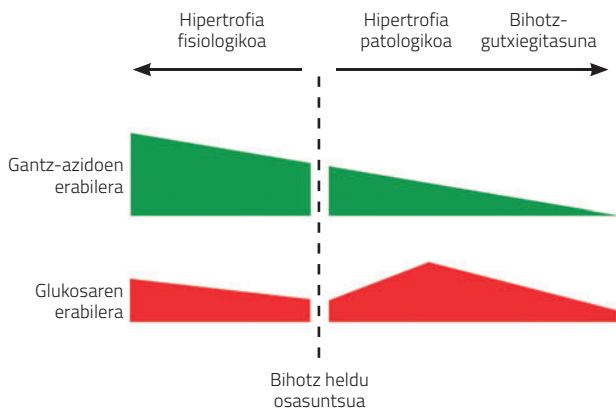
Gai honetan diharduten ikerketa biomediko askotan, saiakerak egiten ari dira aurkitzeko eta ulertzeko zer mekanismo molekularren bidez bihurtzen den bihotz-hipertrofia bihotz-gutxiegitasun. Horrela, itu terapeutiko berriak garatu litezke, bihotzaren hipertrofia saihesteko edo behin hipertrofiatua dagoen bihotza atzera bere egoera osasuntsura bueltatzeko, dena bihotz-gutxiegitasuna ekiditeko asmoz. Baina nondik hasi, nola egin hipertrofiatu den organo bat berriro bere funtzio eta egoera anatomiko arruntera itzultzeko? Horretarako ez dugu oso urruti edo sakon bilatu behar, emeek izan dezakete erantzuna, eme umedunek.

Ernaldiak sorrarazten duen bihotz-hipertrofia

Ernaldia prozesu konplexua da, baita biologikoki ere. Ernalketak aldaketa sakon anitz hasten ditu eme baten organismoan. Aldaketa horiek guztiak dira bi zelulen elkarketatik espezie bateko kide berri bat jaiotzeko aukera emango dutenak.

Sistema kardiobaskularra da ernaldian aldaketa asko jasango dituen sistemetakoa bat. Horren arazoia plazenta da. Ume berri baten jaiotza gutxi balitz bezala, ernaldiak badu beste gertakizun mirregarri bat: organo berri bat sortzea gorputz heldu baten baitan. Organo berri horrek, gainontzekoen modura, odol-hornidura behar du. Horretarako, arteria- eta zain-sarea plazentarraino luzatuko da, plazenta odolez hornitzeko. Bestalde, odol-bolumena ere areagotuko da, zirkulazio-aparatu luzatu berria betetzeko. Emakumeen kasuan, odol-bolumena % 30-40 handitzen da; saguetan ia bikoitza, % 80. Izan ere, ernaldi bakoitzean kume adina plazenta dituztenez saguek, haien odol-eskakizuna handiagoa da.

Hona hemen arazoa: bihotzak, orain, odol gehiago ponpatu behar du arterien eta benen hoditeri-sistema luzeago batetik. Lehen esan bezala, ernaldia



3. irudia. Bihotzaren metabolismoa da bihotzaren egoera islatzen duen ezaugarrietako bat. Egoera normalean, bihurtzak gantz-azidoen metabolismoaz hornitzen du, batik bat, bere energia-beharra. Bihotza gaixotasun baten ondorioz hipertrofiatzean, glukosa hartuko du energia-iturri nagusi gisa. Ernaldiaren kasuan eta kirolak sortzen duen hipertrofiaren adibideetan, bihurtzak are gehiago erabiliko ditu gantz-azidoak. (Bernardo *et al.* 2010; Lehman & Kelly, 2002 lanetik moldatua).

dia da bihurtzak lan handiagoa egin behar duen animalien bizitzako egoeretakoa bat. Horren ondorioz, eme umedunek bihurtz-hipertrofia garatzen dute. Hipertrofia-mota horri, bestalde, onuragarri edo fisiologiko esaten zaio. Kasu horretan, bihurtzak ez du fibrosirik adierazten, eta metabolismoak ez du glukosa hautatzen, aurkakoa baizik, gehiago oinarritzen da gantz-azidoetan (ikus 3. irudia).

Erditu eta gero, plazenta bezala, haurdunaldiak dakartzan aldaketa fisiologikoak atzera desagertzen dira. Baita bihurtzaren hipertrofia ere. Saguen kasuan, erditu eta 7-14 egunera, bihurtza bere tamaina originala berreskuratzeko gai da; emakumeetan prozesua urtebetez luzatu ohi da.

Hortxe dago koska. Nola uzten du bazterrean eme umedun baten bihurtzak ernaldian izan duen hipertrofia? Zergatik ezin da leheneratu hainbat gaixotasunetan gertatzen den hipertrofia kardiakoa? Zer ikasi genezake ernaldiko hipertrofia onuragarritik hipertrofia patologikoak sendatzeko? Horri guztiari erantzuteko asmoz, ernaldiko hipertrofiarekin zerikusia duten 2 faktore deskribatu dituzte gure laborategian eginiko ikerketek:

- Lehen faktorea FGF21 da, 21. fibroblastoen hazkuntza-faktorea. 2000. urtean aurkitu zuen zientzialari-talde japoniar batek hormona gisa diharduen faktore hau. FGF21 faktorea gibelean sortzen da batik bat; gero, odolean barrena bidaiatu eta bere itu-ehunetara ailegatzeko da, eta, han, hainbat eragin sortzen ditu. Ehun adiposo marroia edo gantz arrea da ituetako bat. Bertan, hormona honek gantz-azidoen kontsumoa sustatzen du. Oro har, metabolismoa pizteko gai den faktorea dugu FGF21; horregatik, agian, gantz-erretzaile gisa ere aurkeztu izan da hormona. Diabetesaren aurkako erreminta moduan erabiltzeko ere lanean dihardu zenbait laborategik. FGF21arekin trataturiko karraskari diabetikoei glukosa-maila edo gluzemia hobeto zitezuten; era berean, galdutako insulinarekiko sentsibilitatea berreskuratzeko zuten, eta pisua eta odoleko triglizeridoak murrizten zitzaizkien.

FGF21 eta bihurtzaren arteko harremana ezezaguna izan da duela 5 urte arte. Orduan argitaratu genuen nola FGF21 onuragarria zen bihurtzarentzat ere. Saguei bihurtzeko hipertrofia patologikoa sorrarazi zitzaien farmako baten bidez. Bihotz horietan fibrosia agertzen zen, inflamazioa eta

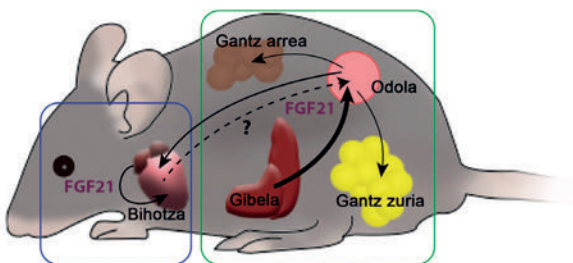
baita gantz-azidoen kontsumoa zuzentzen duten geneen adierazpen murriztua ere. Beste sagu-talde bati, farmakoaz gain, FGF21 ere txertatu zitzairen, eta, horren ondorioz, bihotz-hipertrofia txikiagoa garatu zuten. Inflamazio-maila eta geneen adierazpena ere hobetua zegoen, farmakoa soilik jaso zuten animaliekin alderatuz. Gainera, aurkikuntzen artean, erakutsi genuen bihotzak baduela FGF21 ekoizteko gaitasuna, eta horrek aukera emango lioke bihotzari berak sortutako FGF21ak beregan eragina izateko.

Ernaldian, FGF21aren adierazpen handiagoa gertatzen da modu fisiologiko batean. Gibelak, eta baita bihotzak ere, faktorea sortzen dute; horregatik, eme umedun baten odolean neur daitekeen FGF21-maila askoz handiagoa da eme ez-umedun batena baino. Gainera, bihotzeko gantz-azidoen kontsumoari begiratuz, ernaldian askoz handiagoa da, eta hori hipertrofia onuragarriaren adierazle da. Beste esperimentu-multzo batean, FGF21a sortzeko gaitasunik gabeko saguekin egin genuen lan; horrela, nahiz eta ernari egon, emeek ezin zuten faktorearen odoleko maila handitu. Hortik ondorioztatu genuen gantz-azidoak erabiltzeko gaitasuna mu-

rriztua zegoela. FGF21a, beraz, beharrezkoa da ernaldiak bihotzari eskatzen dion lan-gainkarga aurrera eramateko, zeren eta bihotzak gantz-azido gehiago kontsumitzeko, FGF21 behar du.

- Deskribaturiko bigarren faktorea transkripzio-faktore bat da, beste gene batzuen adierazpena bideratzea da haren eginkizuna. Sagu eme umedunak aztertzean, nabarmendu genuen bigarren faktore horren presentzia bihotzean baino ez zela handiagoa. Hain espezifikoa zenez bihotzeko gainadierazpen hori, iruditu zitzaigun atzean arrazoiren bat izan behar zuela horrek. C/EBP β faktorea erantzun immunearekin eta inflamazioarekin estu loturiko faktorea da, gakoa delako makrofagoen aktibaziorako. Makrofagoak inflamazio-prozesuan parte hartzen duten zelulak dira, eta bi motatakoak izan daitezke: proinflamatorioak (M1 mota), prozesua hasiko dutenak, eta antiinflamatorioak (M2 mota), prozesuari aurre egingo diotenak.

Esan bezala, hipertrofia patologikoen kasuan, fibrosia eta inflamazioa ikus daitezke bihotzetan, ez, ordea, hipertrofia fisiologikoetan. Ernaldiaren kasuan, deskribatu genuen, onuragarria izanik,



4. irudia. FGF21aren eta ehunen arteko erlazioa. Gibela da ehun ekoizle nagusia, eta odol-fluxuan askatzen du faktorea. Bihotzak ere FGF21a sortzeko ahalmena duenez, haren ekarpena ere suma liteke odolean. Bihotzak berak sortuko lukeen FGF21a ekintza autokrinoz arituko litzateke bihotzean bertan, organoa babestuz. Odoleko FGF21 askeak ekintza endokrinoen bitartez beste ehunetan izango duen eginkizuna aldatu egiten da ehunaren arabera. Adibidez, gantz arrean, bero-ekoizpena sustatuko du; gantz zurian, bestalde, glukosa gantz moduan metatzen lagunduko du. (Planavila *et al.* 2015 lanetik moldatua)

M2 motako makrofagoen presentzia handiagoa zela M1 motakoena baino. Sagu eme umedunei C/EBP β erabiltzeko gaitasunaren erdia kenduz gero, kontrakoa gertatzen da bihotzetan: M1 motako makrofagoak dira nagusi. Bihotzak beharrezkoa du C/EBP β , M2 makrofagoak aktibatu eta inflamazioari aurre egiteko.

Bihotzak baditu, beraz, mekanismo eta bideak patologikoa izan beharko litzatekeen egoera bat onuragarri bihurtu eta ohi baino handiagoa den lan-karga ahalbidetzeko, baita gero hipertrofia desagerrarazteko ere. Are gehiago, ernaldiak dituen mekanismo horiek eta aurkitzeke dauden gainontzeak gai dira bihotza babesteko. Ikerketa-pare batek erakusten du nola karraskari umedunen bihotzak erresistenteagoak ziren fibrosia sortzen duen farmako baten aurka, eta, halaber, nola bihotzeko baten ostein sorturiko kalteak txikiagoak ziren umedunetan.

Aipatzekoa da arratoi eta saguekin egiten den ikerketa biomediko gehiena animalari arrekin egiten dela, horrela egin izan delako beti edo emeak kumeak edukitzeko gorde behar direlako. Nahiz eta horrela izan, adibide honetan emeak izan dira bihotzaren hipertrofia eta gutxiegitasunaren aurkako aurrerapausoa ematearen gakoa, haiek bakarrik baitira ernaldiak dituen ekarpenen jabe. ●

Bibliografia

- Bernardo, B. C., Weeks, K. L., Pretorius, L., & McMullen, J. R. (2010). Molecular distinction between physiological and pathological cardiac hypertrophy: experimental findings and therapeutic strategies. *Pharmacology & Therapeutics*, 128(1), 191–227.
- Chung, E., & Leinwand, L. A. (2014). Pregnancy as a cardiac stress model. *Cardiovascular Research*, 101(4), 561–70.
- Eghbali, M., Deva, R., Alioua, A., Minosyan, T. Y., Ruan, H., Wang, Y., ... Stefani, E. (2005). Molecular and functional signature of heart hypertrophy during pregnancy. *Circulation Research*, 96(11), 1208–16.
- Pinto, A. R., Godwin, J. W., & Rosenthal, N. A. (2014). Macrophages in cardiac homeostasis, injury responses and progenitor cell mobilisation. *Stem Cell Research*, 13(3PB), 705–714.
- Planavila, A., Redondo-Angulo, I., Ribas, F., Garrabou, G., Casademont, J., Giral, M., & Villarroya, F. (2015). Fibroblast growth factor 21 protects the heart from oxidative stress. *Cardiovascular Research*, 106(1), 19–31.
- Planavila, A., Redondo-Angulo, I., & Villarroya, F. (2015). FGF21 and Cardiac Physiopathology. *Frontiers in Endocrinology*, 6, 133.
- Planavila, A., Redondo, I., Hondares, E., Vinciguerra, M., Munts, C., Iglesias, R., ... Villarroya, F. (2013). Fibroblast growth factor 21 protects against cardiac hypertrophy in mice. *Nature Communications*, 4, 2019.
- Redondo-Angulo, I., Mas-Stachurska, A., Sitges, M., Giral, M., Villarroya, F., & Planavila, A. (2015). C/EBP β is required in pregnancy-induced cardiac hypertrophy. *International Journal of Cardiology*, 202, 819–828.
- Xiao, J., Li, J., Xu, T., Lv, D., Shen, B., Song, Y., & Xu, J. (2014). Pregnancy-induced physiological hypertrophy protects against cardiac ischemia-reperfusion injury. *International Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 7(1), 229–35.

Gazteberri

aldizkaria

50.000 ale hilero

Euskal Herriko herri guztietan
Zabalkunde handiena duen
gazteentzako aldizkaria

gazteberri.eus

Zure
aldizkaria!!



Gibeleko minbiziaren aurkako borrokan indarrak batuz

Greziar mitologiaren arabera, Prometeok sua lapurtu zuen Olinpo menditik eta gizakiei eman zien. Orduan, Zeusek zigortu egin zuen: haitz batean lotu zuen eta, denboraldi batez, arrano bat bidali zuen, gauero, haren gibeledko zatiak jatera. Hala ere, hurrengo goizean, aldiro, Prometeori osatu egiten zitzaion gibela, atzera; gauean, ordea, arranoak berriz egiten zion sarraskia sabelean. Horrela behin eta berriz, betirako. Askotan esan izan da gizakiaren sendotasuna eta ahultasuna irudikatzen dituela Prometeoren gibelak, aldi berean; gauero suntsitua, goizero sortua.

Pasarte horrek erakusten du antzinatek direla eza-gunak gibelaren izaera berezia eta garrantzia. Izan ere, ezin uka gibela dela gizakion (eta, orokorrean, animalia ornodunon) organo garrantzitsuenetakoa. Hala, minbiziak heriotza mordoan eragiten du gibelari eraso egiten dionean; minbizien artean, hilgarrietan bigarrena da [1]. Gainera, koloneko, pankreako edota bularreko minbiziak duten pazienteen % 60-80k gibeledko metastasiak ere izaten ditu; hau da, gibeletik kanpo sortutako tumoreak gibelera hedatzen dira [2]. Bistakoa da, horrenbestez, gibeledko minbiziaren inguruko ikerketak garrantzitsuak direla oso. Haiei esker iritsi dira hainbat tratamendu; erradioenbolizazio izenekoa, besteak beste. Azken urteotan, nagusitzen ari da azken hori.

Hurrengo lerroetan, azalduko da zer ekarpen interesgarri egin diezazkioketen ingeniari industrialek erradioenbolizazioari eta, oro har, medikuntzari. Ezinbestekoa da, erronka berri gero eta konplexuagoei aurre egitekotan, hainbat esparrutako profesionalek norabide berean, lankidetzan, jardutea.

Hau idatzi duena Nafarroako Unibertsitatea Klinikako medikuekin aritu da elkarlanean. Hain zuzen ere, doktoretza-tesian, erradioenbolizazioa aztertu du, bai eta tratamenduan eragina izan dezaketen hainbat aldagai ere.

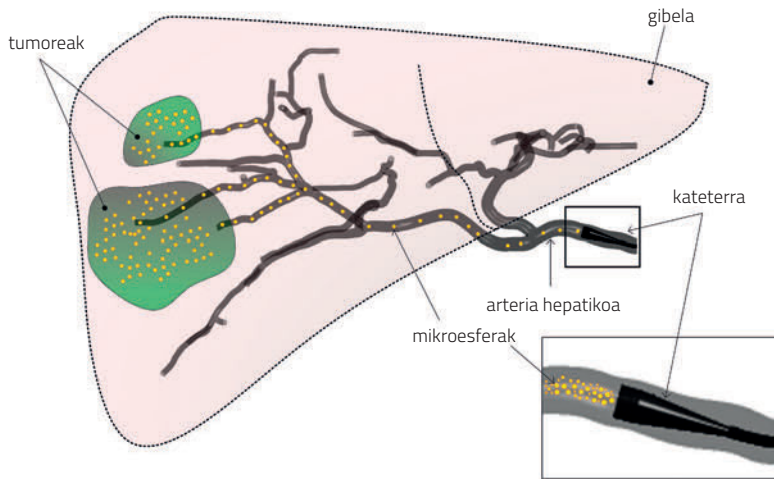
Erradioenbolizazioa

Enbolizazioa odol-hodiak buxatzea (ixtea) da; odolaren garraioa oztopatzea, ekiditea, finean. Irradiazioa, aldiz, zera da: energia erradioaktiboa helburu terapeutikoekin erabiltzea.

Erradioenbolizazioan, medikuak arteria femoralean (iztondo inguruan) ebaki bat egiten du, eta kateterra (1 mm-ko diametrokoa, gutxi gorabehera) sartzen du bertan. Gero, arteria hepatikoraino (gibeledko arteria) eramaten du, eskuz. Behin kateterraren muturra arteria hepatikoan dagoenean, 32 µm-ko diametroa duten (eta uretan dauden) mikroesfera erradioaktiboak injektatzen ditu. Odol-fluxuak berearekin garraiatzen ditu mikroesferak. Helburua da partikula erradioaktiboak tumoreetara bideratzea eta gibelaren zati osasuntsuak ahalik eta gutxien irradiatzea (ikus 1. irudia).

Mikroesferak itrio-90 erradioisotopoa dute itsatsitaita (beta-irradiazioa igortzen du, 2,5 mm inguruko itzulginguruan; 2,6 eguneko batez besteko bizitza du). Tratamenduak ordubete inguru irauten du, eta, normalean, gaixoa egunean bertan itzultzen da etxera.

Hala ere, gorputzean erradiazio-iturri diren mikroesferak xiringatu baino lehen, beharrezkoa da aurrez tratamendu bat egitea, partikulak toki egokira iritsiko direla ziurtatzeko. Aurretratamendua



1. irudia. Gibelean erradioenbolizazioa, eskematikoki: mikroesfera erradioaktiboak injektatzen dira, arteria hepatikoko kateterraren bidez. Helburua da tumoreak odolez hornitzen dituzten arterietara bideratzea mikroesferak, eta gibelean osasuntsuari ahalik eta kalterik txikiena eragitea.

kaltegarri ez diren partikulekin egiten da. Hala, irudi medikoen bidez, mikroesferen jomuga aztertzen da. Eta azterketa horrek balio du erabakitzeke tratamenduan (*sensu stricto*) kateterrak zer posizio izango duen eta mikroesferak zer abiadurarekin injektatu behar diren.

Tratamendua segurua eta eraginkorra da. Haatik, kontuan izan behar da medikuak eskuz kokatzen duela kateterra eta eskuz xiringatzen dituela mikroesferak. Beraz, kateterraren kokapena eta partikulen injektzio-abiadura zehatzak ez badira, eta, ondorioz, tratatu behar ez diren guneak irradiatzen badira, hainbat arazo sor daitezke; hepatitisa, pneumonia eta urdail eta hesteetako ultzerak, adibidez.

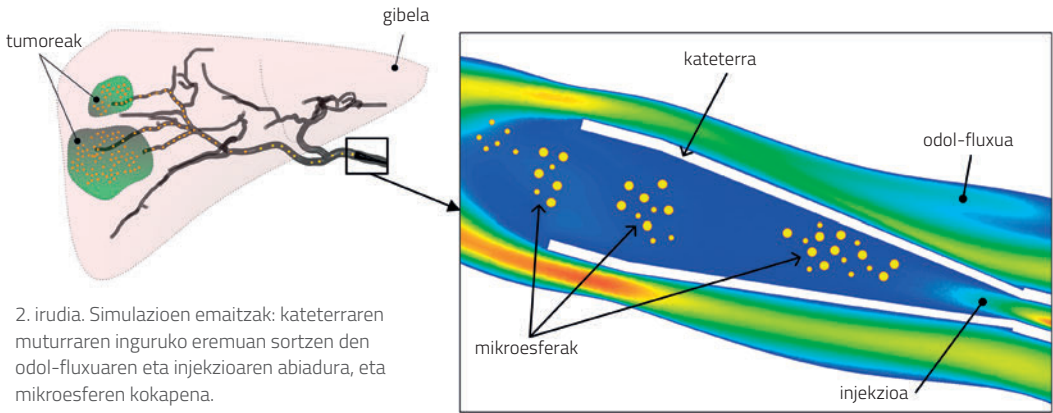
Ingeniariak erradioenbolizazioaren armadari batuz

Erradioenbolizazioa tratamendu konplexua da zinez, erradiologia-interbentzionisten, erradiatio-onkologoaren, mediku nuklearren eta abarren elkarlana behar baitu (fisikari medikuena, hepatologoena...). Aipatutako tesian, ingeniariak batu ziren talde anitz horretara, arteria hepatikoko odol-fluxuaren dinamika eta bertako partikulen jokaera aztertzeko asmoz.

Ikerketan, *Computational Fluid Dynamics* (CFD) tresna erabili da odol-fluxua eta mikroesferen garraioa simulatzeko. CFDak geometria, fenomeno fisikoaren ekuazioak eta muga-baldintzak hartzen ditu aintzat. Geometria zera da, definitzea non, zein eremutan, aztertuko den odol-fluxua eta mikroesferen garraioa. Fenomeno fisikoaren ekuazioek, aldiz, odol-fluxua eta mikroesferen garraioa bera definitzen dituzte. Azkenik, muga-baldintzak ezartzeak esan nahi du ezaugarri jakinak ipini direla aztertuko den eremuaren mugetan; bai odol-fluxuari dagokionez (presioa eta abiadura), bai mikroesferari dagokienez (abiadura).

Hiru osagaiak egoki definituz gero, eredu fidagarria osa daiteke. Eta eredu fidagarriarekin egindako simulazioek, jakina, fin irudikatzen dituzte odolaren presioa eta abiadura eta partikulen abiadura. 2. irudian ikus daitezke, esaterako, kateterraren inguruko odol-fluxuaren abiadura eta mikroesferen kokapena.

Baina garbi izan behar da garraioaren lehen zatian gertatzen dena soilik azter daitekeela analisisan. Ez dago modurik, oraindik, mikroesferak arteria txikietan zehar nola bidaiatzen duten ikusteko; ezta irradiazioak tumorean zer eragin duen ikusteko ere. Horregatik, ikerketan, erradioenbolizazioa arrakas-



2. irudia. Simulazioen emaitzak: kateterraren muturraren inguruko eremuan sortzen den odol-fluxuaren eta injekzioaren abiadura, eta mikroesferen kokapena.

tatsua dela esango dugu, baldin eta mikroesferak espero den irteeretatik irteten badira, hots, tumoreak odolez hornitzen dituzten hodietatik irteten badira (1. irudia).

Aztertutako parametroak

Literaturan aurkitutako eztabaida-iturriei eta Nafarroako Unibertsitatea Klinikako medikuen kezkei erantzuna emateko helburuarekin egin da CFD simulazioetan oinarritutako ikerketa. Horretarako, erradioenbolizazioaren emaitzan eragina izan zezaketela ziruditen hainbat parametro hautatu ziren. 3. irudia lagungarri izan daiteke ondoren zerrendatzen diren parametroak ulertzeko, grafikoki laburbiltzen baititu aldagaiak.

- Gibelaren gaixotasun-egoera: tumoreen tamainarekin, kokapenarekin eta motarekin du zerikusia. Eragina du gibelaren odol-eskarian eta, ondorioz, mikroesferak hartzeko gaitasunean.
- Mikroesferen dentsitatea, tamaina eta kantitatea: aurretratamenduan eta tratamenduan erabiltzen diren mikroesferak ezberdinak dira.
- Mikroesferen injekzio-abiadura: zaila da aurretratamenduan zehaztutako parametro hau tratamenduan erreproduzitzea; esan bezala, medikuak eskuz xiringatzen baititu partikulak.
- Kateterraren muturra odol-hodiaren adarkaduratik gertu dagoen edo ez.

- Muturraren luzetarako posizioa: zaila da, hemen ere, aurretratamenduan zehaztutakoa tratamenduan errepikatzea.
- Muturraren posizio erradiala: beste horrenbeste.
- Kateterraren norabide distala: gauza bera.
- Kateter-mota: gaur egun, diseinuaren inguruko ikerketa ugari dago martxan. Artikulu honek hizpide duen ikerketan, kateter estandarra eta errefluxua ekiditen duen kateterra aztertu dira (ikus 3. irudiko "Kateter-mota").

Esan beharrik ez dago parametroren bat aldatuz gero, mikroesferen banaketa eta haien jomuga ere aldatu egiten dela. Gainera, arterian kateterra jartzek odol-fluxuaren ezaugarri hemodinamikoak (presioa eta abiadura) aldatzea dakar; oztopo fisikoa denez, berezko fluxua baldintzatzen du. Ondorioz, mikroesferen ibilbidea eta banaketa aldatu egiten dira. Horregatik, oso garrantzitsua da kateterraren muturretik gertu dagoen odol-fluxuaren ezaugarriak aurretiaz ondo ezagutzea.

Tesian, zerrendako zortzi parametroetako bakoitzaren eragina aztertu bada ere, hemen, kateterraren kokapenaren ingurukoa azalduko da; aldagairik garrantzitsuena, ziurrenik.

Kateterraren kokapenaren garrantzia

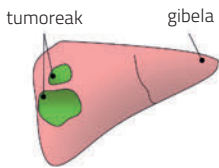
Ebakia egin eta kateterra sartzerakoan, bi aukera nagusi daude: kateterraren muturra arteriako adarkaduraren batetik gertu geratzea edo urrun geratzea (ikus 3. irudiko "muturra adarkaduratik gertu edo ez"). Kateterraren kokapenarekin zerikusia duten gainerako parametroak hauek dira: muturraren luzetarako posizioa, muturraren posizio erradiala, kateterraren norabide distala eta kateter-mota (ikus 3. irudia).

Injekzioa adarkaduratik urrun egiten bada, mikroesferen banaketak odol-fluxuarenaren itxura hartzen

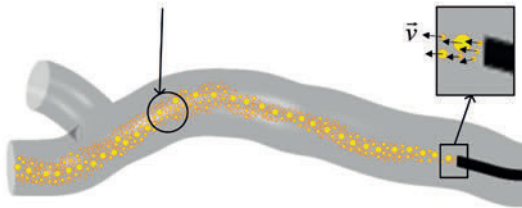
du; mikroesferak odol-fluxuarekin lerrokatzen dira. Kasu horretan, gainerako parametroen aldaketek ez dute eraginik mikroesferen banaketan. Partikulak adarkaduratik gertu xiringatuz gero, ordea, parametroen aldaketek mikroesferen banaketa baldintzatzen dute.

4. irudiak argi erakusten du 5 mm eskaseko diferentziak (inurri baten luzera) berebiziko eragina duela partikulen banaketan. Gertu xiringatuta (goiko kasua) lortzen da erradioenbolizazio arrakastatsua; hots, mikroesferak bi tumoreetara bideratzea (bi tumoreak irradiatzea). Urrun xiringatuta, ordea, ez. Izan

Gibelaren gaixotasun-egoera



Mikroesferen dentsitatea, tamaina eta kantitatea



Injekzio-abiadura

Muturra adarkatzetik gertu ala ez

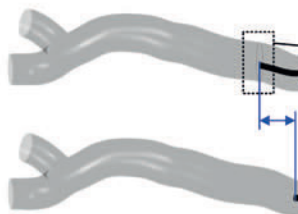
adarkatzetik urruti



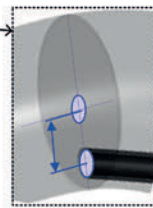
adarkatzetik gertu



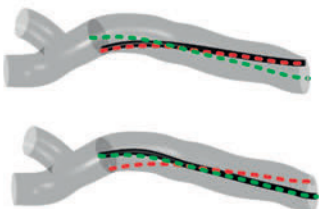
Muturraren luzetarako posizioa



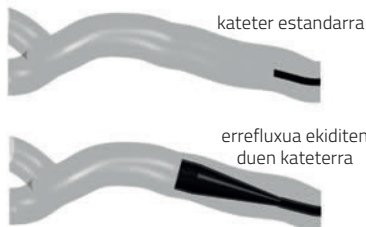
Muturraren posizio erradiala



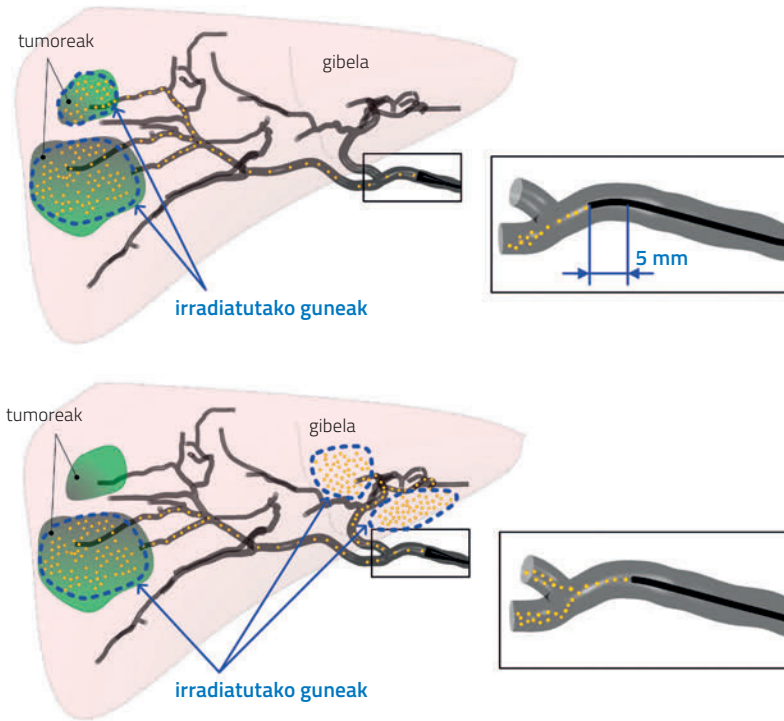
Kateterraren norabide distala



Kateter-mota



3. irudia. Ikertutako parametroen laburpen grafikoa.



4. irudia. Kateterraren muturraren kokapena eta haren eragina. Goiko kasuan, erradioembolizazio arrakastatsua: tumoreak bonbardatu dira; tumoreak bakarrik. Beheko kasuan, porrota: kateterraren muturra 5 mm desplazatu da (goiko kasuarekin alderatuz); ondorioz, tumoreetako bat ez da bonbardatu, eta, gainera, gibeletako ehun osasuntsuak irradiatu dira.

ere, bigarren kasuan, tumoreetako bat ez da irradiatu eta, gainera, gibel osasuntsua bonbardatu da.

Azken hausnarketak

Prometeoren garaitik edo lehenagotik argi dagoena zera da, osasuna dela gizakion ardura nagusia.

Gainera, Sznitman eta Steinman ingeniariak aurrekusi dute CFDarekin eginiko ikerketak garrantzitsuak izango direla datoen urteotan [3]. Tratamendu berriak sortzeko edota daudenak hobetzeko balioko dute; minbizia duten gaixoak sendatzeko, alajaina!

Asko dago egiteko, baina urratsez urrats joatea komeni da; "azkar eta ondo, usoak hegan". ●

Erreferentziak

1. Torre, L.A., Bray, F., Siegel, R.L., et al. (2015) Global cancer statistics, 2012. *CA. Cancer J. Clin.*, 65 (2), 87–108.
2. Salem, R., and Thurston, K.G. (2006) Radioembolization with ⁹⁰Yttrium microspheres: a state-of-the-art brachytherapy treatment for primary and secondary liver malignancies. Part 1: Technical and methodologic considerations. *J. Vasc. Interv. Radiol.*, 17 (8), 1251–78.
3. Sznitman, J., and Steinman, D.A. (2016) Relevance and challenges of computational fluid dynamics in the biomedical sciences. *J. Biomech.*, 49 (11), 2101.

CAF-Elhuyar sarietara aurkeztutako lana.

"ELS CARRERS SERAN SEMPRE NOSTRES" kamisetak ARGIAn salgai

Kamiseta hau erosita, **2 euroko ekarpena** egingo diozu Kataluniako **La Directa** herri hedabideari, eta **2 euroko ekarpena ARGIA**ri, Kataluniako independentzia prozesua epe ertainera ere zorrotz jarraitu ahal izan dezan.



**Informaziorik gabe ez dagoelako demokraziarik,
kazetaritzan ere sustatu independentzia!**

ESKAERAK

www.argia.eus/azoka | azoka@argia.eus | ☎ 943 371 545

Bizi ala afari izan? Guda akustiko batean murgilduta

Lehoiaren indar paregabea, arranoaren dotorezia, gepardoaren abiadura, otsoen zuhurtasuna... Betidanik bereganatu dute gure interesa predatzaileen ehiza-moldaerek. Ihesian dabilzan zebrak, ahuntz basatiak, gazelak zein oreinak, ordea, predatzaileen istorio harrigarriak kontatzeko bigarren mailako osagai baino ez dira izaten. Baina predatzaileak "sabanako" errege izan beharrean, goseak amorratzen bizi diren koitadua dira; harrapakinak ez dira harrapatzen batere errazak, eta pisuzko arrazoia dute horretarako. Dawkins eta Krebs zientzialariek 1979an definitutako *bizi-afari printzipioak* dioenez, harrapakinek jasaten duten hautespen-presioa ez da inondik inora ere predatzaileek jasaten dutenaren parekoa: gazelak azkarrena izan behar du ihesean, bizirik atera nahi badu, eta gepardoak, ordea, azkarrena izan behar du ehizan, sabela bete nahi badu. Lehia horretan, galtzearen zigorra ez da inondik inora berdina bi aldeentzat. Hain zuzen ere, hautespen-presioaren alde horrek eragin du, predatzaileen eraso-moldaerekin alderatuz, harrapakinek defentsa-moldaera sorta ikusgarri bezain bitxiak garatu izana. Harrapakinekiko dugun ikusmoldea aldarazteko asmoarekin natorkizue, eta, horretarako, gurean ezagunak diren harrapakin batzuen gaitasun-sorta txundigarria kontatuko dizuet, gaueko tximeleta edo sitsena, hain zuzen ere.

65 milioi urteko lasterketa

Sitsek saguzar askoren arreta bereganatu zuten, duela 65 milioi urte. Izan ere, azal gogorreko intsektuekin alderatuta, gorputz bigun eta mamitsua duten mokadu erakargarria dira; hegada kaskarreko gozokiak. Hala ere, ez ziren gai izan gozoki horiek ustiatzeko, gaueko iluntasun absolutuan harrapakinok atzemateko *sonar* biologikoa garatu zuten arte: ultrasoinuetan oinarritutako ekokopakena. Hain zuzen ere, naturan aurkitu dezakegun ihes-

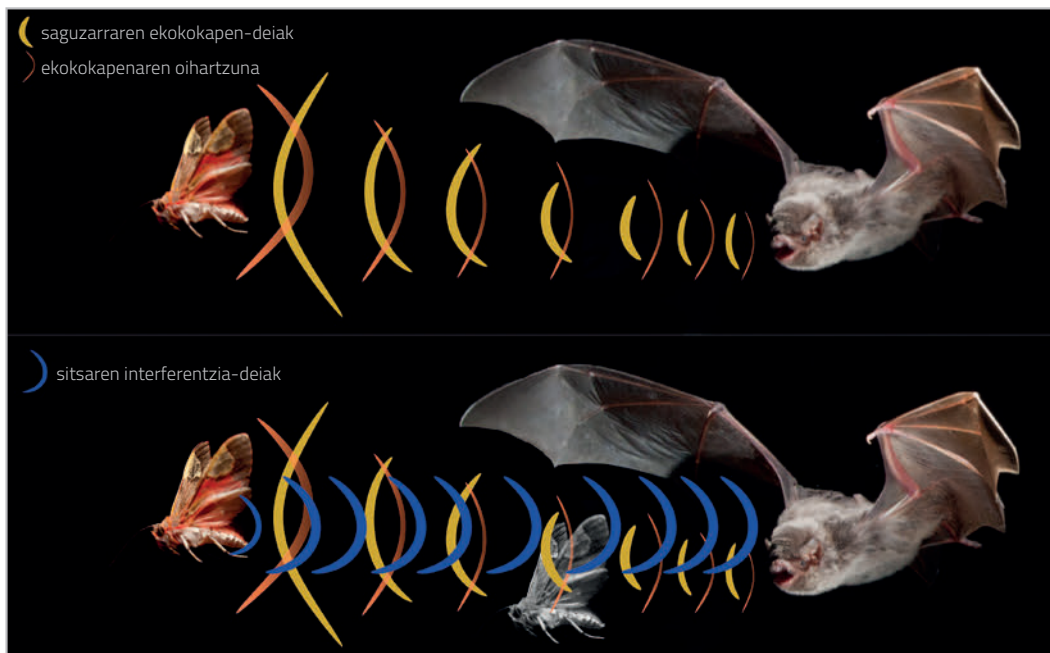
eta defentsa-moldaera sorta harrigarri bezain sofistikatuenetariko baten garapena eragin zuen saguzarren aurrerapen teknologiko bikain horrek. Orain arte uste bezain gozoki errazak al dira sitsak? Ikus dezagun.

Hegan egiteko, hegoak sobera

Txundigarria dirudien arren, sitsek ez dute atzeko hego-bikotearen beharrik hegaz egiteko: oinarritik moztuta ere, ederki egiten dute hegan! Orduan, zergatik mantendu dira milioika urtez funtziorik gabeko hego garatuak? Ithacako zientzialari batzuek berriki eginiko saiakeren arabera, atzeko hego-parea da sits zein tximeleten hegaketa *traketsaren* erantzulea. Baina, milioika urteko hegaldi ebolutiboan, zergatik ez ote dute hegaketa *trakets* hori hobetu? Inoiz tximeleta edo sitsik harrapatzen ahalegindu bazarete, ohartuko zineten ez dela batere jarduera erraza. Oso zaila egiten zaigu hegaldiaren ibilbidea aurreikustea: gaitasuna dute oharkabean hegal-norabidea azkar eta abiada aldarokorrean aldatzeko. Horixe da, hain zuzen ere, sitsen oinarritzko arma ezkutua, eta izugarri garatutako atzeko hego-bikoteari zor zaio. Funtziorik gabeko luzakinak izan beharrean, saguzarren erasoak saihesteko arma-sortaren parte dira. Haiei esker gai dira piloturik trebeenak ere egingo ez lituzkeen bira, kiribil eta jauziak egiteko, saguzarren presentzia atzematean.

Arriskuari atzematen

Baina nola sumatzen dute arriskua gaueko iluntasun absolutuan? 60ko hamarkadan ohartu ziren zientzialariak sitsen hegada-portaera nabarmenki aldatzen zela saguzarren presentzian edota saguzarren ultrasoinu-deiak artifizialki erreproduzitzean. Sits-espezie guztien (~140.000) ia erdiek dute saguzarren ultrasoinuak entzuteko gaitasuna, eta hori ez da kasualitatea. Saguzarrek beren ehiza-



1. irudia. Goiko irudian: ekokokapen-deiek sitsa jotzean sortutako oihartzunaz baliatzen da saguzarra harrapakinaren kokapen espaziala kalkulatzeko. Beheko irudian: *Bertholdia trigona* sitsak maiztasun altuko ultrasoinu-deiak (interferentzia-deiak) igortzen ditu, eta saguzarren ekokokapen-oihartzunekin nahasten dira. Interferentzia horrek saguzarraren distantzia-kalkuluak oztopatzen ditu, sitsa hurbilago dagoela pentsatzen baitu (grisez), eta, hala, kale egiten du erasoaldian. ARG.: Aitor Arrizabalaga (Sitsaren argazkia: AJCoyote/CC BY-SA 3.0).

kiak iluntasunean eta ultrasoinu bidez detektatzeko arma berria garatu zutenean, sitsek abisu-sistema goiztiar bat garatu zuten: tinpano simple baina eraginkorrak. Familiaren arabera, sitsen toraxean, abdomenean edota ahoan kokatzen dira, eta horiei esker, saguzar-espezie gehienek ultrasoinu-deiak entzun ditzakete, saguzarrek deien oihartzuna jaso aurretik. Gaitasun horrek % 40 igo dezake saguzarren erasoaldi bati ihes egiteko aukera.

Espezie askoren defentsa-erantzuna norabidez aldatzea, airean etengabe biraka hastea, edota lurrera jaustea da; eta beste espezie batzuek, tigre-sitsek, esaterako, defentsa-erantzun fisiko eta kimiko askoz konplexuagoak garatu dituzte, eta saguzarrak artegatzen maisu bihurtu dira.

Mimetismo akustikoa

Naturan, animalia pozoitsu edota zapore txarrekoek kolore deigarrien bidez ohartarazten dituzte harrapakariak beren arriskuaz. Animalia aposematiko deritze. Espezie pozoitsu askok antzeko kolore-ereduak garatu dituzte, harrapakari berberari

aurre egiteko (Müller mimetismoa). Beste batzuek, arriskutsuak izan gabe, pozoitsuak mimetizatzen dituzte arriskua saihesteko (Bates mimetismoa). Kolore bizikoak dira tigre-sits asko. Baina gaueko iluntasunean koloreek ezer gutxi balio dute, arriskuaz ohartu gabe saguzarrek ehizatuko bazaituzte, ezta? Tigre-sitsek eguneko harrapakariak ohartarazteko mantendu dituzte kolore deigarriak, segur aski. Gauerako, ordea, saguzarren *hizkuntza* berbera erabiltzen ikasi dute: harraparien ekokopapen-deien ultrasoinuak entzuteko gai izateaz gain, antzeko ultrasoinuak igortzeko gai dira, horretara bideratutako organo berezien bidez. Hain zuzen ere, ultrasoinuez baliatzen dira saguzarrei beren toxikotasunaz ohartarazteko; soinu aposematikoak dira horiek. Saguzarrek azkar ikasten dute *Cycnia tenera* eta bestelako zapore txarreko sits aposematikoek igortzen dituzten soinuak beren zapore desatseginarekin erlazionatzen (2a irudia). Abantaila horretaz baliatuta, *Syntomeida epilais* sitsak *C. tenera* espezieak igortzen dituen soinuak imitatzen ikasi du, azken horren aposematiko mülleriar bihurtuz. Guretzat kolore oso desberdinetako

sitsak izan arren, berdin entzuten dituzte saguzarrek (2b irudia). *Euchaetes egle* espezieak ere ez du atzean gelditu nahi izan, eta zapore desatseginik izan ez arren, aurreko bien aposematiko batesiar bihurtu da, beren ultrasoinu-deiak mimetizatuz (2c irudia). Berriki eginiko ikerketa batzuek iradokitzen dutenez, zapore oneko eta txarreko sits-espezieen soinuak desberdintzeko gai dira saguzarrak. Hala ere, saguzarrek sits-mota biak saihesten dituzte. Zapore onekoa delakoan, okertuta, pozoitsua janez gero saguzarrek izango luketen zigor gogorregiari zor zaio segur aski jokamolde zuhur hori.

Soinu-interferentziak

Eta tigre-sitsen soinu-estrategiak harrigarri bezain eraginkorrak badira ere, ez da beren trikimailu txundigarriena. *Bertholdia trigona* tigre-sitsak trikimailu akustiko are konplexuagoa garatu du: ez da toxikoa eta ez ditu familiakide toxikoak mimetizatzen, saguzarren ekokopakapen-deietan interferentziak eragiten ditu, maiztasun oso altuko soinuen bidez (1. irudia). Interferentzia nola gertatu daitekeen ulertzeko, ikus dezagun modu erraz batean nola kalkulaten duten saguzarrek sitsaren kokapen espaziala: beren ekokopakapen-deiek sitsa jotzean sortzen duten oihartzunaz baliatzen dira sagu-

zarrak harrapakinetatik zer distantziara dauden kalkulatzeko. Oszilazio-interferentziaren hipotesiaren arabera, *B. trigona* sitsek sortutako maiztasun altuko deiak saguzararren ekokopakapen-deien oihartzunekin nahasten dira; hala, saguzarren distantzia-kalkuluak oztopatzen dituzte. 2011n, hipotesia egiaztatu zuten Corcoranek eta haren kideek: *B. trigona* ehizatu nahi zuten saguzarrek distantzia-tarte estuetan galtzen zuten etengabe harrapakina, hark maiztasun altuko kontrako deiak egiten zituen bakoitzean. Dena 2 milisegundoko tartean gertatzen da!

Apaingarri edo defentsa-mekanismo?

Tigre-sitsak ez dira trikimailu akustikoak egiteko gai diren bakarrak. Saturniidae familiako ilargi-sitsak beren buztan luze bezain dotorengatik ezagutzen dira (3. irudia). Talde horretako sitsek ez dute saguzarren ekokopakapen-deiak entzuteko organorik, eta, beraz, ezin dute ihes egin saguzarra atzematean. Baina ilargi-sitsek ez dute tinpanoen beharrik, saguzarren kontrako trikimailu akustiko harrigarri bat garatu baitute beren buztan luzeei esker. Hegan egitean, saguzarren eraso hegoetako luzakinetara bideratzen dute, eta ihes egitea lortzen. Buztanaren mugimenduek ekokopakapen-deien oihartzune-



2. irudia. (a) *Cycnia tenera*, (b) *Syntomeida epilais* eta (c) *Euchaetes egle* tigre-sits aposematikoak (Erebidae familia, Arctiinae subfamilia). Guretzat itxura eta kolore desberdinetakoak izan arren, oso antzera entzuten dituzte saguzarrek. ARG.: Patrick Coin/CC-BY-SA-2.5, Bob Peterson/CC-BY-2.0 eta Patrick Coin/CC-BY-SA-2.5, hurrenez hurren.

3. irudia. Saturnidae familiako *Actias luna* ilargi-sitsa. Hegan egitean, atzeko hegoen luzakinek *errefrakzio akustiko* deritzon efektua sortzen dute, eta, hala, sitsaren gorputzetik luzakinetara bideratzen dute saguzarraren erasoaldia.

ARG.: Kugamazog Commonswiki/
CC BY-SA 2.5.



tan zer aldaketa zehatz eragiten duten oraindik ezezaguna bada ere, saguzarren arreta sitsaren gorputzetik hego-luzakinetara desbideratzen dute, erasoaldien % 50ean baino gehiagoan. Efektu hori dela eta, 2015ean, *errefrakzio akustikoa* izenarekin definitu zuten Barber-ek eta haren kideek animalien artean ezezaguna zen defentsa-moldaera berri hori. Ikerlariak erakutsi zuten, luzakinek ez dute hegaldiaren eraginkortasunean eragiten, eta laualdi desberdinetan sortu dira saturnidoen artean, eboluzioan zehar. Beraz, apaingarri hutsa izan beharrean, saguzarren kontrako moldaera eraginkorrak dira sitsen hegoetako luzakin dotoreak.

Sits-espezieen erdiak baino gehiagok saguzarren ekokopapena atzemateko gai den entzumenaren izan arren, 65.000 espeziek baino gehiagok ez dauka horrelako organorik. Hala ere, guda akustiko batean dihardute saguzarrekin, milioika urte iraun duen lasterketa ebolutiboan, eta, oraindik, gauero egin behar diote aurre saguzarren predazioari. Hainbat dira istorio honetan kontatu barik utzi ditugun moldaera bitxiak, baina, azken urteotako aurkikuntzek iradokitzen dutenez, saguzarren kontrako moldaera eta estrategien dibertsitatea pentsatzen zena baino askoz altuagoa izan daiteke sitsetan. Are gehiago, saguzarren ekokopapen-sistemaren bikaintasunaren mugak ezagutzen ere lagundu digute.

Udako gau epeletan etxeko argirantz zoraturik hurbiltzen dira askotan. Artikulu hau irakurri ondoren, espero dut benetako gerlari akustiko gisa ikustea orain arte sarri intsektu nazkagarritzat hartu izan

ditugun sitsak. Eta bestela, saiatu harrapatzen! Predatzaileen ehiza-moldaera bikainak ikusten dituzueanean, gogoratu hein handi batean diren bezalakoak direla beren harrapakinaren ihes-moldaera ikusgarriari esker, eta alderantziz. Bizi ala afari! ●

Bibliografia

Barber, J.R., Leavell, B.C., Keener, A.L., Breinholt, J.W., Chadwell, B. a, McClure, C.J.W., Hill, G.M. & Kawahara, A.Y. (2015) Moth tails divert bat attack: evolution of acoustic deflection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112, 2812–6.

Conner, W.E. & Corcoran, A.J. (2012) Sound strategies: the 65-million-year-old battle between bats and insects. *Annual review of entomology*, 57, 21–39.

Corcoran, A.J., Barber, J.R., Hristov, N.I. & Conner, W.E. (2011) How do tiger moths jam bat sonar? *The Journal of experimental biology*, 214, 2416–25.

Dawkins, R. & Krebs, J.R. (1979) Arms races between and within species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 205, 489–511

Jantzen, B. & Eisner, T. (2008) Hindwings are unnecessary for flight but essential for execution of normal evasive flight in Lepidoptera. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 16636–40.

Miller, L. a. & Surlykke, A. (2001) How Some Insects Detect and Avoid Being Eaten by Bats: Tactics and Countertactics of Prey and Predator. *BioScience*, 51, 570.

CAF-Elhuyar sarietara aurkeztutako lana.



Hezkuntza hobetzeko 10 GAKO jardunaldia

Hik Hasik **HEZKUNTZA-PROPOSAMENA** aurkeztu zuen ikasturtearen hasieran: *Kalitatezko hezkuntza bermatzeko zoru pedagogikoa eta etikoa: hezkuntza hobetzeko gakoak.*

10 gakoen gainean gogoeta egiteko eta eztabaidatzeko jardunaldia antolatzen ari da **apirilaren 21erako Donostian.**

Hizlarien artean izango dira, besteak beste, *Ane Ablanedo, Kontxi Aizarna, Lorea Agirre, Mariam Bilbatua, Lore Erriondo, Amaia Etxabe, Eneko Itziar, Nora Salbotx, Xabier Sarasua, Xabier Tapia...*

Informazio osoa eta izena ematea, martxoaren 1etik aurrera
www.hikhasi.eus helbidean

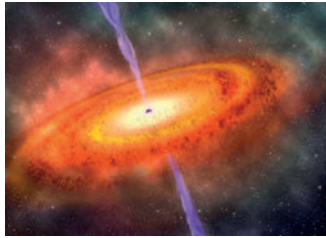
Jarraitu gurekin zientzia eta teknologiaren berriei, sarean aldizkaria.elhuyar.eus



EKINEAN

“Ezinbestekoa da zientzia jendeari hurbiltzea”

Ainhoa González Pujana ez da kasualitatez iritsi EHUko NanoBioCel taldeko ikertzaile izatera. Aitortu duenez, beti izan du jakin-min handia, eta txikitatik interesatu izan zaio osasun-arloa. Azaldu duenez, “Kimika eta Biologia asko gustatzen zitzaizkidan; horregatik erabaki nuen Farmazia ikastea”. Hasieratik baztertu zuen, ordea, farmazia-bulego batean lan egiteko aukera. (...).



ALBISTEA

Urruneneko zulo beltza detektatu dute

Orain arte urrunen aurkitutako zulo beltz baten berri eman dute Carnegie Institutuko astronomoek, *Nature* aldizkarian argitaratutako artikulu baten bidez. Azaldu dutenez, Eguzkiak baino 800 milioi aldiz masa handiagoa duen quasar bat da, eta unibertsoak 690 milioi urte zituenean sortu zen, hau da, gaur egun duen adinarean % 5 baino ez zuen garaian. Horrenbestez, unibertsoaren bilakaeraren lehen uneak nolakoak izan ziren aztertzeo aukera ematen du quasar horrek. (...).



ALBISTEA

Zientzia eta teknologiarekiko pertzepzioa

EAEko biztanleek zientzia eta teknologiaren inguruan duten iritziari buruzko txostena argitaratu berri du Eusko Jaurlaritzak. Haren arabera, azken bost urteotan hazi egin da gai horiekiko interesa. Hain zuzen, 1etik 5erako eskalan, 3 izan zen 2012ko emaitza (2006an bezala), eta orain, berriz, 3,4. Hala, kirolak baino interes handiagoa pizten dute (2012an 3,3koa zen kirolarekiko interesa, eta geroztik ez da aldatu), eta zinemak, arteak eta kulturak dutenarekin parakatzen da. (...).

Ekainera arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



@elhuyaraldizk

Zer eta nor



Zelai Haundi, 3.
Osinalde industrialdea
20170 USURBIL (Gipuzkoa)
tel. 943 36 30 40 - Faxa: 943 36 31 44
aldizkaria.elhuyar.eus

Zuzendaria:

Aitziber Agirre (a.agirre@elhuyar.eus).

Publizitate-arduraduna:

Izaro Aizpurua (i.aizpurua@elhuyar.eus).

Hizkuntza-arduradunak:

Alaitz Imaz, Saroi Jauregi.

Erredakzio-taldea:

Aitziber Agirre, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Jorge Aramburu, Aitor Arrizabalaga,
Gotzone Barandika, Igor Leturia, Manu Ortega,
Juan Ignacio Pérez, Ibon Redondo.

Azaleko argazkia:

NASA. Apollo 11tik ateratako argazkia, 1969ko uztai-
laren 16-24.

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte.

Harpidetzak:

Lurdes Ansa (harpidetz@elhuyar.eus).

Inprimatzailea:

Leitzaran Grafikak. Papera klororik gabea da, eta
FSC agiria du (ingurumen-kudeaketa jasangarriko
basoetatik erazutzen da). Oinarri begetaleko tintak
erabiliz inprimatzen da.

Banatzaileak:

Distipress (Araba eta Nafarroa); Badiolan (Gipuzkoa);
Simó (Bizkaia); Elkar.

Paperean eta edizio digitala:

- Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua).
- Euskal Herria eta Espainia: 16 €.
- Beste herrialdeak: 28 €.

Ale digitala: 3,50 € (www.elhuyar.eus).

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons li-
zentzian dago, "Aitortu – Berdin partekatu (CC-
BY-SA-3.0)" lizentzia. Beste jabetza batekoak diren
edukiak jabeak adierazitako lizentzian erabili dira,
eta hala aitortu dira.

Elhuyar Fundazioak ez du derrigor bere gain hartzen
aldizkarian adierazitako esanen eta iritzien erantzun-
kizunik.

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA
DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

"Kultura eta Hizkuntza Politika Sailak (Hizkuntza
Politikarako Sailburuordetzak) diruz lagundua"



Gipuzkoako
Foru Aldundia

ORONA Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA
Koop. Elk.; EIKA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.;
KIDE Koop. Elk.; DANOBAT GROUP Koop. Elk.; IRIZAR
Koop. Elk.; MAIER Koop. Elk.; Tajo Group.

Gozatu

elhuyar

aldizkari berritua

Zientzia eta teknologiaren arloan gertatzen den guztia, eskura: gaurkotasuna, iritzia, analisia, istorioak, irudiak, hemengo ikerketa...

Urtean 16 euroren truke



Hiru hilez behin jasoko duzu etxean, eta, noiznahi, eduki gehiago izango duzu webgunean

Harpidetu zaituz edo oparitu ezazu harpidetza, hemen: <http://aldizkaria.elhuyar.eus/harpidetza>

zientziaazoka

elhuyar da

Ikertzaile gazteen Euskal Herriko zientzia-azoka

2017-2018

APIRILAREN

21 ean
larunbata

**Bilboko Plaza Barrian,
egun osoz,
12:00etatik aurrera!**

zientzia-azoka.elhuyar.eus

**SARTU
ZURE
AGENDAN!**

**bizi
ikerketa!**

ANTOLATZAILEA

elhuyar
Zientzia

BABESLEAK

Bilbao



GOBIERNO DE ESPAÑA
INSTITUTO DE FOMENTO INDUSTRIAL Y COOPERACIÓN

FECYT

ESPAÑOLA ESPAÑOLA
PARA LA FÍSICA Y LA TECNOLÓGICA

EURODIPUTACIÓN
GOBIERNO VASCO

Bizkaia
Basque Government
diputación foral

euskaltel
konekta

IBERDROLA

erabi
Bizkaia
talent

KOLABORATZAILEAK

