

Arma mikrobiologikoak

Adelaida Umaran Sanchez eta Arantxa Sarasua Etxeberria

EHUko irakaslea eta OEEko kidea / EHUUn doktorego ikaslea



U.S. ARMY

ARTXIBOKOA

Gerra hotza zela eta, 1950eko hamarkadan arma biologikoen garapena handia izan zen. Urte batzuetan gaia puri-purian egon zen eta alde guztietatik gaitzetsi zen... baina denborak aurrera egin ahala ahaztu egin da.

OFIZIALKI ARMA BIOLOGIKOAK IKERKUNTZA-FASEAN BAINO EZIN DIRA GARATU, gerran ezin dira erabili. Hori dio, behintzat, arrazoi etikoetan oinarrituta, horrelako armak erabiltzea debekatzeko 1972an sinatu zen nazioarteko itunak. Hitzarmen horren arabera, ezin dira arma biologikoak erabili, baina badakigu herrialde eta gobernuz kanpoko hainbat taldek badutela horrelako armak egiteko gaitasuna.

Bilakaera historian

Sobietar Batasuna desegin eta gero, han zeuden arma biologikoen berri eman zen, besteak beste, izurriaz betetako nazioarteko misilen berri. Jakin ahal izan zenez, izurria, tularemia eta antraxaren izurriteak sortzeko gai ziren bakterioak manipulatu zituzten, antibiotikoekiko erresistenteak izan zitezten. 1980ko hamarkadan 25.000 zientzialari sobietarrek jardun zuten arma biologikoak garatzeko programetan. Horietako gehienak gaur egun lan-gabezia daude, beren jakinduria eta prestakuntza ondoren ordainduko dienen zerbitzura jartzeko prest. ➔



ARTXIBOKOA

Arma mikrobiologikoak egiteko, besteak beste, izurriaren baziloa erabiltzen da.

Golkoko gerran ere arma kimiko eta biologikoak erabili zirela uste da. Badaezpada hara joan ziren soldaduek txerto guztiak jaso zituzten. Gerra bukatu eta gero, nazioarteko aditu-taldeek Irakeko instalazioak ikusteko aukera izan zuten. Beren esanetan Iraken arma biologikoak ekoizteko instalazioak zeuden, milaka litro mikroorganismo kaltegarriez eta hauek hedatzeko jaurtigailuez osatuta.

Gaur egun hamazazpi herrialdek arma biologikoak eskuratzeko ikerketa- eta garapen-programa ofizialak dituzte. Hor daude, besteak beste, Siria, Korea, Libia, Txina, Iran eta Irak. Dena den, egitasmo, proiektu edo jardun ofizial horietatik at, batek daki zenbat talde armatu den arma biologikoak sortzeko gai.

Arma mikrobiologikoak

Arma mikrobiologikoak mikroorganismo edo mikrobioek ekoizten dituzten substantzietan (esporez, toxinez...) egindako armak dira. Arma horiek ekoizteko prozesua funtsean erraza da, baina mikroorganismoak egokiak ez diren baldintza teknikoetan edo axolagabekeria tratatuz gero, ekoizlea bera kutsa daiteke. Erasotu nahi den populazioaren ezaugarrien arabera, arma gisa mikroorganismo asko erabil daitezke.

Gaur egungo teknologiarekin ekoiztutako arma mikrobiologikoen ondorioak aurrez ikusi ezin eta kontrolagaitzak dira, erasotzaileari eta erasotuari kalte egin baitiezaiekete. Adituen ustez, ingeniariak genetikoak izan duen aurrerapenaren ondorioz, urte gutxi barru horrelako arazorik ez da izango. Beraz, badirudi etorkizuneko arma mikrobiologikoak selektiboagoak izango direla.

Arma biologikoak debekatzearen aldeko nazioarteko itunean arrazoi etikoak aipatzen diren arren, batzuen ustez itun horren benetako arrazoia bestelakoa litzateke: eraso biologikoen ondorioak kontrolatzeko ezintasuna. Hala ere, muga hori laster gaudituko omen da. Gizakiaren ADNa deszifratzen den heinean, giza arraza bakoitza bereizten dituen marka genetikoak aurkitu ahal izango direla uste da. Horrela, teknika genetikoaren bidez mikroorganismoak manipulatzeko aukera egon daiteke, ezaugarri jakin batzuk dituztenei bakarrik eraso egin diezaieten. Hortaz, erasotzaileek ez lukete kutsatzeko arriskurik jasango.

Orain arte asmatutako arma biologiko gehienak arma mikrobiologikoak dira, mikroorganismo edo mikrobioek ekoizten dituzten substantzietan betetako jaurtigaiak, hain zuzen ere. Arma biologikoak erabilia, erasotuko den populazioa aukeratu ondoren eta airez arin-arin hedatuta, biztanle gehienak gaixotzea, hauetariko asko hiltzea eta erasotutako lurraldea osasun-larrialdian murgiltzea izaten da helburua.

“arma mikrobiologikoak sortzeko, mikroorganismo zitalak eskuratu, ugaritu eta hedatzeko teknologia garatu baino ez dago”

Arma biologikoak sortzeko lehen urratsa mikroorganismo zitalak eskuratzeko da. Horretarako, munduan dauden ikerkuntza-laboreak hornitzeko erabiltzen diren hainbat hazkuntza-bilduma bada. Bigarren urratsa mikroorganismo zital horiek ugaritzea litzateke. Hori egiteko, oinarriko tresneria zientifikoa besterik ez da behar, baina prozesua egiten dutenentzat arriskutsua izan daiteke. Azken urratsa, zailena, mikroorganismoak airez hedatzeko teknologia garatzea da. Jaurtigaiak edo lehergaiak erabil daitezke helburu horrekin, baina leherketan mikroorganismoen bideragarritasuna eta infektatzeko gaitasuna galdu egingo dira.

Zientzia-fikziozko kontuak diruditen arren, errealitate dira. Hala ere, fikzioa zer den eta zer errealitatea bereizi egin behar da. Ondorengo lerroek zeregin horretan lagun dezakete.

Nolako mikroorganismoak?

Arma moduan erabiltzeko mikroorganismo idealek hainbat ezaugarriaren ondorio izan beharko lukete. Ezaugarri horietako bat tamaina da, tamaina egokia, alegia. Adituen

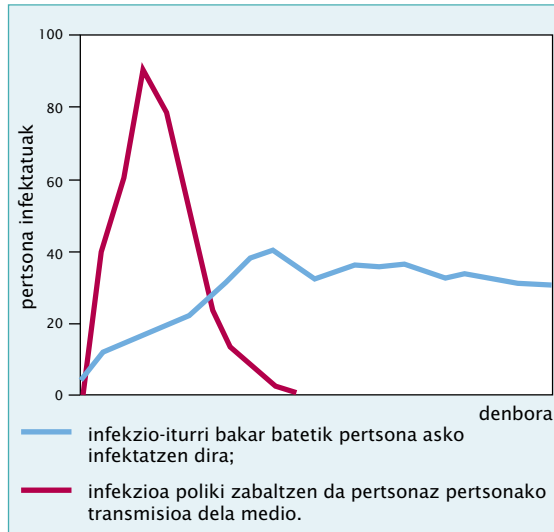
ustez, mikroorganismoek mikrometro bat inguru neurtu behar dute. Birus gehienak txikiagoak diren arren, baztangaren birusa edo Marbug birusa handienetarikoak dira: 0,3-0,8 mikrometro neurtzen dute. Bakterio gehienek eta bakterioen esporek, berriz, airearen bidez hedatzeko oso tamaina egokia dute: 1-3 mikrometro. Gainerako mikroorganismo patogenoak —onddoak, protozoak...— handiegiak dira; 5 mikrometro baino handiagoak.

“arma moduan erabiltzeko mikroorganismo ideala, tamaina egokia izateaz gain, segurua izan behar du manipulatzeko”

Tamainak ez ezik, mikroorganismo seguruak izateak ere garrantzi handia du; hau da, armen ekoizpen-prozesuan mikroorganismoek ez dute arrisku erantsirik izan behar. Arma mikrobiologikoak sortzeko, aukeratutako mikroorganismoa hazi egin behar da. Kultibotik milioika mikroorganismo lortuko dira. Horiek guztiak bildu, eta gero jaurtigailuetan sartu behar dira. Prozesu horretan infekzioa zabaltzeko arriskua gutxitzea ezinbestekoa da. Bakterioetan, espezie gutxi batzuk erresistentzia-formak era-



Mikroorganismoen aurrean neurri bereziak hartu beharko dira.



1. grafikoa. Infekzioen agerraldi-motak.

tzeko gai dira. Forma horiek —esporak— geldoak izaten dira, ez dira ugaltzen baina oso erresistenteak direnez, urte askotan bizirik irauteko gaitasuna dute. Beraz, bakterio-esporak ezin hobeak dira biltzeko eta bakterioen hazkuntzak berregitea saihesteko. Horretaz gain, kontuan hartu behar da gerran erabiltzeko aukeratu izan diren bakterio batzuk —*Bacillus anthracis*, adibidez— uestekabeko kontaktuen bidez gaixotasun arinak baino ez dituztela eragiten.

Arma gisa erabiltzeko mikroorganismoak, aldi berean, jende asko gaixotzeko gaitasuna ere izan beharko du. Mikroorganismoek sortutako gaixotasunak transmitigarriak direnez, populazio jakin batean mikroorganismoa sartzen denean kasu bat baino gehiago ager daitezke. Horrelakoetan gaixotasunaren agerraldia dagoela esaten da. Agerraldia handia denean, biztanle gehienei eragiten dienean, izurriteaz hitz egiten da.

Infekzioaren transmisio-bidearen arabera, era askotako agerraldiak (1. grafikoa) izan daitezke. Batzuetan, denbora laburrean kasu asko agertzen dira aldi berean. Horrelako agerraldiak gertatu ahal izateko, nahitaez iturria bakarra eta arrunta izan behar da. Adibidez, edateko ura edo arnasten den airea kutsatzen badira, aldi berean jende asko gaixotzen da. Infekzio-iturria desagertzean, akabo agerraldia. Beste agerraldi batzuetan, hasieran kasu gutxi agertzen dira eta infekzioa poliki-poliki transmititzen da. Horren adibideak sexu-harremenen bidez transmititutako gaixotasunak izan daitezke, hiesa adibidez. Horrelako agerraldiak desagertarazteko irtenbide bakarra biztanleak babesteko modua, txertoa alegia, bilatzea da.

Populazioari eraso baino infekzioaren hedapena murrizta eta kontrolatua izateko, lehen motako agerraldiak sortzen dituzten mikroorganismoak aukeratu izan dira.

Horrela, beheko taulan zerrendan agertzen diren birus eta bakterio gehienak airez transmiti daitezke edo bes-tela —esate baterako, bakterioek sortutako toxinak— edateko ura edo elikagaiak pozointzeko balioagarriak dira.

Mikroorganismoak eragin ditzakeen hildakoak ere, arma moduan erabiltzeko aukera gehitzen du. Arma mikrobiologikoak erabili izan direnean gertatu diren agerraldietako datuak aztertuta eta animaliekin egindako esperimentuak estrapolatuta, mikroorganismo bakoitzaren ID₅₀ kalkula daiteke, hau da, biztanleen erdia hiltzeko beharrezkoa den dosia. Horrela, 100.000 biztanleko populazioa erasotzeko, *Bacillus anthracis*-aren esporak erabiliz gero 20.000 espora erabili beharko dira, *Brucella melitensis* edo *Francisella tularensis*-en kasuan, berriz, 1.000 zelula nahikoak dira.

Arma moduan erabiltzeko mikroorganismo idealek izan behar duten azken ezaugarria, haientzako prebentzio eta tratamendurik ez izatea da, behintzat erasotutako popu-

lazioarentzat. Gaur egun 1. taulan agertzen diren birusen kontrako tratamendu zehatzik ez dago. Bakterioen kasuan, aldiz, antraxa, tularemia, bruzelosia, izurria eta Q sukarra tratatzeko antibiotiko egokiak egon badaude, baina nahita sortutako agerraldi erraldoietan antibiotikoak eskuratzea eta infektatutako guztiak berehala tratatzea ez litzateke erraza izango. *Clostridium*-en toxinak erabilia antibiotikoek ez lukete ezertarako balioko, toxikazioa kontrolatzeko aukera bakarra antidotoa eta anti-serum zehatza erabiltzea delako, eta behar beste antidoto gordeta edukitzea oso zaila da.

Ezaugarri horiez guztiez gain, arlo honetan ingeniari-tza genetikoak egindako "ekarpena" ere kontuan hartzekoa da. Izan ere, gaur egun ingeniari-tza genetikoak geneak manipulatzeko duen aukeraz baliatuta, mikroorganismo horien ezaugarriak eralda daitezke, eta dauden arma mikrobiologikoak "hobetu", adibidez antibiotikoekiko mikroorganismo erresistenteagoak eginda.

Erabilitako mikroorganismoak

Lehen taulan ikus daitekeenez, inoiz arma biologiko gisa erabiltzeko moduko mikroorganismo edo mikrobioek ekoizten dituzten substantziek ezaugarri ugari dituzte, eta horietako askok —bakterioek bereziki— antzeko ezaugarriak edo ezaugarri berdinak dituzte:

- Zoonosien sortzaile dira. Antraxa, tularemia, bruzelosia eta abar ganaduaren gaitz tipikoak dira, eta gaixotutako animaliekin edo beren produktuekin maiz kontaktua dutenek soilik pairatzen dira (1. irudia).
- Lehen agerraldi handiak izan bazituzten ere, gaur egun ganaduari egiten zaizkion osasun-kontrolari esker, gaixotasun hauek arraroak dira.
- Mikroorganismo horiek airez transmiti daitezke.
- Mikroorganismoak larruazaletik sartzen direnean infekzioa lokala, arina eta sendatzeko modukoa izan daiteke; arnas-

bideetatik sartzen badira, berriz, gaixotasuna larria eta hilgarria izan daiteke.

Marbug birusaren kasuan, transmisioa ez dago guztiz argituta, baina badakite gordailua animalia dela, tximinoa hain zuzen ere. Birus horrek sortutako gaixotasunak ez du tratamendurik eta infektatuen % 90 odoljarioagatik hilko da.

Entzefalitisak sortzen dituzten birusak marraskarietan eta beste animalia askotan daude eta gizakiak eltxoen bidez jaso ditzake. Transmisore horiek oso espezifikokoak dira eta, horregatik, gaixotasuna espezie transmisorea bizi den lekura mugatuta dago.

Baztangaren birusak ez du gordailurik animalietan, gizakien birusa da eta, txertoei esker, gaur egun desagerituta dago.

MIKROORGANISMO	GAIXOTASUNA	TRATAMENDUA	ERRESISTENTZIA	TAMAINUA	TRANSMISIOA
Baztangaren birusa	Baztanga	EZ	Ez	0,8μ	AIRETIK
Entzefalitisen birusak	Entzefalitisak	EZ	Ez	0,3μ	Bektoreen ziztadek
Marburg birusa	Sukar hemorragikoa	EZ	Ez	0,3μ	?
<i>Brucella melitensis</i>	Bruzelosia	antibiotikoak	Ez	1,5μ	AIRETIK
<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia	antibiotikoak	Ez	0,5μ	AIRETIK
<i>Yersinia pestis</i>	Izurria	antibiotikoak	Ez	1,5μ	AIRETIK
<i>Bacillus anthracis</i>	Antraxa	antibiotikoak	ESPORAK	1,2μ	AIRETIK
<i>Clostridium botulinum</i> toxinak	Botulismoa	antisueroa	ESPORAK	1μ	Ura, elikagaiak
<i>Clostridium perfringens</i> toxinak	Gangrana gaseosa	antisueroa	ESPORAK	1μ	Ura, elikagaiak

1. taula. Gerra bakteriologikoan erabiltzeko gai diren mikroorganismoak.

Gerra mikrobiologikoaren ondorioak

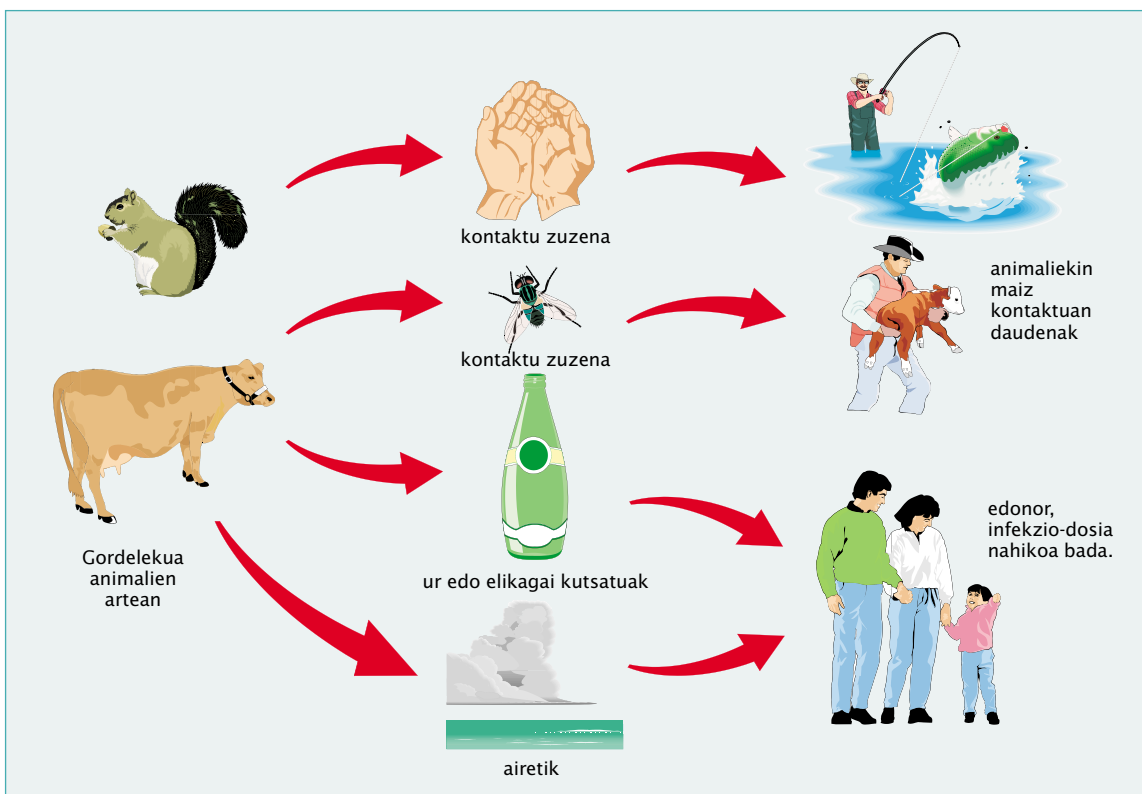
Mikroorganismo idealen ezaugarriak zeintzuk izan behar diren jakinda, ekoitzi eta gero, erasotzaileari erabiltzea baino ez zaio geratzen. Dena den, erabili baino lehen, ez al lieke balizko ondorioei erreparatu behar? Bada seguru bai, baina arma mikrobiologikoen eragina zenbait aldagaien arabera denez, alde aurretik nekez jakingo litzateke gero zer gertatuko den.

“aukeratutako mikroorganismoak, airetik edo uretatik transmitituta, hilkortasun handiko gaixotasunak eragin ahal ditu”

Mikroorganismoa hedatzeko erabiltzen den teknikaren arabera, eragina izugarri alda daiteke. Orain arte, mikroorganismoak hegazkinetako jaurtigai eta lehergaietan eraman dira, bonba txikienetan zein nazioarteko misiletan. Beraz, erasoko den lurraldea eta biztanle-kopurua jakiteko, jaurtigaiaren ezaugarriak, erasoaldiaren iraupena eta mikroorganismoaren tamaina jakin beharko lirateke.

Erasotuen ezaugarriek ere mikroorganismoen eragina baldintza dezakete. Erasoa jasango duten biztanleen ezaugarri batzuk alde aurretik kontrolatzea zaila da: erabiliko den mikroorganismoarekiko immunitate-maila, hartzen ari diren tratamendu antibiotikoak, pertsonaz pertsona infekzioa transmititzeko aukera eta abar. Baztargaren birusaren kasuan, errotik kenduta dagoenez eta txertoa erabiltzeari utzi zaionez, ez dago babesik. Kasu gehienetan, infekzio arraroak direnez edo leku gutxi batzuetara murriztuta daudenez, biztanle gehienek ez dute antigorputzik. Era berean, osasun-bitartekoak, antolamendua, baldintza sozioekonomikoak, faktore geografikoak nahiz demografikoak eta abar kontuan hartzekoak dira, batez ere balizko erasoen ondoren arin eta egoki erantzuteko gaitasuna alde aurretik ikusi nahi bada.

Duda barik, erasoaren eraginarekiko zerikusirik handiena mikroorganismoaren ezaugarriek dute: aukeratu den mikroorganismoaren patogeniak (gizakia kaltetzeko bide edo estrategiak), birulentziak (gaixotzeko eta hiltzeko gaitasunak) eta epidemiologiak. Mikroorganismo guztiek ez dute patogenia berdina, ez eta birulentzia berdina, ez eta transmititzeko eta infektatzeko gaitasun berdina. Modu naturalean gertatutako infekzioak direnean, oro har, mikroorganismo horien guztien patogenia, birulentzia eta epidemiologia ezagutzen dira. Nahita barreiatu direnean, ordea, ez. Antraxaren adibidea argigarria izan daiteke. ➔



1. irudia. Zoonosiak sortzen dituzten mikroorganismoen transmisioa.

Prebeni al daitezke eraso mikrobiologikoak?

Antraxaren adibidean aipatu dugun tamainako larrialdiei aurre egiteko prestakuntzarik ez dago. Horregatik arma biologikoak garatu eta erabiltzea eragotzi egin behar da. Hala ere, adi egon beharra dago berpiz daitezkeen gaitasun horiek (antraxa, izurria...) diagnostikatzeko eta modu egokian tratatzeko. Horretarako, airean mikroorganismo birulentoak hautemateko teknika arinak bilatu beharko liriateke. Teknika horiek urrutitik aplikatzeko modukoak izan beharko liriateke, susmagarria litzatekeen edozein hodei minutu gutxi batzutan aztertze eta, kutsakorra balitz, lehenbailehen prebentzio-neurriak ezartzeko. Egungo diagnosi-teknikekin ezin da horrelakorik egin.

Bestalde, prebentzioaren baliabiderik garrantzitsuenetakoa hezkuntza da. Istripu edo eraso nuklearra edo isurki kimikoa izanez gero, egoki erantzuten jakiteko pro-



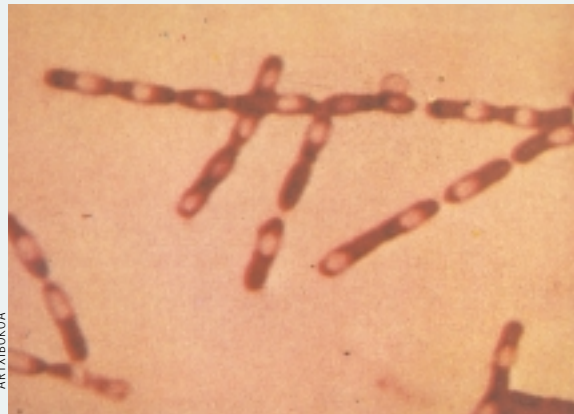
ARTXIBOKOA

Eraso mikrobiologikoak gertatuz gero, antzinatego izurriteak itzuliko dira.

gramak sortuta daude eta, populazioak ondo ikas ditzan, saiakuntzak egiten dira. Antraxak, nafarrieriak edo beste arma mikrobiologikoren batek sortutako izurriteari erantzun egokia ematea, berriz, zailagoa izango litzateke,

Antraxa

Antraxa *Bacillus anthracis* bakterioak sortutako infekzioa da. Bakterio honek ingurunean luzaroan bizirik irauteko gai diren erresistentzia-formak edo esporak eratzen ditu (argazkiak). Lurra espora horiekin kutsatzen denean, ganaduak infekzioa har dezake eta ganaduaren inguruan bizi diren gizakiak gaixo daitezke. Antraxa antzinatego izurriterik handienetakoa izan da, Biblian ere aipatua. 1660an European milaka gizaki zein abere hil zituen; baina 1881ean antraxaren kontrako txertoa lortu zenetik, ondo kontrolatuta dago eta oso kasu gutxi agertzen dira.



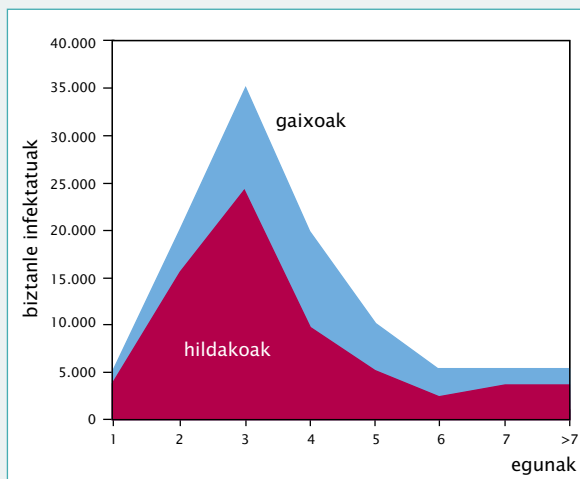
ARTXIBOKOA

Bacillus anthracis spp barruan esporak dituztela.

Horietako gehienetan bakterioen esporak gizakiaren larruazaletik sartzen dira eta infekzio lokala, arina eta sendatzeko modukoa eragiten dute.

Antraxaren esporak arnastu egiten badira, kontua askoz larriagoa da. Bronkioetako zelula defendatzaileek —makrofagoek— esporak irentsi eta barrurantz eramaten dituzte, biriketaraino. Han esporak erretu eta ugaritu egiten dira eta hiru toxina-mota ekoizten eta kanporatzen hasten dira. Toxinek zelulak hiltzen dituzte, infekzioa hedatu egiten da eta, azkenean, odol-hodiak eta barruko organoak suntsitzen dituzte. Infekzioa sortu eta 48 ordura tratamendurik jartzen ez bada, infektatuen % 95 hiltzen da; tratamendurik gabe, jakina, infektatutako guztiak hiltzen dira. Modu naturalean horrelako kasuak gertatzea oso arraroa da, arnasbideetatik infektatzeko behar den dosia lar handia delako

2. grafikoa. 100.000 biztanleko hiri batean *Bacillus anthracis* esporak 2 ordutik aurrera gertatuko den antraxaren agerraldia.



erantzun-programak ondo garatu gabe daudelako. Prebentzio-programak EEBBetako hiriburu batzuetan baino ez dira garatu.

Beste aukera txertoak erabiltzea da. Txertoak hildako edo indargabetutako mikroorganismo egindako esekidurak dira eta sistema immunea espezifikoki areagotzen dute, mikroorganismo bera topatzekotan infekzioa lehenbailehen kontrolatzeko. Beraz, gaixotasun infekziosoen prebentziorako tresnarik baliotsuenetarikoak dira. Edozein txertaketa egiteko, ezinbestekoa da txertoa hartu behar duena ezagutzea, txertoaren eragina sumatzeko aste batzuk pasa behar direlako. Arma mikrobiologikoen kasuan baldintza hori ezin da bete, munduko populazio osoak ezin ditu eta badaezpada dauden txerto guztiak hartu. Dena den, horrelako eraso bat gertatzean txertoak erabil daitezke, batetik, agerraldia murriztu eta gaixotasuna izurrite bihur ez dadin eta, bestetik, osasun-langileak babesteko.

—10.000-20.000 espora—. Dena den, animalien ilea esporzatuta dagoenean, artile-moztaileak gaixo daitezke.

Baina zer gertatuko litzateke antraxaren esporekin egindako eraso baten ondoren? 100.000 biztanleko ituaren gainean *Bacillus anthracis*-aren 1-2 mikrometro arteko milioika espora aireeratuko balira, gutxi gorabehera bi orduz egongo liriateke airean, biztanleak arnasteko moduan. Antraxaren agerraldia 2. grafikoak erakusten duenaren modukoa izango litzateke. Gaixo gehienak ospitaleratu beharko liriateke



Clostridium spp generoko bakterioak (muturreko biribiltasunak esporak dira).

eta antibiotikoarekin luzaro tratatu, baldin eta horrelako larrialdiei aurre egiteko osasun-bitartekorik balego. Ez balego, hildakoen kopurua aurrez ikusia baino handiagoa izango litzateke. Bestalde, 100.000 biztanleen tratamendua eta ospitalizazio-egunak ordaintzeko 25-500 milioi dolar beharko liriateke.

MERKATUAN	IKERKETA FASEAN
<i>Antraxa</i>	Tularemia*
<i>Izurria</i> *	Q sukarra
	Botulismoa
	Entsefalitisak
<i>Baztanga</i>	Baztanga**

* ez du balio izurri neumonikoa prebenitzeko.

** kultura zelularretatik.

2. taula. Eraso bakteriologikoak prebenitzeko txertoak.

Larrialdietarako txertoak, eraginkorrak ez ezik, erosoak eta merkeak ere izan beharko dira. Orain merkaturan antraxaren, baztangaren eta izurriaren kontrako txertoak aurki daitezke, —baztangaren kasuan gutxi— eta badira beste batzuk ikerketa-fasean edo hobekuntza-bidean daudenak: botulismoa, Q sukarra, tularemia eta entsefalitisaren kontrakoak, besteak beste. Bestalde, paradoxiakoa badirudi ere, ingeniariak genetikoak —arma mikrobiologikoak sortu eta hobetzeko erabil daitekeen teknologia bera— txerto berriak eta hobeak bilatzeko oso lagungarria gerta daiteke.

Prebentzio-neurrien azken multzoa adituek osatuko lukete. Izan ere, erasoaren ondoren funtsezkoa izango litzateke gaixotasunaren diagnostia lehenbailehen egitea. Gero isolamendu-neurriak eta tratamendu antibiotiko egokiak ezarri beharko liriateke hildakoen kopurua

**“gerran ezustekoa
abantaila izan ohi da;
gerra mikrobiologikoan
ezjakintasuna
erasotzaileen aldeko
faktorea izan daiteke”**

gutxitzeko. Gerran ezustekoa abantaila izan ohi da; gerra mikrobiologikoan ezjakintasuna erasotzaileen aldeko faktorea izan daiteke. Garatzen ari diren arma mikrobiologikoen dagoeneko desagertuta edo oso fokalizatuta dauden gaixotasun infekziosoen hedatzea dute helburu. Horren aurrean, gaixotasun infekziosoetan adituak direnak lehen mailako defentsa izan beharko liriateke, baina zoritxarrez defentsa hori ahula izango dela ikusten da, osasun-langileek ez dutelako eskarmenturik izango horrelako infekzioak tratatzeko. Pentsa, medikuntzako ikasleei gaixotasun horiek azaldu ere ez zaizkie azaltzen!

BIBLIOGRAFIA

DAVIS C. J.
Nuclear Blindness: An Overview of the Biological Weapons Programs of the Former Soviet Union and Iraq. Emerging Diseases 1999; Vol 5:Nº4.

KAUFMANN A F, MELTZER M I AND SCHMID G P.
The economic impact of a Bioterrorist Attack: Are Prevention and Postattack Intervention Programs Justifiable? Emerging Infectious Diseases 1997; 3:1-4.

Bioweapons and bioterrorism. JAMA 1997; 278:351-70.

SCHEREIBER W, MATHYS F K.
Infectio: Historia de las enfermedades infecciosas. Ed. Roche 1987.

BORDETELLA, FRANCISELLA Y BRUCELLA EN, MURRAY P R ET AL.
Microbiologia Médica. 2ª ed Harcourt brace 1997.

CIESLAK T J, EITZEN E M.
Clinical and Epidemiologic Principles of Anthrax. Emerging Infectious Diseases 1999; Vol 5: Nº4.