

Biomaterial polimerikoak

Giza gorputza osatzen duten plastikoak

Isabel Goñi & Marilo Gurrutxaga*

Biomaterialak, sistema biologikoekin elkarrekiteko diseinatutako material bizigabeak dira (1986ko BIOMAT "Consensus Conference"an hitzartutako definizioa).

Biomaterialek historia luzea dute; aspaldikoak baitira material natural edo artifizialez ehunen funtzioak eta gorputzaren zatiak errestauratzeko egindako saioak. K. a. 4000. urtean jadanik honelako teknikak erabiltzen zirela badakigu: Edgar Smith-en papiroak zauriak ixteko eta beste helburu batzuetarako sistemak deskribatzen ditu. K. a. 2000. urtearen inguruko beste lan batzuek hezurak konpontzeko metalak erabiltzen zirela adierazten dute. Antzara-lumak odol-hodiak konpontzeko erabiltzeko saioen berri ere heldu da gureganaino. Aspaldi samarreko berri horiek argi azaltzen dute bide honetan hainbat urrats eman izana, eta joan den mendearen hasieran dagoeneko hasiak



Plastikozko injertoa, TEFLONezkoa. Kapilarrek osatu direla ikus daiteke.

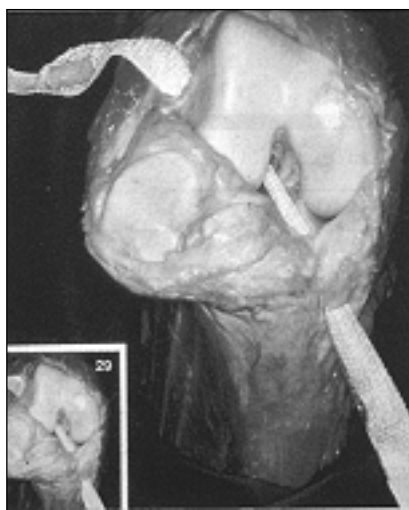
ziren metalak hezurak konpontzeko kirurgian seriooki erabiltzen.

Ondoren, mende honetan 30.eko hamarkadan, plastikoen industriaren garapena heldu zen eta horren ondorioz, polimeroak ere erabiltzen hasi ziren hezur-konponketetan. Plastikoa ere bere lekuaren bila hasi ziren biomaterialen artean, beraz. Beste hainbat gauzatan bezala, II. Mundu-Gerrak oso bultzada handia eman zien arlo honetako ikerketei. Gerrak berak sortutako ondorioek, inplante eta gorputzaz kanpoko gailuen beharra sortu zuen eta industrialki erabiltzeko egin ziren materialen garapenak lehen gailu erabilgarriak probatzeko aukera eman zuen. Industriarako egindako aurrerapenek medikuntzarako ekarri dituen onuren adibidetzat, hauxe ekarriko dugu hona: Koff doktoarearen giltzurrun artifiziala,

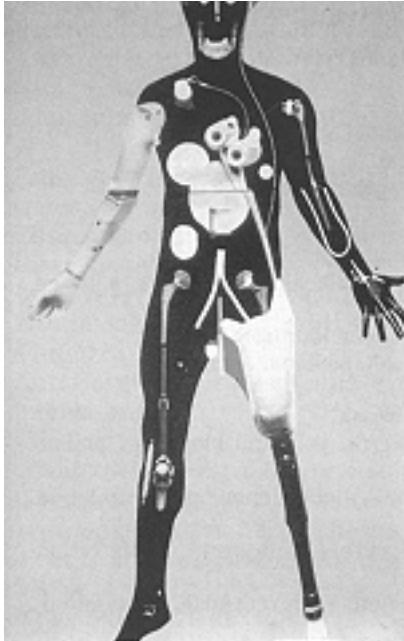
saltxitxak biltzeko zelofana garatzearen ondorio izan zen.

Azken 30 urte hauetan arlo honetan egin diren aurrerapenak urrats erraldoiak direla esan daiteke inongo beldurrik gabe. Taulan, polimeroek medikuntzan dituzten erabilpen nagusien zerrenda agertzen da, eta ikus daitekeenez, oso zerrenda osatua da; medikuntzaren esparru guztiak hartzen dituen. Guzti horietaz gain, azpimarratzekoa da polimeroek ortodontziaren alorrean lortu duten presentzia ikaragarria. Gaur egun, ortodontistek —eta beraiek esana da— polimeroik ezean kontsultak itxi egin beharko lituzkete.

Dagoeneko klasikotzat jo ditza-kegun arlo horiez gain, bada bidea urratzen hasi berria den beste esparrutxo bat; farmakologiarena, hain zuzen. Badira polimeroak era-



DAKRONezko (polietilentereftalatozko) ehuna, belauneko lotailua ordezteko.



Egun erabil daitezkeen protesi plastiko guztiekin osatutako giza gorputza.

biltzen dituzten medikamentu berri batzuk eta hauetan oso paper berezia eskatzen zaio polimeroari. Batetik, botikaren dosifikazioa

gorputzaren barruan gertatzea nahi da, eta bestetik, botika hori nahi den gunera baino ez heltzea.

Traumatologia da, dudarik gabe, jatorri polimerikoa duten protesi-materialak erabiltzeaz gehien baliatu den espezialitate mediko-kirurgikoa. Istripu traumatologikoak oso ugari dira lan-mundu industrialean eta garraibideetan eta hauei degenerazio-gaixotasunak ere erantsi behar zaizkie. Artikulazio-protesi gehien-gehienek dute osagai polimerikoren bat. Behatz-artikulazioak normalean silikonazko materialez ordeztzen dira, esate baterako.

Espezialitate honetan gehien aplikatzen den kirurgia, aldaketa eta belaun-artikulaziokoa izango da, noski. Artikulazio edo giltzadura hauetan sarritan metala, polietilenoarekin edo teflonarekin konbinatuz erabiltzen da. Gainera, pieza hauek organismoan kokatzeko erabiltzen den "zementua" poli(metil metakrilato)a izaten da. Zementu hauen erabiltzeak badu berezitasunik: intsezioa egin behar den lekuan bertan polimerizatzen da eta horrela jatorrizko piezek utzi



Protesi plastikoek, istripu larriak jasandako askoren bizi-kalitatea hobez dezakete.

duten hutsunera guztiz egokitzea lortzen da.

Larruazal-ehuneko protesiek ere garapen handia izan dute. Azal edo larruazal izenez ezagutzen

“APLIKAZIOA GERTU IKUSTEKO MODUKO IKERKETA EGIN NAHI DUGU”

Elkarrizketa, Marilo Gurrutxaga eta Isabel Goñi-rekin, Donostiako Kimika-Fakultateko Polimeroen Zientzia eta Teknologia Saileko irakasle eta ikerlariak.

ELH. Azken urte hauetan biomaterialen arloko ikerketan murgilduta zabiltzate. Nola heldu zarete arlo honetara?

I.G. & M.G. Gure hasierako ikerketak, biomasa begetalaren ustiapenari buruzkoak ziren. Guk egiten genuena, txerto-motako kopolimeroak lortzea zen. Horretarako, almidoia, biomasa begetalaren osagai garrantzitsuenetakoa, eta polimero akrilikoak erabiltzen genituen. Almidoia eta antzeko osagaiak erabiliz eta hauek polimero sintetikoekin transformatuz, kopolimero degradagarriak lortu genituen. Polimero akrilikoak bestalde, oso garrantzitsuak dira bioplastikoen artean biobateragarriak direlako.



M. Gurrutxaga eta I. Goñi, biomaterial polimerikoen ikerlariak.

Urtetan aritu gara oso oinarritzkoa zen ikerketa eginez, hau da, sintesi-lanak egiten, eta bereziki akrilikoekin. Baina ez genuen sintetizatu eta aztertutako materialen ustiapena aztertzen eta gure ustez hankamotz geratzen egindako lana. Horrek bultzatu gintuen biomaterialen arloan murgiltzera; hor errazagoa baitzen ikerketan erabilitako materialen aplikazioak ikusi eta helburu

jakin batekin lan egitea. Oraindik ere polimero akriliko eta almidoiarekin segitzen dugu, baina ikerketak norabide argiagoa du.

ELH. Zein da orain esku artean duzuen ikerketa?

M.G. & I.G. Momentu honetan bi eremutan ari gara. Batetik, botika berezietarako (hau da, dosifikazio kontrolatukoak eta bioitsasko-

rrak diren botiketarako) materialekin. Eta bestetik, hezurretarako zementu akrilikoekin. Bi lerro horietan ari gara nagusiki orain.

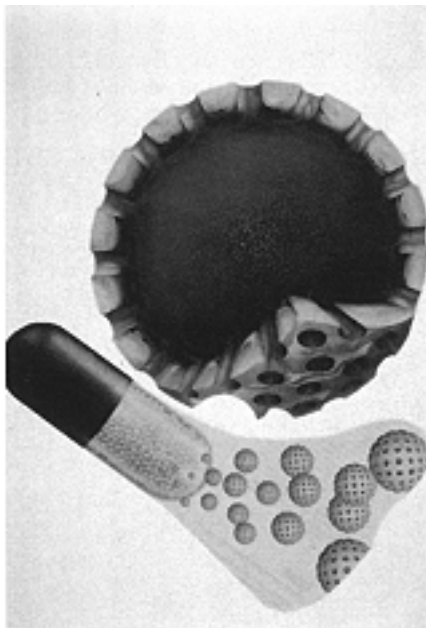
ELH. Biomaterial polimerikoei buruzko Ihardunaldi famatuak izan ziren 1991. urtean Donostian.

M.G. & I.G. Beno, egia da 1991ko azaroan egin ziren ihardunaldiek guretzat garrantzi handia izan zutela, arlo horretan lanean ari zirenekin harremanetan jartzeko aukera izan genuelako. Ihardunaldien helburua botikari, mediku, biologo, kimikari eta baita teknologoak ere elkartzea izan zen, arlo honetan guztien arteko koordinazioa ezinbestekoa delako. Ikertzai-leok eta medikuek elkarren berri izan behar dugu ikerketak medikuntzan benetan lagun dezan.

Tere Barrenetxea

dugun giza organismoaren tegumentua, gorputzean dugun azalararik handieneko organoa da eta bere funtzioa babestea da; kanpo-agentetarik babestea. Larruazaleko lesiorik arruntenak urradurak, zulaketak eta erredurak dira. Hauetan erredurek sortutako lesioen tratamendua izango da segurutik biomaterial polimerikoez gehien baliatu dena. Erreduren tratamendu terapeutikoa luzea denez, geruza babestaile eta bioitsaskorrak behar izaten dira. Baina bestalde, larruazaleko ehunen birsorkuntza-prozesua sustatu nahi denean ez da komeni material inerteak erabiltzea. Guneko hiperreakzioa sortuko duten materialak erabili behar izaten dira. Horrela, bioitsaskortasunik galdu gabe, zelulak izugarri eta azkar haztea lortzen da. Ezaugarri horiek kontutan hartuz, hainbat sistema polimeriko erabili izan dira azken 30 urte hauetan. Hauetan erabilienak, politetrafluoroetilenoa (teflona), polipropilenoa, poliamida (nylona) eta poli(etilenglikol tereftalato)a (drakona) ditugu.

Azken urte hauetako esperimentazioek erreduren tratamenduan bi bide erabiltzeko aukera eman dute. Lehenengo bidea, lesio-gu-neari guztiz doitzen zaion biomaterial polimeriko itsaskorra erabiltzea da. Teknika honetarako lehenago aipatu ditugun materialak dira erabiltzen direnak. Bigarren bidea al-



Dosifikazio kontrolatuko botikak. Plastikozko kanpo-geruzaren bidez lortzen da efektu hori.

POLIMEROEN APLIKAZIOAK OSPITALEKO KIRURGIA ETA KLINIKAN
GORPUTZ BARRUKO MATERIALAK

Aldi baterako gailuak
Jostura biodegradagarriak: poli(azido glikoliko)a, poliuretanoa.
Itsaskariak: akrilikoak, silikonak, epoxiak.
Gainestaldurak: akrilikoak, poliamidak, polietilenoa.

Gailu erdiiraunkorrak
Protesi koronarioak: poliesterrak, silikonak, poli(binil kloruro)a.
Ikus- eta entzun-aparatuko protesiak: akrilikoak, polietilenoa, silikona, poli(binil kloruro)a eta epoxiak.
Hestegorriko protesiak: polietilenoa, poli(binil kloruro)a.
Urdaile eta hesteetako protesiak: akrilikoak, silikonak, poli(binil kloruro)a, poliamida.
Ureterreko protesiak: poliesterrak, akrilikoak.
Birrikak, gibela eta giltzurruna: poliesterra, poli(binil kloruro)a, poliformalak.
Hezurak eta artikulazioak: akrilikoak, polietilenoa, polipropilenoa, silikona, epoxidikoak.
Odol-hodietako injertoak: poli(binil kloruro)a, poliesterra, politetrafluoroetilenoa, polipropilenoa.
Kirurgia plastikoa: silikona, polietilenoa, poliuretanoak, poliamidak, politetrafluoroetilenoa.
Mintzak: zelulosikoak, akrilatoak, poliuretanoa.
Barne-drenajeak: poli(binil kloruro)a, polietilenoa, politetrafluoroetilenoa.
Ukipen-lenteak eta begi barruko lenteak: akrilikoak, polikarbonatoak.

Funtzio fisiologikoak dituzten gailu konplexuak
Giltzurrun artifiziala; odol-sistemaren dialisia.
Birika artifiziala; odolaren oxigenatzaileak.
Pankrea artifiziala; intsulinaren dosifikazio kontrolatua.
Bihotz artifiziala; odol-ponpaketa.

Gorputzaz kanpoko materialak
Kateterrak: poli(binil kloruro)a, polietilenoa, silikona, poliesterrak.
Odol-plasma gordetzeko poltsak: poli(binil kloruro)a.
Farmazian eta klinikan erabiltzen diren hainbat ontzi: poli(binil kloruro)a, poliestirenoa, akrilikoak, poliamidak, poliuretanoak, etab.
Kirurgi material laguntzaileak: hodiak, guraizeak, forzeps-ak, eskularruak, mozorroak, etab.: poli(binil kloruro)a, polietilenoa, poliuretanoa, poliestirenoa, akrilikoak, etab.
Erabilpen bakarreko xiringak: polietilenoa, polipropilenoa, poliestirenoa.
Hodiak: poli(binil kloruro)a, polietilenoa, silikonak, politetrafluoroetilenoa.

diz, hidrogelak erabiltzean oinarritzen da. Hidrogel hauek uretan sareatu eta puztutako polimero hidrofiliakoak dira. Dextronak, polipeptidoak eta kolagenoak aipa ditzakegu azken talde honetakoen adibide moduan.

Ebakuntza kirurgiko gehientsuenetan behar izaten da irekitako zauria berriro ere ixteko materialen bat. Garrantzi txikiko urratsa dela iruditzen arren, bere garbitasun eta eraginkortasunean datza askotan ebakuntza osoaren arrakasta. Horretarako erabiltzen den materialak, orbaintze-prozesuan zehar erresistentzia mekanikoa mantentzen duen eta (ebakuntza ondorengo prozesuan arazorik ez sortzeko) ahalik eta erreakziorik txikienak eragingo dituen materiala behar du izan. Orbaintze-prozesua oso konplexua

da ehun-mota desberdinak jokoan daudelako, zauria itxi ahala tentsio mekanikoa aldatu egiten delako, jostura-materialak fluido fisiologiko diferenteekin kontaktuan egon behar duelako eta azken finean zauri kirurgikoak mota askotakoak izan daitezkeelako (bakoitza bere ezaugarri propioekin). Material desberdinak erabili behar izaten dira horregatik, zauri-mota nahiz gorputzaren zein tokitan den kontuan izanda, eta kirurgilariaren irizpidea ere jokoan dagoelarik.

Sutura edo jostura baten funtzio nagusia zauriaren ertzak elkar ukituz mantentzea da. Eta horrela iraunarazi behar ditu horretan erabiltzen den materialak, organismoak orbaintze-prozesuak behar duen adina kolageno natural sortu arte. Zauria ixten eta, beraz, birsortutako ehunen erresistentzia

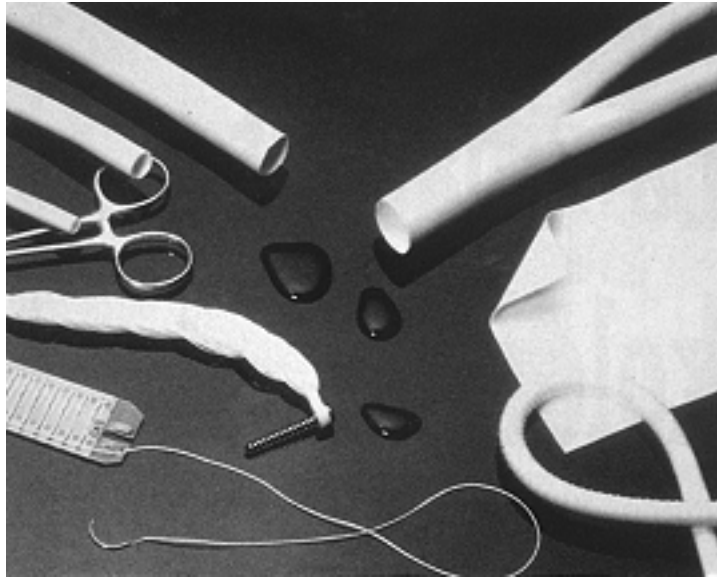
handitzen doan heinean, jostura-rako erabilitako materialak erresistentzia galtzen joatea komeni da. Beraz, jostura idealak ondorengo baldintza hauek bete behar ditu:

- Erabilgarria, eroso eta naturala izatea.
- Ehunengan ahalik eta erreakziarik txikiena sortzea.
- Trakzio-erresistentzia egokia eta korapiloak egiteko segurtasuna edukitzea.
- Antialergikoa, iragaztezina eta inerteza izatea.

Orain dela urte gutxi arte material naturalak erabili izan dira suturarako, algodoia, zeta eta catgut deritzona (ardi-hestetako azpimukosatik erauzten den kolageno-konposatua) tarteko. Egun, pixkanaka-pixkanaka material sintetikoak ari dira arlo honetan ere nagusitzen. Material sintetiko hauek algodoia eta zeta baino erresistentzia handiagoa dute eta catgut-ak baino hantura-erreakzio txikiagoa. Ondorioz, poliamida, polipropileno eta poliesterrezko zuntzak ari dira kirofanoetan aurrekoen tokia hartzen. Poliesterrezko zuntzak adibidez, kirurgia kardiobaskularrean erabiltzen dira erresistentzia mekanikoa denbora luzez mantentzen dutelako. Polipropilenoazko monofilamentuak aldiz, sabelaldeko ebakuntzetan erabiltzen dira bereziki, erresistentzia mekaniko ona, korapiloetarako segurtasuna, infekzioekiko jarkikortasuna eta biobateragarritasuna dituztelako.



Material kirurgikoa: hemen ere plastikoak behar-beharrezkoak dira.



Zenbait aplikaziotan beharrezkoak izaten da organismoak berak zurgatzeko moduko sistema bat erabiltzea. Zurgatze hau erreakzio entzimatikoko biodegradagarrien bidez gertatzen da gehienetan. Catgut-a izan da oraintsu arte nagusi erabilera hauetan, nahiz eta ehunetan hantura sortzeko duen joera ezaguna izan. Azken aldi honetan formulazio berri batzuk garatu dituzte aplikazio hauetan ere erabili ahal izateko, hala nola poli(azido glikoliko), azido glikoliko/azido laktiko kopolimero eta polidioxanonan oinarritzen direnak. Azido glikoliko/azido laktiko kopolimeroak (poliglaktina izenez ere ezagutzen denak) adibidez, oso ezaugarri onak ditu begiko kirurgiarako, begiko ehunekin oso erreakzio txikia sortzen duelako eta ebakuntza ondoren erresistentzia linealki galtzen duelako.

Ikus-aparatuarekin hasi gara eta horrekin segituko dugu orain; medikuntzaren alor honetan material hauen ekarpena oso handia izan baita. Material plastikoek oftalmologian izan dituzten aplikazioek pertsona askori bizi-kalitatea hobetzeko aukera eman diete, batzuetan ikusmena mantenduz eta beste askotan hobetuz. Material plastikoek tradizio handia dute betaurrekoen euskarrietan erabiltzeko, lenteak fabrikatzeko ("beira organikoa") eta ukipen-lenteak (gogor zein bigunak) fabrikatzeko.

Oftalmologian azken urte hauetan egin diren aurrerapenen artean bat azpimarratzekotan, begi barruko lenteak aipatu behar ditugu. Begiko kristalinoan kataratak sor-

tzen direnean kristalinoak gardentasuna galtzen du eta denborarekin erabat itsutzera hel daiteke. Ikusmena berreskuratzea posible da begiko lente erasana kirurgikoki erauzi ondoren, kataratetarako betaurreko edo ukipen-lente bereziak erabiliz. Bi aukera hauek badute, edo izan dezakete, eragozpenik gaixoarentzat. Esate baterako, irtenbiderik egokiena ukipen-lenteak erabiltzea izanik, gerta liteke pertsona batzuk horiek erabiltzera ez moldatzea. Kontutan hartu gainera, katarata-ebakuntza behar duten pertsona gehienak adinakoak izaten direla. Oftalmologo ingeles bat izan zen lehenengoz polimetilmetakrilatozko begi barneko lente iraunkorra katarata-ebakuntza izandako pertsona bati ezarri ziona. Zergatik aukeratu zuen, baina, polimero hori? Hona bada hemen arrazoiak: II. Mundu-Gerran izandako hegazkin-istripu batean pilotuari poli(metil metakrilato)zko karlinga-puska sartu begian eta medikuek inolako errefusik ez zegoela ikusi ahal izan zutelako. Geroztik ezaguna zen, beraz, material honen eta begiko ehunen arteko bateragarritasuna. Egun honelako ebakuntzen arrakastak % 99ko proportzioan gainditzen du. Hala ere, arlo honetan ikertzen ari dira, material plastiko eta kirurgi teknika berriak probatuz.

Azkenik, aipamen bat gehiago ere egingo dugu bukatu aurretik. Itsaskari polimerikoak erabiltzen dira kornea zulatuaren eta ultzeren tratamenduan eta baita korneako protesietarako eta erretinako kirurgian ere.