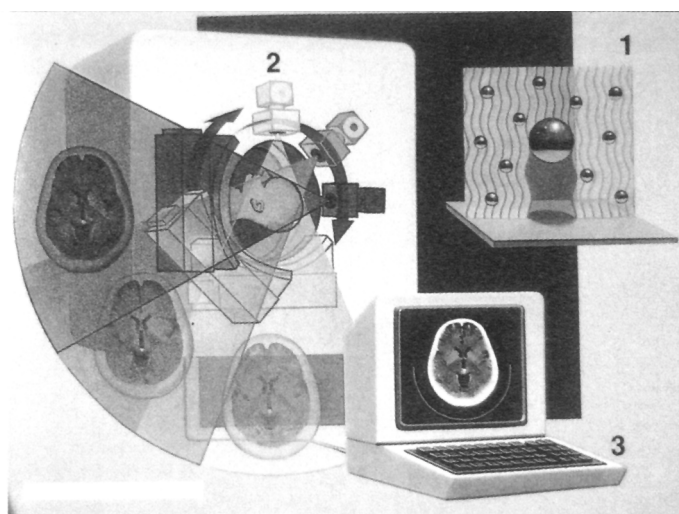


# GORPUTZ BARNEKO IRUDIAK

A. Sagarna

*Giza gorputzeko organoak lanean ikustea ahalbidetzen duten tresna berri asko sortzen ari da. Teknologia berriek, gaur egun, gorputzaren barnea ikusteko aukera ematen diete medikuei kirurgiaren traumarik gabe. Honen ondorioz azken 15 urteotan aurrerapen handiagoak egin dira diagnosian, medikuntzaren historia osoan baino.*



Tomografia konputerizatuzko scannerra.

Gaur egun, odola arterietan zehar higitzen ikus daiteke edo bihotzaren muskuluzko pareta markatzaile erradioaktibo bat zurgatzen, edo atakea izan duen bihotz baten arterietan blokeoa non dagoen ikus daiteke. Umea jaio baino sei hilabete lehenago bere amaren sabelean dagoenean nola mugitzen den ere garbi ikus daiteke. Artikulu honen xedea, berrikitan garatu diren teknika hauei erreparotxo bat ematea da. Hona hemen teknika berri horiek zeintzuk diren:

## Tomografia konputerizatua

Britainia Haundian asmatu zen metodo hau 1972an. Teknika honen bidez, funtsean, X izpiz eginiko irudiak konputagailu-kode digital bihurtzen dira, bereizmen handiko bideo-irudiak egiteko. Erabiltzen diren konputagailu-grafikoak, urrun egindako saiakuntza espazialean lortutakoak burutzeko erabiltzen diren antzekoak dira. Hezurren egiturak xehetasun handiz erakutsiz, tomografia konputarizatuak garunetako, biriketako edo beste organo batzuetako ehun normalen eta anormalen arteko diferentzia txikiak nabarmentzen ditu.

Oraindik garatzen ari den teknika izan arren, hiru dimentsioko tomografia konputerizatua zerbitzu bikaina eskain-

tzen hasia da kirurgia berreraikitzailean. Wilhelm Konrad Röntgen fisikari alemanak 1895.ean X izpizko lehen fotografia egin eta handik hilabete batzuetara medikuak X izpiak erabiltzen hasi ziren hezurren hausturak diagnostikatzeko. Izpi misteriotsu haiek zurgatu egiten zituen hezurren egitura dentsuak eta itzalak agertzen ziren filmean. Baina ehun bigunak errazago zeharkatzen zituzten izpiok, eta haiek ez ziren garbi azaltzen irudietan.

Ordutik hona teknika asko garatu dira X izpizko irudi garbiagoak lortzeko. X izpizko zenbait makina aurreratuak, datuak digitalizatuz, ehunen irudi zehatzak eskaintzen ditu.

Tomografia konputerizatuzko scanner batek, X izpizko azal mehe batez gorputza zeharkatuz, barneko ehunen zeharkako ebaketa-irudi bat eskaintzen du. Angelu batetik bakarrik gorputza erakusten duten ohizko X izpizko erradiografiak interpretagaitzak izan daitezke hezurren, muskuluen eta organoen itzalak elkarren gainean geratzen direnean. Kaltzioarena bezalako molekula handiek zurgatu egiten ditzute X izpiak, hauek gorputzean zehar iragaten direnean, eta hein batean ezkutatu egiten dute haien atzean dagoena (1).

Tomografia konputerizatuaren oinarritutako makinek, ordea, angelu askotatik hartutako ikuspegia ematen duen

gorputzaren *ebakidura* bat erakusten dute, X izpiak jaurtikitzen dituen hodi bat gaixoaren inguruan biraraziz (2).



Ume osasuntsu baten gorputz-emborraren erresonantzia magnetiko nuklearra.

Gorputzaren atzean kokatutako dektektore sentikor bidez scanner-ak ikusten duena erregistratzen dute eta ordenadore batek konparatu egiten ditu ikuspegi desberdinak bideo-irudi bakar bat eskaintzeko.

## Erresonantzia magnetikoak irudigintza

Teknika iraultzaile honen asmakuntza 1895.ean Wilhelm Konrad Röntgen-ek X izpiekin bere garaian eman zuena bezain aurrerapauso handia izan daiteke medikuntza modernoarentzat.

Hidrogeno-atomoak eremu magnetiko baten eraginaren pean jartzen direnean lerokatu egiten dira. Hauxe da erresonantzia magnetikoak irudigintzaren oinarria. Atomo hauei irratimaiztasun bat zuzentzen bazaie, beren nukleoaren lerokapena aldatu egiten da. Irrati-uhinak itzaltzen direnean, nukleoak lerokatu egiten dira ostera eta seinale elektriko txiki bat transmititzen dute.

Gorputza nagusiki hidrogeno-atomoak osatua denez, irudi bat sor daiteke itzaltzen diren pultsuen bidez, ehunak eta hezurren muina inoiz ikusi ez diren bezala erakutsiz.

Erresonantzia magnetikoak irudigintza garestia da. Ekipamendua elektroiman handi batek, irratimaiztasun-sorgailu batek eta ordenadore batek osatzen dute. Multzo honen salneurria 230 milioi pezetakoa da. Gainera kanpoko irratimaiztasunetatik guztiz isolatutako gela batean egon behar du tresneria honek. Gela honen prestakuntzaren kostua beste 112,5 milioi pezetakoa izan daiteke.

Zenbait gaixo ezin da jarri eremu magnetiko horren barnean, hala nola pausomarkagailua dutenak edota gorputzean metraila-zatiak edo iltzeak dituztenak esate baterako. Metal-zati horiek erauzi bait ditzake gorputzetik iman.

Hasieran kezka handia zuten imanek giza gorputzean izan zezakeen eraginaz. Giza oroimenean ondorioak izan ote zitezkeen ere pentsatu omen zuten. Horregatik, hasieran, 1974. urtean, tipula bat ikuskatu zuten. Barneko eraztunak ederki ikusten zizkioten. 1977an lehenengo aldiz giza ehun bizi bat ikusi zuten: eskutur bat. Bi urte geroago zientzialari ausart batek, bere garuna azter zezaten burua eremu magnetikoan sartu zuten.

1980an hasi zen hedatzen teknika hau eta gaur egun 400 makinatik gora ari dira lanean EEBBetan.

Zenbait gauzatarako, erresonantzia magnetikoak irudigintza, tomografia konputerizatu baina egokiagoa da. Adibidez, garuneko materia zuria eta ur ugari duen materia grisa bereizteko. Hortzak eta hezurak aldiz, ur gutxi dutenez ez dira azaltzen erresonantzia magnetikoak irudietan. Honek bere abantailak ditu, zeren hezurrez inguraturiko ehunak, hala nola bizkarrezurraren muina, ikusteko aukera ematen bait du.

Erresonantzia magnetikoak irudigintzan erabiltzen diren elektroiman indartsu horiek helio likidoz hoztu behar izaten dira. Sortzen duten intentsitate handiko eremu magnetikoak eragin handia du hidrogenoaren nukleoak osatzen duen protoi bakarrean. Zibere antzera biraka ibiltzen diren protoien ardatzak norabide guztietara zuzenduak egoten dira normalean, batere ordenarik gabe. Scanner-aren eremu magnetikoaren barnean, ordea, indar-lerroaren arabera lerrotzen dira. Alabaina, lerrotatuta egonik ere, maiztasun jakinako prezesio-higidura izaten dute. Eremu magnetikoa zenbat eta bortitzagoa izan, are eta handiagoa izaten da maiztasun hori.

Scanner-ak prezesio-higiduraren maiztasun bereko irratipulstu batez protoiak eszitatzen dituenean, hauek deslerokatu egiten dira higidura biribila deskribatuz eta irradi-seinale bat emitituz.

Konputagailu batek, arakutatutako arearen irudi bihurtzen ditu seinaleok. Irudiak hidrogeno-atomoen dentsitate-diferentziak nabarmentzen ditu. Hidrogenoak ur-edukina adierazten duenez, medikuek irudia ehunak bereizteko erabil dezakete.

Zientzialariek hidrogenoa aukeratu dute teknika honen oinarri bezala, elementu hau gorputzean oso ugaria delako eta propietate magnetiko bereziak dituelako. Beste elementu batzuetan oinarritzen diren teknikak ere ari dira ikertzen. Izan ere, sodioaren eta fosforoaren propietateek, adibidez, bihotz-atakeen azarnak sala bait ditzakete.

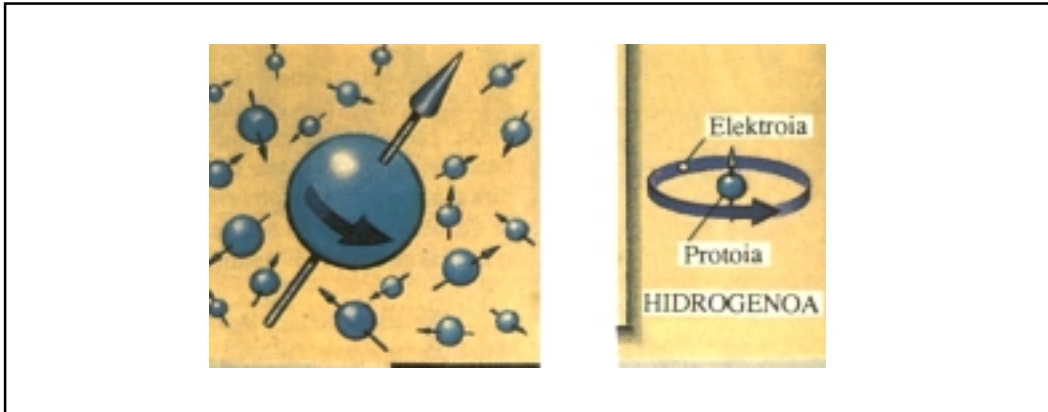
Irudia sortzeko, konputagailuak *kaxatxo* txikiz osatutako hiru dimentsioko sare bat eratzen du. Hiru dimentsio hauei X, Y eta Z deitzen baldin badiegu, lehenbizi eremu magnetikoa Z norabidearen arabera aldatzen da, gaixoaren burutik oinetarantz plano bat definitzeko. Plano honen barnean protoiak f maiztasun baten arabera oszilazio-higiduraz mugitzen dira. Orduan haril batzuek irratimaiztasuneko pulstu bat igarotzen dute. Protoien oszilazio-higiduraren maiztasun berekoa da pulstu hau.

Protoiak lerrotatu baino lehen, beste haril batzuek denbora labur batez planoaren Y norabideko erresistentzia

magnetikoa aldarazten dute. Honen eraginez protoiek abiadura desberdinetako oszilazio-higidurak deskribatzen ditzute planoaren goitik beherako norabidean. Diferentzia hauek hautesmanez konputagailuak kaxatxoaren posizioak determinatzen ditu Y norabidean.

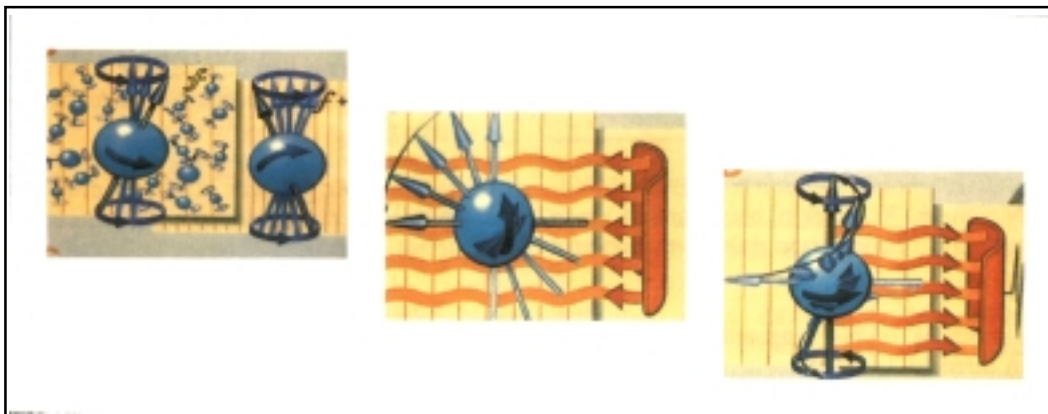
Orduan harilek eremu magnetikoa aldarazten dute ezkerretik eskuinera X norabidean, protoiak maiztasun desberdinen arabera birlerroka daitezzen eraginez. Kaxatxo bakoitzaren

Kendura digitzeko angiografia X izpiekiko opakoa den iodoa daukan kontraste-substantzia bat injektatzean oinarritzen da. Opakotasun honek sortzen duen itzalari esker, medikuek odolaren fluxua ikus dezakete. Sarritan kendura digitzeko angiografia, bihotza odolez nola elikatzen den ikusteko erabiltzen da. Kontraste-substantzia injektatu aurretik X izpizko irudi bat egiten da eta konputagailu batean gordetzen. Injekzioaren ondoren, substantziak nabarmentzen duen odol-fluxuaren bigarren irudia egiten da. Orduan konputagailuak bi



posizioa X, Y eta Z norabideetan determinatuta daukanean, ordenadoreak kaxatxo bakoitzari pantailako puntu bat esleitzen

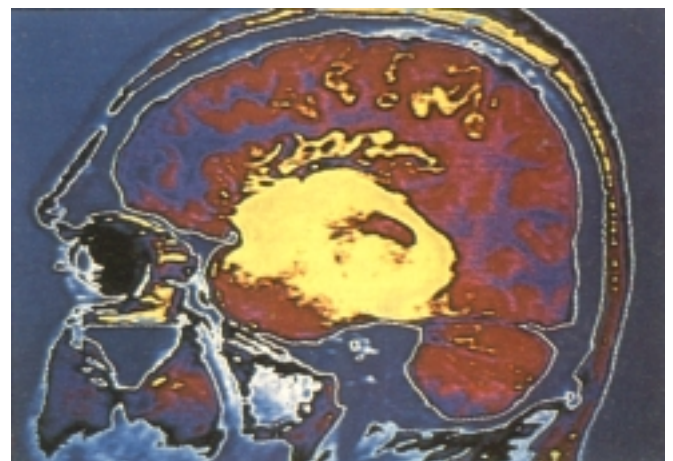
irudien kendura lortzen du eta odolodien irudi garbi bat azaltzen da.



dio. Puntuaren distira kaxatxoaren barnean dagoen protoi-kopuruak eta ehunaren propietate magnetikoak zertzen dute. Puntu-multzoak irudi bat eratzen du. Ehun bigunak kontraste handiz erakusteko duen gaitasunari esker, erresonantzia magnetikozko irudigintza baliabide egokia da bizkarrezurraren muina aztertzeko. Erresonantzia magnetikoa irispidean izan baino lehen bizkarrezurraren muina ikusi nahi zuten medikuek X izpiekin kontrastea ematen zuen substantzia bat injektatu behar izaten zuten bertan. Prozedura hau arriskutsua eta mingarria izaten zen gaixoarentzat.

## Kendura digitzeko angiografia

Teknika honek odolodietan higitzen ari den odolaren edo honen aitzinapena oztopatzen duten eragozpenen irudiak erakusten ditu.



Erresonantzia magnetiko nuklearreko espektro honetan, horiz buruko tumore bat ikus daiteke.

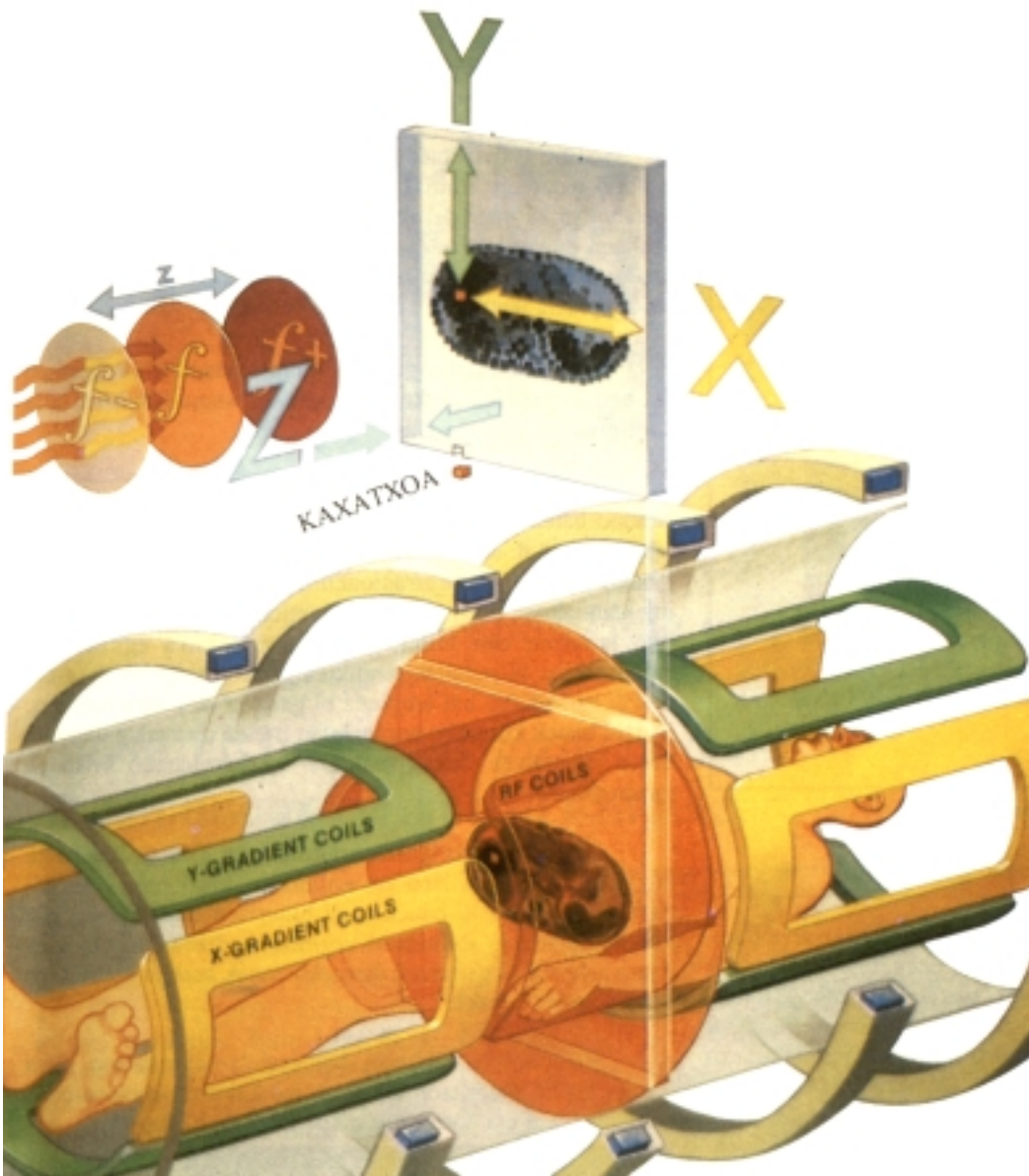


*Erresonantzia magnetikoaren eskema.*

odolari bidea berri ireki diezaion. Ordu t'erdi inguru irauten du honelako interbentzio batek.

Prozedura hauek ez dute arriskurik, lasterrak dira, ez dute oinazetik ematen eta gaixoa agudo lehenatzen da. Arteria butxatzen duen plaka material kaltzifikatuzkoa denean, globotxoak ezin izaten du baztertu eta orduan odolodia eteteko arriskua dago. Problema hau duten gaixoei oraingoz hobe izaten da bypass-a egitea.

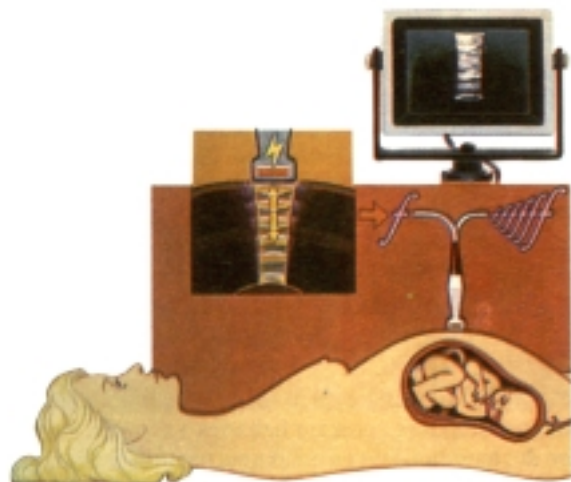
Odolaren iragatea eragozten duten oztupoak irekitzeko ezezik kendura digitalezko angiografia odoljarioen zio diren irekidurak ixteko ere erabiltzen da. Horretarako gelatina-  
apur bat sartzen da odoljarioa gerarazteko. Kasu hauetan ere kateter mehe-  
mehe batzuek isobutil-2-  
zianoakrilato-tantotxo batzuk injektatzen dituzte hazten ari diren tumoreetara doan odolari bidea ixteko eta odoljarioak mozteko. Garuneko hemorragietan ere erabili izan da teknika hau.



Gaur egun oso maiz erabiltzen den prozedura kirurgikotako bat, bihotz-arterien bypass-a da. Material koipetsuen edo kaltzifikazioaren erruz butxatuta geratu diren arterien ordezko beste bide batzuk eskaintzen zaizkio odolari, gorputzeko beste leku batzuetatik kendutako odolodien bidez. Gehienetan zangoetatik kendutako odolodiak izaten dira hauek.

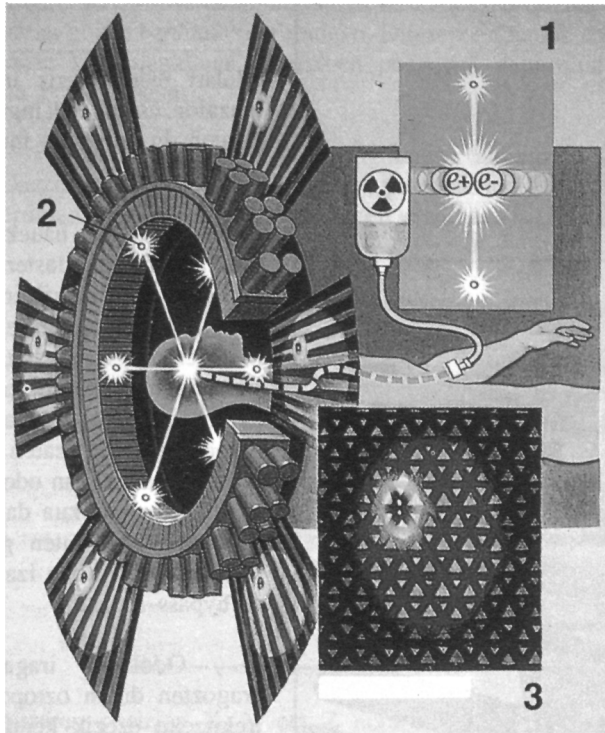
Kendura digitalezko angiografiaz eta angioplastia deritzon teknika batez baliatuz ebakuntza horiei itzur dakieke.

Arteria koronarioen angioplastian medikuak besoko edo iztondoko arteria batetik arkatz-mina baino meheagoa den kateter bat sartzen du. Kendura digitalezko angiografiak eskaintzen dion ikusmenari esker, kateter hori arteria koronarioetara zuzentzen du. Orduan kontraste-substantzia injektatzen da butxaduraren irudia erdiesteko. Lehenbiziko kateterraren barnetik sartzen den beste meheago batek globotxo bat eramaten du puntu horretaraino. Globotxoak puztu egiten da, arteria ixten duten materialak konprima ditzan eta



*Sonografiaren eskema.*

## Erradioisotopozko irudigintza



PET Scannerraz hartutako irudia. Bihotza.

## Sonografia

Bigarren Mundu-Gerran asmatutako sonarraren garapenez sortutako teknika dugu hau. Lehenengo aldiz 1950. urteen hamarkadan erabili zen medikuntzan EEBBetan. Transduttore edo transmisore/hargailu txiki bat ikertu behar den gorputz-atala ukitzen jartzen da. Goi-maiztasuneko soinu-uhinak gorputzera sartzen dira, barneko organoen aurka talka egiten dute eta kanporantz isladatzen dira. Itzulerakoan transduttoreak hargailu moduan funtzionatzen du. Joan-etorrian uhinek iragaten duten denborak organoaren kokapena, tamaina, forma eta are testura salatzen ditu eta lerroz lerro pantaila batean erakusten ditu.

Sonografiaren aurrerapenik berriena koloretako Doppler digitala da. Konputagailuak lagundurik, giza odola bihotzean eta odolodietan zehar nola higitzen den erakusten du. Soinu-uhinak edo irrati-uhinak higitzen ari den objektu batean isladatzen direnean maiztasun-aldaketa bat izaten dute. Hauxe da hain zuzen Doppler efektua. Goi-maiztasuneko soinu-uhinak ikertu beharreko zonan sartzen dira, odolodi batean adibidez, eta bertan jariatzen ari den odola erakusten dute.

Sistemaren oinarria pulsu elektrikoak gorputzean sartzen diren bibrazio bihurtzen dituen kristal piezoelektroko bat da. Itzulerakoan kristal honek datozkion bibrazioak seinale elektriko bihurtzen ditu oster. Medikuek kristala daukan transduttorea arakatu beharreko zonaren gainean kokatzen du; haurdun dagoen emakume baten sabelaren gainean, esate baterako. Fetoek isladatutako oihartzunak seinale bihurtzen dira eta hauek bideoko irudi bihurtzen ditu ordenadoreak.

Gorputz barneko irudiak sortzeko bi teknika hauek aipatuko ditugu: PET (positron emission tomography) eta SPECT (single photon emission computed tomography) deritzenak.

SPECT delakoak odol-fluxua erakusten du erradioisotopo-aztarnen irudiak eginez. PET izenekoak, berriz, metabolismoa neur dezake gorputza nola lan egiten ari den azaltzen duelarik. Erradioisotopozko trazatzaileak erabiltzea oso egokia da epilepsia, eskizofrenia, Parkinson-en eritasuna eta apoplexia ikertzeko.

PET scanner-ak garunaren funtzionamendua agertzen du, bertako zelulek azukrea eta beste substantzia batzuk nola kontsumitzen dituen erakutsiz.

Energia apaleko ziklotroi batean prestatutako erradioisotopo batez markatzen da substantzia. Isotopoak bizi-erdi laburra du, h.d. sortu eta handik minutu edo ordu batzuetara jadanik galdua du bere erradioaktibitatearen erdia. Gorputzean injektatutakoan disoluzio erradioaktiboak positroiak igortzen ditu jariatzen den bitartean. Positroiok talka egiten dute elektroiekin, bi motatako zatikiek elkar deusezten dute eta energi ezta datxo bat eraginez bi gamma izpi agertzen dira. Bi izpi hauek kontrako norantzetan irteten dira eta gaixoaren burua inguratzen duen detektore-eraztun bateko kristalak jotzen dituzte.

Kristalek argia igortzen dute orduan. Ordenadore batek argi-izpi hauen posizioa eta erradiazio-iturriarena determinatzen ditu eta datu hauek irudi bihurtzen ditu. Substantzia erradioaktiboaren ibilbideari segituz, medikuak garun-iharduera anormalak gertatzen direneko zonak aurkitu eta zelulen osasuna azter dezake. ●



PET Scannerra