

EREMU ELEKTROMAGNETIKOEK, osasunean kalterik eragiten al dute?



B. Kortabarria

Eremu elektromagnetikoen eta osasun-arazoan loturari buruzko kezka ez da gaur goizekoa. Hala ere, eztabaida areagotu egin da azkenaldian, batez ere Osasunerako Mundu Erakundearen ekimenez 40 herrialdetako adituak bildu eta adostutako ondorioz ateratzea lortu ez zutenetik: eremu elektromagnetikoen osasunean duten eragin kaltegarria batzuek garbi samar ikusten zuten; beste batzuentzat ez zegoen inolako loturarik bata eta bestearen artean; eta azkenik, gehienentzat ezinezkoa izan zen jarrera garbi eta tinkoa hartzea. Jakina, adituak eremu elektromagnetikoen eta osasun-arazoan artean zuzeneko lotura edo haustura ezartzeko gai izan ez badira, ondorengo orrialdeetan ez duzue ondorio zehatzik aurkituko. Dena den, eremu elektromagnetikoak zer diren, osasunean nola eragin dezaketean, eta batzuk zein besteek diotena irakurri ahal izango duzue.

Beñardo Kortabarria*

Milaka kilometroko elektrizitate-lineak daude inguruan. Sare horri esker elektrizitatea ekoizten den tokietatik lantegietara, etxetara eta behar den tokietara energia iristen da. Argi dagoenez, elektrizitate-linea horiek paisajean badute eraginik, baina horrek —salbuespenak albait— gizar-tean ez du kezka berezirik sortzen. Kezka kableetan eta tresna elektrikoetan elektrizitateak sortzen duen eremu elektromagnetikoek osasunean eragin dezaketean kaltegarritasunak sortzen da.

Eremu elektromagnetiko naturalak

Zientziako terminologiatik abiatuz gero, eremu hitza espazioaren toki jakin batean indarrak nabarmentzen direnean erabiltzen da. Kasurik ezagunena eremu grabitatorioarena eta grabitate-indarrarena da; adibidez, sagarra —masa— lurra sortzen duen grabitate-indarrak erakartzen du —bigarren masak—, eta ondorioz lurrera erortzen da. Era berean, eremu elektrikoan dagoen karga elektrikoak bigarren karga elektrikoak sor dezakeen indar elektrikoak —eremua— jasan behar du. Lehenengo karga elektrikoak positiboak bada, beste karga elektriko positibo batek aldaratu egiten du; negatiboak, aldiz, erakarri.

Karga elektrikoek eremu elektrikoak sortzen dituzte. Esate baterako, ionosferan dauden karga elektrikoek eremu elektriko naturala sortzen dute. Karga elektriko horiek mugitzen badira, eremu magnetikoak sortzen dituzte; adibidez, Lurraren nukleoan dauden karga elektrikoek mugimenduak. Eremu magnetikoak neurtzeko teslak (T) edo mikroteslak (μT) izeneko unitateak erabiltzen dira. Lurraren eremu magnetikoak $40 \mu\text{T}$ inguruko intentsitatea du.

Maiztasun industrialeko eremu elektromagnetikoak

Elektrizitatea korronte zuzen edo alferno moduan erabil daiteke. Korronte zuzena norabidea aldatzen ez duena da, adibidez pila elektrikoek sortzen dutena; korronte alfernoa, berriz, periodikoki noranzkoz eta intentsitatez aldatzen denari deitzen zaio, adibidez sare elektrikoaren bidez etxetara eta lantegietara iristen denari. Korrontearen aldaketa hori hertzetan neurtzen da. Instalazio elektrikoetan sortutako eremu elektromagnetikoen eta eremu elektromagnetiko naturalen arteko desberdintasun nabarmenetarikoa hau da: eremu naturalak estatikoak dira, periodikoki oso gutxi aldatzen direlako; potentziakoak, berriz, segundoko 50 aldiz aldatzen dira. Azken hauek dira kezka sortzen duten eremu elektromagnetikoak, oso maiztasun txikikoak.

Maiztasun txikiko eremu elektromagnetikoak sarritan X izpiekin, mikrouhinekin eta erradiazioa sortzen duten beste batzuekin nahasten dira. Hor sortzen da lehen desadostasuna, batzuentzat gauza bera badira ere, beste batzuentzat zerikusirik ez dutelako.

Maiztasun txikiko eremu elektromagnetikoak sarritan X izpiekin, mikrouhinekin eta erradiazioa sortzen duten beste batzuekin nahasten dira. Hor sortzen da lehen desadostasuna, batzuentzat gauza bera badira ere, beste batzuentzat zerikusirik ez dutelako. X izpiek oso energia altua dute, zeharkatzen dituzten molekula puskatu eta mutazioak eragiteko adinakoa; hau da, material genetikoaren egitura eraldatzeko gai dira. Horregatik egoera jakin batzuetan X izpiak minbiziaren eragile direla esaten da. Mikrouhinek ez dute horrenbeste energiarik, zeharkatzen dituzten molekula berotzeraino iristen dira, baina ez puskatzera; horregatik mikrouhin-labeek barruan sartutakoa berotzen dute. Eremu elektromagnetikoen kalterik ezaren aldekoen arabera, maiztasun txikiko eremu elektromagnetikoek ez molekula berotzeko eta ez puskatzeko gaitasunik ez dutenez, batzuk ez dira besteekin nahastu behar.

Ingurune elektromagnetikoa

Arrazoia batzuen zain besteena izan, norbait elektrizitatea erabiltzen duen zerbaitetik gertu dagoenean ukazina da eremu elektromagnetikoen eraginpean dagoela. Eremu elektrikoaren eraginaren eta pertsonaren artean muga jartzea ez da zaila. Edozein egitura jarrita lortzen da. Eremua magnetikoa denean, berriz, kontua bestelakoa da, ezin baitaiteke isolamendurik lortu. Hortaz oharrezko Lurraren eremu magnetikoari begiratzea besterik ez dago, Lurra bera oso-osorik zeharkatzen baitu. Horregatik ikerketa gehienak eremu magnetikoen eraginei begira garatzen dira. Gaur egun erabiltzen diren teknikei esker eremu magnetikoen eragina eguneko 24 orduetan etengabeko dela ikusi ahal izan

da, eragin horrek ez duela zer ikusirik norbera dagoen tokiarekin, eta tresna elektriko batzuk erabiltzean igotzen dela eremu horren intentsitatea.

Eremu magnetikoen eragina etenik gabekoa dela jakinda, agian areagotu egin daitezke osasunarekiko izan ditzaketen kaltegarritasunari buruzko zalantzak. Hala ere, dosiei erreperatu egin behar zaie, eremu elektromagnetikoen eragina handia edo txikia izatea ez baita berdina. Botiken kasuan, zortzi orduetik behin dosia hartuta edo lau orduetik behin dosi bera hartuta argi dago ondorioa berdina ez dela izaten; gainera, dosia handiagotuz gero, ondorio txarrak ere izan ditzake. Eremu elektromagnetikoekin ez da horrelakorik gertatzen, ez baitago argi dosiaren eta eraginaren arteko lotura. Behar bada eguneroko batez besteko dosiak zer ikusia izan dezake, edo puntu batetik gora hartutako dosiak... ez dago argi.

Giza gorputzak berez baditu karga elektrikoak, batez ere ioietan aberatsak diren likidoetan, odolean adibidez. Eremu elektromagnetikoen eraginpean karga elektriko horiek mugitu egiten dira, gorputz barruan korrente elektrikoak sortuz. Korrente horien zenbatekoa eragile askoren baitan egon daitekeen arren, badirudi —orokorrean— gorputzak berak naturalki sortzen dituenak baino txikiagoa dela. Hala ere, horrek ez du esan nahi eremu-elektromagnetikoen eraginpean daudenek ezer nabaritzen ez dutenik; zehatz esanda, azkura senti daiteke —korrentearen intentsitatea handia denean—, eta begien aurrean argi-distirak ere nabaritzen omen dira.

Eremu elektromagnetikoek ba al dute eraginik osasunean?

Aurreko lerroetan agertu diren definizioen inguruan —zehaztasunak zehaztasun— auzi honetan jarriera desberdina dutenak ere bat etorriko lirateke. Desadostasunak galdera egindakoan agertzen dira: eremu elektromagnetikoek ba al dute eraginik osasunean?

Laborategiko saiakuntzetan nolabaiteko eragina nabaritu bada ere, oraindik ez dakigu eremu elektromagnetikoek izaki bizidunengan zehatz-mehatz nola eragin dezaketen.

Espainiako enpresa elektrikoek elkarteak gaiari buruzko informazioa eta iritzia eskaintzen duen txostena kaleratu du duela gutxi. Txosten horrek dioenez, orain arte zientzialariak ez dira gai izan eremu elektromagnetikoak osasunarentzat kaltegarriak direla erakusteko, baina kontrakoa ere ez omen du inork frogatu. Enpresa elektrikoek arabera, laborategietan egin diren saiakuntza jakin batzuetan ikusi da nolabaiteko lotura eremu elektromagnetikoen eta eragin biologikoen artean. Laborategietan jeneralean bi eratako saiakuntzak egiten dira: batetik *In vitro* izenekoak, saiodietan isolatutako zelulekin; bestetik *In vivo* deritzenak, abereekin edo

pertsonekin egindakoak. Isolatutako zelulekin egin diren saiakuntzetan —*In vitro*— eremu elektromagnetikoek geneetan aldaketak eragiteko gai diren ala ez aztertu da; izan ere, aldaketak eragin izan balituzte, argi samar egongo litzateke eremu elektromagnetikoak malformazioak eta minbizi-prozesuak abiarazteko gai direla. Egin diren ikerketen arabera, hala ere, eremu elektromagnetikoek ez omen dute geneetan aldaketak eragiteko gaitasunik. Horiez gain, eremu elektromagnetikoek zelulengan bestelako eraginik duten edo ez ikusteko, beste era bateko saiakuntzak ere egin izan dira: ioien mugimendua aldatzen duten edo ez, proteinak sortzeko erritmoa baretzen duten edo ez, hormonon aurrean zelulek bestelako erantzunik duten edo ez, sistema inmunearen ezaugarriak aldatzen diren edo ez... Emaizta bateraturik ez da atera, batzuetan aldaketak gertatzen baitziren, beste batzuetan ez, eta emaitza kontrajarriak ere azaldu izan dira. Beraz, laborategiko saiakuntzetan nolabaiteko eragina nabaritu bada ere, oraindik ez dakigu eremu elektromagnetikoek izaki bizidunengan zehatz-mehatz nola eragin dezaketen.

In vivo egindako ikerketetatik —arratoiekin, hamsterrekin eta ardiekin— ez da ondorio garbirik atera. Ardiekin egindako saiakuntzetan ez zen inongo aldaketarik somatu; arratoiekin eta hamsterrekin egindakoetan berriz, eremu-elektromagnetikoen eraginez melatonina-produkzioa murriztea balitekeela ikusi omen da. Melatonina burmuinean sortzen den hormona da, animalien sexu-jarduera, portaera eta beste hainbat

funtzio fisiologiko baldintzatzen dituen. Produkzio-murrizte hori baldintza eta egoera jakin batzuetan bakarrik gertatu omen zen, 100 T-tik gorako eremu elektromagnetikoen eraginpean.

Enpresa elektrikoek elkartearen iritzi oraindik ez da ikusi eremu elektromagnetikoak osasunarentzat kaltegarriak direnik, ezta balizko kalte horren zergatirik, eta —garrantzitsuagoa dena— dosiei buruz hitz egitean ezinezkoa izan da arriskutsua nondik aurrera izan daitekeen erabakitzea.

Laborategi-saiakuntzez gain, beste era bateko ikerketak ere egin dira azkenaldian, hainbat osasun-arazoren eta lantokietan sortzen diren eremu-elektromagnetikoen artean zerikusirik badagoen ikusteko. Ikerketa hauek hainbat herrialdetan egin dira eta enpresa elektrikoek diotenez oro har ez da zuzeneko erlaziorik ikusten. Hala ere —aborto-arriskua dela eta— Suedian mugatuta dute ordenadoreen aurrean lan egiten duten emakumezkoen lan-denbora. Lan Segurtasuneko Nazioarteko Batzordeak ere bide bereko erabakia hartua du: *lan-egoerak edo lan-prozedurak aldatu beharrik ez dago osasunean gain-kalterik eragiten ez dutelako dena den, gai honi segimendua egin behar zaio.*

Kezkak

Enpresa elektrikoek elkarrekin kaleratu duen txostenaz gain, beste era bateko iritziak ere badira. Lan Segurtasuneko Nazioarteko Batzordeak hartutako erabakiaren azken zatia, alegia, *gai honi segimendua egin behar zaio* diotenak, bestelako iritzi-joera irekitzeko bide ematen du. Iritzi-korrente horren arabera, eremu-elektromagnetikoek zuzeneko zerikusia dute gero eta gehiago hedatzen ari den hainbat gaitzeekin, minbizia kasu.

Europako Batasunak berak, iazko uztailean eremu elektromagneti-



INGURUGIROA

ko artifizialen eraginpean ahalik eta denbora gutxien egoteko proposamena egin zuen. Proposamenak dioenez, tentsio altuko linea elektrikoek, trenbide-sareek, eta tresna elektrikoek erradiazioek shock elektrikoak, azaleko arazoak, eta nerbio-sisteman eta bihotzean arazoak eragin ditzakete.

Beste adibide bat Lanpostuko Segurtasun eta Higiene Institutuak kaleratu duen lana da. Institutu honek espektro elektromagnetikoaren taula egin du. Gero, taulan oinarrituta, hainbat ondorio eskaintzen ditu.

Espektro elektromagnetikoa honela osatuko litzateke:

- Eremu elektriko eta magnetiko estatikoak (imanak, korrente zuzeneko eroaleak...).

- Oso Maiztasun Txikiko uhin elektromagnetikoak (korronte alternoko linea elektrikoak...).
- Maiztasun Txikiko uhin elektromagnetikoak (indukzio bidez soldatzen duten makinak).
- Irrati-maiztasuneko uhin elektromagnetikoak (irradi- eta telebista-uhinak, plastikoen soldadura...).
- Mikrouhinak (mikrouhin-labeak, telefono mugikorrak...).
- Infragorriak (argi infragorriak, gori dagoen materiala...).
- Argia (bonbilak...).
- Ultramorea (eguzki-lanparak, intsolazio industrialeko lanparak...).

Segurtasun eta Higiene Institutuaren arabera, espektro elektromagnetikoan agertzen diren

erradiazioak ez dira ionizatzaileak, ez baitira atomoen edo molekulen egitura aldatzeko gai. Hala ere, ba omen dute eraginik Institutuaren iritziz. Esate baterako, erradiazio ultramorea azaleko arazoak eta konjuntibitis-a sortzeko gai dira; infragorriek, berriaz, begietako erretina kaltetzeko. Azkenik, mikrouhinak arras arriskutsuak direla diote, ehunetan dauden ur-molekuletan eragiten baitute.

CEM proiektua, nazioarteko proiektua

Ikusten denez, hasiera-hasieratik artikulu honetan bertan adierazten den moduan, eremu elektromagnetikoen eta osasun-arazoaren loturari dagokionez gauzak ez daude batere garbi. Hori dela eta, 1996. urteko maiatzean Osasunerako Mundu Erakundeak CEM izeneko proiektua martxan jarri zuen, eremu elektromagnetikoen eta osasun-arazoaren artean loturarik badagoen edo ez dagoen ikusteko. Proiektua 2001. urtean bukatuko da eta lotura-haustura kontua argitzeaz gain, gai honen inguruan dagoen ikerkuntza-ildo desberdinen nahasmenari amaiera ematea da helburu nagusia. Horretarako hainbat helburu txiki ditu:

- Eremu elektromagnetikoei buruz egin diren zientzia-ikerketak aztertzea.
- Ikerketen alderik ezezagunenak identifikatzea, osasun-arriskuak nondik etor daitezkeen erabakitzeke.
- Eremu elektromagnetikoei buruzko kalitate handiko ikerkuntzarako programa zehatza buztatzea.
- Aipatutako ikerkuntzak burutzen direnean, eremu elektromagnetikoen osasun-arriskuak neurtzea.
- Nazioartean eremu elektromagnetikoei buruzko araudi bateratua onartzea.

Arxibokoa



Haurdun dauden emakumezkoek Suedian ordenadore aurreko lan-denbora mugatuta dute.



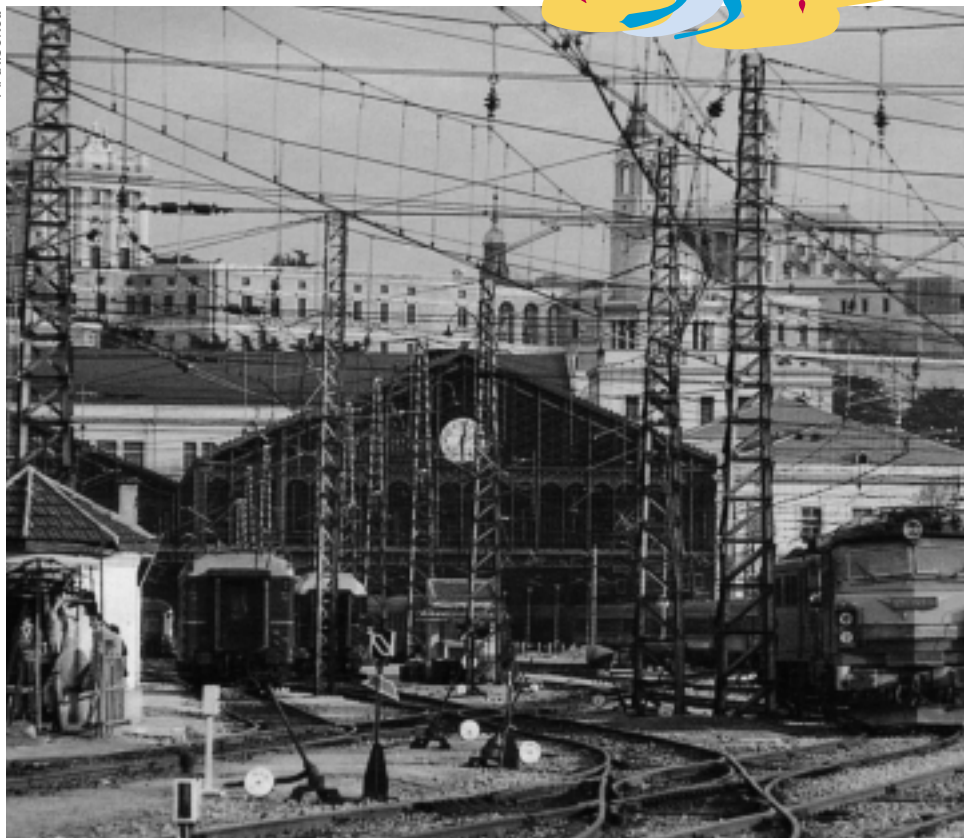
- Arriskuei, gestioari, komunikazioari eta pertzepzioari buruzko informazioa eskaintzea.

Osasunerako Mundu Erakundearen arabera, proiektua burutzeak garrantzi handia du, nazioarte osoak arau berdinekin joka dezan; esate baterako, interes ekonomikoak medio, Sobiet Batasun oihan zeuden hainbat herrialdetan erradiazio elektromagnetikoen mugak gainerako herrialdeetan onartzen direnak baino 100 aldiz handiagoak dira. Osasunerako Mundu Erakundearentzat eremu elektromagnetikoen eragina nolakoa den jakin gabe horrelako neurriak hartzea —onura ekonomikoa bakarrik kontuan hartuta— arriskutsua izan daiteke.

Azkenik, beste ikerketa bat aipatu behar, mundu osoko hainbat ikerlari bildu eta "Eremu elektromagnetikoak eta giza osasuna izeneko txostenean kaleratu dutena. Ondorioen laburpenera joanez gero, honako hauek azpimarratzen dituzte:

- Korrente alternoek sortutako eremu elektromagnetikoek badute nolabaiteko eragin biologikoa; hala ere, mekanismoa ez da ezagutzen eta balizko kalteak ere ez dira behar bezala egiaztatu.
- Ezin egiaztatu izan da eremu magnetikoek ugaltze-arazoekin zerikusia dutenik, ezta malformazioak edo portaeraren aldaketak eragiten duten ere.
- Minbizi-mota desberdinei dagokienez (leuzemia eta garunekoari gehienbat) ez dago erabateko emaitzarik. Beraz, ezin esan zerikusia badutenik edo ez dutenik. Pertsona helduengan eragina ez da etengabekoa izan eta ezta errepikakorra ere; haurrekin egindako ikerketetan berriz, leuzemia-arriskuan gorako joera txiki bat nabaritu da.

Artxibokoa



Eremu elektromagnetikoen eragina etenik gabekoa da.

- Gizakia uneoro eremu elektromagnetikoen eraginpean dago.
- Arazoa argitzen den arte, eremu elektromagnetikoetatik ahalik eta gehien urruntzea gomendatzen da; badaezpada neurri bezala, ez arriskua egoteagatik.
- Komunikabideek oro har eremu elektromagnetikoen eraginari behar baino oihartzun handiagoa eskaintzen diete, gauzak bere onetik ateraz.
- Ez da oraingoz nazioarteko muga jartzeko sakoneko arrazoirik ikusten.
- Eremu elektromagnetikoak medikuntzan erabilgarriak eta onuragarriak izan daitezke, adibidez erresonantzia magnetikoak egiteko.
- Eremu elektromagnetikoak gehiago eta hobeto ikertu behar dira.

rentzat onurarik ez dakartela jakin arren, ikusitakoak ikusita zaila da eremu elektromagnetikoak osasunarentzat txarrak direla esatea; are zailagoa inolako eraginik ez dutela bermatzea. Kontua bestelakoa litzateke ingurugiro-arazoez ariko bagina, eremu elektromagnetiko artifizialek paisajearen, langileen segurtasunean, lan-baldintzetan eta abarretan eragiten duten kaltea begi-bistakoa baita. Beste hainbat gaitan bezala denborak eta ikerkuntzak amaiera emango diote gai honi. Erabat isolatzea ezinezkoa denez, bitartean ondo bizitzeko ahalegina egin behar.



* Elhuyar

Honaino, eremu elektromagnetikoei buruzko ikerketa. Osasuna-