

EUSKAL GRAMATIKA PROZESATZEN: HASTAPENETAKO ZENBAIT EMAITZA

Itziar Laka, Adam Zawiszewski, Kepa Erdozia

(Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea -
Max Planck Institute for Human Brain and Cognitive Sciences-Leipzig -
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea)

Abstract

After a brief introduction to ERP methods in the study of language, we report some recent results from a set of experiments investigating morphosyntactic processing in Basque. First we report results from experiments that focus on word-order processing, with special attention to verb medial sentences, where subjects show no preference for either SVO or OVS orders, in contrast with the sharp asymmetry found in SOV versus OSV orders in previous work. Second, we report results from a set of conductural and ERP experiments targeted to explore object agreement, which suggest that it is neurocognitively distinct from subject agreement.

1. Sarrera: hizkuntzalaritza eta neurozientziaren arteko zubia eraikitzen

Azken hogei urteotan, (neuro)zientzia kognitiboak osatzen dituzten alorretan aurrerapen handiak egin dira giza hizkuntzaren oinarriko diseinu-ezaugarriak zein diren eta hizkuntza garunean nola itxuratu eta prozesatzen den ulertzeko bidean. Ildo honi jarraiki, gure lanak hizkuntzalaritza teorikoa eta metodologia esperimentalak uztartzen ditu, hizkuntzaren ikerketan aurrera egiteko asmoz. Garunean mota desberdinetako hizkuntzak nola itxuratzen eta prozesatzen diren argitzen lagundu nahi dugu, gai hori argitzen den neurrian argituko baita zertan bereizten diren, bereizten badira, hizkuntzaren euskarri neuraletako eta prozesamenduko egitura edo mekanismo unibertsalak batetik, eta hizkuntzen ezaugarrien araberakoak diren gertakariak bestetik. Ikerketa-alor honek, beraz, hizkuntzalaritza teorikoaren eta hizkuntzaren neurokognizioaren ikerketaren arteko zubia eraikitzen laguntzeko xedea du.

Gizakion garuna eta nerbio-sistema askotariko informazioa prozesatzeaz arduratzen da. Hizkuntza bera, izan ere, mekanismo biologikoen bidez prozesatzen dugu. Belarrietatik edota begietatik sartzen zaigun hizkuntz informazioak sortzen dituen eragiketa kognitiboek gure garunaren lana islatzen dute. Hizkuntz eragiketean euskarri fisikoak (sare neuralak) ezagutzeko eta ulertzeko sortzen ditugun modelook eta teoriak, bada, garunarekin uztartu behar ditugu, han baitu egoitza giza hizkuntzak. Hizkuntzari buruzko teoria zientifikoek egiten dituzten iragarpenak garunaren lanean nola gauzatzen diren aztertzeko gai izan behar dugu (Münste et al. 2000). Egungo hizkuntzalaritza teorikoa eta prozesamenduari buruzko hipotesiak eskutik

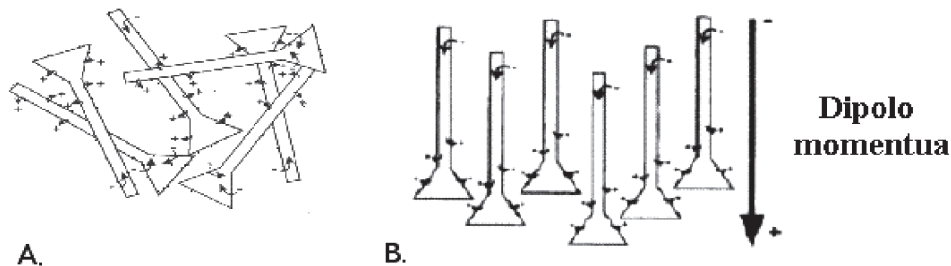
doaz beren helburuen atzetik. Izan ere, hizkuntz prozesamenduak hizkuntzaren itxurapen neurala eta erabilera azaldu nahi badu, hizkuntzaren ezagutza erabiltzen dugunengan gertatzen diren prozesu kognitibo (Chomsky 1986) eta biologikoen berri eman beharko du (Grodzinsky 2003) nahitaez.

2. Jarduera elektrikoa gogo-funtzioen erakusgarri

Garuneko neurona taldeen jarduera post-sinaptikoek potentzia elektrikoaren aldaketak eragiten dituzte; potentzia elektrikoaren aldaketa horiek neurtzen badiugu, garunaren konputazioa aztertzeko bide bat daukagu. Karga elektroestatikoa materiaren oinarriko ezaugarri bat da; elektrikoki kargatutako gorputzak, protoiez, elektroiez, eta ioiez osatuta daude. Karga elektrikoak mugitzen direnean korrante elektrikoak sortzen dira (Münste et al. 2000). Korrante elektriko horiek zelulen barnerako eta kanporako isurian zehar erraz eroaten dira. Isuri horretan, elektrikoki kargatutako ioiak lerratzen dira, dipoloak osatuz.

Baina nola aldatzen da gure garuneko neurona multzoek sortzen duten korrante elektrikoak? Neurona gehienek antzeko funtzionamendua dute, ioien aurrean zelulamintza nahikoa iragazgaitza baita. Hala ere, sinapsien ondorioz neurotransmisoreek zenbait proteinen ioiak zelula mintzetan lerratu eta neurona barrura igarotzen dituzte. Ioiek, zelulan sartzean, zelulen karga elektrikoaren polaritatea aldatzen dute; polaritate positiboa zuen dipoloari polaritate negatiboa ematen diote eta alderantziz. Ondorioz, buruko larru-azal gaineko elektrodoek antzematen dituzten dipoloen polaritate-aldaketak, neuronon jarduera post-sinaptikoaren ondorioa dira. Beraz, ioien kontzentrazio-maila neuronon mintzen artean igarotzean sortzen den korrante ioniko mikroskopiko primarioak sortzen ditu buru-azalean makro-elektrodoen bidez grabatzen diren potentzialak.

Buruko larru-azalean hautematen diren potentzialek generadore neuroelektrikoak sortzen dituzte, eta horiek dira dipoloak hain zuzen. Dipolo-eremuen indarrak eta norabideak zerikusia dute generadore neuroelektrikoak antzemateko orduan. Adibidez, dipoloak alde guztietarantz lerratzen badira, larru-azalean kokatzen den elektrodoak ezingo du jarduera neurofisiologikoa antzeman (1A irudia). Aldiz, dipoloak denak batera norabide berean lerratuz gero, korrante elektrikoa erraz hauteman ahalko da (1B irudia).

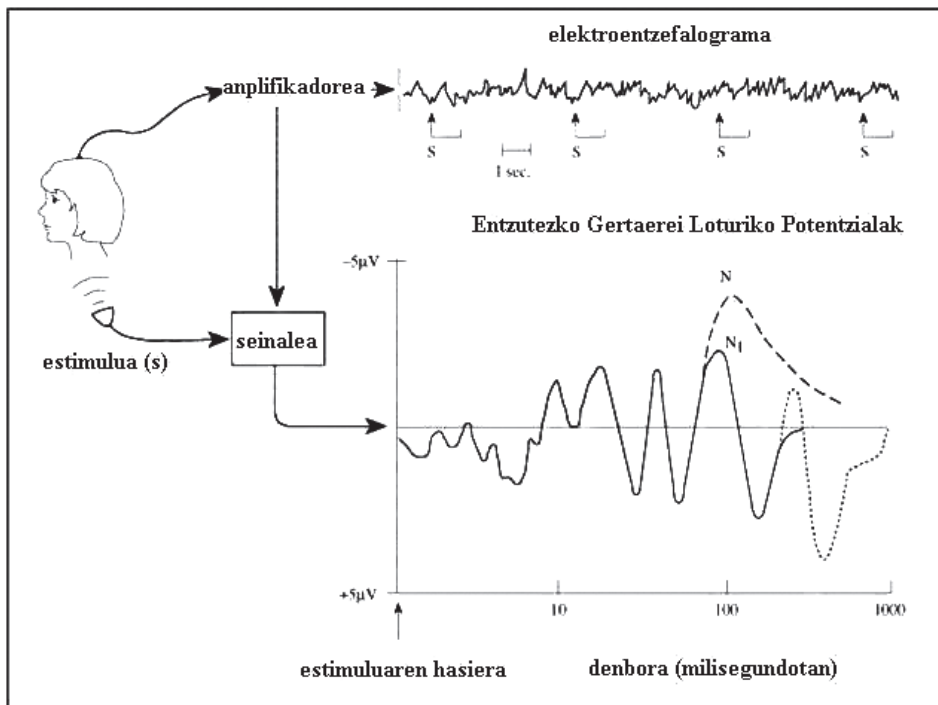


1. irudia

A, nahasian aktibatutako neuronek ez dute jaso daitekeen aktibaziorik sortzen. Aldiz B-n, neurona guztiak lerratuta aktibatzen badira, larru-azaleko elektrodoek grabatu dezakete korrante elektrikoa

Buruko larru-azalean kokaturiko elektrodoek neurona multzoek sortzen duten korrante elektriko lerratua grabatzen dutenean, elektroenzefalogramak (EEG) sortzen ditugu. Gertaerei loturiko potentzialak (ERP laburduraz aipatuko ditugunak, ingelesez duten izenetik *Event Related brain Potentials*) zentzumenen, edo gertaera kognitiboen eraginez denbora mugatuan sorturiko elektroenzefalogramak dira. ERPak, beraz, EEGatik eratortzen dira. Normalean, EEGek amplitude handiko uhinak erakusten dituzte eta ez dute gertaera jakin batekin erlaziorik, ERPeak ez bezala. ERPeak, beraz, estimulu jakin baten aurrean garunak ematen dituen erantzun elektro-fisiologikoak dira.

Elektrodoek jasotzen duten seinalea amplifikadore batetik igarotzen da eta digitalizatu egiten da seinale jarraikor baten itxurapenean. Seinale jarraikor hau EEGa da. Hautematezko gertaerek edota gertaera kognitiboek EEGan potentzia-aldaketak eragin ditzakete. Baina aldaketa hauek normalean oso txikiak direnez (+5 eta $-5 \mu\text{V}$ bi-



2. irudia

Buru-azalean elektrodo bat duen pertsona batek estimuluak jasotzen ditu denboran zehar. Buruko elektrodo horrek seinale bat bidaltzen dio amplifikadoreari eta honek EEGa sortzen du. EEG horretan markaturik geratu diren estimuluek eragin dituzten EEG zatiak hartzen dira, eta batzuek ERPa lortzen da. Ohituraz, ERP-literaturan polaritate negatiboa irudiaren goiko aldean irudikatzen da eta polaritate positiboa behekoan; y-ardatzean, denbora irudikatzen da, milisegundotan neurtua

tartekoak), ezinezkoa da EEGan zehar begibistako aldaketarik antzematea. Beraz, EEGan zehar, denbora jakinetan errepikatu diren gertaera konparagarriekin batatzeko egiten da, eta horrela EEGaren zatetatik boltaje jakineko uhinak lor daitezke (Fiebach et al. 2001). Uhin hauek dira ERPak edo gertaerei loturiko potentzialak izenarekin ezagutzen ditugunak (ikus 2. irudia); ikus bedi Erdozia (2009) areagoko xehetasunak argitzeko.

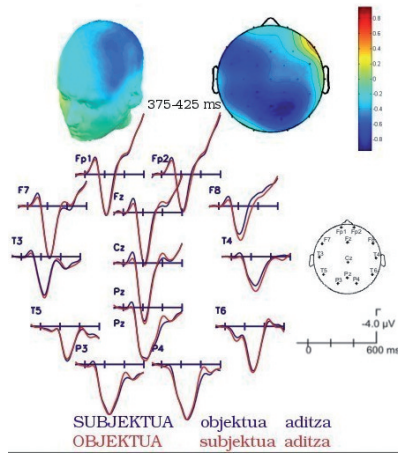
ERPek gertaera eta grabaketa unearen arteko erlazio guztiz estua erakusten dute; hau da, garuneko ekintzak gertatu ahala grabatzeko aukera ematen dute. ERP efektuek denborazko zehaztasun handia eskaintzen dute. ERP osagaiak uhinaren eta estimularen arteko desberdintasunak erakusten dituzte; hau da, kinada edo estimula gertatu eta uhin desberdintzailearen artean dagoen denbora oso modu zehatzean erakusten digu. Gainera, ERPek polaritate, topografia, eta esperimenduarekiko sentiberatasuna erakusten dute; ERPetako uhinek polaritate positiboa ala negatiboa izan dezakete x-ardatzaren behelaldean ala goikaldean gertatzen badira. Topografiari dagokionez, hots, gertaera neurala non jazo den jakiteko, mikrovoltetan grabatzen den uhinen intentsitate garuneko zein esparrutan gertatzen den ikus daiteke buruko larru-azalaren kokatutako makro-elektrodoen bidez. Azkenik, ERPak gertaerei lotuta daudenez, bi antzeko gertaera konparatzeko aukera ematen dute. Hau da, inguru esperimental batean bi baldintzen arteko desberdintasunak topatzeko sentiberatasun handia dute ERPek. ERPek gertaera edota estimulu/kinada jakinei loturiko EEGak direla azaldu dugu. Zer gertatzen da, bada, estimulu edo kinada hori hizkuntzazko gertaera bat bada? Lan honetan, euskararen hitz hurrenkera eta kasu-komunztadura prozesatzean gertatzen direnak ikusiko ditugu.

3. Euskararen hitz hurrenkerak eta ERPak

Euskal sintaxiari buruzko lan gehientsuetan (De Rijk 1969, Ortiz de Urbina 1989, Laka 1990, Artiagoitia 1995, Fernandez 1998, Elordieta 2001, beste batzuen artean), SOV hurrenkera duten perpausak islatzen dute euskararen hurrenkera kanonikoa, eta beste hurrenkerak (OSV, SVO eta OVS) sintaktikoki eratorriak dira. Hau egia bada, prozesamenduan antzeman beharko litzateke SOV dela prozesatzeko hurrenkerarik errazena, azkarrena, eta konplexutasun-zantzu elektrofisiologikorik sortzen ez duena. Aldiz, gainerako hurrenkerek (OSV, SVO eta OVS) prozesatze-ahalegin handiagoen zantzuak erakutsi behar litzateke.

Hurrenkera desberdinetan antolatutako perpausak euskaldunen garunetan sortzen dituzten erantzun elektrofisiologikoak aztertu ditugu ERP bidez. Lehenik euskarazko SOV eta OSV hitz hurrenkerak konparatu ditugu, aditza bukaeran duten hurrenkerak. Ondorioztatu dugunez, euskaldunek SOV hurrenkera irakurtzen dutenean beren garunek sortzen duten aktibitate elektrofisiologikoa desberdina da OSV hurrenkera irakurtzen dutenean sortzen dutenarekin konparatuta (3. irudia).

Objektuek subjektuek baino uhin negatiboagoak sortzea konplexutasun sintaktikoaren adierazgarritzat jo ohi da (Friederici 2002 edota Bornkessel & Schlewsky 2006). Perpaus hasierako negatibitate hau, beste hizkuntza batzuetan hurrenkera desberdinak konparatzean lortutako negatibitatearen guztiz antzekoa da (alemanez: Matzke et al. 2002; japonieraz: Hagiwara et al. 2007). Beraz, euskaldunen garunak areagoko prozesamendu-baliabideak darabiltza objektu bat bere ja-



3. irudia

Ezker Aurreko Negatibotasuna perpaus hasierako objektu posizioan. Ezkerreko aurreko elektrodoetan, 400 milisegundo inguruan uhin gorria negatiboagoa da uhin urdina baino.

Uhin gorriak, OSV baldintzaren objektua prozesatzean, garunak sortzen duen korrante elektrofisiologikoa irudikatzen du. Uhin urdina SOVko subjektuari dagokio. (300-500ms.

Tenporalean: Perpaus Mota x Hemisferioa x Aurre/Atze, $F(2,46) = 8.68$, $P < 0.005$)

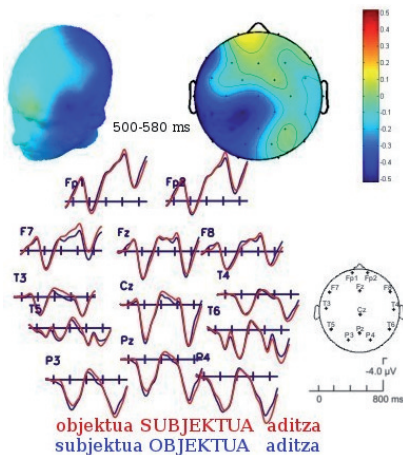
torrizko gune kanonikotik kanpo dagoenean. Bigarren osagai sintaktikoa konparatzean, beste negatibitate bat antzematen dugu, baina oraingoan subjektuari dagozkion uhinak dira negatiboagoak: uhin negatiboagoak sortzen ditu posizio kanonikoa mantentzen duen elementuak baino (ikus 4. irudia).

Hizkuntzarekin lotzen den beste erantzun elektrofisiologiko bat P600 dugu, konplexutasun sintaktikoarekin lotzen dena (Kaan et al. 2000; Friederici 2002). Euskarazko OSV hurrenkeran, P600 osagaia ikus daiteke aditzaren gunean, SOV egitura kanonikoaren aditzgunearekin konparatzean (5. irudia).

Beraz, euskaraz SOV hurrenkera OSV hurrenkerarekin konparatzean, konplexutasun sintaktikoarekin lotzen diren ERP osagaiak erakusten ditu OSV hurrenkerak (negatibitatea eta P600). Ebidentzia psikolinguistikoak eta neurolinguistikoak, bada, erakusten du euskaraz SOV hurrenkera OSV baino sintaktikoki sinpleagoa dela, eta hori prozesamenduan islatzen dela zuzenean (Erdocia, Laka, Mestres, Rodriguez-Fornells 2009).

Aditza bukaeran duten hurrenkerak aztertu ondoan, aditza erdian duten hurrenkerak aztertu ditugu (SVO/OVS) (Erdocia, Laka, Rodriguez-Fornells 2009). Norberak gidatutako irakurketaren bitartez (Just et al. 1982), eta irakurri ondoren egindako ulermen-galderen erantzunen bitartez, SVO eta OVS hurrenkeren prozesamendua aztertu dugu. Helburuen arteko bat, subjektua hasieran duen hurrenkerak (SVO) objektua hasieran duen hurrenkera (OVS) baino konputazionalki errazagoa ote den jakitea da.

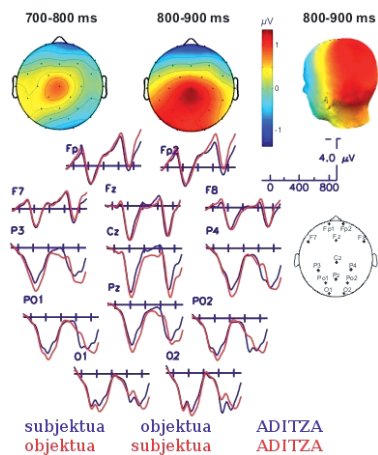
Esperimentu honetako materialak (1a) adibidekoak bezalako 100 perpaus ziren, SVO eta argumentu biak singularrekoak. Perpaus horiek abiapuntu harturik, bal-



4. irudia

Ezker aurreko negatibotasuna perpauseko bigarren osagarri posizioan. Subjektuari dagozkion uhinak (gorriz) negatiboagoak dira, objektuari (urdinez) dagozkion uhinak baino 400 eta 600 milisegunduko tartean.

(400-550 ms, Tenporalean: Perpaus Mota \times Hemisferioa F (1,23) = 5.01, $P < 0.035$)



5. irudia

Erorritako perpausen aditzean konplexutasun sintaktikoa: P600. Egitura eratorrian (uhin gorria), elektroir-txanoko erdiko elektrodoetan positibitate handiagoa ikusten da egitura kanonikoan (uhin urdina) baino, 700-900 ms.ko tartean.

Efektu hau atzeko aldean kokatzen da (700-900 ms).

ParaSagital: Perpaus Mota \times Aurre/Atze, $F(4,92) = 7.92$, $P < 0.0014$.

Mapa topografikoetan erraz ikus daiteke P600 efektuaren lokalizazioa

dintza experimental guztiak sortu ditugu: 100 perpau baldintza singularrean (1a), 100 anbiguoak (ez dakigu zein den singularra eta zein plurala) (1b), 100 perpau argumentu plurala dutenak (1c), 100 perpau SVO hurrenkera eta argumentu pluralekin (1d) eta 100 perpau OVS hurrenkera eta argumentu pluralekin. Denetara 500 perpau experimental, eta horiekin batera 100 perpau betegarri. 29 jaiotzetiko euskaldunek hartu zuten parte esperimentuan.

- | | | | |
|-----|----|---------------------------------|------------------|
| (1) | a. | Gizonak ikusi du emakumea | (SVO singularra) |
| | b. | Emakumea ikusi du gizonak | (OVS singularra) |
| | c. | Gizonak ikusi ditu emakumeak | (XVX anbigua) |
| | d. | Gizonek ikusi dituzte emakumeak | (SVO plurala) |
| | e. | Emakumeak ikusi dituzte gizonek | (OVS plurala) |

Esperimentu honen emaitzek erakutsi dute ez dagoela alderik aditza tartean duten hurrenkera bi hauen artean. Bereziki, ez dugu inolako prozesamendu-abantailarik aurkitu subjektua lehenengo duen hurrenkeraren kasuan (SVO). Emaitza hauek, bada, bat datoz euskal sintaxian egindako aldarrikapen nagusiarekin, hots, SOV hurrenkeraz bestelako hurrenkera guztiak sintaxian eratorriak direla. Alemanieraz (SOV hizkuntza) egindako ikerketek SVO hurrenkeraren aldeko abantaila erakusten dute, euskaraz ez bezala. Bader eta Meng ikertzaileek (1999) erakutsi zuten hizkuntza germaniar honetan labirintu-perpauaren efektua eragiten zutela une batez anbiguoak ziren OSV hurrenkeradun perpauak, eta SOV interpretazioa hobesten zutela hiztunek. ERPak erabilia, Rösler et al. (1998) lanak erakutsi du SOV hurrenkera ez duten perpauak prozesatzeko zailagoak direla (ikus baita Bornkessel 2002, Schlesewsky et al. 2003 beste batzuen artean). Aditza erdian duten hurrenkeretan, ERP desberdinak erakusten dituzte SVO eta OVS hurrenkerak (Matzke et al. 2002). Beraz, euskarak eta alemanierak antzeko abantaila erakusten dute SOV hurrenkeraren alde, baina aditza erdian duten hurrenkeretan desberdinak dira: alemanieraz, subjektua lehenengo duten hurrenkerak abantaila daukate, baina euskaraz ez, euskaraz biek erakusten dute antzeko konplexutasun-maila. Oso litekeena da, gure ustez, alemaniera eta euskararen arteko alde hau beste ezaugarri tipologiko bati zor izatea; alemaniera V2 hizkuntza dugu, baina euskara ez. V2 hizkuntzetan, perpau nagusiak jokaturako aditza edo laguntzailea bigarren gunean darama, eta elementu horren aurretik maizen agertu ohi den osagai sintaktikoa subjektua da. Horrek esan nahi du alemanieraz SVO hurrenkera oso maiz gertatzen dela, euskaraz ez bezala.

4. Objektu-komunztadura prozesatzen

Lau esperimentu burutu ditugu euskarazko objektu-komunztaduraren prozesamendua aztertzeko, metodo desberdin bi erabiliaz: norberak gidaturiko irakurketa lehenengo esperimentuan, eta ERP metodologia gainontzekoetan —Zawiszewski et al. (prestatzen), Zawiszewski & Friederici (inprimategian)—. Lehenengo esperimentuan ikusi nahi genuen ea gai esperimentalek objektu-komunztadurako urraketak antzematen ote zituzten, eta urraketa horiek irakurketa denborei eragiten ote zieten. Bigarren esperimentu multzoak aztertzen du ea objektu-komunztaduraren urraketek sortzen dituen ERP zantzuak objektu-komunztaduran sortzen diren berberak

ote diren, ala ez. Lehenengo esperimentuan 32 lagunek parte hartu zuten, denak jaiotzetik euskaldunak. Denetara, 320 perpaus sortu genituen, 160 gramatikalak eta 160 ezgramatikalak (2) adibidean erakusten direnak bezalakoak:

- (2) a. Gaur zuk ni agurtu nauzu kalean.
- b. Gaur zuk ni agurtu *duzu kalean.

Lehenengo esperimentuaren emaitzek argi utzi zuten objektu-komunztaduraren urraketak (2b) irakurketa-denborak areagotzen dituela, ezgramatikaltasunak eragindako prozesamendu-karga erakutsirik. Ondoren, eta objektu-komunztaduraren korrelato neurofisiologikoak aztertzeo, ERPak erabili ditugu beste hiru esperimentuetan, prozesamenduaren urratsak unez unez aztertzea ahalbidetzen duen teknika baita hori.

Bigarren esperimentuan 20 jaiotzetiko euskaldunek parte hartu zuten. Material esperimentalak gorago deskribatutakoak ziren. Emaitzek erakutsi dute O-komunztadurak negatibitatea sortzen dutela atzealdeko elektrodoetan 300-450 milisegunduetara, eta baita konplexutasuna iragartzen duen P600 osagarria ere. Hirugarren esperimentuan O-komunztadura S-komunztadurarekin erkatu genuen zuzen-zuzenean eta aurkitu genituen erantzun elektrofisiologikoei zantzu berdinak erakutsi zituzten komunztadura mota bietan. Azken esperimentuan SOV eta OSV motako perpausak erabili genituen, hitz hurrenkerak O-komunztadurari eragiten ote dion ikertzeko asmotan. Jasotako datuek aurreko esperimentuan bildutakoekin bat datoz, hau da, O-komunztaduraren urraketek N400-P600 ereduak erakusten dute, baina ez subjektu komunztaduraren urraketetan aurkitu ohi den LAN-P600 ereduak (hainbat hizkuntzatan: ingelesa, alemaniera, italiara, finera, holandesa,...).

Friederici (2002) eta Schlesewsky & Bornkessel (2006) lanetan proposatzen den ereduaren arabera, LAN osagarria gramatikaren betebeharrak formalen urraketetan ondotik sortzen da. Eredu hauetan, komunztadura betebeharrak formalizatzen hartzen da; beraz, komunztadura mota guztien urraketek LAN eragin behar lukete. Hizkuntza prozesamenduaren beste eredu batzuek, desberdinak izaki komunztadurari egiten dioten lekuari dagokionean (Hagoort 2003 edo Ullman 2001, 2004 esaterako), antzeko iragarpena egiten dute, komunztadura mota guztiek antzera jokatu behar dutela, alegia. Halere, objektu-komunztadurak ez du LAN osagairik eragiten, eta aitzitik, N400 osagarriaren agerpena ezin azal daiteke eredu hauen arabera. Bestetik, gure azterketan O-komunztaduraren urraketetan aurkituriko N400 osagarria ezin daiteke lotu aurreikuspen semantikoen hausturarekin, ez baitago aditza eta objektuaren arteko talka semantikorik; ageri diren objektuak naturalak dira duten aditzaerako. Halere, interpretaziorik gertagarriena litzateke esatea N400 horrek aurreikuspen morfologikoen haustura islatzen duela. Izan ere, Wicha et al. 2003 lanean, adibidez, gurea bezalako N400-P600 eredu bat aurkitzen dute alemanierazko genero-komunztaduraren urraketetan (*Der Häuptling*_{maskulino} *is kriegerisch, weil er*_{maskulino} */*sie*_{femenino} *gewinnen will*). Weckerly eta Kutas (1999) lanean ere adierazten da aurreikuspenen bortxaketek N400 sor dezaketela. Horixe izan daiteke gure ikerketan aurkitutako emaitzaren azken zioa: komunztadura eragiten duten argumentu biak aurkeztutakoan, parserrak objektuari dagokion komunztadura-marka aurkitzea aurreikusten du. Aurkitzen duen morfema beste bat dela ikusitakoan, N400 osagarria sortzen da.

5. Laburbilduz

Hizkuntzaren ezaugarri morfosintaktikoeak ba ote dute eraginik hizkuntza hori prozesatzeko garaian? Orain artean egin diren hizkuntzarteko ikerketek erakusten dute hizkuntz tipologiak izan baduela eraginik hizkuntz prozesamenduan. Honengatik prozesamendurako eredu neurokognitiboek geroz eta garrantzi handiagoa ematen diote aztertzen dituzten hizkuntzen ezaugarri tipologiko eta morfosintaktikoei (Bornkessel & Schlewsky 2006). Gure ikerketak, hizkuntz prozesamenduaren aurpegi unibertsal eta aldagarrien irudi orokor hori marrazten lagundu nahi du. Horretarako, aurretiaz ikertu ez den euskararen prozesamenduak sortzen dituen korrelato elektrofisiologikoak aztertzen ditugu. Euskararen ezaugarri tipologikoeak bereziki interesgarri egiten dute, ez baitira orain artean ikuspuntu neurokognitibo batetik aztertu hizkuntza ergatiboak, komuntzadura aniztunak eta morfologia itsaskari konplexua dutenak.

Lan esperimentalak iradokitzen digu euskaldunek SOV hurrenkera kanonikoa prozesatzen dutela erraztasunik handienarekin, eta gainerako aukerak, OSV, SVO eta OVS alegia, baliabide konputazional gehiago erabiltzen dituztela; hizkuntzalaritzan SVO ordenaz beste guztiak sintaktikoki eratorriak diren analisiekin bat egiten dute gure emaitza hauek. Nabarmena da euskarak aditza erdian duten hurrenkere-tan ez duela erakusten alemanieraz aurkitzen den “subjektua lehenik” prozesamendu-estrategiaren zantzurik. Litekeena da honen arrazoia euskararen ergatibotasunean funtsaturik egotea, euskaraz bai absolutiboak zein ergatiboak subjektu izan daitezkeen neurrian.

Objektu-komuntzaduraren prozesamendua lehen aldiz aztertu dugu, ez dago honi dagokionez beste hizkuntza batean egindako ikerketarik. Emaitzek erakusten dutenez, komuntzadura mota guziek ez dute korrelato elektrofisiologiko bera erakusten; izan ere, objektu-komuntzaduraren prozesamenduak N400 osagarria eragiten du, subjektukoak ez bezala. Gure emaitzek, bada, iradokitzen dute subjektu-komuntzaduraren ikerketetatik ez daitekeela besterik gabe gainerako komuntzadura mota guztietara extrapolatu, nahiz egungo eredu gehientsuek horrela egin. Oso litekeena da, gure emaitzak ikusita, subjektu- eta objektu-komuntzadurek prozesatze-mekanismo bereziak erabiltzea, eredu elektrofisiologikoei islatzen duten bereizkuntza alegia.

Eskerrak

Ikertzaileek BRAINGLOT, CSD2007-00012/CONSOLIDER-INGENIO 2010 (MICINN), SEJ2007-60751/PSIC (MEC), eta GIU06/52 (Eusko Jaurlaritzaren EHU) proiektuen babesa jaso dute.

Aipaturiko bibliografia

- Artiagoitia, X., 1995, *Verbal Projections in Basque and Minimal Structure*, Supplements of *ASJU* XXXVI.
- Baker, M. C., 2001, *Atoms of Language: The mind's hidden rules of grammar*. NY: Basic Books.
- Bornkessel, I., 2002, *The Argument Dependency Model: A neurocognitive approach to incremental interpretation* (vol. 28). Leipzig: MPI Series in Cognitive Neuroscience.

- & Schlesewsky, M., 2006, «The extendent argument dependency model: A neurocognitive approach to sentence comprehension across languages», *Psychological Review* 113 (4), 787-821.
- Chomsky, N., 1957, *Syntactic Structures*, Mouton, The Hague.
- , 1981, *Lectures on government and binding*. Foris: Dordrecht.
- De Rijk, R., 1969, «Is Basque an S.O.V. language?», *FLV* 1, 319-351. Berrarg. in De Rijk, R. P. G., 1998, *De Lingua Vasconum: Selected Writings*. Supplements of *ASJU* XLIII.
- Elordieta, A., 2001, *Verb Movement and Constituent Permutation in Basque*. LOT Dissertation Series: University of Utrecht.
- Erdocia, K., Laka, I., Mestres-Missé, A. eta Rodriguez-Fornells, A., 2009, «Syntactic complexity and ambiguity resolution in a free word order language: behavioural and electrophysiological evidences from Basque», *Brain and Language* 109 (1), 1-17.
- , — eta Rodríguez-Fornells, A., 2009, «Processing Derived Word Orders in Basque», Peter de Swart eta Monique Lamers (arg.), *Case, Word Order, and Prominence: Psycholinguistic and theoretical approaches to argument structure*. Springer.
- Erdozia, K., 2009, «Burmuineko aktibitate elektrikoa hizkuntz gaitasuna neurtzeko», *Ekaia: Euskal Herriko Unibertsitateko zientzi eta teknologi aldizkaria* 22.
- Fernandez, B., 1998, *Egiturazko kasuaren erkaketa euskaraz*. PhD dissertation. UPV/EHUko Argitalpen Zerbitzua: Bilbo.
- Fiebach, C. J., Schlesewsky, M. & Friederici, A. D., 2001, «Syntactic working memory and the establishment of filler-gap dependencies: Insights from ERPs and fMRI», *Journal of Psycholinguistic Research* 30, 321-337.
- Friederici, A. D., 2002, «Towards a neural basis of auditory sentence processing», *Trends in Cognitive Sciences* 6 (2), 78-84.
- Grodzinsky, Y., 2003, «Imaging the Grammatical Brain», Michael A. Arbib (arg.), *Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, 2. argitalpena. MIT Press: Cambridge, MA. 551-556.
- Hagiwara, H., Takahiro, S., Masami, I. & Imanaka, K., 2007, «A topographical study on the event-related potential correlates of scrambled word order in Japanese complex sentences», *Journal of Cognitive Neuroscience* 19, 175-193.
- Hagoort, P., 2003, «How the brain solves the binding problem for language: A neurocomputational model of syntactic processing», *Neuroimage* 20, S18-S29.
- Just, M. A., Carpenter, P. A. and Woolley, J. D., 1982, «Paradigms and Processes in Reading Comprehension», *Journal of Experimental Psychology: General* 111(2), 228-238.
- Kaan, E., 1997, *Processing subject-object ambiguities in Dutch*. Ph.D. Thesis: University of Groningen.
- Laka, I., 1990, *Negation in Syntax: On the Nature of Functional Categories and Projections*. MIT Dissertation. MITWPL: Cambridge, MA.
- Matzke, M., Mai, H., Nager, W., Rüsseler, J. eta Münte, T. F., 2002, «The cost of freedom: An ERP-study of non-canonical sentences», *Clinical Neurophysiology* 113, 844-852.
- Müller, H. M., King, J. W. eta Kutas, M., 1997, «Event-related potentials elicited by spoken relative clauses», *Cognitive Brain Research* 5: 193-203.
- Münte, F. T., T. P. Urbach, E. Düzel eta M. Kutas, 2000, «Event related brain potentials in the study of human cognition and neuropsychology», F. Boller, J. Grafman eta G. Rizzolatti (arg.), *Handbook of Neuropsychology*. 2. argitalpena.
- Ortiz de Urbina, J., 1989, *Parameters in the Grammar of Basque*. Foris: Dordrecht.

- , 2003, «Word Order», J. I. Hualde eta J. Ortiz de Urbina (arg.), *A Grammar of Basque*. Mouton de Gruyter, Berlin: 448-459.
- Rösler, F., Pechmann, T., Streb, J., Röder, B. eta Hennighausen, E., 1998, «Parsing sentences in a language with varying word order: word-by-word variations of processing demands are revealed by Event-Related Brain Potentials», *Journal of Memory and Language* 38, 150-176.
- Schlesewsky, M. & Bornkessel, I., 2003, «Ungrammaticality detection and garden path strength: A commentary on Meng & Bader's (2000) evidence for serial parsing», *Language and Cognitive Processes* 18, 299-311.
- , — & Frisch, S., 2003, «The neurophysiological basis of word order variations in German», *Brain and Language* 86, 116-128.
- Ullman, M. T., 2001, «A neurocognitive perspective on language: the declarative/procedural model», *Nature Reviews Neuroscience* 2, 717-726.
- , 2004, «Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model», *Cognition* 92, 231-270.
- Weckerly, J. eta Kutas, M., 1999, «An electrophysiological analysis of animacy effects in the processing of object relative sentences», *Psychophysiology* 36(5): 559-570.
- Wicha, N. Y. Y., Moreno, E. M. & Kutas, M., 2003, «Expecting gender: an event related brain potential study on the role of grammatical gender in comprehending a line drawing within a written sentence in Spanish», *Cortex* 39(3), 483-508.
- Zawiszewski, A. eta Friederici, A. D. (inprimategian), «Processing Object-Verb agreement in canonical and non-canonical word orders in Basque: Evidence from Event-related brain potentials».
- , Gutiérrez, E., Fernández, B. eta Laka, I. (prestatzen), «Processing object-verb agreement: behavioural and electrophysiological evidence from Basque».