

TANULMÁNYOK

MARTON MAGDA

MTA Pszichológiai Intézete, Budapest

KÉPEK ÉS SZAVAK VIZUÁLIS, NYELVI, ILLETVE FOGALMI KÓDOLÁSA. ELEKTROGRÁFIÁS VIZSGÁLAT¹

BEVEZETÉS

A 80-as évek második felében a kognitív pszichofiziológiai kutatásban is felbukkant a kísérleti általános lélektan egyik — egészen e századfordulóig visszanyúló és máig vitatott — problémája: a képek, illetve az írott szavak kódolásának/feldolgozásának és emlékezeti tárolásának eltérő módja.

A kognitív jelenségeket elemző, eseményhez kötött potenciál (EKP) módszert alkalmazó kísérletekben kezdetben főképpen vizuálisan megjelenített szóingereket használtak; jóval később kezdődött meg a jelentéssel bíró képi ingerek feldolgozási folyamatának hasonló jellegű vizsgálata. Ekkor ezen a területen is szembekerültek a kutatók e kétféle ingertípus — a képek, illetve a szavak — észlelésének eltérő jellegzetességeivel. Újabban a képi ingerek feldolgozását vizsgáló kísérletek kérdésfeltevését és az eredmények értelmezését egyre inkább a szóingerekkel kapcsolatban tett megállapításokra vonatkoztatják. Ezért is szükséges, hogy röviden összefoglaljuk a képi és a szóingerek feldolgozásának sajátosságait elemző kísérletek legfontosabb adatait, amelyekre utóbb az EKP-kutatások is támaszkodtak.

¹ A kísérletek lefolytatásában Nádasy Zoltán és Rigó Péter voltak segítségemre; a statisztikai elemzésekért Csibra Gergelynek mondok köszönetet.

Immár egy évszázada időről időre igazolták azt a megfigyelést, hogy *a látott szavakat gyorsabban mondjuk ki, mint ahogyan megnevezzük a velük azonos denotatív jelentésű képeket*. E jelenséget többféleképpen magyarázták.

A századfordulón (CATTELL, 1886) ennek okát abban látták, hogy *az írott szavak kimondása automatizáltabb készség, mint a képek megnevezése*. Jóval később is akadtak szerzők, akik hasonló álláspontot képviseltek (LABERGE, 1975; SHIFFRIN és SCHNEIDER, 1977). Több kísérlet eredménye azonban azt bizonyította, hogy a képek megnevezésének tartós gyakorlása is csupán csökkenti a szavak kimondásának előnyét, de azt teljesen nem tünteti el (például BROWN, 1915; LIGON, 1932). Az ismételt vizsgálatok rendre azt mutatták, hogy a szavak kimondása mintegy 200 ms-mal gyorsabb, mint a nekik megfelelő képek megnevezése (PAIVIO, 1971; POTTER és FAULCONER, 1975).

Többen azzal érveltek, hogy *a szavak jobb perceptív megkülönböztethetősége* kedvez kimondásuk gyorsaságának. E bírálat ismeretében utóbb a kísérletezők nagy gondot fordítottak a képi és a szóingerek vizuális differenciálhatóságának kiegyenlítésére (CLARK és CHASE, 1972; PELLEGRINO és mts., 1977; THEIOS és AMRHEIN, 1989), ám a szavak kimondásának előnye ekkor is megmaradt.

Ismét mások úgy vélekedtek (FRAISSE, 1969; THEIOS, 1975), hogy az említett idői különbséget *a kétféle ingerre adható válaszlehetőségek eltérő száma okozza*: a tárgyat ábrázoló kép többféle megnevezést mozgósíthat, s a lehetőségek közti döntés több időt igényel.

Nem a megnevezés volt az egyetlen feladat, amelyben a képek és a szavak feldolgozása eltérőnek mutatkozott. Képek és szavak szemantikai osztályozását vizsgálva, a szerzők azt tapasztalták (PAIVIO, 1974; PELLEGRINO és mts., 1977; ROSCH, 1975; HOGABOAM és PELLEGRINO, 1978; SMITH és MAGE, 1980), hogy a kísérleti személyek képek párpáiról gyorsabban döntenek el, vajon azonos vagy különböző fogalmi osztályba tartoznak-e, mint szavak esetében. A képek fogalmi összemérése átlagosan 187 ms-mal gyorsabbnak mutatkozott. Ismertettek olyan eredményeket is (BANKS és FLORA, 1977; POTTER és mts., 1977; POTTER és FAULCONER, 1975; POTTER és mts., 1977; SNODGRASS, 1980), amelyek szerint a képek, illetve az őket megnevező szavak jelentésének azonosítása — különböző feladatok keretében — egyforma gyorsan zajlik le.

A szavak és a képek feldolgozási és megőrzési folyamatát különféle elgondolások keretében jellemezték. A kísérletek azt bizonyították, hogy a képek és az írott szavak feldolgozásának kezdeti szakaszában vizuális minőségű (ikonikus) szenzoros tárolás valósul meg (vö. CROWDER és MORTON, 1969; NEISSER, 1967). Vizsgálták a vizuális és auditoros rövid távú emlékezeti tárolás lehetőségét is (KROLL és mts., 1972; PELLEGRINO és mts., 1975, 1976). Főképpen azonban a hosszú távú emlékezet jellegére vonatkozóan alakultak ki eltérő elgondolások.

A képek és a szavak feldolgozási folyamatáról és hosszú tartamú emlékezeti tárolásáról kialakított modelleket rendszerint egy-egy jellegzetes kísérleti helyzetben nyert eredményekre alapozták. Az egyik vizsgálatban (PAIVIO, 1984) a képek, illetve a szavak páryait aszerint kellett megítélni, hogy ezek tárgyi megfelelői (referensei) közül a valóságban melyik nagyobb méretű. Így például az elefánt és az egér képéről, majd pedig az ezeket az állatokat megjelölő szavakról kellett eldönteni, hogy melyik inger jelöltje a nagyobb méretű. Kitűnt, hogy a kísérleti személyek a képet átlagosan 187 ms-mal gyorsabban ítélik meg, mint a szavakat. Még fontosabb megfigyelése a következő volt: amikor a képpárok viszonylagos mérete ellentmondott a jelöltek valódi méretének (az egér képe nagyobb volt, mint az elefánté), a válasz reakcióideje megnőtt ahhoz képest, amit a valóságos méretaránynak jobban megfelelő képpárokra adott válasz esetében tapasztaltak. Ilyen jellegű — a méretek viszonyából adódó — válaszkészség a szópároknál nem jelentkezett. Az eredményt a szerző (PAIVIO, 1974) úgy értelmezte, hogy a valóságos méretaránynak ellentmondó képpár azért okozhatott konfliktust (s ennek következtében reakcióidő-növekedést), mert a nem-verbális (képi) hosszú tartamú emlékezeti társceptív tulajdonságok terminusaiban szerveződik.

Ilyen jellegű eredményekre támaszkodik a *kettős emlékezeti modell* feltételezése (PAIVIO, 1978, 1986). E modell szerint a valóságos tárgyak és a képek feldolgozása képi (analóg), míg az írott szavaké nyelvi (lexikai) kód formájában történik. *A hosszú tartamú emlékezet képi, illetve nyelvi reprezentáció formájában őrzi a kétféle ingertípus jelentését (szemantikai információját)*. A képek késedelmesebb megnevezését az okozza, hogy míg a szavak kimondása egylépcsős folyamat, addig a képek megnevezése két szakaszból áll: az utóbbi esetben a képi reprezentációt nyelvileg át kell kódolni. Az elgondolás nyomán számos szerző a képi inger késedelmes megnevezéséből a nyelvi reprezentáció kialakulásának időigényére következtetett (például FORSTER, 1981; FREDERIKSEN és KROLL, 1976).

A kettős emlékezeti modell alátámasztására felhasznált kísérleti adatokat azonban más módon is értelmezték. A képekre, illetve a szavakra adott válaszok eltérő idői jellemzőit a szerzők egy része azzal magyarázza, hogy *e két ingertípus különböző gyorsasággal éri el az egységes, hosszú tartamú szemantikai emlékezeti tárat* (PELLEGRINO és mts., 1977). E szerzők kísérletükben szintén tapasztalták, hogy a képpárok szemantikai összemérésekor alkotott „azonos/különböző” ítéletek átlagosan 185 ms-mal gyorsabbak, mint a szópárok hasonló összevetésekor. A kép—szó, illetve a szó—kép párokra adott válaszok reakcióideje a két szélső érték között helyezkedik el. A képek és a szavak szemantikai összemérését kísérő, illetve a referensek méretére vonatkozó (lásd fentebb) ítéletalkotás során a képekre adott gyorsabb válaszokat e szerzők úgy értelmezik (PELLEGRINO és mts., 1977), hogy a képi ingerek gyorsabban férnek hozzá az egységes szemantikai tárhoz, mint a szavak.

Ezt az értelmezést azzal is alátámasztották, hogy a tárgyakat ábrázoló képek és referenseik feldolgozása azonos jelzővonásokra támaszkodhat. Ezzel szemben a szavak feldolgozása mesterséges nyelvi kódok igénybevételével történik; az írott szavak jelzővonásai nem esnek egybe a tárgyival (lásd ROSCH, 1975). Ezt az érvelést fejlődéslélektani megfigyelések is alátámasztották (HOCHBERG és BROOKS, 1962): a gyermekek előzetes gyakorlás nélkül is felismerik a képeket.

Az a feltételezés, hogy a képek gyorsabban hozzáférnek a szemantikai tárhoz, egybecseng azzal a sokszor bizonyított ténnyel, hogy a képek hosszú tartamú emlékezeti megőrzése hatékonyabb, mint a szavaké (PAIVIO, 1971). Ezt az adatot összefüggésbe hozzák az alábbi körülménnyel: mivel a képek gyorsabban érik el az emlékezeti tárat, mint a szavak, a rendszer teljesebben elemezheti őket, a mélyebb elemzés pedig növeli a megtartás és a felidézés esélyeit (lásd NELSON és REED, 1976).

A képek és a szavak feldolgozásának eltérő időrendjét a *fogalmi modell* (POTTER és mts., 1986) keretében is értelmezték. A fogalmi modell is feltételezi a feldolgozás folyamatán belül a szóingerek lexikai, illetve a képek analóg kódolásának kezdeti szakaszát. Ez a felfogás azonban úgy véli, hogy *a képek és a szavak jelentésének tárolása a közös szemantikai emlékezetben semleges, amodális, absztrakt reprezentáció formájában történik*. A modell értelmében a képek közvetlenül érik el a fogalmi tárat, míg a verbális átkódolásuk közvetett úton, a jelentés kialakulása után jön létre — feltéve, hogy ezt a feladat megkívánja. E modell alapján azonban nem dönthető el, hogy a szavak feldolgozásakor a jelentés meghatározása, azaz szemantikai feldolgozásuk vajon a szókép automatikus (lexikai) elérésével

egyidejűleg, vagy pedig azt követően (posztlexikai folyamat formájában) zajlik-e le.

Az egységes szemantikai emlékezeti tárat feltételező elgondolások is elfogadják azokat a kísérleti eredményeket, amelyek bizonyítják: a képek szemantikai feldolgozása hatékonyabb, mint a szavaké (POTTER, 1975; 1976; POTTER és FAULCONER, 1975; PELLEGRINO és mts., 1977, összefoglalását lásd SMITH és MAGEE, 1980). De csak néhányan foglalják bele modelljükbe azt a feltevést, hogy a képek közvetlenül férnek hozzá a fogalmi tárhoz, a látott szavak viszont közvetlenül a mentális lexikonba futnak be, ahol nyelvi (grafémikus, fonológiai, esetleg artikulációs) jellegzetességeinek elemzése után csak a második lépésben jutnak el a szemantikai tárba (GLASER és GLASER, 1989). Eszerint a szavak jelentésének értékelése mindig közvetett.

A képek és a szavak kódolását és emlékezeti megőrzését értelmező modellek megfogalmazása olyan kísérleteket ösztönzött, amelyek kérdésfeltevésükkel már e modellek állításait, előrejelzéseit kívánták ellenőrizni.

Azt a kérdést, vajon a képi és a szóingerek jelentésének azonosítását egységes fogalmi tár biztosítja-e, elsősorban *szemantikai előfeszítés (priming)* helyzeteiben ellenőrzik (SPERBER és mts., 1979; VANDRWART, 1984). Azt tapasztalták, hogy a képek szemantikailag előfeszítik a szavak fogalmi feldolgozását, csökkentik megítélésük reakcióidejét. Ugyanilyen hatást fejt ki a szóinger a kép feldolgozására. Az eredményekből a szerzők egységes amodális szemantikai emlékezeti tár működésére következtettek. Hasonló felismerésre jutottak akkor is (POTTER és mts., 1986), amikor a mondatban egy-egy szó helyett váratlanul képet jelenítettek meg: az eljárás nyomán a mondatmegértés reakcióideje nem növekedett. Márpedig ha a mondat jelentésének megértése megkívánta volna a képek verbális átkódolását, ez mintegy 200 ms-mal növelte volna a reakcióidőt.

Egy másik — hasonló kérdésfeltevással végzett — kísérlet (KROLL, 1990) azt mutatta ki, hogy a képek és a szavak szemantikai feldolgozását egyaránt gyorsítja, ha ezek az ingerek mondat kontextusába ágyazva jelennek meg.

Egy további kísérlet kérdésfeltevése az volt: vajon van-e az ingerek felületi-formai sajátágaival asszociált szemantikai emlékezet (amint ezt KOSSLYN, [1980] és PAIVIO, [1978] feltételezi), vagy pedig csak absztrakt fogalmi tárat tételezhetünk fel (lásd ANDERSON és BOWER, 1973; PYLISHYN, 1978). A kísérletben (BAJO és CANAS, 1989) előre

informálták a személyeket arról, hogy kép—kép, kép—szó, szó—kép és szó—szó ingerpárokat fognak látni, amelyek vagy jelentésükben, vagy hangzásukban (fonológiai jellegzetességükben) lesznek hasonlóak. Az utóbbi esetben a szavak kimondása, illetve a képek megnevezése rímelt. A személyek feladata a párok második ingerének megnevezése, illetve kimondása volt. A kísérlet eredményének érdekessége az volt, hogy a képi előfeszítő ingerek nemcsak fogalmi előfeszítő hatást mutattak, hanem fonológiai priming hatásuk is mérhető volt. Ám erre csak abban az esetben került sor, ha az ingerpárok első képét elég hosszan mutatták be. A szerzők úgy gondolják: az 1000 ms-os expozíció elégséges ahhoz, hogy a kép lexikai átkódolása megtörténjék, s ezáltal érvényesülhessen a fonológiai előfeszítés. A kísérlet eredményéből azt a következtetést vonták le, hogy *a képek és a szavak fogalmi tára közös lehet ugyan, de az ingerek formailületli tulajdonságait is megőrizzük vagy megőrizhetjük* (KROLL és POTTER, 1990; POTTER, 1989), feltéve, hogy azt a feladat, illetve az instrukció megkívánja.

KÉPEK ÉS SZAVAK FELDOLGOZÁSÁT KÍSÉRŐ ESEMÉNYHEZ KÖTÖTT POTENCIÁLOK

A képek és a szavak feldolgozásának, tárolásának sajátosságait eseményhez kötött potenciál (EKP) módszert alkalmazó kísérletek is vizsgálják. A képek feldolgozását kísérő EKP-ok mérése azonban csak rövid múltra tekint vissza; a képek észlelését kísérő standard EKP-összetevőkre vonatkozóan egységes vélemény még nem alakult ki a szakirodalomban. Ezért a képek és a szavak feldolgozását vizsgáló, különböző céllal végzett EKP-kísérletek rövid bemutatásakor ismertetnünk kell az e potenciálok jellemző összetevőiről tett megállapításokat is.

A képek észlelését kísérő potenciálok első vizsgálatai között találunk olyat, amelynek során a szerzők (STUSS és mts., 1984, 1986) *az EKP egyik késői összetevőjének, az N400-nak funkcionális jelentését kívánták ellenőrizni*. Kezdetben ezt az összetevőt ugyanis kizárólag szóingerekkel kapcsolatban rögzítették; így például a mondathoz értelmileg nem illeszkedő szavak megjelenésekor (KUTAS és HILLYARD, 1980 a,b), szavak elolvasásakor (NEVILLE és mts., 1983) vagy a mondat végén megjelenő, nem elővételezhető szavak feldolgozása során (FISCHLER és mts., 1983). Ezért a szerzők kezdetben úgy ítélték meg, hogy az N400 összetevő a szóingerek szemantikai feldolgozásával kapcsolatban jelenik meg. Képi ingereket alkalmazó kísérletek eredménye (STUSS és mts., 1984) viszont azt mutatta, hogy a jelentéssel bíró képek megnevezésekor is rögzíthető késői

negativitás. Hasonló kérdésfeltevésből kiinduló, részletesebb elemzés alkalmával a szerzők (STUSS és mts., 1986) kísérletében a személyek négy helyzettel találkoztak. Minden helyzet 80 próbából állt; ezek közül 60 alkalommal mindig egy állandó (standard) kép jelent meg, és ezek közé véletlenszerű sorrendben 20 célingert, képet kevertek. Az első helyzetben a 20 célinger ugyanaz a kép volt; a második helyzetben célingerként 5 kép jelent meg, egyenként négy alkalommal; a harmadik helyzetben pedig a közbeiktatott ingerek mindegyike más kép volt. A kísérleti személyeknek a célingereket kellett megnevezniük. A negyedik helyzetben a standard ingerek közé kevert 20 különböző képet nem megnevezni kellett: ezekre a kísérleti személy egyszerűen a „más” szóval válaszolt.

Az eredmények szerint a megnevezési helyzetekben a célingerre adott EKP N400 összetevőjének amplitúdója a célingert alkotó képek számától függött. A centrális N400 összetevő amplitúdója a 20 különböző inger esetében volt a legnagyobb, legkisebb pedig akkor, amikor egyetlen kép volt a célinger. Ha a 20 különböző célingert alkalmazó helyzetben megnevezéssel, illetve a „más” szóval kellett válaszolni, az EKP-adatok nem különböztek számottevően. A szerzők felfogása szerint *a képek feldolgozását kísérő EKP N400 összetevője az emlékezeti felkutatás folyamataival hozható kapcsolatba.*

A képek, illetve a szóingerek *féltekei feldolgozását* is vizsgálták EKP-ok segítségével (KOK és ROOYAKKERS, 1986). A kísérletben képeket és szavakat jelenítettek meg a bal, illetve a jobb látótérfélben. A kísérleti személyek feladata az volt, hogy az ingereket *fizikai, illetve szemantikai szempontból összemérjék* a korábban bemutatott ingerekkel, az „emlékezeti együttessel”. Azt tapasztalták, hogy a képi és a szóingerek potenciáljai hasonlóak. A késői parietális pozitívást („P300”) 700 ms táján mérték. Azt tapasztalták, hogy az N1 az ingerléssel ellenoldali félteke felett, míg a „P300” az azonos oldalon mutatott nagyobb amplitúdót. A szerzők felfigyeltek arra is, hogy a fizikailag azonos, illetve különböző ingerek EKP-jai jelentős eltérést mutattak mindkét ingertípusnál. A különböző ingerek csoportjában a késői frontális negativitás amplitúdója jelentősen nagyobb volt, mint az azonosnak ítélt ingerek esetében. Ezzel szemben *szemantikai összemérés*kor az azonos/különböző ingerek potenciáljai nem mutattak eltérést. Szükséges rámutatni, hogy noha a szerzők a képeket és a szóingereket kísérő potenciálok hasonlóságát hangsúlyozzák, a cikkükben közölt ábrán (KOK és ROOYAKKERS, 1986, 676. o., 3. ábra) a képi, illetve a szóingereket kísérő potenciálok a két frontális elvezetésben (F7, F8) figyelemre méltóan különböznek: *a képek potenciáljaiban a frontális N350 jól*

kirajzolódik, ezzel szemben a szavakat kísérő potenciálban ez az összetevő nem figyelhető meg.

Végeztek olyan kísérleteket is (CAMPBELL és mts., 1987), amelyekben a *szavak, illetve betűsorok megkülönböztetése során* (lexikai döntés helyzetében) *mért EKP-okat vetették össze a jelentéssel bíró képek, illetve jelentés nélküli ábrák megkülönböztetését kísérő potenciálokkal.* Azt tapasztalták, hogy a *szavaknál* és a *betűsoroknál* rögzített EKP-okban a *fejbőr hátsó területéről elvezetett N400 összetevő amplitúdója nagyobb, mint a képeket* és a *jelentés nélküli ábrákat kísérő potenciálban.* Ezzel szemben az *520 ms-nál csúcsot adó parietális pozitivitás („P300”)* a képeknél és az ábráknál jelent meg nagyobb amplitúdóval.

A képekre való emlékezés jellegzetességét az ún. *„folyamatos felismerési paradigma”* (lásd SHEPHERD és TEGHTSOONIAN, 1961) alkalmazásával vizsgálták. Az ilyen kísérleti elrendezés keretében az adott inger első és második megjelenése között bemutatott „közbeiktatott ingerek” számát változtatják. A szerző (FRIEDMAN, 1990) *így vizsgálta a képek emlékezeti tárolásának és felidézésének EKP-korrelátumait.* Kísérletével meg akarta tudni, vajon a képekre való emlékezés esetében meg lehet-e különböztetni az elsődleges (közvetlen), illetve a másodlagos emlékezeti rendszer működését úgy, ahogyan azt a szóingerekkel kapcsolatban jellemezték (WAUGH és NORMAN, 1965). Kísérletében ismert tárgyak vonalrajzai 2, 8, illetve 32 „közbeiktatott kép” után jelentek meg másodszor. A kísérleti személy gombnyomással jelezte, hogy a látott kép „új” vagy már korábban egyszer látott, „rég” volt-e. A szerző *a képekre adott EKP-okban jellemzőnek találta a centrális eloszlást mutató késői negativitást, az N300-at;* ez a hullám elhúzódott egészen a késői pozitivitás (P600) kezdetéig. Az N300 amplitúdója az „új” ingereknél nagyobb volt, mint a „régiekénél”; az eltérés a frontális elvezetésben mutatkozott szignifikánsnak. A P600 viszont a „rég” ingereknél volt nagyobb (bár csak gyengén szignifikáns mértékben). Az utóbbi jelenség is a fejbőr elülső elvezetésében volt megfigyelhető. De sem az N300-at, sem a késői pozitivitást nem befolyásolta a „közbeiktatott ingerek” száma. A szerző értékelése szerint kísérletének eredménye azt jelzi, hogy *a képek esetében elsődleges és másodlagos emlékezeti teljesítmény nem különböztethető meg.*

A képek és a szavak potenciáljait abból a célból is összevetették, hogy fényt derítsenek a képekre való emlékezés előnyét megalapozó folyamatokra (NOLDY és mts., 1990). Mint ismeretes, a kísérleti pszichológiában sokszor kimutatott, erőteljes jelenség, hogy a képekre nagyobb mértékben és pontosabban emlékezünk — felidézéskor és ráismeréskor

egyaránt —, mint a szavakra (STANDING és mts., 1970; POSTMAN, 1978; SPERBER és mts., 1979; POTTER, 1984). Ez a megállapítás igaznak bizonyult abban az esetben is, ha a képek és a szóingerek méretét és komplexitását gondosan kiegyenlítették (pl. NELSON és mts., 1974). A fentebb említett szerzők (NOLDY és mts., 1990) kísérletük megtervezésekor figyelembe vették a verbális emlékezeti feladatokban mért EKP jellegzetességeit, nevezetesen: a jobban felidézett szavak bevésését kísérő EKP késői pozitivitása („P300”) rövidebb latenciával jelenik meg (JOHNSON és mts., 1985) vagy amplitúdója nagyobb (KARIS és mts., 1984; FABIANI és mts., 1986; NEVILLE és mts., 1986; PALLER és mts., 1987), mint azoknál, amelyekre a személy gyengébben emlékszik.

Kísérletükben szándékos vs. incidentális helyzetben mérték a véletlen sorrendben megjelenő képekre, illetve szavakra adott potenciálokat; a kísérleti személyek az egyik helyzetben a képeket, a másikban a szavakat figyelték, s a másik típusú ingert figyelmen kívül hagyhatták. A szerzők ezúttal is azt tapasztalták, hogy a képeknél a felismerő emlékezeti teljesítmény jobb, mint a szavaknál, továbbá, hogy a szándékos tanulás hatásosabb mindkét ingertípusnál. *A szavaknál mért EKP-okban frontocentrális negativitást (N450) találtak, mint a képeknél* — elsősorban a szándékos tanulás helyzetében. Továbbá a képeket kísérő EKP-ban a késői pozitivitás (P600) nagyobb amplitúdóval jelent meg, akár a szándékos, akár az incidentális helyzetben végezték a mérést.

A 80-as évek második felétől kezdve a szerzők vizsgálták *a szemantikai előfeszítés hatását a nem-verbális ingerekkel kiváltott EKP-ok esetében* is. Korábban (a 80-as évek elejétől) számos szerző elemezte az írott szavak észlelését kísérő EKP-okat szemantikai előfeszítési (priming) paradigma keretében (áttekintését lásd KUTAS és van PATTEN, 1988). E paradigma lényege az, hogy a „célinger” — ebben az esetben: szavak — és az azt megelőző kontextus közti viszonyt változtatják; a szó- vagy mondatkontextus által nyújtott információ fogalmilag összeillő lehet (kongruens) a „célingerrel”, vagy pedig attól elüt. Az ilyen típusú kísérletek keretében változtatták például a mondatot záró szavak valószínűségét (KUTAS és HILLYARD, 1984). Más kísérletekben a szóinger előfeszítését oly módon befolyásolták, hogy változtatták az egymást követő szavak közti asszociáció mértékét, például lexikai (szó—nem-szó) döntés helyzetében (BENTIN és mts., 1985; RUGG, 1987) vagy szemantikai osztályozáskor (BARRETT és RUGG, 1987; STUSS és mts., 1988), továbbá mondatok megítélése során (FISCHLER és mts., 1983). E kísérletekben azt találták, hogy a nem-előfeszített szavak megjelenését kísérő EKP-ban a 400 ms tá-

ján megjelenő negatív összetevő nagyobb, mint a szó- vagy mondatkontextus által előfeszített szó potenciáljában.

Később azonos/különböző ítélet keretében arcok bemutatásakor mért potenciálokat vizsgáltak (BARRETT és mts., 1988). A kísérletben az összeillő ingerpárokat azonos személyről (szemből és profilból) készült fényképek, míg a különböző képek párait két különböző személy eltérő nézetből készült fényképei alkották. Az eredmények azt mutatták, hogy a „különböző” ítéletet kívánó képi ingereket kísérő potenciálok késői negativitásának amplitúdója nagyobb, mint az azonosnak talált képek esetében. A szerzők ennek nyomán megállapították, hogy *képi ingereknél is rögzíthető az előfeszítésre érzékeny N400 összetevő*.

Arcok észlelését kísérő EKP-t vizsgáltak „szemantikai” összemérés helyzetében is (BARRETT és RUGG, 1989). Azonos/különböző foglalkozási osztályba sorolható személyek arcképeinek megítélésekor azt tapasztalták, hogy az előzőleg látott archoz képest különböző osztályba sorolható arcokra adott potenciálok N400 összetevője nagyobb volt, mint az „azonos” ítéletek esetében.

Az ismert tárgyakat ábrázoló képek szemantikai összemérésével kapcsolatban a szerzők (BARRETT és RUGG, 1990) felvetették azt a kérdést, vajon a tárgy képe, illetőleg a képet megnevező, vizuálisan megjelenített szó azonos reprezentációt mozgósít-e az egységes szemantikai emlékezeti tárbán. Vagy pedig a kép és az őt megnevező szó eltérő — képi, illetve lexikai — reprezentációt mozgósít? A kísérletben jól ismert tárgyakat ábrázoló képek párokban jelennek meg; a párok felében a képek asszociatív kapcsolatban voltak, a másik felében ilyen viszony nem volt közöttük. *A képekre megjelenő EKP-okat középvonali és laterális elvezetésekkel regisztrálták. A potenciálokban azonosították a 250—320 ms között megjelenő frontális eloszlást mutató negativitást (az N300-t), továbbá a fejbőr kiterjedtebb területén eloszló, 350—550 ms között csúcsot formáló, főként parietális maximumot mutató N450 komponenst.* A statisztikai elemzés szerint e két összetevő akkor jelenik meg szignifikánsan nagyobb amplitúdóval, amikor a két kép nem állott asszociatív kapcsolatban egymással. A szerzők az N450 összetevőt azonosították a szóingereknél — előfeszítés hiányában jelentkező — N400-zal. Ezzel szemben a — szóingerek potenciáljaiban nem rögzített — N300 összetevőt kapcsolatba hozták a képek közti szemantikai viszonyok észlelésével. Mindezek nyomán a szerzők felteszik a kérdést: vajon a kísérletükben észlelt szemantikailag összeillő/elütő jellegtől függő potenciálváltozás milyen mértékben jelez általános „összeillés-érzékeny” folyamatot, illetve a változás előállásában mennyiben van szerepe az összeillés szemantikai szintű folyamatainak. Haj-

lanak annak feltételezésére, hogy a képek szemantikai feldolgozása a szavakétól eltérő folyamatokat foglal magában; ezek pedig kapcsolatban lehetnek az N300 összetevővel. Mindebből a szerzők (BARRETT és RUGG, 1990) arra következtetnek, hogy a képek más szemantikai emlékezeti tárat érnek el, mint a szavak.

A témakörben magunk is végeztünk EKP-vizsgálatokat (MARTON és FÖLDVÁRI, 1988 a,b). Arra a kérdésre kerestük a választ: vajon igaz-e, hogy a képek feldolgozási folyamata során csak a fogalmi (szemantikai) elemzés után jön létre a képek nyelvi (lexikai) jellegű kódolása. Kísérletünk első helyzetében a személyek különböző betű- (szótag-) számú szóval megnevezhető képeket (állatok és növények vonalas rajzait) fogalmi osztályokba sorolták. A másik kísérleti helyzetben a fenti képeket megnevező szavakat kellett hasonló szempontból osztályozniuk. Mértük a képek, illetve a szavak osztályozását kísérő EKP-okat, elsősorban az ingerértékelés záródását jelző „P300” összetevő latenciadejét. Azt tapasztaltuk, hogy a rövidebb, illetve a hosszabb szóval megnevezhető képek szemantikai osztályozását kísérő potenciálban a „P300” latenciája lényegesen nem különbözött. Ezzel szemben a szavak fogalmi osztályozásakor a hosszabb szavaknál mért potenciál „P300” összetevője szignifikánsan később jelent meg, mint a rövidebb szavak esetében. Eredményeinket értékelve megállapítottuk: a szavak szemantikai osztályozásának időtartamát a szó nyelvi kódolásának időigénye befolyásolta, a képekét viszont nem. Adataink arra a következtetésre vezettek, hogy a nyelvi kódolás nem feltétele a képek szemantikai osztályozásának.

Az alábbiakban ismertetendő két kísérletünk feladathelyzetei az ingerek — képek és szavak — eltérő kódolását/feldolgozását mozgósították. A kísérletek legtöbb helyzetében ingerpárokat jelenítettünk meg, amelyeket a személyek azonos/különböző ítélet keretében összemértek; máskor pedig képeket neveztek meg, illetve osztályoztak. *Feladathelyzeteink a képek és a szavak pusztán vizuális-formai, vagy név szerinti (nyelvi), illetve fogalmi feldolgozását kívánták meg.* A különböző feldolgozást megkívánó helyzetekben a képek és a szavak EKP-jainak változásából a kódolási és feldolgozási mód, azaz a műveleti jellegzetesség jegyeit szerettük volna megragadni. Kísérleti adatainkból támpontokat kívántunk kapni annak eldöntéséhez, vajon *a képek különböző minőségű feldolgozásának időrendje valóban eltér-e az írott szavakétól.* Azt vártuk, hogy a két ingertípus esetében a feldolgozási mód (hasonló irányú) befolyásolása rávilágíthat arra, vajon a képek és a szavak feldolgozása során a felületi/minőségi (analóg vs. lexikai) sajátosságok megőrződnek-e, és ha igen, milyen feltételek mellett figyelhetők meg.

MÓDSZER

Az I. kísérletben 8 személy (férfiak, életkoruk átlaga 22 év), a II. kísérletben 12 kísérleti személy (férfiak, életkoruk átlaga 23 év) vett részt. Valamennyien egyetemi hallgatók; a kísérletben való részvételért díjazást kaptak; mindegyikük jobbkezes.

Ingeranyag

A kísérletben ingerként mindennapi, könnyen felismerhető tárgyakat, illetve állatokat és növényeket ábrázoló sematikus *képeket*, illetve az ezeket megnevező 4—5 betűs *szavakat* alkalmaztunk. A vetített ingereket sötét alapon világos körvonalakkal jelenítettük meg. A szóingereket számítógéppel úgy alakítottuk ki, hogy azok téri kiterjedése és megvilágítása hasonló legyen a képekéhez. A képek, illetve a szavak vizuális komplexitását többféle eljárással igyekeztünk kiegyenlíteni. Ezt úgy érvényesítettük, hogy a szóingereket háromféle betűtípusból keverve alakítottuk ki; a betűket kettős körvonallal ábráztuk. Továbbá a szavak középső betűinek megnövelésével a szóképek elliptikus (kvázi-) körvonalakat nyertek (lásd az 1. ábrát). A kísérlet ingereit, összesen 120 (60 tárgyat, 60 növényt, állatot ábrázoló) kép, illetve ugyanennyi szó képezte.

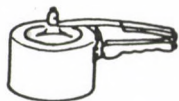
Kísérleti eljárás

A kísérleti személyek félhomályos, hangtompított szobában, a vetítő ernyőjétől 120 cm távolságban ültek. Az esetleges külső zajokat folyamatos, halk (55 dB) fehér zaj fedte el. Az ingereket diavetítővel (Kodak Carousel) jelenítettük meg. A képek és a szavak átlagosan 1.4° látószög alatt voltak észlelhetők. Az ingerek közti szünetben megjelenő fixációs pont megvilágítása (a képernyőnél) 2 Lux, az ingereké 7—9 Lux volt. A feladatban megkívánt döntésüket a kísérleti személyek a páros nyomógomb egyikének megnyomásával adták meg. A képi-, illetve a szóingereket egyenként vagy párokban jelenítettük meg. A kísérleti helyzetek az alábbiak voltak.

I. kísérlet

Az 1. helyzetben 40 próba alkalmával képpárok jelentek meg. Az egyenlő számú azonos, illetve eltérő képpárok megjelenési sorrendjét randomizáltuk. A személyek azt a feladatot kapták, hogy nyomógombbal jelezzék, vajon a pár két képe vizuális/formai szempontból azonos-e vagy eltérő. Minden próba előtt 2 s-ig a fixációs pont volt látható, majd 1000 ms idő-

Példák a képi és a szóingerekre



h a j ó



á g y ú



r ó k a

tartamra az első kép jelent meg; 800 ms szünet és a fixációs pont ismételt megjelenését követően a pár második képe ugyancsak 1000 ms-ig volt látható. A személyek csak a második kép eltűnése után jelezhettek gombnyomással.

A 2. helyzetben egymás után és egyenként 40 kép jelent meg; ezeket eltűnésük után meg kellett nevezni. A fixációs pontot követően a képek ezúttal is 1000 ms-ig voltak láthatók.

A 3. helyzetben 40 kép—szó pár jelent meg; a párok felében a szó az előtte megjelent képet nevezte meg, a másik felében a megnevezés nem egyezett meg. Az azonos és eltérő megnevezésű párok véletlenszerű sorrendben követték egymást. A kísérleti személyeknek gombnyomással kellett jeleznie, hogy a szó az éppen megjelenített képet nevezte-e meg vagy sem. A próbák időrendje ugyanaz volt, mint az 1. helyzetben. Válaszolni eztúttal is az ingerpár második tagjának eltűnése után kellett.

A 4. helyzet 40 próbájában a fixációs pont után mindig egy-egy kép jelent meg; a képek véletlenszerű eloszlásban tárgyat vagy élőlényt ábrázoltak. A kísérleti személy feladata az volt, hogy gombnyomással jelezze: a kép melyik fogalmi osztályba tartozott. Az ingerek ezúttal is 1000 ms-nyi időre jelentek meg, a szünet 800 ms volt.

Az 5. helyzetben 40 kép—szó pár képezte a próbákat. A párok felében a kép és a szó azonos fogalmi osztályba tartozó elemet jelölt, a másik felében különbözött. A próbák idői elrendezése a korábbiakkal azonos volt. A kísérleti személy gombnyomással jelezte, hogy az ingerpár tagjai azonos vagy eltérő fogalmi osztályba tartoztak-e.

A kísérleti helyzetek megtervezésénél az volt a célunk, hogy az eltérő feladatok az ingerek vizuális minőségű (1. helyzet), verbális, azaz lexikai (2. és 3. helyzet), illetve szemantikai összemérését (4., 5. helyzet) kívánják meg; így biztosíthatuk a képi és szóingerek eltérő minőségű kódolását/feldolgozását. A párok első tagjának észlelésekor azonban számolnunk kellett a rövid távú emlékezeti bekódolás sajátos hatásával is. Ezért II. kísérletünkben a fenti célt — a vizuális, lexikai, illetve szemantikai feldolgozás előhívásának célját — megtartva, a kép—szó párok helyett szó—kép párokat alkalmaztunk, valamint beiktattuk a szó—szó párok megítélésének feladatát is.

A II. kísérlet helyzeteiben az ingerpárok megjelenítésének idői viszonyai, továbbá számuk ugyanaz volt, mint az I. kísérletben.

II. kísérlet

Az *1. helyzet* azonos volt az I. kísérlet első helyzetével: a kísérleti személy a kép—pár tagjait vizuális-formai egyezésük szempontjából ítélte meg.

A *2. helyzet* 40 próbájában szó—kép párok jelentek meg. A kísérleti személy feladata az volt, hogy eldöntse: vajon a szó a képet nevezte-e meg vagy sem. A sorozaton belül az elnevezésükben megegyező, illetve eltérő — azonos számú — párok ezúttal is random módon jelentek meg.

A *3. helyzetben* 40 szópár jelent meg; ezekről azt kellett eldönteni, hogy azonosak vagy eltérőek voltak-e.

A *4. helyzetben* képpárok képezték a 40 próbát. A kísérleti személyeknek azt kellett eldönteniük, vajon az ingerpár képei azonos vagy különböző fogalmi osztályba tartoznak-e.

Végül a II. kísérlet *5. helyzetében* szavak és képek 40 párjáról kellett eldönteni, hogy azok vajon azonos vagy különböző fogalmi osztályba tartozó elemet képviselnek-e.

A II. kísérlet helyzetei is az ingerek vizuális-formai (1. helyzet), lexiaki jellegű (2., 3. helyzet), illetve szemantikai (4., 5. helyzet) feldolgozását kívánták meg.

Adatrögzítés és az adatok feldolgozása

Az I. kísérletben a fejbőr középvonalaiban, az Fz, Cz, Pz és Oz pontokban elhelyezett ezüst-ezüstklorid (SLE és Beckman típusú) elektródokkal vezettük el az agyi potenciálokat és a szemmozgások jeleit (EOG). Összekapcsolt kétoldali mastoideus referenciát alkalmaztunk. A II. kísérletben 8 személynél az Fz, F3, Cz, T3 és T4 pontokon helyeztük el az aktív elektródokat — 4 személynél csak középvonali elvezetést alkalmaztunk. A bioelektromos jeleket Beckman Accutrace EEG-készülék erősítőjén keresztül, 5 s-os időállandót alkalmazva jeltárolóba (Vetter PCM Recording Adapter, Model 4000) vezettük. Számítógéppel on-line mintavételeztünk; az ingerek megjelenése előtt 200 ms-tól az ingert követő 1024 ms-ig 2 ms-onként történt a mintavétel. A további feldolgozásból kihagytuk a szemmozgással, pislogással, testmozgással vagy mérési műtermékkel zavart próbákat. A műtermékmentes próbákat helyzetenként az inger idői pozíciója szerint (első, második inger), illetve az azonos/különböző alosztály szempontja szerint az ingerekhez szinkronizálva (off-line) átlagoltuk. Egy-egy helyzetben a személyenként átlagolt EKP-ok 35—38 agyi választ foglaltak magukban.

EREDMÉNYEK

A kísérletekben alkalmazott ingerek észlelését kísérő EKP-ban jól elkülöníthetők voltak a kognitív feladatok során szokásosan megfigyelt potenciál-összetevők. Az N1 komponens (100—160 ms között) átlagosan 130 ms-nál negatív csúcsot, a P2 (180—220 ms között) átlagosan 200 ms-nál pozitív hullámot képezett. Az N300 260—370 ms között jelent meg. A P3 (330—400 ms között) átlagosan 370 ms-os latenciával, de kis amplitúdóval volt látható; gyakorta (főként a szóingerekre adott potenciálokban) csak kis bemélyedésként jelentkezett. Az N450 összetevő 380—470 ms között formált csúcsot, s ezt 530—620 ms között a P570 pozitív hullám követte. Ez az utóbbi késői pozitivitás azonban gyakorta hiányzott az EKP-okból.

A kísérleti feladatokban megkívánt — óvatosan fogalmazva: hangsúlyosabbá tett — ingerfeldolgozási formák *az ingerpárok esetében csak a pár második tagjának potenciáljában érvényesültek*. A különböző típusú feladatokban észlelt potenciálváltozás szembetűnő volt azoknál az ingereknél is, amelyek mindegyikére választ kellett adni (I. kísérlet 2., 3. helyzetében).

Az I. kísérlet három helyzetében (1., 2. és 3.) a képekre adott EKP-ok csoportátlagainak alakulását a 2. ábrán mutatjuk be.

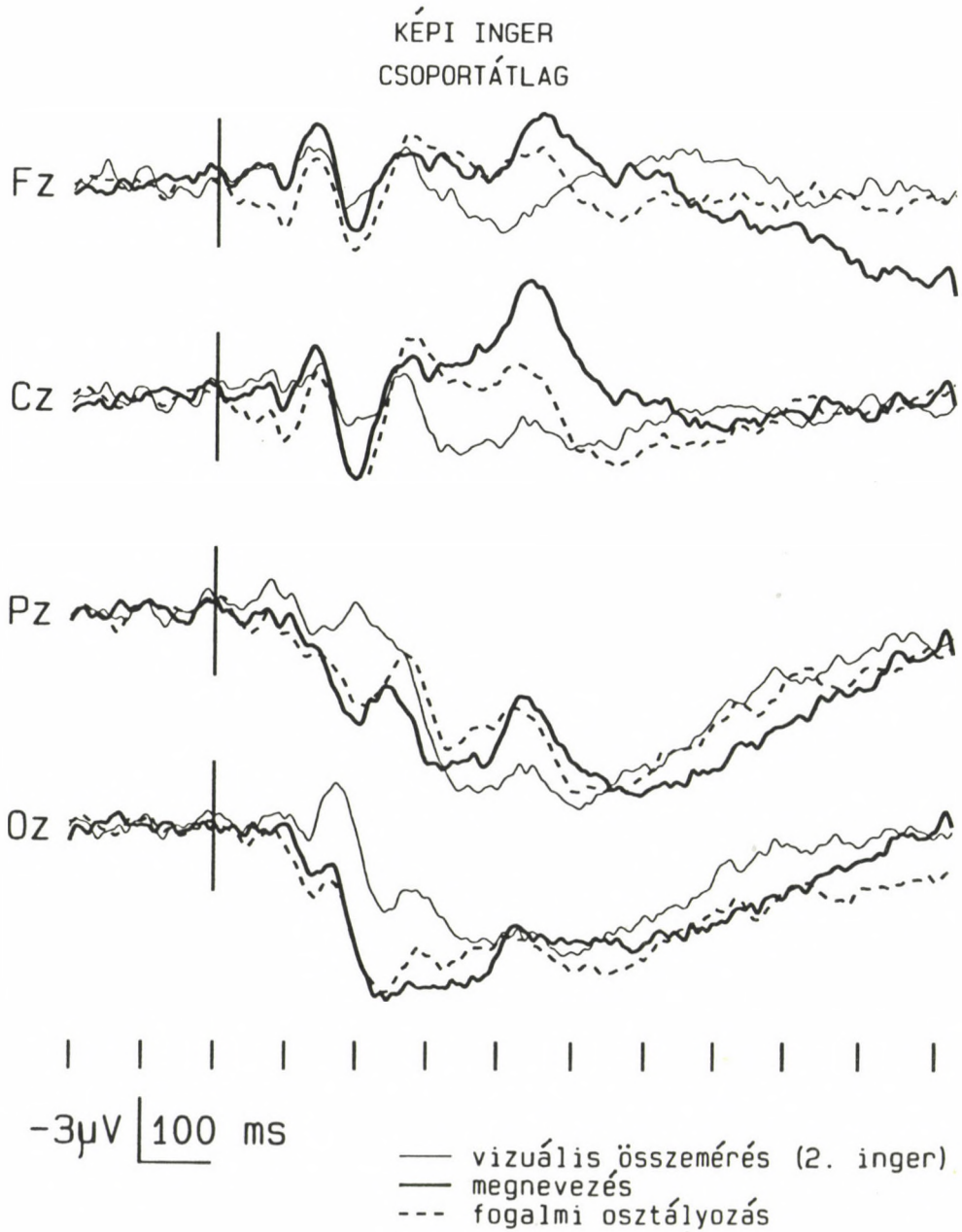
Az I. kísérlet helyzeteiben, ahol a képi információ sajátos feldolgozást kívánt, eltérő potenciálformát találtunk. Hasonló eredményt kaptunk a II. kísérlet három olyan helyzetében, amelyek az ingerpárok második tagjaként megjelenő képek vizuális, lexikai, illetve szemantikai összemérését kívánták meg (3. ábra).

A II. kísérletben is azt tapasztaltuk, hogy a képek vizuális, lexikai, illetve szemantikai összemérésekor a különböző feldolgozási módok sajátosságai eltérést okoznak az EKP-okban. Ezúttal is az Fz és Cz elvezetésben mért N300 és N450 összetevők változása a legszembetűnőbb.

Mivel az I. és a II. kísérletben — bár részben eltérő feladatok segítségével — egyaránt a képek vizuális, lexikai, illetve szemantikai kódolását/feldolgozását provokáló helyzeteket alkalmaztunk, megengedhetőnek láttuk, hogy a 2. és 3. ábrán bemutatott csoportátlagok közös átlagát is kialakítsuk (4. ábra).

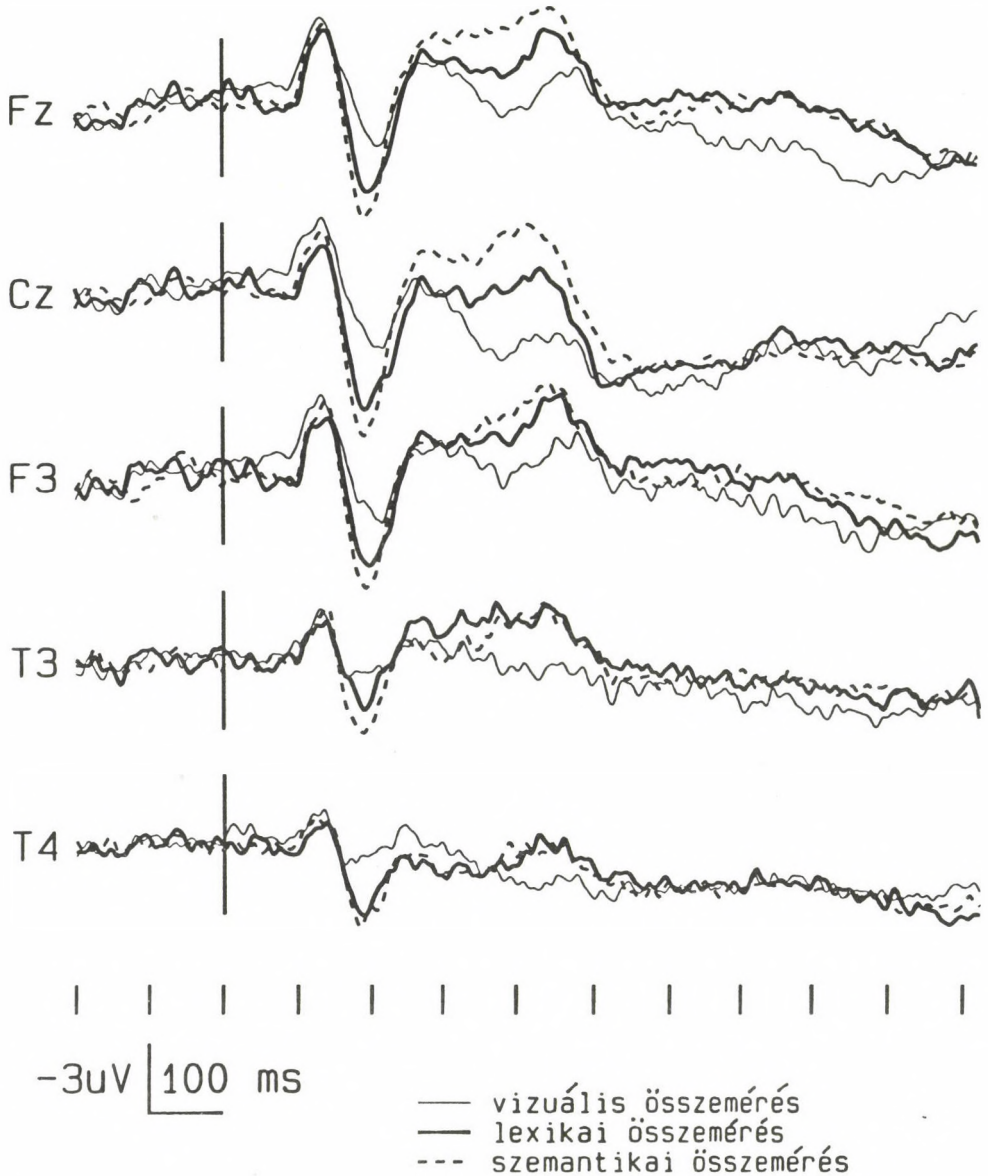
A kísérletek e három helyzet típusában számítógéppel mértük le az eltérő feladatok esetében rögzített Fz és Cz elvezetésekkel mért N300 és N450 összetevők amplitúdóját, majd az adatokat statisztikailag elemeztük.

Az I. kísérlet három (1., 2. és 3.) helyzetében a képekre adott
EKP-ok csoportátlagai



A II. kísérletben a képek vizuális, lexikai, illetve szemantikai
összemérésekor a 2. kép megjelenésekor mért EKP-ok

INGERPÁROK 2. TAGJA: KÉP
CSOPORTÁTLAG



A kétszemponos ANOVA (3 helyzet x 2 elvezetés) szerint az I. kísérletben az N450 összetevő esetében a helyzet faktor szignifikáns [$F(2.16) = 17.49$; $p < 0.01$]: az EKP N450 összetevője legnagyobb amplitúdóval a képek megnevezésekor jelenik meg. A statisztikai elemzés szerint szignifikáns ($p < 0.05$) helyzet x összetevő interakció mutatkozik: lexikai helyzetben az N450 szignifikánsan negatívabb, mint az N300, míg szemantikai helyzetben az összefüggés fordított irányú (az N300 amplitúdója nagyobb, mint az N450-é).

A II. kísérlet adataival elvégzett kétszemponos ANOVA (3 helyzet x 2 elvezetés) szerint az N300 összetevő amplitúdója a helyzetek között — az elvezetés helyétől függetlenül — szignifikánsan különbözik [$F(2.24) = 10.54$, $p < 0.001$]. Az utólagos Tukey-féle páros összehasonlítás eredménye azt mutatja, hogy a szemantikai helyzetben az N300 amplitúdója szignifikánsan nagyobb, mint a vizuális ($p < 0.01$) és a lexikai ($p < 0.05$) helyzetben mért N300 amplitúdó. Az N450 amplitúdója is szignifikánsan különbözik a helyzetek szerint [$F(2.24) = 38.84$, $p < 0.001$]. Továbbá az N450 értékeinek az elvezetések közti különbsége ugyancsak jelentős [$F(1.12) = 10.83$, $p < 0.01$]: az N450 amplitúdója nagyobb a frontális elvezetésben, mint a centrálisban.

Az N300 és az N450 összetevő értékeinek egybevetése feltárta, hogy a kísérleti helyzet és az összetevő interakciót mutat: a vizuális helyzetben az N300 szignifikánsan negatívabb, mint az N450 ($p < 0.05$), a lexikai helyzetben viszont az N450 negatívabb, mint az N300 ($p < 0.05$), míg a szemantikai helyzetben az N300 és az N450 amplitúdója jelentősen nem különbözik.

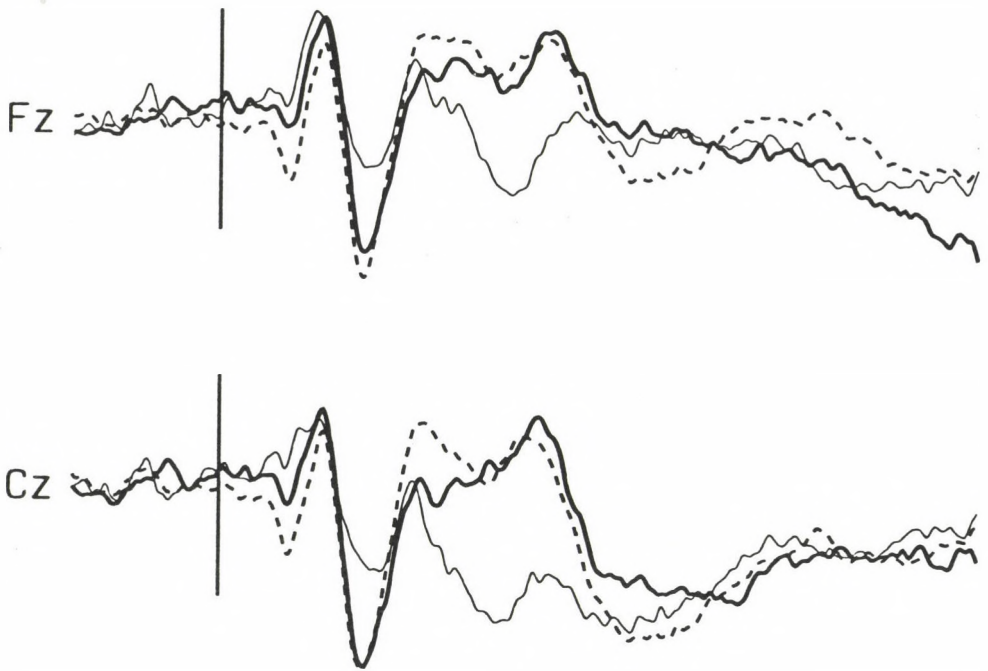
Míg a feladat által megkövetelt feldolgozási mód szignifikánsan befolyásolja az ingerpárok második tagját alkotó képek EKP-jainak alakulását, ugyanezt az *ingerpárok első tagjainál* nem tapasztaltuk. A II. kísérletben két kép vizuális (1. helyzet), illetve szemantikai összemérésekor (4. helyzet) a párok első képeinél mért potenciálok csoportátlagai nem különböznek (5. ábra).

A csoportátlagok formai egyezését alátámasztja a személyek átlagpotenciáljainak statisztikai elemzése is: a két helyzetben az első kép potenciáljai nem mutatnak jelentős eltérést.

A feladat megkívánta feldolgozási mód befolyásolta az *ingerpárok második tagjaként megjelenő szavak* EKP-jait is. Az I. kísérletben a kép—szó lexikai (3. helyzet), illetve szemantikai összemérésekor (5. helyzet) az

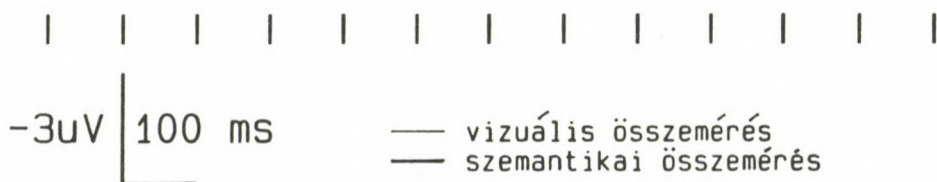
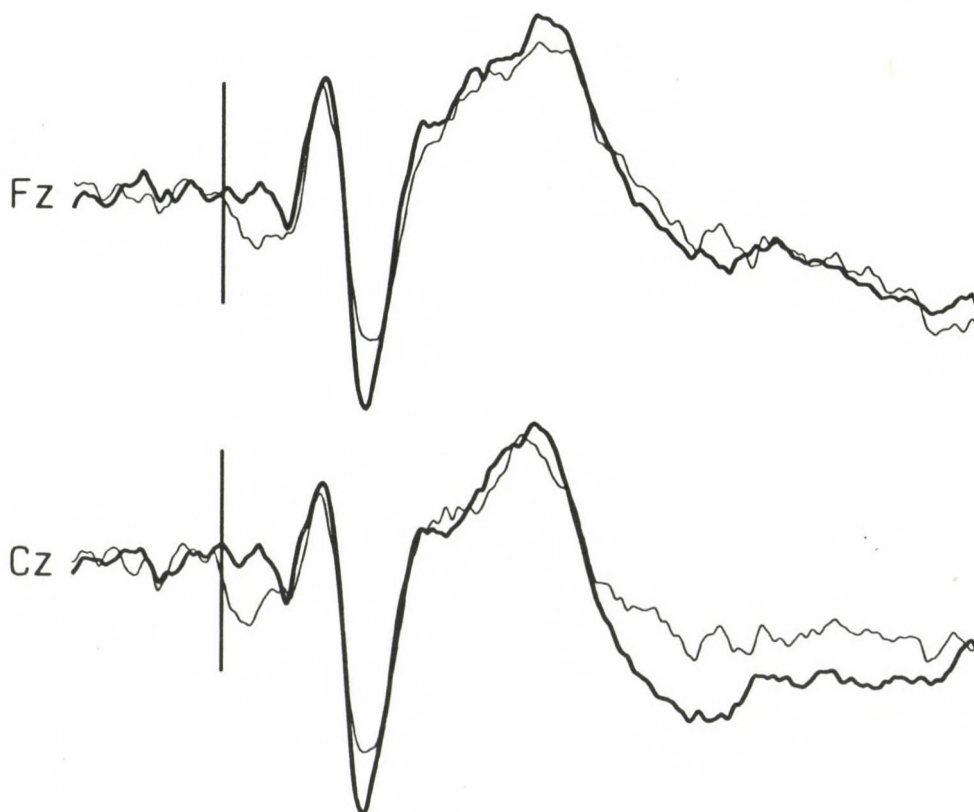
Az I. és a II. kísérletben a képek vizuális, lexikai, illetve szemantikai feldolgozás során mért EKP-ok. (A 2. és 3. ábrán bemutatott potenciálok átlagai.)

I. ÉS II. KISÉRLET
KÉPI INGEREK CSOPORTÁTLAGAI



A II. kísérletben a képek vizuális, illetve szemantikai
összemérése során az első képi ingerre adott EKP-ok

INGERPÁROK ELSŐ TAGJA: KÉP
CSOPORTÁTLAG



ingerpárok második tagjaként megjelenő szó EKP-jainak csoportátlagait a 6. ábra mutatja be.

Az N450 összetevő amplitúdója a két helyzetben szignifikánsan különbözik [$F(1.8) = 28.52, p < 0.01$].

Az *ingerpárok első tagjaként* megjelenő szavak potenciáljai a (II. kísérlet) szó—kép lexikai (2. helyzet), illetve szemantikai összemérésekor (5. helyzet) statisztikailag jelentős mértékben nem különböznek (7. ábra) — csakúgy, mint az első pozícióban lévő képek potenciáljai.

Az a körülmény, hogy az ingerpárok első tagjaként megjelenő képek, illetve szavak potenciáljai az eltérő feladatok során mindvégig állandó jellegű potenciálarakzatot mutatnak, kézenfekvővé tette, hogy ezeket egymással összehasonlítsuk (8. ábra).

A 8. ábrán jól látható, hogy a képek potenciálja elsősorban a 280—380 ms idői szakaszban, tehát az N300 latenciatartományában tér el a szavak potenciáljától, míg az N450 csúcsa mindkét ingertípus potenciáljában azonos latenciával és hasonló amplitúdóval jelenik meg. A szavak potenciáljában viszont a P2 jóval nagyobb amplitúdót mutat.

Végül elemeztük a különböző feladathelyzetekben megjelenő képek és szavak potenciáljait aszerint is, hogy az összetetés *azonos vagy különböző* választ igényel-e.

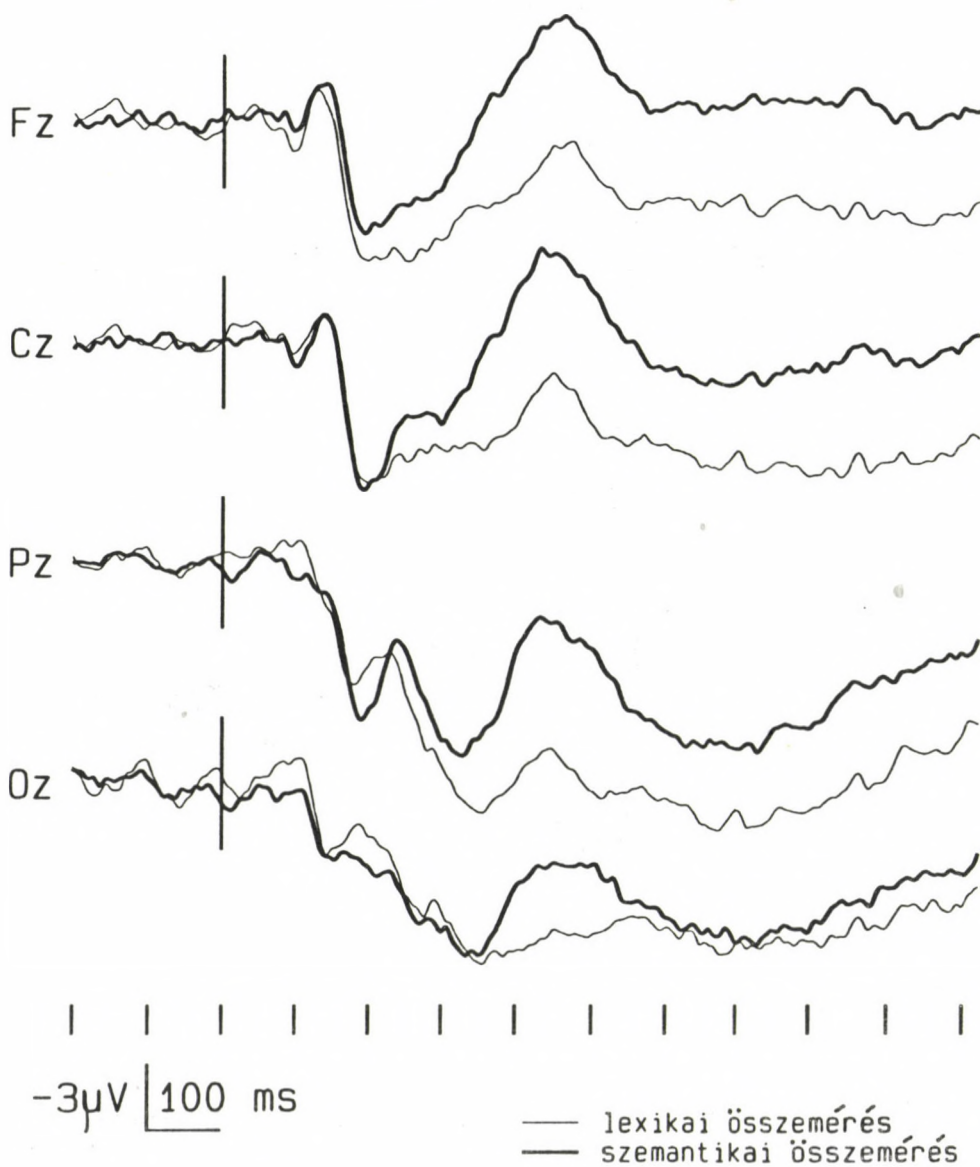
A kísérletek eltérő feladatai keretében a megítélés különböző szempontjaira vonatkozó — azonos, illetve különböző választ kívánó képek és szavak potenciáljainak összetetése érdekes eredményt mutat. A vizuális összeméréskor az ingerpárok második tagjaként megjelenő s az előző képpel megegyező, illetve az attól különböző *képek* potenciáljai mindkét kísérletben jelentősen különböznek egymástól (9. ábra).

Az eltérő képeknél mért potenciálban feltűnő nagy N2 összetevő (amely az N300-tól különböző latenciatartományban, 80—100 ms-mal korábban jelenik meg) olyan jelenség, amelyet a szakirodalomban ismételtelen kimutattak: vizuális összeméréskor a „különböző” képek potenciáljának jellemzője az N2.

Ezzel szemben a II. kísérletben megkívánt szemantikai összemérés során az ingerpár második — különböző fogalmi osztályba tartozó — képét (II. kísérlet 4., 5. helyzetében) kísérő potenciál nem tért el az azonos osztályba sorolható képek potenciáljaitól (10. ábra).

Az I. kísérletben képek és szavak lexikai összemérésekor a szóingernél megjelenő EKP-ok csoportátlagai

INGERPÁROK 2. TAGJA
CSOPORTÁTLAG



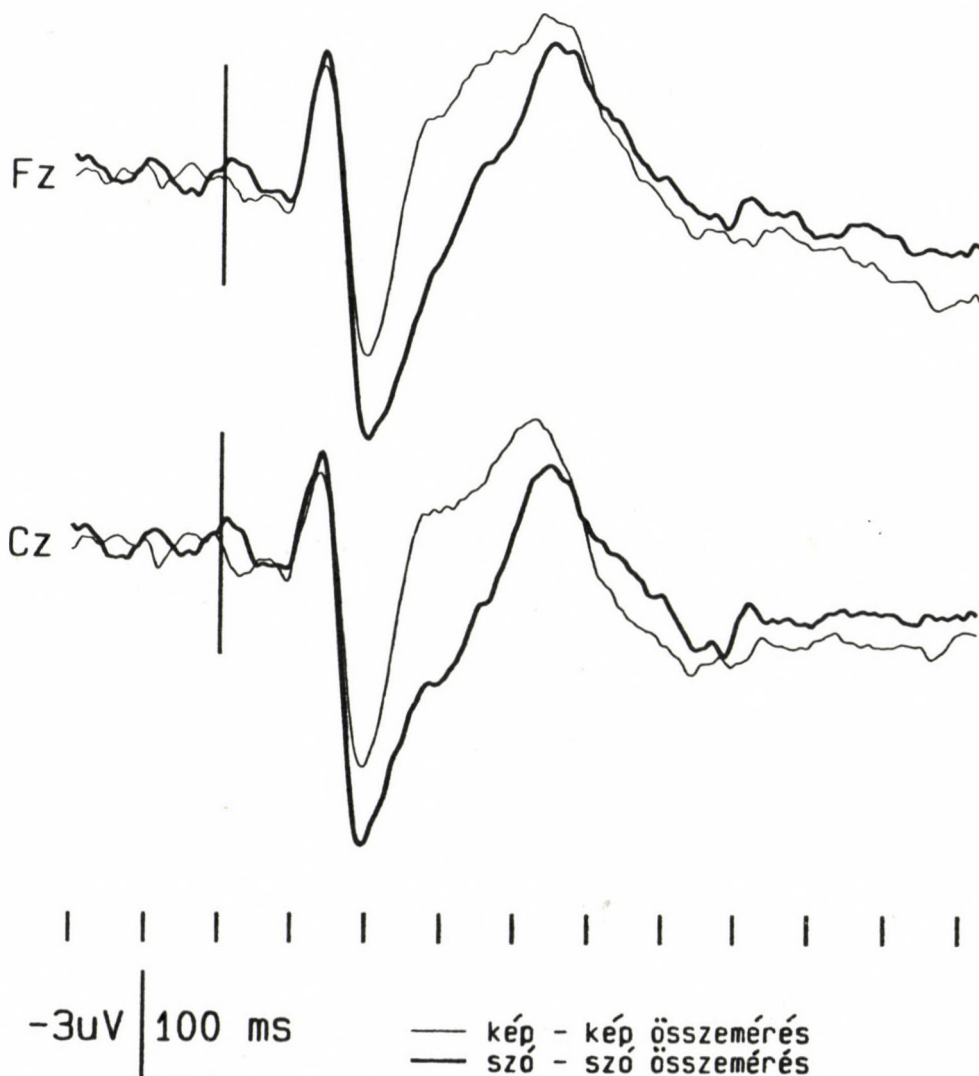
A II. kísérletben a szó—kép párok lexikai, illetve szemantikai összemérésekor az első ingerként megjelenő szavakat kísérő EKP-ok csoportátlagai

INGERPÁROK ELSŐ TAGJA: SZÓINGER
CSOPORTÁTLAG



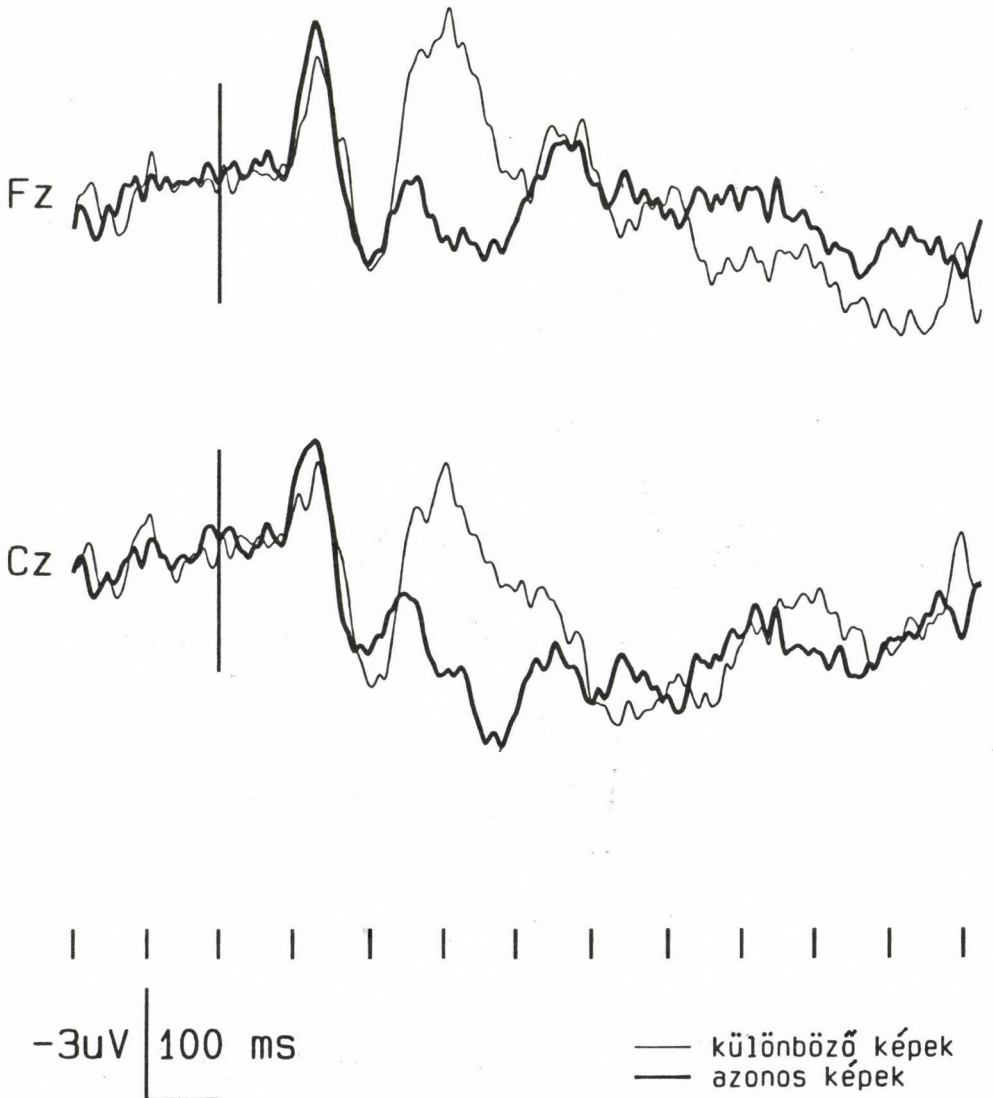
Lexikai, illetve szemantikai összemérés során az ingerpárok első tagjaként megjelenő képeket és szavakat kísérő potenciálok csoportátlagai

INGERPÁROK ELSŐ TAGJA: KÉP, SZÓ
CSOPORTÁTLAG



Képek vizuális összemérésekor az ingerpár második tagjaként megjelenő, az első képtől eltérő vagy azzal megegyező képek potenciáljai

INGERPÁROK 2. TAGJA: KÉP
CSOPORTÁTLAG



Megvizsgáltuk azt is, hogy a II. kísérletben az ingerpárok második tagjaként megjelenő képek potenciáljai milyen *féltekei különbséget* mutatnak azokban a feladatokban, amelyek a képek vizuális, majd lexikai, illetve szemantikai összemérését kívánták meg. A 11. ábra annak a 8 kísérleti személynek a csoportátlagát mutatja be, akiknél T3 és T4 elvezetést alkalmaztunk.

Az adatok statisztikai elemzése azt mutatja, hogy az N300 összetevő amplitúdója a két félteke felett enyhén szignifikáns mértékben különbözik [$F(1.8) = 5.40$, $p < 0.05$]. Az elemzés elvezetés x helyzet interakciót tár fel [$F(2.16) = 4.02$, $p < 0.05$]. Ez azt jelzi, hogy *a féltekei különbség valójában csak a lexikai helyzetben szignifikáns* [$F(1.16) = 9.16$, $p < 0.01$]: *lexikai összeméréskor az N300 negatívabb a bal félteke felett.*

Az N450 esetében mind a helyzet [$F(2.16) = 6.32$, $p < 0.01$], mind az elvezetés [$F(1.8) = 12.32$, $p < 0.01$] hatása szignifikáns. Az elvezetés hatásának utólagos (Sheffé-teszt) elemzése szerint ez az összefüggés abból ered, hogy a vizuális összemérés helyzetében kapott adatok különböznek a másik kettőtől [$F(2.16) = 4.99$, illetve 5.53 , $p < 0.05$]; az N450 amplitúdója nagyobb a bal félteke felett az ingerek mind lexikai, mind szemantikai feldolgozásakor.

MEGVITATÁS

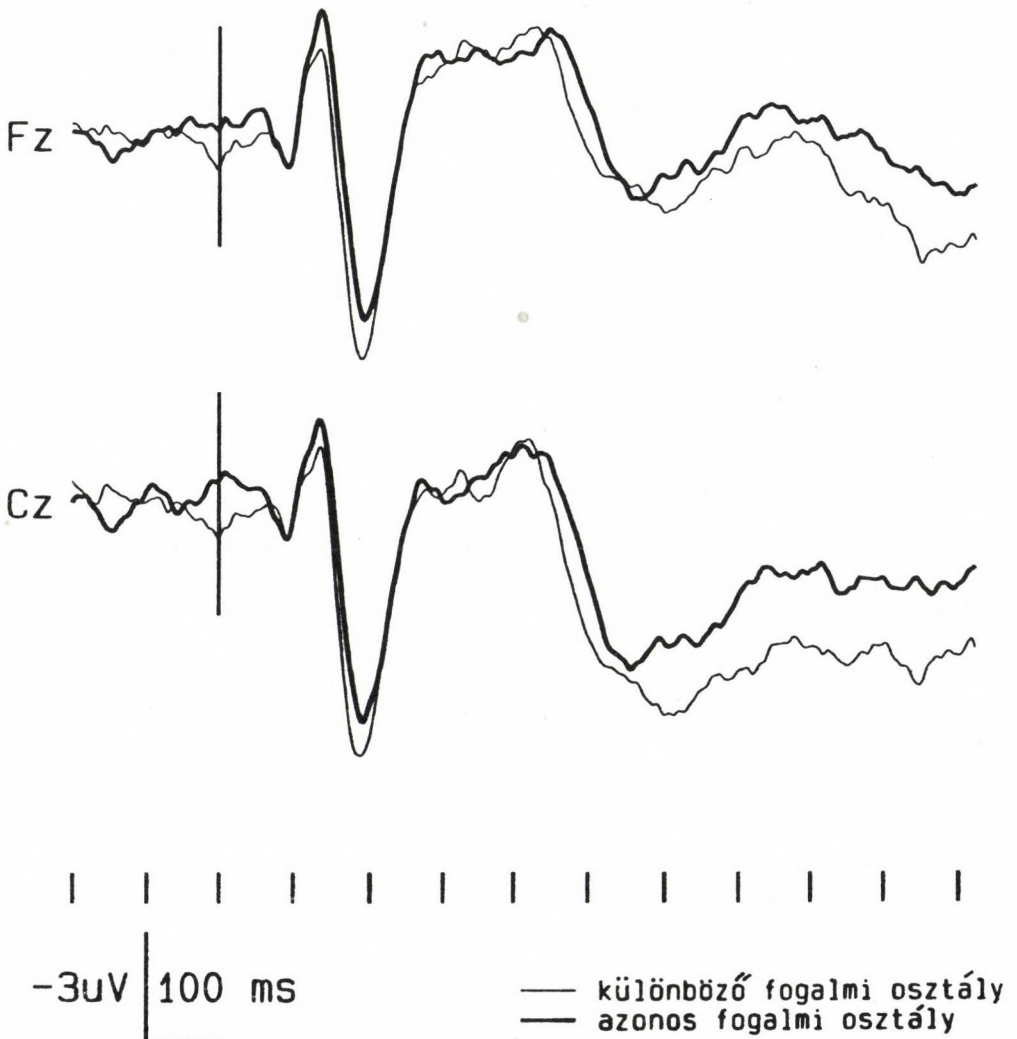
A kísérletünkben mért *EKP-ok komponens-szerkezete* jól összecseng az ismertett szakirodalom néhány adatával. Vizsgálatunkban a kognitív feladatokban szokásosan rögzített késői negativitások idői tartományában két csúcst különítettünk el a személyenként átlagolt EKP-okban: *a lexikai, illetve a szemantikai feldolgozást megkívánó helyzetekben a frontocentrális területen nagyobb amplitúdóval megjelenő N300-at és a frontális N450-et. Az N300 jóval kifejezettebb a képeket kísérő potenciálokban, míg az N450 a szavak EKP-jaiban dominál.*

Adataink hasonlóak ahhoz, amit BARRETT és RUGG (1990) közöltek. Képek szemantikai összemérése során az EKP-ban ugyanazt a két összetevőt — N300-at és N450-et — figyelték meg, amelyet mi is rögzítettünk. Az ő kísérletükben azonban az N450 összetevő a fejbőr hátsóbb (parietális) területén jelent meg a legnagyobb amplitúdóval.

A képeket kísérő EKP-ban FRIEDMAN (1990) is a frontocentrális eloszlást mutató N300-at találta jellemzőnek. A szerző úgy ítélte meg,

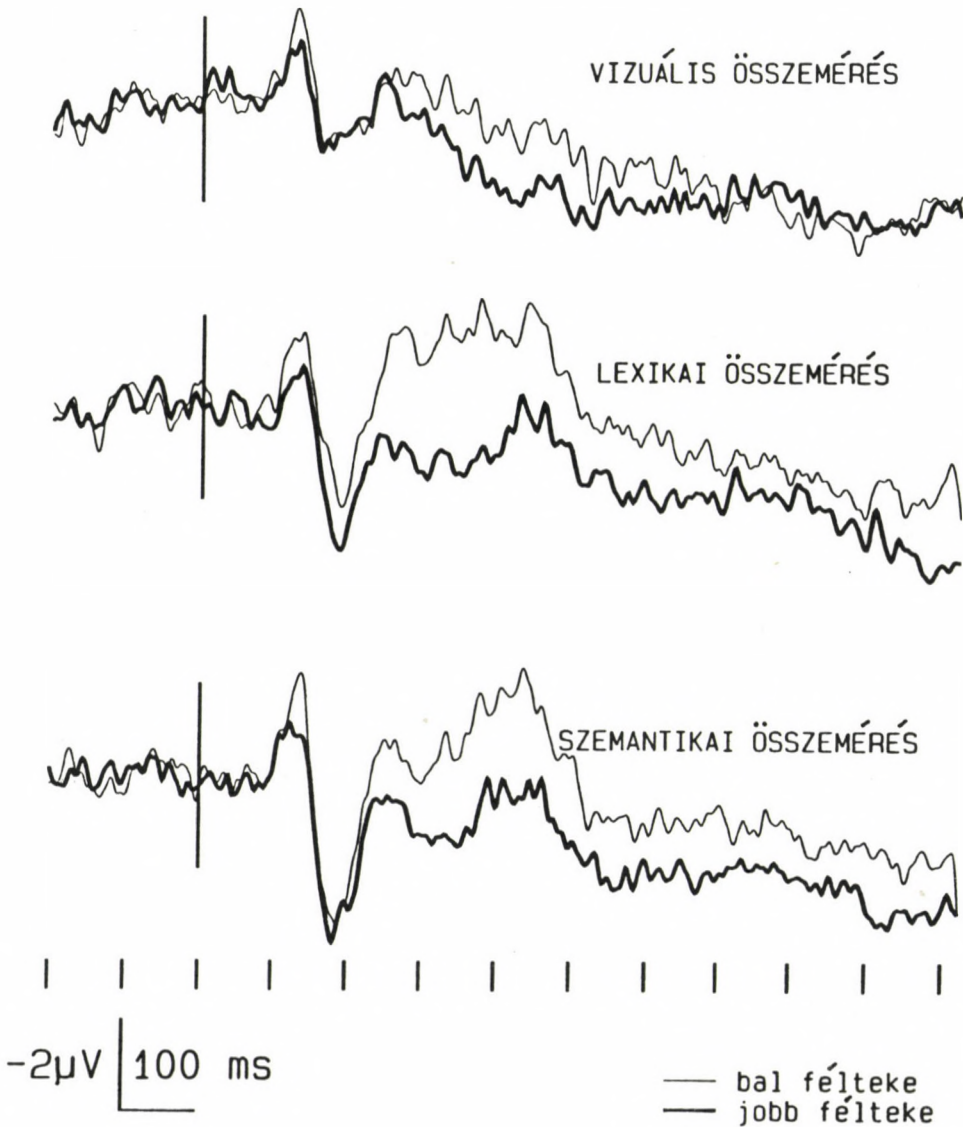
A képpárok szemantikai összemérésekor az első képpel megegyező, illetve attól elütő képeket kísérő EKP-ok csoportátlagai

INGERPÁROK 2. TAGJA: KÉP
CSOPORTÁTLAG



A II. kísérlet különböző feladathelyzeteiben az ingerpárok második tagjaként megjelenő képeket kísérő EKP-ok a két félteke felett.

INGERPÁROK 2. TAGJA: KÉP
CSOPORTÁTLAGOK



hogy a kiemelkedő N300 csúcsot követő negativitás egészen a P600 összetevőig az N300-hoz tartozik. Ezért lehetséges, hogy két összemosódó negatív csúcsot vont össze, és a korábbi, nagyobb összetevővel azonosította.

KOK és ROOYAKKERS (1986) is frontális N350 összetevő megjelenését hangsúlyozta a képeket kísérő potenciálban.

Eredményeink összhangban vannak azokkal a megállapításokkal is, amelyek szerint szavak esetében a frontocentrális N450 amplitúdója hangsúlyosabb az EKP-ban, mint a képeknél mért potenciálban (NOLDY és mts., 1990; KOK és ROOYAKKERS, 1986).

Az eltérő feldolgozási módot megkívánó feladathelyzeteinkben a *képeket kísérő EKP-ok* jelentős mértékben különböznek. Ez egyaránt érvényes azokra az esetekre, amikor a képeket az ingerpárok második tagjaként kellett megítélni, s azokra is, amikor a képek közvetlen reakciót (megnevezést, osztályozást) kívántak meg. A két kísérlet — korábban részletesen bemutatott statisztikailag jelentős adataiból az alábbi jellemző potenciál sajátosságok emelhetők ki.

A képek szemantikai feldolgozását kísérő potenciálban a frontocentrális N300 összetevő amplitúdója volt a legnagyobb. *A képek lexikai kódolására* viszont elsősorban az jellemző, hogy a képet kísérő potenciál frontális maximumot mutató N450 összetevőjének amplitúdója nagyobb, mint az N300-é; ez az aszimmetria a képek megnevezésekor a legkifejezettebb. A képek vizuális összemérésekor — a többi helyzethez viszonyítva — mind az N300, mind az N450 amplitúdója a legkevésbé negatív, s ez az N450 összetevőnél még szembetűnőbb, mint az N300-nál.

Eredményeink elsősorban BARRETT és RUGG (1990) megállapításával vannak összhangban. E szerzők úgy gondolják, hogy a centrális N300 összetevő a képek közti szemantikai viszonyok észlelésével hozható kapcsolatba.

Egy-egy sajátos feldolgozási módot megkívánó feladathelyzetben a képpárok azonos, illetve különböző jellege nem egyformán befolyásolta az EKP-ok alakulását. *A képek vizuális összemérésekor* a különböző képpárok EKP-jainak 200—260 ms-os tartományában a görbe jelentősen negatívabb volt, mint az azonos képpárok esetében. Ezzel szemben *a képek szemantikai összemérésekor* az azonos, illetve a különböző párok potenciáljai nem tértek el.

Ezt a megfigyelésünket KOK és ROOYAKKERS (1986) adatai is alátámasztják. Kísérletünkben az „emlékezeti együttessel” fizikai szempontból megegyező vs. nem-egyező képek megítélését kísérő EKP-ok jelentősen különböztek egymástól; ezzel szemben szemantikai megítélés során az azonos/különböző képek potenciájai nem mutattak eltérést.

A képpárok megítélésekor nyert fenti adataink közelebbi elemzése azt mutatta, hogy a különböző képekből álló párok fizikai összemérésekor rögzített potenciál jellegzetes negatív összetevőjének latenciája 80–100 ms-mal korábban ad csúcst, mint az N300. Kísérletünkben a fizikai összeállításra/össze-nem-állításra érzékeny összetevő ezért N2 lehet (frontocentrális, modalitásra nem érzékeny „N2b”, lásd NÄÄTÄNEN és mts., 1982; RENAULT és LESEVRE, 1978).

A képek szemantikai összemérésekor alkalmazott képpárok — értelemszerűen — fizikailag különbözőek voltak. A frontocentrális N300 összetevő pedig — úgy látszik — nem érzékeny a képek szemantikailag azonos/különböző jellegére. A szemantikai összeállításra, illetve szemantikai primingre a fejbőr hátsóbb területén némileg hosszabb latenciával megjelenő parietális N400 mutatkozott érzékenynek (legkorábban KUTAS és HILLYARD, 1980 a,b; POLICH és mts., 1981).

A feladat megkívánta feldolgozási mód befolyásolta az ingerpárok második tagjaként megjelenő *szavak EKP-jait* is. A szavak egyszerű összemérését kísérő potenciálhoz képest a szemantikai feldolgozásukat kísérő EKP N450 összetevője szignifikánsan nagyobb amplitúdóval jelent meg.

A szavak potenciájában megjelenő késői negativitás, az N450 reaktivitását más szerzők is megállapították. Eredményünket közelebbről azok a megállapítások érintik, amelyek képek potenciáljával összevetve rögzítették a szavakat kísérő EKP-ban az N450 hangsúlyos megjelenését (KOK és ROOYAKKERS, 1986; NOLDY és mts., 1990).

Amint láttuk, kísérletünkben az ingerpárok második tagjaként megjelenő képek, illetve szavak megítélését kísérő EKP-ok tükrözték az érintett feldolgozási mód sajátosságait. Ez azonban nem volt megfigyelhető az ingerpárok első tagjaként megjelenő képek, illetve szavak esetében. A várt ingerrel összemérendő, és ezért a műveleti emlékezetbe bekódolt első képek EKP-jai sem a vizuális, sem pedig a lexikai, illetve a szemantikai összemérés helyzeteiben nem különböztek. Ezt tapasztaltuk a szavak összemérésekor is.

A párok első tagjaként megjelenő képek, illetve szavak stabil formát mutató potenciáljai ugyanakkor lehetőséget adtak arra, hogy e potenciálok összevetésével a képek, illetve a szavak emlékezeti bekódolásának néhány jellegzetességét elemezzük. Már a műveleti emlékezetbe történő bekódolás esetében is szembeűnő, hogy a képek potenciáljai az N300 tartományban térnek el a szavak EKP-jaitól, míg a potenciálok későbbi szakaszai egyforma lefutásúak. Ez az adat is arra vall, hogy a képek információkezelésének, illetve feldolgozásának legalábbis egy mozzanata korábban megy végbe, mint az írott szavak esetében.

A vizuális, lexikai, illetve a szemantikai összemérés helyzetében mért és a kép feldolgozását kísérő potenciálok féltekei különbségének elemzése azt mutatta, hogy az N450 mind a lexikai, mind a szemantikai összemérés helyzetében bal féltekei túlsúlyt mutat. Ebből az adatsorból említésre érdemes még az a mozzanat, hogy a képek szemantikai összeméréskor az N300 nem mutatott bal féltekei dominanciát.

Mindezek alapján azt gondoljuk, hogy — legalábbis *kísérleti feladathelyzeteinkben* — a frontocentrális N300 összetevő a jelentéssel bíró képek fogalmi feldolgozásával lehet kapcsolatban; a frontális N450 pedig a nyelvi feldolgozást érintő folyamatokat jelezheti mind a képek, mind a szavak esetében.

Elgondolásunk helyességét utólagos elemzéssel is valószínűsíteni kívántuk. Az EKP késői negativitásainak funkcionális jelentőségéről kialakított feltevésünk azt sugallja, hogy a szó—kép párok szemantikai összevetésekor a másodikként megjelenő inger, a kép potenciáljában a nyelvi feldolgozás folyamatainak inkább kell tükröződnie, mint a kép—kép párok szemantikai összevetésekor. Utólagos elemzésünk azt mutatta, hogy a kép—kép összeméréskor az EKP frontális és centrális N300 összetevőjének amplitúdója szisztematikusan nagyobb, mint az N450-é ($F_z = -4.4 \mu V$, $C_z = -4.2 \mu V$ vs. $F_z = -3.9 \mu V$, $C_z = -3.2 \mu V$); ezzel szemben a szó—kép helyzetben pontosan az ellenkezője az igaz ($F_z = -3.4 \mu V$, $C_z = -1.9 \mu V$ vs. $F_z = -5.2 \mu V$, $C_z = -4.2 \mu V$), az eltérés szignifikáns [$F(1,12) = 9.67$, $p < 0.01$]. A feltevést ellenőrző próba tehát azt jelzi, hogy a szó—kép párok esetében a kép szemantikai értékelését nagyobb mértékben követték nyelvi folyamatok, mint a kép—kép párok esetében: ez a tény mutatkozhat meg az N300—N450 amplitúdó nagyságának arányában.

Az ingerpárok első tagjaként megjelenő képek EKP-jainak alakjára is jellemző, hogy az N450 csúcsa negatívabb, mint az N300-é. A fentebb ismertetett összefüggés értelmében azt gondoljuk: a képek emlékezeti be-

kódolása is magában foglalja nyelvi kódolásukat, s ez a folyamat növeli meg az N450 amplitúdóját.

Az EKP-összetevőkre vonatkozó, fentebb összefoglalt adataink összhangba hozhatók a bevezetőben ismertetett pszichológiai modellek — kísérleti adatokra támaszkodó — állításaival. Az a kísérleti adatunk, hogy a képek fogalmi feldolgozásakor megnő a frontocentrális terület felett 300 ms táján mért negatív összetevő (is), s ezt 150 ms-mal később követi az N450 összetevő — amely a képek megnevezésekor, illetve lexikai összemérésükkor dominál a potenciálban —, összhangban van az említett modellek állításával. Ilyen nagyságrendű (180—200 ms) idői különbséget rögzítettek azok a pszichológiai kísérletek is, amelyek alátámasztották a modellek állítását: a képek jelentését gyorsabban érjük el, mintsem létrejönne nyelvi átkódolásuk (FORSTER, 1981; FREDERIKSEN és KROLL, 1976; POTTER és FAULCONER, 1975; PELLEGRINO és mts., 1977).

Az a kísérleti adatunk, hogy a képek fogalmi feldolgozásakor szignifikánsan megnövekszik az N300 összetevő, míg a szavak fogalmi feldolgozásakor csak az N450 amplitúdója nő meg jelentős mértékben, szintén összhangban van e modellek állításával; nevezetesen azzal, hogy a szavak fogalmi feldolgozása mintegy 185—187 ms-mal több időt igényel, mint a képek jelentésének elérése (POTTER, 1975, 1976; PELLEGRINO és mts., 1977).

Ily módon tehát kísérleti eredményeink megerősítik azt a megállapítást, hogy a képek szemantikai feldolgozása gyorsabban jön létre, mint a szavaké, továbbá, hogy a képek fogalmi feldolgozása megelőzi nyelvi kódolásukat.

Adataink nem hozhatók összefüggésbe azzal a kérdéssel, vajon milyen jellegű a képek, illetve a szavak hosszú tartamú emlékezeti reprezentációja. Eredményeink alapján nem tudunk különbséget tenni a képek és a szavak feldolgozásáról kialakított fogalmi modell (POTTER és mts., 1986) feltevései, illetve az olyan elgondolás (PELLEGRINO és mts., 1977) között, amely a képek és a szavak feldolgozásának különbségeit a képi (analóg), illetve a nyelvi kódolás eltérő gyorsaságára vezetik vissza, és a kódolási formáknak — az emlékezeti tárat elérő — közvetlen/közvetett jellegével hozzák kapcsolatba.

A kézirat elfogadva: 1992. május

IRODALOM

- ANDERSON, J. R. and BOWER, G. H., 1973, *Human Associative Memory*, V. H. Winston, Washington, DC.
- BAJO, M. T. and CANAS, J. J., 1989, Phonetic and semantic activation during picture and word naming, *Acta Psychologica*, 72, 105—115.
- BANKS, W. P. and FLORA, J., 1977, Semantic and perceptual processes in symbolic comparison, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 278—290.
- BARRETT, S. E., and RUGG, M. D., 1987, Event-related potentials in semantic and phonological matching tasks, *Psychophysiology*, 24, 577—578.
- BARRETT, S. E. and RUGG, M. D., 1989, Event-related potentials and the semantic matching of faces, *Neuropsychologia*, 27, 913—922.
- BARRETT, S. E. and RUGG, M. D., 1990, Event-related potentials and the semantic matching of pictures, *Brain and Cognition*, 14, 201—212.
- BARRETT, S. E., RUGG, M. D. and PERRETT, 1988, Event-related potentials and the matching of familiar and unfamiliar faces, *Neuropsychologia*, 26, 105—117.
- BENTIN, S., MCCARTHY, G. and WOOD, C. C., 1985, Event-related potentials, lexical decision and semantic priming, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 60, 343—355.
- BROWN, W., 1915, Practice in associating number-names with number-symbols, *Psychological Review*, 22, 77—80.
- CATTELL, J. M., 1986, The time it takes to see and name objects, *Mind*, 11, 63—65.
- CAMPBELL, K. B., KARAM, A. M., and NOLDY-CULLUM, N. E., 1987, Event-related potentials in a lexical and object decision task, In: R. JOHNSON, J. W. ROHRBAUGH, and R. PARASURAMAN (eds.), *Current Trends in Event-Related Potential Research, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Supplement 40*, 383—387.
- CLARK, H. H. and CHASE, W. G., 1972, On the process of comparing sentences against pictures, *Cognitive Psychology*, 3, 472—517.
- CROWDER, R. G. and MORTON, J., 1969, Precategorical acoustic storage (PAS)? *Perception and Psychophysics*, 5, 365—373.
- FABIANI, M., KARIS, D. and DONCHIN, E., 1986, P300 and recall in an incidental memory paradigm, *Psychophysiology*, 23, 298—308.
- FISCHLER, I., BLOOM, P., CHILDERS, D. G., ROUCAS, S. E. and PERRY, jr., N. W., 1983, Brain potentials related to stages of sentence verification, *Psychophysiology*, 20, 400—409.
- FORSTER, K. I., 1981, Priming and the effects of sentence and lexical contexts on naming time: Evidence for autonomous lexical processing, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33A, 465—495.

- FRAISSE, P., 1969, Why is naming longer than reading? *Acta Psychologica*, 30, 96—103.
- FREDERIKSEN, J. R. and KROLL, J. F., 1976, Spelling and sound: Approaches to the internal lexicon, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 361—379.
- FRIEDMAN, D., 1990, Cognitive event-related potentials components during continuous recognition memory for pictures, *Psychophysiology*, 27, 136—148.
- GLASER, W. R. and GLASER, M. O., 1989, Context effect in Stroop-like word and picture processing, *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 13—42.
- HARRIS, P. L., MORRIS, P. E. and BASSETT, E., 1977, Classifying pictures and words: Implication for the dual-coding hypothesis, *Memory and Cognition*, 5, 242—246.
- HOCHBERG, J. E. and BROOKS, V., 1962, Pictorial as an unlearned ability: A study of one child's performance, *American Journal of Psychology*, 75, 624—628.
- HOGABOAM, T. W. and PELLEGRINO, J. W., 1978, Hunting for individual differences in cognitive processes: Verbal ability and semantic processing of pictures and words, *Memory and Cognition*, 6, 189—193.
- JOHNSON, R., PFEFFERBAUM, A. and KOPELL, B. S., 1985, P300 and long-term memory, Latency predicts recognition performance, *Psychophysiology*, 22, 497—507.
- KARIS, D., FABIANI, M. and DONCHIN, E., 1984, „P300” and memory: Individual differences in the Von Restorff effect, *Cognitive Psychology*, 16, 177—216.
- KOK, A. and ROOYAKKERS, J. A. J., 1986, ERPs to laterally presented pictures and words in a semantic categorization task, *Psychophysiology*, 23, 672—683.
- KOSSLYN, S. M., 1980, *Image and Mind*, Harvard University Press, Cambridge.
- KROLL, J. F., 1990, Recognizing words and pictures in sentence contexts: A test of lexical modularity, *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory and Cognition*, 16, 747—759.
- KROLL, N. E., PARKINSON, S. R. and PARKS, T. E., 1972, Sensory and active storage of compound visual and auditory stimuli, *Journal of Experimental Psychology*, 95, 32—38.
- KROLL, J. F. and POTTER, M. C., 1990, *Using cross-modality evidence to infer the relations between surface representations and concepts*, (Preprint).
- KUTAS, M. and HILLYARD, S. A., 1980, a, Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity, *Sciences*, 207, 203—205.
- KUTAS, M. and HILLYARD, S. A., 1980, b, Reading between the lines: Event-related brain potentials during natural sentence processing, *Brain and Language*, 11, 354—373.

- KUTAS, M. and HILLYARD, S. A., 1984, Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association, *Nature*, 307, 161—163.
- KUTAS, M. and PATTEN, C., 1988, Event-related potential studies of language, In: P. K. ACKLES, J. R. JENNINGS and M. G. H. COLES (eds.), *Advances in Psychophysiology*, Vol. 3, JAI Press, Greenwich.
- LABERGE, D., 1975, Acquisition of automatic processing in perceptual and associative learning, In: P. M. A. RABBITT and S. DORNIC (eds.), *Attention and Performance*, V., Academic Press, New York.
- LIGON, E. M., 1932, A genetic study of color naming and word naming, *American Journal of Psychology*, 44, 103—110.
- MARTON Magda, és FÖLDVÁRI Csaba, 1988, a, Képek és szavak jelentésének megértése, Elektrográfias vizsgálat, *Pszichológia*, 8, 3, 311—332.
- MARTON Magda, és FÖLDVÁRI Csaba, 1988, b, Különböző hosszúságú szavak és „álszavak” észlelésének elektrográfias vizsgálata, *Pszichológia*, 8, 4, 473—495.
- NÄÄTÄNEN, R., SIMPSON, M. and LOVELESS, N. E., 1982, Stimulus deviance vs. significance and event-related brain potentials, *Biological Psychology*, 14, 53—98.
- NEISSER, U., 1967, *Cognitive Psychology*, Appleton-Century-Crofts, New York.
- NELSON, T. O., METZLER, J. and REED, D. A., 1974, Role of detail in the long-term recognition of pictures and verbal descriptions, *Journal of Experimental Psychology*, 3, 485—486.
- NELSON, D. L. and REED, U. S., 1976, On the nature of pictorial encoding: A levels-of-processing analysis, *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 49—57.
- NEVILLE, H., KUTAS, M., CHESNEY, G. and SCHMIDT, A. L., 1986, Event-related brain potentials during initial encoding and recognition memory of congruous and incongruous words, *Journal of Memory and Learning*, 25, 75—92.
- NOLDY, N. E., STELMACK, R. M. and CAMPBELL, K. B., 1990, Event-related potentials and recognition memory for pictures and words: The effect of intentional and incidental learning, *Psychophysiology*, 27, 417—428.
- PALLER, K. A., KUTAS, M. and MAYER, A. R., 1987, Neural correlates of encoding in an incidental learning paradigm, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 67, 360—371.
- PAIVIO, A., 1971, *Imagery and Verbal Processes*, Rinehart and Winston, New York.
- PAIVIO, A., 1974, *Images Propositions, and Knowledge*, Holt Rinehart and Winston, New York.
- PAIVIO, A., 1978, Mental comparison involving abstract attributes, *Memory and Cognition*, 6, 199—208.

- PAIVIO, A., 1986, *Mental Representation: A Dual Coding Approach*, Oxford University, Oxford.
- PELLEGRINO, J. W. and SIEGEL, A. W. and DHAVAN, M., 1975, Short-term retention of pictures and words: Evidence for dual coding system, *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 104, 95—102.
- PELLEGRINO, J. W., SIEGEL, A. W. and DHAVAN, M., 1976, Short-term retention of pictures and words as a function of type of distinction and length of delay interval, *Memory and Cognition*, 4, 11—15.
- PELLEGRINO, J. W., ROSINSKI, R. R., CHIESI, H. L., 1977, Picture-word differences in decision latency: An analysis of single and dual memory models, *Memory and Cognition*, 5, 383—396.
- POLICH, J., VANASSE, L. and DONCHIN, E., 1981, Category expectancy and the N200, *Psychophysiology*, 18, 142.
- POSTMAN, L., 1978, Picture-word differences in the acquisition and retention of paired-associates, *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 146—157.
- POTTER, M. C., 1975, Meaning in visual search, *Science*, 187, 965—966.
- POTTER, M. C., 1976, Short-term conceptual memory for pictures, *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 509—522.
- POTTER, M. C., 1979, Mundane symbolism: The relation among objects, names and ideas, In: N. R. SMITH and M. B. FRANKLIN (eds.), *Symbolic Functioning in Childhood*, Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- POTTER, M. C. and FAULCONAR, B. A., 1975, The time to understand pictures and words, *Nature*, 253, 437—438.
- POTTER, M. C., VALIAN, V. A. and FAULCONER, B. A., 1977, Representation of a sentence and its pragmatic implications: Verbal, imagistic or abstract? *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 1—12.
- POTTER, M. C., KROLL, J. F., YACHZEL, B., CARPENTER, E. and SHERMAN, J., 1986, Pictures in sentences: Understanding without words, *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 281—294.
- PYLISHYN, Z. W., 1980, Computation and cognition: Issues in the foundations of cognitive science, *The Behavioral and Brain Sciences*, 3, 111—132.
- RÉNAULT, B. and LESÈVRE, N., 1978, Topographical study of the emitted potential obtained after the omission of an expected visual stimulus, In: D. A. OTTO (ed.), *Multidisciplinary Perspectives in Event-Related Brain Research*, U. S., G. P. O., Washington, D. C.
- ROSCH, E., 1975, Cognitive representations of semantic categories, *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 192—233.
- RUGG, M., 1987, Dissociation of semantic priming, word and non-word repetition effect by event-related potentials, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 123—148.

- SHEPHERD, R. N. and TEGHTSOONINAN, M., 1961, Retention of information under condition approaching steady state, *Journal of Experimental Psychology*, 62, 302—309.
- SHIFFRIN, R. M. and SCHNEIDER, W., 1977, Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory, *Psychological Review*, 84, 127—190.
- SMITH, M. C. and MAGEE, L. E., 1980, Tracing the time course of picture-word processing, *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 379—392.
- SNODGRASS, J. G., 1980, Toward a model for picture and word processing, In: P. KOLERS, M. WRÖLSTAD and H. BOUMA (eds.), *Processing of Visible Language*, (Vol. 2,) Plenum Press, New York.
- SNODGRASS, J. G. and MCCULLOGH, B., 1986, The role of visual similarity in picture categorization, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 147—154.
- SPERBER, R. D., MCCAULY, C., RAGAIN, E. and WEIL, C. M., 1979, Semantic priming effects on picture and word processing, *Memory and Cognition*, 7, 339—345.
- SPERLING, G., 1960, The information available in brief visual presentations, *Psychological Monographs*, 74, (Whole No. 498.).
- STANDING, L., CONEZIO, J. and HABER, R. N., 1970, Perception and memory for pictures: Single-trial learning of 2560 visual stimuli, *Psychonomic Sciences*, 19, 73—74.
- STUSS, D. T., LEECH, E. E., SARAZIN, F. F. and PICTON, T. W. 1984, Event-related potentials during naming, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 28, 667—669.
- STUSS, D. T., PICTON, T. W. and CERRI, A. M., 1986, Searching for the names of pictures: An event-related potential study, *Psychophysiology*, 23, 215—222.
- STUSS, D. T., PICTON, T. W. and CERRI, A. M., 1988, Electrophysiological manifestations of typicality judgment, *Brain and Language*, 33, 260—272.
- THEIOS, J., 1975, The components of response latency in simple human information processing, In: P. M. A. RABBITT and S. DORNIC (eds.), *Attention and Performance V.*, Academic Press, London.
- THEIOS, J. and AMRHEIN, P. C., 1989, Theoretical analysis of cognitive processes of lexical and pictorial stimuli: Reading, naming and visual and conceptual comparison, *Psychological Review*, 96, 5—24.
- VANDERWART, M., 1984, Priming by pictures in lexical decision, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 67—83.
- WAUGH, N. C. and NORMAN, D. A., 1965, Primary memory, *Psychological Review*, 72, 89—104.

MAGDA MARTON

VISUAL, LEXICAL AND SEMANTIC CODING OF PICTURES AND WORDS. AN ELECTROGRAPHIC STUDY

Event-related potentials (ERPs) were recorded from subjects reacting to visual stimuli. The stimuli were natural concepts belonging to two categories (animals and objects) presented either as pictures or as words. Subjects were required to decide whether the picture-picture, word-word, word-picture and picture-word pairs, presented sequentially (S1, S2), were the same or different on the basis of whether they were physically identical, shared the same name (lexical matching) or were in the same category (semantic matching).

The size of the picture stimuli was scaled in such a way that the maximum visual angle subtended by these stimuli never exceeded the horizontal angle of the five-letter word describing the pictures. Each stimulus was presented for 1000 msec; the interval between the onset of the first (S1) and the second (S2) member of a pair was 1800 msec.

The ERPs elicited by the pictures and words consisted of a sequence of topographically separable components, including two major deflections that appeared to be modulated by the match/nonmatch manipulation: a relatively early frontocentral (N300) and a later (N450) frontally distributed negative deflection.

We found that during the semantic matching of picture-picture sequences the dominant ERP component was the N300, while for the matching of word-word sequences the amplitude of the N450 was significantly larger than that of the N300. During the lexical matching of word-picture pairs the amplitude of the N450 was significantly larger than it was during the semantic encoding of pictures.

We believe that the frontocentral N300 is sensitive to semantic relations between pictures. In contrast, during the linguistic encoding of pictures as well as during the processing of words the dominant ERP component is the N450.