

KOGNITÍV ESEMÉNYHEZ KÖTÖTT POTENCIÁLOK AZ EMLÉKEZETKUTATÁSBAN: ÁTTEKINTÉS*

SZÜCS DÉNES–CSÉPE VALÉRIA

MTA Pszichológiai Kutatóintézet, Pszichofiziológiai Osztály,
Fejlődés-pszichofiziológiai Csoport
ELTE Bölcsészettudományi Kar, Kísérleti Pszichológiai Tanszék
E-mail: sdini@cogpsyphy.hu; csepe@cogpsyphy.hu

Az összefoglaló az emlékezetkutatás területén feltárt kognitív eseményhez kötött potenciálokat tekinti át. Ismerteti a területen használt általános kísérleti elrendezéseket. Részletezi az ún. későbbi emlékezeti hatás, a szemantikai előfeszítés, az ismétlési hatás (ismétlési előfeszítés) és a régi/új hatás kapcsán elvégzett fontosabb kísérleteket, a feltárt eredményeket. Foglalkozik az egyes komponensek pontosabb lokalizációjával. Különös figyelmet szentelünk a felismerési emlékezetet a felidőzés, illetve az ún. ismertség alapján magyarázó kutatások ütköztetésének, és az e területhez kapcsolódó forrásemlekezeti hatás kutatásának. A tárgyalt tanulmányok eredményeit megkíséreljük összegezni, s egységes (spekulatív) aktivációs magyarázatot kínálunk a jelenségekre.

Kulcsszavak: EKP, emlékezet, régi/új hatás, Dm-hatás, ismétlési hatás, forrásemlekezet, előhívás

BEVEZETÉS

Agyi eseményhez kötött potenciálok. Agyi eseményhez kötött potenciáloknak (EKP) az olyan elektromos feszültségváltozásokat nevezik, amelyek az agyban valamely meghatározott inger (esemény) hatására váltódnak ki. Ezek a feszültségváltozások mérhetőek a (hajas) fejbőrön vagy közvetlenül az agyba vezetett (intrakraniális) elektródákon. Utóbbi esetben az elektródák mérhetik egy sejt vagy több sejt elektromos aktivitását. A fejbőrre helyezett (felszíni) elektródák természetesen mindig több sejt együttes aktivitását mérik. A felszíni elektródákat általában a nemzetközi ún. 10-20-as szabvány szerint (JASPER, 1958; „Recommendations...”, 1983) helyezik fel.

* A publikáció az OTKA T 0033008 és az NKFP 5/045 pályázatok támogatásával készült. Témavezető: dr. Csépe Valéria.

Ha másképpen nem jelöljük, akkor az e közleményben említett elektródahelyek is így értendők.

Az agyi potenciálok az idegsejtek működésének termékei. Mérésük nem más, mint két pont – a referenciaelektród és más elektródok – közötti *elektromos feszültség* mérése. Felszíni elektródákkal *nem minden* agyi elektromos aktivitás mérhető. Az agy, a fej felépítése, a koponya csontjai, az áramforrás agyban elfoglalt helyzete nagymértékben meghatározzák, hogy mely elektromos jelek mérhetőek a fejbőrön (REGAN, 1989). A jel-zaj viszony javítása érdekében a fejbőrön rögzített EKP-okat átlagolják (átlagolt EKP). Az átlagolási eljárás szükségessé teszi, hogy a kísérletek során a vizsgált inger többször is megjelenjék, minden egyes megjelenéskor kiváltva bizonyos elektromos választ. A válaszokat rögzítik (például számítógéppel), majd a kísérlet végén az ismételt ingerekhez tartozó rögzített válaszokat minden egyes mintavételezési pontban átlagolják. Az átlagolási eljárás mögött az a feltételezés áll, hogy az elektromos válaszban található egy bizonyos zajkomponens (a vizsgálat szempontjából irreleváns tényezőkkel kapcsolatos, „véletlenszerű” elektromos tevékenység), valamint bizonyos jelkomponens (a vizsgált ingerrel összefüggő elektromos tevékenység). A feltevés szerint az átlagolás során, kellően sok (zaj + jel) mintát véve, a zajkomponensek átlagolása azok véletlenszerű voltánál fogva 0 értékű átlagos zajkomponenst eredményez, és így az átlag már csak az inger valamennyi feltűnése esetén jelentkező jelet írja le.

Az EKP-okat általában *amplitúdójukkal* (a feszültség nagysága), *latenciájukkal* (adott feszültségértéknek az inger megjelenéséhez viszonyított ideje), *eloszlásukkal* (adott időben vagy időszakaszban a különböző elektródákon mért feszültségértékek egymáshoz viszonyított nagysága) szokás jellemezni. Az amplitúdóértékeket gyakran egy ún. idői ablak átlagában vizsgálják. Ez azt jelenti, hogy kijelölnek egy például 300–600 ms közötti idői intervallumot, az ebben mért valamennyi amplitúdóértéket összeátlagolják, s az eredmény lesz a illető idői ablak átlagos amplitúdóértéke. Újabban egyre inkább tért nyer az ún. forráslokalizációs módszerek használata is, amelyek esetén egy feltételezésből és a felszíni feszültségeloszlásból¹ kiindulva próbálnak meg következtetni a felszíni eloszlást hipotetikusan létrehozó ún. ekvivalens dipólokra, majd végső soron az elektromosan aktív agyi képlet(ek) mibenlétére (BERG, SCHERG, 1994; SCHERG, EBERSOLE, 1993; JOHNSON, 1995). A felszínen mért eloszlásból nem lehet egyértelműen visszakövetkeztetni arra, hogy az agyban hol helyezkednek el az áramforrások (generátorok), ez az ún. inverz számítási probléma (LUTZENBERGER, ELBERT, ROCKSTROH, 1987). Általános feltételezés, hogy ha két kísérleti helyzetben eltér az EKP-ok eloszlása, akkor vagy az áramforrások különböznek, vagy több forrás esetén azok feltételenként egymáshoz viszonyított aktivitási szintje változik meg. Ha kísérleti feltételenként az eloszlás nem, hanem csak az amplitúdóértékek nagysága változik, akkor feltehető, hogy valamennyi esetben ugyanazon idegi áramforrások egységesen megváltozott szintű működéséről van szó (RUGG, COLES, 1995).

¹ A lokalizációs algoritmus igen pontos anatómiai információt is felhasználhat, például a kísérleti személyről készült MRI felvételt. A kiindulási hipotézis megfogalmazásában nagy segítséget nyújtanak az EKP-oknál rosszabb idői, de jobb téri felbontással rendelkező módszerek (PET, fMRI).

Az agyi elektromos jelek mérése egészen az 1980-as évek közepéig egyedülálló lehetőséget nyújtott az agyi fiziológiai folyamatok közvetlen, nem invazív nyomon követésére. Az utóbbi másfél évtizedben kifejlesztett új technológiák (PET, MEG, fMRI, eseményhez kötött fMRI,² koponyán keresztüli (transzkraniális) mágneses ingerlés) jelentősen kibővítették a kutatók számára rendelkezésre álló lehetőségeket. Napjainkban valamennyi technológia együttes, egymást kiegészítő használata kívánatos, mivel valamennyi módszernek megvannak a maga erősségei és gyengeségei: a különféle módszerekkel kapott adatok együttes feldolgozása optimálisan egészíti ki egymást, amennyiben erre a technikai feltételek adottak (POSNER, RAICHLE, 1994; WAGNER, KOUTSTAAL, SCHACTER, 1999).

Az EKP-ok erőssége a kiváló *idői* felbontás. Akár 10^{-3} sec idői bontásban is mérhető az elektródákon mutatkozó feszültségváltozás.³ Az ilyen finom idői felbontással felvett jeleket a kísérlet után (off-line) a kísérleti személyek ingerekre adott válaszai szerint (például találat, téves kihagyás) csoportosítani és külön-külön értékelni lehet. Erre a rendkívül informatív eljárásra nincs lehetőség PET és régebbi fMRI módszerek használata esetén (ún. „block studies”), és egyelőre az új, eseményhez kötött fMRI módszerek idői felbontása is nagyságrendekkel az EKP idői felbontása alatt marad.

Az emlékezet vizsgálata. Az emlékezetet vizsgáló kísérletek többségében a kísérleti személyek először találkoznak bizonyos ingerekkel, majd a kísérletezők a későbbiekben azt vizsgálják meg, hogy miképpen hatott az idegrendszerre az illető ingerek szándékos vagy szándékolatlan feldolgozása. Ez legegyszerűbben úgy mérhető, ha az ingert megismétlik, s mérik, hogy az ismétlés esetén milyen más viselkedéses, EKP és egyéb jellemzők mutatkoznak. Az első és az ismételt bemutatásra adott válaszokban mutatkozó eltérést az inger első bemutatása alkalmával létrehozott emlékezeti nyom közvetlen vagy közvetett hatásának tulajdonítják. Mind az első alkalommal jelentkező kódolási, mind a második alkalommal jelentkező előhívási folyamatok képezhetik az eltérés okát.

Számos emlékezeti kísérletben egyszerűen megismétlik a kritikus ingereket (ismétlési előfeszítés: repetition priming). Ettől eltérő elrendezések is előfordulnak azonban. Nem kifejezetten emlékezeti vizsgálati célra szánták például a szemantikai előfeszítést mondatfeldolgozás esetében vizsgáló elrendezést, de ez mindenképpen sokat elárulhat az emlékezeti aktivációs folyamatokról. Ebben az elrendezésben az emlékezeti nyomot létrehozó (első) inger szerepét egy mondat első része tölti be. Az emlékezeti nyom hatását a mondat befejező szavát megadva lehet meghatározni (lásd: *Szemantikai előfeszítés*, 296. old.).

Előfordul olyan elrendezés is, amelyben valamely ingerrel (célingerrel) erős kapcsolatban álló más ingereket használnak az emlékezeti nyom kezdeti kialakítá-

² PET: Pozitron emissziós tomográfia. MEG: Mágneses encephalogram. fMRI: funkcionális mágneses rezonanciás képalkotás.

³ Erre a MEG is képes, a EKP és a MEG módszerrel optimálisan észlelhető elektromos jelek azonban pontosan „ellentétesek” egymással. Felszíni elektródákkal (EKP) az elektromos áram sugárirányú (radiális), mágneses érzékelőkkel (MEG) pedig az áramok érintőleges (tangenciális) komponensei érzékelhetők leginkább.

sára, s később a korábban elő nem forduló célingert bemutatva mérik a korábbi ingerek aktivációs hatását (ROEDIGER, MCDERMOTT, 1995).

Tipikus elrendezés. A közleményben tárgyalt kísérletek általában tanulmányozási és tesztelési szakaszra bomlanak, míg mások folyamatos ingeradást használnak. A tanulmányozási szakaszban a kísérleti személyek feladata az, hogy valamilyen, a bemutatott ingerekkel kapcsolatos feldolgozási feladatot végezzenek és/vagy megjegyezzék az ingereket. EKP-okat mind a tanulmányozási, mind a teszt szakaszban rögzíthetnek. A két fázisú kísérletekben (tanulmányozás-teszt elrendezés) a tanulmányozási szakaszban nem ismétlődnek ingerek, a tesztelési szakaszban az ingerek egy része ismétlődik, más része korábban elő nem forduló új inger. Az egy fázisú kísérletekben (folyamatos felismerési elrendezés) az egyes ingerek bizonyos számú közbeékelődő inger, késleltetés (interitem lag) után megismétlődnek. Az emlékezetet vizsgáló kísérletekben legtöbbször vizuálisan bemutatott szavakat használnak ingerként.

KÉSŐBBI EMLÉKEZETI HATÁS (DM-HATÁS): KÓDOLÁS

A P300 EKP komponens. A P300 EKP komponenst vagy más néven a „Késői pozitív komponenst” szokásosan ún. kakukktojás (oddball) kísérleti helyzetben váltják ki (SUTTON és munkatársai, 1965). Ebben a helyzetben a személy olyan ingersorozattal szembesül, amely gyakoribb, nagyobb valószínűséggel (például 80%) megjelenő, valamint ritkább, kisebb valószínűséggel megjelenő (például 20%) „kakukktojás”-ingerekből áll. A P300 komponenst két további komponensre szokás bontani. Az ún. P3a nem várt, teljesen új ingerekre jelentkezik, míg a „valódi” P300, az ún. P3b várt, ámde ritka, kevésbé valószínű ingerekre jelentkezik. Minél ritkább valamely esemény, annál nagyobb amplitúdójú P3b választ válthat ki. Az inger *szubjektív valószínűsége* fontosabb, mint a tényleges ingergyakoriság. A P3b amplitúdója a végrehajtandó feladat szempontjából *releváns* ingerekre nagyobb. Több feladat párhuzamos végrehajtása esetén a P3b amplitúdója az elsődleges feladat eseményeire nagyobb, mint a kevésbé fontos feladatra adott válaszok. DONCHIN (1981) fogalmazta meg a P300 *kontextusfrissítési* elméletét, amely szerint a P300 a munkaemlékezet frissítésében szerepet játszó folyamat működését tükrözi: ritka vagy váratlan események jelentkezése az éppen aktív emlékezeti sémák frissítését, így a környezet megfelelő reprezentációjának fenntartását eredményezi. Minél nagyobb a P300 amplitúdója, annál nagyobb a feltételezett emlékezeti frissítés mértéke. Logikus további következtetés az is, hogy minél nagyobb a frissítés mértéke, annál inkább megjegyezhető az adott inger (DONCHIN, FABIANI, 1991).

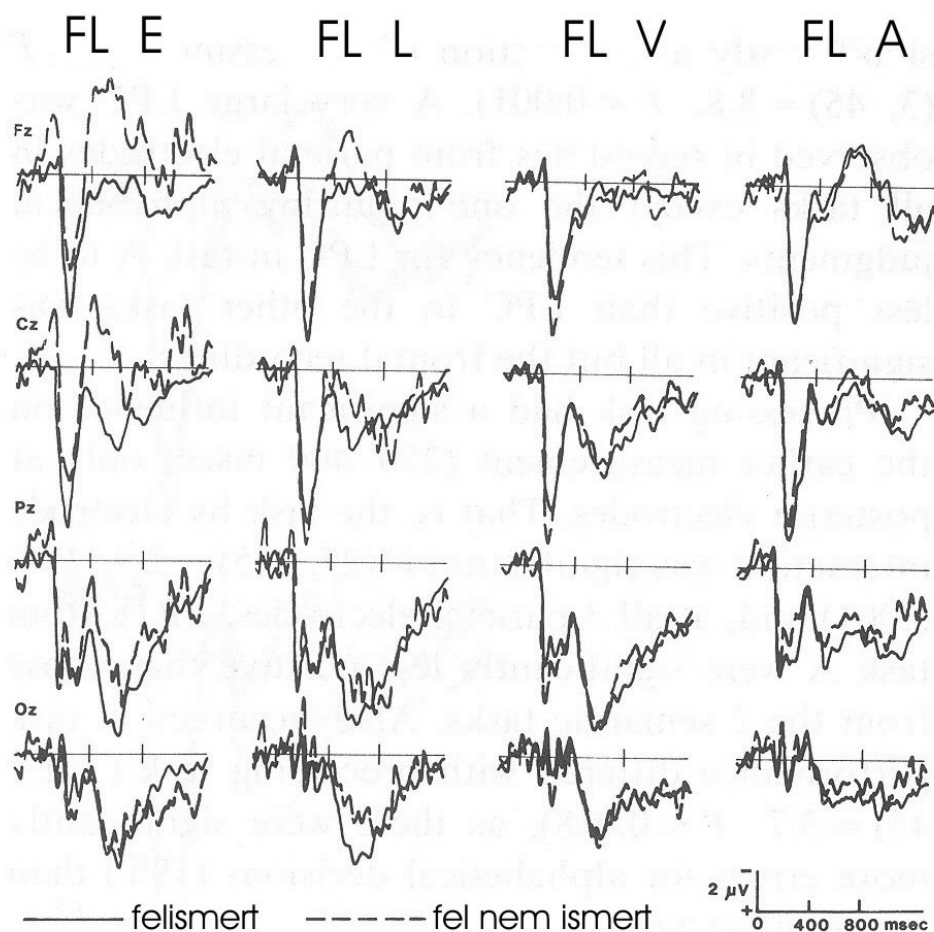
A von Restorff-hatás. A Hedwig von RESTORFF (1933, idézi: KARIS, FABIANI, DONCHIN, 1984) által kidolgozott elkülönítési (izolációs) kísérleti elrendezés is egyfajta kakukktojás helyzet. A sorozatban bemutatott ingerek egyike valamilyen módon (például méret, szín stb.) eltér a többi ingertől (elkülönülő inger). A személyek ezt az ingert általában nagyobb valószínűséggel tudják felidézni, mint a többi ingert.

Ezt a jelenséget nevezik *von Restorff*- vagy *elkülönülési* hatásnak. A jobban megjegyezhető elem olyan megkülönböztető jegyekkel rendelkezik, amelyekkel csak kevés más elem bír.

A von Restorff hatás EKP megfelelője, viszonya a megjegyezhetőséghez. KARIS és munkatársai (1984) vizsgálták meg először, hogy az egyes szavak által kiváltott P300 válasz *előrejelzi-e* a szavak későbbi szabad felidézését. A személyek képernyőn megjelenő szavakat olvastak. Az elkülönülő ingerek nagyobb betűkből álltak, mint a többiek. A szavak bemutatása közben rögzítették az EKP válaszokat. Az egyes szólistákat (összesen 40 lista) szabad felidézés követte. Az egészen biztosnak tűnt, hogy az elkülönülő szavak nagyobb P300 választ fognak kiváltani, mint a gyakori szavak. A fő kérdésselvetés mégsem ez volt, hanem az, hogy a *felidézett elkülönülő* szavakra nagyobb P300 jelentkezett-e a bemutatás során, mint a *nem felidézett elkülönülő* szavakra.

A várakozásoknak megfelelően valamennyi elkülönülő ingerre nagyobb P300 választ kaptak, mint a gyakoribb ingerekre (Von Restorff EKP hatás). Kikérdezéssel megállapították, hogy a kísérleti személyek két stratégiát használtak a szavak megjegyzésére: ismételtetést és mélyebb feldolgozást (értelmes egésszé próbálták rendezni a szavakat). Az *ismételtető* csoport a feldolgozó csoportnál rosszabban teljesített a felidézésben. A felidézett elkülönülő szavakra az Fz, Cz, Pz elektródákon előzetesen mindkét csoportban pozitívabb válasz jelentkezett, mint a nem felidézett elkülönülő szavakra. Az ismételtető csoportban a megjegyzett ingerekre 400–1000 ms között a P3b-hez hasonló, *centrális, parietális* csúcú pozitivitás mutatkozott. A mélyebben feldolgozó csoportban a megjegyzett ingerek esetén a másik csoportnál későbbi, 500 ms körül induló, *frontális* maximummal rendelkező pozitívitas jelentkezett. A P300-at megelőző N2 komponens amplitúdója egyik csoportban sem jelezte előre a szabad felidézési teljesítményt. A kísérletet megismételték 1. a megjegyzési *stratégiák* ellenőrzése mellett, amikor is megmondták a személyeknek, hogy milyen módon (ismételtetés vagy feldolgozás) próbálják emlékezetükbe vésni a szavakat (FABIANI, KARIS, DONCHIN, 1990); 2. olyan helyzetben, amikor a személyek nem számítottak felidézési feladatra, tehát nem használtak semmilyen kifinomultabb stratégiát sem (FABIAN, KARIS, DONCHIN, 1986); 3. gyerekek esetében, akik csak ismételtetést használtak (FABIANI és munkatársai, 1990). Minden kísérletben a korábbiakkal egybevágó eredményeket találtak (lásd még: FABIANI, DONCHIN, 1995; OTTEN, DONCHIN, 2000).

Dm-hatás. A Von Restorff EKP hatás esetén csak kiugró ingerek esetén elemezték a tanulmányozási szakaszban mutatkozó pozitív válasz és a megjegyezhetőség kapcsolatát. A P300 elméleti magyarázata alapján korábban arra következtettünk, hogy ez a kapcsolat nem csupán *kiugró* ingerek, hanem *valamennyi* inger esetén fennállhat. Számos további kísérletben valóban kimutatták a tanulmányozási szakaszban jelentkező válasz pozitívítása és a későbbi felismerés/felidézés közötti együttjárást. A bemutatási szakaszban mért EKP válaszok és a későbbi emlékezeti teljesítmény („subsequent memory”) közötti összefüggést PALLER, KUTAS és MAYES (1987) Dm-hatásnak nevezték el (1. ábra).



1. ábra. Dm-hatás

Megjegyzés: PALLER, KUTAS és MAYES (1987, 366. Fig. 4.) kísérletének eredményei. FL E-Edible: S1 feladat. FL L-Living: S2 feladat. FL V-Vowels: N1 feladat. FL A-ABC: S2 feladat. A pozitív irány lefelé van. A folytonos vonal jelöli a felismert, a szaggatott vonal a fel nem ismert ingerekre adott EKP válaszokat.

A Dm műveleti (operacionális) meghatározása szerint olyan EKP különbség, amely a későbbi emlékezeti teljesítményt tükrözi: azokat az ingereket, amelyekre bemutatásukkor a kb. 200–600 ms időszakban pozitívabb amplitúdójú EKP válasz jelentkezett, könnyebb felidézni vagy felismerni, mint azokat, amelyekre korábban negatívabb amplitúdójú válasz jelentkezett. Elképzelhető, hogy a Dm közvetlenül tükrözi azokat a kódolási folyamatokat, amelyek alapján eldől, hogy egy szó hosszabb távon is megőrződik-e az emlékezetben vagy sem.

Kérdéses, hogy a Dm-hatás az eredeti feltevésnek megfelelően valóban a P300 komponens módosulásának következménye-e (KARIS, FABIANI, DONCHIN, 1984; FABIANI, KARIS, DONCHIN, 1986; 1990) vagy (részben) más komponensek is befolyásolják alakulását (NEVILLE és munkatársai, 1986; HALGREN, SMITH, 1987; PALLER, KUTAS, MAYES, 1987; PALLER és munkatársai 1987; PALLER, KUTAS, 1992; SMITH, 1993)? A szerzők többsége inkább az utóbbi feltevés mellett foglal állást. A Dm-hatással kapcsolatos számos kutatási eredményt foglal össze JOHNSON (1995), valamint WAGNER és munkatársai (1999). Ezekből a következőkben csak néhány fontos megállapítást vesszünk sorra.

A feldolgozás mélysége. PALLER, KUTAS és MAYES (1987) megvizsgálták, hogy az ingerek különböző vélelmezett mélységű feldolgozása (CRAIK, LOCKHART, 1972) milyen kapcsolatban áll a Dm-hatással (1. ábra). A kísérlet bemutatási szakaszában a személyek szavakat láttak. Minden szóval kapcsolatban 1-1 kérdésre kellett válaszolniuk. Négyféle kérdés volt: (S1) „Ehető dologról van szó?” (S2) „Élő dologról van szó?” (N1) „Két magánhangzót tartalmaz a szó?” (N2) „Az első és az utolsó betű ABC sorrendben követi-e egymást?”. Az S1 és S2 kérdések szemantikai orientáló feladatok voltak, az N1 és N2 kérdések nem okoztak szemantikai orientációt. A tesztszakaszban a személyek előbb szabad felidézéssel próbálták előhívni a szavakat, majd felismerési tesztet végeztek.

A bemutatási szakaszban pozitívabb válasz mutatkozott mind a későbbiekben szabadon felidézett, mind a felismert szavakra. A válasz 400–800 ms között *jóval* pozitívabb volt akkor, amikor a személyeknek szemantikai kérdésekre kellett felelniük. A Dm-hatás tehát legerőteljesebben szemantikai kódolás során jelentkezett. Az eredményeket megerősítették TROTT és munkatársai (1997) is. A feldolgozási szintek elmélete alapján gondolhatunk arra, hogy a szemantikai rendszer működése, azaz a felbukkanó fogalmakat reprezentáló idegi hálózatok kiterjedtebb aktivációja vezetett az eltérő agyi válaszjelenséghez. Ezt megerősíteni látszik, hogy KARIS és munkatársai (1984), FABIANI, KARIS, DONCHIN (1986, 1990) felszínebb és mélyebb feldolgozási stratégiák esetén különböző eloszlású Dm-hatást találtak. Ezzel szemben PALLER, KUTAS és MAYES (1987) kísérletében a mélyebb feldolgozás nem járt jelentős eloszlásbeli különbségekkel, a hatás ugyanolyan eloszlással jelentkezett valamennyi feltételben, csak éppen nagymértékben különböző amplitúdóval.

Dm és implicit emlékezet. A fenti kísérletekben a Dm-hatást ún. explicit emlékezeti helyzetben mutatták ki. Azt vizsgálták, hogy a *tudatosan* (explicite) felidézett szavak korábban jártak-e sajátos EKP jellemzőkkel. Feltehető a kérdés, hogy akkor is kimutatható lenne-e a hatás, ha valamely implicit emlékezeti feladatban nyújtott teljesítmény alapján csoportosítanánk a korábbi EKP válaszokat? PALLER, KUTAS, SHIMAMURA és SQUIRE (1987) kísérleti személyei 10 szólistát (listánként 26 szó) tanulmányoztak. Eközben EKP-okat rögzítettek. A személyeknek az egyes listák átnézése után 1-1 perccel implicit szókezdő-kiegészítés tesztet kellett kitölteniük, azaz szókezdő betűsorokat láttak, s ezekre azokkal a szavakkal kellett válaszolniuk, amelyek a leghamarabb eszükbe jutottak. A kísérleti személyek valamennyi lista feldolgozása után explicit tesztet is végeztek.

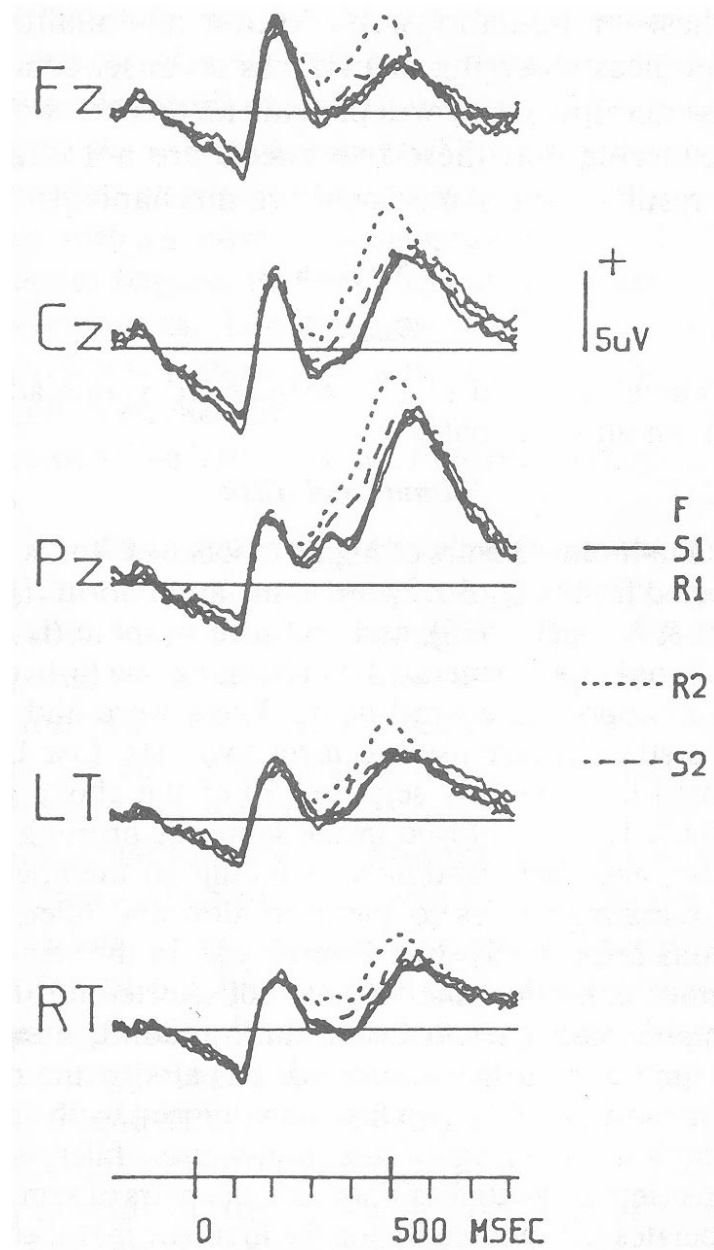
Azokra a szavakra, amelyeket a személyek a korábban tanulmányozott *lista alapján* töltöttek ki, a korábbi tanulmányozási szakaszban az 500–800 ms tartományban pozitívabb EKP válaszok (Dm-hatás) mutatkoztak. Érdekes, hogy ebben a kísérletben *nem* mutattak ki Dm-hatást az explicit tesztekben (szabad és jelzőingeres felidézés) helyesen felidézett szavakra. Ennek oka lehet például, hogy az explicit tesztek előtt az ilyen kísérletekben a szokásosnál jóval *hosszabb* várakozási idő volt: e tesztekre a 10 lista bemutatása, és az ezekhez tartozó implicit tesztek kitöltése után került sor.

A Dm-hatás vizsgálata során az ingerek első bemutatása alkalmával rögzített EKP válaszok értékelésén van a hangsúly. Ezeket a válaszokat aszerint értékelik, hogy a későbbiekben a személyek az ingert képesek-e felidézni vagy sem. A közleményben tárgyalt egyéb kísérletekben az ingerek egy részével a személyek a kísérlet folyamán többször találkoznak. A kísérletezők elvárása szerint az inger első bemutatás utáni megjelenése(i) esetén a kapott instrukciónak megfelelő *önkéntelen és/vagy akarattalagos* aktivációs és felidézési folyamatok mennek/mehetnek végbe. A kutatók tehát arra próbálnak fényt deríteni, hogy milyen folyamatok mennek végbe az ismételt ingerbemutatás alkalmával. Szinte valamennyi emlékezettel kapcsolatos EKP kísérletben ezt az általános elrendezést használják.

SZEMANTIKAI ELŐFESZÍTÉS: N400

Előfeszítés. Az előfeszítés (priming) az „észlelési tárgyak” könnyített azonosítása az egésszükkel vagy egy részükkel történt korábbi találkozás alapján (TULVING, SCHACTER, 1990; ROEDIGER, MCDERMOTT, 1993). Egészen általánosan fogalmazva akkor beszélhetünk előfeszítésről, ha valamely feladatban a mérhető teljesítményt egy korábbi tapasztalat befolyásolja (PALLER és munkatársai, 1987). Az előfeszítés az emlékezeti teljesítményért felelős „funkcionális agyi alrendszerek” (EICHENBAUM és munkatársai, 1999) – kognitív szinten fogalmazva például vizuális és hallási szóforma-feldolgozó vagy strukturális leíró rendszer (SCHACTER, 1992, 1994) – módosult aktivációjának következménye. Az ismételt jelentkező ingert e rendszerek valószínűleg hatékonyabban, kisebb energiabefektetéssel képesek feldolgozni (EICHENBAUM és munkatársai, 1999).

Az előfeszítési kísérletekben a kísérleti személyek valamely ún. *előfeszítő* inger egészének vagy egy részének a bemutatását követően ismét találkoznak az ingerrel vagy annak egy részével. A második vagy további előfordulások alkalmával javulnak az ingerrel kapcsolatos teljesítménymutatók: például kevesebb idő kell az inger felismeréséhez, nagyobb mértékben azonosítják a küszöb alatti ingereket. Az előfeszítés mérését általánosan használják az implicit emlékezet (GRAF, SCHACTER, 1985) jellemzésére. Az előfeszítési jelenség igen egyszerű, tudatos odafigyelés nélkül előállítható, így jól vizsgálható kiváltott potenciál és más, az agy aktivitását mérő módszerekkel is.



2. ábra. Ismétlési hatás és szemantikai előfeszítés

Megjegyzés: RUGG (1985, 644. Fig. 1.) kísérletének eredményei. Az ábrán szavak első bemutatása alkalmával megjelenő, kb. 400 ms-os csúcslatenciájú N400 komponenst (folytonos vonal) láthatunk. Az N400 amplitúdója szemantikai előfeszítés hatására pozitívabbá válik (S2). A legnagyobb pozitív irányú eltolódás az R2 szavak esetében történt. Az R2 szavaknál 500–600 ms közötti csúcs-latenciájú késői pozitív eltolódás is megfigyelhető.

Szemantikai előfeszítés: N400. A szemantikai előfeszítés vizsgálata során az *előfeszített* ingert vele jelentésbeli kapcsolatban álló más ingerek előzik meg. Az előfeszített ingerre más viselkedéses és/vagy EKP válasz mutatkozik, mint a nem előfeszített ingerekre. A szemantikai előfeszítés EKP velejárója az N400 komponens (2. ábra). Az N400 komponens KUTAS és HILLYARD (1980a, 1980b, 1980c) fedezte fel. Kísérletükben olyan hétszavas *mondatokat* használtak, amelyeknek az utolsó szava vagy illeszkedett a mondat előző szavaihoz, vagy nem (például „Tegnap megettem azt a nagyon finom teherautót.”). A szemantikai *eltérést* tartalmazó mondatok utolsó (eltérő) szavára kapott válasz a szókezdet utáni 400 ms körüli tartományban *negatívabb* volt, mint a szemantikai eltérést nem tartalmazó mondatok utolsó szavára kapott válasz. Körülbelüli csúcslatenciája után a szerzők N400-nak nevezték el ezt az EKP komponens.

Az N400 nemcsak mondatok, hanem szópárok esetén is jelentkezik. BENTIN és munkatársai (1985) *szópárokat* alkalmaztak ingerként, egymás után mutatva be a párok tagjait. A párok egy részénél az első szó szemantikai kapcsolatban állt a következővel (előfeszítette azt), más részükénél az első szó nem igazi szó volt, semmilyen kapcsolatban sem állt a következő szóval. Mind az előfeszített, mind a nem előfeszített második szóra megjelent az N400 válasz, az N400 amplitúdója azonban jelentősen nagyobbak (negatívabbnak) bizonyult a nem előfeszített szavak esetében.

Az N400 komponens az elmúlt 20 évben számtalan kísérletben kimutatták. Az eredmények mind azt mutatták, hogy ha *szemantikailag bevezetik, előfeszítik* a célszót (akár egy megelőző szósorozattal, mondattal, akár egyetlen szóval), a válasz pozitívabb, mint ha nem történik előfeszítés. Az N400 negatív válasz mindig nagyobb a nem előfeszített, mint az előfeszített ingerekre. Az N400 amplitúdója az előfeszítés mértékével együtt csökken.

A legmodernebb nézetek szerint a rövid távú emlékezet idegi alapja egy-egy „funkcionális agyi alrendszer” (EICHENBAUM és munkatársai, 1999) időleges aktivációja. A különböző ingerek hatására aktiválódó agyi területek mibenléte az inger természetétől függ, és egy inger több alrendszert is aktiválhat. Nincs éles különbség az inger észlelése és annak „emlékezetbe vésése” között. A jelentéssel bíró ingerek áttételesen az agy ideghálózatának számos csomópontját aktiválják. Az N400 feltehetőleg az igen kiterjedt szemantikai rendszer (de)aktivációjára vezethető vissza. Az előfeszítő ingerek megjelenése aktiválja a rendszert. Ha ehhez az előzetes aktivációhoz nem illeszkedő inger következik, akkor jelenik meg az N400. Elvileg akár a korábbi aktivációt gátló, akár újabb aktivációt létrehozó folyamatok állhatnak a komponens mögött.

Kérdés, hogy a szemantikai rendszer mely részlete állhat (leginkább) az N400 létrejötte mögött? A teljes szemantikai rendszer szerepet játszik létrejöttében vagy például szorosan a lexikai vagy más speciális reprezentációk aktivációjához kötődik? Az N400 legális⁴ nem-szavakkal kiváltható, nem legális nem-szavakkal ellen-

⁴ Legális nem-szavaknak azokat a nem szó betűsorokat nevezik, amelyek követik az adott nyelv fonetikai szabályait, azaz kiejthetőek (például „rabadály”). A nem legális nem-szavak az illető nyelvben nem kiejthetőek (például „grcsdkto”).

ben nem váltható ki. Az N400 legnagyobb mértékben a parietális területek fölött mérhető. A kísérletek többségében a komponens amplitúdója jobb oldalon enyhén nagyobb volt, mint bal oldalon (összefoglalásként lásd például: KUTAS, VAN PETTEN, 1994; KUTAS, KLUENDER, 1994).

Az N400 lokalizációja intrakortikális elektródákkal

Számos, az N400 pontos lokalizációjára irányuló kísérletet végeztek, mégpedig a későbbi emlékezeti komponensek értelmezésének szilárdabb megalapozása érdekében. Mivel ezek a vizsgálatok kiváló példáját adják az elektrofiziológiai módszerek kognitív pszichológiai alkalmazásának, most több ilyen vizsgálatot tekintünk át.

Az epilepszia bizonyos, gyógyszerekkel nem kezelhető eseteiben az epilepsziás agykérgi góc sebészeti eltávolítására kerül sor. A minél pontosabb, a lehető legkisebb másodlagos károsodást okozó sebészeti beavatkozás érdekében a műtét előtt közvetlenül az agyba ültetett mélyelektródákkal próbálják meghatározni a góc pontos helyét. Ilyen esetekben a betegek beleegyezésével lehetőség nyílik az érintett agyterülettel kapcsolatos EKP komponenseknek a felszíni elektródákkal elérhetőnél pontosabb feltérképezésére. Az ilyen vizsgálatok a sebészeti beavatkozás hatásainak jobb előzetes becslését is lehetővé teszik. Az emlékezeti folyamatokban minden bizonnyal igen nagy szerepet játszó mediális temporális lebeny (SCOVILLE, MILNER, 1957; CLOWER és munkatársai, 1996), azon belül a hippokampusz igen gyakran képezi epilepsziás góc centrumát, ezért viszonylag sok esetben nyílik mód e terület intrakortikális elektródákkal történő vizsgálatára.

*AMTL-N400 és MTL-P300.*⁵ Az MTL-ben beépített elektródákkal azonosították a ritka események által kiváltott ún. MTL-P300 (HALGREN és munkatársai, 1980; MCCARTHY és munkatársai, 1989) és szemantikailag nem illeszkedő mondatbefejező szavakra (MCCARTHY és munkatársai, 1995), illetve önálló szavakra (NOBRE, MCCARTHY, 1995) jelentkező ún. AMTL-N400 EKP válaszokat. Az mély és felszíni elektródákat elvezetésre egyaránt használó kísérletekben bizonyossá vált, hogy az AMTL-N400 és AMTL-P300 a felszínen mért N400 és P300 válaszok MTL-beli megfelelői. Fontos, hogy mélyelektródákkal nemcsak ezeken a területeken találtak hasonló latenciájú és lefutású hullámokat (HALGREN és munkatársai, 1995). Ezért nem mondható az, hogy az AMTL-N400 és MTL-P300, maga az N400 vagy a P300.

Mediális temporális lebeny. A bal agyfélteke mediális temporális lebenybeli képleteinek műtéti eltávolítása gyakran verbális emlékezeti zavarokhoz vezet. GRUNWALD, LEHNERTZ, HEINZE, HELMSTAEDTER és ELGER (1998) kísérleti személyei műtétre váró epilepsziás betegek voltak. A kutatók azt kívánták meghatározni, hogy a műtét előtt, a verbális funkciókban szubdomináns jobb agyféltekéből elvezetett AMTL-N400 amplitúdója milyen mértékben jelzi előre a műtét utáni verbális emlékezeti teljesítményt. Az emlékezeti teljesítményt szólista szabad felidézésével mérték.

⁵ MTL: mediális temporális lebeny. AMTL: anterior mediális temporális lebeny.

A műtét előtt azt találták, hogy ismétlés hatására csak az egészséges, azaz a jobb oldalon csökkent az AMTL-N400 amplitúdója (ismétlési hatás). Az MTL-P300 válasz az epilepsziás (bal) oldalon kisebb volt, mint a nem epilepsziás jobb oldalon. A műtét előtt a jobb oldalról elvezetett AMTL-N400 amplitúdója pozitívan korrelált a műtét után felidézett szavak mennyiségével, vagyis minél nagyobb (negatívabb!) AMTL-N400 jelentkezett, annál több szót tudtak felidézni a betegek. Mindemellett a betegek életkora és betegségük előzetes időtartama negatívan korrelált az AMTL-N400-zal és a műtét utáni verbális emlékezeti teljesítménnyel is, azaz az idősebb és hosszabb ideig beteg személyek kisebb AMTL-N400-at mutattak és kevesebb szót tudtak felidézni.

Hippokampusz proper. GRUNWALD, LEHNERTZ, HEINZE és munkatársai (1998) olyan betegeket vizsgáltak, akiknél 1. hippocampális szklerózis révén szelektíven károsodott a hippocampusz proper (a CA1, CA3 mezők és a gyrus dentatus: Hi csoport), vagy 2. az extrahippocampális mediális temporális kéreg (Ex csoport). A két csoportnak nem volt átfedő károsodása.

Az egészséges oldalon mért EKP-ok elemzése minkét csoportban normális ismétlési hatást mutatott. Az epileptikus góc oldalán az Ex csoportnak az új és a régi szavakra adott EKP válasz amplitúdója egyaránt kisebb volt. A góc oldalán a másik oldalnál kisebb, de szignifikáns ismétlési hatás mutatkozott. A Hi csoportban csak az első bemutatásra (új ingerek) adott válasz amplitúdója volt kisebb, az ismétlésre adott válaszoké nem. Szignifikáns ismétlési hatás nem volt kimutatható: a régi és új szavakra adott válaszok amplitúdója, lefutása szinte teljesen megegyezett. A hatás hiányát tehát úgy magyarázták, hogy az ingerek első bemutatása alkalmával nem jelentkezett kellően nagy negatív hullám.

CA1 mező. Ugyancsak a hippocampusz proper, pontosabban a CA1 mező AMTL-N400 hatásban játszott szerepét bizonyította GRUNWALD és munkatársai (1999) kísérlete is. A kísérleti személyek a hippocampusz CA1 mezőjének NMDA receptorait blokkoló NMDA antagonistá ketamint kaptak. A személyeknek ezután folyamatos felismerési elrendezésben szavakat kellett felismerniük. A ketamin hatására az emlékezeti teljesítmény romlott, kevesebb ismételt szót ismertek fel, mint a ketamin nélküli feltételben.⁶

A szavak első bemutatása esetén jelentkező AMTL-N400 válasz amplitúdója kisebb volt, mint a ketamin nélküli feltételben. A szavak második bemutatására adott AMTL-N400 válasz amplitúdója a kontrollfeltételhez képest nem változott. Az epilepsziás góc eltávolítása után megvizsgálták az eltávolított szövetre jellemző idegsejtsűrűséget. Azt találták, hogy a CA1 mező piramissejtjeinek száma korrelált a szavak által kiváltott ketaminérzékeny AMTL-N400 amplitúdójával (lásd még: ZOLA és munkatársai, 1986; CLOWER, SQUIRE, AMARAL, 1996).

Az eredmények alátámasztják azt az elképzelést, hogy a mediális temporális le-

⁶ Nem közvetlenül a ketamin beadása után végezték a kísérletet, mivel ekkor nagyon rossz az emlékezeti teljesítmény (csak 1-2 számjegyet képesek ismétlni), hanem megvárták, amíg a személyek már legalább 5 számjegyet vissza tudtak mondani.

beny (MTL) és maga a hippocampusz (proper) is szerepet játszik az új verbális ingerek kódolásában (verbal novelty encoding), az azokra történő emlékezésben. Ez az információ a későbbiekben jelentős adalékkal szolgál majd az emlékezettel kapcsolatos EKP-ok értelmezésében.

ISMÉTLÉSI HATÁS

Ismétlési hatás. Az EKP *ismétlési* hatáson (repetition effect) azt a jelenséget értjük, hogy az ismételt ingerekre az ingeradás utáni kb. 250–600 ms között pozitívabb EKP válasz adódik, mint az első alkalommal előforduló ingerek esetén (2. ábra). Úgy gondolják, hogy ez a hatás az ismételt, illetve nem ismételt ingerekhez tartozó eltérő feldolgozási módokra utal, azaz a jelenség háttérében emlékezet-kialakítási (kódolási) és/vagy előhívási folyamatok állnak.

Az ismétlési hatás vizsgálatára egy vagy több sorozatban ingereket adnak. A személy általában nem is tudja, hogy emlékezetét vizsgálják, ugyanis az instrukció szerint valamely más feladatot végez. Ez általában lexikai döntési feladat, például szavak között előforduló nem-szavakat kell gombnyomással jelezni. A végzendő (orientációs) feladattal befolyásolható a tanulmányozott ingerek feldolgozásának minősége, mélysége (CRAIK, LOCKHART, 1972). Valamely feladat általában szükséges ahhoz, hogy a személyek kellő figyelemmel kövessék a megjelenő ingereket. Bizonyos esetekben a személyek a teszszakaszban „csendes”, csak magukban végzendő feladatot kapnak (például *megszámolják* a nem-szavakat). Fontos figyelembe venni, hogy aktív visszajelzés esetén a „csendes” feladatokhoz képest pozitívabb EKP válaszokat regisztrálnak, maga a visszajelzés követelménye pozitív irányba tolja el a választ (például KARAYANDIS és munkatársai, 1991). „Csendes” feladatok esetén hátrány, hogy az eredmények értelmezésénél csakis az EKP válaszokat vehetjük figyelembe, ettől függetlenül nem eldönthető, hogy valóban más feldolgozásban részesültek volna az elsőként, illetve a későbbiekben bemutatott szavak (RUGG, DOYLE, 1994).

Előfeszítés és ismétlési hatás. A szemantikai előfeszítés hatása 200–600 ms közötti csökkent negativitásban (N400), azaz a hullámforma pozitívabbá válásában nyilvánul meg. Az ismétlési hatás ugyanebben a tartományban jelentkező pozitivitás. Lehetséges, hogy a két jelenség háttérében ugyanazon folyamatok húzódnak meg? Van-e különbség a *szemantikai előfeszítés* N400 komponenst módosító hatása és az *ismétlési hatás* között?

RUGG (1985, 1987) különbséget mutatott ki (2. ábra). A kísérleti személyek folyamatos felismerési elrendezésben a következő ingereket kapták: nem-szavak, töltelékszavak (F szavak), szemantikailag összeillő szópárok (S1: a pár első tagja; S2: a pár második tagja) és egy alkalommal megismétlődő szavak (R1: első előfordulás; R2: második előfordulás). Az S1–S2, és R1–R2 szavak közbeékelődő elemek után követték egymást. RUGG (1985) vizsgálatában a személyeknek gombnyomással kellett jelezniük, ha nem-szót láttak, s másik gombot kellett megnyomniuk, ha szót láttak. RUGG (1987) vizsgálatában a személyeknek csendben számolniuk kel-

lett a nem-szavakat, hogy ezzel elkerüljék a válaszadási követelménykor fellépő pozitívítás megjelenését (KARAYANDIS és munkatársai, 1991). Mindkét kísérletben hasonló eredmények születtek (lásd 2. ábra). Az egyes típusú szavakra adott válaszok pozitívítása a következőképpen alakult: $S1 \approx R1 \approx$ Töltelékszavak, $S1 < S2$, $R1 < R2$, $S2 < R2$. A megismételt elemek pozitívabb irányba tolódott választ váltottak ki, mint a valamely korábban előfordulóval szemantikai kapcsolatban álló elemek. Az R2 szavak esetében 500–600 ms közötti csúcslatenciájú késői pozitív eltolódást is megfigyeltek. Ez a pozitívítás hiányzott az S2 szavak esetében, ahol az N400 amplitúdócsökkenése következtében bekövetkező eltolódás 500–600 ms között már teljesen eltűnt. Feltételezhető, hogy az R2 szavak esetében nemcsak hogy nagyobb mértékű az N400 válasz csillapodása, hanem az S2 szavakhoz képest még egy későbbi pozitív komponens is jelentkezik. Az ismétlés tehát a szemantikai előfeszítéstől jellegzetesen különböző módon befolyásolja az EKP válasz alakulását. A korai és a késői pozitív komponens valamennyi ismétlési hatást vizsgáló kísérletben elkülöníthető egymástól.

Az ingerek megismétlésével jelentősen nagyobb előfeszítési hatás érhető el, mint hasonló vagy asszociatív ingerek alkalmazásával (ROEDIGER, SRINIVAS, 1993). Mint korábban említettük, az előfeszítés valószínűleg valamely inger gazdaságosabb feldolgozása miatt jelentkezik. Ugyanazon inger ismétlése esetén spórolhat leginkább az erőforrásokon a feldolgozó rendszer. Az inger megismétlése mintegy „telitalálatként” éri a megfelelő struktúrákat. Lehet, hogy pusztán ez a specifikus aktivációcsökkenés a különbség oka?⁷ A válasz egyelőre nem ismert. Az ismétlési hatás komponenseinek elkülönítésével a későbbiekben még foglalkozunk.

Reprezentáció. Vajon már régóta létező reprezentációkra vagy az aktuálisan kialakuló emléknymokra épül-e az ismétlési hatás? Kimutatható-e például nem-szavak ismétlése esetén is? Ha ugyanis nem-szavak esetén nem jelenne meg az ismétlési hatás, akkor feltételezhető lenne, hogy ez azért van így, mert azok nem rendelkeznek lexikai reprezentációval, miközben az ismétlési hatás pontosan erre épül (RUGG, NAGY, 1987). Amennyiben a nem-szavakra is kiváltható az ismétlési hatás, akkor ez indokolható lenne azzal, hogy az ismétlési hatás mögött egy erőteljes, régebbi lexikai reprezentációktól független epizodikus (eseti) emlékezeti folyamat húzódik meg (RUGG, 1987). Bár szavak és nem-szavak összevetése esetén a hatást a lexikai reprezentáció fogalmát használva tárgyaljuk, fontos figyelembe venni, hogy ez a fogalom nem feltétlenül csak a *szóformára* vonatkozhat. Szavak esetén a szó jelentése is kiterjedt aktivációhoz vezet, míg a nem-szavak általában feltehetően sem egységes szóforma-, sem pedig jelentéshordozó reprezentációval nem rendelkeznek.

RUGG (1987), valamint RUGG és NAGY (1987) nem-szavakra a szavak esetében mutatkoznál *kisebb*, de megbízható ismétlési hatást mutatott ki *legális* nem-szavak esetén (lásd a 4. lábjegyzetben). Ez alapján elképzelhető, hogy a hatás az alkalmi emlékezeti nyomokra épül, nem a lexikai emlékezet játssza a főszerepet. Mégsem

⁷ A EKP-ok pozitív vagy negatív voltának az aktivációcsökkenéshez, illetve -növekedéshez persze semmi köze sincsen, azok mindig a referenciaelektrodhoz képest mért feszültségértékeken alapulnak.

helyes azonban kizárni a lexikai reprezentáció szerepét, mivel a legális nem-szavak is tartalmaznak „szórészletszerű” elemeket, amelyek alapját képezhetik a szavak esetében mutatkozónál kisebb (!) mértékű ismétlési hatásnak (RUGG, NAGY, 1987).

RUGG és NAGY (1987) a bizonytalan helyzetet feloldandó, a legális és *nem legális* nem-szavakra mutató ismétlési hatást hasonlította össze. Amennyiben csak a legális nem-szavakra jelentkezett volna ismétlési hatás, akkor a fentieknél *erősebben* feltehető lett volna, hogy a hatás vagy már létező lexikai reprezentációkon, vagy azok csupán részleges aktivációján alapul.

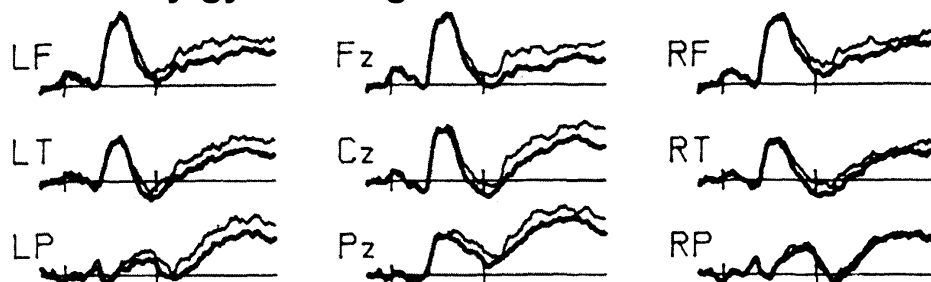
Az 1. kísérletben a személyek feladata az volt, hogy csendben megszámlálják az előforduló szavakat. Mind a legális, mind a nem legális nem-szavakra ismétlési hatás mutatkozott. A nem legális elemekre a hatás valamivel korábbi és kisebb volt. A kísérletet végzőkben is felmerült a gyanú, hogy az elrendezés bizony mintegy a nem legális elemek „ellen” irányult, hiszen mivel a szavakat meg kellett számolni, azok inkább a figyelem középpontjába kerültek. Ez egyrészt kedvezett azok mélyebb feldolgozásának, ami a második előfordulás alkalmával pozitívabb válaszhoz vezethet (lásd később: PALLER, KUTAS, 1992; PALLER és munkatársai, 1995; GONSALVES, PALLER, 2000). Másrészt tudjuk azt is, hogy az új szavakra jelentkező N400 komponens is érzékeny a figyelmi hatásokra (KUTAS, KLUENDER, 1994). A 2. kísérletben a feldolgozási különbségek kiegyenlítése céljából az ingerbemutató alkalmával a személyeknek egy „@” karaktert kellett keresniük módosított szavakban és nem-szavakban. A várakozás szerint ekkor minden inger esetében csak felszínes feldolgozási folyamatok mentek végbe, komolyabb lexikai aktiváció nem történt. Meglepő módon ez esetben valamennyi idői ablakban *csak a legális* nem-szavak esetében mutattak ki az 1. kísérletben mérttel azonos szinten megbízható ismétlési hatást. Ez az eredmény inkább amellől szól, hogy meglévő lexikai reprezentációkra épül az ismétlési hatás, a *nem legális* nem-szavak esetén a felszínesebb feldolgozási helyzetben valószínűleg nem mentek végbe azok az automatikus lexikai aktivációs folyamatok, amelyek a legális ingerek esetén megtörténtek.

Az ismétlési hatás lexikonfüggőségének, illetve *kódolásspecifikusságának* kérdését egyéb módokon is feszegették. RUGG, SOARDI és DOYLE (1995) strukturálisan lehetséges és nem lehetséges tárgyak *rajzaival* próbált előállítani EKP ismétlési hatást. Csak a strukturálisan lehetséges ábrákra adódott ismétlési hatás. Ez a megfigyelés is a lexikai reprezentációk meghatározó szerepe mellett szól.⁸ RUGG, DOYLE és WELLS (1995) a modalitásváltás ismétlési hatásra gyakorolt hatását vizsgálták. A modalitásváltó ismétlések esetén egyik kísérletben sem mutattak ki eloszlásváltozást, a hatás ingadozó latenciával és amplitúdóval, de következetesen jelentkezett. Ugyanez volt a helyzet nem-szavak ingerkénti használata esetén is. Ez az eredmény az ismétlési hatás egyfajta amodális közvetítőn keresztüli érvényesülése mellett szól.

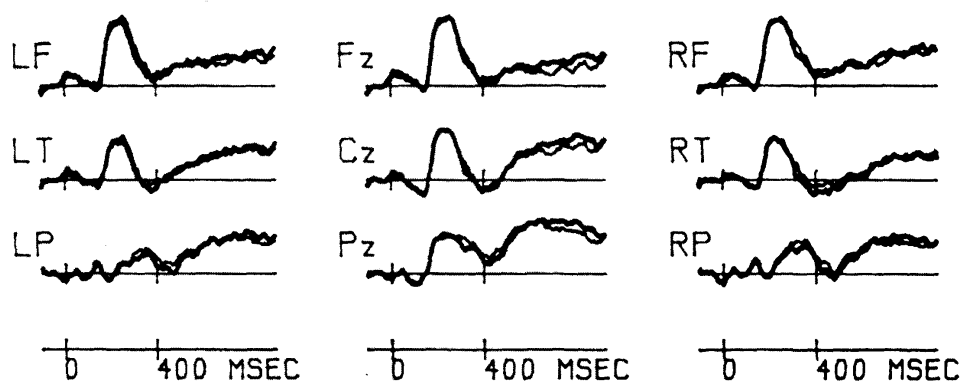
⁸ Megjegyzendő, hogy nem biztos, hogy egyértelműen el lehet különíteni a régebbi lexikai és az eseti, szigorú értelemben véve „tisztán epizodikus”, régi élményeinktől mentes reprezentációkat. Kérdéses, hogy utóbbiak léteznek-e egyáltalán. A kérdés ahhoz hasonlatos, hogy tudunk-e mit kezdeni új élményeinkkel régi élményeinktől függetlenül? Valószínű, hogy ezek feldolgozása, tárolása, egymástól elválaszthatatlan: azonos idegi hálózatokon alapul.

Késleltetés. Mennyi ideig jelentkezik az EKP ismétlési hatás? Hány ingert lehet az első és a második bemutatás közé ékelni, amíg még jelentkezik a hatás? Kevés közbeékelődő elem hatását tanulmányozva KARAYANDIS és munkatársai (1991) négy közbeékelődő elem esetén a 0 köztes elem esetén tapasztalttal azonos csúcsamplitúdójú, ám kb. 100 ms-mal későbbi latenciájú, ismétlési hatásra utaló választ vezettek el. NAGY és RUGG (1989) azt találta, hogy 19 közbeékelődő elem után megbízható, bár kisebb ismétlési hatás jelentkezik, mint 6 közbeékelődő elem után. BENTIN és PELED (1990) ugyanakkora ismétlési hatást mutatott ki 0 és 15 közbe-

Alacsony gyakoriság



Magas gyakoriság



+
 10 μ V — új szó (helyes elutasítás)
 — régí szó (találat)

3. ábra. Régi/új hatás

RUGG és DOYLE (1992, 73. Fig. 1.) kísérletének eredményei. A felső részen (Alacsony gyakoriság) az alacsony gyakoriságú, az alsó részen (Magas gyakoriság) a magas gyakoriságú szavakra adott EKP válaszok láthatók. A pozitív irány felfelé van. Vastag vonal jelöli az új, vékony vonal a régí szavakra adott EKP válaszokat. Az alacsony gyakoriságú szavak esetében a régí szavakra adott válaszok kb. 300 ms-tól kezdve pozitívabbak, mint az új szavakra adott válaszok. *Megjegyzés:* Az ábrát magyarítottuk.

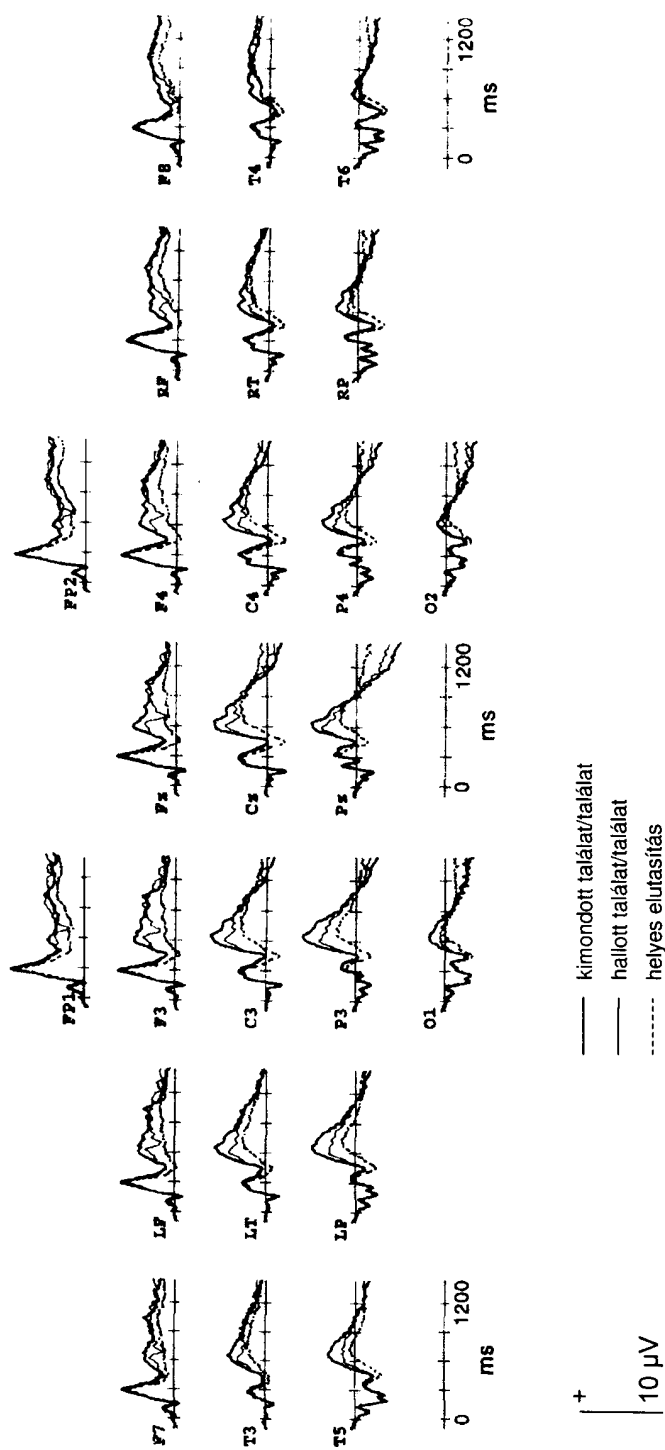
ékelt elem után lexikai döntési feladatban. Nem tudtak azonban kimutatni ismétlési hatást 15 ismétlés után egy olyan feladatban, amelyben a személyeknek csöndben memorizálniuk kellett a szavakat. Ez felveti a hatás feladatfüggőségének (RUGG, DOYLE, 1994), illetve a figyelmi hatásoknak a módosító szerepét.

RÉGI/ÚJ HATÁS

Az ismétlési hatás és a régi/új hatás kimutatására használt elrendezés között a fő különbség az, hogy utóbbi esetben a személy kifejezetten a bemutatott ingeranyaggal kapcsolatos emlékezeti feladatot végez. Feladata az, hogy a tesztszakaszban jelezze, hogy az éppen felbukkanó inger előfordult-e már korábban, vagyis a bemutatási szakaszban. A korábban megjelent ingereket „régii”, a korábban elő nem fordult, csak a tesztszakaszban felbukkant ingereket „új” ingereknek nevezik. Régi/új hatásnak azt a jelenséget nevezik, hogy a tesztszakaszban a *helyesen* réginek ítélt régi (korábban már látott/hallott) ingerekre kb. 400–800 ms között bal parietális centrummal és kb. 800/1000 ms után a jobb prefrontális centrummal pozitívabb EKP válasz jelentkezik, mint a *helyesen* újnak ítélt új ingerekre. (A bal parietális hatást lásd: 3. ábra. Például SMITH, HALGREN, 1989; RUGG, DOYLE, 1992; WILDING, RUGG, 1996a. A jobb prefrontális hatást lásd: 4. ábra. Például WILDING, RUGG, 1996a, 1996b, 1997; DONALDSON, RUGG, 1999; MARATOS, ALLAN, RUGG, 2000.) A helytelenül réginek (téves riasztás) vagy helytelenül újnak (kihagyás) kategorizált ingerek esetén az EKP válasz nagyjából megegyezik a helyesen újnak ítélt ingerekre adott EKP válasszal (például WILDING, RUGG, 1996a, de lásd: RUGG és munkatársai, 1998). A régi/új hatás tehát csak a helyesen réginek vélt régi ingerekre adódik. SCHLOERSCHIEDT és RUGG (1997) képi ingereket használva is kimutatta a régi/új hatást. Ritkán előfordulnak folyamatos felismerési elrendezést alkalmazó kísérletek is (például RUGG, NAGY, 1989; RUGG és munkatársai, 1991). A régi/új hatás a viselkedéses válaszadásnál *hamarabb* jelentkezik. A régi/új hatást egyes szerzők „emlékezeti eltolódásnak” (MES: Memory Evoked Shift) is nevezik (SMITH, 1993; SMITH, GUSTER, 1993).

Jelzőingeres felidézési EKP hatás

A régi/új hatást (3. és 4. ábra) az egyszerű felismerési és felidézési helyzetben kívül jelzőingeres felidézés során is kimutatták. ALLAN, DOYLE és RUGG (1996) vizsgálatában az volt a kísérleti személyek feladata, hogy a tesztszakaszban látott szókezdő betűsorozatokat (jelzőingerek) a korábbi tanulmányozási szakaszban látott szavakkal kiegészítsék. Amennyiben nem jutott eszükbe megfelelő, korábban már látott szó, akkor bármilyen éppen adódó szót is megadhattak kiegészítésként. Egyes jelzőingereket ki lehetett egészíteni a tanulmányozási szakasz alapján (régii ingerek), másokat nem (új ingerek). A helyesen kiegészített régi ingerekre a fent említett és több további kísérletben megbízható régi/új hatás jelentkezett (ALLAN, DOYLE, RUGG, 1996; ALLAN, RUGG, 1997, 1998; ALLAN, ROBB, RUGG, 2000).



4. ábra. Forrásemlekezeti hatás

WILDING és RUGG kísérletének eredményei. A pozitív irány felfelé van. A tanulmányozási szakaszban a kísérleti személyek a szavak egy részét kimondták, más részüket hallották. A szavak kimondott, illetve hallott volta képezte a megjegyzendő kontextust. A szaggatott vonal a helyes elutasításokra adott választ jelöli (újnak tartott szavak). A vékony vonal a helyesen forráshoz rendelt hallott szavakra, a vastag vonal a helyesen forráshoz rendelt kimondott szavakra adott választ jelöli. A szerzők egy bal parietális (LT; 4–800 ms), egy bilaterális frontális (FP1 és FP2; 5–800 ms) és egy későbbi jobb frontális hatást különítettek el (FP2 RF; 9–1200 ms).

A jelzőingeres felidézés során tapasztalt EKP hatás egy kb. 400 ms-tól a felvételi szakaszok végéig (kb. 2000 ms) tartó szimmetrikus, centrális eloszlással rendelkezik, ami jellegzetesen különbözik a felidézési régi/új hatás során regisztrált, 400–1200 ms között bal parietális centrumú, majd 1200 ms-tól kezdve jobb frontális hangsúlyú pozitivitástól (ALLAN, RUGG, 1997). A jelzőingeres felidézés során kimutatható EKP hatás a bemutatási szakaszban végzett ingerfeldolgozási feladattól függetlenül, jelentős minőségi (eloszlásbeli) eltérés nélkül jelentkezik. A mélyebb feldolgozásban részesülő vagy vizuálisan bemutatott, jobban megjegyezhető ingerekhez kapcsolódó jelzőelemekre nagyobb amplitúdóval jelentkezik a válasz, eloszlásában azonban nem különbözik a sekélyebben feldolgozott vagy hallott ingerjelző elemekre adott válaszoktól (ALLAN, ROBB, RUGG 2000).

A feldolgozási szint hatása

PALLER és KUTAS (1992) az ingerek előzetes feldolgozási szintje (CRAIK, LOCKHART, 1972) és az ismétlési hatás közötti kapcsolatot vizsgálta. Kísérletükben az ingerek vizuálisan bemutatott szavak voltak. A személyeknek két feladatot kellett elvégezniük. A *képi* feladatban (jele: *K*) el kellett képzelniük a szavaknak megfelelő dolgokat. A *betűkeresési* feladatban (jele: *B*) azt kellett megszámolni, hogy az egyes szavakban hány „e” betű volt. A képi feladat feltehetően mély, a betűkeresési feladat pedig sekélyebb szintű feldolgozáshoz vezetett. A tesztszakaszban a személyek az előfeszítést („tachisztoszkópos” szóazonosítási feladat), illetve a felismerést és felidézést mérő feladatokat végeztek. A teszt folyamán olyan szavak is felbukkantak, amelyekkel korábban nem találkoztak (új szavak, jelük: *U*). A kísérletezők azt várták, hogy az eltérő előkészítő feldolgozáson átesett szavakra a tesztben adódó *előfeszítési* teljesítmény azonos lesz. Feltételezték továbbá, hogy az *explicit* feladatokban mutatott teljesítmény a mélyebb feldolgozást (*K* feladat) követően jobb lesz.

A viselkedéses eredmények megegyeztek az elvárásokkal, az előfeszítési feladatban mutatott teljesítmény a *K* és *B* szavaknál megegyezett, az explicit tesztekben mutatott teljesítmény pedig a *K* szavak esetében jobb volt. A szóazonosítási (előfeszítési) feladat során *nem* azonosított szavak esetében semmilyen különbséget nem lehetett kimutatni a *K*, *B* és *U* szavakra adott EKP válaszok között.

A szóazonosítási (implicit) feladatban *helyesen* azonosított szavak esetén a következő EKP válaszok adódtak. A kb. 200–800 ms-os idői ablakban a *K* és a *B* szavakra pozitívabb válasz mutatkozott, mint az *U* szavakra. Az *U* szavakhoz viszonyított pozitívítás mértéke 400–800 ms között jóval nagyobb volt a *K* szavak, mint a *B* szavak esetén. Bizonyos értelemben véve eltérnek tehát egymástól a viselkedésesen és az EKP módszerrel kapott válaszok. A *K* és *B* szavak viselkedésesen azonos eredményt adtak, ám ezzel szemben az EKP válaszok különböztek a két esetben. A *K* és *B* szavak esetében a válaszok azonos eloszlással, különböző amplitúdóval jelentkeztek. Ez alapján arra lehet következtetni, hogy a *K* és *B* szavak implicit és explicit felismerése mögött ugyanazon, különböző mértékben megjelenő folyamatok húzódnak meg (lásd még később a feldolgozás és ismertség felidézésben játszott szerepe kapcsán).

Alapvetően a fent ismertetettel azonos, kismértékben módosított eljárásokat használva újra megerősítették az említett eredményeket PALLER és munkatársai (1995), GONSALVES és PALLER (2000), valamint RUGG és munkatársai (1998). Korábban hasonló eredményekre jutottak SANQUIST és munkatársai (1980) is.

Habár a PALLER és munkatársai (1992, 1995), valamint GONSALVES és PALLER (2000) által végzett kutatások fő célja nem ez volt, lényeges felhívni a figyelmet arra, hogy az eredmények támogatják a sokat kritizált (magyarul lásd például EYSENCK, KEANE, 1997, 161–166), különböző feldolgozási szinteket feltételező emlékezetelméletet (CRAIK, LOCKHART, 1972). Az orientációs feladatok szerint különböző EKP válaszok a viselkedéses válaszkülönbségek mellett ugyanis további bizonyítékként szolgálnak a feltételezett, a megfigyelés elől egyébként rejtett feldolgozási különbségekre (SANQUIST és munkatársai, 1980). A feldolgozási szintek elméletét támogatják még PALLER és munkatársai (1987), TROTT és munkatársai (1997), KARIS és munkatársai (1984), FABIANI, KARIS, DONCHIN (1986 és 1990), FABIANI, GRATTON és munkatársai (1990) kísérletei is. Ezekben a feltételezetten eltérő szintű feldolgozás Dm-re gyakorolt hatását vizsgálták. A támogató adatok épp a leginkább kritizált oldaláról erősítik meg az elméletet: elképzelhető, hogy agyvizsgáló módszerekkel mérhetővé tehető a feldolgozás viselkedéses módszerekkel megközelíthetetlen misztikus tulajdonsága, annak ún. „mélysége”. Nem zárható ki persze, hogy az adatokat más elmélet is magyarázhatja, illetve kétséges, hogy *miként* különböznek egymástól az eltérő feldolgozási módok.

AZ EMLÉKEZET KÉTFOLYAMATOS MODELLJE: FELIDÉZÉS ÉS ISMERTSÉG

A kétfolyamatos emlékezeti modell (JACOBY, DALLAS, 1981; MANDLER, 1980) szerint az ingerek felismerésében két eltérő folyamat játszhat szerepet. Olyan esetben, amikor az emlékek előhívásakor forrásemleket is használjuk, azaz előhívjuk az inger bemutatásának körülményeit (egy ún. epizódot) is, akkor *felidézésről* (*recollection*) beszélünk. Ezzel szemben, ha a felismerés helyesen, de forrásemlekek hiányában történik, akkor az ún. *ismertség* (*familiarity*) alapján döntünk.

Számos EKP kísérletben vizsgálták a fenti modell érvényességét. A kutatók az előhívás és az ismertség feltételezett mértékét próbálták meg ellenőrzöttén változtatni, s az ezek eltérő szintjeihez tartozó EKP válaszokat vizsgálták. A felidézés/felismerés szintjét megfelelő vizsgálati személyek (amnéziások) és kísérleti paradigmák választásával kísérelték meg ellenőrizni. Az EKP-ok eloszlására vonatkozó kezdeti feltevéseink szerint (lásd *Bevezetés*), ha a felidézés és az ismertség alapját eltérő idegi struktúrák és/vagy folyamatok képezik, akkor a két különböző felismerési folyamatot az EKP-ok tulajdonságaiban megmutatózó különbségeknek is jelezniük kellene. A két feltételezett folyamat között akkor gyaníthatnánk minőségi különbsége(ke)t, ha eltérő lenne az egyes folyamatokhoz tartozó EKP-ok eloszlása.

Amnéziás betegek vizsgálata

Az amnéziának többféle agyi sérülés is oka lehet (lásd például O'CONNOR, VERFAILLE, CERMAK, 1995), a legtipikusabb azonban a mediális temporális lebeny sérülése (SCOVILLE, MILNER, 1957). Az explicit emlékezeti tesztekben általában igen rosszul teljesítő amnéziás betegek időnként meglepően jó eredményeket érnek el szófelismerési tesztekben (BROOKS, BADDELEY, 1976). Ezek a betegek sok gyakorlással megtanulnak felismerni olyan elemeket, amelyekkel korábban már találkoztak, a tanulás körülményeit felidézni azonban nem tudják (HUPERT, PIERCY, 1976). Úgy tűnik tehát, hogy az amnéziásoknál is működik valamely emlékezeti folyamat, amely lehetővé teszi felismerési teljesítményük javulását. A két-folyamat-elmélet alapján az amnéziások teljesítményét úgy magyarázták, hogy a betegek nem képesek tudatos felidézésre, hanem az ismertség, a reprezentációk „erősségének” alapján képesek tanulásra.

Ha olyan betegeknél, akiknek a mediális temporális lebenye sérült, nem működik a felidézés folyamata, akkor vajon jelentkezik-e náluk a régi/új hatás? Amennyiben igen, akkor a hatás az ismertséggel kapcsolatos folyamatokat tükrözné. Amennyiben nem, úgy kifejezetten a felidézéssel kapcsolatos EKP jellemzőnek kellene megjelennie. SMITH és HALGREN (1989) igen sokat idézett kísérletében olyan betegeket vizsgált, akiknek vagy jobb oldali anterior temporális lebenyét (J-ATL) vagy bal oldali temporális lebenyét (B-ATL) távolították el. A kísérletben emellett normál kontrollszemélyek is részt vettek. Az egyoldali ATL eltávolítás a beszéddomináns féltekén végezve verbális, a nem domináns féltekén végezve nem verbális emlékezeti problémákhoz vezet (MILNER, 1968).

A kísérleti feladat a betegekre való tekintettel a szokásosnál egyszerűbb volt. A személyek 9 db, 20 szóból álló listát láttak, ezekben 10 szó mindig ismétlődött, másik 10 szó pedig mindig új szó volt. Minden lista után 1-1 teszt következett. A felismert szavak száma és a reakcióidő (RI) blokkonként egyre jobb lett. Az B-ATL betegek teljesítménye a másik két csoportnál rosszabb volt, ám ugyanolyan ütemű *javulást* mutatott. Az első és az utolsó blokkban a felismert szavak száma és a reakcióidő a következőképpen alakult: 1. blokk: Kontroll: 6,56 (681 ms), J-ATL: 5,67 (667 ms), B-ATL: 3,38 (745 ms); utolsó blokk: 9,56 (598 ms), 9,56 (606 ms), 7,28 (614 ms).

Megvizsgálták, hogy 1. mely csoportoknál jelentkezett a régi/új hatás. Szignifikáns EKP ismétlési hatás csak a kontrollszemélyeknél és a J-ATL csoportban mutatkozott, mégpedig a 250–650 ms idői ablakban. A normál személyeknél a hatás nagyobb amplitúdóval, hosszabban jelentkezett. A görbéket szemügyre véve a régi és új szavak közötti kisebb, szórványos EKP eltérést mutató tartományokat láthatunk a B-ATL csoportban is. A hatás azonban sehol sem szignifikáns. Felmerült tehát a kérdés, hogy 2. vajon minden csoportban a teljesítménnyel arányos-e a régi/új hatás? A szerzők kiválogatták a legrosszabban teljesítő normál és J-ATL személyeket. A régi-új hatás ezen alcsoportokban is megmaradt, bár némileg csökkent EKP amplitúdóval. A legjobban teljesítő B-ATL személyeknél továbbra sem jelentkezett az EKP különbség. 3. A régi/új hatást befolyásolta az ingerek ismételt bemutatása. Összeátlagolták az 1–4 és 5–8 blokkok EKP válaszait. Az 5–8 blokkok-

ban pozitívabb válasz mutatkozott, mint az 1–4 blokkokban: a régi/új hatás az ismétlések során növekedett.

Mivel a régi/új hatás a verbális emlékezetben leginkább érintett B-ATL csoportban nem mutatkozott, a szerzők úgy vélték, hogy az *nem* az ismertséggel, hanem az epizodikus, eseti emléknymok előhívásával áll összefüggésben. Mindemellett meglepő volt e csoport viszonylag jó teljesítménye. Ezt SMITH és HALGREN (1989) azzal magyarázta, hogy a bal ATL-léziót szenvedett betegek valószínűleg az *ismertség* alapján oldották meg a feladatot. Úgy tűnik, hogy a tudatos felidézés nem szükséges feltétele a felismerési döntéseknek. A fenti eredményeket megerősítették JOHNSON (1990, 1995) kísérletei is. Konvergens bizonyítékkal szolgál, hogy az AMTL léziója az R/K paradigmában (leírását lásd a következő szakaszban) adott *K* válaszok arányát is növeli, ami az *R* válaszokért felelős felidézési rendszer zavarára utal (GARDINER, JAVA, 1990). Egy hasonló kísérletben némileg más eredményekkel és magyarázattal szolgáltak RUGG és munkatársai (1991).

Emlékezés/tudás kísérleti elrendezés

Emlékezés és tudás. TULVING (1983, 1985) különbséget tett epizodikus és szemantikus tudatos emlékezet között. Szerinte a tudatos felidézés (remembering) nem más, mint az epizodikus rendszerből történő előhívás, ez a Tulving által autonotikus tudatosságnak nevezett jelenség alapján történik. A tudatosság másik formája az ún. noetikus tudatosság, az ún. tudás (knowing), ami az ismerősség érzésében nyilvánul meg, s a szemantikus emlékezeti rendszerből történő előhíváson alapul. A tudatosság körén kívül esnek a műveleti folyamatok, ugyanúgy, mint az észlelési reprezentációs rendszer tevékenysége is (TULVING, SCHACTER, 1990).

TULVING (1985) az emlékezés és tudás folyamatát *műveletileg* az Emlékezés/Tudás kísérleti elrendezés segítségével határozza meg/különíti el (R/K paradigm, Remember/Know paradigm). Az ilyen kísérletek első szakaszában szóingereket észlelnek a személyek. A személyeknek valamennyi, a második szakaszban adott ingert három, egymást kölcsönösen kizáró osztályba kell besorolniuk: 1. Pontosan emlékeznek arra, hogy a szó melyik korábbi listában szerepelt, azaz a lista kontextusában képesek azt felidézni (R-„Remember” válasz). 2. Tudják, hogy az adott szó szerepelt valamelyik korábbi listában, de nem tudják pontosan, hogy melyikben (K-„Know” válasz). 3. Az inger nem szerepelt a korábbi listában (N-„New” válasz).

SMITH (1993) kapcsolta össze elsőként az R/K paradigmát a EKP-ok tanulmányozásával. A kísérleti személyeknek a tanulmányozási szakaszt követő tesztszakaszban az *R*, *K*, *N* válaszok valamelyikét kellett adniuk az ingerekre. A kb. 400–800 ms közötti szakaszban valamennyi elektródán pozitívabb válasz mutatkozott a helyes *R*, mint a helyes *K* válaszoknál. A helyes *N* válasz (helyes elutasítás) negatívabb EKP eltéréssel járt együtt, mint a *K* csoportba sorolt ingerek. Valamennyi válasz esetén a frontális elektródákon mérték a legpozitívabb amplitúdókat. Elképzelhető persze, hogy ez az eltérés a P3b komponens parietálisan jelentkező több-lethatásának volt tulajdonítható (SMITH, GUSTER, 1993). DÜZEL és munkatársai (1997) hasonló kísérleti elrendezés segítségével azt az eredményt kapták, hogy

600–1000 ms között pozitívabb EKP válasz mutatkozott az *R*, mint a *K* és *N* válaszokra. A *K* válaszokra a kb. 800–1000 ms-tól kezdődően pozitívabb EKP mutatkozott, mint az *R* válaszokra. Az *R* válaszokra jelentkező pozitívítás ebben a tartományban már lecsengett. SMITH (1993) és DÜZEL (1997) kísérletében az *R* és *K* csoportra adott EKP válaszok eloszlásukban nem különböztek egymástól. Ez alapján feltehető, hogy mind az *R*, mind a *K* szavak felismerése mögött ugyanazon folyamatok különböző „szintű” megvalósulása áll, azaz, az EKP válaszokban a két-folyamat elmélet feltevésével szemben csak egy emlékezeti folyamat érhető tetten. Mivel az *R* válaszokhoz feltehetően a szavak felidézésére van szükség, az EKP-ok változása valószínűleg a felidézés folyamatával korrelál.

Szógyakorisági hatás

A viselkedéses mutatókat alkalmazó kísérletek eredményei szerint a nyelvben alacsony gyakorisággal előforduló szavakat pontosabban vagyunk képesek felismerni, mint a nagy gyakorisággal előforduló szavakat (JACOBY, DALLAS, 1981). A két-folyamatmodell szerint ez azért van így, mert az alacsonyabb gyakoriságú szavak relatív (helyzetre jellemző, lokális) ismertsége nagyobb mértékben változik azok bemutatásának hatására, mint a nagy gyakoriságú szavak lokális ismertsége. RUGG és DOYLE (1992) azt találta (3. ábra), hogy míg alacsony gyakoriságú szavak használata esetén jelentős régi/új hatás váltható ki, addig a nagy gyakoriságú szavak használata esetén egyáltalán nem mutatkozott régi/új hatás. Az eredményeket a kétfolyamatmodell alapján úgy értelmezték, hogy a régi új hatás az alacsony gyakoriságú szavaknál megnövekedett ismertségi szint velejárója, tehát az *ismertséggel*, s nem a felidézési folyamatokkal áll kapcsolatban.

A fenti eredmények ellentétben állnak SMITH (1993) következtetésével. SMITH (1993) RUGG és DOYLE (1992) szógyakorisággal kapcsolatos megfigyelése egy másfajta lehetséges magyarázatra is felhívta a figyelmet. A szerzőpáros érvei mellett az is igaz persze, hogy az alacsony gyakoriságú szavak több *R* választ vonzanak (GARDINER, JAVA, 1990), nagyobb figyelmet (GREGG, 1976) és alaposabb feldolgozást (SCHMIDT, 1991) kapnak, mint a nagyobb gyakoriságú szavak, az alaposabban feldolgozott szavakra pedig nagyobb parietális régi/új hatás adódik, mint a kevésbé feldolgozott szavakra (WEYERTS és munkatársai, 1997). Ennek alapján feltehető, hogy az alacsony gyakoriságú szavakat inkább vagyunk képesek *felidézni*, mint a nagy gyakoriságú szavakat, s a felismerés mégsem az ismertség alapján történik meg.

RUGG (1995), valamint RUGG, COX és munkatársai (1995) úgy próbáltak meg dönteni a SMITH (1993) és az általuk javasolt megközelítés között, hogy az *R/K*, illetve egy hasonló elrendezésben felidézett ingerek esetében megvizsgálták, mutatkozik-e szógyakorisági hatás. Ha továbbra is feltesszük, hogy a szógyakorisági hatás az ismertség, s nem a felidézés mértékét méri, akkor elfogadhatjuk, hogy ha a „felidézett” elemeknél mutatkozik szógyakorisági hatás, az mégiscsak az ismertség befolyására utalna, s ez akár az *R/K* paradigma érvénytelenségét jelentené.

RUGG (1995) összefoglalójában említi munkacsoportja egy kiadatlan tanulmányát, amelyben ingerként alacsony és magas gyakoriságú szavakat használtak.

A személyek feladata régi/új döntés volt. A réGINEK ítélt szavak estében e mellett másodikként az illető szó R/K státusát is meg kellett jelölni. Azt találták, hogy az alacsony gyakoriságú szavak csak *R* döntés esetén voltak jobban felidézhetőek, a régi/új EKP hatás pedig továbbra is nagyobb volt az *R* választ kapott alacsony, mint a magas gyakoriságú szavak esetében. Ezen eredmények magyarázatára a következő bekezdés után visszatérünk.

Forrásemlékezeti hatás

Az Emlékezés/tudás kísérleti elrendezés objektívebb változata, amikor a személyeknek nem pusztán nyilatkozniuk kell, vagyis introspektív beszámolót adni arról, hogy emlékeznek-e az ingerbemutató körülményeire, hanem konkrétan meg is kell jelölniük a körülményeket. Az ilyen kísérletek ingerbemutatói szakaszában bizonyos módon csoportba sorolható ingereket mutatnak be (például a hallott szavak egy részét férfi, más részét női hang mondja). A tesztelési szakaszban a személyeknek előbb jelezniük kell, hogy hallották-e már az adott ingert, s ha igennel válaszolnak, akkor azt is jelezniük kell, hogy az mely ingercsoportba tartozott (például női vagy férfi hang mondta-e korábban a szót). Észre kell vennünk, hogy az R/K elrendezés és a forrásemlékezeti elrendezés nem teljesen ugyanazon kérdést veti fel. Az R/K paradigmában a kísérleti személyek *tudatos* élményére kérdeznek rá. A forrásemlékezeti elrendezésben a személyek az élménytől akár teljesen független választ is adhatnak. Elvileg előfordulhat, hogy a személy az ingerre R/K elrendezésben *K* választ adna, ám forrásemlékezeti elrendezésben mégis helyesen jelölné meg a forrást. A két paradigmát persze nagymértékben kompatibilisnek tartják, hiszen a feltevések szerint mind a helyes forrásmegjelölés, mind az *R* válaszok a kontextus, az epizodikus emléknym helyes felidőzésén alapszanak.

RUGG, COX és munkatársai (1995) a fentebb ismertetett forrásmegjelölési elrendezést használták. Alacsony és magas gyakoriságú szavak voltak az ingerek. A személyek előbb régi/új döntést hoztak, majd jelezniük kellett, hogy két lehetséges forrás (két eltérő szemantikai feladat) melyikéből származtak az ingerek. A kérdésfelvetés az volt, hogy vajon egyaránt jelentkeznek-e a szógyakorisági EKP hatás helyes, valamint helytelen forrásmegjelölés esetén? Helytelen forrásmegjelölés esetén nem állt rendelkezésre elegendő minta megfelelő EKP-átlagok képzéséhez, így csak az volt megállapítható, hogy ha az összes helyes választ kapott régi szót vagy azoknak csupán a (definíció szerint) felidézett részét veszik figyelembe, akkor a szógyakorisági hatás megmarad. RUGG (1995), valamint RUGG, COX és munkatársai (1995) eredményei alapján két ellentmondó következtetésre juthatunk: 1. Vagy az R/K és a forrásazonosítási elrendezés nem alkalmas a felidőzés és az ismertség elkülönítésére, vagy pedig 2. a kétfolyamat-elmélet feltevésével ellentétben a szógyakorisági hatásban érvényesülnek felidőzési hatások.

Rugg munkacsoportja (WILDING és munkatársai, 1995, 1996a) a kétfolyamat-elmélet (JACOBY, DALLAS, 1981; MANDLER, 1980) érvényességének további ellenőrzése céljából összehasonlította a helyes és helytelen forrásfelidézéssel párosuló EKP válaszokat (4. ábra). WILDING és RUGG (1996a) kísérletének tanulmányozási szakaszában a személyek férfi vagy női hang által kimondott szavakat hallottak. A tesztszakaszban egymás után két választ kellett adniuk. Először azt kellett jelezniük, hogy régi vagy új szót hallottak-e. Amennyiben réginek találták a szót, akkor még arra is választ kellett adni, hogy korábban férfi vagy női hangon hallották-e azt. A második válasz szolgálta a forrásemlékezet (a kontextus felidézésének) méréseként. A feldolgozás során különválogatták azokat a válaszokat, amelyekre egyaránt helyes régi/új és forrásválaszok születtek („hit/hit” válaszok), valamint azokat, amelyekre helyes régi/új, de hibás forrásválaszokat adtak a személyek („hit/miss” válaszok). A második esetben a felismerés és a forrásemlékezet disszociálna, ekkor nem felidézés történik, hanem az inger ismertségén, reprezentációs erősségén alapuló válasz születik. A két esetben kapott EKP válaszokat összehasonlítva tehát tetten lehetne érni a felidézés és a felismerés során esetlegesen különböző EKP együtjárókat. A kísérletezők azt találták, hogy helyes viselkedéses hit/hit válasz esetén az EKP görbék 500 ms-tól kezdődően pozitívabbak voltak, mint hit/miss válaszoknál. Utóbbi esetben egy rövidebb, kb. 500–700 ms közötti szakaszon pozitívabb válasz mutatkozott, mint helyes elutasítás esetén (4. ábra). A válaszok eloszlása mindkét esetben hasonló volt, csak az amplitúdók nagyságában mutatkozott eltérés. Ennek alapján a szerzők a pozitivitás változásait valamely minden feltételben azonos komponens módosulásának tekintették (RUGG, COLES, 1995). Az EKP válaszok hasonlósága alapján ez a komponens feltehetően a *felidézés* velejárája.

A forrásemlékezeti hatást számos eltérő forrásjellemzőt felhasználva is kimutatták, úgymint: WILDING, DOYLE és RUGG (1995) – a tanulmányozási szakaszban bemutatott szavak modalitása. WILDING és RUGG (1996a, 1996b) – a szavakat férfi vagy nő mondta. WILDING és RUGG (1997) – szavak kimondott, illetve hallott volta.

WILDING és RUGG (1996a) a forrásemlékezeti hatást vizsgálva két pozitív komponenst különített el. Az egyik bal parietális (kb. 4–800 ms), a másik jobb frontális (kb. 800– ms) maximummal rendelkezett. A bal parietális összetevő korábban is szembetűnő volt (például SMITH, HALGREN, 1989; SMITH, 1993; RUGG, DOYLE, 1992), a jobb frontális hatást azonban korábban még nem mutatták ki (lásd 4. ábra).

Egyéb, a felidézést befolyásoló kísérleti elrendezések

A felidézési teljesítmény manipulálására egyéb, részben vagy akár egészben a forrásemlékezet körébe sorolható kísérleti elrendezéseket is felhasználtak. Ezek alkalmazásával is sikeresen kimutatható volt a WILDING és RUGG (1996a) eredményeihez hasonló (felidézési) régi/új hatás. DONALDSON és RUGG (1999) asszociatív szópárok használatával, ALLAN és RUGG (1998) jelzőingeres felidézési feladatban mutatta ki a régi/új hatást. TROTT és munkatársai (1997) listák idői sorrendjét

használták forrásemlékezeti kritériumként, CURRAN (1999) pedig egyes szavak többes vagy egyes számú voltát kérdezte kísérleti személyeitől.

DONALDSON és RUGG (1999) közvetlenül összevetette a felidézés és a felismerés során mutatkozó EKP válaszokat. Szópárokat használtak ingerként. A kísérleti személyeknek a párokra vonatkozó régi/új döntést kellett hozniuk, amelyet vagy felismerési döntés (ugyanazon vagy átrendezett szópár) vagy felidézés követett (mondja meg a szó eredeti párját). A helyes válaszok esetén a két esetben regisztrált EKP válaszok meglepően hasonlítottak a 6–900 és 1400–1900 ms közötti szakaszban. Mindkét feltételben megfigyelhető volt mind a bal parietális, mind a jobb frontális hatás. Ez igen jelentős eredmény, mivel a két feladat igencsak eltért egymástól, s erősen a mellett szól, hogy mind a felismerési, mind a felidézési folyamatban hasonló kognitív folyamatok mehetnek végbe.

MARATOS és munkatársai (2000) érdekes kísérletükben szavak érzelmi töltésének változtatásával befolyásolták a felidézés mértékét. A kísérletben negatív érzelmi töltésű és semleges szavakat használtak ingerként. A személyeknek egyszerű régi/új döntést kellett hozniuk. Azt találták, hogy a régi/új hatás tartományában a negatív új szavakra eleve pozitívabb válasz mutatkozik, mint a semleges új szavakra. A negatív régi szavakra is pozitívabb volt a válasz, mint a semleges régi szavakra, a negatív szavaknál azonban a pozitív irányba tolódás nem volt akkora mértékű, mint a semleges szavaknál, s ennek következtében a negatív szavak esetében a bal parietális hatás csak kis amplitúdóval, gyors lefolyással jelentkezett, a jobb frontális hatás pedig egyáltalán nem volt mérhető. A negatív szavak esetében a téves riasztások aránya 34%, a semleges szavak esetében 14% volt. A szerzők az EKP és viselkedéses eredményeket annak tulajdonították, hogy az érzelmi töltéssel rendelkező szavak feltehetően egyfajta „illuzórikus felidézést” okoztak, aminek következtében már a szavak „alapszintje” (újonnan bemutatásuk esetén) is pozitívabb EKP választ váltott ki, mint a semleges szavak.

Az egybehangzó eredmények (különösen: SMITH, HALGREN, 1989; SMITH, 1993; WILDING, RUGG, 1996a; PALLER, KUTAS, 1992; TROTT és munkatársai, 1997; CURRAN, 1999) alapján az EKP irodalomban manapság általánosan elfogadott, hogy a felidézési folyamatok hozhatók összefüggésbe a régi/új hatással. Ez szemben áll a kétfolyamatmodell felidézési és ismertségi folyamatokat élesen szétválasztó felfogásával. Attól eltérően, inkább egyfajta folyamatosabb átmenetet sejtnek az említett folyamatok között (ezzel kapcsolatban lásd még: RUGG és munkatársai, 1998). RUGG és ALLAN (2000, 810) megfogalmazásában: a fenti eredmények *„tehát nem támasztják alá a felismerési emlékezet kétfolyamatmodelljeit. Inkább azon nézet számára nyújtanak bizonyítékot, hogy az »ismertség« alapján történő felismerés ugyanazokon a folyamatokon alapszik, mint a felidézés, így az inkább egyfajta gyenge felidézésnek tekinthető, mintsem a felismerés mögötti független tényezőnek. Ezt a következtetést gyengíti az a lehetőség, ... hogy az EKP-ok esetleg nem érzékenyek az ismertséggel kapcsolatos idegi folyamatokra.”*

A RÉGI/ÚJ HATÁS ÖSSZETEVŐI

1. *Bal parietális hatás (400–800 ms)*. A bal parietális hatást valamennyi régi/új hatást vizsgáló kísérletben kimutatták. A hatás nagyobb mértékű volt a bemutatási szakaszban szemantikailag feldolgozott szavaknál, mint a szemantikai feldolgozásra nem kerülő szavaknál (WEYERTS és munkatársai, 1997). Ez egyaránt kimutatható volt idősebb és fiatalabb személyeknél (FRIEDMAN, BERMAN, HAMBERGER, 1993; TROTT és munkatársai, 1997). Egyes vizsgálatok szerint az EKP hullámösszetevői kisebb amplitúdójúak, gyorsabb lefolyásúak voltak idős személyeknél, mint fiataloknál (SWICK, KNIGHT, 1997; RUGG és munkatársai, 1997; összefoglalásként lásd: FRIEDMAN, 2000). Ezen kívül képi és verbális ingereknél is a bal oldalon jelentkezett a hatás (SCHLOERSCHIEDT, RUGG, 1997). Az érzelmi töltéssel rendelkező szavakra kisebb régi/új hatás adódott, mint semleges szavakra (lásd később: MARATOS, ALLAN, RUGG, 2000).

SMITH és GUSTER (1993) a P300 régi/új hatáshoz való hozzájárulásának mértékét tesztelte. Kísérleti elrendezésül a P3b kiváltására általában alkalmazott helyzetet választott. A személyeknek bizonyos ingerek felbukkanása esetén jeleznie kellett. A jelzendő ingereket 20%-os valószínűséggel adták. A jelzendő ingerek egyik esetben régi, másik esetben új ingerek voltak. Bizonyos esetekben csak egyetlen szó (régii inger) ismétlődött, más esetekben 10 szó, azonos valószínűséggel. A régi ingerek száma és a célcsoport alapján tehát négy kísérleti helyzetet hoztak létre. A kísérletezők feltevése az volt, hogy amennyiben a régi/új hatás teljesen a P3b választól függ, akkor attól függetlenül, hogy a régi vagy új ingerekre kell-e jelezni, azonos EKP válasz jelenik meg, mivel a P3b-t csak a jelzendő célosztály határozza meg. A kísérletben nem ennek megfelelő eredményeket kaptak. A jelzendő régi ingerekre 300–600 ms között pozitívabb régi/új hatás mutatkozott, mint a jelzendő új ingerekre. Ezen időtartományban a nem jelzendő régi ingerekre is pozitívabb válasz mutatkozott, mint a nem jelzendő új ingerekre. Az új jelzendő ingerek esetében tapasztaltak egy nagy amplitúdójú, parietális maximummal rendelkező P3b komponens, a jelzendő régi ingereknél mutatkozó régi/új hatás mintegy erre épül rá. A régi/új hatás tehát nem tekinthető egyszerűen a P3b komponens módosulásának, hanem más tényező(k) is szerepet játszanak benne.

A régi/új hatásban feltételezeten szerepet játszik az N400 és P300 komponens is. RUGG és NAGY (1989) ezek elkülönítésére tett kísérletet. Megvizsgálták, hogy az N400 és P300 eltérő módon érzékeny-e a tanulmányozás és teszt között eltelt időre. Kísérletük *első* szakaszában folyamatos felismerési elrendezésben egyes ismétlődő szavaknál 6, másoknál 19 közties elem beékelésével vizuálisan szósortozatot mutattak be. A személyeknek folyamatosan jelezniük kellett, hogy látták-e már az egyes szavakat vagy sem. A *második* szakasz felismerési teszt volt. Azt kellett jelezni, hogy a megjelenő szavak felbukkantak-e az első szakaszban vagy sem. A két szakasz közötti kb. 35–40 percben a személyek egy teljesen más kísérletben vettek részt.

Az első szakaszban egyértelmű ismétlési hatást találtak a 300–600 ms-os tartományban. A második szakaszban a hatás csökkent formában csak 500–600 ms között mutatkozott. Az eredményeket úgy értelmezték, hogy az ismétlődés az első

szakaszban mind a korábbi N400, mind a későbbi P300 komponensre hatással volt. Ezzel szemben a második szakaszban, amikor a tanulmányozás óta már kb. 40 perc telt el, csak a későbbi P300 komponens vált pozitívabbá. A feltételezés szerint, ekképpen különböző idői érzékenységüknel fogva sikerült elkülöníteni egymástól a régi/új hatás két összetevőjét.

Korábban láthattuk, hogy a hippokampusz proper valószínűleg szerepet játszik az N400 (AMTL-N400) és a P300 (MTL-P300) komponensek létrejöttében. Verbális ingerekkel igazolta ezt például GRUNWALD, LEHNERTZ, HELSTAEDTER és munkatársai (1998); GRUNWALD, LEHNERTZ, HEINZE és munkatársai (1998); GRUNWALD és munkatársai (1999). A régi/új hatás MTL-sérülésre történő érzékenységét kimutatta SMITH és HALGREN (1989), RUGG és munkatársai (1991), valamint JOHNSON (1990, 1995). KLIMESCH és munkatársai (2000) az agyi elektromos áramok hullámalemezését végezve kimutatták, hogy a régi/új hatás a θ , δ és szubdelta frekvenciasávokon jelentkező aktivitással jár együtt. A szerzők feltevései szerint a régi/új hatás közvetlen kapcsolatban állhat a hippokampális θ aktivitással.

Az MTL-sérült betegekkel végzett kísérletek (SMITH, HALGREN, 1989; RUGG és munkatársai, 1991; JOHNSON, 1990, 1995), az MTL-N400/P300 és a régi/új EKP hatás topográfiai egybeesése, valamint a régi/új hatás viselkedése miatt a régi/új hatás bal parietális komponensét általában a mediális temporális lebeny és a hippokampusz aktivitásával hozzák összefüggésbe (WILDING, RUGG, 1996a; CURRAN, 1999). A feltevések szerint a hatás nem annyira az ingerek régi/új státusára érzékeny, hanem arra, hogy korábbi ingerekkel (a korábbi – tanulmányozási szakaszban történő – ingerbemutatás során) létrejönnek-e asszociatív kapcsolatok, illetve milyen mértékben aktiválódik valamely emléknym (DONALDSON, RUGG, 1999; MARATOS, ALLAN, RUGG, 2000).

2. *Jobb frontális hatás.* RUGG és munkatársai, valamint mások számos kísérletet végeztek a régi/új és az ahhoz kapcsolódó forrásemlékezeti hatás összetevői vizsgálatára. Megállapították, hogy a frontális komponens nem a forrásemlékezeti kísérletekben újonnan bevezetett kettős válaszadási eljárás következménye (WILDING, RUGG, 1996b). A frontális összetevő nemcsak forrásemlékezeti, hanem egyszerű régi/új helyzetben is kiváltható (DONALDSON, RUGG, 1998, 2. kísérlet; MARATOS, ALLAN, RUGG, 2000; WEYERTS és munkatársai, 1997). Előfordult, hogy a frontális hatás csak képi ingerekre mutatkozott, verbális ingerekre nem (SCHLOERSCHIEDT, RUGG, 1997). A jobb frontális hatás nem bizonyult érzékenynek az ingerek előzetes feldolgozási mélységére (WEYERTS és munkatársai, 1997). A frontális hatást nem sikerült kimutatni idősebb, hanem csak fiatalabb személyek csoportjában (FRIEDMAN, BERMAN, HAMBERGER, 1993; TROTT és munkatársai, 1997). A PET és fMRI kísérletekben következetesen kimutatható az ún. jobb prefrontális emlékezeti előhívási hatás (BUCKNER, KOUTSTAAL, 1998; összefoglalásként lásd CABEZA, NYBERG, 2000). Elképzelhető, hogy ez a hatás kiterjedtebb, ún. „stratégiai”, az emlékezetből előhívott információ további értékelésével kapcsolatos emlékezeti folyamatokat jellemez (MARATOS, ALLAN, RUGG, 2000; DONALDSON, RUGG, 1999), esetleg az előhívott információ kontextusba illesztésével függ össze (WILDING, RUGG, 1996a). Mindenesetre feltehetően ezek a folyamatok is automatikusan mennek

végbe, mivel nem szükséges explicit forrásazonosítási döntés ahhoz, hogy a frontális hatás megjelenjen (DONALDSON, RUGG, 1999, 2. kísérlet).

3. *Bilaterális frontális hatás.* Az előzőeknél bizonytalanabban sikerült kimutatni az ún. bilaterális frontális régi/új hatást. Elképzelhető, hogy ez feladatspecifikus EKP jelenség (WILDING, RUGG, 1997; DONALDSON, RUGG, 1999).

ÖSSZEZÉS

Az 5. ábra összefoglalja a közleményben tárgyalt fontosabb kísérleti elrendezéseket. Az ábrán a D_m , az Ismétlési, a Régi/új és a Régi/új(Forrásemlekezeti) hatás kimutatására használt tipikus kísérleti elrendezéseket foglaltuk össze. Az ingereket „I” betű jelöli. A pozitívabb EKP választ folytonos, a negatívabb EKP választ szaggatott vonal jelöli.

A D_m -hatás esetén bemutatják az $I_1 \dots I_n$ ingereket, majd annak alapján, hogy a teszszakaszban a kísérleti személy helyesen válaszolt-e, szétválogatják azokat. A teszszakaszban helyesen felidézett, felismert vagy kiegészített ingerekre pozitívabb válasz mutatkozik, mint a helytelenül megválaszolt ingerekre. Az *ismétlési* hatás esetén az ingerek első és második bemutatása közötti különbség fontos. A bemutatási szakaszban természetesen még minden inger „újnak” számít, a teszszakaszban vegyesen fordulnak elő régi és új ingerek. A teszszakaszban az ismételt, régi ingerekre adott EKP válasz pozitívabb, mint a nem ismételt ingerekre adott válasz. A kísérleti személyeknek expliciten nem kell eldönteniük, hogy az ingerek újak-e vagy régiak. A kísérletekben a tanulmányozási és a tesztelési szakasz általában nem válik szét, folyamatos ingerbemutatást alkalmaznak. A *régi/új* hatás kimutatása esetén a személyeknek expliciten el kell dönteniük, hogy régi vagy új ingert látnak-e. A helyesen réginnek tartott ingerekre pozitívabb válasz jelentkezik, mint a helyesen elutasított (új) ingerekre. Téves riasztás és kihagyás esetén nincs EKP válaszkülönbség a helyes elutasításhoz képest (de lásd: RUGG, MARK és munkatársai, 1998). Általában szétválik a tanulmányozási és a tesztelési szakasz, ritkán használnak folyamatos bemutatási/tesztelési helyzetet (RUGG, NAGY, 1989; RUGG és munkatársai, 1991). A *régi/új(forrásemlekezeti)* hatást úgy mutatják ki, hogy a személyeknek a réginnek tartott ingereket egy második döntéssel még be is kell sorolniuk két forrás (ingerosztály) egyikébe. A helyes forrásba sorolt ingerekre pozitívabb az EKP válasz, mint a rossz csoportba sorolt ingerekre. Bár a jobb frontális forrásemlekezeti EKP hatás nem minden régi/új hatás kimutatására irányuló kísérletben jelentkezett, a forrásemlekezeti és a régi/új EKP hatás valószínűleg ekvivalens egymással. A forrásemlekezeti hatás régi/új elrendezésben való jelentkezése a mellett szól, hogy az emlékezetben tárolt elemek felismerése a felidézés, s nem a kétfolyamat-elméletek által feltételezett ismertség alapján megy végbe. Pontosabban, a két folyamat nem választható el élesen egymástól, hanem mind a felidézés, mind a felismerés ugyanazon emlékezeti folyamatokon alapszik (RUGG, ALLAN, 2000).

	Bemutató	Teszt
Dm-hatás		Szabad felidezés Régi/Új szó
Ismétlési hatás		
Régi/új hatás		Régi / Új szó?
Forrásemlékezeti hatás		Forrás?

5. ábra. A leírt kísérleti elrendezések összefoglalása

Bár szisztematikus vizsgálatot a Dm- és az ismétlési, illetve régi/új hatások összevetését illetően legjobb tudomásunk szerint nem végeztek, meg lehet azonban kockáztatni a feltevést, hogy valamennyi taglalt emlékezeti hatásban szerepet játszanak ugyanazon N400, P300 és más emlékezetspecifikus komponensek. A következőkben ennek alapján próbáljuk meg egységes spekulatív magyarázati keretbe foglalni az eddig bemutatott eredményeket.

SMITH (1993), valamint TROTT és munkatársai (1997) kísérletükben mind Dm-, mind régi/új hatást regisztráltak. A görbék szemrevételezésével szembevetendő a Dm és régi/új EKP válaszok eloszlásának hasonlósága. Amennyiben az idegsejtszopor-

tok aktivációját tekintjük az emlékezet „hordozójának” (FUSTER, 1995; EICHENBAUM és munkatársai, 1999), feltehetjük, hogy a Dm-hatás a bemutatás során jobban aktivált elemek aktivációját a kevésbé aktivált elemek aktivációjával összevetve mutatkozik meg. Elképzelhető, hogy az ismétlési és a régi/új(forrásémlékezeti) hatás esetében is ez a mögöttes jelenség áll.

1. Az előfeszítő folyamatok miatt a megismételt elemek aktivációjában változás áll be, ennek következménye lesz az ismétlési és régi/új hatás. Milyen folyamatokat takarhat az aktivációváltozás? HALGREN és SMITH (1987), valamint HALGREN (1994) elmélete szerint az ismétlési hatás az N400/P300 hullámkomplex módosulása. Az ismétlődő inger esetén az N400 pozitívabbá válása okozná a kb. 200–500 ms-os szakaszban mutatkozó pozitivitást, a P300 növekvő pozitivitása pedig a 400–600 ms között mutatkozna. A két hatás összegződése vezetne a széles tartományban jelentkező pozitív irányú eltolódáshoz. Szerintük az N400 és a P300 megjelenése valamely az idegrendszerben kódolt eseménynek a jellemző kontextussal való *integrációjával* járna együtt. Adott inger esetében mutatkozó megváltozásuk (pozitívabbá válásuk) arra utalna, hogy az inger a közelmúltra vonatkozó deklaratív emléknymaink szerint ismerős, a helyzetbe illő. Az N400 elsősorban az inger reprezentációjának *aktivációjával* függene össze, a P300 pedig egyfajta *kognitív zárási* folyamat velejárója lenne. A P300 szerepét illetően DONCHIN (1981) is hasonlóképpen vélekedik. Az „émlékezeti” aktivációváltozásokban anatómiai (SCOVILLE, MILNER, 1957), intrakraniális EKP (például SMITH, HALGREN, 1989) és a fejbőrön mért EKP (különösen: WILDING, RUGG, 1996a; CURRAN, 1999; KLIMESCH és munkatársai, 2000) adatok tanulsága szerint fontos szerepet játszik a MTL, azon belül a hippokampális formáció.

2. Az, hogy a régi/új hatás a helyesen réginek tartott elemek esetében jelentősebb, mint a helytelenül kategorizált elemek esetén, arra utal, hogy az ismétlési és szemantikai előfeszítés nem egyszerűen csak az ismétlés függvénye, hanem egyéb tényezőktől befolyásolva különböző mértékben jelentkezhet. Igen jó példa erre MARATOS és munkatársai (2000) kísérlete, ahol a szavak érzelmi töltése egyaránt befolyásolta a szavak megjegyezhetőségét és az azokra adódó régi/új hatást. Némi összefüggést talált a megjegyezhetőség és a régi/új hatás között beteg populációban HALGREN és SMITH (1989), valamint JOHNSON (1990, 1995); nem találtak ilyen kapcsolatot RUGG és munkatársai (1991).

A szemantikai feldolgozás vélelmezett mélysége úgyszintén módosítólag hat mind az ingerek kódolása (Dm: PALLER, KUTAS, MAYES, 1987; KARIS, FABIANI, DONCHIN, 1984; FABIANI, KARIS, DONCHIN, 1986, 1990; FABIANI munkatársai, 1990), mind a felidézése (régi/új hatás) közben regisztrált EKP-okra (TROTT és munkatársai, 1997; PALLER, KUTAS, 1992; PALLER és munkatársai, 1995; GONSALVES, PALLER, 2000). Az EKP válaszok szemantikai feldolgozás mértékével történő fokozatos együtváltozása (PALLER, KUTAS, 1992; PALLER és munkatársai, 1995; GONSALVES, PALLER, 2000) alapján a „feldolgozás” eltérő mértéke és a felidézési manipulációk mibenléte talán az emlékezeti rendszer, vagyis a megfelelő agyi alrendszerek (EICHENBAUM és munkatársai, 1999; SCHACTER, 1992, 1994) különböző mértékű aktivációjával magyarázható (FUSTER, 1995).

3. A forrásemlékezeti régi/új hatás, ami tulajdonképpen a régi/új hatás kiváltása szűkített ingerparaméterek mellett, az aktiváció folyamatáról árul el új ismereteket: a felismerés valószínűleg aktív (WILDING, RUGG, 1996a, 1996b), esetleg tudatos (PALLER, KUTAS, 1992; PALLER és munkatársai, 1995; GONSALVES, PALLER, 2000) felidézési folyamatok révén megy végbe.

IRODALOM

- ALLAN, K., DOYLE, M. C., RUGG, M. D. (1996) An event-related potential study of word-stem cued recall. *Cognitive Brain Research*, 4, 251–262.
- ALLAN, K., ROBB, W. G. K., RUGG, M. D. (2000) The effect of encoding manipulations on neural correlates of episodic retrieval. *Neuropsychologia*, 38, 1188–1205.
- ALLAN, K., RUGG, M. D. (1997) An event-related potential study of explicit memory on tests of cued recall and recognition. *Neuropsychologia*, 35, 4, 387–397.
- ALLAN, K., RUGG, M. D. (1998) Neural correlates of cued recall with and without retrieval of source memory. *Neuroreport*, 9, 3463–3466.
- BENTIN, S., MCCARTHY, G., WOOD, C. C. (1985) Event-related potentials associated with semantic priming. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 60, 343–355.
- BENTIN, S., PELED, B.-S. (1990) The contribution of task-related factors to ERP repetition effects at short and long lags. *Memory and Cognition*, 18, 4, 359–366.
- BERG, P., SCHERG, M. (1994) A fast method for forward computation of multiple-shell spherical head models. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 90, 1, 58–64.
- BROOKS, D. N., BADDELEY, A. D. (1976) What can amnesic patients learn? *Neuropsychologia*, 14, 111–112.
- BUCKNER, R. L., KOUTSTAAL, W. (1998) Functional neuroimaging studies of encoding, priming and explicit memory retrieval. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95, 891–898.
- CABEZA, R., NYBERG, L. (2000) Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal Cog Neuroscience*, 12, 1, 1–47.
- CLOWER, N. L. R., ZOLA, S. M., SQUIRE, L. R., AMARAL, D. G. (1996) Three cases of enduring memory impairment after bilateral damage limited to hippocampal formation. *The Journal of Neuroscience*, 16, 5233–5255.
- CRAIK, F. I. M., LOCKHART, R. S. (1972) Levels of processing: a framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671–684.
- CURRAN, T. (1999) The electrophysiology of incidental and intentional retrieval: ERP old/new effects in lexical decision and recognition memory. *Neuropsychologia*, 37, 771–785.
- DONALDSON, D. I., RUGG, M. D. (1998) Recognition memory for new associations: electrophysiological evidence for the role of recollection. *Neuropsychologia*, 36, 5, 377–395.
- DONALDSON, D. I., RUGG, M. D. (1999) Event-related potential studies of associative recognition and recall: electrophysiological evidence for context dependent retrieval processes. *Cognitive Brain Research*, 8, 1–16.
- DONCHIN, E. (1981) Surprise!... Surprise? *Psychophysiology*, 18, 493–513.

- DONCHIN, E., FABIANI, M. (1991) The use of event-related brain potentials in the study of memory: Is P300 a measure of distinctiveness? In Jennings, J. R., Coles, M. G. H. (eds) *Handbook of psychophysiology: Central and autonomic system approaches*. 471–498. Wiley, Chichester
- DÜZEL, E., YONELINAS, A. P., MANGUN, G. R., HEINZE, H. J., TULVING, E. (1997) Event-related brain potential correlates of two states of conscious awareness in memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 94, 5973–5978.
- EICHENBAUM, H. B., CAHILL, L. F., GLUCK, M. A., HASSELMO, M. E., KEIL, F. C., MARTIN, A. J., MCGAUGH, J. L., MURRE, J., CATHERINE, M., PETRIDES, M., ROOZENDAAL, B., SCHACTER, D. L., SIMONS, J., SMITH, W. C., WILLIAMS, C. L. (1999) Learning and memory: Systems analysis. In Zigmond, M. J., Bloom, F. E., Landis, S. C., Roberts, J. L., Squire, L. R. (eds) *Fundamental neuroscience*. 1455–1486. Academic Press, San Diego
- EYSENCK, M. W., KEANE, M. T. (1997) *Kognitív pszichológia*. 161–166. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- FABIANI, M., DONCHIN, E. (1995) Encoding processes and memory organization: A model of the Von Restorff effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 224–240.
- FABIANI, M., GRATTON, G., CHIARENZA, G. A., DONCHIN, E. (1990) A psychophysiological investigation of the Von Restorff effect in children. *Journal of Psychophysiology*, 4, 15–24.
- FABIANI, M., KARIS, D., DONCHIN, E. (1986) P300 and recall in an incidental memory paradigm. *Psychophysiology*, 23, 298–308.
- FABIANI, M., KARIS, D., DONCHIN, E. (1990) Strategy manipulation in a von Restorff paradigm. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 75, 22–35.
- FRIEDMAN, D. (2000) Event-related brain potential investigations of memory and aging. *Biological Psychology*, 54, 175–206.
- FRIEDMAN, D., BERMAN, S., HAMBERGER, M. (1993) Recognition memory and ERPs: age-related changes in young, middle-aged and elderly adults. *Journal of Psychophysiology*, 8, 181–201.
- FUSTER, J. M. (1995) *Memory in the cerebral cortex: An empirical approach to neural networks in the human and nonhuman primate*. MIT Press, Cambridge
- GARDINER, J. M., JAVA, R. I. (1990) Recollective experience in word and nonword recognition. *Memory and Cognition*, 16, 23–30.
- GONSALVES, B., PALLER, K. A. (2000) Brain potentials associated with recollective processing of spoken words. *Memory and Cognition*, 2000 Apr; 28 (3) 321–330.
- GRAF, P., SCHACTER, D. L. (1985) Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 501–518.
- GREGG, V. H. (1976) Word-frequency, recognition and recall. In Brown J (ed.) *Recall and recognition*. 183–215. Wiley, London
- GRUNWALD, T., BECK, H., LEHNERTZ, K., BLÜMCKE, I., PEZER, N., KURTHEN, M., FERNÁNDEZ, G., VAN ROOST, D., HEINZE, H. J., KUTAS, M., ELGER, C. E. (1999) Evidence relating human verbal memory to hippocampal N-methyl-D-aspartate receptors. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 96, 12085–12089.
- GRUNWALD, T., LEHNERTZ, K., HEINZE, H. J., HELMSTAEDTER, C., ELGER, C. (1998a) Verbal novelty detection within the human hippocampus proper. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95, 3193–3197.

- GRUNWALD, T., LEHNERTZ, K., HELMSTAEDTER, C., KUTAS, M., PEZER, N., KURTHEN, M., VAN ROOST, D., ELGER, C. (1998b) Limbic ERPs predict verbal memory after left-sided hippocampectomy. *Neuroreport*, 9, 3375–3378.
- HALGREN, E. (1994) Physiological integration of memory systems. In Delacour, J. (ed.) *The memory systems of the brain*. 69–154. World Scientific, New York
- HALGREN, E., BAUDENA, P., CLARKE, J. M., HEIT, G., MARINKOVIC, K., DEVAUX, B., VIGNAL, J. P., BIRABEN, A. (1995) Intracerebral potentials to rare target and distractor auditory and visual stimuli. II. Medial, lateral and posterior temporal lobe. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 94 (4), 229–250.
- HALGREN, E., SMITH, M. E. (1987) Cognitive evoked potentials as modulatory processes in human memory formation and retrieval. *Human Neurobiology*, 6, 129–139.
- HALGREN, E., SQUIRES, N. K., WILSON, C. L., ROHRBAUGH, J. W., BABB, T. L., CRANDALL, P. H. (1980) Endogenous potentials generated in the human hippocampal formation and amygdala by infrequent events. *Science*, 210, 803–805.
- HUPERT, F. A., PIERCY, M. (1976) Recognition memory in amnesic patients: A defect in acquisition? *Neuropsychologia*, 15, 643–652.
- JACOBY, L. L., DALLAS, M. (1981) On the relationship between autobiographical memory and perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 306–340.
- JASPER, H. (1958) The ten-twenty system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371–375.
- JOHNSON, JR. R. (1990) Long-term recognition memory in temporal lobectomy patients: an event-related potential study. *Psychophysiology*, 27, 42.
- JOHNSON, JR. R. (1995) Event-related potential insights into the neurobiology of memory systems. In Boller, F., Grafman, J. (eds) *Handbook of Neuropsychology*. 135–163.
- KARAYANIDIS, F., ANDREWS, S., WARD, P. B., MCCONAGHY, N. (1991) Effects of inter-item lag on word repetition: An event-related potential study. *Psychophysiology*, 28, 3, 307–318.
- KARIS, D., FABIANI, M., DONCHIN, E. (1984) P300 and memory: Individual differences in the von Restorff effect. *Cognitive Psychology*, 16, 177–216.
- KLIMESCH, W., DOPPELMAYR, M., SCHWAIGER, J., WINKLER, T., GRIBER, W. (2000) Theta oscillations and the ERP old/new effect: independent phenomena? *Clinical Neurophysiology*, 111, 781–793.
- KUTAS, M., HILLYARD, S. A. (1980a) Event-related brain potentials to semantically inappropriate and surprisingly large words. *Biological Psychology*, 11, 99–116.
- KUTAS, M., HILLYARD, S. A. (1980b) Reading between the lines: event-related brain potentials during natural sentence processing. *Brain and Language*, 11, 354–373.
- KUTAS, M., HILLYARD, S. A. (1980c) Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203–205.
- KUTAS, M., KLUENDER, R. (1994) What is who violating? A reconsideration of linguistic violations in light of event-related brain potentials. In Heinze, H. J., Münte, T. F., Mangun, G. R. (eds) *Cognitive Electrophysiology*. 183–210. Birkhäuser, Boston
- KUTAS, M., VAN PETTEN, C. K. (1994) Psycholinguistics Electrified. Event-related brain potential investigations. In Gernsbacher, M. A. (ed.) *Handbook of Psycholinguistics*. 83–143. Academic Press, New York

- LUTZENBERGER, W., ELBERT, T., ROCKSTROH, B. (1987) A brief tutorial on the implications of volume conduction for the interpretation of the EEG. *Journal of Psychophysiology*, 1, 81–89.
- MANDLER, G. (1980) Recognizing: The judgement of previous occurrence. *Psychological Review*, 87, 252–271.
- MARATOS, E. J., ALLAN, K., RUGG, M. D. (2000) Recognition memory for emotionally negative and neutral words: an ERP study. *Neuropsychologia*, 38, 1452–1465.
- MCCARTHY, G., NOBRE, A. C., BENTIN, S., SPENCER, D. D. (1995) Language-related field potentials in the anterior-medial temporal lobe: I. Intracranial distribution and neural generators. *The Journal of Neuroscience*, 15, 2, 1080–1089.
- MCCARTHY, M., WOOD, C. C., WILLIAMSON, P. D., SPENCER, D. D. (1989) Task-dependent field potentials in human hippocampal formation. *The Journal of Neuroscience*, 9, 12, 4253–4268.
- MILNER, B. (1968) Disorder of memory after brain lesions in man. Preface: Material-specific and generalized memory loss. *Neuropsychologia*, 6, 175–179.
- NAGY, M. E., RUGG, M. D. (1989) Modulation of event-related potentials by word-repetition: The effects of inter-item lag. *Psychophysiology*, 26, 431–436.
- NEVILLE, H. J., KUTAS, M., CHESNEY, G., SCHMIDT, A. L. (1986) Event-related brain potentials during initial encoding and recognition memory of congruous and incongruous words. *Memory and Language*, 25, 75–92.
- NOBRE, A. C., MCCARTHY, G. (1995) Language-related field potentials in the anterior-medial temporal lobe: II. Effects of word type and semantic priming. *The Journal of Neuroscience*, 15, 2, 1090–1098.
- O'CONNOR, M., VERFAILLE, M., CERMAK, L. S. (1995) Clinical differentiation of amnesic subtypes, In Baddeley, A. D., Wilson, B. A., Watts, F. N. (eds) *Handbook of memory disorders*. 27–50. John Wiley and Sons, Chichester, New York
- OTTEN, L. J., DONCHIN, E. (2000) Relationship between P300 amplitude and subsequent recall for distinctive events: Dependence on type of distinctiveness attribute. *Psychophysiology*, 37, 644–661.
- PALLER, K. A., KUTAS, M. (1992) Brain potentials during memory retrieval provide neurophysiological support for the distinction between conscious recollection and priming. *Journal Cognitive Neuroscience*, 4, 375–391.
- PALLER, K. A., KUTAS, M., MAYES, A. R. (1987) Neural correlates of encoding in an incidental learning paradigm. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 67, 360–371.
- PALLER, K. A., KUTAS, M., MCISAAC, H. K. (1995) Monitoring conscious recollection via the electrical activity of the brain. *Psychological Science*, 6, 2, 107–111.
- PALLER, K. A., KUTAS, M., SHIMAMURA, A. P., SQUIRE, L. R. (1987) Brain responses to concrete and abstract words reflect processes that correlate with later performance on a test of stem-completion priming. *Current Trends in Evoked Potential Research (EEG Suppl. 40)*. 360–365.
- POSNER M. I., RAICHLER, M. E. (1994) *Images of mind*. Scientific American Library, Freeman & Co., New York
- Recommendations for the practice of clinical neurophysiology* (1983) The international federation of societies for electroencephalography and clinical neurophysiology. 1–82. Elsevier, Amsterdam

- REGAN (1989) *Human brain electrophysiology: evoked potentials and evoked magnetic fields*. Elsevier, New York
- ROEDIGER, H. L., MCDERMOTT, K. B. (1993) Implicit memory in normal human subjects. In Boller, Grafman (eds) *Handbook of neuropsychology*, 8, 63–131. Elsevier, Amsterdam
- ROEDIGER, H. L., MCDERMOTT, K. B. (1995) Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 4, 803–814.
- ROEDIGER, H. L., SRINIVAS, K. (1993) Specificity of operations in perceptual priming. In Graf, P., Masson, M. E. J. (eds) *Implicit memory: New directions in cognition, development and neuropsychology*. 17–48. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale
- ROSEN, B. R., BUCKNER, R. L., DALE, A. M. (1998) Event-related functional MRI: Past, present and future. *Proceedings of National Academy of Sciences USA*, 95, 773–780.
- RUGG, M. D. (1985) The effects of semantic priming and word repetition on event-related potentials. *Psychophysiology*, 22, 6, 644–649.
- RUGG, M. D. (1987) Dissociation of semantic priming, word and non-word repetition effects by event-related potentials. *The quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 123–148.
- RUGG, M. D. (1990) Event-related brain potentials dissociate repetition effects of high- and low- frequency words. *Memory and Cognition*, 18, 4, 367–379.
- RUGG, M. D. (1995) Event-related potential studies of human memory. In Gazzaniga (ed.) *The cognitive neurosciences*. 789–801. MIT Press, Cambridge
- RUGG, M. D., ALLAN, K. (2000) Memory retrieval: An electrophysiological perspective. In Gazzaniga MS (ed.) *The new cognitive neurosciences*. 805–816. MIT Press, Cambridge
- RUGG, M. D., COLES, M. G. H. (1995) The ERP and cognitive psychology: conceptual issues. In Rugg, M. D., Coles, M. G. H. (eds) *Electrophysiology of mind, event-related potentials and cognition*. 27–39. Oxford University Press, Oxford
- RUGG, M. D., COX, C. J. C., DOYLE, M. C., WELLS, T. (1995) Event-related potentials and the recollection of low and high frequency words. *Neuropsychologia*, 33, 4, 471–484.
- RUGG, M. D., DOYLE, M. C. (1992) Event-related potentials and recognition memory for low- and high- frequency words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 1, 69–79.
- RUGG, M. D., DOYLE, M. C. (1994) Event-related potential and stimulus repetition in direct and indirect tests of memory. In Heinze, H. J., Münte, T. F., Mangun, G. R. (eds) *Cognitive electrophysiology*. Birkhäuser, Boston
- RUGG, M. D., DOYLE, M. C., WELLS, T. (1995) Word and nonword repetition within- and across- modality: An event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7, 2, 209–227.
- RUGG, M. D., FLETCHER, P. C., FRITH, C. D., FRACKOWIAK, R. S. J., DOLAN, R. J. (1996) Differential activation of the prefrontal cortex in successful and unsuccessful memory retrieval. *Brain*, 119, 2073–2083.
- RUGG, M. D., MARK, R. E., GILCHRIST, J., ROBERTS, R. C. (1997) ERP repetition effects in indirect and direct tasks: effects of age and inter-item lag. *Psychophysiology*, 34, 572–586.
- RUGG, M. D., MARK, R. E., WALLA, P., SCHLOERSCHIEDT, A. M., BIRCH, C. S., ALLAN, K. (1998) Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory. *Nature*, 392, 595–598.

- RUGG, M. D., NAGY, M. E. (1987) Lexical contribution to nonword-repetition effects: Evidence from event-related potentials. *Memory and Cognition*, 15, 6, 473–481.
- RUGG, M. D., NAGY, M. E. (1989) Event-related potentials and recognition memory for words. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 72, 395–406.
- RUGG, M. D., ROBERTS, R. C., POTTER, D. D., PICKLES, C. D., NAGY, M. E. (1991) Event-related potentials related to recognition memory. *Brain*, 114, 2313–2332.
- RUGG, M. D., SCHLOERSCHIEDT, A. M., DOYLE, M. C., COX, C. J. C., PATCHING, G. R. (1996) Event-related potentials and the recollection of associative information. *Cognitive Brain Research*, 4, 297–304.
- RUGG, M. D., SOARDI, M., DOYLE, M. C. (1995) Modulation of event-related brain potentials by the repetition of drawings of novel objects. *Cognitive Brain Research*, 3, 17–24.
- RUGG, M. D., WILDING, E. L. (2000) Retrieval processing and episodic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 3, 108–115.
- SANQUIST, T. F., ROHRBAUGH, J. W., SYNDULKO, K., LINDSLEY, D. B. (1980) Electrocortical signs of levels of processing: Perceptual analysis and recognition memory. *Psychophysiology*, 17, 6, 568–676.
- SCHACTER, D. L. (1992) Priming and multiple memory systems: Perceptual mechanisms of implicit memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 3, 244–256.
- SCHACTER, D. L. (1994) Priming and multiple memory systems. In Schacter, D. L., Tulving, E. (eds) *Memory systems 1994*. 233–268. The MIT Press, Cambridge
- SCHERG, M., EBERSOLE, J. S. (1993) Models of brain sources. *Brain Topography*, 1993 Summer; 5 (4) 419–423.
- SCHLOERSCHIEDT, A. M., RUGG, M. D. (1997) Recognition memory for words and pictures: an event-related potential study. *NeuroReport*, 8, 3281–3285.
- SCHMIDT, S. R. (1991) Can we have a distinctive theory of memory? *Memory and Cognition*, 19, 523–542.
- SCOVILLE, W. B., MILNER, B. (1957) Loss of recent memory after bilateral temporal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 20, 11–21.
- SMITH, M. E. (1993) Neurophysiological manifestations of recollective experience during recognition memory judgements. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 1, 1–13.
- SMITH, M. E., GUSTER, K. (1993) Decomposition of recognition memory event-related potentials yields target, repetition, and retrieval effects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 86, 335–343.
- SMITH, M. E., HALGREN, E. (1989) Dissociation of recognition memory components following temporal lobe lesions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 1, 50–60.
- SUTTON, S., BRAREN, M., ZUBIN, J., JOHN, E. R. (1965) Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150, 1187–1188.
- SWICK, D., KNIGHT, R. T. (1997) Event-related potentials differentiate the effects of aging on word and nonword repetition in explicit and implicit memory tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 23, 123–142.
- TROTT, C. T., FRIEDMAN, D., RITTER, W., FABIANI, M. (1997) Item and source memory: differential age effects revealed by event-related potentials. *NeuroReport*, 8, 3373–3378.
- TULVING, E. (1983) *Elements of episodic memory*. Oxford University Press, New York
- TULVING, E. (1985) Memory and consciousness. *Canadian Psychologist*, 26, 1–12.

- TULVING, E., SCHACTER, D. L. (1990) Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301–306.
- WAGNER, A. D., KOUTSTAAL, W., SCHACTER, D. L. (1999) When encoding yields remembering: insights from event-related neuroimaging. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 354, 1307–1324.
- WEYERTS, H., TENDOLKAR, I., SMID, H. G. O. M., HEINZE, H. J. (1997) ERPs to encoding and recognition in two different inter-item association task. *Neuroreport*, 8, 1583–1588.
- WILDING, E. L., DOYLE, M. C., RUGG, M. D. (1995) Recognition memory with and without retrieval of context. An event-related potential study. *Neuropsychologia*, 33, 6, 743–767.
- WILDING, E. L., RUGG, M. D. (1996a), An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain*, 119, 889–905.
- WILDING, E. L., RUGG, M. D. (1996b), Event-related potentials and the recognition memory exclusion task. *Neuropsychologia*, 35, 2, 119–128.
- WILDING, E. L., RUGG, M. D. (1997) An event-related potential study of memory for words spoken aloud or heard. *Neuropsychologia*, 35, 9, 1185–1195.
- ZOLA, S. M., SQUIRE, L. R., AMARAL, D. G. (1986) Human amnesia and the medial temporal region: enduring memory impairment following a bilateral lesion limited to field CA1 of the hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 6, 2950–2967.

COGNITIVE EVENT-RELATED POTENTIALS IN MEMORY RESEARCH: A REVIEW

SZÚCS, DÉNES–CSÉPE, VALÉRIA

This review on the cognitive event-related potentials in memory research discusses the general experimental paradigms used in the field. A detailed analysis of the results gained in studying the subsequent memory effect (Dm effect), semantic priming, repetition effect (repetition priming) and old/new effect is given. The review critically discusses the localization efforts on the aforementioned components (or compound-components). The authors devote special attention to the studies explaining recognition memory either with recall or familiarity; and to the source memory effect accompanying recognition memory studies. The summary aims to synthesize the results reviewed. The authors give a unitary, though speculative activation-theory as an explanation to the research data reviewed.

Key words: ERPs, memory, old/new effect, Dm effect, repetition effect, source memory, recall