

AZ IMPLICIT MEMÓRIA

dr. Dudás Róbert

SZETE - Szeged (dudas@nepsy.szote.u-szeged.hu)

Implicit memory is a collective term for the various kinds of unintentional, non-conscious form of retention which have been systematically investigated for only about two decades, basically. In this review, I aimed at drawing a picture of the research done on this field so far, and showing how the integration of the results originating from different disciplines, such as experimental psychology, neuropsychology, cognitive neuroscience, and biochemistry can contribute to the development of our knowledge of these phenomena.

Daniel L. Schacter *Understanding Implicit Memory: A Cognitive Neuroscience Approach* című összefoglaló könyvfejezetében, mely a *Theories of Memory* (Collins, AF; Gathercole, FE; Conway, MA; Morris PE – Eds., 1993) című kötetben található, színes és inspiráló áttekintést ad az implicit memória (IM) vizsgálatának módszereiről és eredményeiről.

Schacter bevezetőjében aranykornak, vagy legalábbis egy aranykor kezdetének nevezi a '80-as éveket az IM-kutatást illetően. **Definíciója** szerint az IM az emlékezés olyan nem szándékolt, tudatlan formája, amely szembeállítható az explicit memóriával, ami korábbi élmények tudatos felidézését foglalja magába. Az implicit memória vizsgálatára szolgáló feladatok nem igénylik specifikus epizódok felidézését. Bár az explicit – implicit megkülönböztetést csak az 1980-as években vezették be, más formában (tudatos – tudatlan emlékezet) már több mint egy évszázada feltételezték, hogy létezik ilyen típusú különbség. Ennek igazi fejlődést hozó módszeres feltárása a '80-as években történt meg; demonstrálták, hogy agysérült, amnéziás betegek súlyos explicit memóriakárosodás mellett ép IM-val bírnak, valamint hogy bizonyos kísérleti változók eltérő, sőt alkalmasint ellentétes hatást gyakorolnak az explicit illetve implicit jellegű feladatok végrehajtására. Az évtized végére az IM kutatása a memóriakutatás vezető területévé nőtte ki magát.

Általános kutatási stratégiáját Schacter **kognitív idegtudományi megközelítésnek** nevezi. Ennek értelmében hasznosnak tartja kombinálni a kognitív kutatást és elméletet, s a neuropszichológiai, neurobiológiai megfigyeléseket az agyi rendszerekről. Felhasználja azokat az adatokat, melyek az agysérült betegek vizsgálatából, az idegrendszeri képzőtechnika révén, vagy akár

a nem humán sértéses és sejt szintű vizsgálatokból származnak. Kognitív idegtudományi szempontú áttekintése az implicit – explicit megkülönböztetés **memóriarendszerekre támaszkodó, illetőleg feldolgozási** elméletei köré csoportosul. Az első elmélet szerint az explicit és implicit memória működése két külön agyi rendszeren alapul, az utóbbi elmélet értelmezésében a többszörös memóriarendszerek feltételezése se nem szükséges, se nem indokolható, továbbá a különbségek magyarázhatóak a tanulás és a tesztelés alatti feldolgozási műveletek közötti kapcsolatokkal. A kognitív idegtudományi megközelítés – Schacter tárgyalásában – négyféle módon hívható segítségül a vita eldöntésében: (1) olyan empirikus alapokat adhat a memóriarendszerek létezéséhez, melyek függetlenek az explicit – implicit memóriakísérletekben megfigyelt különbségektől, (2) jól meghatározott rendszerek felépítésével rámutathat a feldolgozási megközelítés korlátaira, (3) támogatja a cross domain hipotézisvizsgálatot, és (4) cross domain típusú hipotézisalkotásra ösztönöz.

Az elkülönült memóriarendszerek feltételezésének indokai

Az IM iránti érdeklődés egyik hajtóereje az a megfigyelés volt, hogy bizonyos feladattípusokkal az explicit és implicit memória külön-külön vizsgálható. **Szótó-kiegészítési feladatokban** az IM a **direkt vagy ismétléses előfeszítés (priming)** révén javítja a teljesítményt. Az ilyen feladatokban súlyosan károsodott explicit memóriájú, organikus eredetű amnéziás betegek normális teljesítményt nyújtanak, ezért feltételezhető, hogy az explicit memória itt nem játszik jelentős szerepet. Az egyik legerősebb indokként szóba jöhető jelenség a „**feldolgozási mélység**” hatás (vagy **különböző feldolgozási szintek**). A tanulás során történő szemantikus feldolgozás (a szó jelentésén való gondolkodás) általában lényegesen magasabb visszaidézési és felismerési arányhoz vezet, mint a nem szemantikus feldolgozás (úm. a nyomtatott szó fizikai jellegzetességein való gondolkodás). Ezzel szemben a szótó-kiegészítési feladatokban történő előfeszítésre alig vagy egyáltalán nincs hatással a feldolgozás mélysége. A tanulás és a teszt eltérő modalitásban történő kivitelezése a szótó-kiegészítési előfeszítési hatás szignifikáns csökkenéséhez vezet, miközben az explicit memória-teljesítmény változása nem jelentős. Ezen különbségek ellenére – az empirikus különbségtételtől egyetlen ugrással elérkezve – mégsem tarthatjuk természetesnek a különböző memóriarendszerek létezését. Ennek egyik leginkább kényszerítő oka – Schacter szerint – a memóriakutatásban mindenütt megjelenő különbségtételezés, ami a teljes elméleti kaosz eluralkodásához vezethet. Előbbiek miatt alapvető, hogy a különböző memóriarendszerek posztulálásához az implicit

– explicit memória-kísérletek eredményeitől függetlenül érveink is legyenek, ezáltal ugyanis – a konvergáló operációk logikája szerint eljárva – az elméleti zűrzavar nagyban csökkenthető.

Schacter Roediger és Blaxton érvelését idézi amellet, hogy az explicit és implicit memória egyetlen (epizodikus) memóriarendszer különböző feldolgozási szinteken keresztül megvalósuló terméke. Említett kutatók szerint az implicit feladatok, mint a szótó-kiegészítés és a szóazonosítás nagymértékben adatvezérelt feldolgozáson mennek keresztül (vagyis a megtanulandó és tesztelt anyag perceptuális tulajdonságai vezérik a feldolgozást), míg az explicit feladatok – mint a felidézés és a felismerés – nagymértékben konceptuálisan vezérelt módon kerülnek feldolgozásra (azaz a feldolgozást az egyén által kezdett elaboráció, szervezés vezérli). Megjegyzik, hogy a különböző rendszereket feltételező álláspont adatvezérelt IM-vizsgálatokra és konceptuálisan vezérelt explicit memóriavizsgálatokra alapoz. Bár elismerik, hogy lehetséges különböző rendszereket feltételezni a két feladattípusra alapozva, ezt gazdaságtalannak tartják, s úgy vélik, hogy csekély a magyarázó ereje. Schacter síkraszáll amellet, hogy a kognitív idegtudomány képes Blaxton adataitól függetlenül is bizonyítékkal szolgálni a különböző rendszerek létezésének megtagadásához.

Azon betegek vizsgálata, akiknek a szavakra, tárgyakra vonatkozó perceptuális – strukturális tudása alapjában véve ép, de az ugyanezen dolgokra vonatkozó szemantikus tudásuk súlyos fokban károsodott, azt sugallja, hogy a szavak és tárgyak vizuális reprezentációja és felidézése egy, a szemantikus-tól különböző rendszeren múlik. A PET-tel végzett, lexikai feldolgozást követő vizsgálatok is azt mutatták, hogy a szavak alakjára vonatkozó vizuális információkat és a szemantikus információkat más agyterületek kezelik. Ezek a megfigyelések azt sugallják, hogy létezik egy **perceptuális reprezentációs rendszer (PRR)**, amely – bár rendszerint szorosán együttműködnek –, képes a szemantikus memóriától függetlenül is működni. A PRR jelentős szerepet játszik az előfeszítésben az adat-vezérelt implicit feladatokban, ami összhangban van a megfigyeléssel, miszerint a szemantikus vagy nem szemantikus feldolgozásnak a tanulás során kevés hatása van az előfeszítésre. A kognitív idegtudományi irányultságú többszörösrendszer-szemlélet a Blaxton-féle adatokat is kezelni tudja.

A feldolgozási elmélet korlátai

Marsolek és mtsai (1992) azt találták, hogy a **betűk nyomdai szedési módjának változtatása** csökkentette az előfeszítést, ha a szótöveket a jobb hemiszfériumnak vetítették. Nem tapasztaltak azonban előfeszítés-csökkenést, ha a bal agyféltekének vetítették a szótöveket. A feldolgozási elmélet

teoretikusai azt jósolnák, hogy specifikus jellegű előfeszítés fog történni, ha a bal, és absztrakt jellegű, ha a jobb féltekét „kérdezik”. Csakhogy a feldolgozaspárti teoretikusoknak ahhoz, hogy ilyen jóslatokat tegyenek, be kell kalkulálniuk a kognitív idegtudomány rendszerelemzéseit. Másik példaként Schacter nem ismert térbeli tárgyak vonalrajzaival végzett kísérleteit hozza, melyben kimutatták, hogy a **három dimenzióban lehetetlen tárgyak képeivel** való megismerkedés nem vált ki jelentős előfeszítést kétdimenziós megfelelőiket tekintve (ellentétben a lehetséges tárgyak képeivel). Ez utóbbiaknál sincs előfeszítés, ha a feladat kétdimenziós jellegzetességekre vonatkozó információk kódolását igényli. Nem növeli, sőt néha csökkenti az előfeszítést a valós tárgyaknál az is, ha a feladat során a tárgyakat már meglévő szemantikus tudással próbálják összekapcsolni; ugyanez a tárgyakra vonatkozó explicit emlékezést viszont nagyban erősíti. A tárgyakra vonatkozó döntési feladatban tapasztalható előfeszítést egy PRR alrendszer végzi, amely a tárgyak szerkezeti jellegzetességeivel, leírásukkal végez műveleteket. Ezen nézet szerint azért nem figyelhető meg előfeszítés a lehetetlen tárgyakra nézve, mert térben nem létezhető tárgyakra nincs globálisan konzisztens szerkezeti leírás, a szemantikus feldolgozás pedig azért nem segít, mert a szerkezeti leírás preszemantikus szinten zajlik. Schacter más vizsgálatokra alapozva meggyőzően érvel amellet, hogy a tárgyakra vonatkozó előfeszítés kapcsolatban állhat az alsó temporális kéreggel. A feldolgozási elméletek önmagukban nehezen tudnak mit kezdeni azzal a jelenséggel, hogy a tárgyakra vonatkozó előfeszítést nem befolyásolja a méretük első illetve második bemutatásukkor, a rájuk vonatkozó explicit emlékeket annál inkább.

A cross domain hipotézis-vizsgálat

A tipikus felállás szerint az IM-vizsgálatokban a hipotéziseket ugyanabban az ismereti tartományban tesztelik, amelyben születtek; a kognitív pszichológusok a hallgatóikon, a neuropszichológusok a memóriabetegeken. A cross domain vizsgálatok értelmében ez nem így történik. Ha ugyanis egy elmélet megerősítést kap egy másik ismereti tartományban történő vizsgálatnál, akkor olyan külső validitási szintet érhet el, ami a saját ismereti tartományában végzett vizsgálatok ismétlésével nem könnyen biztosítható.

A cross domain hipotézis-alkotás

Schacter itt is példákön keresztül mutatja be a módszert: Az ún. **szósüket betegek** nem képesek megérteni a kimondott szavakat. Képesek mindazonáltal a szavakat elég jól kimondani, és valamennyire tudnak diktálás után írni is, ami azt mutatja, hogy képesek hozzáférni a hallott szavak alakjára vonatkozó tudásukhoz. Érdekes módon a látott információk szemantikai hozzáférhetősége

normális, azt sugallva, hogy betegségüket az ép akusztikus – fonológiai információkezelő illetve szemantikus rendszer közötti összeköttetés hiánya okozza. Az ilyen betegek (a szerző szerint *sajnos*) rendkívül ritkák. Gyakoribbak a **transzkortikális szenzoros afáziások**, náluk azonban a szemantikai memória is károsodott. Ezek a disszociációk arra utalnak, hogy létezik egy PRR alrendszer, ami a szavak auditoros alakját, illetve a szemantikus információkat külön kezeli. Ha ez az érvelés helyes, akkor megmutatható, hogy az IM-t a szemantikus vagy nem szemantikus feldolgozás nem befolyásolja egy megfelelően kialakított auditoros tesztben. Az **auditoros előfeszítés** vizsgálatára fehér zajjal maszkolt háttérben, női ill. férfi hangok által kimondott szavakat azonosítottak. A vizsgálati személyek egyik felének szemantikus (kategóriákba sorolás), másik felének nem szemantikus (hangmagassági szerinti csoportosítás) feldolgozást kellett végezniük az elhangzó szavakon. A teszt során a szavak felét ugyanaz a hang mondta be, mint tanuláskor, felét pedig más hang. Az explicit emlékezet sokkal erősebb volt a szemantikus feldolgozást követően, míg az előfeszítést a manipuláció alig befolyásolta. Ezek az adatok megerősítik a transzkortikális afáziások és a szósüetek vizsgálata alapján adódó elgondolást, miszerint egy preszemantikus PRR alrendszer felelős az auditoros előfeszítésért. A kognitív idegtudományi irodalomból magyarázatot találhatunk arra is, hogy – eredményeink szerint – miért nem volt hatással a hang megváltozása az előfeszítésre (és az explicit memóriára) a hangmagasságra figyelő kísérleti elrendezésben sem: a split-brain kísérletek tanúsága szerint a háttérzaj (maszkolás) erősen megnehezíti a jobb agyféltekei feldolgozást, ami pedig a hangok felismeréséért, a prozódia elemzéséért felelős. A maszkolás nélkül megismételt kísérletek azután az előre megjósolható eredményeket hozták.

Schacter végül arra a következtetésre jut, hogy az sem lenne meglepő, ha a többszörös rendszereken illetve a feldolgozási szinteken alapuló elméletek a jövőben nem egymást kölcsönösen kizáró, hanem egymást kiegészítő megközelítéssé alakulnának.

Larry R. Squire és Stuart M. Zola (1996) *Structure and function of declarative and nondeclarative memory systems* címmel megjelent áttekintésükben rámutatnak, hogy a nondeklaratív (tudattalan) tanulás jelenleg a feladatok széles skálájával vizsgálható, ún. az ún. klasszifikációs tanulás, a perceptuomotoros tanulás, a mesterséges nyelvtan, illetve a prototípus-felismerés. Felosztásukban a hosszú távú emlékezetben belül a **nondeklaratív (implicit) memória** alá tartozik a **procedurális emlékezet** (gyakorlottság illetve szoká-

sok), aminek – leírásukban – a striatum a megfeleltethető anatómiai szubsztrátuma, az **előfeszítés**, amiért a neokortex a felelős, az **egyszerű klasszikus kondicionálás**, amelyen belül az emocionális válaszokban az amygdala, a vázizomzati válaszokban a kisagy játszik szerepet, valamint a **nem társításon alapuló tanulás**, aminek háttérében a reflexkörök működése áll.

Az amnéziások igen rosszul teljesítenek a hagyományos memóriateszteken, amelyek a deklaratív memóriát vizsgálják, azonban a tanulás és emlékezet implicit feladataiban (mint a gyakorlottsági vagy szokástanulási készség vagy az előfeszítés jelensége) éppolyan jó eredményeket mutatnak, mint az egészségesek. A szerzőpáros az amnéziások által implicit feladatokban nyújtott, az egészségesek tartományába eső teljesítményre alapozva az eltérő agyi anatómiai régiókhoz köthető, többszörös memóriarendszerek elképzelését támogatja.

Probabilisztikus klasszifikációs tanulás. A vizsgálati személyek egy asszociációsorozatot kísérlelnek meg megtanulni; a feladat hasonlatos az állatokon tanulmányozott szokástanulási kísérletekben használtakhoz. Az asszociációk nem nyilvánvalóak, és a feladat probabilisztikus szerkezete miatt nehéz őket megjegyezni. Egyik példája az ilyen feladatoknak az, amikor kártyalapok – mint következetes, de eltérő fokú valószínűségjelzők kombinációja – alapján kell becsléseket tenni a várható időjárás két alapelehetőségére: esős vagy napos. A négyféle kártyából 1-3 kártya kombinációja jelenik meg minden próba alkalmával, és a vizsgálati személy azonnal visszajelzést kap becslése helyességéről. Amnéziások az egészségesekkel megegyező eredményeket produkálnak, Huntington-betegek, valamint nem dementálódott Alzheimer-kórosok (mindkét betegség a nucleus caudatus kóros működésével áll összefüggésben) viszont súlyos fokban elmaradtak tőlük, amiből – a szokástanulási állatkísérletek eredményeit is felhasználva – a szerzőpáros arra következtet, hogy a nucleus caudatus fontos szerepet játszik a szokástanulás bizonyos formáiban, akár olyankor is, amikor motoros gyakorlásra nincs is szükség.

Gondolatmenetüket folytatva megjegyzik, hogy a különböző memóriarendszerek tételezéséhez szükség van az anatómiai különbségektől független bizonyítékokra is; megkülönböztethetőeknek kell lenniük működési jellegzetességeik, a feldolgozott információk fajtája, valamint működésük célja alapján is. A kísérleti eredmények mellett szól, hogy a deklaratív és a nem deklaratív memória különbözik egymástól a tudás flexibilitásában is: a deklaratív memória tartalma más rendszerek számára is hozzáférhető, a nem deklaratív memória jóval zártabb azon rendszerek irányába, amelyek nem vettek részt a tanulási szakaszban.

Perceptuomotoros gyakorlottsági feladatok. Ellentétben a deklaratív memóriával, a nem dekla-

ratív memória nem enged bepillantást a tartalmába, nincs tudatos visszaemlékezés. Az ilyen típusú különbségek vizsgálatára kitűnően alkalmasak a reakcióidő-feladatok, melyekben a vizsgálati személyeknek a képernyőn kötött sorrendben feltűnő jel helyzetének megfelelően egy-egy billentyű lenyomásával kell válaszolniuk a lehető leggyorsabban. Noha az amnéziásoknál – ellentétben a normál személyekkel –, nem voltak deklaratív tesztekkel kimutatható emléknymok, teljesítményük a próbák számával egyre javult.

A **mesterséges nyelvtan** használó kísérleti feladatokban ugyancsak az egészségesekhez hasonló eredményességgel teljesítenek az amnéziás betegek. Bár a szerzők szerint nehéz eldönteni, hogy az ilyen típusú tanulás a gyakorlottsági ill. szokástanuláshoz, vagy a neokortexhez társított előfeszítéshez hasonlít-e jobban, kiemelik azt, hogy a mesterséges nyelvtan használata minden bizonnyal egyaránt alapul az absztrakt, szabályokra épülő, és a konkrétabb, példákön nyugvó tudáson.

Az amnéziások – meglehetősen érdekes módon – még arra is képesek, hogy megállapítsák, vajon egy bizonyos mintázat új kategóriába tartozik-e, vagy a tanulás során bemutatott kategóriák valamelyikébe, azaz képesek kategória-szintű döntéseket hozni ép deklaratív memóriefunkciók nélkül. A szerzők szerint elképzelhető, hogy a *katégoriatanulásban* szerepe van kortiko-striális rendszereknek, vagy neokortikális változásoknak éppúgy, mint az előfeszítés esetén a hippocampusztól függetlenül.

Sajnálatos módon nem szólnak az általuk példának hozott memóriefelosztás IM alá tartozó többi komponensének (mint pl. az emocionális válaszok) vizsgálatáról.

Érdekes lehet az IM körébe tartozó néhány jelenség jellemzésére egy-két kiegészítést tenni Daniel L. Schacter *Emlékeink nyomában* című könyvének megfelelő fejezetei alapján. Saját kísérleteikre hivatkozva az **implicit és explicit memória tartóssága** vonatkozásában leírja, hogy míg szótanulás esetén az explicit emlékek jóval gyengébbek voltak a tanulás után egy héttel, mint egy órával, addig az implicit memóriában ilyen kiugró különbséget nem találtak. (Swick és Knight (1997) kiváltott válaszos elektrofiziológiai vizsgálatai ismétléses előfeszítéses feladatokban megerősítették továbbá azt is, hogy míg bizonyos feladatokat tekintve az explicit memóriateljesítmény **időseknél** gyengébb, mint **fiataloknál**, addig az implicit memóriát tekintve ilyen különbség nem mutatható ki. Maki, Zonderman és Weingartner (1999) ezzel szemben tárgyrészetek kiegészítését és kategóriához tartozást vizsgáló feladatoknál azt találta, hogy az öregedéssel nem drámaian ugyan, de csökken-

nek bizonyos implicit készségek is.)

Az **előfeszítés gyakorlati jelentőségét** illusztráló Schacter hosszan s a részletekbe menően mutatja be egy agyvelőgyulladás maradványaként amnéziássá lett nőbeteg történetét, aki az általuk kialakított és „*fogyatkozó támpontok módszerének*” elnevezett eljárás segítségével hatalmas mennyiségű szabályt, szimbólumot és kódot tanult meg. Bár ezekhez *explicite* végig képtelen volt hozzáférni, újonnan szerzett készségeivel teljes munkaidős állást kapott. Más típusú agysérülés folytán amnéziássá lett betegekkel hasonlóan jó eredményeket értek el, a megszerzett „tudás” (nagyobbrészt inkább képességek halmaza) azonban nagyon rugalmatlannak bizonyult – átfogalmazva a kérdéseket már nehezen tudtak a betegek válaszolni azokra. Schacter következtetése szerint úgy tűnik, az előfeszítésnek több köze van az észleléshez, mint a megértéshez.

Talán még izgalmasabb azon beszámolója, amelyben a **nem a PRR-re támaszkodó, általa fogalmi(!) előfeszítésnek** nevezett jelenséget vizsgáló kísérleteikről számol be, ahol a PRR helyett a szemantikus emlékezetben létrejövő apró változásokra vezeti vissza a létrejövő előfeszítést. Példaként hozza a fogalmi előfeszítésre az észrevétlen plagizálást is. (S. Dehaene, J. Jonides, E. E. Smith és m. Spitzer *Gondolkodás és problémamegoldás* című könyvfejezetükben [in: *Fundamental Neuroscience /szerk.: Michael Zigmond, Floyd E. Bloom, Story C. Landis, James L. Roberts, Larry R. Squire, Academic Press, 1999/*] a **skizofrének** gondolkodási zavarairól szólva leírják, hogy az általuk **szemantikus előfeszítésnek** nevezett jelenség két formája (direkt és indirekt) közül az indirekt esetén – rendkívül érdekes módon – a skizofrének jobban teljesítenek, mint a normális vizsgálati személyek. [A direkt szemantikus előfeszítésnek tulajdonítható, hogy szó – nemszó típusú lexikális döntési feladatokban a szemantikailag közel álló szó megrövidíti a reakcióidőt a rákövetkező szónál. Az indirekt szemantikus előfeszítésnél a két szó között nincs közvetlen szemantikai közelség, található azonban olyan harmadik szó, amely mindkét szóhoz közel áll.] A skizofréneknél tapasztalt meglepő adatokat többek között azzal a már nagyon régen leírt jelenséggel hozzák összefüggésbe, hogy ezeknek a betegeknek egyik tipikus tünetük a távoli, áttételes, a formális logikával néha rendkívül nehezen követhető asszociáció.)

Schacter szerint **implicit emlékeink viselkedésünkre gyakorolt hatása** már csak azért is veszélyes lehet, mert – lévén hogy nem tudunk róluk – nem tudunk ellenük tenni. A rejtett hatások (pl. reklámok) – idézve a szociálpszichológusokat –, rendkívül sebezhetővé tesznek bennünket a „**mentális szennyezés**”-sel szemben: gondolatainkat és ítéleteinket akarunktól független, bennünk nem

tudatosuló befolyások irányítják.

Éles különbséget tesz a **freudi tudattalan** és az IM hatásai között.

Az IM-ról szóló fejezetet azzal a gondolattal zárja le, hogy az implicit emlékezet észrevétlensége és – gyakorlatilag – felfedezetlensége folytán ennek a memóriafajtának a jövőbeni jobb kihasználása elsőprő hatással lehet mentális életünkre.

Az érzelmi emlékekről szóló fejezetben említi Damasio és mtsai felfedezését, miszerint az amygdala szerepet játszik az ember **érzelmi kondicionálásában**. Damasio és LeDoux szerint az amygdala éppen a megfelelő helyen van ahhoz, hogy fontos szerepet játsszon az érzelmi memóriában: hozzáfér az elsődleges perceptuális feldolgozó állomástól érkező primitív szenzoros információkhoz, melyek alapján eldöntheti, hogy elég ijesztő-e a helyzet, s szükség van-e „minden vagy semmi„ reakcióra, de hozzáfér a jobban feldolgozott információkhoz is, így átértékelheti a helyzetet, segíthet kiválasztani a megfelelő viselkedést. Befolyásolhatja a perceptuális rendszer működését a figyelem eltéréssel az érzelmileg jelentős eseményekre, sőt befolyásolhatja az ezekre vonatkozó explicit emlékezést is. Az amygdala serkenti a stresszhormonok kiválasztását, amelyek megerősítik az esemény emlékét. Propranolollal kezelt vizsgálati személyek kevésbé emlékeztek a fokozott érzelmi tartalmú epizódokra, mint a kontrollcsoport tagjai; az emóciómentes részekre viszont mindkét csoport tagjai egyformán emlékeztek.

N. W. Mulligan (1997) kimutatta, hogy a **konceptuális előfeszítésre** a **figyelemelterelés** hatása sajátos módon függ annak mértékétől: amikor a figyelmet a rövidtávú memória kismértékű megterhelésével osztotta meg, a konceptuális előfeszítés – szemben az explicit memóriateljesítménnyel – alig csökkent, míg ha a figyelemelterelés nagyfokú volt, a konceptuális előfeszítés teljesen kikapcsolódott.

Eichenbaum, Cahill, Gluck, Hasselmo, Keil, Martin, McGaugh, Murre, Myers, Petrides, Roozendaal, Schacter, Simons, Smith és Williams a *Tanulás és emlékezet – A rendszerek elemzése* című könyvfejezetükben (Fundamental Neuroscience [szerk.: Michael Zigmond, Floyd E. Bloom, Story C. Landis, James L. Roberts, Larry R. Squire, Academic Press, 1999]) az **információtárolás modulátorait** tárgyalva az ilyen rendszerek három általános tulajdonságát emelik ki: (1) hatásuk az emlékezet keletkezése utáni korlátozott időszakban jön létre, (2) az értük felelős agyterületek közreműködésére a már eltárolt emlékezet felidézése során nincsen szükség, és (3) valószínűleg az

előzőekben említett összes különböző memóriarendszer befolyásolására képesek.

A **stresszhormonokról** mint endogén memóriamodulátorokról szólva elmondják, hogy a nem érzelmi jellegű, és az emlékezetben egyébként kevésbé megmaradó emlékezetek jobban megmaradnak, ha a tanulást szisztémás (az egész szervezetbe adott) **adrenalin** vagy noradrenalin (katekolamin) injekció követi. Az adrenalin nem jut be azonnal az agyba, ezért memóriafokozó hatása valószínűleg másodlagosan, a környéki idegrendszeren keresztül valósul meg. A szisztémásan adott adrenalin fokozza a noradrenalin felszabadulását és anyagcseréjét a limbikus rendszerben, így az amygdalában is, valamint potenciálja a locus coeruleus sejtjeinek tüzelési gyakoriságát. A locus coeruleus egy noradrenerg mag az agyban, amely rostokat ad olyan, a memóriában szerepet játszó agyterületekhez, mint az amygdala vagy a hippokampusz. Az adrenalin memóriafokozó hatásának egyik lehetséges útja a bolygóideg (nervus vagus) rostjainak aktiválása, de ugyanilyen jellegű hatást figyeltek meg vércukorszint-emelő tulajdonságával kapcsolatosan is.

Az emocionális stresszorok a hipotalamusz-hipofízis-mellékvesekéreg tengely aktiválódását váltják ki. Az információtárolásra az **adrenokortikotropinnak** (ACTH) és a **glükokortikoidoknak** egyaránt hatásuk van. Eltérően azonban a katekolaminokkal, a mellékvesekéreg hormonjai hamar az agyba jutnak, és ott sokféle különböző receptorhoz kötődnek; a mineralokortikoid receptorokon át hatva fokozzák a hippokampusz sejtjeinek excitabilitását, a glükokortikoid receptorokon keresztül pedig kis koncentrációban fokozzák, nagy koncentrációban vagy hosszan hatva viszont csökkentik az elektrofiziológiai változásokat – a tartós stressz rontja a memóriát.

Az **ópioid peptidek** (endorfinok és enkefalinok) ugyancsak negatívan befolyásolják az információtárolást: az **endorfinok**, amelyek az ACTH-val közös anyamolekulából lehasadva a hipotalamuszból és a hipofízisből szabadulnak fel, valamint az **enkefalinok**, melyek a katekolaminokkal együtt szabadulnak fel a mellékveséből a stresszterhes helyzetekben egyaránt gyengítik a memóriát. A stresszhormon típusú memóriamoduláló anyagok közé tartozik még a **vazopresszin**, a **substance P**, és a **kolecisztokinin**.

Ugyanezen könyv Beggs, Brown, Byrne, Crow, LaBar, LeDoux és Thompson tollából származó fejezetének az érzelmi memória neurológiai alapjairól szóló szakaszával összevetve megállapítható, hogy az **amygdala** a beérkező emocionális tartalmú ingerek hatására – különböző magcsoportjai és azok gazdag (és nemritkán oda-vissza irányú) összeköt-

tetései révén – egyfelől részt vesz a hippokampuszban és a kéregben zajló információ-tárolási műveletek szabályozásában, másfelől maga is befolyásolja nemcsak az emocionális válaszreakciókat, hanem a vegetatív idegrendszer működését és a stresszhormonok elválasztását is, amelyek ismét hatással vannak valószínűleg az összes memóriarendszer működésére. Mindent egybevetve úgy tűnik, hogy az amygdala azt a feladatot látja el, hogy többféle módon felerősíti az idegrendszerbe a külvilágból illetve a testből bejutó igen nagy mennyiségű információból az emocionálisan relevánsakat és elősegíti a memóriában történő elraktározásukat.

Az információátvitel modulátorai olyan mechanizmusként is felfoghatók, amelyek egyfajta hatékonyságot és gazdaságosságot biztosítanak a memóriában azáltal, hogy a tárolásra kerülő információkat az egyén számára való fontosságuk arányában (valószínűleg a korábbi eltároltakkal történő összevetést is magába foglalóan) „súlyozzák”.

Ha a memóriakutatást megpróbáljuk némiképp filozofikus távlatokból szemlélni, akkor úgy tűnhet, hogy az egyes szaktudományok folyton szaporodó hajtásainak dinamikus fejlődésével járó (és/vagy azt előidéző) paradigmaváltások eredményeinek fényében – amennyiben a memória fogalmát kellőképpen szabadon, erősen kitágítva használjuk –, egyre valószínűbbnek látszik, hogy az idegrendszer minden általunk elkülöníthetőnek és elkülönítendőnek vélt funkciójához rendelhető valamilyen „emlékezet”, ahogyan a nem idegszövetből felépülő struktúrák is „emlékeznek” bizonyos értelemben, sőt akár az is megkockáztatható – a másik irányba gondolva –, hogy a magasabb szerveződési szintek, mozgásformák rendszerében is léteznie kell egyfajta memóriának. Az implicit jelleg elkülönítése ezen belül biztos, hogy érdekesen színezi, s új szem- (és tám)ponthokkal is gazdagítja a memóriakutatást.

Irodalomjegyzék

- Beggs, J.M., Brown, T.H., Byrne, J.H., Crow, T.J., LaBar, K.S., LeDoux, J.E. & Thompson, R.F. (1999). Learning and Memory: Basic Mechanisms. In Michael Zigmond, Floyd E. Bloom, Story C. Landis, James L. Roberts, Larry R. Squire, (Eds.) *Fundamental Neuroscience*. New York: Academic Press
- Dehaene, S., Jonides, J., Smith, E. E., & Spitzer, M. (1999). Thinking and Problem Solving In Michael Zigmond, Floyd E. Bloom, Story C. Landis, James L. Roberts, Larry R. Squire, Academic Press (Eds.), *Fundamental Neuroscience*. New York: Academic Press
- Eichenbaum, H.B., Cahill, L.F., Gluck, Hasselmo, M.E., Keil, F.C., Martin, A.J., McGaugh, J.L., Murre, J., Myers, C., Petrides, M., Roozendaal, B., Schacter, D.L., Simons, D.J., Smith & Williams (1999). Learning and Memory: Systems Analysis. In Michael Zigmond, Floyd E. Bloom, Story C. Landis, James L. Roberts, Larry R. Squire, Academic Press (Eds.), *Fundamental Neuroscience*. New York: Academic Press
- Squire, L.R. & Zola, S.M. (1996). Structure and function of declarative and nondeclarative memory systems. *Proc. Natl. Acad. Sci.* Vol. 93. 13515-13522
- Maki, P.M., Zonderman, A.B. & Weingartner, H. (1999). Age differences in implicit memory: fragmented object identification and category exemplar generation. *Psychology of Aging*. 1999 Jun; 14(2): 284-94
- Mulligan, N.W. (1997). Attention and implicit memory tests: the effects of varying attentional load on conceptual priming. *Memory and Cognition*. 1997 Jan; 25(1): 11-7
- Schacter, D.L. (1993). Understanding Implicit Memory: A Cognitive Neuroscience Approach. In Collins, A.F.; Gathercole, F.E., Conway, M.A., Morris P.E. (Eds.), *Theories of Memory*. LEA. Hove. 387-713
- 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*. 1997 Jan; 23(1): 123-42