

# **Az érzelmek hatása az implicit szekvenciatanulásra és a konszolidációra**

Lengyel Fanni, Janacsek Karolina, Csifcsák Gábor

Szegedi Tudományegyetem, Pszichológiai Intézet

E-mail: lengyel.fanni88@gmail.com, janacsekkarolina@gmail.com

## ***Absztrakt***

A jelen vizsgálatban egy módosított szekvenciatanulási feladatot használtunk, amelyben negatív és semleges képek szerepeltek háttérként azzal a céllal, hogy megvizsgálhassuk az érzelmek hatását az implicit tanulásra. Az is fontos kérdés volt, hogy az alvás modulálja-e a negatív és semleges képek tanulásra kifejtett hatását, ezért az elsajátított tudást újratesteltük 12 óra elteltével, amely a személyek felénél tartalmazott alvást, a másik felénél pedig nem. Az eredményeink azt mutatják, hogy a kísérleti személyek sikeresen elsajátították a rejtett szekvenciát, azonban az online tanulást nem befolyásolta a bemutatott képek milyensége, illetve az sem, hogy az adatfelvétel este vagy reggel történt. A konszolidációs szakaszt illetően a semleges képeket látó csoportnál teljesítményjavulás következett be az általános motoros tanulás tekintetében, szemben az negatív arousal csoporttal. Ezen túlmenően a szekvenciaspecifikus tudásban a semleges csoportnál tudásmegtartás következett be, ellenben a negatív arousal csoporttal. Az alvásnak egyik esetben sem volt differenciáló hatása.

*Kulcsszavak:* implicit tanulás, érzelmek, alvás, ASRT, online tanulás, konszolidáció

A hosszú távú emlékezet felosztása során elkülöníthetünk explicit és implicit emlékezetet (Schacter, 1987). E szerint az értelmezés szerint explicitnek számítanak azok az emlékeink, amelyeket tudatos tanulás során sajátítunk el, s előhívásuk is akaratlagosan történik. Implicit emlékeink felidézése azonban nem tudatos; magára a tanulásra nem emlékszünk és az előhívott információ sokkal inkább a teljesítményben mutatkozik meg. A motoros készségek elsajátítása több stádiumban történik:

ezeknek egyike, amikor gyakorlás és ismételtetés során gyorsan tanulunk, ezt nevezzük online tanulásnak. A gyakorlás idegi folyamatokat tud elindítani, amelyek a gyakorlást követő órákban tovább alakulnak (Karni et al., 1998), ezt nevezik a lassabb, offline/konzolidációs szakasznak, amely során 1) stabilizálódik az emlékenyom, ellenállóbb lesz az interferenciával szemben; 2) néha teljesítménynövekedés tapasztalható (Baddeley, 2010). Kutatásokban bebizonyosodott, hogy a hosszú távú memóriába történő konszolidálására nagy hatással van az alvás folyamata (Wilhelm et al., 2011), azonban az implicit tanulásnál ez nem minden esetben bizonyult igaznak (Németh et al., 2010).

Mindkét emlékezeti rendszer esetében történtek már olyan kutatások, ahol az alvás és a különböző érzelmi hatások kapcsolatát vizsgálták. Explicit emlékezetet vizsgálva Payne, Stickgold, Swanberg és Kensinger (2007) azt találták, hogy a negatív érzelmi ingerekre hosszú távon jobban emlékezünk abban az esetben, ha a kódolást alvás követi. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a késleltetés és a közbeni folyamatok (alvás vs. ébrenlét) máshogyan befolyásolták a negatív érzelmi ingerek emlékezeti megtartását, erősebb szelekciós mechanizmusokkal az alvás esetében.

Implicit tanulás esetén azonban ellentmondó adatok találhatóak, mivel Steidl, Razik, és Anderson (2011) időjós kutatásában a kísérleti személyek jobban emlékeznek az érzelemdús ingerekre, mint a semlegesekre, azonban Önal-Hatmann és munkatársai (2012) kísérletében nem volt hatása az érzelmi stimulusoknak a teljesítményre.

### ***Hipotézisek***

Kutatásomban arra kerestem a választ, hogy a képek formájában a negatív érzelmi hatások hogyan befolyásolják az implicit tanulást és konszolidációt, illetve hogy az alvás hogyan hat erre a konszolidációs folyamatra. Ezek alapján a következő hipotéziseket állítottam fel:

1. Az online tanulás alatti negatív érzelmi hatások késleltetés után jobb eredménnyel járnak.
2. Semleges érzelmi hatás esetén nem lesz alvásfüggő teljesítményjavulás az implicit tudásban.
3. Negatív érzelmi hatás esetén lesz alvásfüggő teljesítményjavulás.

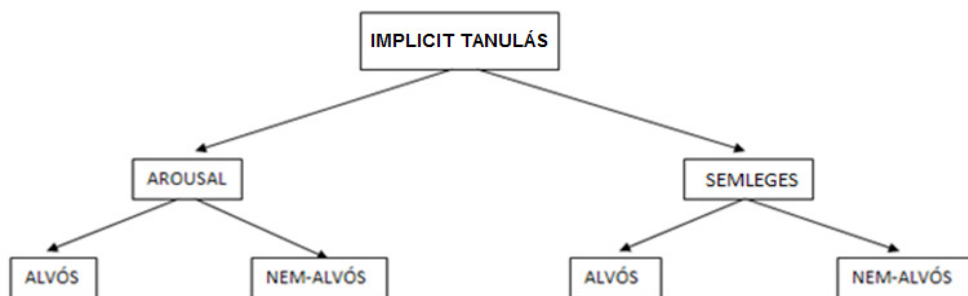
## Módszerek

### Résztevők

Kísérletünkben 68 egyetemi hallgató vett részt (20-27 év; átlag: 22,41; szórás: 1,47; 34 lány/34 fiú). A kísérleti személyekkel egy tájékoztató és beleegyező nyilatkozatot töltöttünk ki a vizsgálatot megelőzően, amely tartalmazta a kísérlet célját és menetét, illetve biztosítottuk őket az adataik bizalmas kezeléséről.

### Vizsgálati elrendezés és eljárás

A résztvevőket először két nagyobb csoportba osztottuk aszerint, hogy milyen érzelmi töltetű képeket látnak majd: ők alkották a semleges és a negatív arousal csoportot. Ezután mindkét csoporton belül kialakítottunk még két alcsoportot: alvós és nem-alvós csoport (1. ábra). A képeket az IAPS (International Affective Picture System) tesztbatterióból választottuk ki, valencia és arousal pontszámok alapján. A negatív képek átlag valencia pontszáma 5,1056, míg az arousal 6,3068 volt. Semleges képek esetén a valencia pontszám 5,1476, és az arousal pontszáma pedig 2,4436 (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008).



**1. ábra:** A vizsgálati elrendezés. A kísérleti személyek csoportosítása első körben a szerint történt, hogy az implicit tanulás során milyen érzelmi töltetű képeket láttak a háttérben (arousal vagy semleges). Majd az így kapott két csoportot tovább csoportosítottuk aszerint, hogy a 12 órás késletetési idő alatt történt-e alvás vagy sem (alvós és nem-alvós). Így összesen négy csoportot vizsgáltunk (alvós-arousal, nem alvós-arousal, alvós-semleges és nem alvós-semleges).

A kísérleti alanyokat összesen két alkalommal teszteltük, 10-12 órás különbséggel. A nem-alvós csoportnak reggeli időpontban (8-10 óra között) volt az első adatfelvétel, a második aznap este 10-12 óra elteltével. A másik csoport (alvós) ezzel szemben esti időpontokban (18-21 óra között) végezte el az első adatfelvételt, majd másnap reggel a másodikat, szintén 8-10 óra között. Ez lehetővé tette az alvás-hatás vizsgálatát. A vizsgálatot az SZTE-BTK Pszichológiai Intézet EEG laborjában folytattuk, nyugodt körülmények között. Az adatfelvétel mindkét alkalommal átlagosan 1 órát vett igénybe.

### ***Eszközök***

A vizsgálat fő eleme az **ASRT teszt** (Howard & Howard, 1997), amelynek módosított változatát használtuk fel. A teszt során a kísérleti személyeknek körülbelül 40 percen keresztül kellett a monitoron megjelenő szürke pötty mozgását követniük az adott billentyűzeti gombok megnyomásával. Mindig azt a gombot kellett megnyomni, amelyikhez kapcsolódott az a kör, ahol a szürke pötty felvillant. Az alábbi gombokat kellett használni: Y, C, B, és M. A jobb kéz ujjait használhatta a kísérleti alany, a hüvelykujjat kivéve. A gombok sorrendjének megfelelően: mutató-, középső-, gyűrűs- és kisujj. A feladat annyiban módosult még, hogy a háttérben blokkokként negatív arousal vagy semleges képek jelentek meg. Ezek figyelemelterelő jelleggel szolgáltak a feladat során.

A feladatban az első adatfelvétel alkalmával 29 blokk volt, amelyben egy 8-elemű probabilitásos szekvencia (pl. 2r3r4r1r, ahol az „r” a randomot jelenti) ismétlődött tízszer. A gombnyomások után 120 milliszekundum (ms) elteltével jelent meg a következő inger. A blokkok között szünetek voltak, amelyek felépítésükben úgy néztek ki, hogy egy öt másodperces pihenést egy öt másodperces visszajelzés követett, amely informálta a vizsgálati személyt az átlagos reakcióidejéről és pontosságáról. Mindkét csoportnál a 29 blokk közül az első és az utolsó két blokk kivételével képek jelentek meg. Ennek célja az volt, hogy a tanulás elején (alaphelyzet felmérése) és végén a két csoport teljesítményét olyan kísérleti helyzetben tudjuk összehasonlítani, ahol ugyanazokat az ingereket látták. A második alkalommal, 12 óra elteltével egy rövidebb, képektől mentes, 10 blokkból álló ASRT feladatot végeztettünk el a kísérleti személyekkel, amely körülbelül 15 percet vett igénybe.



**2. ábra:** Az ASRT feladatunk felépítése: Első alkalommal tanulás történt, ahol az első két blokk nem tartalmazott képeket, a következő 25 blokk negatív arousal vagy semleges képeket, míg az utolsó két blokkban szintén nem voltak képek. 12 óra elteltével következett az újratesztelés, amely már csak 10 blokkot szerepelt képek nélkül.

## Eredmények

### *Az adatelemzés előkészítése*

Mivel az ASRT feladatban szekvencia elemek váltakoznak random elemekkel (pl. 2r3r4r1r), ezért bizonyos elemhármások – tripletek – gyakrabban fordulnak elő (például: 2r3) mint mások (pl. 3r2). A korábbi tanulmányok kimutatták, hogy a vizsgálati személyek minél többet gyakorolnak, annál jobban teljesítenek a magas gyakoriságú tripleteken szemben az alacsony gyakoriságúakkal (pl. Song et al., 2007). Ezért a dolgozatunkban mi is a tripletek szerinti elemzést használtuk a szekvenciatanulás vizsgálatánál.

Mivel a feladat során végig nagyon magas volt a pontosság, ezért az elemzés során a reakcióidőkre fókuszáltunk. Ezen belül külön meghatároztuk a reakcióidő mediánokat a magas és alacsony gyakoriságú tripletekre személyenként.

### *Gyakorlás alatti online tanulás*

Az első adatfelvétel során a TRIPLETT (2: magas és alacsony) x FELTÉTEL (2: arousal és semleges képek) x NAPSZAK (2: alvós és nem alvós csoport) varianciaanalízist végeztük el az első két blokk átlagára annak ellenőrzése érdekében, hogy a csoportok nem különböznek egymástól a tanulás legelején. A tanulás későbbi összehasonlíthatósága érdekében fontos, hogy itt az első két blokkban a csoportok hasonló teljesítményt mutassanak.

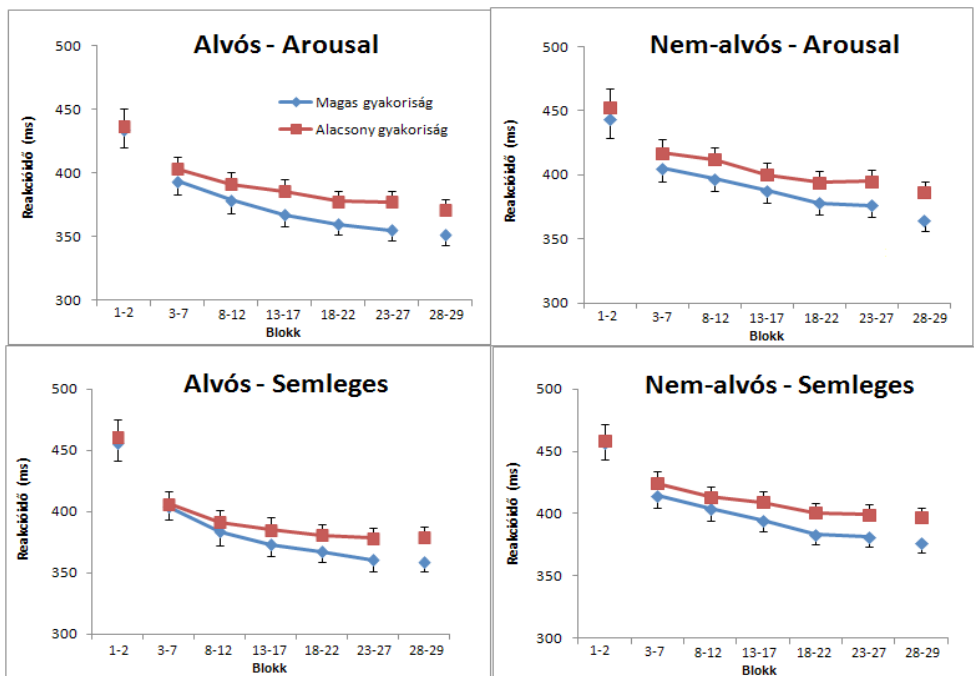
Az ANOVÁban a TRIPLETT főhatás szignifikáns volt ( $F(1,64) = 5,853$ ,  $p = 0,018$ ), ami azt jelenti, hogy már ebben a két blokkban történt szignifikáns szekvenciatanulás. Nem volt hatással a teljesítményre a kísérleti helyzet, vagyis az hogy az alanyok később milyen jellegű képekkel találkoztak (TRIPLETT x FELTÉTEL:  $F(1,64) = 0,410$ ,  $p = 0,524$ ), illetve az sem, hogy mikor kezdődött az első adatfelvétel (TRIPLETT x NAPSZAK:  $F(1,64) = 0,235$ ,  $p = 0,629$ ). A TRIPLETT x FELTÉTEL x NAPSZAK hármas kereszthatás se mutatott szignifikáns eredményt ( $F(1,64) = 1,578$ ,  $p = 0,214$ ).

A képek aktuális teljesítményre gyakorolt hatásának vizsgálata érdekében 2 TRIPLETT: (magas és alacsony) x 5 EPOCH (3-7-, 8-12, 13-17, 18-22, 23-27 blokkok) x NAPSZAK (2: alvós és nem alvós) varianciaanalízist végeztük el, ahol a szignifikáns TRIPLETT főhatás ( $F(1,64) = 158,236$ ,  $p < 0,001$ ) arra utal, hogy a kísérleti személyek megtanulták a rejtett szekvenciát a feladat során, mivel a magas gyakoriságú tripletekre gyorsabban válaszoltak, mint az alacsony gyakoriságúakra. A TRIPLETT x FELTÉTEL interakciója nem szignifikáns ( $F(1,64) = 2,159$ ,  $p = 0,147$ ), vagyis a szekvenciatanulásra összességében nincs hatással az, hogy a kísérleti személyek milyen képet láttak az adatfelvétel során. Nem volt szignifikáns a TRIPLETT x NAPSZAK interakció ( $F(1,64) = 0,212$ ,  $p = 0,647$ ) vagyis a szekvenciatanulást nem befolyásolta az, hogy reggel vagy este történt az első adatfelvétel. A TRIPLETT x FELTÉTEL x NAPSZAK interakciója sem szignifikáns ( $F(1,64) = 0,994$ ,  $p = 0,322$ ), vagyis a négy kísérleti csoport teljesítménye megegyezett.

A szekvenciatanulás mellett egy általános gyorsulás is megfigyelhető függetlenül a tripletek típusától, ugyanis az alanyok minél többet gyakoroltak, annál gyorsabbak lettek (EPOCH főhatás:  $F(4,256) = 103,376$ ,  $p < 0,001$ ). Azonban ennek mértékét nem befolyásolta sem a feltétel (EPOCH x FELTÉTEL:  $F(4,256) = 0,395$ ,  $p = 0,812$ ), sem a napszak (EPOCH x NAPSZAK:  $F(4,256) = 1,374$ ,  $p = 0,243$ ). Emellett minél több volt a gyakorlás, annál különbözőképpen válaszoltak a kísérleti személyek a két triplete típusra, vagyis annál nagyobb mértékű a szekvenciára vonatkozó tudásuk (TRIPLETT x EPOCH:  $F(4, 256) = 7,949$ ,  $p < 0,001$ ). Erre sincs azonban hatással az, hogy az alanyok milyen jellegű képeket kaptak (TRIPLETT x EPOCH x FELTÉTEL:  $F(4,176) = 0,337$ ,  $p = 0,853$ ), és az sem, hogy milyen napszakban történt az adatfelvétel (TRIPLETT x EPOCH x NAPSZAK:  $F(4,256) = 0,874$ ,  $p = 0,480$ ).

Az első adatfelvétel végén TRIPLETT (2: magas és alacsony) x FELTÉTEL (2: negatív és semleges képek) x NAPSZAK (2: alvós és nem alvós) varianciaanalí-

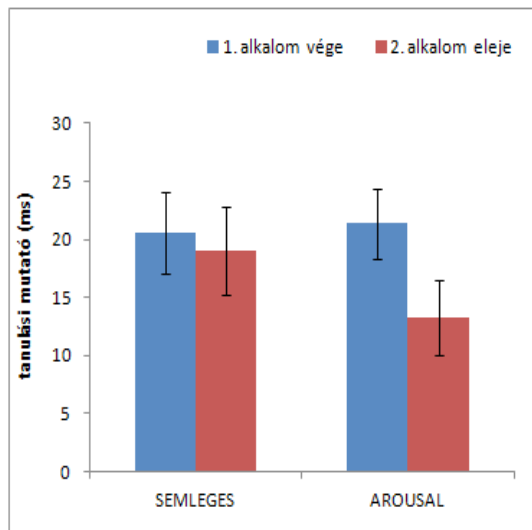
zist végeztük el az utolsó két blokk átlagára, ahol már nem szerepeltek háttérként negatív arousal vagy semleges képek. Ebben az ANOVÁban a TRIPLETT főhatás szignifikáns lett ( $F(1,64) = 138,590, p < 0,001$ ), vagyis a vizsgálati személyeknek sikerült megtanulniuk a rejtett szekvenciát. A csoportok nem különböztek egymástól a szekvenciatanulás mértékében aszerint, hogy korábban negatív arousal vagy semleges tartalmú képeket láttak (TRIPLETT x FELTÉTEL:  $F(1,64) = 0,022, p = 0,883$ ), sem aszerint, hogy reggel vagy este történt az első adatfelvétel (TRIPLETT x NAPSZAK:  $F(1,64) = 0,134, p = 0,716$ ; TRIPLETT x FELTÉTEL x NAPSZAK:  $F(1,64) = 0,082, p = 0,775$ ).



**3. ábra.** A felső panelben a reakcióidő átlagos értékei láthatók az első adatfelvétel alkalmával az alvós és nem alvós csoportok esetében negatív arousal képek jelenlétével. A kék vonal a magas gyakoriságú tripleteket, a piros vonal az alacsonyakat jelzi. A vízszintes tengelyen a blokkok száma, a függőleges tengelyen a reakcióidő milliszekundum (ms) értékek találhatóak. Az alsó panelben reakcióidő átlagos értékei láthatók az első adatfelvétel alkalmával az alvós és nem alvós csoportok esetében semleges képek jelenlétével. A kék vonal a magas gyakoriságú tripleteket, a piros vonal az alacsonyakat jelzi. A vízszintes tengelyen a blokkok száma, a függőleges tengelyen a reakcióidő ms értékek találhatóak.

### Konzolidációs eredmények

Az offline szekvenciaspecifikus tudás meghatározásához az első adatfelvétel utolsó két blokkját és a második adatfelvétel első két blokkjával hasonlítottuk össze varianciaanalízissel, ahol a SESSION (2: első és második alkalom) x TRIPLETT (2: magas és alacsony) x FELTÉTEL (2: negatív és semleges képek) x NAPSZAK (2: alvós és nem alvós) feltételeket vizsgáltam. A SESSION x TRIPLETT kereszthatása tendenciát mutatott ( $F(1,59) = 3,525$ ,  $p = 0,065$ ), vagyis az első adatfelvétel során kialakított tudás a magas és alacsony gyakoriságú triplettek között változott a második adatfelvétellel. A tanulási mutatókat megfigyelve azt láthatjuk, hogy a semleges csoport a második alkalommal ugyanolyan mértékű tanulást mutatott, szemben a negatív arousal csoporttal, ahol a második napra a tudásuk visszaesett (4. ábra). Erre az eredményre nem volt hatással a NAPSZAK ( $F(1,59) = 0,294$ ,  $p = 0,590$ ).

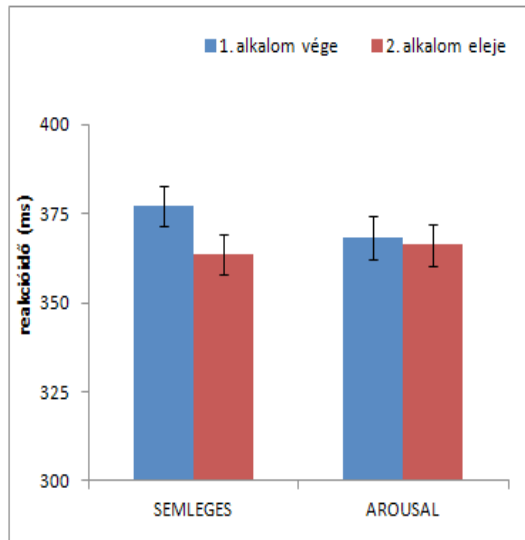


**4. ábra:** Konzolidáció: Szekvenciaspecifikus tudás tanulási mutatója az első alkalom végéről a második alkalom elejére. A semleges csoport a második alkalommal ugyanolyan mértékű tanulást mutatott, szemben a negatív arousal csoporttal, ahol a második napra a tudásuk visszaesett.

Az általános motoros tanulásnál EPOCH főhatás szignifikáns lett ( $F(1,59) = 9,658$ ,  $p = 0,003$ ), tehát az offline szakasz után az általános motoros készségben



javulás figyelhető meg. Ezt a csoportok általános reakcióidejében bekövetkező javulást befolyásolta a képek milyensége (EPOCH x FELTÉTEL:  $F(1,59) = 4,962$ ,  $p = 0,030$ ): a semleges képet látó csoport reakcióideje jobb volt, mivel ők 13 ms-ot gyorsultak az első adatfelvételhez képest, ellenben a negatív tartalmú képet látó csoporttal, akik csak 2 ms-ot javultak (5. ábra). Az alvás azonban nem mutatott szignifikáns hatást az általános motoros készségtanulásra (EPOCH x NAPSZAK:  $F(1,59) = 1,122$ ,  $p = 0,294$ ), valamint az EPOCH x FELTÉTEL x NAPSZAK interakció sem volt szignifikáns ( $F(1,59) = 0,467$ ,  $p = 0,497$ ).



**5. ábra:** Konzolidáció: Általános motoros készségtanulás esetén a semleges képet látó csoport reakcióideje jobb volt, mint a negatív arousal csoporté.

## Megvitatás

Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy az érzelmek hogyan hatnak az implicit szekvenciatanulásra és konzolidációra. A kísérlet során az ASRT szekvenciatanulási feladatot használtuk, amely az egyik csoport esetében semleges, a másik csoportnál negatív érzelmi töltetű képet tartalmazott háttérképként. Ezen belül a személyek felénél a konzolidációs időszak tartalmazott alvást, a másik felénél nem tartalmazott.

Az első adatfelvétel során bebizonyosodott, hogy a kísérleti személyeink sikeresen elsajátították a rejtett szekvenciát és az általános motoros készségük is javult, azonban sem a képek milyensége, sem a napszak nem befolyásolta a tanulás mértékét. Ez az eredmény az eltérő kísérleti elrendezés ellenére megegyezik Önal-Hartmann és munkatársai (2012) szekvenciatanulós kutatásával, ugyanis ők sem tudták kimutatni az érzelmi ingerek hatását a szekvenciatanulásra. Steidl és munkatársai (2011) időjós-feladatának elsajátítása során jelen voltak az érzelmi ingerek, melyek hatást gyakoroltak a kódolási helyzetben, mégpedig a negatív képek váltottak ki erősebb hatást, azonban ők nem szekvenciatanulást vizsgáltak.

A konszolidációs fázist illetően hipotéziseink itt sem következtek be, mivel teljesítményjavulás csak az általános motoros készségekben volt megfigyelhető, mégpedig a semleges képeket látó csoportnál, szemben a negatív arousal csoporttal. Illetve, a semleges csoportnál teljesítmény megtartás következett be a szekvenciaspecifikus tudásban, míg ez a negatív arousal csoportnál nem következett be. Ezek az eredményeink ellentmondanak Payne és munkatársai (2007), illetve Steidl és munkatársai kutatásainak, mivel mindkét esetben a negatív érzelmi ingerre emlékeztek jobban a kísérleti személyek.

Nem sikerült kimutatnunk az alvás differenciáló hatását, ami szintén ellentmond az explicit kutatásoknak (Payne et al., 2007).

Összefoglalva elmondható, hogy az érzelmi hatások másképp befolyásolják az explicit és implicit emlékezeti folyamatokat. Implicit emlékezet esetén a negatív érzelmi hatások negatívan befolyásolják az implicit tudás hosszú távú megtartását. Továbbiakban a kísérletet érdemes lenne folytatni még nagyobb elemszámmal és megvizsgálni a pozitív érzelmi képeket is, illetve képfelismerési tesztet alkalmazni a második alkalom alatt, hasonlóan Payne és munkatársai (2007) és Steidl és munkatársai (2011) kutatásaihoz. Ezen túlmenően egyéb fiziológiai folyamatok alkalmazása, mint például EEG, EKG, fMRI az érzelmi stimulusok pontosabb vizsgálatát eredményezné.

## Hivatkozások

- BADDELEY, A. (2010). Tanulás. In A. Baddeley, M. W. Eysenck & M. C. Anderson (Eds.), *Emlékezet* (pp. 148), Budapest, Magyarország: Akadémia Kiadó.
- HOWARD, J. H., JR., & HOWARD, D. V. (1997). Age differences in implicit learning of higher-order dependencies in serial patterns. *Psychology and Aging*, 12(4), 634-656.
- KARNI, A., MEYER, G., REY-HIPOLITO, C., JEZZARD, P., ADAMS, M. M., TURNER, R., et al. (1998). The acquisition of skilled motor performance: Fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95(3), 861-868.
- NÉMETH, D., & JANACSEK, K. (2011). The dynamics of implicit skill consolidation in young and elderly adults. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 66(1), 15.
- ÖNAL-HARTMANN, C., FIORIO, M., GENTNER, R., ZELLER, D., PAULI, P., & CLASSEN, J. (2012). After-training emotional interference may modulate sequence awareness in a serial reaction time task. *Experimental Brain Research*, 219(1), 75-84.
- PAYNE, J. D., STICKGOLD, R., SWANBERG, K., & KENSINGER, E.A. (2008). Sleep preferentially enhances memory for emotional components of scenes. *Psychological Science*, 19(8), 781-788.
- SCHACTER, D. L. (1987). Implicit memory: History and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13(3), 501-518.
- SONG, S., HOWARD JR., J. H., & HOWARD, D. V. (2007). Sleep does not benefit probabilistic motor sequence learning. *The Journal of Neuroscience*, 27(46), 12483-12475.
- STEIDL, S., RAZIK, F., & ANDERSON, A. K. (2011). Emotion Enhanced Retention of Cognitive Skill Learning. *Emotion*, 11(1), 12-19.
- WILHELM, I., DIEKELMANN, S., MOLZOW, I., AYOUB, A., MÖLLE, M., & BORN, J. (2011). Sleep selectively enhances memory expected to be of future relevance. *Journal of Neuroscience*, 31(5), 1563-1569.