

# Életkori és nemi különbségek az implicit tudás konszolidációjában 7 és 29 éves kor között

Juhász Dóra<sup>1</sup>, Németh Dezső<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola

<sup>2</sup> ELTE Pszichológia Intézet

<sup>3</sup> MTA Kognitív Idegstudományi és Pszichológia Intézet

125

**Összefoglalás:** Bevezetés: Életünk folyamán újabb és újabb ismereteket, készségeket sajátítunk el, melynek módja életkortól, idegrendszeri érettségtől, az elsajátítandó ismeretanyag minőségétől egyaránt függ. Gyermekkorban az idegrendszeri érés sajátosságai miatt elsősorban a nem tudatos, úgynevezett implicit tanulási formát alkalmazzuk, mely a környezetben megjelenő szekvenciák rögzülése révén teszi lehetővé pl. a motoros, szociális, nyelvi, illetve zenei készségek elsajátítását. Későbbi életkorokban hangsúlyosabbá válik a tudatosabb, figyelemfüggő, más néven explicit tanulás is, mely során az egyén konzekvensen, tételről-tételre sajátítja el a kívánt ismeretanyagot. A pszichiátriai gyakorlatban a rehabilitációs tevékenységekben a gyógyszeres terápiák mellett a beteg szociális viselkedésének megváltoztatása is cél (szocio- és pszichoterápiás eljárások), mely miatt kiemelt fontosságú az implicit tanulás fejlődési hátterének részletes feltérképezése, megismerése. Jelen kutatás elsődleges célja megvizsgálni, hogyan fejlődik, változik ez a tanulási forma a kor előrehaladtával, valamint van-e minőségbeli különbség a nők és férfiak implicit tanulása között. Mivel a tanulás nem csak a konkrét tanulási fázisban (online periódus) következik be, hanem a két tanulási fázis között eltelt időben is (offline periódus), így kiemelt fontosságú az offline periódusban történő rögzülés, vagyis a konszolidáció fejlődésének feltérképezése is.

**Módszerek:** A vizsgálatban 261 fő vett részt, 6 életkori csoportra bontva. A vizsgálati személyek az ASRT (Alternáló Szeriális Reakcióidő Feladat) feladatot kétszer végezték el, 24 órás eltéréssel.

**Eredmények:** A tanulási szakasz eredményei összhangban vannak az eddigi kutatási eredményekkel, melyek arra utalnak, hogy az implicit tanulás kb. 12 éves korig mutatja a legjobb eredményeket, azonban a kor előrehaladtával folyamatos hanyatlás figyelhető meg. A konszolidációt illetően az eredmények azonban azt mutatják, hogy minden vizsgált életkorban konszolidálódik az elsajátított tudás, de a konszolidáció mértékében nem mutatkoznak életkori különbségek. A két nem között a pontosságot tekintve a 24 órás konszolidációs periódus után tapasztalhatóak eltérések: a nők pontosabbak voltak.

**Következtetés:** Eredményeink nemcsak az implicit tanulás fejlődési aspektusait tárják fel, de az eredmények hosszú távon hozzájárulhatnak életkorspecifikus pszichiátriai rehabilitációs módszerek kidolgozásához.

**Kulcsszavak:** implicit tanulás; konszolidáció; rehabilitáció

**Summary:** Introduction: Extracting and acquiring sequential regularities from the environment is a fundamental human ability that underlies the acquisition of various motor, social and cognitive skills. As psychiatric rehabilitation often depends on the integrity of these skills, it is crucial to understand individual differences in sequence learning. Here we aimed to test age- and gender-related differences in sequence learning as well as in the consolidation of the acquired knowledge.

**Methods:** In the present study we aimed to characterize age-related and gender differences in the consolidation of implicitly acquired sequential memories between 7 and 29 years of age (N = 261). Participants were clustered into six age groups. The Alternating Serial Reaction Time (ASRT) task was used to measure implicit sequence learning. Participants were retested 24 hours after the learning phase.

**Results:** In the learning phase, implicit sequence learning showed a gradually declining pattern across age groups with children exhibiting the best learning performance, which is consistent with previous studies. Regarding consolidation, we found retention of implicit sequential memories in all age groups, with no age-related differences. We found no gender differences in the acquisition of sequential memories but gender differences emerged after the consolidation: male participants showed somewhat better performance in terms of accuracy compared to the female participants.

**Conclusion:** Our study explores implicit sequence learning and consolidation in a relatively wide age range and can contribute to the development and testing of alternative methods in age-specific psychiatric rehabilitation.

**Keywords:** implicit sequence learning; consolidation; rehabilitation

## Az implicit tanulás és annak fejlődése

126

A kognitív képességek vizsgálatával számos kutatás foglalkozik (1). A kutatási eredmények alapján a kognitív képességek (figyelem, érzékelés-észlelés, emlékezet, gondolkodási funkciók) fejlődési görbéje egészséges személyek esetében fordított U alakot mutat, mely szerint ezek a képességek gyermekkorától kezdve folyamatosan fejlődnek, felnőttkorban mutatják a legjobb eredményeket, majd időskorban a hanyatlás is előfordulhat (1, 2). Eddigi ismereteink alapján a tanulási folyamatok tekintetében megkülönböztethetünk explicit (tudatos) és implicit (nem tudatos) tanulást. Az explicit tanulás azt a hétköznapi értelemben vett tanulást jelenti, amikor az egyén az adott ismeretanyagot tudatos hozzáféréssel, figyelemfüggően sajátítja el, míg az implicit tanulás azon tanulási forma, amikor az „ismeretanyagra” konkrét instrukciók, tudatos hozzáférés nélkül teszünk szert. A mindennapok során – explicit módon – elsajátított tudás mérésére számos módszer létezik, pl. az iskolában dolgozat formájában kikérdezzük a feladott anyagrészt. Kevésbé hangsúlyos azonban az implicit tanulási forma, mely a hatékonyabb tanulás tekintetében rejt magában potenciális lehetőségeket. Az implicit tanulás fontos szerepet játszik a különböző motoros mozgássorok elsajátításában (sport), a különböző szociális viselkedések kialakításában, a zene- és nyelvtanulásban egyaránt. Ez a tanulási forma elsősorban az automatikusabb folyamatokhoz köthető. Jó példa rá a nyelvelsajátítás, ugyanis a kisgyermek nyelvtani szabályok tanulása nélkül, tökéletesen képesek elsajátítani az anyanyelvet.

A pszichiátriai rehabilitációs tevékenységek során a gyógyszeres kezelés mellett kiemelt fontosságú a betegek szociális viselkedésének, életének módosítása, hiszen számos esetben (pl. depresszió) megszakítják kapcsolatukat a külvilággal, szociális életük sivárrá válik (3). Ilyen értelemben ezeket a készségeket újra ki kell alakítani a betegekben, melyek során az implicit tanulásnak kulcsfontosságú szerepe van. Néhány gyermekpszichiátriai kórkép esetén (pl. autizmus spektrumzavar) kutatási eredmények arra utalnak, hogy az implicit tanulá-

suk éppen olyan jó, mint a tipikusan fejlődő gyermekeké (4).

Idegrendszeri háttérét tekintve az implicit tanulásért részben kéreg alatti struktúrák (basalis ganglionok), az ezzel összeköttetésben álló thalamus és a kisagy (cerebellum) felelősek (5, 6). Úgy tűnik, hogy az implicit tanulási folyamatok kezdetén a hippocampusnak is van szerepe (7, 8). Az implicit tanulás mérésére leginkább az SRT feladat, valamint ennek módosított verziója, az ASRT (Alternáló Szeriális Reakcióidő Feladat) feladat használatos (9, 10). Mindkettőben egy mozgó ingerre kell reagálni, melynek mozgása egy „rejtett” szekvenciát követ. Ilyen típusú feladatokkal számos vizsgálat fókuszált az implicit tanulás fejlődésére. Az egyik fő eredmény, hogy az implicit tanulás a kor előrehaladtával gyengül (11). Az implicit tanulással kapcsolatos uralkodó elméletek egy olyan fejlődési modellt mutatnak, miszerint az implicit funkciók érése már csecsemő- és kisgyermekkorban bekövetkezik, ellentétben az explicit tanulás és emlékezet időben elnyúló fejlődésével (12). Az irodalom azonban még nem egységes, vannak ugyanis olyan kutatási eredmények is, melyek szerint hasonlóan az explicit tanuláshoz, az implicit tanulási folyamatok is folyamatosan fejlődnek és a későbbi életkorokban válnak hatékonyabbá (13). Található olyan eredmény is, mely szerint az implicit szekvencia tanulás gyermekkorban 12 éves korig mutat jobb eredményeket (14).

Utóbb említett kutatásban *Janacsek és mtsai* (14) gyermekek, felnőttek és idős személyek implicit szekvencia-specifikus tanulását vizsgálták az implicit tanulás vizsgálatában elterjedt Alternáló Szeriális Reakcióidő Feladattal (ASRT). Kutatásukat elsősorban az indokolta, hogy a rendelkezésre álló szakirodalmak eltérő eredményeket mutatnak abból a szempontból, hogy gyermek- vagy felnőttkorban jobb-e az implicit szekvencia tanulás (14, 15). A korábbi kutatások az egyes mintákon eltérő módszerekkel vizsgálták e kérdést, mely nehezítő tényező az eredmények értelmezésében. *Janacsek és mtsai* (14) ezt a problémát megoldották. Eredményeik arra utalnak, hogy az implicit szekvencia tanulás 11–12 éves korig (az alacsony és magas gyakori-

ságú tripleteket illető tanulási mutatókat tekintve) mutatja a legmagasabb teljesítményt, majd 12 éves kor körül egy teljesítmény-csökkenés figyelhető meg. A csökkenés ellenére 12 éves kortól 59 éves korig jó, míg 60 éves kor felett már hanyatló tanulási teljesítményt figyelhetünk meg az implicit tanulást illetően. Ezáltal míg a klasszikus kognitív funkciók fejlődési görbéje fordított U alakot, addig az implicit tanulás fejlődési görbéje lépcsőzetesen csökkenő mintázatot mutat.

Több szakirodalmi adat utal arra, hogy a férfiak és a nők eltérően teljesítenek az egyes kognitív képességek terén; a férfiak általában a térivizuális és matematikai-problémamegoldási feladatokban, míg a nők a verbalitást igénylő, valamint a számolási feladatok terén teljesítenek jobban (16–18). Ennek hátterében bizonyos megközelítések szerint evolúciós okok húzódnak meg, más jellegű kutatási eredmények azonban az eltérő idegrendszeri és hormonrendszerbeli működésekre helyezik a hangsúlyt (17, 19, 20). *Dorfberger, Adi-Japha és Karni* (21) kutatásukban a serdülőkorú lányok és fiúk motoros készségtanulását vizsgálták (9, 12 és 17 éves korú fiúk és lányok). A velük felvett tesztek (Handwriting [HW]), Simple Thumb Tapping (sTT), Finger to-Thumb Opposition Sequence [FOS]) eredményei alapján az sTT tesztben a 17 éves fiúk teljesítettek a legjobban, a HW tesztben először a 12 éves lányok teljesítettek jobban, de amint a fiúk is begyakorolták a feladatot, megszűnt a különbség a két nem között. A 17 éves korosztálynál először nem volt szignifikáns különbség a fiúk és lányok között, de amint kellően begyakorolták a feladatot, a fiúk ebben a korcsoportban is gyorsabbá váltak. A harmadik teszt esetében semmilyen jellegű különbség nem volt a két nem teljesítménye között. A végső konklúzió tehát, hogy a fiúk egy pontig – amíg kellően be nem gyakorolják az adott feladatot – kevésbé teljesítenek jól, mint a velük korban azonos lányok.

Összességében hiánypótló kérdést vet fel, hogy egy speciálisan implicit szekvencia tanulást vizsgáló perceptuális-motoros feladat során kimutathatóak-e a fentiekhez hasonló eredmények. Megválaszolásra váró kérdés továbbá az

is, hogy az egyes életkori csoportokon belül hogyan alakulnak ezek a különbségek vagy hasonlóságok. *Dorfberger és mtsai* (21) kutatása is azt erősíti, hogy a gyakorlás, így a két gyakorlás között eltelt idő is – vagyis a konszolidáció – fontos tényező lehet az implicit tanulási folyamatban, ezért jelen kutatás keretein belül ezt a tényezőt is vizsgáljuk.

## A tanulási folyamatok periódusai.

### A konszolidáció

Számos vizsgálat igazolja, hogy az explicit és implicit tanulási folyamatok bekövetkezhetnek a konkrét feladat végzése/gyakorlása közben, de a két feladatvégzés között eltelt időben is (21, 22). A feladat végzése közben bekövetkező tanulási szakasz az ún. „online” tanulás, míg a két feladatvégzés közötti szakaszt „offline” tanulásnak nevezzük. Az off-line tanulási szakaszban nem történik konkrét gyakorlás, csupán a feladat alatt elsajátított tudás rögzül. A konszolidációs vizsgálatok arra utalnak, hogy a tudás rögzülésén kívül a későbbi teljesítmény javulása is megfigyelhető (23). A fentebb említett fejlődési kutatásban *Janacsek és mtsai* (14) az implicit tanulás úgynevezett „online” periódusára koncentráltak, az „offline” tanulásra – így a konszolidációra – nem történt vizsgálat. Bár egy korábbi kutatásuk során végeztek az implicit tudás konszolidációjára vonatkozó vizsgálatot, a minta csak két csoportot – fiatal felnőttek és idősek – tartalmazott (24). Hiánypótló azonban annak feltérképezése, hogy a különböző életkorú gyerekek az implicit módon elsajátított tudást milyen mértékben tartják meg, illetve felejtik el. *Press és mtsai* (23) a konszolidációs időben történő fejlődést vizsgálták motoros készségtanulási feladat segítségével. Az SRT feladat módosított verzióját használva 1, 4 és 16 óras eltéréssel, kétszer mérték fel a vizsgálati személyeket. Eredményeik arra utalnak, hogy minél több idő telik el a két adatfelvétel között, a vizsgálati személyek annál jobban teljesítenek a második adatfelvételnél. Mivel a konszolidáció vizsgálatát több (akár 24) óra múlva, egy újabb mérésrel lehet kivitelezni, fontos áttekinteni az

alvás szerepét a készségtanulási folyamatok tekintetében. A folyamatosan bővülő szakirodalomban ellentétes eredményeket találunk ezzel kapcsolatosan. Korábbi kutatások eredményei arra utalnak, hogy a perceptuális és motoros készségek elsajátításánál a két gyakorlás/adatfelvétel között történt alvás teljesítményjavulást eredményez (25, 26). *Walker és Stickgold* (26) kutatásukban az alvás hatását vizsgálták a motoros szekvencia tanulásra. Két csoportot vizsgáltak, akik esetében két adatfelvétel történt, 12 órás eltéréssel. Az egyik csoport esetében reggel és este, a másik csoport esetében este és reggel. Eredményeik szerint abban a csoportban, amelyik esetében a két adatfelvétel között eltelt időben volt alvás, a második adatfelvételkor teljesítményjavulás volt megfigyelhető a motoros szekvencia-tanulós feladatban. *Robertson és mtsai* (27) kutatásukban az SRT feladat explicit és implicit verzióját alkalmazva az alvás hatását vizsgálták az explicit és implicit tanulásra fiatal felnőttek esetében. Eredményeik arra utalnak, hogy míg az explicit tanulás folyamataiban szerepe van az alvásnak, addig az implicit tanulás úgy tűnik független attól. *Spencer és mtsai* (28) szintén az alvás, valamint a kor hatását vizsgálták mind az explicit, mind az implicit szekvencia tanulásra, azon belül az offline tanulási szakaszra nézve. Eredményeik arra utalnak, hogy míg a fiatalabb korosztályhoz tartozó vizsgálati személyek (18–24 év) eredményei a konszolidációs idő elteltével fejlődést mutatnak az explicit és implicit tanulós feladatban, az alvás nélküli feltételben, addig az idősebb korosztály (45–80 év) nem mutat javulást sem az explicit, sem az implicit tanulásban, az alvós és az alvás nélküli feltételben sem. Ez az eredmény is erősíti azt az elméletet, miszerint az implicit tanulás részben független az alvástól, valamint, hogy annak hatékonysága korfüggő lehet. Összességében a kutatási eredmények arra engednek következtetni, hogy az alvás pozitív hatással van a deklaratív emlékezetre, de a procedurális emlékezetet, így az implicit tanulási folyamatokat semmilyen irányban nem befolyásolják (11, 23, 25–27, 29). Így tehát jelen kutatásban emiatt nem fókuszálunk az alvásfüggő konszolidációra.

Összességében kutatásunk elsődleges célja az ASRT feladat segítségével feltérképezni az életkori és nemi különbségeket 7 és 29 éves kor között az implicit probabilsztikus szekvencia tanulásban és annak konszolidációjában. A konszolidáció vizsgálata érdekében az adatfelvétel kétszer történik meg, 24 órás eltéréssel. A kutatás elrendezése tehát a következő: 1. első adatfelvétel (tanulási fázis); 2. 24 óra (konszolidációs periódus); 3. második adatfelvétel (tesztelési fázis). A kutatás hipotézisei az alábbiak:

1. A gyermekek jobban teljesítenek az ASRT feladatban a 24 órás konszolidációs periódust követően, mint a fiatal felnőttek.
2. A férfiak jobban teljesítenek az ASRT feladatban a 24 órás késleltetés után, mint a nők. Az eddigi releváns szakirodalmak között leginkább az általános motoros készségtanulást vizsgáló SRT feladatot alkalmazó kutatásokat találunk, mely determinisztikus szekvenciát használ és kevés az olyan vizsgálat, mely perceptuális-motoros feladatban probabilsztikus szekvenciát használ (ASRT feladat). Utóbbi esetben a szekvencia „zajosabb”, ezért a való élet tanulási folyamataihoz közelebb áll. A korábbi vizsgálatokhoz képest továbblépés, hogy a jelen kutatás az offline periódusra/konszolidációra fókuszál.

## Módszerek

### Résztevők

A vizsgálatban 261 fő vett részt, 7 és 29 éves kor között, 6 korcsoportra osztva (1. táblázat). A vizsgálati személyeket kényelmi mintavétellel gyűjtöttük, a jelentkezés önkéntes alapon történt. A 18. életévüket betöltő, nagykorú személyek tájékoztató és beleegyező nyilatkozatot írtak alá, a 18. életévet be nem töltött személyek esetében szülői beleegyező nyilatkozatot írtunk alá, melyben tájékoztattuk őket a vizsgálat módszereiről, és biztosítottuk őket a bizalmas adatkezelés betartásáról. Emellett minden személyt (gyermekek esetében a szülőket) kikérdeztünk az általános egészségi állapotáról, hogy

**1. táblázat**

A vizsgálatban résztvevő személyek korcsoportonkénti elemszáma, átlagéletkora, a nemek aránya, valamint a tanulással töltött éveinek száma (átlag)

Csoport	Életkor	Nem	Iskolázottság
7–8 év (n=30)	7,90 (0,305)	16 F/14 N	1,95 (0,229)
9–10 év (n=41)	9,73 (0,449)	19 F/22 N	3,87 (0,548)
11–13 év (n=50)	11,96 (0,669)	25 F/25 N	5,88 (0,612)
14–15 év (n=52)	14,52 (0,617)	23 F/29 N	8,10 (0,374)
16–17 év (n=43)	16,54 (0,546)	15 F/28 N	10,03 (0,939)
18–29 év (n=45)	21,98 (3,147)	16 F/29 N	14,84 (2,396)

A szóródási mutató az átlag standard hibája (SEM – Standard Error Mean)

kiszűrjük a gyógyszeres kezelést igénylő szív- és érrendszeri, valamint neurológiai betegségeket, amelyek egyrészt befolyásolhatják a vizsgálat eredményeit, másrészt például az epilepsziás személyek érzékenyen reagálhatnak a képernyőn folyamatosan felvillanó ingerekre, így számukra nem is ajánlott a feladat elvégzése. A résztvevők a feladatban való részvételért jutalmat nem kaptak.

**Vizsgálati eszközök***ASRT feladat*

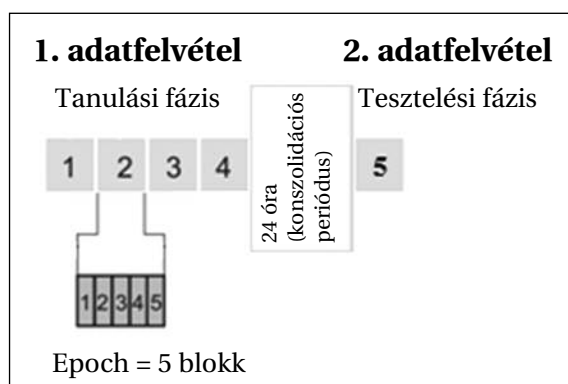
Az implicit tanulás vizsgálatát az ASRT feladattal végeztük. Két alkalommal történt adatfelvétel, 24 órás eltéréssel. A résztvevők egy Lenovo hordozható laptopon végezték a feladatokat. A géphez egy speciálisan erre a célra kialakított billentyűzetet csatlakoztattunk, melyekről az Y – C – B – M gombok kivételével minden más billentyűt eltávolítottunk, hogy minimálisra csökkentsük a félreütesésekből adódó hibázások számát. Az ASRT feladatban a monitor közepén, fehér háttéren négy kör jelent meg, melyhez a billentyűzet négy gombja – az Y, C, B és M – volt hozzárendelve. A négy kör egyikében megjelent maga az inger (kutyafej), és a feladat szerint azt a billentyűt kellett lenyomni, ahol a fej megjelent. Ha a kísérleti személy teljesítménye 92% alá esett, a pihenőidőben a program jelezte az egyéneknek, hogy próbáljanak pontosabbak lenni. A reakcióidőre is folyamatos visszajelzést kaptak, hogy próbáljanak gyorsabbak lenni. Az első adatfelvételnél (tanulási fázis) a feladat 20 blokkból (4 epoch), míg a második adatfelvétel-

kor (tesztelési fázis) pedig 5 blokkból (1 epoch) állt. Minden blokk 85 leütést tartalmazott, melyből 80 éles feladatban történt, az első 5 leütés pedig gyakorlásként szolgált. A feladat lényege az volt, hogy a vizsgálati személyek a reakcióidő feladat végzése közben tudat alatt elsajátítsanak egy rejtett mintázatot, ami a felvillanó ingerekbe volt ágyazva. A program a feladat elején minden egyes személynek kijelölt egy random módon generált szekvenciát, mondjuk az 1-2-3-4 mintát. A fix sorozat elemei egy-egy random elemmel voltak elválasztva. A feladat során így kialakultak nagy és kis gyakoriságú hármasok, úgynevezett „tripletek”, amiktől azt vártuk, hogy a személyek különböző reakcióidővel válaszolnak rájuk. Például magas gyakoriságú hármasok lehetnek: 1\_2, 2\_3, 3\_4, 4\_1. Ezek azért magas gyakoriságú hármasok, mert az alap megtanulandó szekvencia elemei közé bármi ékelődik be, amit a program random módon választ a 4 lehetséges hely közül, az beleillik a tanulandó mintázatba. (1r2r3r4). Ugyanerre a mintára, az alacsony gyakoriságú tripletek: 3\_1, 2\_4, 1\_3, 4\_2. Azért alacsony gyakoriságúak, mert az alap megtanulandó szekvenciában, nem fordul olyan elő, hogy a 4-es után 2-es jön. A tripletek kialakulhatnak 2 fix tag és egy random elem kombinációjából (pl.: 1r3), valamint két random és egy fix elem kombinációjából (pl.: r2r). A második esetben az előfordulási esély kisebb (1/16), míg az első esetben ¼ esély van rá, hogy a két fix elem közé egy olyan ékelődik, ami a megtanulandó mintázat részét képezi. Ez a módszer lehetővé tette, hogy a szekvencia tanulás képességét vizsgáljuk a konkrét szekvenciától függetlenül egy implicit tanulási helyzetben.

Eljárás

A vizsgálati személyek az ASRT feladatot kétszer végezték el, 24 órás eltéréssel. Az első adatfelvételkor pontos instrukciókat kaptak arra vonatkozóan, hogy a feladat során a folyamatosan felvillanó ingerre (dalmata kutya feje) kell a helyes billentyű lenyomásával minél gyorsabban és pontosabban reagálniuk. Elmondtuk, hogy bizonyos leütésszám után rövid pihenőidők lesznek beiktatva, amikor visszajelzést kapnak aktuális teljesítményükről. Egy adatfelvétel az egyén tempójától függően megközelítőleg 40–50 percet vett igénybe. Az első adatfelvétel volt a tanulási fázis, amikor a vizsgálati személyek nem tudatosan sajátíthatták el a feladatban elrejtett szekvenciát. Az első adatfelvétel után 24 óra feladatvégzés nélküli, konszolidációs periódus következett, amikor a vizsgálati személyek végezték szokásos napi rutinjukat. A második adatfelvétel volt a tesztelési fázis, amikor a személyek ismét elvégezték az ASRT feladatot. A feladat végén visszajelzést kértünk arról, hogy észleltek-e bármilyen szabályszerűséget a feladat során, ezzel is ellenőrizve, hogy a feladat valóban az implicit tanulást mérte-e. A vizsgálati személyek – ha észleltek is egyfajta szabályszerű ismétlődést – a pontos szekvenciát nem tudták visszaidézni.

1. ábra  
A kutatási elrendezés



A kutatási elrendezés: az első adatfelvételkor (tanulási fázis) a vizsgálati személyek a négy epochból, a második adatfelvételkor (tesztelési fázis) az egy epochból álló ASRT feladatot végezték el. A 24 órás konszolidáció vizsgálatát a tanulási fázis 4. és a tesztelési fázis 5. epochjának összehasonlításával végeztük el.

Statisztikai eljárás

Az adatokat az E-Prime programmal vettük fel, melyből az adatfájlokat kiemelve, összesítve tudtuk vizsgálni a személyek átlagos pontosságát és reakcióidejét epochokra lebontva. Az SPSS for Windows statisztikai elemzőprogram segítségével az adatokat varianciaanalízisnek vetettük alá. Ehhez összetartozó mintás varianciaanalízist végeztünk (General Linear Model – Repeated Measures próbáját használtuk), mert ez a módszer lehetővé teszi, hogy megvizsgáljuk az egyes faktorok interakcióját, és hatásukat a függő változóra, ami jelen esetben a reakcióidő és a pontossági adatok. Az adatokat mindkét esetben triplet gyakoriság szerint vizsgáltuk, vagyis elkülönítettük az alacsony és magas gyakoriságú tripletekre adott válaszok pontosságát és gyorsaságát.

Eredmények

1. Az első adatfelvétel pontossági eredményei

A személyek implicit szekvencia tanulásának vizsgálatára 2 (TRIPLET: magas és alacsony) x 4 (EPOCH: 1–4) x 2 (NEM: férfiak és nők) x 6 (ÉLETKORI CSOPORT: 1–6) varianciaanalízist végeztünk.

Az első adatfelvétel pontossági adatait tekintve a TRIPLET főhatás szignifikáns lett ( $F[1,249]=212,331, p<0,001$ ), vagyis a vizsgálati személyek megtanulták a szekvenciát, és pontosabban válaszoltak a magas gyakoriságú tripletekre az alacsony gyakoriságúakhoz képest. Az EPOCH főhatás is szignifikáns lett ( $F[3,747]=5,414, p<0,001$ ), mely azt jelenti, hogy a vizsgálati személyek pontossága a feladat során változott, ami elsősorban annak tudható be, hogy a gyakorlás előrehaladtával az alacsony gyakoriságú tripletekre csökkent a pontosság. Ez lényegében az egyre növekvő szekvencia-specifikus tudást jelzi, mivel a vizsgálati személyek az alacsony gyakoriságú tripleteknél is a magas gyakoriságú tripletekre számítanak, és többször hibáznak. Ezt jelzi a szignifikáns TRIPLET X EPOCH interakció is ( $F[3,747]=6,462, p<0,001$ ): a gyakorlás-

sal folyamatosan nő a különbség a pontosságot tekintve a magas és alacsony gyakoriságú tripletek között.

Az ÉLETKORI CSOPORT főhatás esetén szignifikáns eltérés mutatkozik ( $F[5,249]=6,154$ ,  $p<0,001$ ), vagyis a pontosság eltérő az egyes korcsoportokban: az életkor előrehaladtával a személyek egyre pontosabbak (2/a ábra). A TRIPLET X ÉLETKORI CSOPORT interakció nem lett szignifikáns ( $F[5,249]=0,434$ ,  $p=0,825$ ), vagyis nincs életkori különbség a triplet tanulásban. Ezzel összhangban a TRIPLET X EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT interakció esetén sem mutatkozott szignifikáns különbség ( $F[15,747]=0,867$ ,  $p=0,602$ ), vagyis a triplet tanulási mintázat megegyezik az egyes életkori csoportokban. Az EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT interakció sem lett szignifikáns ( $F[15,747]=1,421$ ,  $p=0,130$ ).

A NEM főhatás esetén szignifikáns eltérés mutatkozik ( $F[1,249]=6,357$ ,  $p=0,012$ ), a fiúk összességében pontatlanabbak voltak a feladat során (3/a ábra). A TRIPLET X NEM interakció esetén nincs szignifikáns eltérés ( $F[1,249]=0,340$ ,  $p=0,560$ ), vagyis a fiúk és a lányok hasonlóképpen tanulják meg a tripleteket. Ezzel összhangban a TRIPLET X EPOCH X NEM interakció sem lett szignifikáns ( $F[3,747]=0,594$ ,  $p=0,619$ ), vagyis a férfiak és nők esetén ugyanolyan a tanulás üteme a feladat során. Az EPOCH X NEM interakció esetén nem kaptunk szignifikáns eltérést ( $F[3,747]=0,549$ ,  $p=0,649$ ), vagyis a férfiak és nők pontossága hasonlóképpen alakul a feladat során.

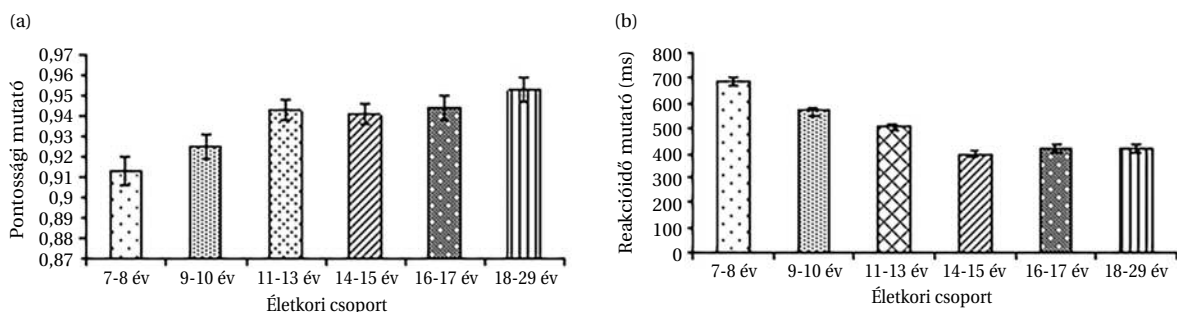
A TRIPLET X ÉLETKORI CSOPORT X NEM interakció esetében nem kaptunk szignifikáns eltérést ( $F[5,249]=0,638$ ,  $p=0,671$ ), tehát a fiúk és lányok életkortól függetlenül ugyanúgy tanulják a tripleteket. Az EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT X NEM interakció esetén sem mutatkozott szignifikáns eltérés ( $F[15,747]=1,013$ ,  $p=0,439$ ), mely azt jelenti, hogy a férfiak és nők, életkortól függetlenül hasonlóan teljesítenek az egyes epochokban. Végül pedig a TRIPLET X EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT X NEM interakció esetén szintén nem kaptunk szignifikáns eltérést ( $F[15,747]=0,591$ ,  $p=0,884$ ), ami arra utal, hogy a vizsgálati személyek nemtől és kortól függetlenül hasonlóképpen teljesítenek triplet tanulásban az egyes epochokban.

## 2. Az első adatfelvétel reakcióidő eredményei

Az első adatfelvétel reakcióidő adatait tekintve a TRIPLET főhatás szignifikáns különbség mutatkozik ( $F[1,249]=281,921$ ,  $p<0,001$ ), vagyis a vizsgálati személyek megtanulták a szekvenciát, és gyorsabban válaszoltak a magas gyakoriságú tripletekre az alacsony gyakoriságúakhoz képest. Ezzel összhangban a TRIPLET X EPOCH interakció is szignifikáns lett ( $F[3,747]=15,426$ ,  $p<0,001$ ), ami azt jelenti, hogy az idő előrehaladtával folyamatosan nő a különbség a reakcióidőt tekintve a magas és alacsony gyakoriságú tripletek között. Az EPOCH főhatás is szignifikáns lett ( $F[3,747]=246,166$ ,  $p<0,001$ ): a vizsgálati sze-

### 2. ábra

Az egyes életkori csoportok teljesítménye az első adatfelvétel során mért pontosságot és reakcióidőt tekintve



Az ábrákon jól látható, hogy az életkor előrehaladtával a pontosság szignifikánsan nő (a), a reakcióidő csökken (b). A szóró-dási mutató az átlag standard hibája (SEM – Standard Error Mean)



mélyek reakcióideje a feladat során folyamatosan javult.

Az ÉLETKORI CSOPORT főhatás esetén szignifikáns eltérés mutatkozik ( $F[5,249]=50,334$ ,  $p<0,001$ ), vagyis a reakcióidő eltérő az egyes korcsoportokban: az életkor előrehaladtával a személyek egyre lassabbak (2/b ábra). A TRIPLET X ÉLETKORI CSOPORT interakció esetén szignifikáns különbség mutatkozott ( $F[5,249]=3,054$ ,  $p=0,011$ ), vagyis van életkori különbség a triplet tanulásban, a legfiatalabb korcsoport teljesít a legjobban ( $p<0,001$ ). Ők a magas gyakoriságú tripletekre átlagosan 679,840 milliszekundum, az alacsony gyakoriságú tripletekre pedig 697,882 milliszekundum gyorsasággal reagáltak, ezzel ők mutattak a feladat során a legnagyobb triplet tanulási mutatót. A legkisebb mértékű tanulás a 16–17 és a 18–29 éves korosztály esetében tapasztalható (4/a ábra).

Az EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT interakció is szignifikáns lett ( $F[15,747]=11,397$ ,  $p<0,001$ ), a négy epochban máshogyan változik a reakcióidő életkori csoportonként. A legnagyobb mértékű javulást az 1–4-ig epoch végéig a 7–8 éves korosztály mutatta, míg a legkisebb mértékben a 18–29 éves korosztály tanult. A legtöbb epochban a leggyorsabban a 14–15 éves korosztály teljesített, míg a leglassabb korcsoport a 7–8 évesek voltak (4/b ábra). A TRIPLET X EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT interakció esetében nincs szignifikáns különbség ( $F[15,747]=1,205$ ,  $p=0,262$ ), tehát az egyes életkori csoportok ta-

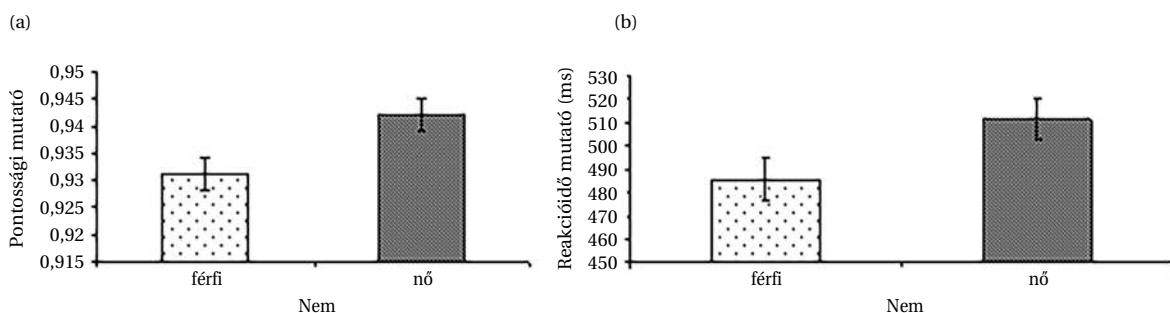
nulási mintázata/üteme hasonló volt a feladat során.

A NEM főhatás esetén tendenciaszintű eltérés mutatkozik ( $F[1,249]=4,664$ ,  $p=0,032$ ), a fiúk gyorsabbak voltak általában véve, mint a lányok (3/b ábra). A TRIPLET X NEM interakció esetén nincs szignifikáns eltérés ( $F[1,249]=0,271$ ,  $p=0,603$ ), vagyis a fiúk és a lányok hasonlóképpen tanulják meg a tripleteket. Ezzel összhangban a TRIPLET X EPOCH X NEM interakció esetében sem kaptunk szignifikáns különbséget ( $F[3,747]=1,114$ ,  $p=0,342$ ), vagyis a triplet tanulás üteme is hasonló volt a férfiak és nők esetén az egyes epochokban. Az EPOCH X NEM interakció esetében sem kaptunk szignifikáns eltérést ( $F[3,747]=0,520$ ,  $p=0,669$ ), tehát a férfiak és nők reakcióideje hasonlóképpen változik az egyes epochokban.

A TRIPLET X ÉLETKORI CSOPORT X NEM interakció esetén nem kaptunk szignifikáns különbséget ( $F[5,249]=0,841$ ,  $p=0,522$ ), tehát a fiúk és lányok életkortól függetlenül ugyanúgy tanulják a tripleteket. Emellett a triplet tanulás üteme is hasonló a fiúk és lányok esetében, életkori csoporttól függetlenül, amit a nem szignifikáns TRIPLET X EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT X NEM interakció jelez ( $F[15,747]=0,598$ ,  $p=0,878$ ). Az EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT X NEM interakció sem szignifikáns ( $F[15,747]=1,039$ ,  $p=0,412$ ), vagyis a férfiak és nők teljesítménye életkortól függetlenül hasonló az négy epochban.

**3. ábra**

A férfiak és nők pontossága és reakcióideje az első adatfelvétel során ASRT feladatban

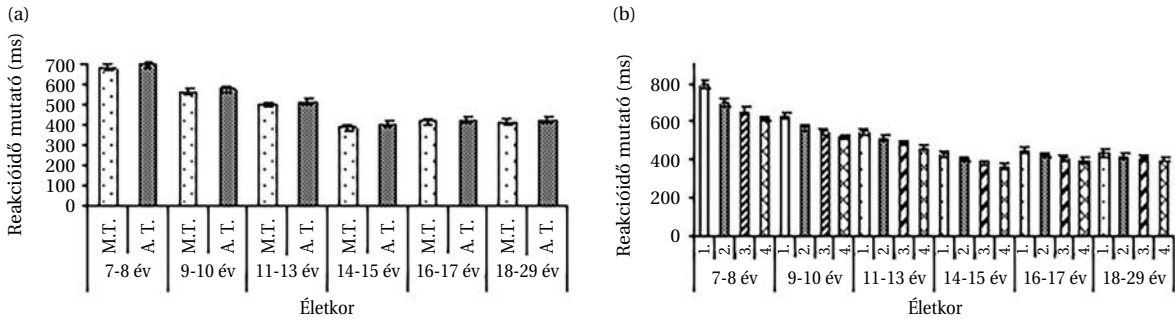


A pontossági ábrán (a) jól látható, hogy a nők szignifikánsan pontosabbak (átlag: 0,942), mint a férfiak (átlag: 0,931). A reakcióidő eredmények ábrája (b) szemlélteti, hogy a férfiak reakcióideje tendenciaszinten gyorsabb (átlag: 485,227, szórás: 9,139), mint a nőké (átlag: 511,691, szórás: 8,164). A szóródási mutató az átlag standard hibája (SEM – Standard Error Mean)



**4. ábra**

Az egyes életkori csoportok reakcióidőbeli teljesítménye az első adatfelvételkor



133

Az (a) ábrán jól látható, hogy van életkori különbség a triplet tanulásban, a legfiatalabb korcsoport teljesít a legjobban ( $p < 0,001$ ). Ők a magas gyakoriságú tripletekre (M.T.) átlagosan 679,840 milliszekundum (ms), az alacsony gyakoriságú tripletekre (A.T.) pedig 697,882 ms gyorsasággal reagáltak, ezzel ők mutattak a feladat során a legnagyobb triplet tanulást. A legkisebb mértékű tanulás a 16–17 (M.T.: 414,306 ms és A.T.: 423,760) és a 18–29 (M.T.: 411,687. és A.T.: 420,645) éves korosztály esetében tapasztalható. A (b) ábrán látható, hogy a feladat négy epochában eltérően változik a reakcióidő az egyes életkori csoportok esetében. A legnagyobb mértékű javulást az 1–4-ig epoch végéig a 7–8 éves korosztály mutatta, míg a legkisebb mértékben a 18–29 éves korosztály tanult. A legtöbb epochban a leggyorsabban a 14–15 éves korosztály teljesített. Az ő esetükben az első epochban 431,538 ms, a másodikban 399,595 ms, a harmadikban 384,985 ms s negyedikben 366,704 ms teljesítmény figyelhető meg. A leglassabb korcsoport a 7–8 évesek voltak (1. epoch: 791,270 ms, 2. epoch: 694,501 ms, 3. epoch: 653,674 ms, 4. epoch: 615,998 ms)

**3. A 24 órás konszolidáció pontossági eredményei**

Az implicit szekvencia tanulás konszolidációjának vizsgálatára 2 (TRIPLET: magas és alacsony) x 2 (EPOCH: 1–2) x 2 (NEM: férfiak és nők) x 6 (ÉLETKORI CSOPORT: 1–6) varianciaanalízist végeztünk. A 2 (EPOCH: 1–2) jelen esetben az első nap utolsó (negyedik), valamint a második nap első epochját jelenti.

A 24 órás konszolidáció pontossági adatait tekintve a TRIPLET főhatás szignifikáns lett ( $F[1,249]=245,772$ ,  $p < 0,001$ ), vagyis a vizsgálati személyek pontosabban válaszoltak a magas gyakoriságú tripletekre az alacsony gyakoriságúakhoz képest. A TRIPLET X EPOCH interakció is szignifikáns lett ( $F[1,249]=11,711$ ,  $p=0,001$ ), ami azt jelzi, hogy a 24 órás késleltetés során változott a triplet tudás mértéke. A magas és alacsony gyakoriságú tripletekre adott válaszok a második nap elején már szignifikánsan pontosabbak voltak (tanulási fázis: magas gyakoriságú triplet átlag: 0,943, szórás: 0,002, alacsony gyakoriságú triplet átlag: 0,923; szórás: 0,003; tesztelési fázis: magas gyakoriságú triplet átlag: 0,960, szórás: 0,002, alacsony gyakoriságú triplet átlag: 0,931 szórás: 0,003), vagyis a vizsgálati

személyek teljesítménye a második napra javult. Ez a változás hasonló volt az egyes életkori csoportokban (TRIPLET X EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT: ( $F[5,249]=0,426$ ,  $p=0,830$ ), viszont különbözött a fiúk és lányok esetében (TRIPLET X EPOCH X NEM: ( $F[1,249]=4,631$ ,  $p=0,032$ ). A post-hoc elemzés eredménye arra utal, hogy a fiúk teljesítménye 24 órával az első adatfelvételt követően javul, míg a lányok megtartják az elsajátított tudást, eredményeik azonban nem lesznek jobbak. A triplet tudás változásának mértékében nem találtunk szignifikáns összefüggést az életkori csoport és a nem között (TRIPLET X EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT X NEM: ( $F[5,249]=0,791$ ,  $p=0,557$ ).

Az EPOCH főhatás esetén szignifikáns eltérés mutatkozik ( $F[1,249]=22,552$ ,  $p < 0,001$ ), ami azt jelenti, hogy a vizsgálati személyek pontossága javult a 24 órás késleltetés során. A változás mértéke eltért az egyes életkori csoportoknál (EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT: ( $F[5,249]=4,999$ ,  $p < 0,001$ ). A legnagyobb javulást a második napra a 7–8 éves korosztály mutatja (tanulási fázis átlag: 0,905, szórás: 0,008; tesztelési fázis átlag: 0,943, szórás: 0,007), míg a legkevésbé a 16–17 éves korosztály javított a pontosságán (tanulási fázis átlag: 0,937, szórás: 0,007; teszte-

lési fázis átlag: 0,939, szórás: 0,006). A 18–29 éves korosztály a második nap elején kissé alacsonyabb szinten teljesített, mint az első nap végén (tanulási fázis átlag: 0,948, szórás: 0,007; tesztelési fázis átlag: 0,942, szórás: 0,006). A 11–13 éves korcsoport javított is teljesítményén, valamint ők voltak a legpontosabbak is (tanulási fázis átlag: 0,945, szórás: 0,006; tesztelési fázis átlag: 0,953, szórás: 0,005) (5/a ábra). A változás mértéke nem függött a nemtől (EPOCH X NEM: (F[1,249]=0,235, p=0,628) (5/b ábra).

A többi főhatást tekintve, az ÉLETKORI CSOPORT főhatás tendenciaszintű lett (F[5,249]=2,121, p=0,064), vagyis a pontosság eltérő az egyes korcsoportokban, hasonlóan az első adatfelvételkor kapott eredményekhez. A NEM főhatás is szignifikáns lett (F[5,249]=5,684, p=0,018), a fiúk pontosabbak voltak összességében, mint a lányok – ami szintén megegyezik az első adatfelvétel eredményeivel. A többi összefüggés nem volt szignifikáns (minden p>0,174).

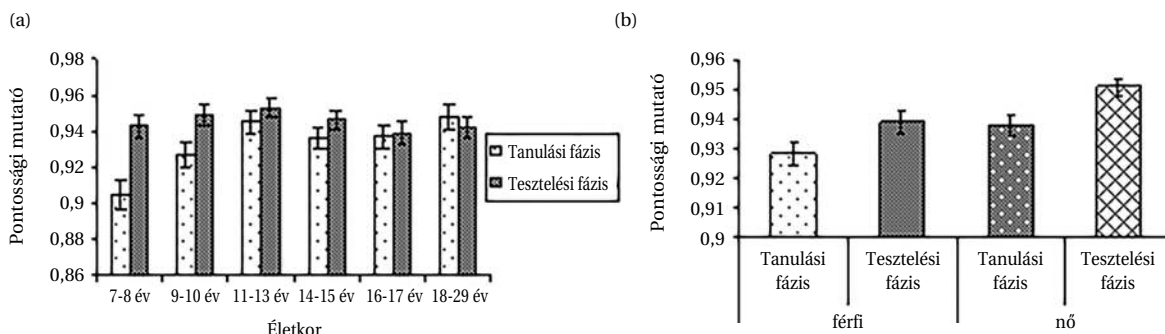
#### 4. A 24 órás konszolidáció reakcióidő eredményei

A 24 órás konszolidáció reakcióidő adatait tekintve a TRIPLET főhatás szignifikáns lett (F[1,249]=353,934, p<0,001), vagyis a vizsgálati személyek gyorsabban válaszoltak a magas gyakoriságú tripletekre az alacsony gyakoriságúakhoz képest. A TRIPLET X EPOCH interakció esetén nem mutatkozott szignifikáns eltérés (F[1,249]=0,504, p=0,478), ami azt jelenti, hogy nem változott a különbség a reakcióidőt tekintve a magas és alacsony gyakoriságú tripletek között a 24 órás késleltetés során. A vizsgálati személyek tehát nem felejtették el a megszerzett triplet tudást, és ez a tudásuk nem is javult a késleltetés során.

A TRIPLET X ÉLETKORI CSOPORT interakció esetén szignifikáns eltérés mutatkozott (F[5,249]=2,530, p=0,030), vagyis életkori különbség van a triplet tanulásban, hasonlóan az első adatfelvétel eredményeihez. Ettől függetlenül a triplet tudás mértéke *nem változott a késleltetés során* sem az életkor (TRIPLET X EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT: (F[5,249]=0,136, p=0,984), sem a nem függvényében (TRIPLET X

#### 5. ábra

Az egyes életkori csoportok általános pontosságának eredményei a 24 órás késleltetést illetően az első nap negyedik (tanulási fázis), valamint a második nap első epoch (tesztelési fázis) összehasonlítása alapján



(a) Az ábrán jól látható, hogy az általános pontosság az életkor előrehaladtával nő, valamint a legtöbb életkori csoportban a tesztelési fázisban pontosabbak a vizsgálati személyek. A legnagyobb javulást a tesztelési fázisban a 7–8 éves korosztály mutatja (tanulási fázis átlag: 0,905, szórás: 0,008; tesztelési fázis átlag: 0,943, szórás: 0,007), míg a legkevésbé a 16–17 éves korosztály javított a pontosságán (tanulási fázis átlag: 0,937, szórás: 0,007; tesztelési fázis átlag: 0,939, szórás: 0,006). A 18–29 éves korosztály a tesztelési fázisban kissé alacsonyabb szinten teljesített, mint a tanulási fázisban (tanulási fázis átlag: 0,948, szórás: 0,007; tesztelési fázis átlag: 0,942, szórás: 0,006). A 11–13 éves korcsoport javított is teljesítményén, valamint ők voltak a legpontosabbak is (tanulási fázis átlag: 0,945, szórás: 0,006; tesztelési fázis átlag: 0,953, szórás: 0,005). (b) A nemi különbségeket illetően a nők pontosabbak mindkét fázist illetően (tanulási fázis átlag: 0,938, szórás: 0,004; tesztelési fázis átlag: 0,951, szórás: 0,003), mint a férfiak (tanulási fázis átlag: 0,928, szórás: 0,004; tesztelési fázis átlag: 0,939, szórás: 0,004). A szórási mutató az átlag standard hibája (SEM – Standard Error Mean)

EPOCH X NEM: ( $F[1,249]=0,054$ ,  $p=0,817$ ), illetve interakció sem volt a két csoportosító változó között (TRIPLET X EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT X NEM: ( $F[5,249]=0,626$ ,  $p<0,680$ ).

Az EPOCH főhatás szignifikáns lett ( $F[1,249]=98,176$ ,  $p<0,001$ ), ami azt jelenti, hogy a vizsgálati személyek reakcióideje a késleltetés során javult. Az EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT interakció is szignifikáns lett ( $F[5,249]=8,261$ ,  $p<0,001$ ), a tanulási és tesztelési fázis során más-hogyan változik a reakcióidő életkori csoportonként (6/a ábra). Emellett az EPOCH X NEM interakció esetén nem mutatkozott szignifikáns különbség ( $F[1,249]=1,307$ ,  $p=0,254$ ), tehát a férfiak és nők hasonlóképpen teljesítenek a késleltetés során (6/b ábra). Az EPOCH X ÉLETKORI CSOPORT X NEM interakció esetén sem találtunk szignifikáns eltérést ( $F[5,249]=0,947$ ,  $p=0,434$ ), vagyis a férfiak és nők teljesítménye életkortól függetlenül hasonló volt a tanulási és tesztelési fázisban.

A többi főhatást tekintve az ÉLETKORI CSOPORT főhatás szignifikáns lett ( $F[5,249]=36,423$ ,  $p<0,001$ ), vagyis a reakcióidő eltérő volt az egyes korcsoportokban, hasonlóan az első adatfelvételkor kapott eredményekhez. A NEM főhatás esetén tendenciaszerű eltérés mutatkozik ( $F[1,249]=3,593$ ,  $p=0,059$ ), a fiúk gyorsabbak voltak, hasonlóan az első adatfelvétel eredményei-

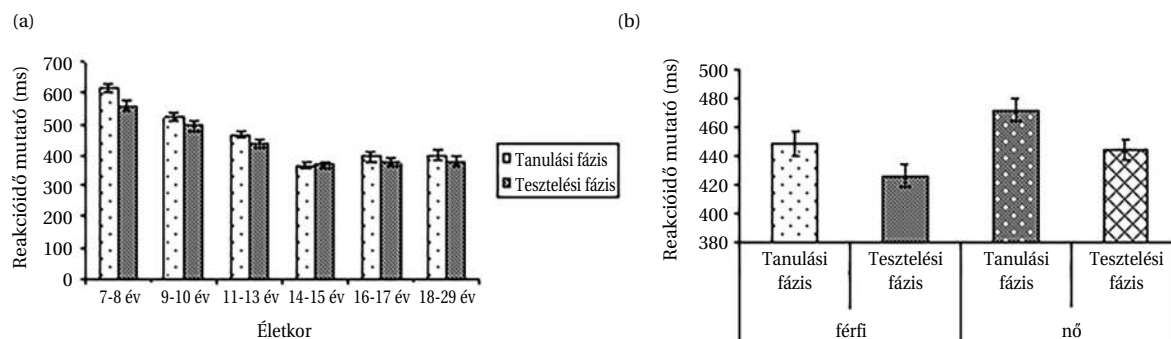
hez. A többi összefüggés nem lett szignifikáns (minden  $p>0,372$ ).

## Megbeszélés

Jelen kutatás elsődleges célja az volt, hogy az ASRT feladat segítségével feltérképezze az életkori, valamint nemi különbségeket kisiskoláskorú gyermekek és fiatal felnőttek között az implicit probabilsztikus szekvencia tanulás konszolidációját illetően. Eredményeink azt mutatják, hogy a tanulási szakaszban (első adatfelvétel) a gyerekek jobban teljesítenek implicit szekvenciatanulás reakcióidő adatai esetén, mint az idősebb korcsoportok. 24 órával később azonban nem volt életkori különbség a konszolidációs mutatókban, vagyis az emlékyomok megszilárdítása ugyanolyan mértékű volt a különböző életkorú csoportokban. A tanulási szakasz tanulási mutatóiban nem találtunk nemi különbségeket, azonban az általános pontosságban (függetlenül a tanulási teljesítménytől) a fiúk nem nagy eltéréssel, de többnyire pontatlanabbak, mint a lányok. A konszolidációs elemzések azt mutatták, hogy a fiúknak 24 óra elteltével javult a teljesítményük (offline javulás), míg a lányok jól megszilárdították a tanult anyagot – nem felejtettek, de nem is javultak.

### 6. ábra

Az egyes életkori csoportok reakcióidejének eredményei a 24 órás késleltetést illetően a tanulási és a tesztelési fázis összehasonlítása alapján



(a) Az ábrán jól látható, hogy a reakcióidő az életkor előrehaladtával csökken, valamint a legtöbb életkori csoportban a tesztelési fázisban gyorsabbak a vizsgálati személyek. A tanulási és tesztelési fázis során a leggyorsabbak a 14–15 évesek (tanulási fázis: 366,704 ms, tesztelési fázis: 367,584 ms), a leglassabbak a 7–8 évesek (tanulási fázis: 615,998 ms, tesztelési fázis: 558,408 ms). (b) A nemi különbségeket illetően látható, hogy a férfiak mindkét fázist illetően gyorsabbak (tanulási fázis: 448,556 ms, tesztelési fázis: 425,934 ms), mint a nők (tanulási fázis: 472,283 ms, tesztelési fázis: 443,761 ms), bár a teljesítménybeli eltérésük nem szignifikáns mértékű. A szóródási mutató az átlag standard hibája (SEM – Standard Error Mean)

Az első adatfelvétel során a reakcióidőt tekintve van életkori különbség az implicit tanulásban, a 7–8 éves korcsoport teljesít a legjobban. Az ő esetükben a magas gyakoriságú tripletekre átlagosan 679,840 milliszekundum, az alacsony gyakoriságú tripletekre pedig 697,882 milliszekundum gyorsasággal reagáltak, ezzel ők mutattak a feladat során a legnagyobb reakcióidő mutatót. A legkisebb mértékű tanulás a 16–17 és a 18–29 éves korosztály esetében tapasztalható. Az implicit szekvenciatanulásban nincs szignifikáns különbség a fiúk és a lányok között, sőt még a tanulás üteme is hasonló a fiúk és lányok esetében, epochtól és életkori csoporttól függetlenül.

A négy epochban máshogyan változik az alap reakcióidő (szekvenciatanulástól függetlenül) életkori csoportonként, a legnagyobb mértékű alap reakcióidő javulást az elsőtől a negyedik epoch végéig a 7–8 éves korosztály mutatta, míg a legkisebb mértékben a 18–29 éves korosztály gyorsult. A legtöbb epochban a leggyorsabban a 14–15 éves korosztály teljesített, míg a leglassabb korcsoport a 7–8 évesek voltak. Mindent egybevetve a reakcióidő eltérő az egyes korcsoportokban: az életkor előrehaladtával a személyek egyre gyorsabbak. A fiúk tendenciaszinten (több mint 26 milliszekundummal) gyorsabb reakcióidőt mutattak, mint a lányok, de ez a különbség nem jelentős mértékű.

A 24 órás konszolidáció tanulási mutatóiban az offline változás mértéke az egyes fázisokban minden életkori csoportban hasonló volt. A nemi különbségeket tekintve a fiúk javultak másnapra, míg a lányok megtartották az előző nap megtanultakat. Ezek az eredmények összecsengenek *Dorfberger és mtsai* (21) kutatásának eredményeivel. A reakcióidőt tekintve minden életkori csoport hasonló gyorsasággal dolgozott. A férfiak és nők teljesítménye szignifikánsan nem tért el egymástól, azonban eredményeik alapján látható, hogy a férfiak – hasonlóan az első napon nyújtott teljesítményükhöz – valamelyest gyorsultak. A pontosságban tapasztalható alacsonyabb teljesítmény és az ezzel párhuzamos reakcióidőbeli javulás mögött vámm-rév hatás állhat, vagyis a férfiak valószínűleg több erőforrást fordítanak a reakcióidejük javítására,

mely ezáltal a pontosságban nyújtott teljesítményük csökkenéséhez vezet.

Összefoglalva tehát megállapíthatjuk, hogy a gyerekek a felnőttekéhez hasonló memóriakonszolidációs teljesítményt mutatnak. A szekvenciaspecifikus tanulás konszolidációban nemi különbségeket találtunk, a férfiak jobban teljesítenek a 24 órás késleltetés után, mint a nők, ami utalhat jobb perceptuális-motoros konszolidációs folyamatokra. Ezt azonban további nagyobb elemszámú vizsgálatokkal kell a jövőben még tesztelni. Bizonyos kutatási eredmények arra utalnak, hogy a motoros tanulást illetően három alvással töltött éjjel nagyobb mértékű teljesítményjavulást eredményez, mint a 24 órás újratestelés (31, 32). Ezek alapján jelen kutatási elrendezést érdemes lehet a jövőben ennek alapján módosítani, és több, 24 óránkénti adatfelvétel eredményeit összevetni, majd azok alapján megvizsgálni az életkori, illetve nemi különbségeket.

Számos pszichiátriai kórkép esetén a szociális készségek sérültek, azonban újabb kutatási eredmények alapján az ezek elsajátítása mögött meghúzódó implicit tanulás sokszor teljesen ép lehet. Ez lehetőséget ad ilyen irányú fejlesztési tervek kidolgozására (4). A pszichiátriai rehabilitáció során a betegek gyógyszeres kezelése mellett nagy szerepe van a szocio- és pszichoterápiáknak is, melyek segítségével az egyén társadalmi életbe való reintegrációját próbálják elősegíteni (3). A szociális készségek elsajátítása nagyrészt implicit tanulási folyamatokon alapul, ezért nagy szükség van ezen tanulási forma fejlődési aspektusainak feltérképezésére, alaposabb megismerésére az életkorspecifikus rehabilitációs tevékenységek kidolgozásához (14, 16–18, 21). Fontos tényező továbbá, hogy nemcsak az explicit, de az implicit tanulási folyamatok hatékonyságában is szerepet játszik a két tanulási fázis között eltelt idő (23, 25, 26). Ez a terápiás módszerek kidolgozásakor szintén kulcsfontosságú, mert nem elég, ha a tanulási szakaszban jó a teljesítmény – és így hatékonynak tűnik a terápiás módszer – de ennek hosszú távon be is kell épülnie a viselkedési mintázatokba.

**Köszönetnyilvánítás**

Köszönjük Dr. Janacsek Karolinának a cikk megírásában nyújtott szakmai támogatását.  
A kutatást a NAP támogatta (2017-1.2.1-NKP-2017-00002).

**Irodalom**

1. CRAIK FI, BIALYSTOK E:  
Cognition through the lifespan: mechanisms of change. *Trends in Cognitive Sciences* 2006; 10, 3: 131–138.
2. JUHÁSZ D:  
A verbális munkamemória fejlődésének vizsgálata 5 éves kortól 85 éves korig. *Iskolakultúra*. In press.
3. ANTHONY WA, LIBERMAN RP:  
The practice of psychiatric rehabilitation: Historical, conceptual and research base. *Schizophrenia Bulletin*, 1986; 12, 4: 542–559.
4. NEMETH D, JANACSEK K, BALOGH V, LONDE ZS, MINGESZ R, FAZEKAS M, JAMBORI SZ, DANYI I, VETRO A:  
Learning in autism: Implicitly superb. *PlosOne* 2010; 5, 7: e11731.
5. AFIFI AK:  
The basal ganglia: A neural network with more than motor function. *Seminars in Pediatric Neurology* 2003; 10: 3–10.
6. HIKOSAKA O, NAKAMURA K, SAKAI K, NAKAHARA H:  
Central mechanisms of motor skill learning. *Current Opinion in Neurobiology* 2002; 12: 217–222.
7. ALBOUY G, STERPENICH V, BALTEAU E, VANDEWALLE G, DESSEILLES M, DANG-VU T, DARSAUD A, RUBY P, LUPPI P, DEGUELDRE C, PEIGNEUX P, LUXEN A, MAQUET P:  
Both the hippocampus and striatum are involved in consolidation of motor sequence memory. *Neuron* 2008; 58: 261–272.
8. SCHENDAN HE, SEARL MM, MELROSE RJ, STERN CE:  
An fMRI study of the role of the medial temporal lobe in implicit and explicit sequence learning. *Neuron* 2003; 37: 1013–1025.
9. HOWARD HJ, HOWARD DV:  
Age differences in implicit learning of higher order dependencies in serial patterns. *Psychology and Aging* 1997; 12: 634–656.
10. NISSEN MJ, BULLEMER P:  
Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology* 1987; 19: 1–32.
11. NEMETH D, JANACSEK K, LONDE ZS, ULLMAN MT, HOWARD DV, HOWARD JH:  
Sleep has no critical role in implicit motor sequence learning in young and old adults. *Experimental Brain Research* 2010; 201: 351–358.
12. THOMAS K, NELSON CA:  
Serial reaction time learning in preschool- and school-age children. *Journal of Experimental Child Psychology* 2001; 79: 364–387.
13. THOMAS KM, HUNT RH, VIZUETA N, SOMMER T, DURSTON S, YANG Y, WORDEN MS:  
Evidence of developmental differences in implicit sequence learning: az fMRI study of children and adults. *Journal of Cognitive Neuroscience* 2004; 16, 8: 1339–1351.
14. JANACSEK K, FISER J, NEMETH D:  
The best time to acquire new skills: age-related differences in implicit sequence learning across the human lifespan. *Developmental Science* 2012; 15, 4: 496–505.
15. MEULEMANS T, VAN DER LINDEN M, PERRUCHET P:  
Implicit sequence learning in children. *Journal of Experimental Child Psychology* 1998; 69, 3: 199–221.
16. GEARY DC:  
Sexual selection and sex differences in mathematical abilities. *Behavioral and Brain Sciences* 1996; 19: 229–247.
17. ULLMAN TM, MIRANDA AR, TRAVERS LM:  
Sex differences in the neurocognition of language. In: Becker JB, Berkley KJ, Geary N (eds.): *Sex on the brain: From Genes to Behavior*; NY NY, Oxford University Press, 2008: 291–309.
18. VOGEL AS:  
Gender differences in intelligence, language, visual- motor abilities, and academic achievement in students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities* 1990; 23: 44–52.
19. KIMURA D (szerk.):  
Női agy, férfi agy. Budapest: Kairosz Könyvkiadó, 1999.
20. TORRES A, GÓMEZ-GIL E, VIDAL A, PUIG O, BOGET T, SALAMERO M:  
Gender differences in cognitive functions and influence of sex hormones. *Actas espanolas de psiquiatria* 2006; 34, 6: 408–415.
21. DORFBERGER S, ADI-JAPHA E, KARNI A:  
Sex differences in motor performance and motor learning in children and adolescents: An increasing male advantage in motor learning and consolidation phase gains. *Behavioural Brain Research* 2009; 198: 165–171.
22. JANACSEK K, NEMETH D:  
Predicting the future: From implicit learning to consolidation. *International Journal of Psychophysiology* 2012; 83: 213–221.
23. PRESS DZ, CASEMENT MD, PASCUAL-LEONE A, ROBERTSON EM:  
The time course of off-line motor sequence learning. *Cognitive Brain Research* 2005; 25: 375–378.
24. NEMETH D, JANACSEK K:  
The dynamics of implicit skill consolidation in young and elderly adults. *Journal of Gerontology, Psychological Sciences* 2010; 66B, 1: 15–22.
25. KARNI A, TANNE D, RUBENSTEIN BS, ASKENASY JJ, SAGI D:  
Dependence on REM sleep of overnight improvement of a perceptual skill. *Science* 1994; 265: 679–682.
26. WALKER MP, STICKGOLD R:  
Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron* 2004; 44: 121–133.
27. ROBERTSON EM, PASQUAL-LEONE A, PRESS DZ:  
Awareness modifies the skill-learning benefits of sleep. *Current Biology* 2004; 14: 208–212.
28. SPENCER RMC, GOUW AM, IVRY RB:  
Age-related decline of sleep-dependent consolidation. *Learning and memory* 2007; 14: 480–484.
29. WILHELM I, DIEKELMANN S, BORN J:  
Sleep in children improves memory performance on declarative but not procedural tasks. *Learning and Memory* 2008; 15: 373–377.
30. WALKER MP, BRAKEFIELD T, SEIDMAN J, MORGAN A, HOBSON JA, STICKGOLD R:  
Sleep and the time course of motor skill learning. *Learning and Memory* 2003; 10: 275–284.
31. KURIYAMA K, STICKGOLD R, WALKER MP:  
Sleep-dependent learning and motor-skill complexity. *Learning and Memory* 2004; 11: 705–713.