
Eredeti közlemények

SZABÁLYOK KIEMELÉSE
NYELVI ÉS NEM NYELVI INGEREKBŐL

LUKICS KRISZTINA SÁRA¹ – KEMÉNY FERENC^{1,2}

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Kognitív Tudományi Tanszék

² Karl-Franzens-Universität Graz

E-mail: lukics.krisztina.sara@gmail.com

Beérkezett: 2015. május 1. – *Elfogadva:* 2015. október 21.

A bemutatott kísérletben a mesterséges nyelvtan paradigma keretében tanulmányoztuk egy egyszerű szabály hangszekvenciákból való kiemelését nyelvi és nem nyelvi ingerkészlet esetén. A kísérletben részt vevő vizsgálati személyeknek egy egyszerű rövid távú emlékezeti feladat keretében kellett nyelvi, illetve nem nyelvi elemekből álló szabályos és szabálytalan hangszekvenciákat hallgatniuk és visszaadniuk. Az eredmények szerint a szabályosságot tartalmazó szekvenciák esetében az emlékezeti terjedelem nagyobb volt a nyelvi ingerkészlet esetén, mint a nem nyelvi esetben. A szabályosságot nem tartalmazó szekvenciáknál azonban nem volt hatással az emlékezeti terjedelemre, hogy az ingerkészlet a nyelvi vagy a nem nyelvi tartományba tartozott-e. Az eredmények alapján hatékonyabb a szabályok kiemelése nyelvi szekvenciákból a mesterséges nyelvtan feladat esetében. A kísérlet eredményei felvetik a nyelvi ingerekben lévő szabályosságokra kiemelten érzékeny implicit-procedurális abrendszerek lehetőségét.

Kulcsszavak: implicit-procedurális memóriarendszer, szabálykiemelés, mesterséges nyelvtan feladat, nyelvi tartomány, nem nyelvi tartomány

SZABÁLYOK KIEMELÉSE NYELVI ÉS NEM NYELVI INGEREKBŐL

Mindennapi életünk során számtalan ismétlődő mintázattal, szerkezettel találkozunk, ezek közül rengeteg jelentéstelen vagy irreleváns. Azonban annak az esélye, hogy egy nyelvi ingerekből álló szekvencia ne legyen jelentésteli, igen kicsi – így nagyon figyelemfelkeltő tud lenni például egy irreleváns mondat. Ennek kapcsán adaptív lehet egy olyan szabálykiemelő mechanizmus léte, amely különösen érzékeny a nyelvi ingermin-tázatokban lévő szabályosságokra. Vizsgálatunk fókuszában az implicit-procedurális

memória nyelvi vonatkozásai állnak. Vajon a memóriarendszernek létezik olyan vonatkozása, alrendszere, amely különösen érzékeny a nyelvi tartományra? A bemutatott kísérlet mesterséges szabályszerűségek kiemelését vizsgálja nyelvi és nem nyelvi ingerkészletek összevetésével.

Nyelv és implicit-procedurális emlékezet

Az emberi emlékezet nem alkot egységes egészet, felosztására több elméleti keret született. Ezen elméletek szerint az emlékezetet több egymástól disszociálható és különböző elvek szerint működő rendszer alkotja. Az emlékezeti felosztások közül az implicit-explicit (Graf és Schacter, 1985) és a procedurális-deklaratív (Squire, 2004) felosztások relevánsak a vizsgálat szempontjából. Az implicit jelző a tudatos feldolgozás és felidézés hiányára utal a tanulás és emlékezés során, míg az explicit a tudatosan hozzáférhető emlékezeti működésre utal (Graf és Schacter, 1985; Schacter, 1987). A procedurális emlékezeti rendszerben az információ folyamatszerűen, fokozatosan sajátítható el, és a tanulás automatikusan, incidentálisan jön létre (Squire, 2004, Ullman, 2004), a teljesítmény változásában nyilvánul meg (Nissen és Bullemer, 1987), míg a deklaratív emlékezeti rendszer jól körülhatárolható, tényszerű információk feldolgozásával foglalkozik (Squire, 2004). Az incidentálisan létrejövő, folyamatszerű procedurális reprezentációk természetüknél fogva nehezen hozzáférhetőek, míg a tényszerű reprezentációk jól körülhatárolhatóak, így könnyen megnevezhetőek. A jelentéstartalmak átfedése miatt az implicit és procedurális, illetve az explicit és deklaratív kifejezéseket gyakran szinonimaként használják (például Gluck, Shohamy és Myers, 2002). Ennek megfelelően a továbbiakban az implicit-procedurális megnevezést használjuk mi is. A bemutatott kísérlet az emlékezeti rendszerek és a nyelvviség kapcsolatát vizsgálja, így a következő rész áttekinti a nyelv és az implicit-procedurális memóriarendszer kapcsolatát vizsgáló és bemutató kutatásokat.

Az implicit-procedurális memóriarendszer és a nyelv

Léteznek olyan paradigmák, amelyek a nyelvi működést és a nyelvelsajátítást implicit-procedurális folyamatokkal modellezik, így azzal az előfeltételezéssel élnek, hogy ezen emlékezeti működések kapcsolatban állnak a nyelvvel. Ilyenek például a különböző mesterséges nyelvtan paradigmák (Saffran, Johnson, Aslin és Newport, 1999; Saffran, 2002; Christiansen, Kelly, Shillcock és Greenfield, 2010; Pavlidou és Williams, 2010). Emellett egyéb más eredmény is utal a memóriarendszer és a nyelv közötti kapcsolatra, például az implicit-procedurális folyamatok és a beszédészlelés átfedő mechanizmusait vizsgáló kutatások (Conway, Bauernschmidt, Huang és Pisoni, 2010; Németh, Janacsek, Csifcsák, Szvoboda, Howard és Howard, 2011). A nyelvhez köthető zavarokkal rendelkező populációk vizsgálata is sokat mondhat el az emlékezeti rendszer és a nyelv kapcsolatáról. Korábbi vizsgálatok az implicit-procedurális rendszer sérülését mutatták ki Specifikus Nyelvi Zavarban (Lukács és Kemény, 2014), Agrammatikus Afáziában (Christiansen és mtsai, 2010) és Diszlexiában (Pavlidou és Williams,

2010). Az eredmények a nyelvi működés és az implicit-procedurális tanulás átfedő mechanizmusaira utalnak. Egy ezzel kapcsolatos elméleti következtetés szerint ezeket a nyelvi zavarokat a nyelv alatt húzódó emlékezeti működések deficitje okozza (Ullman és Pierpont, 2005; Christiansen és Chater, 2008).

Kérdéses azonban, hogy pontosan miben áll az implicit-procedurális memória és a nyelv kapcsolata. Erre a kérdésfeltevésre egy lehetséges válasz Ullman (2004) nyelvi modellje, amely az ember disszociálható emlékezeti rendszerei és a nyelv lexikon-nyelvtan kettőssége közötti fenomenológiai hasonlóságon túl azt is állítja, hogy azok idegrendszeri háttere is nagyban megegyezik.

A nyelv deklaratív-procedurális modellje

Ullman (2004) deklaratív-procedurális nyelvi modelljének fő premisszája, hogy a nyelvi működés olyan, nem erre a működésre specializálódott agyi struktúrákon alapszik, amelyek szélesebb feladatkörrel bírnak. Ezek a struktúrák támogatják a nyelv mellett a deklaratív és a procedurális emlékezeti rendszereket is. A modell állítása szerint a lexikon nagyban a deklaratív, a nyelvtan pedig nagyban a procedurális memóriához kötődik. Evolúciós nézőpontból is kézenfekvő a nyelvi és nem nyelvi tartományok azonos idegrendszeri struktúrákon való nyugvása, eszerint a nyelv az evolúció során korábban kialakult rendszereken alapszik (Christiansen és Chater, 2008).

Ullman (2004) modelljében a nyelvtani működés hátterében a procedurális memóriarendszert feltételezi, amely a szenzomotoros és kognitív készségek, szabályszerűségek, szekvenciák graduális elsajátításáért, illetve kontrolljáért felelős. A lexikon ugyanakkor leginkább a deklaratív emlékezeti rendszerre épül. Ullman ugyanakkor kiemeli, hogy ez a hipotetikus felosztás nem jelent kizárólagosságot: mind a nyelvtannak, mind a lexikonnak lehetnek olyan vonatkozásai, amelyek nem, vagy nem csak procedurális, illetve deklaratív jellegűek. Mindemellett a két memóriarendszer működései között átfedések is lehetnek (lásd Reber, Knowlton és Squire, 1996).

A modell fő üzenete az implicit-procedurális folyamatokat tekintve, hogy azok az agyi struktúrák, amelyek e memóriarendszert szolgálják, analóg szerepet látnak el a nyelvi és nem nyelvi funkciókban. Ennek az analógiának a mikéntje azonban kérdéses. Ullman (2004) két lehetőséget vázol fel: vagy ugyanazon agyi rendszerek felelősek az emlékezeti rendszeren belül a különböző tartományokban való teljesítményért, vagy pedig a procedurális emlékezeti rendszeren belüli alrendszerek, amelyeknek működése nagyon hasonló. Egyelőre azonban kevés kísérlet vizsgálta ezt a kérdéskört.

Nyelvi hatások implicit-procedurális tanulási feladatokban – tartományspecifikusság

Ullman (2004) modelljének egy lehetséges olvasata az, hogy a procedurális feldolgozási működés mintegy felülírja azokat a különbségeket, amelyek a nyelvi és nem nyelvi ingerek, ingermintázatok feldolgozása során tapasztalhatók. Születtek is ezt alátámasztó kutatási eredmények. Elsőként olyan eredményeket hozunk fel, amelyek egy másik kutatási vonalon helyezkednek el, itt a fókusz a nyelvlesajátításon, annak modellezé-

sén volt, hogy a csecsemők hogyan képesek a beszédből az egyes szavak szegmentálására. Korábbi vizsgálatok megmutatták, hogy csecsemők képesek egy összefüggő hangsorozatot csupán az egyes elemek közötti statisztikai átmenetek alapján szegmentálni, és ez a szegmentálás ugyanúgy működik nyelvi (Saffran, Aslin és Newport, 1996) és nem nyelvi ingerek esetében (Saffran és Mtsai, 1999). Az eredmények a szerzők szerint afelé mutatnak, hogy az alacsonyabb rendű nyelvi folyamatok meg lehetnek osztva más mintázattanulási folyamatokkal.

Az eddig bemutatott kísérlettípusoktól eltérő eljárást, a probablisztikus kategorizációs feladatok egy típusát, az időjós feladatot alkalmazta Kemény és Lukács (2013), amely során nyelvi és nem nyelvi ingerek esetében mérték a kategorizációs teljesítményt. A feladat lényege, hogy a különböző kulcsingerek és kimenetek között valószínűségi kapcsolat áll fenn, a kísérleti személyek feladata pedig, hogy kategorizálják, melyik kulcsinger-kombináció melyik kimenetelt jósolja be. A kísérlet tartalmazott egy nyelvi jelzőingerekkel és egy nem nyelvi jelzőingerekkel operáló feltételt. A szerzők nem találtak általános, a nyelvi-nem nyelvi tartományok különbségein alapuló hatást.

A fent bemutatott, nyelvi hatásokat implicit-procedurális feladatok esetében vizsgáló kutatások nem fedtek fel számottevő különbséget a nyelvi és a nem nyelvi tételek, kulcsingerek esetén. Ullman (2004) terminusaiban fogalmazva a procedurális tanulási folyamatok a nyelvi tartományban ugyanazokon az elveken ugyanúgy, vagy legalábbis nagyon hasonló módon működnek, mint a nem nyelvi tartományok esetén. Létezik azonban olyan eredmény is, amely az implicit-procedurális mechanizmusok nyelvi tartományra való érzékenysége mellett szól. Marcus, Fernandes és Johnson (2007) kimutatták, hogy csecsemők sokkal sikeresebben emelik ki a nem nyelvi mintázatokból a szabályosságokat, ha azokat előzetesen nyelvi mintázatokból megtanulták.

Fontos kiemelni, hogy a felsorakoztatott kísérleti eredmények többnyire csecsemőkutatásokról származnak, ezek azonban nem generalizálhatók a felnőtt populációra. Az általunk tervezett kísérlettel arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az implicit-procedurális folyamatok vizsgálatára széleskörűen alkalmazott kísérleti paradigmában, a mesterséges nyelvtan feladatban megjelenik-e nyelvi előny, vagyis eredményesebb-e a szabálykiemelés a nyelvi ingertartományban.

A mesterséges nyelvtan paradigma

A mesterséges nyelvtan paradigma az implicit-procedurális tanulás vizsgálatára kialakított egyik legkorábbi módszer (Reber, 1967). A feladat klasszikus változata két fázisból áll. Az elsőben a kísérleti személyek betűsorokat látnak, amelyeket lemásolniuk vagy csak elolvasniuk kell. Nem tudják azonban, hogy az egyes sorozatok egy véges állapotú nyelvtan segítségével lettek létrehozva. A második fázisban – amikor a nyelvtan létéről felvilágosítást kapnak, azonban felépítéséről nem – eddig még nem látott szekvenciákkal találkoznak, amelyek lehetnek a nyelvtannak megfelelőek, vagy nem megfelelőek; ezek nyelvtani helyességéről kell dönteniük. A résztvevők képesek helyes ítéleteket hozni a sorozatok szabályosságáról: a válaszaik átlagosan a véletlen találati arány szintje felett helyezkednek el (Reber, 1967; Gomez és Gerken, 2000). A mester-

séges nyelvtant alkalmazó kutatók az eljárást implicit-procedurális tanulási feladatként határozzák meg, hiszen a résztvevők minden bizonnyal incidentálisan sajátítják el a nyelvtant (Knowlton, Ramus és Squire, 1992).

A transzfer jelensége és a mesterséges nyelvtan reprezentációjának rugalmassága

A mesterséges nyelvtan-elsajátítási vizsgálatok fontos felfedezése, hogy ha a tesztfázis szekvenciáit eltérő ingerkészlet alkotja, a személyek akkor is tudnak helyes ítéleteket hozni a sorozatok helyességéről. A jelenséget első ízben vizsgáló Reber (1967) két, különböző betűkből álló ingerkészlettel dolgozott – az egyik segítségével történt a nyelvtanítás, és a másik elemeiből álló, de azonos nyelvtan szerint szerveződő sorozatokról kellett döntenük a vizsgálati személyeknek, hogy szabályosak-e vagy sem. A meglepő eredmény, hogy képesek voltak ilyen feltételek között is helyes ítéletet hozni. Reber (1967) magyarázata, hogy a szabályt a vizsgálati személyek absztrahálják, és alkalmazzák az új ingerkészletből alkotott sorozatokon. A szabálynak ez a típusú átvitele az egyik ingerkészletről a másikra a transzfer jelensége (Altmann, Dienes és Goode, 1995; Gomez, Gerken és Schvaneveldt, 2000; Conway és Christiansen, 2005, 2009). A transzfer jelensége releváns a jelen vizsgálat szempontjából, hiszen, mint az később bemutatásra kerül, a tanítási és tesztfázis más modalitásban, más ingerkészlettel történt.

A fent bemutatott kutatások eredményei alapján az implicit-procedurális tanulás egyes feladatokban függetlennek tűnik a nyelvi és nem nyelvi tartományoktól (Saffran és Mtsai, 1999; Fiser és Aslin, 2002), ám egy ennek ellentmondó kísérleti eredménynél a nyelvi tartományra fokozott érzékenység mutatkozott (Marcus és Mtsai, 2007). Ezzel a megállapítással kapcsolatban azt a kérdést tettük fel, hogy a már ismertetett mesterséges nyelvtan feladatban egy előzetesen elsajátított nyelvtan transzferje és kiemelése eredményesebb-e a nyelvi, mint a nem nyelvi tartományban. A kérdés megválaszolásához egy, ebbe a paradigmába tartozó feladatot terveztünk, amely során egy vizuális modalitásban elsajátított szabályszerűség, nyelvtan kiemelését és transzferjét vizsgáltuk nyelvi és nem nyelvi auditoros ingerkészletek esetén. A tanulás mértékét a klasszikus paradigmával ellentétben nem azáltal határoztuk meg, hogy a vizsgálati személyek szabályosnak vagy szabálytalannak ítélik-e a szekvenciákat, hanem a rövid távú emlékezeti terjedelem növekedésének mértékét vizsgáltuk szabályos szekvenciák esetén azzal az előfeltevéssel, hogy az impliciten elsajátított szabály szerint hatékonyabban szerveződik az információ a rövid távú emlékezetben. Az eljárást Conway és munkatársai (2010) kutatásából vettük át, az implicit-procedurális memória mérésének e módját eredetileg Karpicke és Pisoni (2004) dolgozta ki. Mindkét kutatás során nagyobb volt a személyek rövid távú emlékezeti terjedelme olyan szekvenciák esetén, melyek egy előzetesen megtanított nyelvtan szerint szerveződtek, mint random szekvenciáknál. Conway és munkatársai (2010) szerint az implicit memória e mérési módja előnyösebb, mint a mesterséges nyelvtan feladatok más típusai, hiszen indirekt és nem kíván explicit mérlegelést. Karpicke és Pisoni (2004) tudatosságot mérő tesztet is alkalmaztak kutatásuk során, melyből kiderült, hogy a vizsgálati személyek nem voltak

tudatában a nyelvtannak, így az eljárás biztonsággal nevezhető implicit-procedurális tanulási feladatnak.

Kutatásunk arra keresi a választ, hogy a szabálykiemelés jobban működik-e nyelvi, mint nem nyelvi ingerkészlet esetén. A szabálytanítás eredményességének vizsgálatára a tesztet egy kontrollcsoporttal is felvettük. Ezek alapján hipotézisünk az, hogy a kísérleti csoportba tartozó személyeknél a grammatikus szekvenciák esetén szignifikánsan nagyobb a rövid távú memória terjedelem, mint agrammatikus szekvenciák esetén. A nyelvtanításban nem részesülő kontrollcsoporttal kapcsolatos hipotézisünk, hogy tagjainál nem tapasztalható a grammatikus és az agrammatikus szekvenciák esetében nyújtott teljesítmények között különbség. Mivel korábbi elméleti munkák azt feltételezik, hogy a tanulási folyamat verbalizálhatósága, illetve verbalitása meghatározza a tanulás explicit vagy implicit voltát (Gluck, Shohamy és Myers, 2002), ezért a nyelviség hatását nem a tanulás, hanem a transzferfázis folyamán kontrolláltuk.

MÓDSZER

Kísérleti személyek

A kísérletben 104 személy vett részt, akik az Eötvös Loránd Tudományegyetemen egy kurzus keretében kreditet kaptak a részvételért. A mintából 3 személy eredményeit ki kellett zárni, két esetet hibás kísérleti beállítások miatt, egyet pedig azért, mert nem volt érvényes válasza minden tételtípushoz. A 101 fős (20 férfi, 81 nő) minta átlag-életkora 21,6 év ($Sd=3,1$). A személyeket véletlenszerűen négy csoportba osztottuk, ezekből kettő kísérleti csoport, kettő pedig kontrollcsoport volt (a csoportok részletes leírása alább tekinthető meg).

Ingerek

A kísérlet képi ingeranyaga négy négyzet alakú, nem jelentésteli kép volt. A nyelvi feltételben az auditoros ingerek négy CVC (mássalhangzó–magánhangzó–mássalhangzó) szótagból álltak („zsis”, „pel”, „kag”, „vof”). A nem nyelvi feltétel hanginger-anyagát pedig négy nem jelentésteli hang alkotta: egy mély (300 Hz) és egy magas (1000 Hz) tiszta hang, egy sziszegő és végül egy zúgó hang (Warren, Obusek, Farmer és Warren, 1969 alapján). A hangingerek mind a nyelvi, mind a nem nyelvi feltételben egységesen 500 ms hosszúak voltak.

Eljárás

A kísérlet célja annak vizsgálata, hogy egy korábban elsajátított szabályszerűség miként emelhető ki nyelvi és nem nyelvi ingermintázatokból. Emiatt a tanulási fázis vizuális, míg a tesztfázis nyelvi vagy nem nyelvi auditoros ingereket használt. Egy-egy kontrollcsoport illeszkedett mindkét feltételhez, a kontrollcsoportok számára a tanítási fázis kimaradt.

A kísérletben így összesen négy csoport vett részt, a nyelvi és a nem nyelvi feltételben is egy-egy kísérleti és kontrollcsoport. A kísérlet módszere Conway és munkatársai (2010) módszerét követve egy mesterséges nyelvten-elsajátítási feladat volt egy egyszerű emlékezeti feladat keretében. A szabálytanításhoz használt mesterséges nyelvten is a fent említett kutatásból lett átemelve. A kísérlet végrehajtásához és az adatfelvételhez az E-Prime 2.0 szoftvert alkalmaztuk. A kísérlet folyamatát az 1. táblázat illusztrálja.

1. táblázat. A kísérlet folyamata

Kísérleti csoport		Kontrollcsoport	
Nyelvi (27 fő)	Nem nyelvi (24 fő)	Nyelvi (25 fő)	Nem nyelvi (25 fő)
Képek társítása CVC szótagokkal	Képek társítása nem nyelvi hangokkal	Képek társítása CVC szótagokkal	Képek társítása nem nyelvi hangokkal
Tanítási fázis képekkel		-----	
Tesztfázis CVC szótagokkal – transzfer feladat	Tesztfázis nem nyelvi hangokkal – transzfer feladat	Tesztfázis CVC szótagokkal – transzfer feladat	Tesztfázis nem nyelvi hangokkal – transzfer feladat

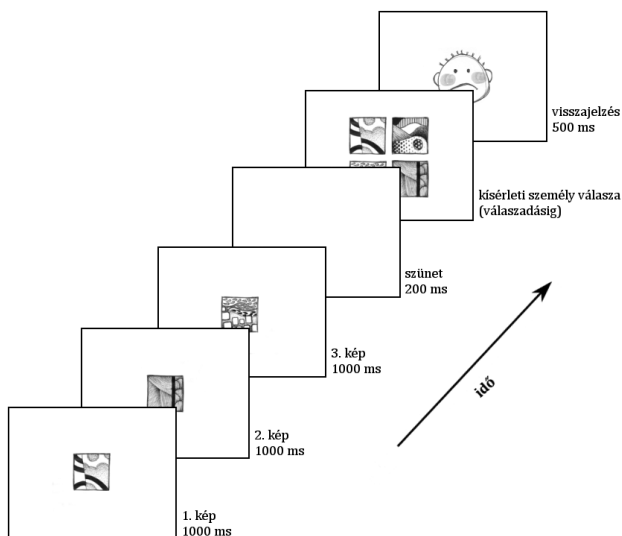
Hangok és képek társítása

A kísérlet előfeltevése, hogy lehetséges strukturális transzfer a vizuális és az auditoros modalitások között. Ennek kulcseleme a pre- és poszttranszfer ingereinek társítása (erről összefoglalást ad Kemény és Németh, 2014). A kísérletben minden képnek megfelel egy hang, és ezeknek a helyzete a nyelvtanilag helyes szekvenciákban azonos. Ha például a „pel” szótagnak az 1. kép, a „vof” szótagnak a 3. kép felel meg, akkor a „pel”–„vof”–„pel”–„vof” és az 1. kép–3. kép–1. kép–3. kép szekvenciák egymás analógjai. A vizsgálat első lépéseként a kísérleti személyeknek tehát meg kellett tanulniuk, melyik képnek melyik hang feleltethető meg. Mindez egy kényszerválasztásos feladat keretében történt. A személyek hallottak egy hangot, és ezzel egy időben két kép is megjelent a képernyőn, e kettőből kellett kiválasztaniuk, melyik tartozik a hallott hanghoz. Minden személy ugyanazon társításokat tanulta meg. A válaszuk helyességéről a vizsgálati személyek visszajelzést kaptak 1500 ms hosszan, valamint minden próba végén megjelent egy időben a kép és a hozzá tartozó hang 2000 ms hosszan. A vizsgálatnak ebben a társítási feladat részében 12 próbából álló blokkok voltak. A kísérleti személy akkor mehetett tovább a tanítási fázisba, ha a 12 próbából legalább 11-ben helyes választ adott. A kísérleti személyek így elsajátították a kép- és hangingerek helyes párosításait – a nyelvi feltételben a szótagokkal, a nem nyelvi feltételben pedig nem nyelvi hangokkal.

A nyelvten tanítása egy vizuális rövid távú memória feladat keretében

E fázisban csak a két kísérleti csoport vett részt. A kísérleti személyeknek egy rövid távú emlékezeti feladat keretében egyre növekvő elemszámú képsorozatokat kellett megjegyezniük, és a helyes sorrendben visszaadni őket a számítógép billentyűzete se-

gítségével. A sorozatok bemutatásakor mindig csak egy inger volt látható egyszerre, és minden elem 1000 ms hosszan volt a képernyőn. Ezután megjelent mind a négy inger, és a kísérleti személyek feladata az volt, hogy a billentyűzet segítségével megadják, hogy az egyes elemek milyen sorrendben követték egymást. A válaszgombok a számítógép numerikus billentyűzetének 1, 2, 4, 5 billentyűi voltak, amelyek fel voltak címkézve a kísérletben használt képekkel. 3–8 tételszám hosszúságú szekvenciák voltak a feladatban, hosszúságonként 8-8 darab, tehát 48 szekvenciával találkoztak a személyek ebben a feladatban. A szekvenciák elemszám alapján növekedő sorrendben lettek bemutatva. Minden szekvencia egyszer szerepelt a feladatban. A résztvevők a sorozatok végén visszajelzést kaptak arról, hogy helyesen adták-e vissza a sorozatot. A feladat folyamatát az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A nyelvtanulási fázis egy próbája 3 tételes szekvencia esetén

2. táblázat. A mesterséges nyelvtan. „n” a megelőző elemet jelenti, „n+1” pedig, hogy az egyes elemek mekkora valószínűséggel követik „n”-t (Conway és mtsai, 2010 nyomán).

n	n+1			
	1	2	3	4
1	0,0	0,5	0,5	0,0
2	0,0	0,0	1,0	0,0
3	0,5	0,0	0,0	0,5
4	1,0	0,0	0,0	0,0

Az egyes elemek egymásutániségát egy egyszerű szabályrendszer határozta meg. Bizonyos elemeket (2 és 4) csak egy adott elem követhetett (3 és 1), míg másokat (1 és 3) két különböző típusú elem (2–3, illetve 1–4) azonos valószínűséggel. A szabályrendszer a 2. táblázat mutatja be. A résztvevőknek nem volt tudomása a szabályszerűségről. A kísérlet céljai szerint a fázis végére (mint Conway és mtsai, 2010 kutatása esetében) a személyek elsajátították a nyelvtant, így léphettek tovább a tesztfázisba.

Tesztfázis – a szabály kiemelése auditoros ingerek esetén

Fontos megemlíteni, hogy a résztvevők számára nem volt különbség a tanítási és tesztfázisok feladatai között, számukra mind egyszerű emlékezeti feladat volt, ahol képeket vagy hangokat kellett megjegyezniük, majd visszaadniuk a helyes sorrendben. A tanítási és tesztfázis kifejezések csak annak tudatában nyernek értelmet, hogy valójában implicit módon egy nyelvtant tanítottunk a személyeknek, majd ennek a nyelvtannak az elsajátítását teszteltük. A résztvevők azonban a tanítási és tesztfázisok esetében csupán az ingerkészletbeli különbségeket észlelték.

A folyamat a nyelvtantanulási feladattal azonos volt, a feladat ingerkészlete azonban nyelvi, illetve nem nyelvi hangokból állt a nyelvi, illetve nem nyelvi feltételtől függően. A résztvevők e hangokból álló sorozatokat hallottak, amelyeket a hozzájuk előzetesen társított képek segítségével kellett visszaadniuk. Az egyes, 500 ms hosszú hangingerek 1000 ms különbséggel követték egymást. A bemutatás végén a vizuális feladatnak megfelelően megjelent a négy vizuális inger, és a képekhez tartozó gombok segítségével kellett a résztvevőknek elismételniük a sorozatot (vagyis itt nem volt elég megjegyezni a sorrendet, át is kellett azt fordítani képek sorozatává). A kísérleti személyek minden próba után visszajelzést kaptak a válaszuk helyességéről. A legrövidebb szekvencia 1 tétel, a leghosszabb 8 tétel hosszú volt, a tételszám egyre növekedett a feladat folyamán. Hosszúságoként 8 szekvenciát hallottak a kísérleti személyek, így összesen 64 szekvenciával találkoztak a fázisban. A szekvenciák elemszám alapján növekedő sorrendben lettek bemutatva. Minden szekvencia egyszer szerepelt a feladatban. Bár erről a kísérleti személyek az instrukcióban nem kaptak tájékoztatást, a feladatban bemutatott szekvenciák fele a tanítási fázisban is alkalmazott mesterséges nyelvtan szerint szerveződött, míg a másik fele nem volt szabályos. Ezen nem szabályos, pseudorandom szekvenciák generálásához használt átmeneti valószínűségeket a 3. táblázat mu-

3. táblázat. A szabálytalan sorozatok generálásához használt átmeneti valószínűségek. „n” a megelőző elemet jelenti, „n+1” pedig, hogy az egyes elemek mekkora valószínűséggel követik „n”-t (Conway és mtsai, 2010 nyomán).

n	n+1			
	1	2	3	4
1	0,0	0,33	0,33	0,33
2	0,33	0,0	0,33	0,33
3	0,33	0,33	0,0	0,33
4	0,33	0,33	0,33	0,0

tatja. Bemutatásuk során a grammatikus és agrammatikus sorozatok felváltva követték egymást. A kérdés, hogy a vizuális modalitásban elsajátított szabályrendszer auditoros ingerkészletre való átvitele során a transzfer mértéke függ-e az ingerkészlet nyelvi vagy nem nyelvi jellegétől.

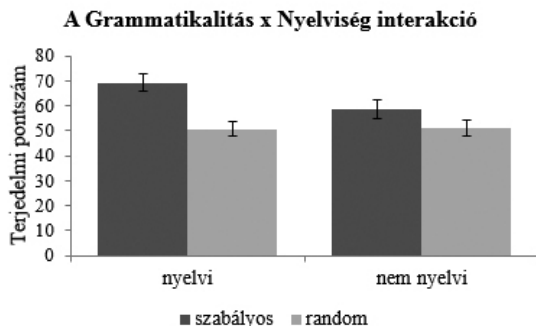
Az 1, 2 és 3 tétel hosszúságú szekvenciák a kép-hang asszociációk felfrissítését szolgálták, az adatokat a 4 tétel hosszúságú szekvenciáktól rögzítettük. A kísérleti személyek minden helyesen visszaadott szekvenciára annyszor 1 pontot kaptak, amilyen tételeszámú volt a sorozat (például egy helyesen visszaadott 5 tételes szekvenciáért 5 pont járt). Így egy személy mind a grammatikus, mind az agrammatikus sorozatok esetében legfeljebb 120 pontot kaphatott. A magasabb terjedelmi pontszámmal rendelkező személyek értelemszerűen hosszabb sorozatokat tudtak hibátlanul visszaadni, mint az alacsonyabb pontszámmal rendelkező társaik.

EREDMÉNYEK

Nyelvi hatások vizsgálata az auditoros (transzfer) feladatban

A statisztikai elemzés során a Grammatikalitás (grammatikus vs. agrammatikus) változót kezeltük az eseten belüli változóként. A „grammatikus” a szabályos, az „agrammatikus” pedig a nem szabályos szekvenciákon elért találati arány. Csoportosító változóként szerepelt a Csoport (kísérleti vs. kontroll) és a Nyelviség (nyelvi vs. nem nyelvi), amelyek alapján négy csoportra oszlottak a kísérleti személyek. A függő változó a korábban leírt súlyozott találati arány volt, ahol a maximális érték 120 volt.

A statisztikai elemzés során három szempontos vegyes elrendezésű varianciaanalízist alkalmaztunk. A próba a Grammatikalitás változó főhatását mutatta, $F(1,97)=67,474$, $p<0,001$, $\eta_p^2=0,410$, a kísérleti személyek szignifikánsan jobban teljesítettek a grammatikus (átlagos találati arány=63,855, SE=2,619), mint az agrammatikus szekvenciák esetében (átlagos találati arány=50,797, SE=2,125). A Grammatikalitás x Nyelviség interakció is szignifikáns volt, $F(1,97)=12,392$, $p<0,001$, $\eta_p^2=0,113$, ez a 2. ábrán látható. A többi hatás nem volt szignifikáns (összes $p > 0,252$).



2. ábra. A Grammatikalitás x Nyelviség interakció az auditoros transzfer feladatban

A Grammatikalitás x Nyelviség interakciót tovább elemezve külön-külön összehasonlítottuk a grammatikus és az agrammatikus szekvenciákon mért teljesítményt a nyelvi és nem nyelvi feltételek között. Grammatikus szekvenciák esetében a nyelvi csoport szignifikánsan magasabb teljesítményt ért el, $F(1,99)=4,343$, $p=0,04$, $\eta_p^2=0,042$. Agrammatikus szekvenciák esetében csoportközi különbség nem mutatkozott, $F(1,99)=0,010$, $p=0,920$.

DISZKUSSZIÓ

A bemutatott kísérlet célja egy szabály kiemelésének vizsgálata volt nyelvi és nem nyelvi hangszekvenciák esetén. A kísérlet során a kísérleti személyek a grammatikus sorozatokból nagyobb tételszámúakat tudtak visszaadni, mint az agrammatikusokból. Ez a hatás megjelent mind nyelvi, mind nem nyelvi ingerkészlet esetén, függetlenül az előzetes tanítás meglététől. A szabályos szekvenciák esetén nyelvi ingerkészlettel magasabb volt a teljesítmény, a szabálytalan szekvenciák esetében nyelvi hatás nem mutatkozott.

Szabálytanulás a kísérlet során

A kísérlet során a grammatikus szekvenciák esetében a vizsgálati személyek magasabb terjedelmi pontszámot értek el, mint az agrammatikus szekvenciák esetében. Ez a kísérleti és kontrollcsoportbeli személyeknél egyaránt így volt, tehát az előzetes – vizuális tartománybeli – tanítás nem segítette a szabálykiemelést és szabályalkalmazást. Mivel a kontrollcsoportnak csak a tesztfázis alatt nyílt alkalma a nyelvtan elsajátítására, és a két csoport teljesítménye között nem volt különbség, feltételezhetjük, hogy mindkettő tagjai az auditoros tesztfázis alatt sajátították el a szabályt, és azt ugyanebben a feladatban hasznosítani is tudták. Valamilyen oknál fogva tehát nem működött a megfeleltetés a kép- és hangszekvenciák között, így nem jött létre az elsajátított szabály transzferje az auditoros feladatra. Ám a szabálytanulás láthatóan megtörtént a tesztfázisban, így ez a tényező a kísérlet lényegi céljait nem befolyásolta – mindössze annyiban, hogy a mesterséges nyelvtan feladat tesztfázisában nem egy előzetesen elsajátított szabály kiemelésének, hanem egy szabály újonnan való megtanulásának és alkalmazásának vizsgálatára nyílt lehetőség.

Mesterséges nyelvtanulás nyelvi és nem nyelvi tartományokban

Korábbi kutatási eredmények többségében arra a feltételezésre vezettek, hogy a szekvenciatanulás független a bemeneti ingerkészlettől (Saffran és mtsai, 1996, 1999; Kemeny és Lukács, 2013), így nem várható teljesítménybeli különbség nyelvi és nem nyelvi ingerek között. Ez a várakozás nem igazolódott be, hiszen – noha a szabálytalan nyelvi és nem nyelvi szekvenciák esetében valóban nem volt különbség – a kísérleti személyek jobban meg tudták jegyezni a szabályos nyelvi, mint a szabályos nem nyelvi

szekvenciákat. A mesterséges nyelvtan feladat e formájában tehát az impliciten elsajátított szabály kiemelése és alkalmazása sikeresebb, ha a szekvenciát nyelvi elemek alkotják, a szabálykiemelő mechanizmus érzékenyebb volt a nyelvi hangszekvenciákban levő szabályosságra.

Az eredményekre adható lehetséges magyarázat, hogy az implicit-procedurális memóriarendszer azon mechanizmusa, amely a mesterséges nyelvtan paradigmájával vagy annak a jelen esetben alkalmazott változatával vizsgálható, érzékenyebb lehet a nyelvi, mint a nem nyelvi ingerek alkotta szabályosságokra, és ezt tükrözi a rövid távú memória feladat eredményeinek fent látható mintázata. Ennek az elképzelésnek az esetében ezt a nyelvi hatást a korábbi kutatási eredmények azért nem emelték ki, mert az emlékezeti rendszer más vonatkozásait, működéseit vizsgálták.

Implicit-procedurális memóriarendszer és nyelvi működés

Integrálható-e valamiképpen az elképzelés a már említett elméleti keretekbe? Ullman (2004), valamint Christiansen és Chater (2008) állítása szerint a nyelv más feladatokat is ellátó idegrendszeri struktúrákra épül, így az elméletek alapján elsősorban az implicit-procedurális nyelvi és nem nyelvi folyamatok analóg működésére következtettünk. Ám Ullman (2004) nyitva hagyja azt a kérdést, hogy egységes-e a procedurális memóriarendszer, és hogy léteznek-e különböző – többek között a nyelvi működésekért is felelős – alrendszerei. Christiansen és Chater (2008) sem zárják ki az alrendszerek létezését. Így ezen elméleti kereteken belül is megmarad az a lehetőség, hogy az implicit-procedurális folyamatok másként működjenek a nyelvi és nem nyelvi tartományokban.

Eredményünk ugyanakkor nem áll összhangban olyan korábbi kísérleti eredményekkel, amelyek az implicit-procedurális működéseknek a nyelvi és nem nyelvi tartományoktól való függetlenségét támogatják (Saffran és Mtsai, 1996, 1999; Kemény és Lukács, 2013). Mivel a korábbi kísérletekéhez nagyon hasonló ingerkészletet használtunk, a különbség oka nagy valószínűséggel az eljárásban keresendő, hiszen az előzőktől különböző kísérleti paradigmával dolgoztunk. Elképzelhető, hogy a különböző módszerek az implicit-procedurális memóriarendszer különböző alrendszereit vizsgálják – az általunk használt paradigma is egyet, amely érzékenyebb a nyelvi ingermintázatokban lévő szabályszerűségekre.

Különböző agyi képző eljárásokkal (Skosnik, Mirza, Gitelman, Parrish, Mesulam és Reber, 2002; van der Graaf, de Jong, Maguire, Meiners és Leenders, 2004) és viselkedéses paradigmákkal (Smith, Siegert, McDowall és Abernethy, 2001; Witt, Nühsman és Deuschl, 2002; Gamble, Cummings, Lo, Ghosh, Howard és Howard, 2014) dolgozó kutatások azt mutatták ki, hogy a két legelterjedtebb implicit-procedurális paradigma, a mesterséges nyelvtan feladat és a szeriális reakcióidő feladat más agyi területeket érinthetnek. Elképzelhető tehát, hogy noha a többféle eljárás közül mind az implicit-procedurális folyamatokat vizsgálja, nem pontosan ugyanazt a formáját. Pavlidou és Williams (2014) szerint a mesterséges nyelvtan paradigma inkább magasabb rendű, absztrakt tanulást idéz elő, szemben például a szeriális reakcióidő feladattal, amelynél, amellettt hogy intuitíve is inkább perceptuális-motoros feladat, a transzfer jelenségét nem sikerült egyértelműen bizonyítani.

Természetesen az agyi aktivációk különbségeit nem kizárólag a feladattípusok közötti különbségek, hanem számos egyéb, a kísérletek felépítéséből adódó tényezők eredményezhetik. Mind az agyi aktivációk különbségeinek a feladatok típusával való magyarázata, mind a több implicit-procedurális alrendszer léte csupán feltételezés. További vizsgálatok szükségesek ezeknek a kérdéseknek az alapos körüljárására. Ezek hozzájárulhatnak egy olyan elméleti keret kialakításához is, amely összefoglalja, hogy az egyes implicit-procedurális működéseket vizsgáló feladatoknak mi a kapcsolata a nyelvi működéssel, hiszen a téma szakirodalma még adós ezzel kapcsolatban.

A kutatás korlátai

A kutatás korlátait tárgyalva megemlíthetjük, hogy a rövid távú memória terjedeleme implicit-procedurális tanulás hatására való növekedésének vizsgálata kevésbé elterjedt módszer a mesterséges nyelvtan eljárások között. Ugyanakkor Conway és munkatársai (2010) munkájukban – amelyből a módszer lényegi részét átvettük – kifejezetten alkalmasnak tartják, és eredményesen használták ezt az eljárást az implicit-procedurális tanulási folyamatok vizsgálata során. Kutatásukhoz hasonlóan a miénk sem tartalmazott tudatosságot mérő tesztet, a kísérletet *a priori* implicitként kezeltük, így nem teljesen kizárható az explicit tudás létrejötte. Azonban Conway és munkatársai (2010) szerint, mivel ez a típusa a mesterséges nyelvtan feladatok tesztelésének indirekt és nem kíván explicit mérlegelést, eredményesebben mérheti az implicit tanulást. Ezzel együtt azonban érdemes lenne a kísérletben az explicit versus implicit tudást kontrollálni.

Egy másik fontos módszertani szempont a kutatás újszerűségével kapcsolatban Heilmann és munkatársai (2013) eredményeihez kapcsolódik. A szerzők többek között rendhagyó és szabályos toldalékolású magyar szavakat vizsgáltak online reakcióidő és offline emlékezeti feladatokban. Az online és offline eredmények között eltérő eredmények mutatkoztak. Ennek alapján elképzelhető, hogy a jelen vizsgálat eredményei is más képet mutatnának, ha online módszert alkalmaztunk volna. Fontos azonban megjegyezni, hogy bár a módszer újszerű, a szekvenciatanulással foglalkozó kutatások a hatvanas évektől használják offline módszereket (Reber, 1967).

Az eredmények érdekessége, hogy a kísérleti és kontrollcsoportok között nem mutatkozott teljesítménybeli különbség. Tehát egy előzetes vizuális modalitásbeli tanítás nem vezetett magasabb teljesítményhez a későbbi auditoros tesztfázisban. Az eredmények tehát nem igazolják a modalitásközi transzfer jelenlétét. Ugyanakkor természetesen nem lehet kizárni a transzfer jelenségének lehetőségét. Ehhez transzferre érzékenyebb módszer kidolgozása szükséges.

KÖVETKEZTETÉSEK

A leírt kísérletben egy mesterséges nyelvtan feladat keretében vizsgáltuk szabályok szekvenciákból való kiemelését nyelvi és nem nyelvi ingerkészlet esetén. Nyelvi ingerkészlet esetén a szabályos szekvenciákra való rövid távú emlékezeti terjedeleme növekedését tapasztaltuk a nem nyelvi ingerkészlettel szemben. A nem szabályos szekven-

ciák esetében nem találtunk ilyen nyelvi hatást a tartományok között. Az eredmények alapján arra következtettünk, hogy hatékonyabb a szabályok kiemelése nyelvi szekvenciákból a mesterséges nyelvtan feladat esetében. Az eredmények felvetik egy nyelvi ingermintázatokra különösen érzékeny implicit-procedurális alrendszer létének lehetőségét.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kézirat megírása folyamán Kemény Ferenc a SciEx-NMS-CH ösztöndíjában részesült (SciEx-NMS-CH 14.120, MUST – Multimodal Sequences in Task Sequence Learning, Beat Meier és Kemény Ferenc részére).

IRODALOM

- Altmann, G. T. M., Dienes, Z., & Goode, A. (1995). Modality independence of implicitly learned grammatical knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(4), 899–912.
- Christiansen, M. H., & Chater, N. (2008). Language as shaped by the brain. *Behavioral and Brain Sciences*, 31(05), 489–509.
- Christiansen, M. H., Kelly, M. L., Shillcock, R. C., & Greenfield, K. (2010). Impaired artificial grammar learning in agrammatism. *Cognition*, 116(3), 382–393.
- Conway, C. M., Bauernschmidt, A., Huang, S. S., & Pisoni, D. B. (2010). Implicit statistical learning in language processing: Word predictability is the key. *Cognition*, 114(3), 356–371.
- Conway, C. M., & Christiansen, M. H. (2005). Modality-constrained statistical learning of tactile, visual, and auditory sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(1), 24–39.
- Conway, C. M., & Christiansen, M. H. (2009). Seeing and hearing in space and time: Effects of modality and presentation rate on implicit statistical learning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(4), 561–580.
- Fiser, J., & Aslin, R. N. (2002). Statistical learning of new visual feature combinations by infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(24), 15822–15826.
- Gamble, K. R., Cummings Jr., T. J., Lo, S. E., Ghosh, P. T., Howard Jr., J. H., & Howard, D. V. (2014). Implicit sequence learning in people with Parkinson’s disease. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 563.
- Gluck, M. A., Shohamy, D., & Myers, C. (2002). How do people solve the “weather prediction” task? Individual variability in strategies for probabilistic category learning. *Learning & Memory*, 9(6), 408–418.
- Gómez, R. L., & Gerken, L. (2000). Infant artificial language learning and language acquisition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(5), 178–186.
- Gomez, R. L., Gerken, L., & Schvaneveldt, R. W. (2000). The basis of transfer in artificial grammar learning. *Memory & Cognition*, 28(2), 253–263.
- Graf, P., & Schacter, D. L. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11(3), 501–518.
- Heilmann, Á., Szépfalusi, Á., Janacsek, K., & Németh, D. (2013). Szavak és memória: a komplex morfológiájú szavak feldolgozásának kapcsolata a munkamemóriával. In Kenesei, I.,

- Pléh, Cs. (szerk.), *Általános Nyelvészeti Tanulmányok XXV* (pp. 67–102). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Karpicke, J. D., & Pisoni, D. B. (2004). Using immediate memory span. *Memory & Cognition*, 32(6), 956–964.
- Kemény, F., & Lukács, Á. (2013). Stimulus dependence in probabilistic category learning. *Acta Psychologica*, 143(1), 58–64.
- Kemény, F., & Németh, K. (2014). *Stimulus dependence and cross-modal interference in sequence learning*. Manuscript submitted for publication.
- Knowlton, B. J., Ramus, S. J., & Squire, L. R. (1992). Intact artificial grammar learning in amnesia: dissociation of classification learning and explicit memory for specific instances. *Psychological Science*, 3(3), 172–179.
- Lukács, Á., & Kemény, F. (2014). Domain-general sequence learning deficit in specific language impairment. *Neuropsychology*, 28(3), 472–483.
- Marcus, G. F., Fernandes, K. J., & Johnson, S. P. (2007). Infant Rule Learning Facilitated by Speech. *Psychological Science*, 18(5), 387–391.
- Németh, D., Janacek, K., Csifcsák, G., Szvoboda, G., Howard, J. H., Jr., & Howard, D. V. (2011). Interference between Sentence Processing and Probabilistic Implicit Sequence Learning. *PLoS ONE*, 6(3), e17577.
- Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19(1), 1–32.
- Pavlidou, E. V., & Williams, J. M. (2010). Developmental Dyslexia and implicit learning: Evidence from an AGL transfer study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3289–3296.
- Pavlidou, E. V., & Williams, J. M. (2014). Implicit learning and reading: Insights from typical children and children with developmental dyslexia using the artificial grammar learning (AGL) paradigm. *Research in Developmental Disabilities*, 35(7), 1457–1472.
- Reber, A. S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6(6), 855–863.
- Reber, P. J., Knowlton, B. J., & Squire, L. R. (1996). Dissociable properties of memory systems: Differences in the flexibility of declarative and nondeclarative knowledge. *Behavioral Neuroscience*, 110(5), 861–871.
- Saffran, J. R. (2002). Constraints on Statistical Language Learning. *Journal of Memory and Language*, 47(1), 172–196.
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical Learning by 8-Month-Old Infants. *Science*, 274(5294), 1926–1928.
- Saffran, J. R., Johnson, E. K., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1999). Statistical learning of tone sequences by human infants and adults. *Cognition*, 70(1), 27–52.
- Schacter, D. L. (1987). Implicit memory: History and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13(3), 501–518.
- Skosnik, P. D., Mirza, F., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., Mesulam, M.-M., & Reber, P. J. (2002). Neural Correlates of Artificial Grammar Learning. *NeuroImage*, 17(3), 1306–1314.
- Smith, J., Siegert, R. J., McDowall, J., & Abernethy, D. (2001). Preserved implicit learning on both the serial reaction time task and artificial grammar in patients with Parkinson's disease. *Brain and Cognition*, 45(3), 378–391.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82(3), 171–177.
- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model. *Cognition*, 92(1–2), 231–270.
- Ullman, M. T., & Pierpont, E. I. (2005). Specific language impairment is not specific to language: the procedural deficit hypothesis. *Cortex*, 41(3), 399–433.

- van der Graaf, F. H. C. E., de Jong, B. M., Maguire, R. P., Meiners, L. C., & Leenders, K. L. (2004). Cerebral activation related to skills practice in a double serial reaction time task: striatal involvement in random-order sequence learning. *Cognitive Brain Research*, 20(2), 120–131.
- Warren, R. M., Obusek, C. J., Farmer, R. M., & Warren, R. P. (1969). Auditory sequence: confusion of patterns other than speech or music. *Science*, 164(3879), 586–587.
- Witt, K., Nühsman, A., & Deuschl, G. (2002). Intact artificial grammar learning in patients with cerebellar degeneration and advanced Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 40(9), 1534–1540.

EXTRACTING RULES FROM VERBAL AND NON VERBAL STIMULI

LUKICS, KRISZTINA SÁRA – KEMÉNY, FERENC

The current experiment uses Artificial Grammar Learning to test the extraction of a simple set of rules from auditory verbal and non-verbal sequences. Participants were exposed to a simple Working Memory task, where they were asked to recall sequences of verbal and non-verbal stimuli. The results show that grammatical sequences are recalled to a greater extent if the sequences were composed of verbal stimuli. The verbal versus non-verbal nature of stimuli on the other hand did not affect the recall of agrammatical sequences. Results show that the extraction of structures is more effective with verbal stimuli, and can be interpreted in the context of multiple parallel implicit-procedural subsystems.

Key words: *implicit-procedural memory system, rule extraction, artificial grammar learning, verbal domain, non-verbal domain*