

A PERCEPTUÁLIS INFORMÁCIÓ HATÁSA
AZ IMPLICIT SZEKVENCIATANULÁSRA

A perceptuális információ hatása az implicit szekvenciatanulásra

A hétköznapi életben vannak olyan cselekvések, például a sportok, a beszéd, vagy a zene, melyek során rész-cselekvéseket hajtunk végre a megfelelő sorrendben (Lashley, 1951). Ahhoz, hogy ezeket a cselekvéseket megfelelően végezzük el, a mozdulatok sorozatát (szekvenciáját) pontosan meg kell tanulnunk. A kognitív tudományok kutatásai közül néhány azon képességek mérésével foglalkozik, melyek a szekvenciális cselekvések végrehajtásához szükségesek. Ezek elsajátításában az emlékezeti folyamatok is fontos szerepet játszanak, ezért jelen dolgozat megpróbálja feltérképezni a szekvencia befolyásoló tényezőit.

Az emberi emlékezet kutatása gyakran olyan feladatokon alapul, amelyben a vizsgálati személyeket utasítják arra, hogy jegyezzen meg adott dolgokat, például szabad felidézéskor, késleltetett felidézéskor, vagy felismerési feladatban (Schacter, 1987). Vannak azonban olyan kísérletek is, melyekben a résztvevőknek az instrukciók szerint csak egy adott feladatot kell elvégezniük. Ekkor a feladaton belül ismétlődik valamilyen cselekvés, amiről a kísérleti alanyoknak nincs tudomásuk. A memória szerepe ilyenkor abban nyilvánul meg, hogy a feladatvégzésben a teljesítmény a korábbi tapasztalatok hatására egyre nő, és ehhez nincs szükség azok tudatos felidezésére. Graf és Schacter (1985) ezt a nem tudatosuló emlékezetet implicit memóriának nevezte, ennek ellentéte az explicit memória, amelyenél a megjegyzett dolgok tudatos visszaidézése szükséges.

Az implicit tanulós feladatokban a vizsgálati személyek rosszul emlékeznek arra, hogy mit tanultak meg (Nissen & Bullemer, 1987). Az emlékezéshez az sem szükséges, hogy a feladatvégzés közben figyeljék a kísérleti alanyok az ismétlődő cselekvést. Az egyik ilyen teszt az ún. sorozatos reakcióidő feladat (serial reaction time = SRT), melyben a vizsgálati személyek egy számítógép előtt ülnek, és négy gomb közül egyszerre egyet kell megnyomniuk minél gyorsabban, a képernyőn látott információk, események alapján. Egy tíz elemből álló ingersorozatot ismételnék, aminek részeire vagy egészére explicit módon is emlékezhettek (Destrebecqz & Cleeremans, 2001).

Ennek a kísérletnek továbbgondolt változata az ún. alternating serial reaction time (ASRT) task, avagy váltakozó sorozatos reakcióidő feladat (Howard & Howard, 1997). Ez a szekvencia felépítésében különbözik az SRT-től: minden olyan ingert, amely az előre meghatározott mintázat alapján jelent meg, egy váltakozó inger (eredeti megnevezésben: alternate target) követ, ami a négy lehetséges esemény közül véletlenszerűen kerül kisorsolásra (ezért random elemnek is nevezik). Ez a hétköznapi élet tapasztalatait jobban

szemlélteti, mivel a mintázatok, szabályosságok ritkán tapasztalhatjuk meg tisztán, általában van valamilyen zaj, egyéb zavaró inger a háttérben.

Több előny is származik a szekvencia összetettségéből: egyrészt kisebb a valószínűsége, hogy a vizsgálati személyek bármilyen szabályosságra tudatosan felfigyelnek (Howard & Howard, 1997). Az SRT feladatban sokan, leginkább a fiatal résztvevők be tudtak számolni valamilyen szabályszerűség meglétéről. Az ASRT-ben azonban azok sem tudtak a mintázat természetéről mondani valamit, akik ismerték a korábbi SRT-kísérletek eredményeit. A másik nagy előny, hogy egyénenként könnyebb vizsgálni a szekvenciatanulás meglétét ASRT-ben, hiszen minden feladategységben külön kiszámítható a mintázatelemek és a váltakozó elemek átlagos reakcióideje és pontossága. Ezek különbségéből megállapítható, hogy a szekvenciát milyen mértékben sajátította el az alany.

Az ASRT feladatban a számítógép képernyőjének közepén négy kör van egymás mellett egyenlő távolságra (Howard & Howard, 1997). A kísérleti alanyoknak a számítógép billentyűzetének négy gombjára kell készíteniük a két kéz mutató- és középső ujjait. Az egyik kört a számítógép kitölti valamilyen színnel, és minél gyorsabban meg kell nyomni azt a gombot, amely a téri elrendezés alapján neki megfeleltethető (a bal szélső kör a bal kéz középső ujjá alatt levő gombot jelenti, a bal középső kör megjelölésére a bal kéz mutatóujja ad helyes választ; a jobb középső körre a jobb kéz mutatóujja, a jobb szélsőre a jobb kéz középső ujjá alatti gombot kell megnyomni).

Mayr (1996) kísérleteiben bebizonyosodott, hogy a vizsgálati személyek egy hasonló feladatban nem csak azt a sorrendet képesek megtanulni, hogy milyen helyeken jelennek meg az ingerek, hanem annak a sorrendjét is, hogy mi jelenik meg az egyes helyeken. Eredményei megerősítették, hogy létezik egymástól független tanulás az ingerek helye és kinézete alapján. Goschke (1998) kutatása is kimutatta, hogy az SRT feladat közben a kísérleti alanyok egymástól függetlenül képesek implicit módon megjegyezni a gombnyomások szekvenciáját (motoros tanulás), és a képernyőn megjelenő ingerek kinézetének a szekvenciáját (perceptuális tanulás). A kísérleti alanyok egy szekvenciatanulós feladatban képesek megjegyezni az ingerek helyének szekvenciáját akkor is, ha nem az alapján kell a válaszokat adni (Remillard, 2003).

Shin és Ivry (2002) többszekvenciás haszonnak nevezte el azt a kísérleti jelenséget, melyben a motoros szekvenciát valamilyen egyéb inger szekvenciája kíséri. Ennek akkor lehet jelentős jótékony hatása az ingerek sorrendjének tanulására, ha a két szekvencia egymással korrelál. Az én kutatásomnak az a fő kérdése, hogy a motoros szekvencia implicit tanulását elősegíti-e, ha egy perceptuális szekvencia is jelen van. Ennek vizsgálatára egy

olyan ASRT kísérletből indultam ki, amely Song, Howard és Howard (2007) nevéhez fűződik. A számítógépes programon többek között én is végeztem néhány módosítást. A képernyőn látható négy kör megjelölése különböző színekkel történhet.

Ha a kitöltő színek szekvenciája megegyezik az ingerek helyének szekvenciájával, akkor az elősegítheti az információ implicit megtanulását. A perceptuális és a téri szekvencia akkor egyezik meg, amikor egy adott helyen mindig ugyanolyan színű inger jelenik meg. Ezt azzal az esettel lehet összehasonlítani, amikor az ingerek színe véletlenszerűen váltakozik. Hipotézisem szerint ha a váltakozó ingerek vagy a mintázatelemek helyét a színükkel társítjuk, akkor az adott feladatban nagyobb lesz a téri szekvenciatanulás mértéke. Ezt feladat során rögzített reakcióidő- és pontosságadatok alapján lehet megállapítani.

Módszerek

Résztvevők

72 hozzáférés alapon kiválasztott, önkéntesen jelentkező személy (56 nő és 16 férfi) jelentette a mintavételi alapegységet. Átlagos életkoruk 19,89 év volt ($SD = 1,185$ év). A résztvevőket négy csoportra bontottam; csoportonként 18 személy volt, 14 nő és 4 férfi.

Eszközök és ingerek

A résztvevők egy-egy ASRT feladatot kaptak, ugyanazon a számítógépen (2 GHz Celeron, 15-in. képernyő), az E-prime 1.2 szoftvert használva (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002). A 640x527 pixel felbontású, fekete háttérű képen négy darab, 3 képpont vastag, 50 képpont átmérőjű sötétszürke kör volt, egymástól 40 képpont távolságra. Az ingert pontosan egy kör színnel való kitöltése jelentette. A *véletlen szín* elnevezésű csoport esetében minden inger színe véletlenszerűen lett kiválasztva (ld. 4. melléklet). A *direkt szín* nevű csoport olyan ingereket kapott, amelyek aszerint lettek színezve, hogy melyik helyen jelentek meg. Az első hely a sárga, a második a piros, a harmadik a zöld, a negyedik a kék színnel volt társítva (lásd 3. melléklet). A másik két feltételben a színezés szabályossága vagy csak a mintázat szabályos elemeire (*színes mintázat* csoport), vagy csak a véletlenszerű elemekre vonatkozott (*színes random* csoport), és a másik típusú ingerek színe a négy közül mindig véletlenszerűen kerül kiválasztásra. A vizsgálati személyek előtt a számítógép magyar QWERTY kiosztású billentyűzete volt, melynek alsó három sorában csak négy gomb volt: az Y,C,B,M gombok helyére az A,B,C,D gombokat tettem. Ezek formája és mérete azonos volt,

így nem befolyásolták a feladatot a módosítások. A résztvevők nem részesültek jutalomban a kísérletre való jelentkezésért. A kutatásnak nem volt testi vagy lelki ártalommal járó következménye. A teljes idő alatt tiszteletben tartottam a pszichológiai kutatás etikai vonatkozásait (ld. 1. melléklet).

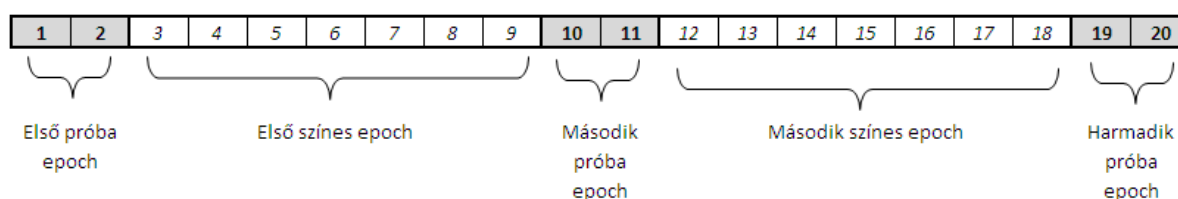
Eljárás

Előkészületek. A vizsgálatban résztvevő alanyok egy informált beleegyezést írtak alá az adatok felhasználásáról (ld. 2. melléklet). A kísérlet megkezdése előtt az alanyokkal beállítottuk a kijelző fényerejét és dőlésszögét, hogy ne akadályozza az esetleges tükröződés az ingerek felismerését a feladata fekete háttére miatt. Szóbeli eligazítást kaptak a személyek a feladatról, amely azonos tartalmú volt a képernyőn látható szöveggel: „A képernyőn 4 kör van egymás mellett. Az egyik mindig ki lesz töltve valamilyen színnel. A kitöltések helyét kell követni, méghozzá úgy, hogy négy billentyű felel meg ennek a négy körnek, az A, B, C, D. Egyik kézzel kell nyomogatni az A és B gombokat, a másikkal a C és D-t. Tehát ha például a bal szélső körnél jelenik meg, az A-t kell megnyomni, a jobb szélsőnél a D-t, stb. Legyél pontos, ugyanakkor gyors is! Kb. másfél percenként kapni fogsz visszajelzést, hogy mennyire voltál gyors és pontos - ez alapján tudsz módosítani.”

Blokkos elrendezés. Az ASRT feladat 20 blokkból állt, melyek között a vizsgálati személyek szabadon tarthattak szünetet. Mind a húsz részt a vizsgálati személyek indították egy gomb megnyomásával. Egy blokk öt darab, véletlenszerű helyen megjelenő ingerrel kezdődött, majd egy nyolcelemű ingerszekvenciát tízszer tartalmazott (random elemmel kezdve, ahol a random elemek helye mindig változott). A négyelemű mintázatok helyeit a szekvenciában a képernyőn látható négy kör alany sorszáma alapján kiválasztott permutációját jelentették. Ha ez a mintázat például a 3,2,4,1 volt, akkor a blokk így kezdődött: R-R-R-R-R-3-R-2-R-4-R-1-R-3-R-2-R-4-R-1-...stb., ahol az R-rel jelölt ingerek helye véletlenszerűen lett kiválasztva, a számok pedig azt jelzik, hogy balról jobbra haladva a képernyőn hányadik kör lett beszínezve. Az volt a résztvevők feladata, hogy minél gyorsabban nyomják meg a négy gomb (A,B,C,D) közül azt, amelyik megfelel a képernyőn megjelölt körnek. Az A gomb a bal szélső, a B a bal középső, a C a jobb középső, a D pedig a jobb szélső kört jelentette. A válaszokat a két kéz mutató és középső ujjával kellett adniuk. A számítógép megvárta, amíg a helyes választ megnyomják a kísérleti alanyok, utána 120 ms késleltetés után – amíg csak a négy üres kör látszódott - adta a következő ingert. Hibás gombnyomás esetén a számítógép várt, és a háttérben rögzítette a pontatlanságot. A blokkok

után lehetett látni az adott rész átlagos reakcióidejét és pontosságát, így mindenki kapott visszajelzést arról, hogy hogyan teljesített.

Próba blokkok és színes blokkok. A kísérlet 1., 2., 10., 11., 19. és 20. blokkjában minden inger színe szürke volt, így ezek eredményei alapján nyomon követhető a motoros tanulás a különböző csoportokban. A 3-9. és 12-18. blokkokban az ingerek a sárga, piros, zöld, illetve kék színűek lehettek aszerint, hogy az alanyok melyik kísérleti csoportba tartoztak. A statisztikai elemzésben az egyszínű blokkokat páronként, a színes blokkokat pedig hetes tömbönként összevontam epochokba könnyebb értelmezés érdekében (ld. 1. ábra).



1. ábra. A kísérlet blokkos elrendezése. Egy-egy blokk 85 ingert tartalmazott. Az epochok statisztikai adatai a hozzájuk tartozó blokkok átlagolásával számíthatók ki. A szürkével jelzett blokkokban csak világosszürke ingerek voltak. A többiben csak sárga, piros, zöld vagy kék ingerek.

Visszajelzés. A feladat elvégzése alatt én is jelen voltam a kísérleti személyekkel arra az esetre, ha problémájuk adódna. Minden blokk után közvetlenül a képernyőn megjelent a helyes gombnyomások aránya százalékos formában, valamint egy felirat, miszerint 92% felett kell tartani a pontosságot. Ha ennek a jelentőségére rákérdeztek, azt mondtam, hogy a statisztikai adatok érvényessége miatt szükséges ezt a teljesítményt tartani, továbbá a véletlenszerű gombnyomogatás kiszűrése végett várjuk el. Az ASRT után minden vizsgálati személy tájékoztatást kapott arról, hogy mi volt a kísérlet lényege, elmondhatták a véleményüket a feladatról és a további fennmaradó kérdésekre is választ kaptak.

Eredmények

A színes ASRT kísérlet adatelemzése

Az általam használt ARST abban különbözik az eredetitől, hogy fekete alapon sötétszürke körök vannak, és az ingerek többfélék lehetnek. A kísérlet során az egyes blokkokból kapunk egy-egy mediánt a reakcióidőre vonatkozóan, ezt a középértéket csak azokból az időkből számoljuk, amikor a kísérleti alany elsőre a helyes gombot nyomta meg. Emellett blokkonként egy pontosságmutató is számolható (helyes gombnyomások száma osztva nyolcvannal), amiben helyes gombnyomásnak csak az számíthat, amikor az adott inger

megjelenése után először megnyom egy gombot a vizsgálati személy, és az megfelel a képernyőn színnel kitöltött körnek. A blokkok statisztikáit átlagolással epochokba egyesítjük a könnyebb értelmezhetőség kedvéért. Jelen esetben a próba epochok az 1-2., 10-11. és 19-20., csak szürke ingereket tartalmazó blokkpárok összevonásából jönnek létre. A színes epochok eredményeit pedig a 3-9. illetve a 12-18. blokkok adataiból átlagoljuk. Azt vizsgáljuk, hogy van-e különbség a kísérlet epochai között, a mintázatelemek és a véletlenszerű helyen megjelenő elemek között, valamint a négy kísérleti csoport között. Ezek után a felsorolt tényezők kereszthatásait vizsgáljuk. A hipotézisem vizsgálatához és értelmezéséhez szükséges sorra venni az említett statisztikákat.

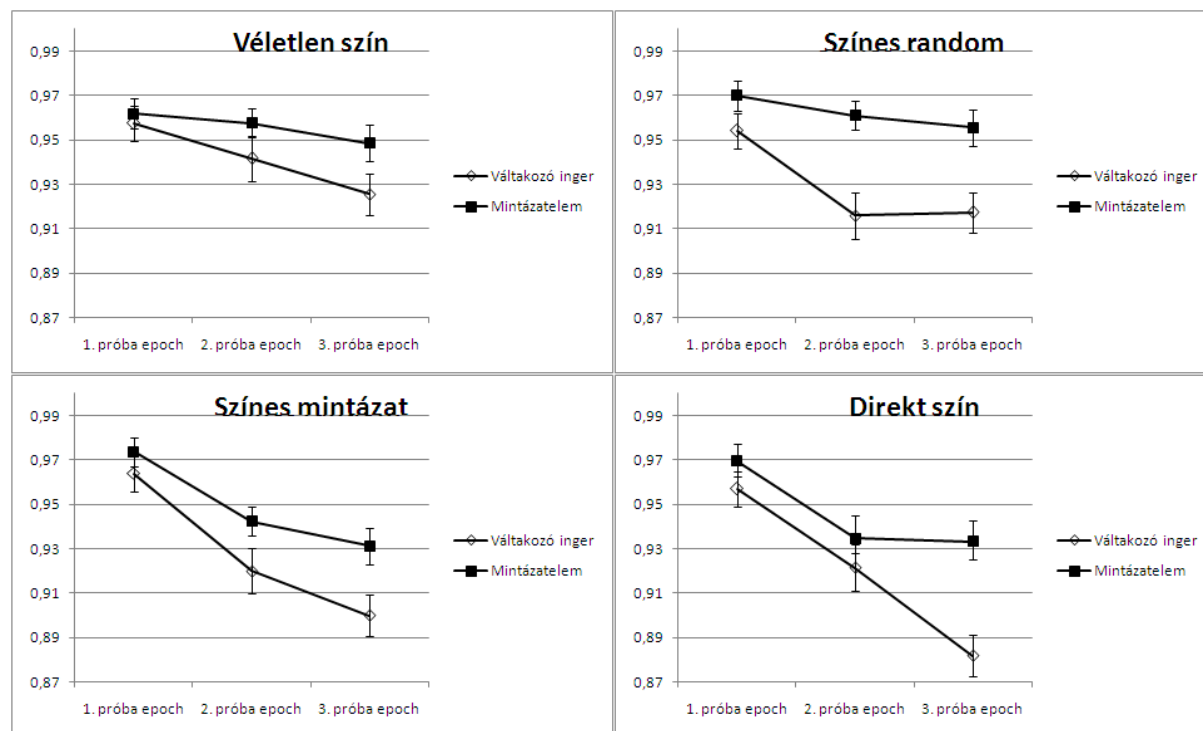
Próba epochok - pontosság

Ebben a részben olyan adatokat részletezek, melyek csak a hat próba blokk alapján lettek kiszámítva. Az elemzésre a három, próba blokkpárból álló epoch (lásd 1. ábra) átlagos pontosságait néztem kevert mintás varianciaanalízissel. Az összetartozó mintás faktorok az EPOCH (próba epochok közül az 1., 2. vagy 3.) és az INGERTÍPUS (váltakozó inger vagy mintázatelem) voltak. A független mintás faktor a FELTÉTEL (véletlen szín, színes mintázat, színes random, vagy direkt szín) volt.

Az INGERTÍPUS faktornak szignifikáns főhatása volt ($F(1,68)=59.152$, $p<0.001$). A mintázatelemek átlagos pontossága 0.953 volt (szórás: 0.003), míg a váltakozó ingereké 0.930 (szórás: 0.003), tehát a véletlenszerű helyen megjelenő elemeknél többet hibáztak a vizsgálati személyek (lásd 2. ábra). Az INGERTÍPUS és a FELTÉTEL változók között tendenciaszerű összefüggés figyelhető meg ($F(3,68)=1.658$, $p=0.184$), tehát a szekvenciatanulásban különbség figyelhető meg a csoportok között az egyszínű epochokban.

A tendencia post hoc vizsgálatához szintén kevert mintás varianciaanalízist alkalmaztam, ahol az összetartozó mintás faktor az INGERTÍPUS, a független mintás faktor pedig a FELTÉTEL volt. A *véletlen szín* csoport a *színes random* csoporttól különbözött a tanulás mértékében (FELTÉTEL és INGERTÍPUS kereszthatása: $F(1,34)=4.626$, $p=0.039$), de a *színes mintázat* ($F(1,34)=0.814$, $p=0.373$) és a *direkt szín* ($F(1,34)=1.542$, $p=0.223$) csoportoktól nem. A *színes random* és *színes mintázat* csoport között sem volt ilyen különbség ($F(1,34)=2.175$, $p=0.149$), és sem előbbi ($F(1,34)=0.579$, $p=0.452$), sem utóbbi ($F(1,34)=0.289$, $p=0.594$) nem különbözött szignifikánsan a *direkt szín* csoporttól. Az egyetlen szignifikáns eredmény jelentőségét a két ingertípus átlagos pontosságának különbségével lehet magyarázni (ez egy tanulási mutató, ami a mintázat és a váltakozó ingerek elkülönítését méri). A *véletlen szín* csoportban ez az átlag 0.014 (szórás: 0.006), míg a

színes random csoportnál 0.033 (szórás: 0.006). A *színes mintázat* (0.021, szórás: 0.006) és a *direkt szín* (0.026, szórás: 0.006) kísérleti feltételek értékei a kettő között helyezkednek el. A csoportok között tehát nincs egyértelmű sorrend a szekvenciatanulás minőségét tekintve, viszont a *színes random* csoport jelentősen jobban tanulta meg a téri szekvenciát, mint a *véletlen szín* csoport.



2. ábra. A két ingertípusra adott válaszok pontossága a próba epochokban, a négy kísérleti csoport szerinti felosztásban.

Az EPOCH változónak is szignifikáns főhatása volt ($F(2,136)=0.058$, $p<0.001$). Az első próba epochban 0.963 (szórás: 0.003), a másodikban 0.937 (szórás: 0.004), a harmadikban már csak 0.924 (szórás: 0.003) volt a blokkpár átlagos pontossága: minél többet gyakoroltak a kísérleti alanyok, annál többet hibáztak. Az EPOCH és a FELTÉTEL változók között volt interakció ($F(6,68)=3.057$, $p=0.008$), így a motoros tanulás mértékében eltérést vehetünk észre a csoportok között. Ahol az ASRT-ben a mintázatelemek színezése azok helye szerint történt, nagyobb csökkenés látható a pontosságban.

Az INGERTÍPUS és az EPOCH változók szignifikáns interakciója volt kimutatható ($F(6,136)=3.057$, $p<0.001$), ami azt jelenti, hogy a két ingertípus külön kiszámított pontossága a három epoch alatt különböző mértékben tért el. Mindkét ingertípus esetében egyre többet hibáztak a résztvevők, de a véletlenszerű helyen megjelenő ingereknél erősebben romlott a teljesítmény (lásd 2. ábra).

A FELTÉTEL, EPOCH és INGERTÍPUS változóknak nem volt hármas interakciója ($F(6,136)=1.319$, $p=0.253$), így a motoros és szekvenciatanulás együttvéve nem különbözik a kísérleti csoportokban.

A FELTÉTEL változó főhatása nem volt szignifikáns ($F(3,68)=1.785$, $p=0.158$), tehát átlagos pontosságban csak tendenciaszerűen különböznek egymástól a kísérleti csoportok. A legjobb pontossággal a *véletlen színek* csoport rendelkezik (0.949, szórás: 0.005), majd a *színes random* (0.946, szórás: 0.005), a *színes mintázat* (0.939, szórás: 0.005) és a *direkt szín* (0.933, szórás: 0.005) csoportok.

Próba epochok - reakcióidők

A reakcióidők esetében a varianciaanalízis értékei az epoch blokkjainak átlagos reakcióidő-mediánjait jelentették, a csoportosító változó azt jelentette, hogy a vizsgálati személy melyik kísérleti csoportba tartozik, a személyen belüli faktorok pedig az epoch (első vagy második), illetve az inger típusa (véletlenszerű helyen megjelent, vagy mintázatelem) voltak.

Az INGERTÍPUS változónak szignifikáns főhatása volt ($F(1,68)=58.968$, $p<0.001$). A mintázatelemek átlagos reakcióidő-mediánja 371.612 ms (szórás: 4.475), míg a váltakozó elemeké 364.384 ms volt (szórás: 4.469), tehát a kísérleti alanyok átlagosan lassabban válaszoltak a véletlenszerű helyen megjelenő ingerekre, mint a mintázatelemekre. Az INGERTÍPUS és FELTÉTEL változóknak nem volt kereszthatása ($F(3,68)=0.190$, $p=0.903$), a szekvenciatanulásban a színes epochok alatt sem különböztek a csoportok (lásd 3. ábra).

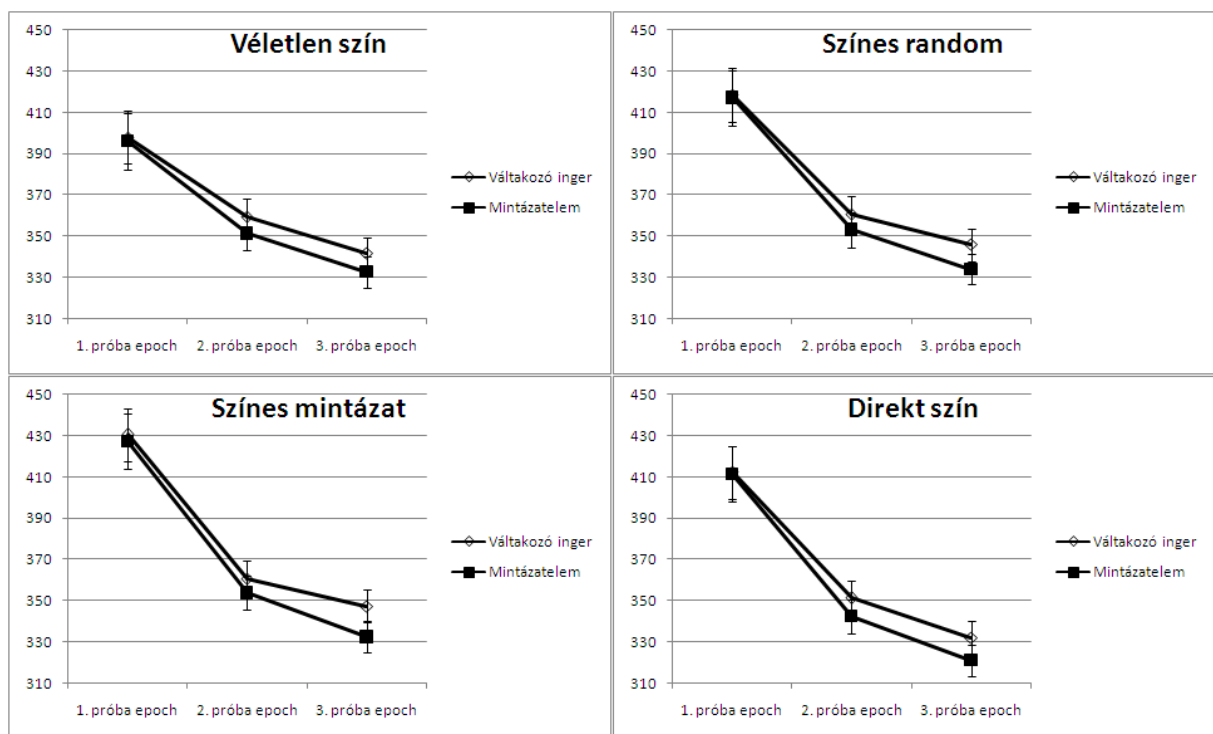
Az EPOCH változónak szintén volt szignifikáns főhatása ($F(2,136)=233.546$, $p<0.001$), tehát a személyek gyorsultak a gyakorlás során. Az EPOCH és a FELTÉTEL faktorok között tendenciaszerű interakció vehető észre ($F(6,136)=1.968$, $p=0.074$), így a tanulás mértékében tendenciaszerűen különböztek a csoportok. Az első epochban a *direkt szín* csoport reakcióideje (411.875, szórás: 13.011) a *véletlen szín* (397.014, szórás: 13.011) csoporténál lassabb, a *színes random* (417.771, szórás: 13.011) és a *színes mintázat* (428.833, szórás: 13.011) csoportokénál viszont gyorsabb volt. Már a második epochra a *direkt szín* lett a leggyorsabb (346.847, szórás: 8.267; *véletlen szín*: 355.486 (szórás: 8.267), *színes random*: 356.979 (szórás: 8.267), *színes mintázat*: 357.326 (szórás: 8.267)). Ez az előny a harmadik epochban is megmaradt (*direkt szín*: 326.639 (szórás: 7.522), *véletlen szín*: 337.236 (szórás: 7.522), *színes random*: 340.000 (szórás: 7.522), *színes mintázat*: 339.972 (szórás: 7.522)). A *direkt szín* csoport motoros tanulása hatékonyabbnak tűnik a reakcióidők alapján.

Az INGERTÍPUS és az EPOCH változók szignifikáns interakcióban voltak ($F(2,136)=8.301$, $p<0.001$), a kétféle ingertípus átlagos reakcióidő-mediánjai különböző mértékben tértek el a három epoch alatt. A mintázatelemek reakcióidői nagyobb mértékű javulást mutattak, mint a véletlenszerű helyen megjelenő ingerekéi.

A FELTÉTEL, EPOCH és INGERTÍPUS változóknak nem volt hármas interakciója ($F(6,136)=0.232$, $p=0.965$), így az egyszínű blokkokban a motoros és szekvenciatanulás együttvéve nem különbözik a csoportok között.

A FELTÉTEL változónak nem volt szignifikáns főhatása ($F(3,68)=1.541$, $p=0.656$), tehát átlagos reakcióidőben nem különböznek egymástól a csoportok.

A próba epochok reakcióidejeiből kiderül, hogy a szekvenciatanulásban nem volt különbség a csoportok között, viszont az általános motoros tanulásban jobb volt a *direkt szín* csoport (lásd 3. ábra).

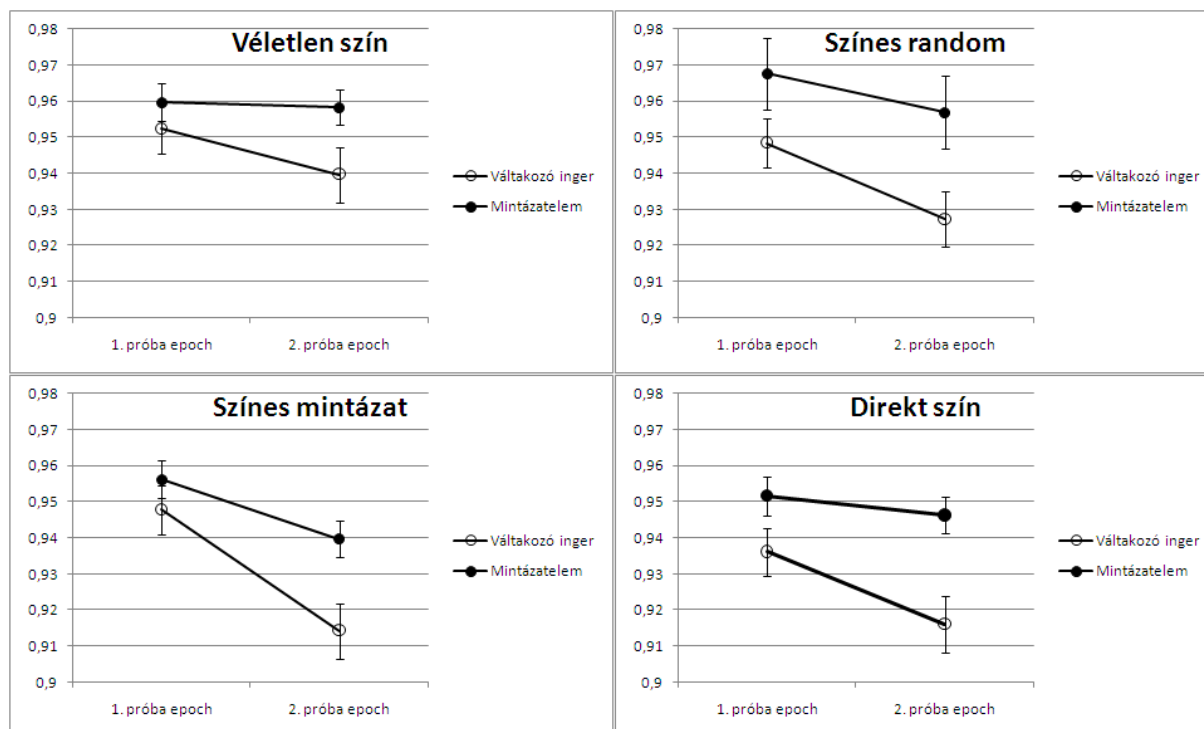


3. ábra. A két ingertípus átlagos reakcióidő-mediánjai (ezredmásodpercben) a próba epochokban, a négy kísérleti csoport szerinti felosztásban.

Színes epochok - pontosság

Az első színes epochot az ASRT feladat 3-9. blokkjainak összevonásával, a második pedig a 12-18. blokkok egyesítésével hoztam létre. Ebben a részben olyan adatok szerepelnek, melyek kizárólag ezen blokkok adataiból lettek kiszámítva.

Az INGERTÍPUS faktornak szignifikáns főhatása volt ($F(1,68)=65.111$, $p<0.001$). A pontosságmutatók alapján a vizsgálati személyek kevesebb hibát vétettek a mintázatelemeknél (0.955, szórás: 0.002), mint a váltakozó elemeknél (0.935, szórás: 0.003). Az INGERTÍPUS és a FELTÉTEL változók között nem volt kereszthatás ($F(3,68)=1.229$, $p=0.306$), a színes epochokban sem különbözött a szekvenciatanulás mértéke a csoportok között (lásd 4. ábra).



4. ábra. A két ingertípus pontosságai a színes epochokban, a négy kísérleti csoport szerinti felosztásban.

Az EPOCH változónak statisztikailag szignifikáns főhatása volt ($F(1,68)=51.095$, $p<0.001$), a második epochban (0.937, szórás: 0.003) többet hibáztak a résztvevők, mint az elsőben (0.952, szórás: 0.003). Az EPOCH és FELTÉTEL változók között volt interakció ($F(3,68)=3.139$, $p=0.031$). A motoros tanulásban eltértek egymástól a csoportok. Azoknál a csoportoknál, ahol az ingertípusok nem különböztek a színezés szabályosságának meglétében, kisebb csökkenés következett be a pontosságban a két epoch között (fullrandom: 0.956 (szórás: 0.005) és 0.949 (szórás: 0.006); matchall: 0.944 (szórás: 0.005) és 0.931 (szórás: 0.006)). Azok a kísérleti alanyok, akiknek a színezés szabályossága pontosan az egyik ingertípusnál volt meg, nagyobb csökkenést mutattak pontosságban (rpmc: 0.958 (szórás: 0.005) és 0.942 (szórás: 0.006); seeqmc: 0.952 (szórás: 0.005) és 0.927 (szórás: 0.006)).

Az INGERTÍPUS és az EPOCH változók szignifikáns interakciója volt kimutatható ($F(1,68)=25.023$, $p<0.001$). A kísérleti alanyok minél többet gyakoroltak, annál inkább különbözött náluk a két ingertípus pontossága (lásd 4. ábra). Az első epochban a mintázatelemek pontossága 0.958 (szórás: 0.005), a váltakozó ingereké 0.946 (szórás: 0.006)

volt, míg a másodikban ugyanilyen sorrendben 0.950 (szórás: 0.004) és 0.924 (szórás: 0.007) voltak az értékek.

A FELTÉTEL, EPOCH és INGERTÍPUS változóknak nem volt hármasszintű interakciója ($F(3,68)=0.339$, $p=0.797$), így a motoros és szekvenciatanulás együttvéve itt sem különbözik a kísérleti csoportokban.

A FELTÉTEL változó főhatása nem volt szignifikáns ($F(3,68)=2.069$, $p=0.112$), tehát átlagos pontosságban tendenciaszerűen különböztek a kísérleti csoportok a színes epochok alatt. A véletlen szín csoport lett a legpontosabb (0.953, szórás: 0.005), majd a színes random csoport (0.950, szórás: 0.005), a színes mintázat (0.939, szórás: 0.005), végül a direkt szín csoport (0.938, szórás: 0.005).

Színes epochok - reakcióidők

A két színes epochot az ASRT feladat 3-9., illetve a 12-18. blokkjainak egyesítésével hoztam létre. Ebben a részben szintén olyan adatok szerepelnek, melyek kizárólag ezen blokkok adataiból lettek kiszámítva.

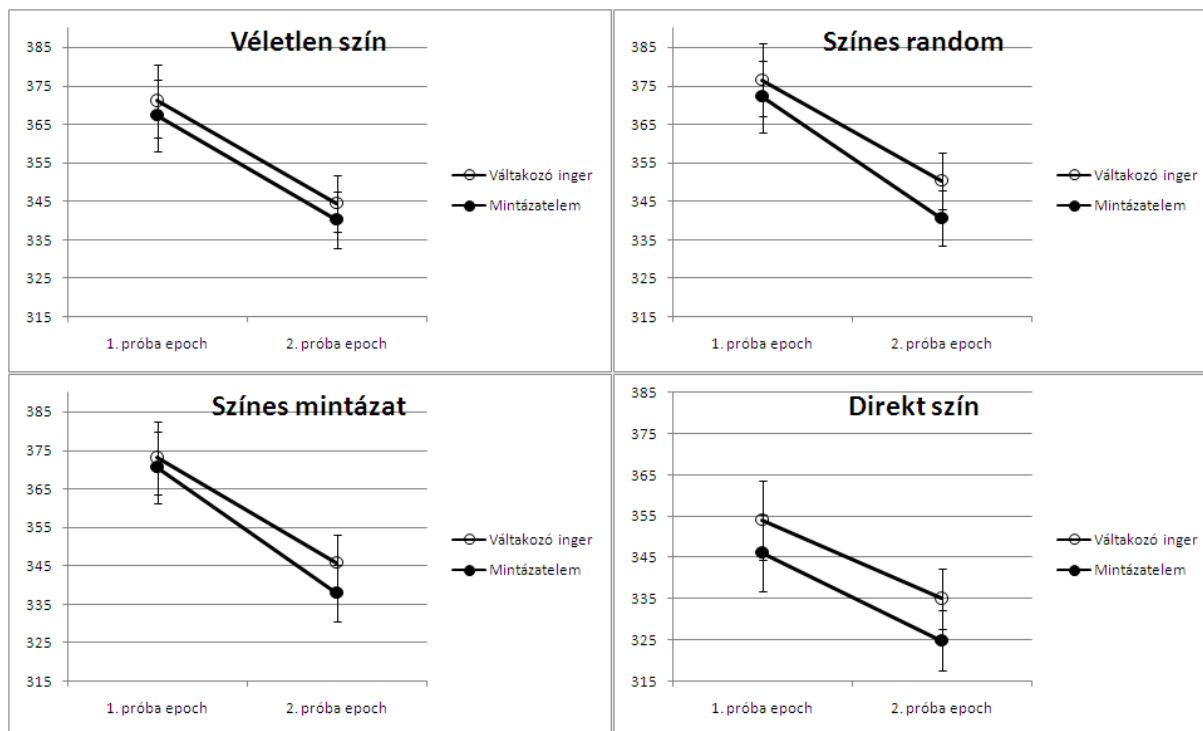
Az INGERTÍPUS változónak szignifikáns főhatása volt ($F(1,68)=47.982$, $p<0.001$), a kísérleti alanyok általában gyorsabban válaszoltak mintázatelemekre (349.987 ms, szórás: 4.025), mint a véletlen helyen megjelenő ingerekre (356.306 ms, szórás: 4.076). Az INGERTÍPUS és FELTÉTEL változóknak nem volt kereszthatása ($F(3,68)=1.476$, $p=0.229$), a szekvenciatanulásban a színes epochok alatt sem különböztek a csoportok (lásd 5. ábra).

Az EPOCH változónak szintén volt szignifikáns főhatása ($F(1,68)=150.557$, $p<0.001$), a résztvevők a második színes epochban gyorsabban válaszoltak az ingerekre (339.918, szórás: 3.600), mint az elsőben (366.375, szórás: 4.666). Az EPOCH és FELTÉTEL változók között nem volt jelentős kereszthatás ($F(3,68)=1.057$, $p=0.373$), motoros tanulásban itt nem különböznek a csoportok.

Az INGERTÍPUS és EPOCH változók szignifikáns interakcióban voltak ($F(1,1)=8.623$, $p=0.005$), a kétféle ingertípus reakcióidőinek különbsége eltért a két epochban. A mintázatelemek reakcióidője a két epochban rendre 364.060 (szórás: 4.643) és 335.915 (szórás: 3.643) voltak, míg a váltakozó elemeké 368.690 (szórás: 4.760) és 343.921 (szórás: 3.623). A kétféle inger tehát jobban elkülönült a második színes epochban, mint az elsőben.

A FELTÉTEL, EPOCH és INGERTÍPUS változóknak nem volt hármas interakciója ($F(3,68)=1.193$, $p=0.319$), így a színes blokkokban a motoros és szekvenciatanulás együttvéve nem különbözik jelentősen a csoportok között (lásd 5. ábra).

A FELTÉTEL változónak nem volt szignifikáns főhatása ($F(3,68)=1.226$, $p=0.307$), tehát átlagos reakcióidőben a színes epochokban sem különböztek egymástól a csoportok.



5. ábra. A két ingertípus átlagos reakcióidő-mediánjai (ezredmásodpercben) a színes epochokban, a négy kísérleti csoport szerinti felosztásban.

Megvitatás

Kutatásom célja az volt, hogy az ingerek színén keresztül egy perceptuális információ hatását vizsgáljam a téri szekvencia tanulására. 72 fő vett részt a kísérletben a 18-22 éves életkori övezetből. A téri szekvenciát a kísérleti csoportok sikeresen elsajátították az ASRT feladat végzésekor. Ezt onnan tudjuk, hogy a mintázatelemekre gyorsabban és pontosabban nyomtak gombot, mint a váltakozó ingerekre, ez a különbség pedig egyre nőtt a kísérlet alatt. Általában véve is gyorsultak a feladatvégzés során, és egyre többet hibáztak. A hipotézisem, miszerint a téri szekvencia tanulását a színinformáció elősegíti, igazolást nyert. Több statisztikai mutató is különbségekre utalt a véletlen szín csoport és a többi kísérleti feltétel között, utóbbiak javára. A pontosságadatok alapján a mintázat színszekvenciával való megerősítése segít a szekvencia elsajátításában: a színes mintázat és a direkt szín csoportoknál a váltakozó elemek pontossága jobban csökkent a kísérlet folyamán, mint a mintázatelemeké. Tehát a mintázatelemek

szabályos színezése jobb motoros tanulást eredményezett. A mintázat elkülönítése általánosan jobb volt azoknál a kísérleti alanyoknál, akiknél csak az egyik ingertípus színezése történt hely szerint. Ők is nagyobb csökkenést mutattak pontosságban. Továbbá a három próba epoch pontosságaiból azt a következtetést lehet levonni, hogy a színes random csoport jelentősen jobban tanulta meg a téri szekvenciát, mint a véletlen szín csoport (ahol a színek sorrendje nem volt semmilyen kapcsolatban az ingerek helyének sorrendjével). Így a próba epochok reakcióidője alapján a motoros tanulásban a direkt szín csoport is jobbnak bizonyult a véletlen szín csoportnál.

Az eredmények Mayr (1996) és Remillard (2003) kutatásaival állíthatók párhuzamba, miszerint a kísérleti alanyok képesek elsajátítani két, egymástól független szekvenciát. Song, Howard és Howard (2008) kutatása is azt az eredményt hozta, hogy az emberek képesek a színek szekvenciát elsajátítani akkor is, ha a válaszokat az ingerek helye szerint kell adniuk. Az eredményeket Shin és Ivry (2002) többszekvenciás haszon fogalmával lehet magyarázni, miszerint ha a kétféle (jelen esetben perceptuális és téri) szekvencia korrelál egymással, akkor elősegítik a sorrend megtanulását.

Deroost, Coomans és Soetens (2009) kutatásukból azt a következtetést vonták le, hogy az ingerek perceptuális értéke nem befolyásolja a téri szekvencia tanulását, viszont a reakcióidőben különbségeket lehet vele kimutatni. Az én kísérletemben amikor csak az egyik ingertípusnál volt valamilyen szabályosság az ingerek színezésében, a másiknál pedig nem, a véletlenszerűen színezett ingerek reakcióidője nem különböztek jelentősen a többi kísérleti feltételétől. A korábbi kutatási eredmények alapján az ilyen váltakozó ingerek felismerése nem volt nehezebb az alanyok számára. Ez lehet az oka annak, hogy a színes random csoportnál a mintázatelemek tanulása nem gyengült, és így jobb eredményt értek el, mint a véletlen szín csoport.

A szekvenciatanulásban a faktorok hármasszorzhatásai alapján azonban nem volt különbség a kísérleti csoportok között. Így a motoros és a szekvencia-specifikus tanulásban együttvéve nem különböztek, emiatt a fenti eredményeket fenntartásokkal kell kezelni. Ennek a statisztikai eredménynek a hiányát azonban okozhatja az epochos elrendezés is, vagy egy erősebb kontrollhelyzet beépítése a kísérletbe. Magyarázatot jelenthet még Deroost és Soetens (2006a) egyik kísérletének eredménye, miszerint ha a színek alapján kell a vizsgálati személyeknek a válaszokat nyomni, akkor könnyebben megtanulják a színek szekvenciáját, mint a téri szekvenciát az ingerek helye szerint történő válaszadáskor. Hasonló színekkel dolgoztak, mint amilyenek az én kísérletemben voltak, és azt találták, hogy színekre adott

válaszok esetén a téri szekvencia tanulása is megtörténik. Ez alapján érdemes létrehozni olyan kísérleti csoportokat, ahol a gombnyomásokat az ingerek színe alapján kell megtenni

Kutatásom az implicit tanulás egyik befolyásoló tényezőjét vizsgálta. A mindennapi életben is jelen levő szekvenciatanulás alapjait jobban megismerjük az ilyen kísérletek által. Megértésével kidolgozhatóak olyan módszerek, melyek a hozzá tartozó képességeket fejlesztik. Legyen szó akár nyelv- vagy zenetanulásról, valamilyen sportról vagy sok más tevékenységről, az emberi képességek határainak megtalálására még sokáig lesz igény.

Felhasznált irodalom

- Deroost, N., & Soetens, E. (2006). Perceptual or motor learning in SRT tasks with complex sequence structures. *Psychological Research*, 70, 88-102.
- Deroost, N., Coomans, D., & Soetens, E. (2009). Perceptual load improves the expression but not learning of relevant sequence information. *Experimental psychology*, 56(2), 84-91.
- Destrebecqz, A., & Cleeremans, A. (2001). Can sequence learning be implicit? New Evidence with the Process Dissociation Procedure. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(2), 343-350.
- Goschke, T. (1998). Implicit learning of perceptual and motor sequences: Evidence for independent learning systems. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.). *Handbook of implicit learning* (pp. 401–444). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Graf, P., Schacter, D.L. (1985). Implicit and explicit memory for new associations in normal and amnesic subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11, 501-518.
- Howard, J. H. & Howard, D. V. (1997). Age differences in implicit learning of higher order dependencies in serial patterns. *Psychology and Aging*, 12(4), 634-656.
- Lashley, K. S. (1951). The problem of serial order in behavior. In L. A. Jeffress (Ed.), *Cerebral mechanisms in behavior* (pp. 112–136). New York: Wiley.
- Mayr, U. (1996). Spatial attention and implicit sequence learning: evidence for independent learning of spatial and nonspatial sequences. *Journal of Experimental Psychology*, 22(2), 350-364.
- Nissen, M. J. & Bullemer, P. (1987). Attentional requirement of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19, 1-32.
- Remillard, G. (2003). Pure perceptual-based sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 29(4), 581-594.
- Schacter, D. L. (1987). Implicit memory: history and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 501-518.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-prime, Version 1.1*. Pittsburgh: Psychology Software Tools.
- Shin, J. C., & Ivry, R. B. (2002). Concurrent learning of temporal and spatial sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28, 445-457.
- Song, S., Howard, J. H., & Howard, D. V. (2007). Implicit probabilistic sequence learning is independent of explicit awareness. *Learning & Memory*, 14, 167-176.

- Song, S., Howard, J. H., & Howard, D. V. (2008). Perceptual sequence learning in a serial reaction time task. *Experimental Brain Research*, 189, 145-158.
- Willingham, D. B., Nissen, M., & Bullemer, P. (1989). On the development of procedural knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 1047–1060.

Mellékletek

1. Melléklet: Etikai jóváhagyás igénylőlap

Etikai jóváhagyást igénylő lap diák kutatók számára

1. A kutatást végző diák(ok) neve: Urbán Gábor
2. A kutatásért felelős oktató neve, beosztása: Dr. Németh Dezső, oktató
3. A kutatás címe: A perceptuális információ hatása az implicit szekvenciatanulásra
4. A kutatás melyik kategóriába esik: helyi TDK
5. A kutatás rövid ismertetése az etikailag érzékeny pontokra való kitéréssel (etikai kockázat felmérés) és a javasolt kutatás indoklásával.

Előreláthatólag a kutatásban a következő tesztek fognak szerepelni a testreszabott ASRT előtt (követlen sorrendben): féltelkei dominancia teszt, számterjedelem teszt, fluencia teszt, számlálási terjedelem teszt.

A vizsgálati jegyzőkönyvön szerepelni fog a résztvevő neve és születési dátuma, valamint a Vizsgálati jegyzőkönyvben felsorolt további néhány személyes információ.

A fluencia teszt ideje alatt segédeszközként hangfelvételre képes eszköz alkalmazása esedékes. A hanganyagot a témavezető tanár(ok) rendelkezésére bocsátom, amennyiben az adott személyek aláírt beleegyezést adnak erről.

Az ASRT-feladatot a Vizsgálati jegyzőkönyvvel párosítható sorszámmal végzik a személyek, itt egyéb etikai vonatkozást nem találtam.

- 6. Az etikai kockázat kiiktatására illetve minimalizálására szolgáló tervezett eljárások ismertetése, kitérve az informált beleegyezés megszerzésének módjára.**

A vizsgálati személyek az adott tesztek megkezdése előtt aláírt beleegyező nyilatkozatot tesznek arról, hogy 1. hangjukat felvehetem a fluencia teszt ideje alatt és 2. személyes adataikat a kutatásban illetékes személyek láthatják. Továbbá a vizsgálat ideje alatt szóbeli tájékoztatást kaphatnak arról, hogy az adatokat kinek adhatom tovább, és miért volt szükség az adatok felvételére (pl. nem használja az egyetem egyéni megítélésre, nem él vissza személyesen megszerzett információként a rögzítettekkel).

- 7. Az informált beleegyezés szövege:**

Alulírott _____, beleegyezem, hogy Urbán Gábor egyetemi hallgató a SZTE pszichológia szakos hallgatója a következő adatokat felvegye, és az Általános Lélektani kutatómódszertan kurzushoz tartozó kutatásához bizalmas információként felhasználja: nevem, nemem, születési dátumom, iskolában töltött éveim száma, foglalkozásom, zenei és nyelvtudásom, kísérletben hátráltató egészségügyi problémáim, szüleim iskolai végzettsége, velem egy háztartásban élők száma, testvéreim neve és életkora, otthoni életterek osztottsága, család autójának száma, tavalyi nyaralás helyszíne, számítógépes szokásaim.

Tudomásul veszem, hogy az általam megadott válaszok azok kutatáshoz való felhasználásának automatikus elfogadását jelentik, valamint hogy ezeket a kísérletet végző személyek kötelesek bizalmasan kezelni. Továbbá *beleegyezem/nem egyezem bele* (megfelelő aláhúzendő!), hogy a fluencia teszt alatt számítógéppel vagy mobiltelefonnal hangfelvétel készüljön a vizsgálatról.

Amennyiben további kutatásokhoz, melyek a leendő kutatási adatbázis bővített változatát használhatják (pl. konferencia, szakdolgozat), szeretné a fent említett hallgató felhasználni az adataimat, *engedélyezem / nem engedélyezem* (megfelelő itt is aláhúzendő!).

Ezt a lapot a kísérlet megkezdése előtt megkaptam, tartalmáról ismertettek. Az adatkezeléssel kapcsolatos esetleges kérdéseimre választ kaptam.

A kutatásvezető etikai szempontból

A/ Jóváhagyja a kutatást

B/ Nem hagyja jóvá a kutatást

A jóváhagyás dátuma:.....

A vizsgálat megkezdésének tervezett időpontja: 2011. március hónapban

Melléklet: Informált beleegyezés, tájékoztató és nyilatkozat

Informált beleegyezés kutatáshoz

valamint tájékoztató és nyilatkozat az emlékezeti és tanulási vizsgálatához

Az emlékezeti vizsgálatok célja az emlékezeti és tanulási folyamatok vizsgálata. Az emlékezeti vizsgálatokban a vizsgálati személynek szavakat, számokat vagy mondatokat kell megjegyeznie és visszamondania. Ezekkel a módszerekkel az emlékezet kapacitását lehet felmérni. Emellett reakcióidős feladattal vizsgáljuk a figyelem fenntartásának képességét. A fenti vizsgálatoknak káros következménye nincs.

Alulírott _____, beleegyezem, hogy Urbán Gábor egyetemi hallgató, a SZTE pszichológia szakos hallgatója felvegye és az Általános lélektani kutatómódszertan kurzushoz tartozó kutatásához bizalmas információként felhasználja a következő adatokat: nevem, nemem, születési dátumom, iskolában töltött éveim száma, foglalkozásom, zenei és nyelvtudásom, kísérletben hátráltató egészségügyi problémáim, szüleim iskolai végzettsége, velem egy háztartásban élők száma, testvéreim neme és életkora, otthoni életterek osztottsága, család autóinak száma, tavalyi nyaralás helyszíne, számítógépes szokásaim. A rögzítettekhez a kutatás lebonyolításában részt vevő egyéb személyek is hozzáférhetnek.

Tudomásul veszem, hogy az általam megadott válaszok azok kutatáshoz való felhasználásának automatikus elfogadását jelentik, valamint hogy ezeket a kísérletet végző személyek kötelesek bizalmasan kezelni. Továbbá *beleegyezem/nem egyezem bele* (megfelelő aláhúzendő!), hogy a fluencia teszt alatt számítógéppel vagy mobiltelefonnal hangfelvétel készüljön a vizsgálatról. Amennyiben további kutatásokhoz, melyek a leendő kutatási adatbázis bővített változatát használhatják (pl. konferencia, szakdolgozat), szeretné a fent említett hallgató felhasználni az adataimat, *engedélyezem / nem engedélyezem* (megfelelő itt is aláhúzendő!).

Kijelentem, hogy a vizsgálat céljáról és jellegéről kielégítő tájékoztatást kaptam. A vizsgálatokhoz való hozzájárulásomért anyagi ellenszolgáltatást sem én, sem hozzátartozóm nem kapott. Ezt a lapot a kísérlet megkezdése előtt megkaptam, tartalmáról ismertettek. Az adatkezeléssel kapcsolatos esetleges kérdéseimre választ kaptam.

Tudomásul veszem, hogy a vizsgálati adatok kutatási és nem diagnosztikai célokat szolgálnak, ilyen jellegű szakvéleményre a vizsgálatok elvégzését követően igényt nem támasztok.

Szeged, 2011.hó.....nap

.....

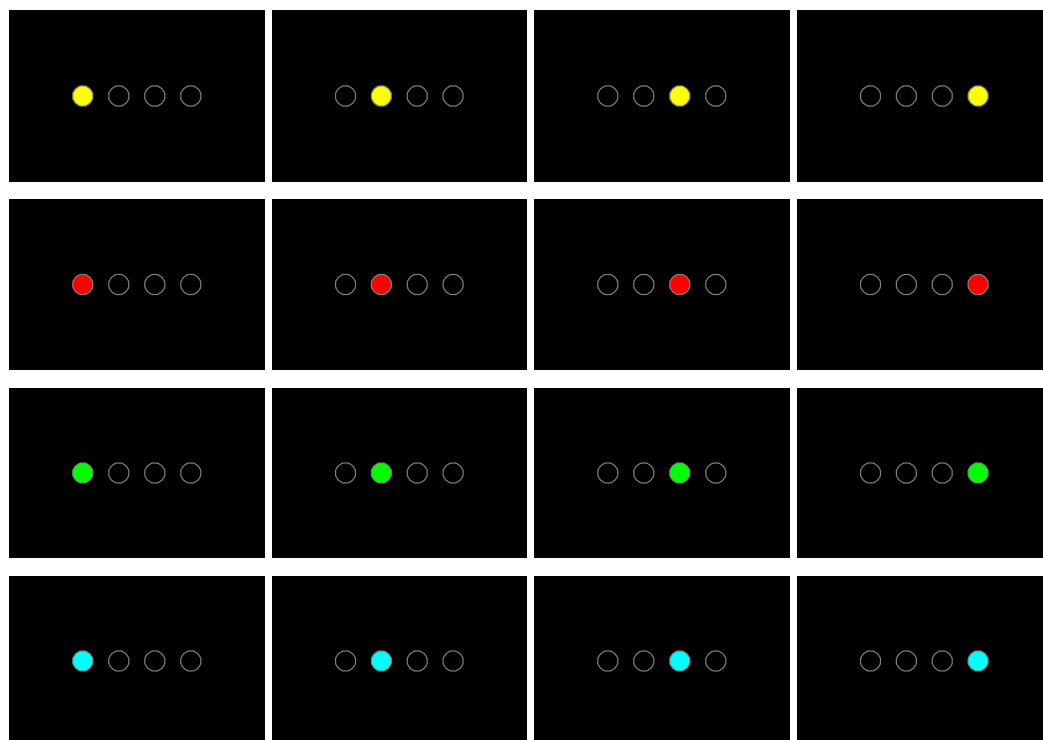
aláírás

3. Melléklet: Színpaletta

Szín Megnevezés a törzsszövegben	Felhasználás Minek a színe volt a képernyőn	Árnyalat	Telítettség Mennyire intenzív az adott szín	Fényerő Milyen erősen világít a képernyő többi részéhez képest	R Piros komponens	G Zöld komponens	B Kék komponens
fekete	háttér	160	0	0	0	0	0
sötétszürke	körök	160	0	120	128	128	128
szürke	1., 2., 10., 11., 19., 20. blokkok kitöltő színe, szövegek	160	0	181	192	192	192
sárga	3-9. és 12- 18. blokkok kitöltő színe	40	240	120	255	255	0
piros	3-9. és 12- 18. blokkok kitöltő színe	0	240	120	255	0	0
zöld	3-9. és 12- 18. blokkok kitöltő színe	80	240	120	0	255	0
kék	3-9. és 12- 18. blokkok kitöltő színe	120	240	120	0	255	255

4. Melléklet: Lehetséges ingerek az egyes csoportokban:

Véletlen szín, színes random és színes mintázat csoportok:



Direkt szín csoport:

