

IMPLICIT SZEKVENCIA TANULÁS: INTER-STIMULUS INTERVALLUM ÉS SZUBJEKTÍV ÉLMÉNY

Lukács Gáspár¹, Huszár Katalin¹, Hallgató Emese¹

¹SZTE BTK Pszichológiai Intézet, lkcs gaspar@gmail.com

Ebben a kutatásban az implicit szekvencia tanulás kapcsán a konstans inter-stimulus intervallum (ISI; 770 ms) és a standard, konstans válasz-stimulus intervallum (RSI; 170 ms) használatának különbségét vizsgáltuk az alternáló szeriális reakcióidő (ASRT) feladatban (Howard & Howard, 1997). Emellett a résztvevők háromféle szubjektív élményét is vizsgáltuk a feladat során (hat alkalommal) egy-egy rövid kérdéssel: az unalmat, a feszültséget, és azt, hogy inkább pontosságra vagy inkább gyorsaságra fókuszálnak. Konstans válasz-stimulus intervallum esetén rövidebbek voltak az inter-stimulus intervallumok, gyorsabbak voltak az ingerekre adott válaszok, pontosságban és tanulásban nem jelent meg különbség. Konstans inter-stimulus intervallum esetén korrelációt találtunk a tanulás és pontosság között, konstans válasz-stimulus intervallum esetén ez nem jelent meg. A résztvevők idővel egyre inkább unták a feladatot, a feszültség nem változott, de egyre inkább a gyorsaságra koncentráltak – ez utóbbi tendencia jelentősen mérséklődött konstans inter-stimulus intervallum esetében; ezen tényezőkkel más szignifikáns eltérést nem találtunk konstans válasz-stimulus intervallum és konstans inter-stimulus intervallum között. Konstans válasz-stimulus intervallum esetén az unalom és tanulás közt negatív korrelációt találtunk, amíg ez konstans inter-stimulus intervallum esetén nem jelent meg. Egyéb szignifikáns korrelációt a tanulás és az egyes szubjektív tényezők közt nem találtunk.

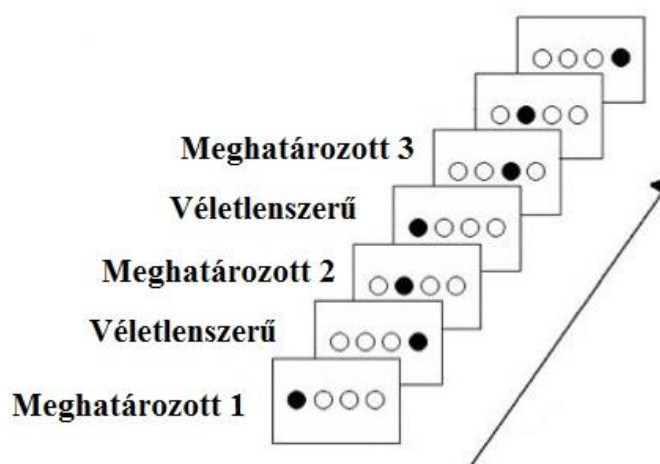
Kulcsszavak: implicit tanulás, alternáló szeriális reakcióidő feladat (ASRT), inter-stimulus intervallum (ISI), válasz-stimulus intervallum (RSI)

Az emberi információfeldolgozás felosztható explicit és implicit folyamatokra (lásd pl. Seger, 1994; Squire, 1992). Az explicit rendszer elsősorban olyan akaratlagos folyamatokkal foglalkozik, ami elérhető tudatunk számára. Az implicit rendszer átfogó, komplexebb történésekkel foglalkozik, melyeket tudatosan kevésbé dolgozunk fel – ezen belül az implicit tanulás, amely akkor lép fel, amikor érzékennyé válunk a környezet apró eltéréseivel szemben, anélkül, hogy ez kifejezett szándékunk lett volna, vagy tudatában lennénk, mit tanultunk meg.

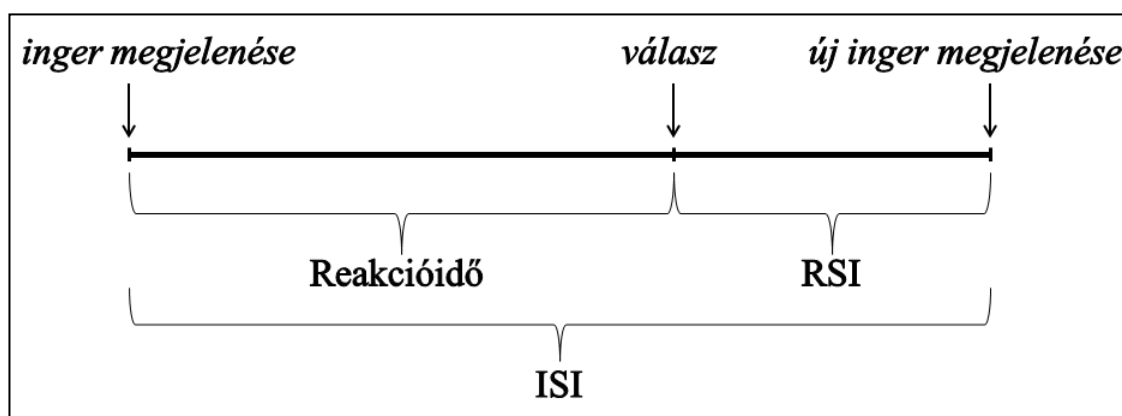
A jelen kutatás témája a perceptuális-motoros implicit szekvencia tanulás, ami során érzékennyé válunk a történések egy adott sorrendjére. Ehhez hasonló tanulás történik, amikor hozzászokunk egy új környezet vagy egy új ismerős rutinjaihoz, jellegzetességeihez. Szintén fontos szerepe van nyelvek tanulásában, eszközök, számítógépes szoftverek használatában, vagy éppen újra megtanulni járni és beszélni egy agysérülés után (Howard et al., 2004). Az ilyen fajta implicit tanulás egyik elterjedt mérési eszköze a szeriális reakcióidő (Serial Response Time: SRT) feladat, amely során a vizsgált személy egy négy választási lehetséges gyorsasági feladatot kap (Nissen & Bullemer, 1987). Az ingerek négy lehetséges megjelenési helye jellemzően: horizontálisan, egymás mellett, egyenlő távolságban, egy számítógép képernyőjén. Az inger megjelenésekor négy billentyű közül (mindkét kéz középső és mutatóujjait használva) az inger pozíciójának megfelelőt kell megnyomni. Az ingerek egy meghatározott sorrendben jelennek meg (pl. meghatározott 10 elhelyezkedés egymás után), amiről a vizsgált személy nem tud, de impliciten megtanul: ha egy idő után véletlenszerű sorrend jelenik meg, csökken a válaszok reakcióideje.

Ezen feladat egy variációja az alternáló SRT (ASRT), aminek során a meghatározott sorrendű ismétlődés minden második ingert foglalja magában, közöttük egy-egy véletlenszerű inger jön (lásd 1. ábra) (Howard & Howard, 1997). A feladat blokkokból áll (48 db), minden blokk során egy adott számú (80 db) inger jelenik meg. Ebben az esetben általában azt kapjuk, hogy a véletlen és az ismétlődő elemekre adott reakcióidő egy bizonyos mennyiségű gyakorlás után (pl. a 48. blokknál) jelentősen eltér; az ismétlődő elemekre gyorsabb a válasz, mert a vizsgált személy implicit megtanulta a mintát.

A feladat egyik paramétere egy adott inger eltűnése és a következő megjelenése között eltelt idő (inter-stimulus intervallum: ISI). Ezt általában a válasz és az új inger közti idővel határozzák meg (válasz-inger intervallum: RSI): az ingerre adott helyes válaszadás után, a válaszhoz képest egy meghatározott rövid (0-0,8 másodperc) időtartam elteltével jelenik meg a következő inger. Így a teljes ISI a válaszadás gyorsaságától függ, (amihez hozzáadva az RSI-t, kapjuk meg az ISI-t, lásd 2. ábra).



1. ábra: A meghatározott sorrend részeként megjelenő és a véletlenszerű helyen megjelenő ingerek váltakozása az idő haladásával az ASRT feladatban



2. ábra: Az ingerek közt eltelt idő, az ISI (interstimulus intervallum) két összetevője: (1) a reakcióidő az inger megjelenésétől a válaszbillentyű lenyomásáig, és (2) az RSI (válasz-stimulus intervallum) a válaszbillentyű lenyomásától az új inger megjelenéséig.

Amikor a tanulás nem szándékosan történik, akkor a környezet által adott jelzések fontosabbá válhatnak, így az időzítésnek is fontos szerepe van abban, hogy mit érzékelünk az adott szekvencia részeként. Feltételezhető, hogy rövidebb intervallum esetén nagyobb a valószínűsége, hogy az események inkább egy sorrendként tárolódnak az emlékezetben. Ezt a paramétert többen tanulmányozták, de az eredmények nincsenek mindig összhangban. Korábbi ilyen jellegű kutatások arra jutottak, hogy a tanulást gátolja, ha az RSI túl hosszú (1500 ms) (Frensch & Miner, 1994), vagy éppen ha véletlenszerű helyeken rövid szüneteket iktatunk be, vagy ha inkonzisztensen változik (egyszer 500 ms egyszer 2000 ms) (Stadler, 1992, idézi Willingham, Greenberg, & Thomas, 1997). Egy későbbi kutatás szerint nem az inkonzisztencia az ok, hanem csak az RSI

hossza: ha egyik véletlenszerűen váltakozó RSI sem haladta meg a 800 ms-t, akkor a tanulás változatlan maradt (Willingham et al., 1997). Mások is hasonló eredményre jutottak a tanulás kapcsán, bár a hosszabb RSI esetén (0 helyett 500) az átlagos reakcióidők jelentősen csökkentek, és valamivel több hibát vétettek a résztvevők (Destrebecqz & Cleeremans, 2001; Rünge, 2011).

Egy másik kérdéses terület, mely nem csak az SRT feladatokat, hanem általában az implicit tanulást érinti: a hangulati állapot hatása. A kutatók kevés hatást tudtak kimutatni, az implicit megtanult készség igen ellenálló mindenféle állapotú hatásokkal, például feszültséggel, stresszel, fáradtsággal, amelyek az explicit megtanult készségekben viszont jelentős romlást okoznak (Rathus, Reber, Manza, & Kushner, 1994; Gabbett & Masters, 2011). Ez a stabilitás, és a személyek közti különbségek hasonló hiánya az implicit rendszer hosszú evolúciós múltjával indokolható (Reber, 1989; Gebauer & Mackintosh, 2007). Ennek ellenére újabb kutatások során találtak korrelációkat az implicit tanulás és egyes egyéni eltérések közt, pl. tapasztalatra való nyitottság, intuíció, impulzivitás esetében (Kaufman et al., 2010). A hangulat releváns kapcsolódó elmélete szerint pozitív hangulatban inkább heurisztikákra, sémákra építünk, amíg negatív hangulatban jobban fókuszálunk, elemzően dolgozzuk fel az információt, jobb logikával, és rendszerűsége támaszkodva (Pretz, Totz, & Kaufman, 2010) – kérdéses, hogy melyik állapot előnyösebb az implicit tanuláshoz. Az eredmények ebben a témában sincsenek összhangban: Rathus és munkatársai (1994) szerint a depresszív állapot nem volt hatással az implicit nyelvtan tanulásra, Shang, Fu, Dienes, Shao, és Fu (2013) kutatása szerint viszont sikeresebbek voltak SRT feladatban azok, akik pozitív hangulattal indukáltak, mint akiket negatívvá. Az eredmények különbségére az is lehet a magyarázat, hogy a hatás feladat-specifikus, tehát eltérő típusú implicit tanulásra különbözően hathat ugyanaz a tényező. Erre ad példát Pretz és munkatársainak (2010) kutatása, amelyben, amíg az SRT feladatra nem találtak hatást, addig nyelvtan tanulásban a negatív hangulat indukálása volt kedvező hatással, szemben a pozitívvá.

A leírt két területen egy olyan új szempontot vizsgáltunk, amire az eddigi szakirodalomban nincs konkrét példa. Az ingerek közt eltelt időt a jelen kutatásban nem a válaszhoz képest időzítettük, hanem egy állandó értéként állítottuk be – más szóval a konstans RSI helyett konstans ISI-t határoztunk meg. Ezt a verziót hasonlítottuk egy standard verzióhoz (RSI=170 ms). Tehát az egyik csoportban konstans ISI, a másik, kontroll csoportban konstans RSI volt az ASRT feladatban. A másik vizsgált változónk a feladat során megélt szubjektív élmény, aminek három, valós életben is jelentőségteljes komponensét mértük: a résztvevők mennyire unták a feladatot, mennyire voltak feszültek, illetve mennyire koncentráltak inkább a pontosságra, vagy inkább a sebességre. Az unalom értelem szerűen negatív hatással van a figyelemre (pl. Malkovsky, Merrifield, Goldberg, & Danckert, 2012), és így általában a teljesítményre. Hasonlóan negatív hatását találták a feszültségnek figyelmi feladatokban (pl. Forster, Nunez Elizalde, Castle, & Bishop, 2013). Szintén ésszerű, hogy attól

függően, hogy a gyorsaságra, vagy pontosságra koncentrálnak, valóban jobban fogunk teljesíteni az egyikben, ami ismerten negatív következménnyel hat a másikra (pl. Förster, Higgins, & Bianco, 2003). Ezt a három változót a feladat szakaszai közt vettük fel egy-egy rövid kérdéssel (a vizsgálati eszközök alfejezetben leírt módon). Mivel a változók között komplex interakciók is lehetségesek, ezért a feladattípus és az élményszerű változók egy-egy kereszthatását is vizsgáltuk.

A hipotéziseink szerint a konstans ISI esetében csökkennek a reakcióidők, (figyelmi feladatban késleltetett ingerre gyorsabban válaszolunk: Shalgi, O'Connell, Deouell, & Robertson, 2007), viszont az implicit tanulás általában romlik, mivel a résztvevők nem tudnak azzal előnyhöz jutni, hogy a gyorsabb válaszok által közelebb hozzák egymáshoz az ismétlődő ingereket, és ezáltal megkönnyítik a tanulást. Továbbá feltételezzük, hogy a pontosabb válaszokat adók a konstans ISI kondícióban jobban tanulnak, mivel, ellentétben a konstans RSI kondícióval, nem tanulnak kevésbé amiatt, hogy a válaszadásra figyelnek a gyorsaság helyett.

Feltételezzük, hogy a gyorsaságra koncentrálnak, az unalom, és a feszültség nőnek a feladat előrehaladásával, illetve negatív hatással vannak a tanulásra. Végül feltételezzük, hogy a konstans ISI kondícióban kisebb hatása van ezen tényezőknél, mivel a feladat ISI paramétere nem a vizsgált személy által meghatározott, ellentétben a konstans RSI kondícióval.

MÓDSZER

Vizsgálati személyek

A résztvevők száma 23, ebből 16 nő, 7 férfi, átlag életkor 22,7 (szórás: 3,6), a mintavétel hozzáférés alapú. A konstans RSI csoportba 11 személy került, (7 nő, 4 férfi, átlag életkor: 23,1, szórás: 4,5), amíg a konstans ISI csoportba 12 személy, (9 nő, 3 férfi, átlag életkor: 22,3, szórás: 2,6). A kutatás az etikai szabályok betartásával történt. A vizsgálat menetéről és körülményeiről a résztvevőket előzetesen tájékoztattuk, majd a vizsgálatot csak az írásbeli beleegyezés aláírása után kezdtük meg.

Vizsgálati eszközök

A tanulási feladatok laptopon kerültek felvételre (17 hüvelykes képátlójú, 16:9 arányú szélesvásznú képernyővel, 1366 x 768 képpont megjelenítésével), egy csatlakoztatott, preparált billentyűzettel, melyen csak a négy megnyomandó (Y, C, B, M) billentyűt hagytuk fenn. Az ASRT feladat a bevezetésben leírt verzióhoz hasonlóan működött (Howard & Howard, 1997), csak a blokkok 80 helyett 40 ingert foglaltak magukba. A lényegi módosítás a konstans RSI konstans ISI-re módosítása. Konstans RSI esetén a helyes gomb lenyomása után

visszajelzéseként mindig eltűnik az adott inger, és egy adott időintervallum, a jelen kutatás esetében 170 ms telik el a következő ingerig. Konstans ISI esetén összesen 770 ms idő telt el a két inger között, bármikor is adtak helyes választ a résztvevők. Mindkét esetben felállítottunk egy 600 ms időkorlátot, amin belül, ha nem nyomták meg a helyes választ, akkor a képernyő egy, az összes inger körüli halványpiros tábla felvillanásával jelezte a késést, majd következett az új inger. (Az időmegszorítás a konstans ISI esetében magától következett, viszont RSI esetén a válaszadás túlléphetett volna a 600 ms időn, tehát ezen különbség elkerülése végett állítottunk fel mindkettőnél időkorlátot.) Az eltérés hosszát (600 ms) az alapján határoztuk meg, hogy a reakcióidők általában ennél kisebbek, tehát többségében nem akadályozzuk meg a válaszadást, viszont nem is olyan hosszú, hogy a tanulás ne jöhessen létre (lásd a bevezetőben: Willingham et al., 1997). Minden blokk végén három visszajelzést kapott a résztvevő az adott blokkon elért teljesítményéről: átlag reakcióidő (milliszekundumban), téves megnyomások száma (darab és százalék), időtúllépések száma (darab és százalék). A feladat elején az utasítás szerint törekedni kellett mind a gyorsaságra, mind a pontosságra, de ezt követően a feladat során nem adtunk semmilyen utasítást, (függetlenül az eredményektől), miszerint gyorsabban vagy pontosabban kellene folytatnia. Ezen felül minden 8. blokk után, azaz 6 alkalommal rákérdeztünk három szubjektív változóra: mennyire unatkoznak („Mennyire unatkozol?”), mennyire érzik magukat feszültnek („Mennyire vagy feszült?”), és mennyire próbálnak inkább pontosak vagy inkább gyorsak lenni („A feladat során melyik cél volt inkább a szemed előtt: a minél nagyobb pontosság vagy a minél gyorsabb válaszok?”). A válaszokat egy analóg skálán lehetett jelölni, amelyet a program 0-100-ig számosított az adatok rögzítéséhez (de ezen számok a kitöltés során nem jelentek meg). Minden kérdés egy új képernyőn jelent meg, amely alatt egy vízszintes, a képernyő szélességének kb. felét kitöltő vonalon szerepelt a skála, amelynek tetszőlegesen kiválasztott pontjára kellett kattintani. A feszültség és unalom esetén a mértéket kellett megadni (a vonal bal széle alatti felirat: „Egyáltalán nem vagyok feszült” vagy „Egyáltalán nem unatkozom”, amelyeknek számszerűsített értéke: 0; jobb szélén pedig a feliratok „Nagyon feszült vagyok” vagy „Nagyon unatkozom”, melyek számszerűsített értéke: 100). A harmadik skála elején a pontosság szerepelt („Csak a pontosságra figyeltem”, számszerűsített értéke: 0), a végén pedig a gyorsaság („Csak a gyorsaságra figyeltem”, számszerűsített értéke: 100), a kettő között kellett jelölni, melyikre koncentráltak inkább.

A vizsgálat leírása

A vizsgálatok hasonlóan csendes, nyugodt, sötétített helyiségekben történtek. A vizsgálatok során az egy vizsgált személyen kívül csak egy vizsgálatvezető tartózkodott a helyiségben. Az ASRT feladat utasításait a programon belül lehetett elolvasni, de bármely kérdés felmerülése esetén rendelkezésre állt a

vizsgálatvezető. A manipulált (konstans ISI) és kontroll (konstans RSI) csoportokba véletlenszerűen osztottuk be a résztvevőket.

EREDMÉNYEK

A kísérleti berendezésből adódik, hogy konstans ISI-vel beállított feladatot elvégző résztvevők esetén állandó az ingerek közti időintervallum (770 ms), amíg a konstans RSI-vel beállított feladatot elvégzőknél a válasz gyorsaságától függően változhat az ingerek közti időintervallum, azaz ez csak rövidebb (vagy hasonló) lehet a konstans ISI időintervallumához képest. Ebből még nem feltétlenül állapítható meg, hogy az átlagos ISI-k szignifikánsan rövidebbek konstans RSI esetén. Ezt egy független T-próbával állapítottuk meg, amiben kitűnt, hogy konstans RSI esetében valóban szignifikánsan rövidebbek az ISI-k ($t(10)=-25,2$, $p<0,001$, átlag: 567 ms, szórás: 27 ms). A két csoport közti pontosságbeli eltéréseket két módon vizsgáltuk: a helyes válaszok és az időtűlések esetében, (amelyek arányából következik a harmadik lehetőség, hogy először téves billentyű(ke)t nyomott meg, de időben korrigálta). Összességében a két csoport között nem találtunk jelentős különbséget sem pontosság ($t(21)=0,96$, $p=0,345$), sem kihagyás ($t(21)=1,01$, $p=0,322$) esetén.

Reakcióidő

Hipotéziseink szerint konstans ISI csoport esetében csökkennek a reakcióidők. A konstans ISI csoport valóban gyorsabb válaszokat adott az ingerekre ($t(21)=1,13$, $p=0,044$, konstans ISI csoport átlag reakcióideje: 371 ms, szórás: 31 ms, konstans RSI csoport átlag reakcióideje: 397 ms, szórás: 27 ms).

Tanulás

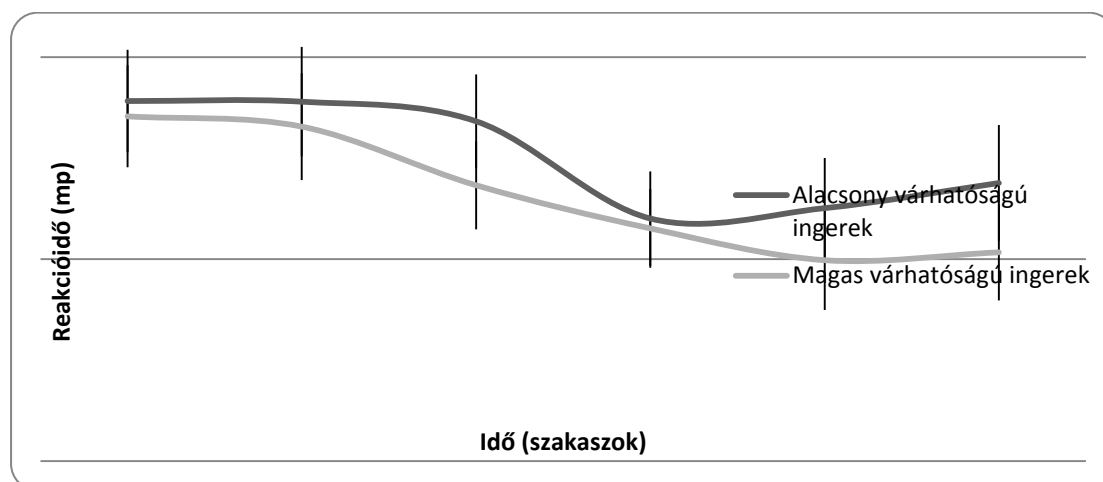
Hipotéziseink szerint konstans ISI csoport esetében kisebb az implicit tanulás mértéke. Ezen tanulás mértéke érdekelhet minket egyrészt a teljes tanulás alatt, másrészt meg lehet nézni azt is, hogy a vizsgálat végére – ahol várhatóan a legnagyobb mértékű a tanulás – milyen mértékű tanulást mutatnak a személyek. Ezért a tanulást kétféleképpen vizsgáltuk ismételt méréses ANOVA-val: az utolsó nyolc blokk esetén, illetve az egész minta esetében nyolc blokkonként (tehát hat részben). Mindkét esetben összevetjük a random alacsony (Low) „várhatóságú”, illetve a gyakrabban ismétlődő szekvenciákban található magas (High) „várhatóságú” ingerekre adott átlagos reakcióidőket. Csak az utolsó nyolc blokk esetén a két változó a várhatóság; LOWvsHIGH, és az RSI vagy ISI konstans, RSIvsISI. A tanulást ki lehetett mutatni: a vizsgálati személyek ismétlődő szekvencia esetében gyorsabban döntöttek, mint random szekvenciákra (LOW vs. HIGH főhatás: $F(1,21)=31,39$, $p<0,001$, az utolsó nyolc blokkban az alacsony várhatóságú ingerekre az átlag reakcióidő: 386 ms, szórás:

39 ms, a magas várhatóságúakra: 371 ms, szórás: 33 ms). Általában a reakcióidő az utolsó nyolc blokk során a két csoport között nem különbözött jelentősen (RSIvsISI főhatás: $F(1,21)=2,46$, $p=0,132$). Végül a tanulás mértéke sem különbözött a konstans RSI és konstans ISI kondíciói között (LOWvsHIGH x RSIvsISI kereszthatás: $F(1,21)=0,38$, $p=0,543$).

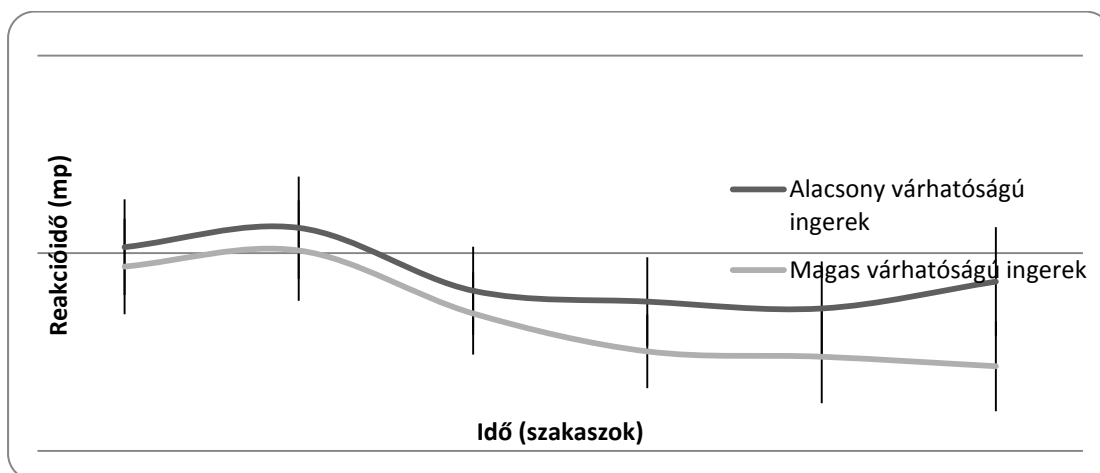
Egész minta esetén a hat nyolc blokkos szakasz (EPOCH) mentén vizsgáljuk a reakcióidőt. A feladat előrehaladásával fokozatosan egyre rövidebbek (javulnak) a reakcióidők (EPOCH főhatás: $F(5,105)=11,95$, $p<0,001$, ami lineáris: $F(1,21)=17,71$, $p<0,001$). Az ismétlődő szekvenciákat megtanulták a résztvevők, illetve egyre jobban tudták bejósolni a random válaszokhoz képest (LOWvsHIGH főhatás: $F(1,21)=27,94$, $p<0,001$, az alacsony várhatóságú ingerekre az átlag reakcióidő: 389 ms, szórás: 33 ms, a magas várhatóságúakra: 380 ms, szórás: 31 ms, illetve az EPOCH x LOWvsHIGH kereszthatásában: ($F(5,105)=3,80$, $p=0,003$, lineáris: $F(1,21)=10,03$, $p=0,005$). A feladat előrehaladásával nem változott a két kondíció eltérése reakcióidőben (EPOCH x RSIvsISI: $F(5,105)=0,63$, $p=0,568$), bár konstans ISI kondícióban általában gyorsabbnak a válaszok, ahogy fentebb lejegyeztük, (illetve ebben az ANOVA tesztben is egy tendenciaszerű főhatás látható ugyanabban az irányban: $F(1,21)=4,21$, $p=0,053$). Végül nem volt különbség az RSI és ISI kondíciók között a tanulás időbeni mértékében, azaz abban, hogy a feladat előrehaladásával mennyire tudtak egyre gyorsabban reagálni a nem random ingerekre a random ingerekhez képest (EPOCH x LOWvsHIGH x RSIvsISI kondíció ($F(5,105)=1,43$, $p=0,220$) (lásd

3. ábra és

4. ábra).



3. ábra: konstans RSI esetében reakcióidő változása a feladat hat szakaszában (8 blokkonként), kevésbé várható és jobban várható ingerek különbségében

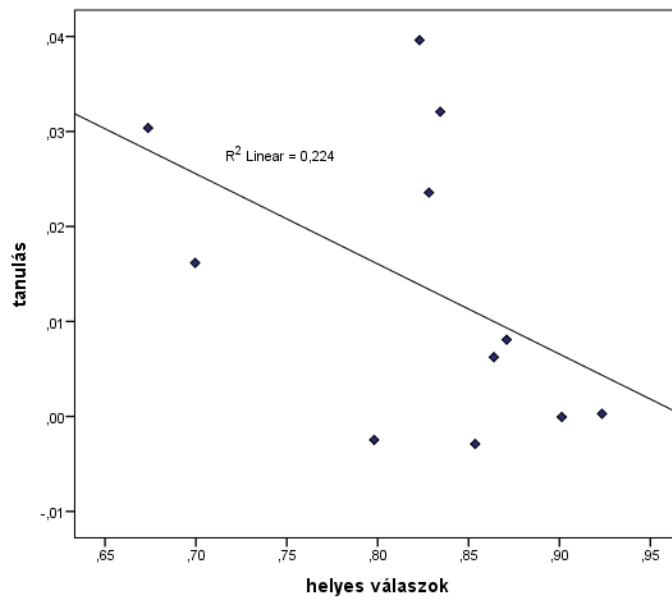


4. ábra: konstans ISI esetében ugyanaz, mint az 1. ábrán, (reakcióidő változása a feladathat szakaszában, kevésbé és jobban várható ingerek különbségében)

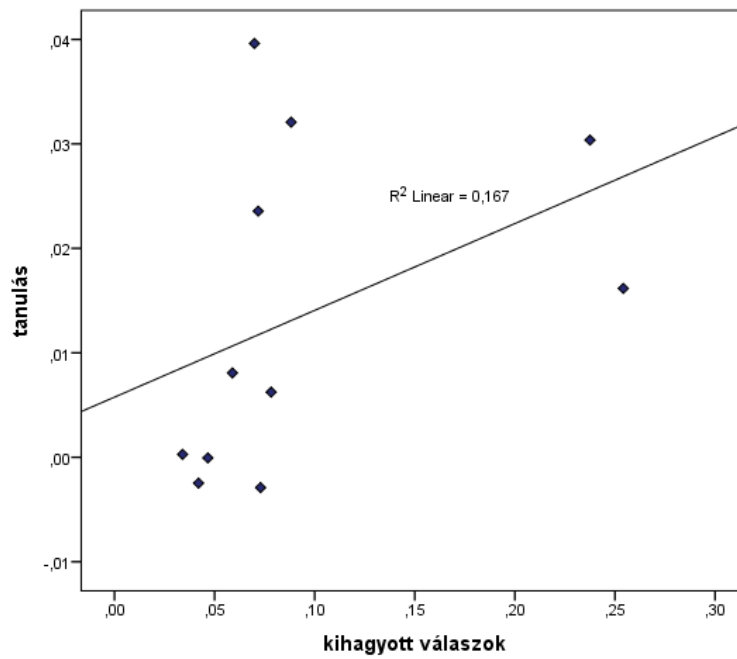
Pontosság

Hipotéziseink szerint a konstans ISI csoportban a pontosabb válaszokat adók jobban tanulnak. Ennek kimutatásához Pearson-féle korrelációkat vizsgáltunk azok között, hogy a személyek milyen mértékű tanulást értek el (az utolsó nyolc blokk alapján), illetve az összesített pontossági mutatóik között (helyes válaszok, illetve kihagyások százalékos aránya). Ezt először a teljes mintán vizsgáltuk, majd külön konstans ISI és külön konstans RSI esetében. Az eredmények azt mutatják, minél jobban megtanulta a vizsgált személy az ismétlődő szekvenciát, annál többször nyomott le rossz választ ($r(21)=-0,580$, $p=0,004$, tanulás mérőszámának átlaga: 15,5 ms, szórás: 13 ms, átlag pontosság: 84,3%, szórás: 8,8%), illetve annál több választ hagyott ki ($r(21)=0,529$, $p=0,009$, átlag kihagyás: 7,9%, szórás: 7,5%). Ezután ugyanezt külön vizsgáltuk a tanulással való korrelációt konstans ISI és konstans RSI csoportokban. Konstans RSI esetén egyik korreláció sem szignifikáns, (illetve az alacsonyabb együtttható is erősíti az eltérést), pontosság $r(9)=-0,474$, $p=0,141$ (lásd

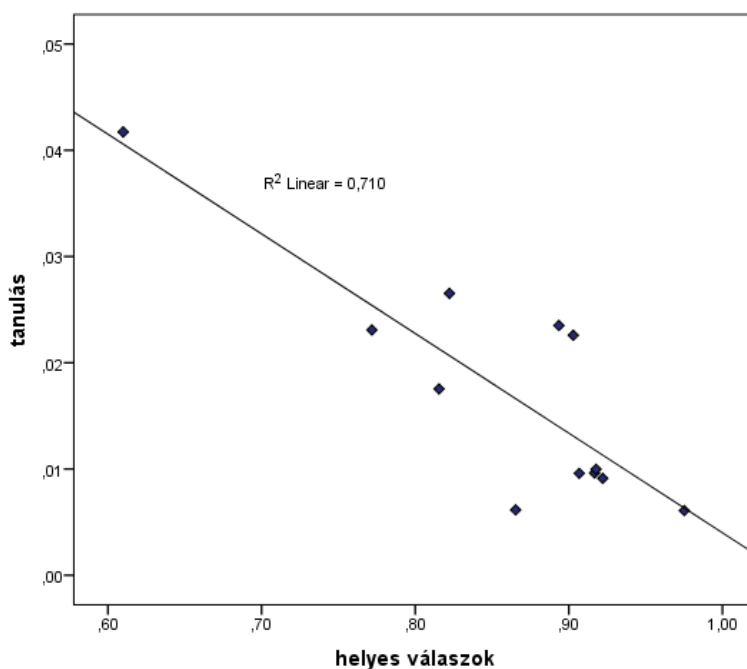
5. ábra), kihagyás $r(9)=0,409$, $p=0,212$ (lásd 6. ábra) (tanulás mérőszámának átlaga: 13,7 ms, szórás: 15,4 ms, átlag pontosság: 82,5%, szórás: 7,7%, átlag kihagyás: 9,6%, szórás: 7,6%). Konstans ISI esetén viszont erős, szignifikáns mindkét korreláció; pontosság $r(10)=-0,843$, $p=0,001$ (lásd 7. ábra), kihagyás $r(10)=0,822$, $p=0,001$ (lásd 8. ábra) (tanulás mérőszámának átlaga: 17,1 ms, szórás: 10,8 ms, átlag pontosság: 86%, szórás: 9,7%, átlag kihagyás: 6,4%, szórás: 7,3%).



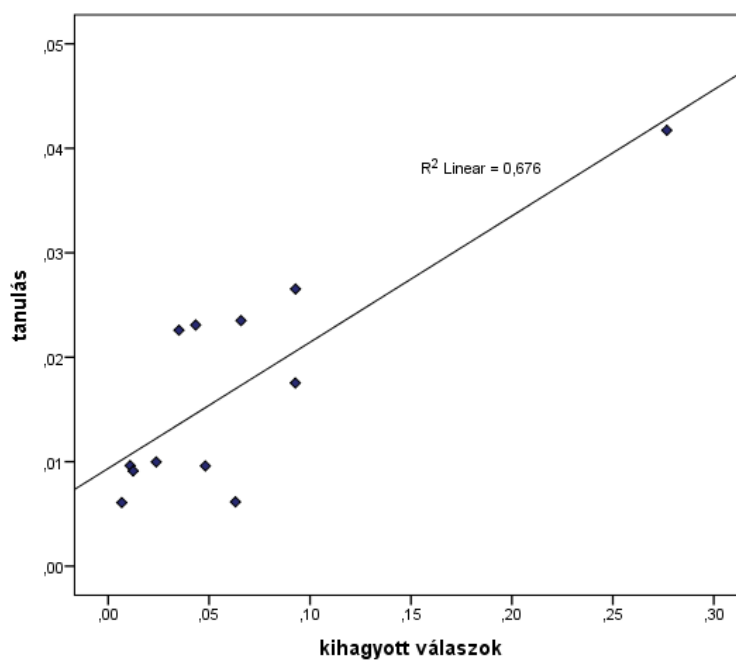
5. ábra: konstans RSI; helyes válaszok és tanulás mutatóinak korrelációja



6. ábra: konstans RSI; kihagyott válaszok és tanulás mutatóinak korrelációja



7. ábra: konstans ISI; helyes válaszok és tanulás mutatóinak korrelációja



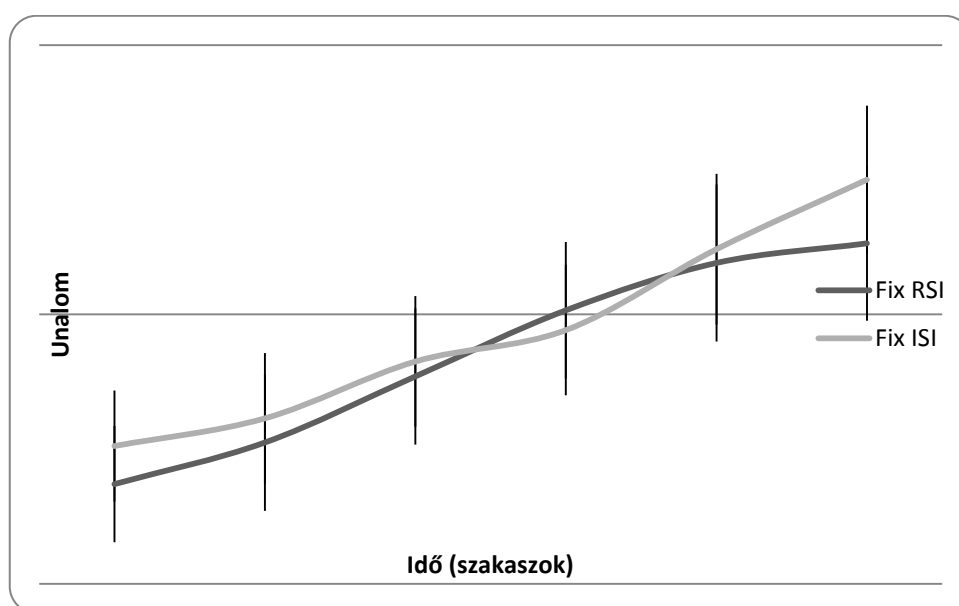
8. ábra: konstans ISI; kihagyott válaszok és tanulás mutatóinak korrelációja

Unalom, feszültség, fókusz a feladat során

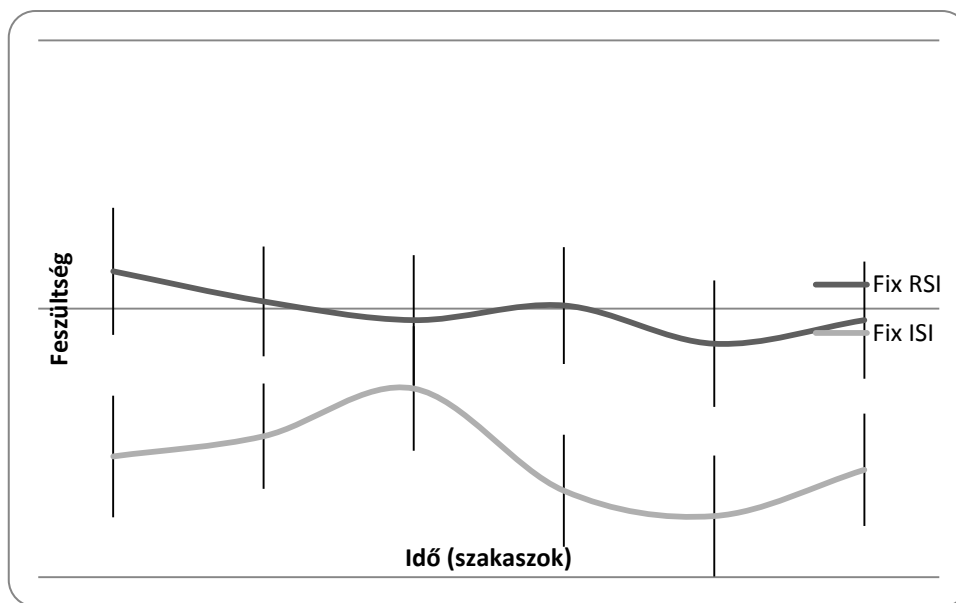
Hipotéziseink szerint a gyorsaságra koncentráció, az unalom, és a feszültség nőnek a feladat előrehaladásával. Ennek megállapításához ismételt mérések

ANOVA-val vizsgáltuk, hogyan alakult a három szubjektív élmény a feladat előrehaladásával, illetve hogy a teljes átlagaik különböztek-e a két kondícióban az egész feladat során. Végül a kondícióval való lehetséges kereszthatásaikat is megvizsgáljuk a feladat előrehaladásával. A résztvevők egyre nagyobb mértékű unalomról számoltak be (UNALOM főhatás: $F(5,105)=17,11$, $p<0,001$, lineárisan: $F(1,21)=30,55$, $p<0,001$) (lásd

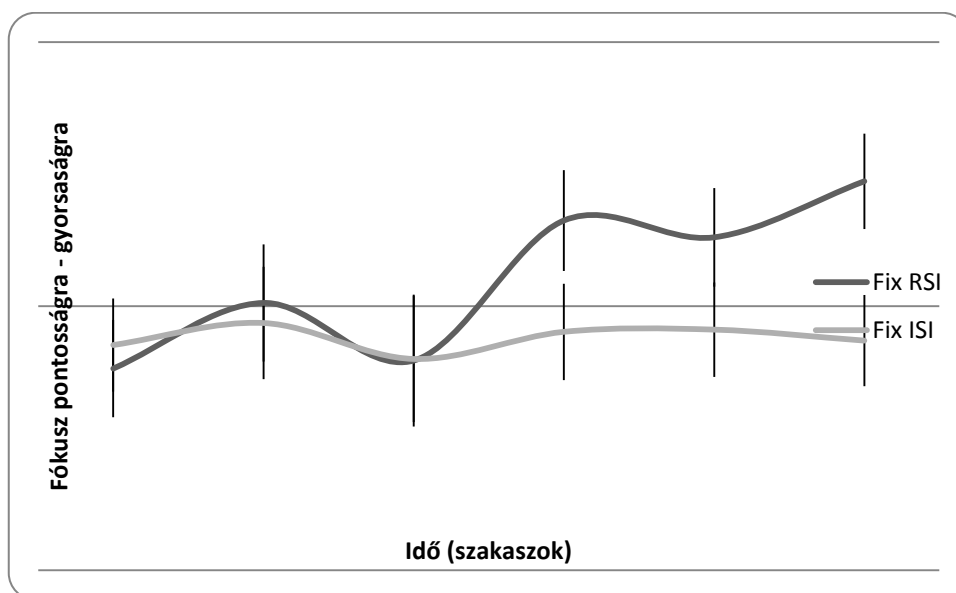
9. ábra). A kondíciótól függően nem különbözik az unalom teljes átlaga (RSIvsISI főhatás: $F(1,21)=0,67$, $p=0,798$), és a feladat előrehaladásával sem változik eltérően RSI vagy ISI csoport esetén (UNALOM x RSIvsISI kereszthatás: $F(5,105)=0,34$, $p=0,769$). A feszültség nem növekedett jelentősen (FESZÜLTÉG főhatás: $F(5,105)=1,63$, $p=0,185$), és a feladat előrehaladásával sem változik eltérően RSI vagy ISI csoport esetén (FESZÜLTÉG x RSIvsISI kereszthatás: $F(5,105)=1,01$, $p=0,396$) (lásd 10. ábra). Tendencia mutatkozott viszont az általános (teljes átlag) feszültség különbségére a két kondícióban: a konstans ISI esetén kisebb feszültség értékről számoltak be a résztvevők (RSIvsISI főhatás: $F(1,21)=4,09$, $p=0,056$; a konstans ISI csoportban a feszültség mérőszámának átlaga: 23, szórás: 15,1, amíg konstans RSI csoportban a feszültség mérőszámának átlaga: 39,7, szórás: 23,4). Nem volt jelentős különbség RSI és ISI csoportok között abban, hogy a teljes feladat során átlagosan inkább gyorsaságra, vagy inkább pontosságra törekedtek ($F(1,21)=0,97$, $p=0,335$), de a résztvevők a feladat előrehaladásával egyre inkább a gyorsaságra fókuszáltak (FÓKUSZ főhatás: $F(5,105)=3,12$, $p=0,011$, lineárisan: $F(1,21)=8,41$, $p=0,009$). Végül tendenciaszerű különbséget találtunk abban, hogy ez hogyan változott időben a csoporttól függően: a konstans ISI csoportnál kevésbé kezdtek a gyorsaságra koncentrálni az idő teltével, mint a konstans RSI csoportban (FÓKUSZ x RSIvsISI kereszthatás: $F(5,105)=2,27$, $p=0,052$, lineárisan: $F(1,21)=7,67$, $p=0,012$) (lásd 11. ábra).



9. ábra: Unalom a feladat szakaszai során, és konstans RSI / konstans ISI kondíciókban



10. ábra: Feszültség a feladat szakaszai során, és konstans RSI / konstans ISI kondíciókban

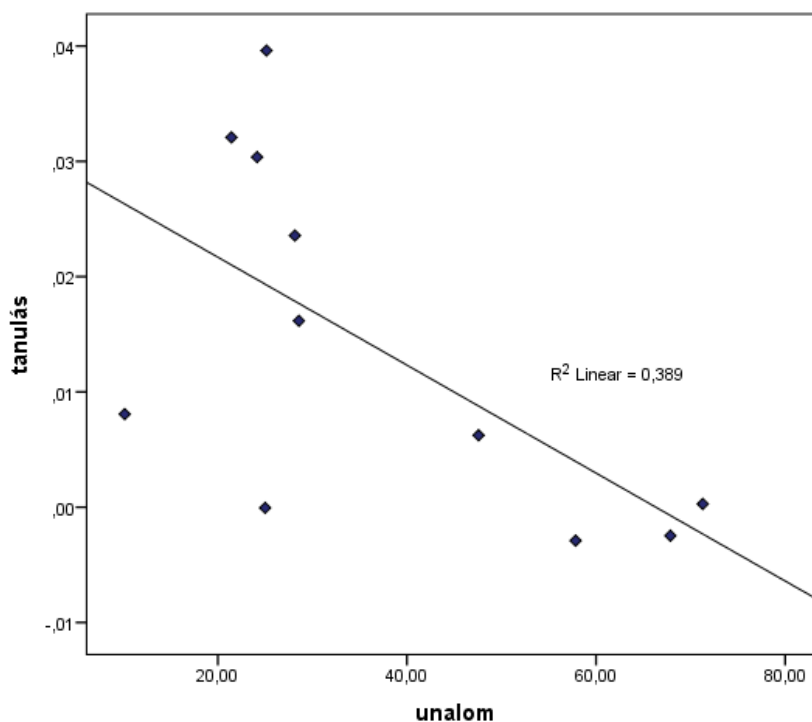


11. ábra: Fókusz a feladat szakaszai során, és konstans RSI / konstans ISI kondíciókban (50 alatt inkább a pontosságra, 50 felett inkább a gyorsaságra való fókuszot jeleztek a résztvevők)

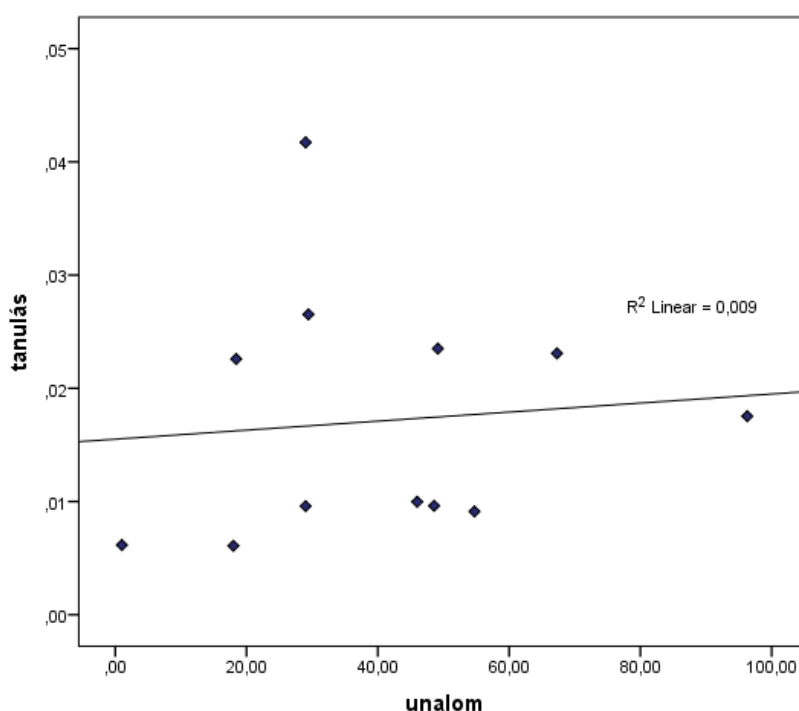
Unalom, feszültség, fókusz összefüggései a tanulással

Hipotéziseink szerint a gyorsaságra koncentráció, az unalom, és a feszültség

negatív hatással vannak a tanulásra, de ennek hatása mérséklődik konstans ISI kondícióban. Először a szubjektív élmények összesített átlagainak Pearson-féle korrelációját vizsgáltuk az utolsó nyolc blokkból számolt tanulással. Egyik esetben sem találtunk szignifikáns korrelációt, (unalomnál $r(21)=-0,250$, $p=0,251$, feszültségnél $r(21)=-0,013$, $p=0,954$, fókusznál $r(21)=-0,166$, $p=0,448$). Ezután a két csoportban külön-külön vizsgáltuk a korrelációkat: feszültség és fókusz esetében továbbra sem találtunk jelentős összefüggést ($p>0,383$). Viszont a standard, konstans RSI csoportban azt találtuk, hogy minél inkább unták a résztvevők a feladatot, annál kevésbé megtanulták meg az ismétlődő szekvenciát ($r(9)=-0,624$, $p=0,040$; tanulás mérőszámának átlaga: 13,7 ms, szórás: 15,4 ms, unalom mérőszámának átlaga: 37, szórás: 20,6) (lásd 12. ábra). Ugyanez a hatást konstans ISI csoportban egyáltalán nem volt kimutatható ($r(10)=0,095$, $p=0,770$; tanulás mérőszámának átlaga: 17,1 ms, szórás: 10,8 ms, unalom mérőszámának átlaga: 40,6, szórás: 25,5) (lásd 13. ábra).



12. ábra: konstans RSI; unalom és tanulás mutatóinak korrelációja



13. ábra: konstans ISI; unalom és tanulás mutatóinak korrelációja

MEGVITATÁS

Az implicit tanulást sikerült kimutatni mind az idő függvényében, mind a feladat utolsó szakaszában vizsgálva a random és ismétlődő szekvenciák különbségét. A konstans RSI (170 ms) esetében jelentősen rövidebbek lettek az ISI-k, mint a konstans ISI (770 ms) esetében. A vizsgálatunk kérdéseit tekintve: a résztvevők konstans ISI esetében gyorsabb válaszokat adtak a feladat során, mint a konstans RSI esetében, viszont sem pontosságban, sem tanulásban nem mutattak különbséget. Konstans ISI esetében erős korrelációt találtunk a tanulás és a helyes válaszok, illetve a tanulás és kihagyott válaszok között. A szubjektív megközelítésben kimutattuk, hogy a résztvevők konstans ISI vagy konstans RSI kondícióktól függetlenül egyre unalmasabbnak találják a feladatot, a feszültség pedig nem változik a feladat során. Ellenben tendenciát találtunk rá, hogy a résztvevők konstans ISI esetén végig kevesebb feszültséget éreznek. Végül a pontosságra vagy gyorsaságra való fókusz kérdése esetén azt találtuk, hogy általában egyre inkább a gyorsaságra koncentrálnak a résztvevők, de ez a hatás konstans ISI esetén mérséklődik, tehát ekkor kevésbé változik, hogy inkább a pontosságra, vagy inkább a gyorsaságra koncentráltak. Az unalom, feszültség, fókusz tényezők egyike sem korrelált a tanulással a teljes csoportban, viszont a konstans RSI feladatban az unalom és tanulás között erős negatív korrelációt találtunk – amíg a konstans ISI feladatban nem lehetett szignifikáns korrelációt kimutatni.

A csökkent reakcióidő konstans ISI esetén összhangban állt a várakozással (Shalgi et al., 2007), viszont nem igazolódott be, hogy konstans ISI esetén általában nehezebbé válik a tanulás. Bár az eddigi vizsgálatoktól eltérően az itt prezentált kutatásban nem az RSI hosszát változtattunk, de a hasonló hatás azt az álláspontot erősíti meg, ami szerint az ISI hosszának véletlenszerű váltakozása nem befolyásolja a tanulást (Willingham et al., 1997), legalábbis amíg az átlagos ISI-k nem túl hosszúak. A helyes válaszok, várakozásunkkal ellentétben, konstans ISI esetén is negatívan korreláltak a tanulással, (amíg a kihagyások is pozitívan korreláltak a tanulással). Elképzelhető magyarázat, hogy aki már jobban tudja a szekvenciát, az rossz választ készíthet elő egy-egy random inger esetén, impulzívan lenyomja a rossz válaszbillentyűt, vagy nem tudván időben legátolni ezt az automatikus választ, és megnyomni a helyeset, így többször kihagyja a választ. Az sem kizárható, hogy az eredmények torzítottak: az ábrákon látható (6-8. ábrák), hogy egyes vizsgálati személyek kiugró értékei hozzájárulnak a szignifikáns eredményhez. Ennek tisztázásához a létszám bővítése szükséges.

Érdekesek a szubjektív tényezőkkel kapcsolatos eredményeink, melyek közül talán a legjelentősebb találat a gyorsaságra fókuszálás, illetve az unalom eltérései konstans ISI és konstans RSI kondíciók közt. Ezek az eredmények megerősítik a bevezetésben leírtakat, miszerint eltérő típusú implicit tanulásra különbözően hathat ugyanaz a tényező (pl. Pretz et al., 2010). Nem egyértelmű, hogy konstans ISI esetén, bár gyorsabbak voltak a válaszok, miért koncentrálnak tudatosan kevésbé a gyorsaságra; aligha tudták tudatosan megállapítani, hogy a sebességük befolyásolja-e az ingerek közt eltelő időt (ezt meg lehetne vizsgálni csoporton belüli kutatással). Hasonlóan kérdéses eredmény, hogy, bár átlagosan mindkét esetben hasonlóan unták a feladatot, de az unalom csak a konstans RSI esetében korrelál a tanulással. Lehetséges például, hogy konstans RSI esetén, amikor a feszültség is jelentősen nagyobb, és az unalom is erősebb volt, az fokozottan visszavett a résztvevők motivációjából. Ezt is további vizsgálatokkal lenne lehetséges felderíteni.

A prezentált kutatás gyengéje az alacsony létszám – elsősorban ez vár további, kiegészítő munkára, mert ezen hiányosság ellenére több olyan szignifikáns vagy tendenciaszerű eredményt találtunk, amelyek mentén érdemes tovább kutatni. Egy másik hiányosság az elméleti háttér szűkössége. Az implicit tanulással kapcsolatban egyre több kutatás születik, de mindeddig kevés eredmény szól egyéni, illetve állapotbeli különbségekről – bár ezek hiányát gyakran kimutatták, illetve elméletben is indokolt (pl. Reber, 1989).

FELHASZNÁLT IRODALOM

Destrebecqz, A., & Cleeremans, A. (2001). Can sequence learning be implicit? New evidence with the process dissociation procedure. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(2), 343–350. doi:10.3758/BF03196171

- Förster, J., Higgins, E. T., & Bianco, A. T. (2003). Speed/accuracy decisions in task performance: Built-in trade-off or separate strategic concerns? *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *90*(1), 148–164. doi:10.1016/S0749-5978(02)00509-5
- Forster, S., Nunez Elizalde, A. O., Castle, E., & Bishop, S. J. (2013). Unraveling the Anxious Mind: Anxiety, Worry, and Frontal Engagement in Sustained Attention Versus Off-Task Processing. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*. doi:10.1093/cercor/bht248
- Frensch, P. A., & Miner, C. S. (1994). Effects of presentation rate and individual differences in short-term memory capacity on an indirect measure of serial learning. *Memory & Cognition*, *22*(1), 95–110.
- Gabbett, T., & Masters, R. (2011). Challenges and Solutions When Applying Implicit Motor Learning Theory in a High Performance Sport Environment: Examples from Rugby League. *International Journal of Sports Science and Coaching*, *6*(4), 567–576. doi:10.1260/1747-9541.6.4.567
- Gebauer, G. F., & Mackintosh, N. J. (2007). Psychometric intelligence dissociates implicit and explicit learning. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, *33*(1), 34–54. doi:10.1037/0278-7393.33.1.34
- Howard, D. V., Howard, J. H., Japikse, K., DiYanni, C., Thompson, A., & Somberg, R. (2004). Implicit sequence learning: effects of level of structure, adult age, and extended practice. *Psychology and Aging*, *19*(1), 79–92. doi:10.1037/0882-7974.19.1.79
- 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.
- Kaufman, S. B., DeYoung, C. G., Gray, J. R., Jiménez, L., Brown, J., & Mackintosh, N. (2010). Implicit learning as an ability. *Cognition*, *116*(3), 321–340. doi:10.1016/j.cognition.2010.05.011
- Malkovsky, E., Merrifield, C., Goldberg, Y., & Danckert, J. (2012). Exploring the relationship between boredom and sustained attention. *Experimental Brain Research*, *221*(1), 59–67. doi:10.1007/s00221-012-3147-z
- Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, *19*(1), 1–32. doi:10.1016/0010-0285(87)90002-8
- Pretz, J. E., Totz, K. S., & Kaufman, S. B. (2010). The effects of mood, cognitive style, and cognitive ability on implicit learning. *Learning and Individual Differences*, *20*(3), 215–219. doi:10.1016/j.lindif.2009.12.003
- Rathus, J. H., Reber, A. S., Manza, L., & Kushner, M. (1994). Implicit and Explicit Learning: Differential Effects of Affective States. *Perceptual and Motor Skills*, *79*(1), 163–184. doi:10.2466/pms.1994.79.1.163
- Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, *118*(3), 219–235. doi:10.1037/0096-3445.118.3.219

- Rünger, D. (2011). How sequence learning creates explicit knowledge: the role of response–stimulus interval. *Psychological Research*, 76(5), 579–590. doi:10.1007/s00426-011-0367-y
- Seger, C. A. (1994). Implicit learning. *Psychological Bulletin*, 115(2), 163–196.
- Shalgi, S., O’Connell, R. G., Deouell, L. Y., & Robertson, I. H. (2007). Absent minded but accurate: delaying responses increases accuracy but decreases error awareness. *Experimental Brain Research*, 182(1), 119–124. doi:10.1007/s00221-007-1054-5
- Shang, J., Fu, Q., Dienes, Z., Shao, C., & Fu, X. (2013). Negative Affect Reduces Performance in Implicit Sequence Learning. *PLoS ONE*, 8(1), e54693. doi:10.1371/journal.pone.0054693
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4(3), 232–243. doi:10.1162/jocn.1992.4.3.232
- Stadler, M. A. (1992). Statistical structure and implicit serial learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(2), 318–327. doi:10.1037/0278-7393.18.2.318
- Willingham, D. B., Greenberg, A. R., & Thomas, R. C. (1997). Response-to-stimulus interval does not affect implicit motor sequence learning, but does affect performance. *Memory & Cognition*, 25(4), 534–542.
- Zhu, Z., Fan, Y., Feng, G., Huang, R., & Wang, S. (2013). Large Scale Brain Functional Networks Support Sentence Comprehension: Evidence from Both Explicit and Implicit Language Tasks. *PLoS ONE*, 8(11), e80214.