

Opponensi vélemény

Dr. Németh Dezső „Implicit probabilistic learning: from acquisition to consolidation”
című Akadémiai Doktori értekezéséről

Az értekezés az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás mechanizmusait vizsgálja, külön hangsúllyal annak életkori sajátosságaira és a tanulás eredményének konszolidációjára. Az értekezés 16 referált, a szakterületen magas presztízzsel rendelkező nemzetközi szakfolyóiratban közölt cikken alapul, melyek közül 14 eredeti kísérletes, 2 pedig összefoglaló tanulmány. A cikkek szövege alkotja az értekezés döntő részét (204 oldal). Ezeket 8 oldal bevezető, 11 oldal összefoglaló megbeszélés és 28 oldal irodalomjegyzék egészíti ki.

Az értekezésben összefoglalt kutatások több jelentős megállapítást tesznek az implicit valószínűségi szekvencia-tanulásról: 1) az implicit és explicit szekvencia-tanulás egymással versengő folyamatokon alapszik oly módon, hogy az utóbbit gyengítő folyamatok az előbbinek kedveznek; 2) az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás kb. 11-12 éves kor alatt a leghatékonyabb, ettől kezdve a felnőttkorban nagyjából állandó, majd 50-60 éves kor felett csökkenő hatékonyságot mutat; 3) az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás több komponensből áll (észlelési és motoros), melyek az életkor valamint a tanulás és a felhasználás között eltelt idő függvényében különböző hatást mutatnak; 4) az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás eredményének konszolidációjában nem játszik szerepet az alvás; és 5) az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás eredménye tartós és ellenáll az interferenciának. Ezen felül az értekezésben szereplő cikkekben leírt módszerek, elemzési eljárások, és referencia adatok hozzájárulhatnak az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás terápiási célú felhasználáshoz.

A fent felsorolt jelentős megállapítások, valamint a kiemelkedő publikációs tevékenység alapján az értekezés alapját képező tudományos kutatásokat példaértékűnek, az értekezést magát pedig a nyilvános vitára elegendőnek tartom.

A továbbiakban, amint az az opponens feladata, kritikai megjegyzéseket fűzök és kérdéseket teszek fel a tudományos megállapításokat és az értekezés szövegét illetően.

Általános kritikai megjegyzések és kérdések:

1) A cikkekben és az értekezésben egyaránt, a szerző sokszor ugrál a pszichológiai és az anatómiai/idegtudományi fogalmi rendszer között, időnként ki nem mondva egyenlőséget téve azok egyes elemei között. Az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás egy pszichológiai fogalom. Definíciója, tulajdonságai pszichológiai fogalmakhoz rögzítettek. Éppen ezért, nem tartom helyesnek olyan relációkat megfogalmazni, mint például azt, hogy „competitive relationship between frontal functions and implicit learning processes” (217. oldal). Ebben a kifejezésben talán sejthető, hogy a szerző az explicit tanulásban szereplő végreható funkciókra gondol, amiket a frontális funkciókkal azonosít. Ez azonban nem csak szemléletileg, de tartalmilag sem állja meg a helyét, hiszen a frontális lebeny idegi aktivitása nyilván más pszichológiai funkciók megvalósításában is részt vesz, és viszont, a végrehajtó funkciók idegrendszeri megvalósítása nem korlátozódik a frontális lebenyre. Egy másik, az előzőnél is zavaróbb érvelésben nem is értem a mögöttes gondolatot: „Another plausible explanation is that in the probabilistic sequence learning task used in the study, in addition to primary sensory and motor brain regions, the subcortical structures and cerebellum are more involved” (222. oldal). Miért magyarázná ez azt, hogy az alvásnak nincsen hatása az implicit

valószínűségi szekvencia-tanulás konszolidációjára, vagy azt, hogy az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás motoros és perceptuális elemeinek konszolidációjára az alvásnak nincsen különböző hatása? Az agytörzs és a cerebellum nem alszanak?

2) Részben az előbbi probléma orvosolására, jó lett volna, ha az értekezés bevezetésében tisztázódott volna, hogy az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás hogyan viszonyul a vele közvetlen kapcsolatban álló pszichológiai fogalmakhoz. Ezek közül csupán a munkamemóriával való kapcsolatról kapunk képet, azt sem a bevezetőben, hanem a 2.7. rész által bemutatott összefoglaló cikkben. (Megjegyzendő, hogy eközben, a listában elsőként szereplő összefoglaló tanulmány nem szerepel önálló cikként az értekezésben. Talán egységesebb megoldás lett volna a munkamemóriáról szóló tanulmányt is kihagyni, és egy rövid összefoglalóját a bevezetőben bemutatni.) Teljesen hiányzik azonban a statisztikai tanuláshoz fűződő viszony fogalmi tisztázása. Pedig, ez nem csak alapvetően fontos az értekezés témája szempontjából, de egyes cikkek külön is foglalkoznak vele; sajnos ellentmondásosan. A 2.2. fejezetben található cikk felbontja az implicit valószínűségi szekvencia-tanulást „tisztá statisztikai” és „magasabb szintű szekvencia” tanulásra és azt állítja, hogy a kísérletekben talált „maximalizált” tanulás e két elkülöníthető tanulási forma összege. Ezzel szemben, a 3.5. fejezetben található cikk a korábban maximalizáltnak nevezett tanulás egészét statisztikai tanulásnak tekinti. A 2.2. fejezet felosztása gondolatilag érdekes, de sajnos ennek nincsen további nyoma sem a cikkekben, sem pedig az értekezésben. Maga a felosztás ebben a formában mechanisztikus, és nem bizonyítja, hogy a két összetevő valóban elkülönülne és additív lenne. Ehhez a két összetevőt függetlenül kellett volna mérni, és elemezni, hogy valóban additív-e a hatásuk. Az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás értelmezésének kettőssége viszont végigköveti az összes cikket. A tanuláshoz a magas és az alacsony valószínűségű tripletekre adott válaszok reakcióidő-különbségével történő jellemzése azt a szemléletet tükrözi, mintha csak statisztikai tanulás történné. Ezzel szemben, éppen a 2.2. fejezetben közölt cikk mutat arra rá, hogy ezen belül jelentős különbség van az egyébként teljesen azonos, de a szekvencián belüli pozíciójukból adódóan szabályos illetve véletlen elemmel végződő tripletekre adott válaszok gyorsaságában. Ez azt jelenti, hogy nem pusztán az átmeneti valószínűségeket tanuljuk meg a feladat során, hanem valamit a sor magasabb rendű struktúrájától is. Ez viszont nem klasszikus statisztikai tanulás. (Egy további lehetséges tanulási jelenségre utal a 2.1. fejezet cikkéhez tett megjegyzés/kérdés.) Akkor viszont, 1) a maximalizált tanulás nem tekinthető a statisztikai tanulás jellemzőjének (ami ellentétben áll a 3.5. fejezet cikkének állításával) és 2) valószínűleg a tanulás nem egyetlen szinten, hanem egy hierarchikus rendszerben történik. Érdekes lett volna ezt a bevezetőben (vagy legalább az összegző megbeszélésben) átgondolni. Ráadásul, a bevezető rész első gondolata az előrejelzések szükségességéről szól az emberi kognícióban. Ennek az egyik lényegi eleme a feltételes/átmeneti valószínűségek tanulása. A jelenleg domináns átfogó elképzelés az emberi agy működéséről, az úgynevezett prediktív kódolási elmélet (Friston, K. (2010). The free-energy principle: a unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 127–138), pontosan egy olyan hierarchikus, statisztikai tanuláson alapuló, generatív (előrejelző) modellekből felépülő rendszert tételez fel, amilyen az implicit valószínűségi szekvencia-tanuláshoz a 2.2. fejezetben leírt részletesebb elemzéséből is felsejlik. Nagy kár, hogy az értekezésben erről egy szó sem esik.

3) Egy hierarchikusan felépített rendszer felvázolása lenne az egyik lehetséges válasz az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás egy általános problémájára. Az értekezésbe több helyen is nagy hangsúllyal szerepel, hogy az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás a mindennapi emberi működés számos formájának alapvető eleme. A mindennapi tevékenységek lebonyolításának,

helyzetek értékelésének, stb. lényegi része, hogy azokat észlelési/motoros szekvenciákként kezeljük. Ez némileg ellentmond annak a ténynek, hogy maga az agy egy masszívan parallel információ-feldolgozó gépezet. Vajon, amikor olyan különböző területek együttműködésére van szükség, mint ami például a társas viselkedésben megnyilvánul, és, amelyeket az agy párhuzamosan kezel, akkor hogyan kell elképzelnünk a szekvencia-tanulás szerepét?

4) Az értekezés egyik nagy előnye és egyben nagy hátránya is a teljes módszertani homogenitás. Valamennyi tárgyalt kísérlet az ASRT módszert alkalmazza. Ez sok előnnyel jár, mivel az egyes vizsgálatok eredményei sok esetben replikációt, vagy más módon való megerősítést biztosítanak egymásnak. Másrészt, azonban, felmerül a kérdés, hogy mekkora ebben a jelentős koherenciában az ASRT specifikumainak szerepe. Az egyes cikkek, és a teljes értekezés is, az ASRT-t az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás leghitelesebb mérőeljárásának tekintik. Bár nyilván evvel is lehetne vitatkozni (lásd például a 2. pontban leírt kétségeket arról, hogy az ASRT-ből kinyerhető eredmények esetleg több, egymástól eltérő tanulási forma együttesét tükrözik), még ha el is fogadjuk ezt a feltételezést, akkor is felmerül, hogy az ASRT módszer esetleg valamilyen szisztematikus torzítást is magával hozhat. Az egyes cikkekből kiderül, hogy az ASRT segítségével kapott eredmények több esetben sem egyeznek más, szinten az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás mérésére kifejlesztett módszerek eredményeivel. Hiányzik tehát az ASRT „hitelesítése”, azaz, annak meghatározása, hogy milyen körülmények között és milyen lehetséges torzítással méri az implicit valószínűségi szekvencia-tanulást. Egy ilyen elemzés nélkül fennáll az a veszély, hogy az ASRT az intelligencia-méréshez válik hasonlóvá: az ASRT az implicit valószínűségi szekvencia-tanulást méri; az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás pedig az, amit az ASRT mér.

5) Hiányoltam az előrejelzések idői elemének tárgyalását. Az értekezés olvastán az a benyomás alakul ki, mintha a szekvencia-tanulás teljességgel független lenne az elemek közötti idői viszonyoktól. Ez nyilván nem így van. Például, ha a célingerek zajba ágyazottan jelennek meg (ami a mindennapi életben, amiben a szekvencia-tanulás fontos szerepet játszik, mindig így van) már az ismétlődés detektálása is könnyebben megy, amennyiben egyenletes ütemben mutatják be az ismétlődő ingert (Rajendran, V.G., Harper, N.S., Abdel-Latif, K.H.A., & Schnupp, J.W.H. (2016). Rhythm facilitates the detection of repeating sound patterns. *Front.Neurosci.*, 10:9.). Az előrejelzések idői aspektusairól pedig igen sok cikk született. Vajon, mi a szerepe az idői struktúrának az implicit valószínűségi szekvencia-tanulásban? Ezen kívül, fontos lett volna arról is írni valamit, hogy az implicit valószínűségi szekvencia-tanulás vajon csak embereknél fordul-e elő? Gondolom nem. A lehetséges idegi mechanizmusok feltárásában az állatkísérletes modellek sok előnnyel rendelkeznek.

6) Sajnos, az összefoglaló megbeszélés sem tesz kísérletet a cikkek összegzett értékelésére és beágyazására a pszichológia szélesebb kontextusába. Megmarad annál a kontextusnál, ami az egyes cikkekben megjelenik (néhol egyenest átmásolva részeket a cikkek diszkussziójából), legfeljebb az egyes állításokhoz sorol fel több, egymással koherens eredményt hozó cikket. Egy gondolatot kiemelve: A cikkek egy része kompatibilis a versengési hipotézissel abban, hogy a végrehajtó (frontális?) funkciók gyengítése elősegíti az implicit valószínűségi szekvencia-tanulást. Azonban, ahhoz, hogy versengést állapíthassunk meg, szükség lenne a másik oldal vizsgálatára is: Igaz-e, hogy az implicit tanulás folyamatainak (vagy idegi szubsztrátumának) gátlása erősíti az explicit tanulást, vagy legalább annak egyes kritikus elemeit?

Néhány konkrét cikkhez fűzött megjegyzés/kérdés:

2.1. fejezet: A módszereknél szerepel az ismétléseket és trillákat megvalósító tripletek kizárása, korábbi, más laborokban bevett szokás alapján. A saját anyagon ellenőrizték-e, hogy ezek valóban más reakció mintázatot mutatnak, mint a többi alacsony valószínűségű triplet? Mi ennek az oka? Lehet, hogy még egy további fajta tanulás is tükröződik az ASRT során mért válaszokban? Lehetne ilyen minta-specifikus reakció-mintázat eltérést előzetes tréninggel létrehozni (mondjuk a 221, 332, 443 alakú mintákra)?

2.3. fejezet: A 2.3.1.B ábrán úgy látszik, mintha a hipnózis nem a magas, hanem az alacsony valószínűségű tripletekre adott válaszokra hatna. Mit mutatott az ANOVA utáni post-hoc teszt? Ha ez így lenne, akkor valójában nem a magas valószínűségű tripletek tanulás javult. Hogyan kellene ezt értelmezni?

2.6. fejezet: Az eredményekben nem volt szignifikáns triplet x blokk interakció, tehát, nincs statisztikai bizonyíték arra, hogy az 1. blokkban kisebb volt a különbség az alacsony és a magas valószínűségű tripletek között, mint a 15.-ben. Minden más cikkben (jogosan) ezt az interakciót tekintették a szekvencia-tanulás jelének. Mi alapján mondhatjuk tehát, hogy tanulás történt? Továbbá, jó lenne tudni, hogy a szintaktikai sértés feladat relatíve milyen mértékben zavarta jobban az implicit valószínűségi szekvencia-tanulást, mint a másik két feladat. Ehhez össze kellene hasonlítani az eredményeket egy olyan helyzettel, amiben nem volt párhuzamos másik feladat. Bár ez nem történt meg a vizsgálaton belül, mivel nagyon sok hasonló vizsgálat eredménye áll rendelkezésre, az összehasonlítás legalábbis csoportok között megtehető. Nyilván nem ugyanúgy értelmeznénk egy – bármennyire szignifikáns – hatást, ha az általános hatás 5 mintha 50%-át tenné ki.

2.7. fejezet: Talán érdemes lett volna a fejezethez hozzávenni a két évvel későbbi hozzászólást ugyanehhez a kérdéshez (Janacsek, K., & Németh, D. (2015). The puzzle is complicated: When should working memory be related to implicit sequence learning, and when should it not? (Response to Martini et al.). Cortex, 64, 411-412.)

Szerkezeti és formai problémák:

Mivel minden vizsgálat ugyanazt az alapszempontot alkalmazta, jó lett volna a bevezetés után részletesen leírni az ASRT paradigmát és a nyers eredmények kiértékelésének módjait. Itt el lehetett volna magyarázni, hogy miért nem közvetlenül a szabályos-véletlen különbséget használják, mi a különböző reakció-idő különbségek értelmezése (ahogyan a 2.2. fejezet cikkében le van írva), stb. Ezek az információk ugyan később felbukkannak az egyes cikkekben, de egy ilyen fejezet megkönnyítette volna olvasó dolgát.

A bevezetés első ábráján látható ASRT Race paradigma változat leírása teljesen hiányzik a bevezetésből.

Azoknál a cikkekknél, amelyeknél decimális szakasz-számozást használt a cikket közlő újság, az újság szakasz számozása bennmaradt az értekezésben (pl. „1. Introduction”), ami ütközik az értekezés fejezet számozásával (pl. „3.4”).

Összegzés:

Dr. Németh Dezső értekezése egy nagy formátumú kísérletsorozatot mutat be, melynek minden egyes darabja új, jelentős tudást eredményezett a pszichológia egyik legnagyobb hagyományokkal rendelkező szakterületén. A kutatások célja két irányban is túlmutat a pszichológiai ismeretszerzésen, célba véve az agyi mechanizmusok felderítését és a gyakorlati (terápiás) alkalmazást. A szerző ezzel fontos lépést tesz a pszichológiai alapkutatásoknak más tudományokkal és a mindennapi gyakorlattal történő jobb integrációja felé.

Budapest, 2017. június 29.

/Winkler István/