

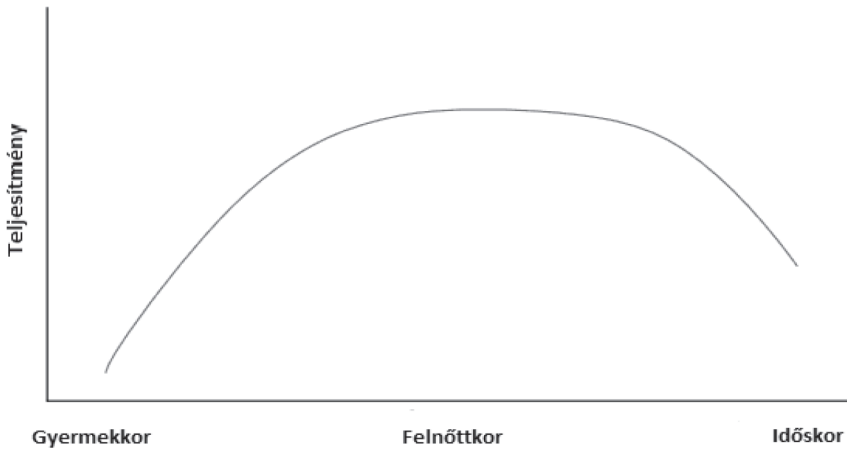
Melyik életkorban a leghatékonyabb az implicit tanulás?

Az oktatásban a szakemberek számára elengedhetetlen fontosságú, hogy a tanítási stratégiáik hatékonyságának érdekében a felnövekvő generáció kognitív képességeiről, így tanulási mechanizmusairól minél szélesebb körű információra tegyenek szert. A legfrissebb kutatási eredmények arra utalnak, hogy a tudatos tanuláson alapuló ismeret-elsajátítás a 11–12 éves korú gyermekek esetében már hatékony tanulási stratégia lehet, azonban kisebb gyermekek esetében a tanulás nem tudatos (implicit) formája lehet a célravezető. Ennek egyik lehetséges oka a két tanulási mechanizmus mögött álló idegrendszeri struktúrák eltérő időbeli érése lehet. Jelen tanulmány elsődleges célja, hogy bemutassa a pedagógiában eddig kevesebb figyelmet kapott implicit tanulási folyamat érésének fejlődését, jelentőségét tárgyalt legfrissebb kutatási eredményeket.

Az élet számos területén fontos szerepet játszik az emberi tanulási folyamatok és az elsajátított tudásanyag mennyiségének és minőségének feltérképezése. A hatékonyabb tanítási módszerek kidolgozása érdekében a szakemberek számára fontos, hogy a gyermekek tanulási folyamatairól minél sokrétűbb tudást szerezzenek. Eddigi ismereteink alapján a tanulási folyamatok tekintetében megkülönböztethetünk explicit (tudatos) és implicit (nem tudatos) tanulást. Az explicit tanulás a hétköznapi értelemben vett tanulást jelenti, amikor az egyén adott ismeretanyagot tudatosan, tételről-tételre sajátít el, míg az implicit tanulás azon tanulási forma, amikor az „ismeretanyagra” nem tudatosan, konkrét instrukciók nélkül teszünk szert. A mindennapok során, az explicit módon elsajátított tudás mérésére számos módszer létezik, pl. az iskolában dolgozat formájában kikérdezzük a feladott anyagrészt. Kevésbé hangsúlyos azonban az implicit tanulási forma, mely a hatékonyabb tanulás tekintetében rejt magában potenciális lehetőségeket. Az implicit tanulás fontos szerepet játszik a különböző motoros mozgássorok elsajátításában (sport), a különböző szociális viselkedések kialakításában, a zene- és nyelvtanulásban egyaránt. Ez a tanulási forma elsősorban az automatikusabb folyamatokhoz köthető. Vegyük az anyanyelvünk elsajátításának példáját! A kisgyermekek nyelvtani szabályok tanulása nélkül, tökéletesen képesek elsajátítani a magyar nyelvet. Tehát nem tanulják expliciten, csupán hallják a mindennapok során, és nem tudatosan, tökéletesen képesek lesznek beszélni a nyelvet. Ezen példa továbbgondolása alapján valószínűleg explicit szabályok tanulása nélkül is lehetséges egy idegen nyelv szinte tökéletes elsajátítása. Mely életkorban történhet ez a leghatékonyabban? Hatékonyabb-e az implicit tudás elsajátítása és alkalmazása, mint az explicité?

A kognitív képességek fejlődése

Számos kutatás foglalkozik a kognitív képességek (megismerő funkciók) fejlődésének vizsgálatával (pl. Craik és Bialystok, 2006). A kognitív képességek alatt többek között az alábbi területeket értjük: (1) figyelem, (2) érzékelés-észlelés, (3) emlékezet, (4) gondolkodási funkciók. Ezek többnyire kontrollált folyamatok, melyek az idegi kapcsolatok számának (így az agyi szürkeállomány) gyors ütemű növekedése révén csecsemőkortól



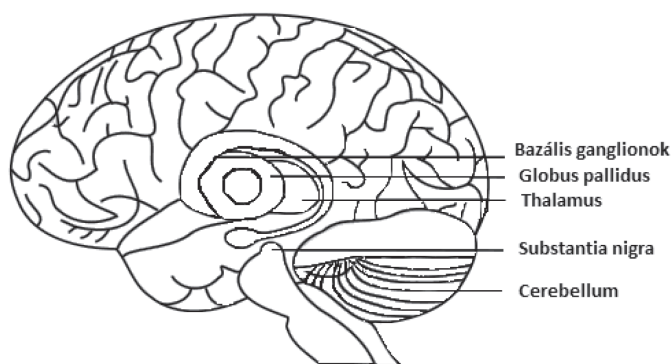
1. ábra. A kognitív képességek fordított U alakú fejlődési görbéje. A kognitív képességek csecsemőkortól kezdve folyamatosan fejlődnek, majd felnőttkorban egyfajta stagnálás, míg időskorban hanyatlás figyelhető meg (Craik és Bialystock, 2006 alapján).

egészen fiatal felnőtt korig nagymértékű fejlődést mutatnak (Giedd, Lalonde, Celano, White, Wallace, Lee és Lenroot, 2009; Sowell, Peterson, Thomson, Welcome, Henkenius és Toga, 2003). Az idegrendszeri érés lassulásával, megszűnésével egyenesen arányosan a középkorú egyének esetében már stagnálás, míg az idegrendszeri kapcsolatok gyengülése révén időskorban pedig egyfajta kognitív hanyatlás figyelhető meg. A kognitív képességek fejlődési görbéje így módon fordított U alakot mutat (1. ábra) (Craik és Bialystock, 2006). A különböző betegségekben, fejlődési zavarokban (pl. autizmus spektrumzavar, ADHD stb.) a legtöbb esetben megfigyelhető az idegrendszer (prefrontális és temporális kérgi területek, hippocampus), így az egyes kognitív funkciók (figyelem, vizuális és auditoros memória) zavara, ezért a fentebb szemléltetett ábra elsősorban az egészséges személyek esetében helytálló (Johnson, Robertson, Kelly, Silk, Barry, Dáibhis, Watchorn, Keavey, Fitzgerald, Gallagher, Gill és Bellgrove, 2007; Williams, Goldstein és Minshew, 2002). Számos kutató úgy tartja, hogy emlékezeti rendszerünkben léteznie kell olyan folyamatoknak, melyek a tények elsajátításáért, és olyanoknak, melyek az automatikusan végzett tevékenységek, készségek elsajátításáért felelősek. Ezért az emlékezeti működést két részre bontották: implicit és explicit emlékezetre. E két rendszer szétválasztása Schacter (1987) nevéhez kötődik (Baddeley, 2001). Az alapvető különbség a két rendszer között az, hogy míg az explicit emlékekhez van tudatos hozzáférésünk, az implicit emlékeket nem vagyunk képesek akarattalosan felidézni. Az implicit/explicit felosztás tanulási folyamatokra is alkalmazható (Baddeley, 2001). A tanulási folyamatokon belül a fentebb leírtak alapján tehát megkülönböztethetünk explicit (tudatos) és implicit (nem tudatos) tanulást. Míg az explicit tanulás tudatosan kontrollált, addig az implicit tanulás kontrollálatlan, automatikus, többek között próbálkozások útján (próba-szerencse alapon) történő tanulási folyamat. Gyermekkorban még elsősorban a nem tudatos, automatikus tanulási folyamatokra támaszkodva sajátítunk el bizonyos készségeket, a tudatos, kontrollált folyamatok kevésbé megfigyelhetőek. Agyi képzőanyagok eljárások révén kapott eredmények arra utalnak, hogy ennek lehetséges oka a prefrontális kéreg összeköttetései éretlensége, mely idegrendszeri struktúrájának az érzelmeink, cselekedeteink, viselkedéseink kontrollálásában van elsődleges szerepe (Harden és Trucker-Drob, 2011). Kutatások alapján úgy tűnik, hogy ezen régió érése a

pubertás kor alatt, a fiatal felnőttkor elérésével következik be (Sowell, Peterson, Thomson, Welcome, Henkenius és Toga, 2003). Az implicit (nem tudatos) tanulásért a kéreg alatti struktúrák felelősek, melyek érése hamarabb, már gyermekkorban bekövetkezik (Casey, Getz és Galvan, 2008).

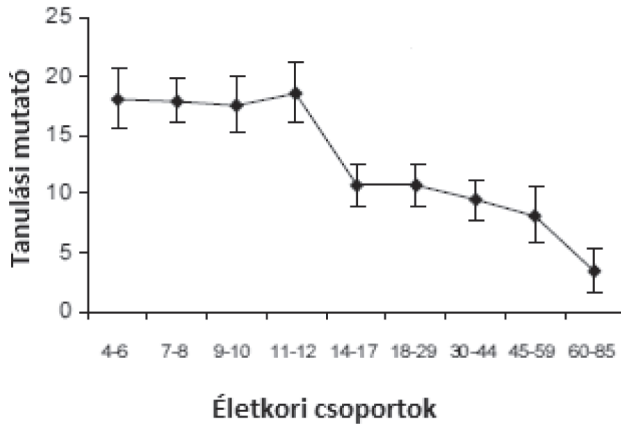
Az implicit tanulás idegrendszeri háttere

Az implicit készségtanulásért (így tehát az implicit tanulásért is) kéreg alatti struktúrák, úgynevezett basalis ganglionok, illetve a kisagy (cerebellum) (2. ábra) felelősek (Hikosaka, Nakamura, Sakai és Nakahara, 2002). A basalis ganglionok funkcionális felosztása: striatum, globus pallidus, substantia nigra, nucleus subthalamicus. A basalis ganglionok összeköttetésben állnak az agykéreggel és a thalamusszal, így szerepet játszanak a motoros tevékenységek kontrolljában, a kognícióban és az érzelmek kialakulásában (Afifi, 2003). A kisagy biztosítja a mozgások és a kognitív folyamatok összerendezését és az akaratlagos mozgások sima kivitelezését (Tarsoy, 1997). Az implicit tanulási folyamatok idegrendszeri háttere eltér az explicit/kontrolláltabb folyamatok idegrendszeri hátterétől. Utóbbinál a prefrontális kéreg és a hippocampus kiemeltebb szerepet játszik. Ez az eltérő neuroanatómiai háttér a fejlődésben is megmutatkozik: a frontális területek érése lassabb, mint a kéreg alatti struktúráké (Casey, Getz és Galvan, 2008).



2. ábra. A basalis ganglionok és a velük összeköttetésben lévő idegrendszeri struktúrák elhelyezkedése az agyban

A szakirodalmak egyetértenek abban, hogy az implicit tanulás felnőttkorban a kor előrehaladtával gyengül (pl. Nemeth, Janacsek, Londe, Ullman, Howard és Howard, 2010). Ami a fiatalabb korosztályokat illeti, eddig az implicit tanulással kapcsolatos uralkodó elméletek egy invariáns fejlődési modellt nyújtottak, miszerint az implicit funkciók érése már csecsemő- és kisgyermekkorban bekövetkezik, ellentétben az explicit tanulás és emlékezet időben elnyúló fejlődésével (pl. Thomas és Nelson, 2001). Fellelhető azonban olyan kutatási eredmény is, mely szerint, hasonlóan az explicit tanuláshoz, az implicit tanulási folyamatok is folyamatosan fejlődnek, és a későbbi életkorokban válnak hatékonyabbá (Thomas, Hunt, Vizueta, Sommer, Durston, Yang és Worden, 2004). Az egyik legújabb kutatás az előbbitől eltérően azt hangsúlyozza, hogy az implicit szekvencia-tanulás gyermekkorban, 12 éves kor környékén mutatja a legjobb eredményeket, utána a teljesítmény gyengébb ebben az alapvető tanulási folyamatban (Janacsek, Fiser és Nemeth, 2012).

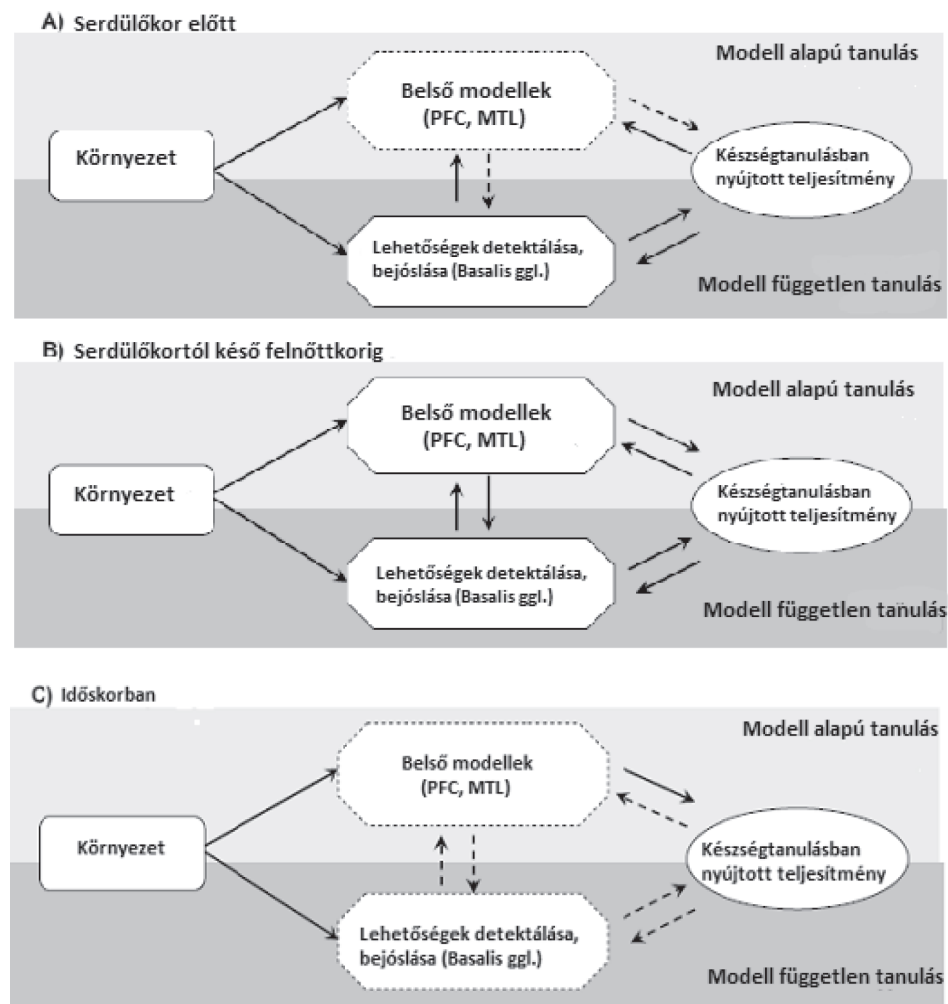


3. ábra. Szekvencia-tanulás az összes életkori csoportban. Az ábra a reakcióidő tanulási mutatóit ábrázolja. Látható, hogy a 11–12 éves korosztály mutatja a legjobb eredményeket (Janacsek, Fiser és Nemeth, 2012 alapján).

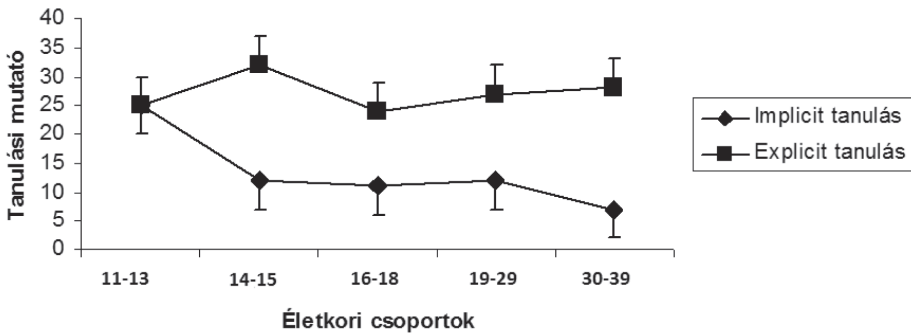
Utóbb említett kutatásban Janacsek és munkatársai (2012) gyermekek, felnőttek és idős személyek implicit szekvencia-specifikus tanulását vizsgálták az implicit szekvencia-tanulás vizsgálatában elterjedt alternáló szeriális reakcióidő feladattal (ASRT). Kutatásukat elsősorban az indokolta, hogy a rendelkezésre álló szakirodalmak eltérő eredményeket mutatnak abból a szempontból, hogy gyermek- vagy felnőttkorban jobb-e az implicit szekvencia-tanulás (Meulemans, Van der Linden és Perruchet, 1998; Fletcher, Maybery és Bennett, 2000, idézi, Janacsek, Fiser és Nemeth, 2012). Kutatásuk elvégzését szorgalmazta továbbá az a tény is, hogy az eddigi kutatások az egyes mintákon eltérő módszerekkel vizsgálták e kérdést, mely nehezítő tényező az eredmények összehasonlításában és egységesítésében. Janacsekék (2012) eredményei arra utalnak, hogy az implicit szekvencia-tanulás 11–12 éves korig mutatja a legmagasabb teljesítményt, majd 12 éves kor körül teljesítménycsökkenés figyelhető meg. A csökkenés ellenére 12 éves kortól 59 éves korig jó, míg 60 éves kor felett már hanyatló tanulási teljesítményt figyelhetünk meg az implicit tanulás esetén (3. ábra). Az ábrán bemutatott fejlődési görbe jól láthatóan más, mint a klasszikus kognitív funkciók fejlődési görbéje (1. ábra): míg az ímént említett fordított U alakot, addig az implicit tanulás fejlődési görbéje lépcsőzetesen csökkenő mintázatot mutat (3. ábra).

Az eredmények alapján felállított elméleti keret szerint feltételezhető, hogy a serdülőkor előtt a gyermekek a környezetben fellelhető szabályszerűségekre, szekvenciákra különösen magas érzékenységet mutatnak. Feltételezhető, hogy idegrendszeri hátterét tekintve elsősorban a készségtanulásért felelős kéreg alatti struktúrák, a basalis ganglionok kapcsolódnak be a folyamatba. Ez tekinthető egyfajta modellfüggetlen tanulásnak, vagyis a korábban elsajátított tudás kevésbé befolyásolja ezt a tanulási folyamatot. A serdülőkortól a késő felnőttkorig elsősorban már a tapasztalatok révén szert tett előzetes tudásra, modellekre támaszkodva, mintegy előre bejósolva „tanuljuk meg”, illetve produkáljuk az elsajátított készségeket, tudást. Ebben az esetben így egyfajta modell-alapú tanulásról beszélhetünk. Idegrendszeri hátterét tekintve ebben az életkorban már a basalis ganglionok mellett a prefrontális kéreg (PFC) és a mediotemporális lebeny (MTL) is

bekapcsolódik a készségek tanulásába. Ezen rendszerek között folyamatos interakció, egyfajta versengés van, mely viszonylag komplex, leterhelő folyamat, így akár ez is előidézheti a 12 év feletti korosztály gyengébb tanulási mutatóit az implicit tanulásban. Időskorban megfigyelhetően alacsonyabb mértékű a készségtanulás. Ennek hátterében feltételezhetően az áll, hogy mindkét neurokognitív alrendszer hanyatlásnak indul, és közöttük az interakciós folyamatok is gyengülnek. Így itt már sem a modell-alapú, sem pedig a modellfüggetlen tanulási folyamat nem dominál (4. ábra).



4. ábra. Versengés a modell-alapú és a modellfüggetlen készségtanulási neurokognitív alrendszerek között az egyes életszakaszokban. A serdülőkor előtt (A) a gyermekek a környezetben fellelhető szabályosságokat tanulják meg, belső modellek még nem alakultak ki, így a készségtanulásba a prefrontális kéreg (PFC) és a mediotemporális lebeny (MTL) még kevésbé kapcsolódik be. A serdülőkortól késő felnőttkorig (B) már az előzetesen gyűjtött tapasztalatok alapján kialakult belső modelleik alapján tanulják a szekvenciákat. Időskorban (C) gyengül a készségtanulás. A hanyatlás oka lehet a különböző kognitív alrendszerek közötti kapcsolatok gyengülése (Janacsek, Fiser és Nemeth, 2012).



5. ábra. Az explicit és implicit szekvencia-tanulási mutatók az egyes életkorokban. Jól látható, hogy a 11–13 éves korosztály mind az explicit, mind az implicit szekvencia-tanulást illetően jól teljesít, azonban 13 éve kor felett az explicit instrukciók hasznosítása révén a vizsgálati személyek teljesítménye jobb, mint az impliciten (instrukciók nélkül) tanuló egyéneké (Nemeth, Janacsek, és Fiser, 2013 alapján).

Az explicit szekvencia-tanulás

Míg az implicit szekvencia-tanulás során az egyén nem tudatosan, instrukciók nélkül, mintegy próba-szerencse alapon sajátítja el az adott tananyagot, készséget stb., addig az explicit szekvencia-tanulás során jól érthető instrukciókat kap, mely segítséget nyújthat a hatékony elsajátításban. Nemeth, Janacsek és Fiser (2013) kutatásukban arra keresték a választ, hogy a különböző életkorú vizsgálati személyek képesek-e felhasználni tanulásukhoz a vizsgálatvezető által elmondott instrukciókat (explicit tanulási helyzet). Eredményeik arra utalnak, hogy a 11–13 éves korú gyermekek, bár jó teljesítményt produkáltak, az explicit instrukciókat nem használták fel (a feladat után nem tudták felidézni a szekvenciát), míg a 13 év feletti személyek jól tudták hasznosítani a kapott explicit segítséget (5. ábra). Összességében ez az eredmény összecseng mind az agyi képalkotó eljárások során megfigyelt idegrendszeri érési jellegzetességekkel, mind Janacsek és munkatársai (2012) kutatási eredményeivel.

Az implicit tanulás relevanciája az oktatásban

A tipikusan fejlődő gyermekek oktatásában elsősorban az explicit tanulás kerül előtérbe. A tananyag elsajátítása tudatosan, bizonyos esetekben akár magolás útján kell, hogy megtörténjen. A fentebb említett idegrendszeri struktúrák érésével kapcsolatos vizsgálati eredmények, valamint az explicit és implicit tanulási stratégiát alkalmazó kutatások konzekvenciái alapján ez a módszer hatékony lehet a 12 év feletti gyermekek esetében (ahol az explicit stratégia a domináns), azonban a 12 év alatti gyermekeknél valószínűleg hatékonyabb lenne az implicit, nem tudatos tanulásra alapozva oktatni, melyben például az elsajátítandó tudásanyag számítógépes játékokba ágyazása, rejtése nyújthatna segítséget. Utóbb említett módszer vélhetően szintén jól alkalmazható lenne bizonyos atipikus fejlődést mutató, pl. autizmus spektrumzavarral rendelkező gyermekek esetében. Az autizmus spektrumzavar velejárája lehet az egyes kognitív funkciók (figyelem,

vizuális memória) rendellenes működése, vagyis egyfajta csökkent intellektus, mely az explicit módon történő tanulást is nagyban megnehezítheti (Johnson, Robertson, Kelly, Silk, Barry, Dáibhis, Watchorn, Keavey, Fitzgerald, Gallagher, Gill és Bellgrove, 2007; Williams, Goldstein és Minshew, 2002). Bizonyos kutatási eredmények azonban arra utalnak, hogy az intelligencia nincs hatással az implicit tanulásban nyújtott teljesítményre (Brown, Aczel, Jimenez, Kaufman és Grant, 2010). Ezen elméletet támogató kutatási eredmény, mely során alternáló szériális reakcióidő feladatot (ASRT) elvégezve az autizmus spektrumzavarral élő gyermekek hasonló szinten teljesítenek, mint az egészséges gyermekek – ily módon tehát vélhetően a csökkent intellektus valóban nem mutat összefüggést az implicit tanulással (Nemeth, Janacsek, Balogh, Londe, Mingesz, Fazekas, Jambori, Danyi és Vetro, 2010). A tapasztalatok azt mutatják, hogy az autista gyermekek kedvelik a számítógépes játékokat (pl. World of Warcraft), így a tudásanyag (mely alatt az ő esetükben akár pl. a szociális készségek, interakciók, adekvát érzelmi reakciók kimutatásának megtanulását is érthetjük) játékos formában történő elsajátítása valószínűleg kevésbé ütközne akadályba. A jövőben a szakemberek számára jelentős segítséget nyújthat tehát ezen kutatási eredményeket alapul venni, mind az egészséges, mind a fejlődési zavarral élő gyermekek esetében, az eddigieknél is hatékonyabb oktatási módszerek kifejlesztése, alkalmazása reményében.

A tipikusan fejlődő gyermekek oktatásában elsősorban az explicit tanulás kerül előtérbe. A tananyag elsajátítása tudatosan, bizonyos esetekben akár magolás útján kell, hogy megtörténjen. A fentebb említett idegrendszeri struktúrák érésevel kapcsolatos vizsgálati eredmények, valamint az explicit és implicit tanulási stratégiát alkalmazó kutatások konzekvenciái alapján ez a módszer hatékony lehet a 12 év feletti gyermekek esetében (ahol az explicit stratégia a domináns), azonban a 12 év alatti gyermekeknél valószínűleg hatékonyabb lenne az implicit, nem tudatos tanulásra alapozva oktatni, melyben például az elsajátítandó tudásanyag számítógépes játékokba ágyazása, rejtése nyújthatna segítséget. Utóbb említett módszer vélhetően szintén jól alkalmazható lenne bizonyos atipikus fejlődést mutató, pl. autizmus spektrumzavarral rendelkező gyermekek esetében.

Irodalomjegyzék

Affi, A. K. (2003): The basal ganglia: A neural network with more than motor function. *Seminars in Pediatric Neurology*, **10**, 3–10.

Baddeley, A. (2001): *Az emberi emlékezet*. Osiris Kiadó, Budapest.

Brown J., Aczel, B., Jimenez, L., Kaufman, S. B. és Grant, K. P. (2010): Intact implicit learning in autism spectrum conditions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1–24.

Casey, B. J., Getz, S. és Galvan, A. (2008): The adolescent brain. *Developmental Review*, **28**, 62–77

Craik, F. I. M. és Bialystok, (2006): Cognition through the lifespan: mechanisms of change. *Trends in Cognitive Sciences*, **10**, 3. sz. 131–138.

Giedd, J. N., Lalonde, F. M., Celano, M. J., White, S. L., Wallace, G., L., Lee, N. R. és Lenroot, R. K. (2009): Anatomical brain magnetic resonance imaging of typically developing children and

- adolescents. *Journal of American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, **48**. 5. sz. 465–470.
- Harden, K. P. és Trucker-Drob, E. M. (2011): Individual differences in the development of sensation seeking and impulsivity during adolescence: Further evidence for a dual system model. *American Psychological Association*, **47**. 3. sz. 739–746.
- Hikosaka, O., Nakamura, K., Sakai, K. és Nakahara, H. (2002): Central mechanisms of motor skill learning. *Current Opinion in Neurobiology*, **12**. 217–222.
- Janacsek, K., Fiser, J. és Nemeth, D. (2012): The best time to acquire new skills: age-related differences in implicit sequence learning across the human lifespan. *Developmental Science*, **15**. 4. sz. 496–505.
- Johnson, K. A., Robertson, I. H., Kelly, S. P., Silk, T. J., Barry, E., Dáibhis, A., Watchorn, A., Keavey, M., Fitzgerald, M., Gallagher, L., Gill, M. és Bellgrove, M. A. (2007): Dissociation in performance of children with ADHD and high-functioning autism on a task of sustained attention. *Neuropsychologia*, **45**. 2234–2245.
- Nemeth, D., Janacsek, K., Londe, Zs., Ullman, M. T., Howard, D. V. és Howard, J. H. (2010): Sleep has no critical role in implicit motor sequence learning in young and old adults. *Experimental Brain Research*, **201**. 351–358.
- Nemeth D., Janacsek, K., Balogh, V., Londe, Zs., Mingesz, R., Fazekas, M., Jambori, Sz., Danyi, I. és Vetro, A. (2010): Learning in autism: Implicitly superb. *Plos One*, **5**. 7. sz. e11731.
- Nemeth, D., Janacsek, K. és Fiser, J. (2013): Age-dependent and coordinated shift in performance between implicit and explicit skill learning. *Frontiers in Computational Neuroscience*, **7**. 147.
- Sowell, E.R., Peterson, B., S., Thomson, P., M., Welcome, S., E., Henkenius, A. L. és Toga, A. W. (2003): Mapping cortical change across the human life span. *Nature Neuroscience*, **6**. 3. sz. 309–315.
- Tarsoy, E. (1997): *Funkcionális anatómia*. Medicina Könyvkiadó, Budapest.
- Thomas, K. M., Hunt, R. H., Vizueta, N., Sommer, T., Durston, S., Yang, Y. és Worden, M. S. (2004): Evidence of developmental differences in implicit sequence learning: az fMRI study of children and adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **16**. 8. sz. 1339–1351.
- Thomas, K. és Nelson, C. A. (2001): Serial reaction time learning in preschool- and school-age children. *Journal of Experimental Child Psychology*, **79**. 364–387.
- Williams, D. L., Goldstein, G. és Minshew, N. J. (2002): Impaired memory for faces and social scenes in autism: clinical implications of memory dysfunction. *Archives of Clinical Neuropsychology*, **20**. 1–15.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Németh Dezső (témavezető) és Janacsek Karolinának a cikk megírásában nyújtott szakmai segítségét.

Juhász Dóra

PhD hallgató, Szegedi Tudományegyetem,
Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged