

## Olvasás és a fejlődő agy

CSEPE VALÉRIA

### **OLVASÁS, OLVASÁSI ZAVAR ÉS A FEJLŐDŐ AGY**

**In memoriam Leo Blomert**

A Pszichológia 2013. 33/1. (1-14.o) számában megjelent cikk kézirata.

DOI 10.1556/Pszicho.33.2013.1.1

CSÉPE VALÉRIA

## OLVASÁS, OLVASÁSI ZAVAR ÉS A FEJLŐDŐ AGY<sup>1</sup>

**In memoriam Leo Blomert**

Beérkezett: 2012. december

Elfogadva: 2013. január

*Mottó: 'Ment-e a könyvek által a világ elébb?'*

A tanulmány az olvasás fejlődésének és súlyos fejlődési zavarának, a diszlexiának új kutatási eredményeiből közöl válogatást. Az írás vezérfonalát azok a kognitív idegtudományi és pszichológiai kutatások alkotják, amelyekre a 2012 végén fiatalon elhunyt Leo Blomert új olvasásfejlődési modellje épül. Az olvasás főbb kognitív faktorainak kutatási előzményeit bemutató irodalmi áttekintés lehetővé teszi annak megértését, hogy az olvasástanulásnak miért az agyi audio-vizuális integráció az egyik legfontosabb mérföldköve. Az új modellt megalapozó kísérleti adatok ismertetése világossá teszi azt is, hogy a fejlődési diszlexia egyik alig ismert, ám jelentős problémája, hogy az olvasástanulás során ez az integráció elmarad vagy nem teljes. A tanulmány bemutatja a budapesti és a maastrichti kutatócsoport összekapcsolódó munkájának kutatási eredményeit, s ezeknek szerepét az olvasási teljesítmény pedagógiai és komplex, neuropszichológiai alapozású diagnosztikájában. A 'rendhagyó nekrológ' nem Leo Blomert élettörténetét mutatja be, hanem az elmúlt évtizedben végzett kutatásainak a tudományterületet legjobban befolyásoló eredményeit s az új eleméleti modellt.

*Kulcsszavak:* olvasástanulás, olvasásfejlődés, fejlődési diszlexia, agy, kognitív faktorok, audio-vizuális integráció, diagnosztika

---

· MTA TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet, e-mail: csepe@cogpsyphy.hu

<sup>1</sup> E tanulmány annak az elméleti munkának a részét képezi, melyhez támogatást az OTKA NK 101087 nyilvántartási számú, a szerző vezetésével végzett kutatási pályázata biztosított.

## Olvasás és a fejlődő agy

Ez a rövid írás tématerületét tekintve nem irodalomtörténet s nem is könyvtörténet. Egészen másról szól. Arról, hogy a könyvek által közvetített ismeret, élmény, tudás mindenki számára megszerezhető-e. Arról, hogy a könyvekben leírtakat hogyan dolgozza fel, miként „fejti meg” az emberi agy, és mit tudunk ma arról, hogy milyen biológiai akadályokat jelenthet ebben az atipikus fejlődés. Arról, hogy több mint egy évszázada ismert, hogy sokan, ép intellektusuk s megfelelő olvastatás után is nehezen olvasnak, szövegértésük akadályokba ütközik, ám ennek felfogásában még mindig jelen vannak a téves, bár a laikus számára tudományosnak látszó megközelítések. Olyanok például, amelyek az olvasás és olvasástanulás fejlődési zavarait neurológiai eltérésként definiálják, holott a neurológia az orvostudományban az idegrendszer szervi megbetegedéseivel foglalkozó ága. Olyanok, amelyek szerint egy mindent maga alá gyűrő holisztikus feldolgozási mód s az egyik agyfélteke uralma jellemezné e zavarokat. Nem sorolom tovább azokat a súlyos általánosításokat, amelyek nincsenek összhangban a tudomány mai ismereteivel. Azokból az adatokból válogattam, amelyek az olvasás fejlődésének és fejlődési eltéréseinek jobb megismerésére, feltárására irányuló kutatások során születtek. Kutatásokból, amelyek a gyenge olvasásról, valamint az olvasás súlyos fejlődési zavaráról, a diszlexiáról szólnak, s amelyeknek célja annak mély megértése, hogy mi jellemzi azt az eltérően alakuló fejlődést, amely megfoszt a könyvek élvezetétől. Vörösmarty Mihálynak a mottóban idézett, a „Gondolatok a könyvtárban” című versében feltett kérdésétől hosszabb asszociációs út vezet az olvasás tipikus és atipikus fejlődéséig, mint amelyet itt röviden be tudnék mutatni. Kérdezhetnénk azonban ennek alapján magunktól, hogy a tudomány könyvei által ment-e elébb a diszlexiát megérteni képes világ. Bízom abban, hogy igen, s abban is, hogy a téma különböző szakterületeket képviselő művelőinek gondolkodása előbbre van ma, mint egy évtizede. A 21. század első évtizede, amelyben az egyik legnépszerűbb elektronikus irodalomkereső szerint 6000 cikket, könyvet, könyvfejezetet publikáltunk a diszlexiáról. Az ehhez kapcsolódó ismeretekről szóló közleményekre nem térek ki. Ugyanígy nem szólok az írás és olvasás több évezredes történetéről, a könyvek szerepének megváltozásáról, a kulturális találmányok átalakulásáról, az agy evolúciójának oly gyakran eltúlzott szerepéről, s nem sorolom fel az elmúlt évszázad minden fontos tudományos elméletét és modelljét. Nem

## Olvasás és a fejlődő agy

elemzem a szakterület valamennyi kiemelkedő eredményét, s nem végeztem metanalízist sem a kognitív idegtudomány elmúlt két évtizedében publikált releváns adataiból.

Válogattam. Mégpedig azokból az új eredményekből, amelyek a diszlexia területén munkatársaimmal együtt végzett kutatásaimat befolyásolták, s amelyek munkacsoportunk szemléletét, gondolkodását és ebből fakadóan empirikus munkáit formálták. A válogatás erősen szubjektív, mert gerincét egy évtizedes együttműködés és gondolkodás eredményei adják. Egy évtizedét, amelynek során egy újra és újra összefonódó majd szétváló munka kíséri a kreatív útkeresést. Ha tetszik, rendhagyó nekrológot írtam. Nem egy kutató élettörténetéről, hanem a tudományterületet legjobban befolyásoló eredményeiről. Ezeknek – elhelyezve a konvencionális gondolkodást újra és újra átalakító publikációk között s egy új olvasásfejlődési modellnek – a bemutatásával tisztelgek holland kollégám és barátom, a 2012. november 25-én fájdalmasan fiatalon elhunyt Leo Blomert emlékének.

### **Olvasás, olvasástanulás, diszlexia**

A kilencvenes évek elejétől a kognitív pszichofiziológia és idegtudomány érdeklődése az újra felfedezett témák frissességével fordult az olvasás és olvasástanulás fejlődési zavarai felé. Elsősorban azokat a gyerekeket és serdülőket, fiatal felnőtteket vizsgálta, akiknek állandó nehézséget jelentett a megfelelő szintű olvasás és helyesírás elsajátítása, jóllehet intelligenciájuk a normál övezetbe tartozott, olvasástanításuk megfelelő módszerrel történt, s szenzoros funkcióik is épek voltak. Már az első elektrofiziológiai és modern képalkotó eljárásokkal mért mutatókból nyilvánvaló volt, hogy az olvasást működtető igen komplex agyi hálózat eltérése áll a fejlődési diszlexia hátterében (öszefoglalóként lásd Csépe, 2006). A lassan, pontatlanul olvasó, még felnőtt korban is gyakran súlyos helyesírási hibákat vétő diszlexiásokról nem csak szakcikketek jelentek meg, hanem az internetes honlapoknak, cikkeknek, blogoknak, vélt vagy valós ismeretterjesztéseknek is kedvenc témájává vált. A 'dyslexia' szóra keresve 19 millió, a 'Legasthenie' kifejezésre (a magyar Ranschburg Pál által bevezetett kifejezés alapján terjedt el, s ma is használatos a német nyelvterületen) 2 millió találat jelenik meg, s a magyar 'diszlexia' ez utóbbi tizedét produkálja. Rengeteg információ

## Olvasás és a fejlődő agy

található a tünetekről és a más zavarral együttjáró tünetekről (komorbiditás), mintha a diszlexia betegség lenne. Számos ismertetést találhatunk a mindent orvosló csodamódszerekről, mintha fogyókúráról lenne szó, s a hátteret nem, alig vagy rosszul kezelő 'tudományos' ismeretterjesztés fényében mutatkozik be nem egy honlap. Híradások jelennek meg a diszlexia tömegessé válásáról, terjedéséről, mintha járványos lenne, s közben gyermekek százai vesznek el a számos problémával küzdő ellátórendszerben. Vajon tudjuk-e, hogy milyenek és hányan vannak a diszlexiások? Hollandiában Leo Blomert vezetésével egy országos, 150 000 főre (hatodik osztályos tanulók) kiterjedő vizsgálatot végeztek el. Ennek elemzéséből kiderül, hogy a diszlexia populációs prevalenciája a konzervatív becslés szerint 4-5 százalékra tehető.

Eredetileg az a hit uralkodott, hogy a fejlődési diszlexia vizuális percepciós deficit eredménye („veleszületett szóvaktság”), s ezt az évtizedeken át uralkodó nézetet elsőként Frank Vellutino kérdőjelezte meg a *Dyslexia: Theory and Research* (1979) című könyvében, s felhívta a figyelmet arra, hogy a vizuális percepciós deficitet bizonyító vizsgálatok többsége nyelvi ingereket használt. Felmerült tehát, hogy a diszlexiás olvasási zavar eredője a nyelvi rendszerben keresendő, különösen, hogy a nem nyelvi ingerek esetében a diszlexiások és jól olvasók között eltérés alig volt kimutatható. Ekkor lépett színre a Haskins Laboratórium, amelynek kutatói szerint az olvasástanulásban a nyelvi rendszer fejlettsége s ezen belül a fonológiai tudatosság a meghatározó (Liberman, 1973; Liberman és mtsai, 1974). Mára számos bizonyíték támasztja alá a „fonológiai deficit” hipotézist; a diszlexiások gyenge teljesítményt nyújtanak a különböző fonológiai feladatokban (Ramus és mtsai, 2003), a fonológiai tudatosságot fejlesztő programok az olvasási és helyesírási készséget pozitívan befolyásolják. Kísérletekkel igazolható volt az is, hogy a diszlexiások a vizuálisan bemutatott szimbólumok gyors megnevezésének zavarát mutatják, így feltehető, hogy a feladatokban megkívánt modalitásközi megfeleltetés erősíti fel a teljesítményproblémát (Vaessen, Gerretsen és Blomert, 2009). A modalitásközi megfeleltetés és integráció lehetséges deficitjére vonatkozó elképzelés indította el azokat a további vizsgálatokat, amelyekből kiindulva megszületett a fejlődési diszlexia egy új modellje. Mielőtt erre rátérnénk, tekintsük át a modell előzményeit.

## Olvasás és a fejlődő agy

2004-ben a maastrichti kutatócsoport Leo Blomert vezetésével egy új irányt kezd, s kilép abból a „modalitás-pingpongból”, amelyet a mérvadó műhelyek egymással vívtak és vívnak ma is. Mielőtt azonban bárki azt hinné, hogy új szakkifejezés született, röviden kitérek arra, hogy mit is értek ezen. A diszlexiás olvasási zavar tudományos megközelítésének története azzal kezdődik, hogy mindenki elfogadja, hogy a problémák forrásának a vizuális feldolgozásban, s főleg a gyors szemmozgások szabályozásában kell lennie. El is kezdődnek a szemmozgás-tréningek, majd abbamaradnak. A szóvaktság, a legaszténia és társai főként pedagógiai kérdésnek tűnnek, az idegtudományok művelői nem érdeklődnek iránta. Egészen addig, amíg meg nem jelennek az agykutatási módszerek, amelyekkel a kutatók a nyelvi fejlődésben s a beszédpercepcióban találnak eltéréseket. Ezek szerint a probléma lényege nem vizuális, hanem akusztikus. Ekkor viszont kiderül, hogy vannak az agynak szerkezeti eltérései is, s nem is akárhol, hanem a talamusz szintjén. A működési eltérések közül középpontba kerül a vizuális mintázatok felbontásának, a kontúrok differenciálásának és integrációjának eltérése, azaz a probléma primér területeként ismét a vizuális modalitás jelenik meg. Újra megjelennek a szemmozgás tréningek s újdonságként a színes szemüveglencsék. A divatos modell John Stein magnocelluláris (a genikulátum nagyméretű sejtekből álló területe) deficit elmélete lesz. Ezzel párhuzamosan megjelenik újra az akusztikus feldolgozási deficit modellje is (Paula Tallal), s karöltve a fonológiai deficit modellel, átveszi a legfőbb magyarázó elv szerepét.

2002-ben megjelenik az első közlemény (Dehaene és Tsai, 2002) egy feltehetően kizárólag az olvasás gyakorlásával kialakuló funkcióról s annak agyi területéről. A gyakorlott olvasóknál leírt vizuális szóforma-felismerő terület (VWFA – Visual Word Form Area) újra izgalomba hozza az olvasás fejlődésével és zavaraival foglalkozókat. Kiderül, hogy az olvasásban résztvevő agyi hálózatnak ez az a területe, amely a legerőteljesebb fejlődési változáson megy át 7 és 12 éves kor között (Ben-Shachar és Tsai, 2011). Úgy tűnik tehát, hogy a pszicholingvisztika kétutas olvasási modellje biológiai bizonyítást nyer, azaz van egy direkt (a szóformától a jelentésig) és egy indirekt (betűzve jutni a jelentésig) út, s ennek agyi feldolgozó körei eltérnek. Hogyan kezdődik mindez? Mi történik az olvasástanulás során,

## Olvasás és a fejlődő agy

milyen átalakulást hoz az olvasási tapasztalat? Ez az a kérdés, amely Leo Blomert tudományos érdeklődését foglyul ejti.

A Neuroimage-ben megjelenő modellhez (Blomert, 2011) vezető út első empirikus lépéseként a kutatók abból indulnak ki, hogy feltételezik, a betűk és a beszédhangok között egy olyan minőségileg új kapcsolat jön létre, amely alapja a megfelelés feldolgozásának s annak, hogy egyik megjelenése a másik mentális és feltehetően agyi képviselőjét is aktiválja. Van Atteveldt és munkatársai (2004) egy olyan fMRI vizsgálat eredményeit közlik, amely azt bizonyítja, hogy az összetartozó betűk és beszédhangok kölcsönösen előhívják egymást, azaz a jól olvasók egy olyan integrált percepcióra támaszkodnak, amelyért egy heteromodális agyi terület (szuperior temporális kéreg) működése felel. A kutatóknak azt is sikerül kimutatniuk, hogy az összetartozó betű-hang párok feldolgozásakor a vizuális modalitás hatással van a hallókérgi feldolgozásra, azaz a főemlősökkel végzett elektrofiziológiai vizsgálatokból (Schroeder és Foxe, 2004) jól ismert vizuális előrehatás (feed-forward) az embernél is kimutatható. Mindez azt jelenti, hogy a betűk és beszédhangok kulturálisan meghatározott kapcsolódása – s így módon az olvasás – olyan neurális mechanizmusokra támaszkodik, amelyek az evolúció során az audio-vizuális integráció támogatására alakultak ki.

Egy későbbi vizsgálatban, amelyben felnőtt diszlexiások vesznek részt, arra is fény derül, hogy a diszlexiások agya nem tesz különbséget a kongruens (az egyszerre bemutatott betű és beszédhang megfelel egymásnak) és inkongruens (az egyszerre bemutatott betű és beszédhang) betű-hang párok között, miközben a viselkedéses tesztekben mért pontossági mutatók plafonhatást mutatnak (Blau és mtsai, 2009, 2010). Egy további vizsgálat eredményei azt igazolják, hogy a diszlexiásoknál nincs automatikus betű-beszédhang integráció; a kisiskolások négy évnyi olvasástanítás és specifikus intervenciók után ennek semmilyen elektrofiziológiai jelét nem mutatják (Froyen, Willems és Blomert, 2010).

A 2004 és 2012 közötti éveket nem csupán az olvasás induláskori mérföldkövének tekinthető specifikus audio-vizuális integrációt alátámasztó kísérletek és az ezekre épülő modell jellemzik, hanem a kutatócsoport legtermékenyebb éveit is jelentik. A 2000-ig alapvetően klinikai munkát végző, keveset, s elsősorban az afáziáról és afáziaterápiáról publikáló Leo Blomertnek és munkatársainak ezekben az években 34 közleménye jelenik meg

## Olvasás és a fejlődő agy

neves folyóiratokban. A modellt, amelyet a következőkben bemutatok, mára még nem ismerte meg igazán a tudományos közösség, szinte alig idézik. Most indul útjára, s remélem, hogy nem csupán az én számomra jelent innovatívan új megközelítést Leo Blomert modellje, amely, ahogy ő írta 2011-es Neuroimage cikkében, nem jöhetett volna létre egykori doktoranduszai és kollégái, Nienke van Atteveldt, Vera Blau, Milene Bonte, Dries Froyen, Anniek Vaessen és Gonny Willems, valamint Elia Formisano és Rainer Goebel lelkesedése és kiváló munkája nélkül.

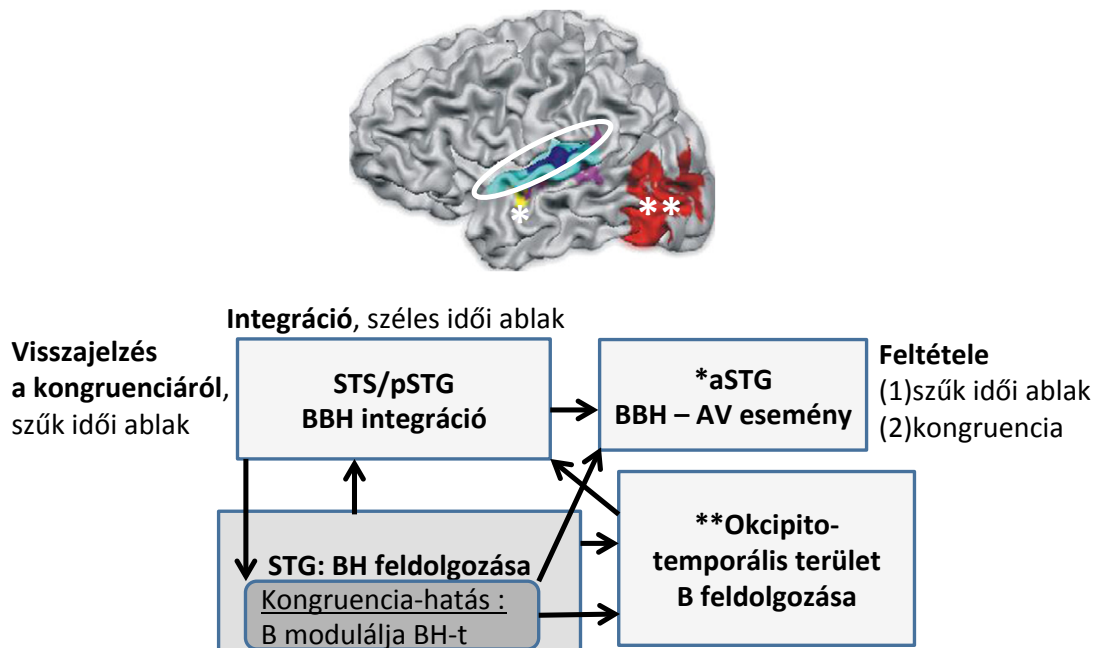
### **Az olvasás modalitásközi integráció modellje**

A modell (Blomert, 2011) a diszlexia konzervatív elméleteihez ragaszkodók számára igencsak zavaró megállapításra épül. Arra, hogy a legelterjedtebben oksági kapcsolatként kezelt fonológiai tudatosság deficit nem a diszlexiás olvasástanulási és olvasási zavar előzményének, hanem következményének tekinthető. Ennek oka pedig az, hogy az ortográfia és a fonológia közötti kapcsolatképzés, azaz a betűk és beszédhangok specifikus integrációja elégtelen, ennél fogva ez a diszlexiás olvasási zavart jellemző funkcióeltérések valódi eredője. Blomert feltételezi, s a korábbi empirikus vizsgálatokban elektrofiziológia és modern képalkotó eljárások alkalmazásával bizonyítja, hogy a betűknek és a beszédhangoknak a kapcsolódása azok idői viszonyától, kongruenciájától és az olvasási tapasztalattól függ. Feltételezi s adatokkal támasztja alá, hogy a diszlexiások olvasástanulásának az idői megfelelés pontatlansága, a kongruencia fejletlensége s a speciális modalitásközi kapcsolódási probléma az akadály. Mindez erősen zavarhatja – s egyben eredhet a beszédfeldolgozó és a vizuális rendszer problémáiból is – vagy lassíthatja az akusztikus kéregnek és a multiszenzoros agykérgi területeknek azt az egyre erősebb áthangolását, amely elengedhetetlen az audiovizuális asszociációk kialakulásához, s ebből továbblépve az ortográfiai-fonológiai egységek integrációjához. Az integráció elmaradása a fejlődésben lévő olvasási rendszerre súlyos hatással lehet, hiszen negatívan hathat a specializációra, s akadályozhatja, késleltetheti a betűsorok és szavak felismeréséért felelős fuziform kéreg átalakulását, azaz az agynak a Stanislas Dehaene által bevezetett fogalommal megragadható 'újrachanosítását' (Dehaene és Cohen, 2007), a szavak felismerésére specializálódó átalakulását. A specifikus audiovizuális



## Olvasás és a fejlődő agy

kapcsolatzavar így nem csupán a diszlexiás olvasászavar legfőbb okát jelenti, hanem magyarázó ereje lehet a diszlexiás olvasás legmakacsabb problémájának, az olvasási fluencia hiányának feltárásában, megértésében is.



1. ábra. Az olvasás audio-vizuális integráció modellje (Blomert, 2011 alapján)

Rövidítések a szövegben. Az ellipszis az STG-t jelöli, közepén az STS, kívül a pSTG.

Leo Blomert modelljében az olvasást alapozó audio-vizuális integráció kétféle idői ablakban történik. A betű-beszédhang (a továbbiakban és az 1. ábrán is BBH) integrációját széles idői ablak jellemzi, s ebben a bal féltekén a szupratemporális árok (STS) és a szupratemporális tekervény hátulsó (posterior) területe (pSTG) játszik jelentős szerepet. A BBH megfeleltetésnek (kongruenciának) azonban igen szűk a visszajelzésre (feedback) rendelkezésre álló ideje, a kongruencia-hatás alapja pedig az, hogy a betűk megjelenése modulálja az STG területén a beszédhangok feldolgozását.

## Olvasás és a fejlődő agy

Az integráció sikeressége ahhoz vezet, hogy a betűk olvasásakor e terület automatikusan aktiválódik, s ez a néma olvasást, ha elaborált formában is, mindig kíséri. Az STS elülső területe az integrált BBH-t önálló audio-vizuális (AV) eseményként dolgozza fel, működésére pedig hat az integráció mértéke s a kongruencia. Azonban nem csak a beszédhangoknak van befolyása az integrációra, hanem a betűk feldolgozása is visszahat az STS-pSTG integrációs terület funkcióira. Ez azonban csak akkor következik be, ha a beszédhang és a betű kongruens, s megjelenési idejük eltérése igen kicsi. Legalábbis ez jellemzi a gyakorlott olvasót. A kezdő olvasóknál ez az idői ablak azonban még igen széles, s csak 3-4 évnyi olvasás után kezd a gyakorlott olvasókénak megfelelni. Ez a folyamat, mint fentebb már szó volt róla, a diszlexiásoknál korlátozott.

### **Kutatás és gyakorlat szinergiája**

Az előbbieken leírt modell kognitív pszichológiai alapozását s a meghatározó faktorok kiválasztását egy olyan vizsgálsorozat eredményei tették lehetővé, amelynek feladatsorát 2003 és 2005 között Leo Blomerttel együtt alakítottuk ki, majd Anniek Vaessen és Leo Blomert munkájának köszönhetően elkészült egy számítógépes alapú tesztrendszer, a 3DM (Diszlexia Differenciál-Diagnosztika Maastricht). A 3DM-mel kapott holland eredményeket Vaessen és Blomert 2010-es publikációja mutatta be, s ugyanezen évben közzétük a ProRead című EU-pályázatban kapott eredményeket, amelyek hat európai nyelv kísérleti adatait elemezve meghatározta a főbb kognitív faktorokat (Ziegler és Mtsai, 2010). A hat nyelv közül három esetében a feladatok azonosak voltak, s a 3DM-mel (holland) vagy annak portugál (3DM-P), valamint magyar változatával (3DM-H) kerültek felvételre. A magyar minta eredményeinek komplex elemzése Tóth Dénes munkája (2012).

A 3DM három olyan alapvető, a problémák lényegét megragadni képes kognitív változóra épít, amelyek általában az olvasással, a helyesírással és az olvasásfejlődéssel kapcsolatosak, s egyben az olvasási zavarok hatékony előjelzőjének is tekinthetők. A kiindulópontot Ziegler és Goswami (2005) áttekintő tanulmánya jelentette, ebben a három

## Olvasás és a fejlődő agy

alapvető kognitív faktor a fonológiai feldolgozás/tudatosság, a betűismeret és a vizuális szimbólumok gyors megnevezése volt.

Az első legfontosabb és az olvasáshoz kapcsolódóan legelterjedtebben tanulmányozott kognitív funkció a fonológiai tudatosság (phonological awareness - PA), amely a beszédhangoknak a szavakon belüli felismerését, azonosítását és az ezekkel végzett műveleteket jelenti (lásd Goswami és Bryant, 1990). Feltehető, hogy a beszélt nyelv szegmentált szerkezetének implicit megértése szükséges ahhoz, hogy elkezdhető legyen az olvasástanulás, s ez így is van már az óvodában, amikor a nagyobb gyerekek a szavak hangszerkezetének adott szintű megértését mutatják, mégpedig gyakran a szavaknál kisebb egységek esetében is (Ziegler és Goswami, 2005). Tény ugyanakkor, hogy a fonológiai tudatosságnak az írni-olvasni tudást megelőző jeleit a szótag alatti szinten, különösen pedig a beszédhangok szintjén alig-alig lehet megfigyelni (pl. Liberman és Mtsai, 1974). Tény az is, hogy azok az egészséges felnőttek, akik soha nem tanultak meg olvasni, nyilvánvaló nehézséget mutatnak a fonológiai tudatosságot mérő feladatokban (Morais és Mtsai, 1986). Úgy tűnik tehát, hogy a beszédhangok szintjéhez való hozzáférés, azaz a fonéma-tudatosság – eltérően az olyan nagyobb hangegységektől, mint amilyenek a szótagok – az írni és olvasni tudás elsajátításához köthető, azaz csak annak kezdete után jelenik meg (Ziegler és Goswami, 2005). Az olvasni tanulás így nem csupán ráépül a szavak hangszerkezetére, hanem facilitálja is a szavak hangszerkezetének megértését, s ezzel erős reciprok kapcsolat kialakulásához vezet a fonológiai tudatosság és az olvasás között (lásd Wimmer és Mtsai, 1991). A fonológiai feldolgozásnak az olvasástanulásban betöltött kiemelkedő szerepét tovább hangsúlyozza az a tény, hogy a specifikus olvasási zavart, azaz a diszlexiát a fonológiai tudatosság empirikus adatokkal alátámasztható zavara jellemzi (Snowling, 2000).

Az alfabetikus írásrendszerek esetében az olvasás- és írástanulás során az első legfontosabb lépés annak elsajátítása, hogy melyik betű melyik beszédhangnak felel meg (Ehri, 1998), hiszen a sikeres hang-betű, majd betű-hang dekódolás alkotja a későbbi folyékony olvasás alapját. Számos tanulmány igazolta az óvodáskori betűismeret és az 1. osztályban mutatott olvasási teljesítmény közötti erős prediktív kapcsolatot (Lyytinen és Mtsai, 2001, 2004; Lyytinen és Lyytinen, 2004). Az is igaz viszont, hogy az ismert betű-

## Olvasás és a fejlődő agy

beszédhang megfeleltetésnek a sikeres olvasásra gyakorolt hatását a későbbi fejlődési szakaszokban kevésbé vizsgálták. Ennek feltehetően az a széles körben elterjedt feltételezés az oka, hogy a gyerekek már az olvasástanítás kezdetét követően s igen rövid idő alatt megtanulják, hogy melyik betű melyik hangnak felel meg. A betű-hang megfelelés teljes elsajátításához szükséges idő transzparens ortográfia esetében a néhány hónaptól (Ziegler és Goswami, 2005) az egy évig terjed (Aarnoutse és mtsai, 2000), míg kevésbé transzparens ortográfiák esetében ez több év is lehet.

A legújabb agykutatási adatok azonban alapjaiban rengették meg ezt a széles körben elfogadott felfogást. Leo Blomert és munkatársai azt igazolták, hogy a tipikusan fejlődő gyerekek számára is évekig tart, mire teljesen automatizálni és koordinálni képesek a tanult ortográfia valamennyi betű-hang megfeleltetési szabályát (Froyen és mtsai, 2008, 2009). Ezenkívül az is igazolást nyert, hogy a diszlexiás olvasók feltehetően soha nem tanulják meg igazán a betű-hang asszociációkat (Froyen, Willems és Blomert, 2010; Blau és mtsai, 2009, 2010). Ez azért is meglepő, mivel az ezekben a vizsgálatokban részt vevők, a diszlexiások és a jól olvasók is, a graféma-fonéma megfeleltetés megfelelő szintjét érték el az első tanítási év végére. Úgy tűnik azonban, hogy a szabályok ismerete és az automatikus megfeleltetés, azaz a betű és a beszédhang integrált feldolgozása s ennek hatékony alkalmazása eltér. Ez, ismervé azt is, hogy a betű-hang integráció zavarai a gyenge olvasást a felnőttkorig elhúzódóan kísérik, alátámasztják azt az elképzelést, hogy a betű-hang kapcsolatok feldolgozása a folyékony olvasás és írás fejlődésében szerepet játszó kognitív tényezők vizsgálatában a második legfontosabb jelölt.

Az olyan jól ismert vizuális jeleknek, mint a betűknek, számoknak, tárgyaknak és színeknek a gyors, automatikus megnevezése (RAN, Rapid Automated Naming) jelenti azt a harmadik kognitív faktort, amely együttjárást mutat az olvasási készség szintjével és az olvasási zavarok mértékével. Számos tanulmány igazolta, hogy a RAN (különösen az alfanumerikus RAN) független faktorként járul hozzá az olvasási készség fejlődéséhez (Bowers és Swanson, 1991; Manis, Doi és Bhadha, 2000). Mi több, számos diszlexiás teljesít igen rosszul a RAN feladatokban (összefoglalóként lásd Wolf, Bowers és Biddle, 1999). Míg a fonológiai tudatosság legerősebben az olyan fonológiai dekódolást igénylő olvasási

## Olvasás és a fejlődő agy

feladatokkal áll kapcsolatban, mint az álszavak olvasása (Bowers, Sunseth, és Golden, 1999; Manis, Doi és Bhadha, 2000), a RAN elsősorban azokkal feladatokkal mutat összefüggést, amelyek a vizuális szóforma felismerésére támaszkodnak, ilyen például a kivételes alakú szavak olvasása (Bowers és Swanson, 1991; Clarke, Hulme és Snowling, 2005). Meg kell jegyeznünk ugyanakkor, hogy ez leginkább az angol nyelv ortográfiájára jellemző.

Bár a kilencvenes években számos próbálkozás történt a diszlexiások gyenge RAN teljesítményének általános kognitív diszfunkcióként történő magyarázatára, a jelenlegi vizsgálatok többsége a RAN nyelv-specifikus interpretációját támasztja alá (összefoglalóként lásd Savage, 2004). Néhány kutató szerint a RAN a fonológiai kódoknak az emlékezetből történő előhívását jelzi, így ennek értelmében fonológiai készségként kellene értelmeznünk (Vellutino és mtsai, 2004). Mások szerint viszont a RAN a vizuális ortografikus mintázatok tárolásának és előhívásának jelzője (Savage, Pillay és Melidona, 2008). A RAN és az olvasás kapcsolatának pontos természetéről jelenleg is folyó vita ellenére a RAN egy olyan faktornak tekinthető, amely meghatározóan és egyedülállóan járul hozzá az olvasási teljesítményhez.

E három vezető kognitív faktort leíró tanulmányunkban az ortográfiai és fonológiai egységek multiszenzoros kapcsolatának változását még csak lehetséges prediktív változónak tekintettük (Blomert és Csépe, 2012a, 2012b), részleteiben nem írtuk le. Az olvasásnak fentebb bemutatott audio-vizuális integráció modellje azonban a 2011-es közlés után, bár igen lassan, elindult a tudományos megmérettetés útján. Megjelent azóta egy olyan modell is, amely ezt a modalitásközi integrációt az olvasás egyik kulcselemének tartja (lásd Frost, 2012 szemle cikkét s ennek kommentárjait a Behavioral and Brain Sciences folyóiratban). Úgy tűnik tehát, hogy az olvasástanulás sarkalatos pontjának, az audiovizuális integrációnak a kutatása hamarosan új eredményeket hozhat s megtermékenyítheti a gyakorlatot. A diszlexia diagnosztikáját, s a fejlesztést is.

### **Mérhetünk-e tudományos igényességgel?**

A kérdésre a válasz igen. A kognitív tényezők összefüggéseinek rendszere s ennek a fejlődéssel és az olvasási tapasztalattal változó kapcsolata az olvasási és helyesírási

## Olvasás és a fejlődő agy

teljesítménnyel lehetőséget teremt az írni-olvasni tudás méréséhez szükséges elméleti keret kialakítására. E keret kialakításának két fő célja lehet. Az egyik az *olvasási teljesítmény mérése*, amely az egyéni előrehaladást követhetővé teszi, s visszacsatolásként működik az olvasástanítás számára. A másik a *komplex diagnosztika* céljait szolgálja, s azoknak a faktoroknak a mérésére épít, amelyek alapján a gyenge olvasás és a diszlexia, melyek között a hagyományos módszerekkel nehezen azonosítható minőségi eltérés van, megállapítható, árnyaltan leírható. Leo Blomert ezen a területen is úttörő munkát végzett, és az általa kialakított 3DM teszt ma elterjedten használt teszt Hollandiában a diszlexia mérésére. Publikációi s szerepvállalása a diagnosztika és terápia korszerű protokolljainak kialakításában s ezek finanszírozási modelljének elfogadtatásában átlátható és jól működő ellátó rendszer létrejöttéhez vezettek. A pedagógusok, gyógypedagógusok elfogadták, hogy csak a tudományosan megalapozott módszerek, a komplex és standardizált eljárások, s a modern infokommunikációs technológiák alkalmazása segítségével tudja a gyakorlat magas szinten ellátni az érintetteket. A szakemberek ugyanis arra kíváncsiak, hogy a tanuló tudása elérje-e az elégséges szintet, s a fejlesztéshez azt is ismerniük kell, hogy a megszerzendőhöz képest mekkora a lemaradás. A mérés ezen változatának azonban csak akkor van valódi szakmai értelme, ha standardizált eszközökkel végzik. Az egyén olvasási készségének tanéven belüli vagy tanéveken átnyúló mérése adhat valódi betekintést az egyén és az iskola eredményességébe. A főbb kognitív faktorokra építő rendszeres iskolai mérés lehetővé teszi (vagy tehetné) azt is, hogy a gyenge írás- és olvasástanulási teljesítmény fejlődését követni tudjuk, s a rejtve maradó diszlexiások is speciális fejlesztést kapjanak.

Minden olyan esetben, amelyben felmerül, hogy az alulteljesítés háttérében specifikus tanulási probléma áll, komplex, s nem kizárólag pedagógiai diagnosztikus mérésre lehet szükség. Az iskolai szűrések mérőeszközei természetesen nem e célra készültek, s elsősorban az elsajátítandó tananyag összefüggésében vizsgálják az olvasási és helyesírási teljesítményt. Az olyan specifikus tanulási zavaroknak a diagnosztikus értékelése, mint amilyen a diszlexia is, az adott tanuló egyéni kognitív profiljának meghatározását igényli, mégpedig olyan speciálisan erre a célra kifejlesztett tesztek alkalmazásával, amelyek a jellemző kognitív funkciók mérését teszik lehetővé. A fejlődési diszlexia ugyanis nem ragadható meg tisztán az

## Olvasás és a fejlődő agy

olvasási és/vagy helyesírási elmaradásban, s nincs olyan egyedüli s egyben ideális eljárás, amely további mérés nélkül lehetővé tenné a diszlexia azonosítását és osztályozását. Ez elsősorban azért van így, mert a diszlexiások nem mutatnak egyetlen olyan jellegzetes olvasási és helyesírási hibát sem, amely kizárólag a diszlexiára lenne jellemző. Az a tény, hogy a diszlexiás olvasási zavart gyakran kíséri fonológiai deficit, úgy tűnik, nagyban segíti a pontos besorolást, mégis zavart okozhat, hogy az általános tanulási zavart mutató tanulók is éveken át küzdenek olvasási zavarokkal. Ebből az következik, hogy a fonológiai zavarok a diszlexiásokat nem kizárólagosan jellemzik, amint azt a specifikus nyelvi károsodásban (zavarban) szenvedő (Specific Language Impaired – SLI) gyerekek nem ritkán előforduló fonológiai zavarai is jelzik, jóllehet ezt kísérik olyan szemantikai/szintaktikai feldolgozási problémák is (lásd Bishop, 2006), amelyek a diszlexiás gyerekeknél nem fordulnak elő (Ziegler és Matsuura, 2010). Ezért nyilvánvalónak látszik, hogy egy adott kognitív terület (domain) specifikus zavarát az ahhoz kapcsolódó kognitív teljesítménnyel együtt kell értékelni, és lehet megbízhatóan értelmezni. Az olvasás és helyesírás fejlődésének fentebb bemutatott kognitív tényezői adják tehát azt az alapot, amelyre a gyenge olvasási és helyesírási teljesítmény kognitív differenciál-diagnosztikája építhető.

Mindenestre tény, hogy mintegy fél évszázad alatt alapjaiban változott meg a diszlexia meghatározása, s az általános definíció helyét a specifikusabb kognitív megközelítés vette át. Tanulságul álljon itt három a sok meghatározás közül!

„A fejlődési diszlexia olyan, az olvasás zavaibaiban megnyilvánuló rendellenesség, amely a hagyományos olvasástanítás, megfelelő intelligencia és megfelelő szocio-kulturális feltételek ellenére alakul ki. Olyan alapvetően meghatározó kognitív zavarokra épül, amelyek gyakran veleszületettek.” (World Federation of Neurology /WFN/, 1968)

„A diszlexia a számos, jól elkülöníthető tanulási képesség egyike. Egy olyan biológiai eredetű, specifikus nyelvi alapokon nyugvó rendellenesség, amelyet a szavak elégtelen fonológiai feldolgozási képességét tükröző dekódolási zavar jellemez. Az önállóan, szövegtanulmány nélkül bemutatott szavak dekódolásának zava az életkor, a kognitív és tanulási képességek alapján váratlan, s nem általános mentális deficit

## Olvasás és a fejlődő agy

vagy érzékszervi károsodás következménye. A diszlexia a különböző nyelvi formák eltérő zavarai között nyilvánulhat meg, s ehhez az olvasási problémák mellett az írás és a helyesírás megfelelő szintű elsajátításának súlyos problémái is gyakran társulnak.”

(Orton Dyslexia Society Research Committee, 1994)

„A diszlexia neurobiológiai eredetű specifikus tanulási zavar. A pontos és/vagy folyékony olvasás, főleg a szófelismerés nehézsége, valamint a gyenge helyesírási és dekódolási képességek jellemzik. A zavar kialakulásához a nyelv fonológiai komponensének olyan jellegzetes deficitje vezet, amely gyakran váratlan a többi kognitív képesség és a hatékony iskolai tanítási módszerek alapján.” (Lyon és mtsai, 2003).

Bár e meghatározások többsége a múlté, az intelligencia–olvasási teljesítmény diszkrepancia széles körben vált a diszlexia diagnózis szinte egyedüli kritériumává, s főként azért, mert az intelligencia szerepelt egyedüli kognitív mutatóként a legtöbb, így a WNF által alkotott meghatározásban is. Mára eljutott a tudományra alapozó gyakorlat oda, hogy a diszlexia három igen erős kognitív mutatója a mérvadó diagnosztikai eljárásokban és a fejlesztésben is szerepel. Ezek a fonológiai feldolgozás, a betű-hang integráció és a gyors megnevezés. Ebben a munkában Leo Blomert alkotóan vett részt Hollandia kutatási eredményekre épülő diagnosztikai és terápiás gyakorlatának kialakításában. Az olvasás fejlődésének és fejlődési zavarainak agyi hátterét feltárni hivatott kutatásai nem vesznek, veszhetnek feledésbe anélkül, hogy hatást ne gyakorolnának a diszlexia tudományos felfogására s a diagnosztika nemzetközi gyakorlatára. Leo Blomert életének összesen hat évtizedéből egyet az olvasás agyi történéseinek és a diszlexia lényegének feltárásával és megértésével töltött. Tudományosan és alkotó szenvedéllyel.

## Irodalom



## Olvasás és a fejlődő agy

- Aarnoutse, C., van Leeuwe, J., Verhoeven, L. (2000): Ontwikkeling van beginnende geletterdheid. *Pedagogische Studiën*, 77, 307-325.
- Ben-Shachar, M., Dougherty, R. F., Deutsch, G. K., Wandell, B. A. (2011): The development of cortical sensitivity to visual word forms. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 2397-2399.
- Bishop, D. V. M. (2006): What causes specific language impairment in children? *Current Directions in Psychological Science*, 15, 217-221.
- Blau, V., van Atteveldt, N., Ekkebus, M., Goebel, R., Blomert, L. (2009): Reduced Neural Integration of Letters and Speech Sounds Links Phonological and Reading Deficits in Adult Dyslexia. *Current Biology*, 19, 1064.
- Blau, V., Reitler, J., Seitz, J., Gerretsen, P., Goebel, R., Blomert L. (2010): Deviant processing of letters and speech sounds as proximate cause of reading failure: A functional magnetic resonance imaging study of dyslexic children. *Brain*, 133, 868-879.
- Blomert, L. (2011): The neural signature of orthographic–phonological binding in successful and failing reading development. *Neuroimage*, 57, 695-703.
- Blomert Leo és Csépe Valéria (2012): Az olvasástanulás és -mérés pszichológiai alapjai. In: Csapó, B. és Csépe, V. (szerk.), *Tartalmi keretek az olvasás diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 17-86.
- Blomert, L., Csépe, V. (2012): Psychological Foundations of Reading Acquisition and Assessment. In: Csapó, B., Csépe, V. (eds.), *Framework for diagnostic assessment of reading*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 17-78.
- Bowers, P. G., Sunseth, K., Golden, J. (1999): The route between rapid naming and reading progress. *Scientific Studies of Reading*, 3, 31-53.

Bowers, P. G., Swanson, L. B. (1991): Naming speed deficits in reading disability: multiple measures of a singular process. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51, 195-219.

Clark, C., Hulme, P., Snowling, M. (2005): Individual differences in RAN and reading: A response timing analysis. *Journal of Research in Reading*, 28, 73-86.

Csépe Valéria (2006): *Az olvasó agy*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Dehaene, S., Cohen, L. (2007): Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56(2), 384-398.

Dehaene, S., Le Clech, G., Poline, J. B., Le Bihan, D., Cohen, L. (2002): The visual word form area: A prelexical representation of visual words in the fusiform gyrus. *Neuroreport*, 13, 321-325.

Ehri, L. (1998): Grapheme-phoneme knowledge is essential for learning to read words in English. In: J. Metsala, L. Ehri (eds.), *Word Recognition in Beginning Literacy*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 3-40.

Frost, R. (2012): Towards a universal model of reading. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(5), 263-279.

Froyen, D., Bonte, M., van Atteveldt, N., Blomert, L. (2008): Cross-modal enhancement of the MMN to speech-sounds indicates early and automatic integration of letters and speech-sounds. *Neuroscience Letters*, 430, 23-28.

Froyen, D., Bonte, M., van Atteveldt, N., Blomert, L. (2009): The long road to automation - Neurocognitive development of letter-speech sound processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 567-580.

- Froyen, D. J. W., Willems, K., Blomert, L. (2010): Evidence for a specific cross-modal association deficit in dyslexia: An electrophysiological study of letter-speech sound processing. *Developmental Science*, 14(4), 635-648.
- Goswami, U., Bryant, P. (1990): *Phonological skills and learning to read*. Hove, Sussex, Erlbaum.
- Lieberman, I. Y. (1973): Segmentation of the spoken word and reading acquisition. *Annals of Dyslexia*, 23(1), 64-77.
- Lieberman, I. Y., Shankweiler, D. F., Fischer, F. W., Carter, B. (1974): Explicit syllable and phoneme segmentation in the young child. *Journal of Experimental Child Psychology*, 18, 2, 201-212.
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A. (2003): A definition of Dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53, 1-14.
- Lyytinen, H., Ahonen, T., Eklund, K., Guttorm, T. K., Laakso, M.-L., Leinonen, S., Leppänen, P. H. T., Lyytinen, P., Poikkeus, A.-M., Puolakanaho, A., Richardson, U., Viholainen, H. (2001): Developmental pathways of children with and without familial risk for dyslexia during the first years of life. *Developmental Neuropsychology*, 20, 535-554.
- Lyytinen, H., Ahonen, T., Eklund, K., Guttorm, T. K., Kulju, P., Laakso, M.-L., Leiwo, M., Leppänen, P. H. T., Lyytinen, P., Poikkeus, A.-M., Richardson, U., Torppa, M., Viholainen, H. (2004): Early development of children at familial risk for dyslexia: Follow-up from birth to school age. *Dyslexia*, 10, 146-178.
- Lyytinen, P., Lyytinen, H. (2004): Growth and predictive relations of vocabulary and inflectional morphology in children with and without familial risk of dyslexia. *Applied Psycholinguistics*, 25, 397-411.

## Olvasás és a fejlődő agy

- Manis, F. R., Seidenberg, M. S., Doi, L. (1999): See Dick RAN: Rapid naming and the longitudinal prediction of reading subskills in first and second graders. *Scientific Studies of Reading*, 3, 129-157.
- Morais, J., Bertelson, P., Cary, L., Alegria, J. (1986): Literacy training and speech segmentation. *Cognition*, 24, 45-64.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., Frith, U. (2003): Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126, 841-865.
- Savage, R., Pillay, V., Melidona, S. (2008): Rapid serial naming is a unique predictor of spelling in children. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 235-250.
- Schroeder, C. E., Foxe, J. J. (2004): Multisensory convergence in early cortical processing. In: Calvert, G. A., Spence, C., Stein, B. E. (eds.), *The handbook of multisensory processes*. 295-310.
- Snowling, M. J. (2000): Language and literacy skills: who is at risk and why? In: Bishop, D. V. M., Leonard, L. B. (eds.), *Speech and language impairments in children: Causes, characteristics, intervention and outcome*. Hove, UK: Psychology Press, 245-260.
- Tóth Dénes (2012): Mit, miért, hogyan? Mérés és értelmezés a kognitív olvasásfejlődési vizsgálatokban. Doktori értekezés, ELTE PPK.
- Vellutino F. R. (1979): *Dyslexia: Theory and Research*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., Scanlon, D. M. (2004): Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(1), 2-40.

- Vaessen, A., Gerretsen, P., Blomert, L. (2009): Naming problems do not reflect a second independent core deficit in dyslexia: Double deficits explored. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 202-221.
- van Atteveldt N. M., Formisano, E., Goebel, R., Blomert, L. (2004): Integration of letters and speech sounds in the human brain. *Neuron*, 43, 271-282.
- Wimmer, H., Landerl, K., Linortner, R., Hummer, P. (1991): The relationship of phonemic awareness to reading acquisition: more consequence than precondition but still important. *Cognition*, 40, 219-249.
- Wolf, M., Bowers, P., Biddle, K. (2000): Naming speed processes, timing, and reading: A conceptual review. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 322-324.
- Ziegler, J. C., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Fásca, L., Saine, N., Lyytinen, H., Vaessen, A., Blomert, L. (2010): Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading: A cross-language investigation. *Psychological Science*, 21, 551-559.
- Ziegler, J. C., Goswami, U. (2005): Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, 131, 3-29.

Valéria Csépe

## READING, READING DISORDER AND THE DEVELOPING BRAIN

In memoriam Leo Blomert

This paper discusses a selected sample of recent research data on the development and the serious developmental disorder of reading, called dyslexia. The review highlights the research

results of cognitive neuroscience and psychology the model of Leo Blomert who died at the end of 2012 are built on. The main results of previous studies searching for the cognitive factors of reading discussed in the paper help us to understand why the audio-visual integration taking place in concerted brain areas during reading acquisition is a milestone of reading development. Moreover, the empirical data the new model relies on suggest that the failed or partial integration is a significant though less known problem contributing to developmental dyslexia. The empirical results of the Budapest and Maastricht groups' joint work as well as their role in the pedagogical and in the complex, neuropsychology-based diagnostics of reading performance is also reported. The 'unconventional necrology' is not a curriculum vitae of Leo Blomert, it gives a review on his results influential in reading research and explains his new theoretical model.

*Keywords:* reading acquisition, reading development, developmental dyslexia, brain, cognitive factors, audio-visual integration, diagnostics