

AZ OLVASÁSTANÍTÁS HIERARCHIKUS ORTOGRÁFIÁS MÓDSZERE –BIZONYÍTÉKOK ÉS LEHETŐSÉGEK

Zsuga Judit*

Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Pszichiátriai Tanszék



Absztrakt

Az olvasás az egyén tanult képessége, ami lehetővé teszi írott szöveg megértését és értelmezését. Az OECD országokban a szövegértés terén mért PISA (Programme for International Student Assessment) pontszámok fokozatos romlása alapján felvethető, hogy az olvasás tanításában szükség lehet új megközelítések kidolgozására, elsősorban a jelenlegi módszerekkel rosszul boldogulók számára. Az olvasástanítás hagyományosan a hang-betű megfeleltetés (silabizálás) elsajátításával kezdődik a betűkön alapuló írásrendszert használó országokban. Magyarországon a továbblépést rendszerint az egyes szótagokat alkotó betűk hangos összeolvastatása jelenti. Az agyműködés sajátosságaira fókuszáló kutatások felvetik, hogy az ortográfias-morfológiai szegmentálásra alapozott módszerek igen eredményesek lehetnek. A továbbiakban bemutatásra kerül egy, a betű–bigram-morféma tagoláson alapuló, jelenleg pilot szakaszban járó, ún. hierarchikus ortográfias olvasástanítási módszer, ami a jelenleg ismert neurobiológiai alapokra építve az agyi ventrális vizuális feldolgozólánc sajátosságait igyekszik figyelembe venni. A módszer lényege, hogy az olvasástanulás során a teljes szavak összeolvasás során, a betű – bigram (két, az adott nyelvben gyakran egymás mellé kerülő betű) – morféma (a legkisebb, már önálló jelentéssel bíró nyelvi egység) hierarchia szerint halad a tanulás. A gyerekek kezdettől fogva összefüggő magyar szöveget olvasnak hangos olvasással, mely biztosítja, hogy a gyerekek kontextuálisan gazdag környezetben találkozzanak az írott nyelvi elemekkel. Az hierarchikus ortográfias olvasástanítási módszer jelentőségét a jövőbeli kontrollált vizsgálatok eredményei dönthetik el.

Kulcsszavak: ortográfia, vizuális szóforma terület, bigram, morféma, ortográfias olvasástanítási módszer

THE HIERARCHICAL ORTHOGRAPHIC METHOD OF TEACHING READING - EVIDENCE AND POSSIBILITIES

Abstract

Reading is an acquired skill underscoring the ability to comprehend and interpret written texts. Based on the deteriorating results of the PISA (Programme for International Student Assessment) conducted in the OECD countries, new approaches for teaching reading in the classroom may be warranted, especially in special populations. Traditionally reading is based on the paired association of sounds and letters in languages of shallow orthography (like Hungarian). Recent research focusing on orthographic processing of written text suggest the possible feasibility of literacy programs focusing on orthographic segmentation. A novel literacy program currently in the pilot development phase will be described. This orthographic literacy method is grounded in the neurobiology of the ventral visual stream. Accordingly, reading skill development is recommended to be done in sequential steps starting from the paired association of letters, bigrams and morphemes with their sound, respectively. Reading out loud children are introduced to contextually rich text allowing the brain to infer statistical regularities of the written language. Nonetheless the significance of the orthographic literacy program rests on the results of future controlled trials.

Keywords: orthography, visual word form area, bigram, morpheme, orthographic literacy method

* **A levelező szerző elérhetősége:** Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Pszichiátriai Tanszék, 4032 Debrecen, Nagyerdei krt. 98. zsuga.judit@med.unideb.hu

Bevezetés

Az olvasás az egyén azon tanult képessége, ami lehetővé teszi az írott szöveg megértését, értelmezését és feldolgozását. Az olvasás jelentősége túlmutat az információszerzésen, mivel a jelen tudásalapú társadalomban ez az egyén céljai elérésének, képességei kiteljesítésének, valamint a társadalmi-gazdasági életben való teljes értékű részvételének záloga. Mindazonáltal az OECD által 2000. óta háromévente lebonyolított nemzetközi felmérés, a Nemzetközi Tanulói Teljesítménymérés Program (PISA - Programme for International Student Assessment) 2000-2022, 2010-2022 és 2018-2022 közötti időszakokban vizsgált pontszámai romló tendenciát mutatnak az OECD országokban a szövegértés terén. Az eredmények alapján felvethető, hogy az olvasás tanításában szükség lehet új megközelítések kidolgozására, elsősorban a jelenlegi módszerekkel rosszul boldogulók számára.

Az olvasás elsajátításának két fő stádiuma van: az elsőben a dekódolás betűről-betűre halad, lassan, nagy erőfeszítés árán. A betűk ortográfiai sajátosságait perceptuális tanulással vonja ki az agy olvasási rendszerének bemeneti része. Az azonosított betű-hang párok elsajátítása kezdetben felügyelt tanulással (tanári, szülői felügyelet mellett), páros asszociációs tanulási mechanizmus révén történik.¹ Erre alapozva a betűk önálló kiejtése auditoros visszacsatolás révén lehetővé teszi, hogy a tanulók önállóan mélyítsék el a betű-hang kapcsolatokat.² A szeriális (egymást követő, „soros”) feldolgozást követően alakul ki az ún. párhuzamos feldolgozás, melynek során egyszerre négy-öt betű feldolgozása zajlik egyidejűleg^{3,4}. Az olvasás során a párhuzamos feldolgozás vélhetőleg 40-60 szó/perc olvasási sebesség mellett jelenik meg.⁵ A szöveg értő olvasása felé a párhuzamos feldolgozás nyitja meg az utat azzal, hogy a munkamemória kapacitása felszabadul a kognitív erőfeszítéssel végzett betűzés terhe alól.⁶ Ismert, hogy az olvasástanulás kezdeti időszakában a

betű-hang megfeleltetésre irányuló explicit instrukciók jelentősen segítik az olvasás elsajátítását. Felvetették, hogy a szavak közti ortográfiai, morfológiai, fonológiai és etimológiai kapcsolatok tudatosítása már a kezdetektől fontos körülmény az olvasás tanítása során.⁷ A jelen közleményben ortográfia alatt a szöveg vizuális felismerését meghatározó, írott formai sajátosságok értendők.⁸ Összegezve elmondható, hogy az olvasás elsajátítása összetett folyamat, melyben a tanulás eredményeként a szeriális feldolgozás párhuzamossá válása meghatározó jelentőségű.

A vizuális szóforma terület

Az olvasás az emberiség történetében néhány ezer évre datálható. Ennyi idő az agy evolúciós adaptációjához kevés, így feltételezhető, hogy az egyedfejlődés során az érintett területeken zajló neuronális újrahasznosítás (neuronal recycling) jelensége áll az olvasási képesség kialakulásának hátterében. Az úgynevezett *vizuális szóforma terület* (vwfa – visual word form area) az olvasástanulás megkezdése után rövid idő alatt kialakul az agykéregben. A vwfa felel a betűsorok absztrakt vizuális reprezentációjáért, ami független a betűk pozíciójától, típusától, méretétől, kis- vagy nagybetűs jellegétől.⁹ A vwfa a bal agyféltekén a sulcus occipito-temporalis területére lokalizálódik, a fusiform területtől laterálisan (Broadman area 37).^{4,10} A vwfa a tárgyak, arcok, testek, eszközök és helyek felismerésére specializálódott területekhez képest állandó helyzetű.¹¹ A vwfa több egyedi sajátossággal is bír, amelyek alkalmassá teszik az olvasás kivitelezésére. Kiemelendő nagyfokú plaszticitása, a nagy felbontású, fovea centralis eredetű reprezentációk iránti érzékenysége, a térbeli feldolgozás iránti preferenciája, a betűkre is jellegzetes egymást keresztező vonalak iránti érzékenysége, az alakzatok állandó sajátosságainak detektálására való képessége, továbbá a beszélt nyelv kérgi reprezentációs területeivel, ill. a figyelem hálózataival való nagyfokú konnektivitása. A vwfa funkciója

azonban valószínűleg nem korlátozódik csak a vizuális szóformák feldolgozására, szerepe meghatározónak tűnik a magasabb szintű nyelvi információ és egyéb, modalitás-független absztrakt információk kombinálásában.¹²

Az olvasás elsajátítása és a vwfa kialakulása közti oki kapcsolatot léziós vizsgálatok, keresztmetszeti és longitudinális vizsgálatok eredményei támasztják alá. Egy occipito-temporálisan elhelyezkedő lézió miatt végzett idegsebészeti beavatkozást követően egy korábban jól olvasó angol anyanyelvű betegnél tiszta alexia alakult ki (súlyos olvasási nehezítettség aphasia nélkül, a betűk pontos felismerési képessége mellett, szignifikáns szóhossz hatással). A műtét után az írott szó, mint inger nem váltotta ki többé a vwfa aktivációját a mágneses rezonancia (MR) vizsgálat szerint.⁹ Hasonló jelenséget írtak le egy másik esettanulmányban is, melynek alanya egy 54 évesen a bal a. cerebri posterior területére lokalizálódó ischemias stroke-on átesett, szintén angol anyanyelvű neurobiológus volt. A lézió elhelyezkedése megfelelt a vwfa-nak. A stroke vezető tünete az olvasás kiesése volt (melyet jobb homonym hemianopia kísért). A vizsgálat alanya két éves, célzott, az olvasási készségek rehabilitációjára optimalizált kezeléssel vett részt. Ennek eredményeként a betűző olvasási készség javult, az olvasás sebessége (a gyorsabb betűzés miatt) nőtt, azonban a korábbi gyors, párhuzamos felismerésen alapuló olvasási készség nem állt helyre. A szerzők következtetése szerint a vwfa kritikus a kitüntetett jelentőségű betűkombinációk gyors felismerése szempontjából, melyek közé tartozik a bigram (betűpár, kételemű hangkapcsolat¹³ régiesen bigramma), a komplex graféma és a morféma. A kitüntetett betűkombinációk gyors azonosítása lehetővé teszi a lexikális és a fonológiai útvonalak gyors aktivációját.¹⁴ A vwfa lézióját támasztotta alá egy további, német nyelvű vizsgálat is. Itt az ötéves beválogatási időszak során az adott fekvőbeteg osztályra érkezők közül a tiszta alexia miatt kezelt betegeket vonták be. Összesen hat beteget azonosítottak, akik közül öt betegnél volt kimutatható MRI vizsgálattal a vwfa érintettsége.¹⁵

Keresztmetszeti vizsgálatok további evidenciákat nyújtottak a vwfa és az olvasási képesség

kapcsolatáról. Egy funkcionális MR (fMRI) vizsgálat során 63 portugál anyanyelvű alany agyi aktivitásának mintázatait vizsgálták beszélt ill. írott nyelvi stimulus, továbbá egyéb képi inger (arcok, házak, eszközök, sakktábla) hatására. A résztvevők közül 31 fő gyerekkorában tanult meg olvasni, 22 fő felnőttként sajátította el az olvasást, míg 11 fő analfabéta volt a vizsgálat idején. Az írott betűsorok hatására fokozott aktivitás volt megfigyelhető a vwfa területén az olvasni tudó egyéneknél, ami még kifejezettebb volt a gyerekkoruk óta olvasók körében.¹⁶ Hasonló eredmények voltak megfigyelhetők a gyerekek bevonásával készült longitudinális vizsgálatok során. Saygin és munkatársai 112 fő angol anyanyelvű ötéves gyerek bevonásával végeztek fMRI vizsgálatokat, majd három évvel később, a második osztály végén, a formális olvasástanulás után megismételték a méréseket. A megismételt méréskor 20 olyan gyerek volt, akik a vizsgálat elején még nem tudtak olvasni, azonban három évvel később már megfelelő olvasásteljesítményt nyújtottak. Közülük 11 gyerek adatai bizonyultak alkalmasnak a további feldolgozásra. Eredményeik azt mutatták, hogy a nyolcéves gyerekeknél funkcionálisan kimutathatóvá vált a vwfa, sőt ennek helye már az ötéveskori konnektivitási mintázatok alapján nagy pontossággal előre jelezhető volt.¹⁷ Egy másik utánkövetéses vizsgálat során 10 fő, hatéves, francia gyerek bevonásával végeztek ismételt fMRI vizsgálatokat először az olvasás elsajátítása előtt, majd az olvasás tanulása folyamán 6-7 alkalommal. Az eredmények azt mutatták, hogy az olvasástanulást megelőzően a praesumptív (későbbiekben kialakuló) vwfa nem mutat specifikus aktivitást sem az írott szavak, sem egyéb vizuális ingerek hatására (ideértve az arcokat, házakat, eszközöket), azonban a környező területek már elkötelezettek az arcok, házak, eszközök felismerésére. Olvasástanulás során azonban a korábban labilis területek is elköteleződnek, elsősorban az írott szavak felismerése iránt, azaz körvonalazódik a vwfa, ahol az fMRI-vel észlelt aktivitás ennek megfelelően fokozódik. Megfigyelték azt is, hogy a többi terület érzékenysége (a korábbi mintázat szerint) változatlan marad. A vizsgált 10 gyerek esetén a vwfa azonos helyen alakult ki, ami arra utal, hogy ez a terület konnektivitási mintázatát és/vagy citoarchitectúráját tekintve kimondottan alkalmas

az olvasás kiszolgálására.¹⁷ Kimutatták továbbá, hogy analfabétákban a ki nem alakult vwfa-nak megfelelő terület idővel arcok és tárgyak felismerésére specializálódik.^{17,16} A fentiek tükrében elmondható, hogy a vwfa kialakulása alapjaiban határozza meg a folyamatos olvasásra való képességet, a terület kritikus szerepet játszik a szavak gyors, automatikus felismerésében.¹⁸

A vizuális szóforma terület által végzett ortografikus kódolás

A vwfa az ún. ventrális vizuális feldolgozólánc (azaz a tárgyfelismerésért felelős, jó téri, rossz időbeni felbontással bíró pálya) része. Elektrofiziológiai vizsgálatok szerint a ventrális vizuális feldolgozólánc postero-anterior irányban konvergáló neuronális detektorok hierarchikus szerveződéséből áll, melyek receptív mezője 2-3-szorosára nő az egyes neuronális átkapcsolások során.¹⁹ Egyes elméletek szerint a szavak vizuális feldolgozása is hasonló módon történik.²⁰ A feldolgozás a betűk retinotópiás elemzésével kezdődik, a fovea területére eső képet az ellenoldali féltekék dolgozzák fel, mégpedig úgy, hogy a V1-V4 területeken a betűk egyre absztraktabb állandó sajátosságai reprezentálódnak. Az alacsonyabb szintű detektorok a V1 szintjén például csak bizonyos orientációjú vonalrészleteket kódolnak, a következő szinten ezek kombinációja már egy-egy betű egy változatát kódolja. A következő hierarchikus szint már az adott betű invariáns reprezentációja.²⁰ A jobb látótérben megjelenő szavak reprezentációja az alacsonyabb rendű retinotópiás kérgi területekből közvetlenül a bal féltekei vwfa-ra érkezik, míg a bal látótérbe eső szavak reprezentációja a látókéregből a corpus callosum spleniumán keresztül, az oldalkamrák hátsó szarva mentén éri el a bal féltekei vwfa-t.⁹ Érdekes módon a jobb látótérbe eső szavak párhuzamos feldolgozása hatékonyabb, vagyis az olvasás szempontjából az az optimális, ha a tekintés az olvasandó szótól balra irányul.²⁷

A vwfa tehát meghatározó szerepet játszik az írott szavak ortografikus kódolásában. Felmerül a kérdés, hogy ez a terület a szóformát vagy annak kisebb, szublexikális egységeit kódolja-e. További lényeges kérdés, hogy a vwfa mutat-e további

hierarchikus szerveződést. Dehaene és munkatársai e kérdések megválaszolására 2005-ben egy robusztus modellt dolgoztak ki, az olvasás helyi kombinációs detektor modelljét, ami kiállta az elmúlt csaknem két évtized próbáját.²² A modell a vizuális szóforma hierarchikus feldolgozását írja le, melynek eredményeként megtörténik a szavak invariáns ortográfias kódolása. A modell szerint a szóforma természetes szublexikális egységei a betűk, a bigramok ill. a morfémák. A vwfa összegzi az egymás közelébe eső betűk detektoraiból érkező jeleket, ezzel nagyobb alegységek felismerésére alkalmas helyi kombinációs detektorok alakulnak ki. Ezek az ún. bigram neuronok valamennyi hibátűrés mellett szelektívek a bigramokat alkotó betűpárokra, ugyanis receptív mezőjük (a ventrális vizuális feldolgozóláncra jellemző módon) kiterjedtebb, mint a bigramot alkotó betűkre érzékeny bemeneti neuronok receptív mezői. Megjegyzendő, hogy a bigram neuronok specifikusak az egyes betűkomponensek egymáshoz való helyzetére, a receptív mezők tükrözik az egyes betűk közti átmenetek valószínűségét. A bigram neuronok feletti szinten pedig megjelennek a gyakran együttesen előforduló bigramok, morfémák, ill. rövidebb szavak reprezentánsai.²⁰

A bigramoknak, mint az írott és beszélt nyelv meghatározó egységeinek a jelentőségére számos tanulmány mutat rá. A nemzetközi szakirodalom bigramnak nevezi a szavakat felépítő betűk rendezett kéttagú egységeit. Az ún. sekély ortográfiájú nyelvek esetében (ahol a graféma-fonéma megfeleltetés egyértelmű), mint pl. az olasz és a magyar, a graféma-fonéma megfeleltetés betű- és bigram-szinten zajlik.²⁰ A helyi kombinációs detektor modell értelmében a szóformát nem egyetlen neuron vagy kérgi oszlop kódolja, hanem részlegesen redundáns neuronok hálózata. Az alárendelt neuronok receptív mezőinek összegzése révén kialakuló hierarchia lehetővé teszi a helyállandóság kialakulását, valamint a mérettel, betűtípussal és a látótérben való elhelyezkedéssel szembeni toleranciát.²³ Kimutatható továbbá, hogy a szóforma felismerő rendszer helyi kombinációs detektorai tág határok között tolerálják a zajt, emellett nagymértékű rezilienciát mutatnak a torzítás iránt is.²² Azt, hogy a szublexikális nyelvi egységek hierarchikus

szerveződése megjelenik-e a vwfa funkcionális és térbeli specializálásában, szintén vizsgálták korábban. Egy fMRI vizsgálat során például 12 olvasni tudó felnőtt occipito-temporális kérgi választ elemezték a következő ötféle vizuális inger hatására: azonos hosszúságú karaktersorok álbetűkből, ritka betűkből, bigramokból, quadrigramokból és valódi szavakból. A szerzők célja a vizuális információ vwfa-ban történő, alulról jövő feldolgozásának vizsgálata a felülről érkező hatások minimalizálása mellett. Az eredmények szerint a gyakori quadrigramokból álló, a nyelv ortográfiás sajátosságait tükröző, kiolvasható álszavak által kiváltott válasz a vwfa-ban nem tért el szignifikánsan a valódi szavakra adott választól, azaz a vwfa a szóforma ortográfiájára érzékeny és nem a jelentésére. Megjelent továbbá a neurális hierarchiát tükröző, egymásra épülő stimulusok (betű, bigram, quadrigram, valódi szó) hatására fokozódó válasz is, felvetve, hogy a bigram-gyakoriság mellett egyéb szublexikális információk is szerepet kapnak a vizuális szóforma felismerés során. Megfigyelhető volt továbbá a vwfa postero-anterior irányú szerveződése, azaz hátulról előre haladva egyre nagyobb szelektivitással történt az álbetűk, betűk, bigramok és teljes szavak feldolgozása.^{12,23} Ezzel összhangban áll az ortográfiás feldolgozás kétutas modellje is. Eszerint a vwfa nem az egyes betűk felismerése szempontjából kritikus, hanem a magasabb rendű betűkombinációk (bigramok, komplex grafémák és morfémák) gyors felismerésében, ami lehetővé teszi a lexikális és fonológiai feldolgozáshoz való gyors hozzáférést.^{14,24}

A bigramok (mint a gyors párhuzamos olvasás szempontjából fontos szublexikális egységek) szerepére számos további bizonyíték is van. Vizsgálták például második és hatodik osztály közötti spanyol iskolások ortográfiai szabályok iránti érzékenységét. A spanyol a magyar nyelvhez hasonlóan sekély ortográfiájú nyelv, melyben azonban a b hang írásjele b vagy v betű is lehet attól függően, hogy milyen magánhangzó követi (ezáltal a vi bigram sokkal gyakoribb, mint a bi, a bu bigram pedig lényegesen gyakoribb, mint a vu). A vizsgálatban a b kezdőhanggal képzett bigramok helyesírását elemezték. Kimutatták, hogy a bigramok relatív gyakorisága előrejelezte, hogy a tanulók b vagy v betűvel írták-e le a vizsgált

szavakat ill. álszavakat (vagyis a résztvevő tanulók választása a bigramok relatív gyakoriságától függött). Ez a hatást már második osztályban ki lehetett mutatni (felsőbb osztályokban még kifejezettebbé vált), és megfigyelhető volt az álszavak esetén is.²⁵ Egy másik vizsgálatban a bigramokat alkotó betűk közötti szóközök növelésének az olvasásteljesítményre gyakorolt hatását vizsgálták 12 felnőtt, olvasni tudó alany bevonásával. Kimutatták, hogy az olvasásteljesítmény jelentősen romlott, amikor a betűk közti szóköz elérte a két normális szóköznyi távolságot: nőtt a hibák száma, nőtt a reakcióidő és megjelent az ún. szóhossz hatás. Érdekes, hogy a szóköz-növelés hatása kifejezettebben rontotta az olvasásteljesítményt a bal látótérben, összhangban azzal a korábbi megfigyeléssel, hogy az olvasás aszimmetrikusan a jobb látótérbe nyúlva zajlik. A szerzők eredményeiket a helyi kombinációs detektorok sajátosságaival magyarázták, mely szerint az egyes betűk helyi receptív mezője két betű térbeli konfigurációjának detektálására alkalmas bigram detektorokra konvergál. A betű- és a bigram-szint közötti áttét a receptív mező 2,5-szeres növekedésével jár együtt, ami megfeleltethető a két szóköznyi távolságnak.²⁶

Mások a bigramokban található betűk feldolgozásának az olvasás folyamatosságára gyakorolt hatását vizsgálták 68 általános iskolás tanuló bevonásával. Az eredmények szerint a bigramok vizuális keresése terén észlelhető eltérések megmagyarázzák az olvasás folyamatosságának eltéréseit. Az összefüggés az egyenesen álló bigramokra és az alapértelmezett szóközökre volt specifikus, nem volt kimutatható fejfelé álló bigramok és nagyobb szóközök esetén. A bigramok feldolgozásának változása magyarázza mind az olvasás folyamatosságában fennálló interperszonális különbségeket, mind az utánkövetés során tapasztalt egyéni változásokat.²⁷ Egy további fMRI vizsgálat eredményei azt is felvetik, hogy a gyakori bigramokat tartalmazó szavak felismerése holisztikusabb, mint a ritka bigramokból álló szavaké.²⁸

A nyelv ortográfiás redundanciájának, vagyis ortográfiás regularitásának nyelvspecifikus

statisztikai sajátosságait vizsgálva kimutatták, hogy az ortográfias redundancia szerepet játszik a szavak belső szerkezetének felismerésében. Az ortográfias szabályszerűségek ugyanis nem kizárólag a betűk együttes előfordulását tükrözik, hanem a szavak morfológiai szerkezetét is feltárják.²⁹ Az, hogy ez a regularitás milyen felbontású (grain size) szublexikális elemek szintjén történik, az az egyes nyelvek ortográfiai és fonológiai/morfológiai megfeleltetési sajátosságaitól függ. A bigramok például kiemelt jelentőségűek az olyan nyelvekben, ahol a nyelvi alegységek (pl. az előtagok és a toldalékok) gyakran állnak két betűből vagy gyakoriak a kétbetűs szótagok.³⁰ Megjegyzendő, hogy a bigramok gyakorisági eloszlása a magyar nyelvben is mutat specifikus jellegzetességeket.¹³

Kétnyelvűek vizsgálata során kimutatták, hogy az egyes nyelvekre jellegzetes bigram mintázat (a bigramok gyakorisága ill. az adott nyelvben megengedett bigramok) megfelelő az egyes nyelvek elkülönítésére. Ez a megfigyelés az ortográfiailag transzparens nyelvekre is kiterjedt, ugyanis a bigram-szintű nyelvi jelek kizárólag abban az esetben járultak hozzá a szavak felismeréséhez, amennyiben a nyelv teljes lexikonjának ortográfias sajátosságai megfelelő mértékben ismertek voltak.³¹ Egy másik vizsgálatban a szintén sekély ortográfiájú olasz nyelv esetében igazolták a bigram-szintű szublexikális információ alapuló lexikális döntéshozatalt. A szerzők arra keresték a választ, hogy olvasás közben detektálja-e az olvasó a szövegben rejlő szublexikális statisztikai regularitásokat. Eredményeik azt mutatták, hogy a szófelismerő rendszer kódolja a bigramok előfordulási gyakoriságát, ami a szavak felismerése során hasznosul is.³² További vizsgálatok szerint az ortográfias szabályszerűségek iránti egyéni érzékenység variabilitása összefüggésben áll az olvasásteljesítménnyel. A gyengén olvasóknál megfigyelhető volt például, hogy kevésbé voltak tisztában az írott nyelv ortográfias szabályszerűségeivel.²⁹

Az ortográfias feldolgozás előzetes nyelvi ismeretek hiányában is alapvető az olvasástanulás szempontjából. A közelmúltban főemlősökkel és az olvasástanulást modellező (számítógépes)

neurális hálókkal készültek erre irányuló vizsgálatok. Grainer és munkatársai társas szálláson élő guineai páviánok (*Papio papio*) tanulási képességét vizsgálták, melyeknek szabad hozzáférése volt érintőképernyős számítógépekhez. A pávián vizuális feldolgozórendszere hasonló az emberéhez, azonban kommunikációja a komplex emberi nyelvtől elmarad, emellett feltételezhető, hogy a vizsgálatban alkalmazott írott angol szavak fonológiai reprezentációja sem hozzáférhető számukra. A vizsgálat során hat majom sajátította el a négybetűs angol szavak és álszavak közti különbségtétel képességét. A stimulusként alkalmazott 500 szót az angol nyelvben leggyakoribb bigramok alapján választották ki, míg az álszavakat ritkán előforduló bigramok kombinációjaként hozták létre. A szavak és álszavak maximális ill. minimális bigram gyakorisága lehetővé tette, hogy a két kategória elkülöníthető legyen a szavakat alkotó betűk statisztikai sajátosságai alapján. Másfél hónap alatt a páviánok 75%-os pontossággal tanulták meg elkülöníteni a szavakat az álszavaktól. A részletes eredmények azt mutatták, hogy a szavakat a betűkombinációk előfordulási gyakorisága alapján különítették el, azaz statisztikai tanulás segítségével ismerték fel a szóképeket. Szignifikáns volt továbbá a korreláció az átlagos bigram-gyakoriság és a szó-pontosság között, valamint az első alkalommal látott szavak szignifikánsan ritkábban eredményeztek „álszó” választ, mint az álszavak. Az eredmények felvetik, hogy a páviánok képesek voltak a szavakra és álszavakra jellegzetes statisztikai sajátosságokat megtanulni és ennek alkalmazásával kategorizálták az első alkalommal látott szavakat és álszavakat. További érdekesség, hogy az álszavak szóként való azonosítása lineáris összefüggést mutatott az álszavak és a már megtanult szavak közti ortográfias hasonlóság mutatójával, azaz minél jobban hasonlított egy álszó ortográfiája egy már ismert valódi szóéhoz, annál több álpozitív válasz született. Mivel hasonló lineáris kapcsolat mutatható ki humán vizsgálatokban is, felmerül, hogy a páviánok tanulással elsajátított ortográfias ismeretei az emberi olvasás során felismert ortográfiai szabályokhoz hasonlóak. A szerzők két fontos következtetést vontak le. Az egyik, hogy a

statisztikai tanulás a tanulás egy univerzális, fajokon átívelő formája. A másik, hogy az ortográfiás feldolgozás lehetőségei az evolúciósan meghatározott vizuális tárgyfeldolgozás korlátai között vannak.³³ Később ugyanezen páviánok esetében az ortográfiás feldolgozás egyik jellegzetességét, a betűk transzpozíciójára való érzékenységet vizsgálva további bizonyítékokat találtak a szóképek ortográfiás feldolgozására. Minden pávián korábban elsajátított szavakon alapuló egyedi tesztanyagot kapott, melyben a transzponált álszavakat a két középső betű felcserélésével alkották meg (vizuálisan hasonló és különböző álszavak szolgáltak kontroll ingerként). Az eredmények egyértelműen az ortográfiás feldolgozásra jellemzőek voltak, a betűk transzponálásának hatására az álszavak szóként való felismerése megjelent, ez a hatás azonban a vizuális hasonlóság kapcsán nem volt kimutatható.³⁴

A fenti hat pávián ortográfiás tanulási folyamatát hat számítógépes konvolúciós hálózat mélytanulásával is modellezték a szerzők. A konvolúciós neuronális hálók alkalmazása a jelen helyzetben azért kézenfekvő, mert ezek hierarchikus szerveződését a főemlősök vizuális feldolgozórendszeréről modellezték. A hat hálózatot az ingernek és a megerősítő válaszoknak azzal a szekvenciájával tanították, amit az egyes páviánok esetén alkalmaztak a vizsgálatok során (melynek eredményeként a betűsorok szó/álszó megfeleltetése történt). A modellezés eredményeként az egyes hálózatok a páviánokhoz hasonlóan érzékenyebbé váltak a betűkombinációkra, kimutatható volt a betűtranszpozíció hatása is. A hálózatok a bigramok iránt mutatták a legnagyobb érzékenységet. A fenti három vizsgálatot összegezve a szerzők felvetik, hogy a páviánok több tízezer próbálkozás során helyspecifikus betűkombinációs detektorokat alakítottak ki. A bigram-szelektív egységek kialakulását megmagyarázza, hogy a tanulás során alkalmazott szavak és álszavak kifejezetten az egyes pozíciókban található bigramok gyakoriságában megmutatókozó különbség maximalizálásával lettek létrehozva.³⁵

Egy másik munkacsoport betanítatlan rézuszmakákó majmokon (Macaca mulatta)

vizsgálta a V4 terület és az inferior temporális kéreg aktivitását betűk, angol szavak és álszavak passzív nézése közben. A szavak és álszavak (mindkét csoportban 308 négykarakteres betűsor) a fentebb ismertetett vizsgálatból származtak. A vizsgálatok során az inferior temporális kéreg területéről elvezetett jel a szóképek ortográfiás sajátosságaira érzékeny feladatok elvégzése során csak durva ortográfiás sajátosságokat tükrözött. A szerzők felvetették, hogy tanulással, a tapasztalat által indukált plaszticitás eredményeként az inferior temporális kéreg finomhangolódhat és ezáltal érzékenyebbé válhat az írott szavak statisztikai sajátosságaira, azaz kialakulhatnak az egyes betűket ill. bigramokat felismerő neuronok. Megállapították továbbá, hogy betanítatlan főemlősök inferior temporális kérgé alkalmas prekuzora lehet az ortográfiás feldolgozásnak. Ez felveti, hogy az ember az olvasástanulás során ezen ősi hálózatokat állítja a vizuális szóforma felismerésének szolgálatába.³⁶

A fentiekén túl sikerült kimutatni a bigramok szerepét az olvasásban a ventrális vizuális feldolgozólánc mély konvolúciós neurális hálózatából kiindulva is. Az alkalmazott in silico modell a vizsgálat indulásakor nem volt olvasásra optimalizálva, ugyanakkor jó teljesítményt nyújtott arc- és tárgyfelismerési feladatokban. Tanulás során a hálózat fokozatosan elsajátította az írott szavak felismerési képességét betűmérettől, -típustól és a kis- ill. nagybetűs jellegtől függetlenül. A modell szerint az olvasásra használt agy az írott szavakat összetett neuronális kód segítségével azonosítja, melyben a neuronok betűket, azok helyzetét a szóban, ill. bigramokat kódolnak. A modell értelmében tehát az olvasástanulás során az ortográfiás szabályszerűségek elsajátítása is megtörténik.³⁷

A bigramok felett a vwfa által feldolgozott következő szublexikális egység a morféma. Mivel a morféma a legkisebb, még jelentéssel bíró nyelvi egység, a morféma szintjén elsajátított párhuzamos feldolgozás megnyitja az utat a szemantikai reprezentációk azonosítása és az írott szöveg értelmezése felé. A hang- ill. betűsorokhoz társuló jelentés a morfémák szintjén önkényes, a hasonló alakú szavak teljesen eltérő jelentéssel bírhatnak, pl. dal és dél, vagy dáma és láma. A

„hangsor/betűsor-jelentés” társítás a „fonéma-graféma” társításhoz hasonlóan páros asszociációs tanulás útján történik.³⁸ Az írott szöveg jelentésének feldolgozása szempontjából a leggazdaságosabb az, ha a morfémák is kódolhatók az ortográfia szintjén, ezzel egyfajta regularitást eredményezve a szókép és jelentése között.³⁹ Erre vonatkozóan a helyi kombinációs detektorok modellje is tartalmaz predikciókat, eszerint a vwfa működésében a morfémák ortográfias reprezentációs szintje is megjelenik a vwfa-ban, mégpedig a bigramok feldolgozásának szerveződési szintje fölött.²⁰

Az elméleti felvetéssel összhangban korábbi vizsgálatok rámutattak arra, hogy a gyakorlott olvasó elemezi az írott szavak morfológiai szerkezetét⁷ és ez a fajta feldolgozás a ventrális olvasási feldolgozási láncban zajlik. Általános iskolás, 8-10 éves olasz gyerekek hangos olvasási készségét vizsgálva például azt találták, hogy a morfológiailag strukturált álszavakat (azaz a jelentéssel nem rendelkező, de a nyelvre jellemző toldalékolással képzett betűsorokat) gyorsabban és pontosabban olvasták el, mint a jellemző morfológiai szerkezetet nélkülöző álszavakat.⁴⁰ Egy másik, hasonló hangos olvasási vizsgálatban szintén kimutatták, hogy a 8-10 éves olasz gyerekek nagyobb valószínűséggel kategorizáltak egy álszót valódi szóként, ha az álszónak volt morfológiai szerkezete, mint ha nem. Az előbbi szavak kiolvasása gyorsabban és pontosabban történt, mint az utóbbiaké. Ezek a hatások kimutathatók voltak folyékonyan olvasó felnőtteknél is.⁴⁰ A morféma szintű ortográfias lexikon kialakulására további bizonyítékok is utalnak. Számos vizsgálatban kimutatták, hogy a folyékonyan olvasó felnőttek érzékenyek az írott szavak morfológiai struktúrájára, amikor felismerik ill. értelmezik azokat.⁴¹ Egy morfológiailag komplex szó (pl. sötétség) felismerésének sebessége függ a szótő (sötét) gyakoriságától, valamint a szótő morfológiai családjának nagyságától.⁴² A szótő felismerése rövidebb idő alatt bekövetkezik, ha trenírozó ingerként (priming) morfológiailag rokon szavakat alkalmaznak. Összefoglalva elmondható, hogy a szavak morfológiai szerkezete önálló ortográfias szintű reprezentációval rendelkezik, és ez a teljes

szavak reprezentációjának aktiválódása előtt aktiválódik.⁴³

Lavic és munkatársai (2012) eseményhez kötött potenciál vizsgálattal keresték a választ arra, hogy a morfológiailag összetett szavak gyors, morféma szintű dekódolása szekvenciális vagy párhuzamos-e, azaz először ortográfias feldolgozás történik majd aktiválódnak morfémák szemantikus reprezentációi, vagy a két folyamat szimultán, egymással szoros kapcsolatban zajlik. A vizsgálatnak 28 jobbkezes, angol nyelvű résztvevője volt. Három, egyenként 63 szóból álló sorozat által kiváltott potenciálokat hasonlítottak össze. Az első, morfológiai sorozat szavainak felépítése szótő+képző volt (pl. teach-er). A második, pszeudomorfológiás sorozat szavai morfológiailag egyszerűek voltak, azonban felbonthatóak voltak egy (nem releváns) szótőre és egy a morfológiai sorozatban előforduló (itt szintén nem releváns) képzőre (pl. corn-er). A harmadik, nem-morfológiai sorozat morfológiailag egyszerű szavakat tartalmazott, melyekben megtalálható volt egy (nem releváns) beágyazott szó, de nem volt képző (pl. freeze). A három sorozat kontrollja 189 kiejthető álszó volt, melyek a valódi szavakkal azonos ortográfiai ill. fonológiai hosszúságúak voltak. A szavak kétharmadában szerepelt egy, az angol nyelvben általános toldalék. Az eseményhez kötött potenciál vizsgálatok azt mutatták, hogy a morfológiai feldolgozás szekvenciális, tehát a szemantikai feldolgozást megelőzi az ortográfias dekompozíció. A vizsgálatban a morfológiai és pszeudomorfológiai szavakra adott válasz a szó bemutatását követően 190-220 ms-mal később volt detektálható, a potenciálok (ERP) amplitúdója pedig hasonló volt. Ezzel szemben a nem-morfológiai sorozat szavai esetén az ERP amplitúdó szignifikánsan eltért, felvetve, hogy ez a válasz a morfológiai feldolgozás korrelátuma, ami kizárólag az ortográfia függvénye. A morfológiai és pszeudomorfológiai szavak által kiváltott válasz amplitúdója 60-70 ms-mal később kezdett elválni egymástól a szemantikai feldolgozás során. Az eredmények egyértelműen arra mutattak, hogy a szemantikai tartalom viszonylag gyorsan a morfémák ortográfias feldolgozását követően történik.⁴⁴

Egy másik vizsgálatban, ahol a természetes (azaz nem fixálás melletti) olvasás alatt tanulmányozták a fixációhoz kapcsolt EEG aktivitást, szintén az információ feldolgozásának szekvenciális jellegét mutatták ki. A fixálást követő EEG válasz változását írott szavak térközének módosítása mellett vizsgálták. Megfigyelték, hogy a stimulust követő fixáció után 120-175 ms ill. 230-265 ms elteltével csökkent az EEG aktivitás a térköz normál térköztől való eltérése esetén (mind a sűrűbb, mind a ritkább betűszedés ilyen hatást váltott ki). A szerzők szerint a térköz módosítása akadályozza a betűk helyzetspecifikus, invariáns sajátosságainak, valamint az ezekre épülő betűkombinációknak (pl. bigramoknak) a felismerését a párhuzamos feldolgozás akadályozásával. Az eredmények azonosítottak egy késői választ is a 345-380 ms közti tartományban. A szerzők értelmezése szerint ez a késői válasz az olvasási készség függvénye, ami a magasabb szintű ortográfias feldolgozást tükrözi.⁴⁵ Összegezve elmondható, hogy morfológiai szintű ortografikus reprezentációk kialakulása hosszú folyamat, ami az olvasástanulással kezdődik és akár még a középfokú oktatás idején is tarthat.⁴²

Transzlációs lehetőségek az olvasástanítás terén

A fentiek alapján felvetették, hogy az olvasás tanítása során az ortográfias-morfológiai szegmentálás szempontjait figyelembe vevő módszerek eredményesek lehetnek az iskolában⁴⁶, emellett azonban hangsúlyozni kell, hogy ez nem történhet a betű-hang megfeleltetés tanítása nélkül.⁴² A továbbiakban bemutatásra kerül egy a betű-bigram-morféma tagolódásra koncentráló, új, még kidolgozás alatt álló módszer, az ún. hierarchikus ortográfias olvasástanítási módszer. Ez az eljárás az olvasástanítást neurobiológiai alapokra helyezve, a ventrális vizuális feldolgozólánc sajátosságait figyelembe véve épül fel. A módszer lényege, hogy az olvasástanulás során a betű-bigram-morféma hierarchia szerint halad a tanulás. A tanulás kezdetétől összefüggő magyar szöveget olvasnak a gyerekek hangos olvasással. Az olvasás elsajátítása során a gyerekek a páros asszociációs tanulás során az adott hierarchikus szint szublexikális egységeinek (betű, bigram, morféma) hangoztatására (kiejtésére)

kapnak instrukciót. A gyakorlás során eleinte fontos a tanító által adott korrekció (felügyelt tanulás). A tanulás későbbi szakaszában (az alábbiakban bemutatandó morfológiai szakasz), amikor az egyes nyelvi elemek értelmezése is lényegessé válik, megjelenhet az önálló hangos olvasás és az önkorrekció lehetősége is (ez utóbbi folyamatot támogathatja a szöveghez szervesen kapcsolódó képi illusztráció is). Az összefüggő szövegek alkalmazásának célja kettős. Egyfelől ismert, hogy az olvasástanulás egyik fontos momentuma a nyelv statisztikai regularitásainak implicit elsajátítása, ezért fontos, hogy a gyerekek kontextuálisan gazdag környezetben találkozzanak az írott nyelvi elemekkel.⁴⁷ A második szempont szubjektívebb. A tanulást otthon segítő szülők, testvérek számára érdekesebb, ha egyből összefüggő szöveggel dolgoznak, így motiváltabb, kitartóbb társként szegődhetnek a gyerekek mellé.

További szempont az írott szöveg tipográfiai sajátosságainak megfelelő kialakítása, hiszen az olvasás tanítása során a vizuális bemenet kap elsődleges szerepet, míg a fonológiai bemenet fontos, de másodlagos (a fonológiai feldolgozás jelentőségével kapcsolatban ld.: Csépe, 2014).⁸ Ipari standardok szerint a gyerekeknek készülő szövegek javasolt betűmérete 14-18 pont, a Brit Dyslexia Társaság 12-14 pontos (vagy ennél nagyobb) betűméretet javasol⁴⁸, ezért az hierarchikus ortográfias olvasástanítási módszer pilot vizsgálatai során kiindulásként 16 pontos betűméret került alkalmazásra. Az alkalmazott betűtípus a Comic Sans MS vagy a Calibri, tekintettel arra, hogy ezekben a betűk sans-serif sajátosságuk folytán jól elkülönülnek. A Comic Sans-ról kimutatták, hogy elősegíti az értő olvasást.⁴⁹ A betűközöt az olvasástanulás különböző fázisaiban aszerint állítjuk be, hogy az olvasásgyakorlás fókuszban levő szublexikális egysége éppen mi (betű, betűpár vagy morféma). Az ortográfias kép torlódásának elkerülése érdekében a szavak között dupla szóközt alkalmazunk, az írásjeleket pedig egyszeres szóközzel választjuk el a megelőző szótól. Hasonló megfontolásból a szublexikális határok mentén nem alkalmazunk kötőjelet, a tagolást a betűköz növelése biztosítja. A szöveg nem tartalmaz dőlt, aláhúzott ill. félkövér betűket. A Brit Dyslexia

Társaság ajánlásaival összhangban a szöveg balra igazított, ezáltal a szóközők állandó méretűek maradnak. A szöveg fehér alapon fekete betűvel van szedve, a vizuális zavaró hatások elkerülése

a mássalhangzók kiejtése során törekedni kell a segédhang nélküli ejtésre. A szöveg hangos olvasása során a cél az egyes betűk felismerése és kiejtése, az összeolvasás még nem feladat.

A kisfiú ült a patak parton .
 Kisiklottam – mondta , csak úgy maga
 elé .
 Meghallotta ezt a lepke , aki épp egy
 fűszál hegyén ült .
 Felszállt a kisfiú térdére . Majd így
 szólt :
 – Hogy érted ezt ?

1. ábra. Szöveg az első szakaszhoz

érdekében a szöveg háttérben nincs sem minta, sem kép. A szöveg képpel való illusztrálása csak a program harmadik szakaszában jelenik meg, amikor már a jelentés is hangsúlyt kap az olvasás során, ahogy ezt mások is ajánlják.⁴⁸ A tanulás során a gyermeket segítő személy a gyerek jobb oldalán ül, ezzel támogatva, hogy a szöveg az olvasó jobb látóterébe essen.

Az hierarchikus ortográfias olvasástanítási módszer szerinti első szakasz a graféma–fonéma megfeleltetésének szakasza. Ennek célja az egyes betűk ortográfias jellemzőinek elsajátítása, valamint páros asszociációs tanulással a betű–hangalak társítás rögzítése. Ez felügyelet mellett zajlik. Az alkalmazott szöveg tehát balra zárt, 16-os betűméretű, a betűk közti betűköz a betűk jó elkülönítése végett 6 pont, a szavak között a szóköz 12 pont. A sorok közti távolság is nagyobb a szokásosnál (1,5-es sorköz, 8 pontos térköz a bekezdések között). Kétjegyű betű (digráf) esetén a két tag között normál (egyszeres) betűközt alkalmazunk (1. ábra). Az olvasási instrukció szerint

A második szakasz azután következik, hogy a tanulónál stabillá vált a betű–hang kapcsolat. Ebben a szakaszban a bigramok szerint tagolt szöveg felügyelt, hangos olvasása történik. A bigramok képzése kétféleképpen történik. Kezdetben a bigramok kizárólag mássalhangzó–magánhangzó (CV) tagolásban jelennek meg. Amennyiben egy betű ezen szabály szerint nem alkot bigramot, akkor elkülönült betűként (soliter) szerepel a szóban. A bigramok CV tagolása mellett a magánhangzók ejtéskönnyítő funkciója szól. A bigramokon belüli betűköz normál (egyszeres) beállítást kap, a bigramok ill. soliter betűk közti betűköz 6 pont, a szavak közti szóköz 12 pont (2. ábra). Amikor a CV bigramok kiolvasása folyamatos, azaz feltételezhető a betűpárok párhuzamos feldolgozása, akkor a CV típusú bigramok mellett megjelennek VC típusú bigramok is (3. ábra). A bigramok szerinti tagoláskor a magyar nyelv szótagolási szabályait is hasznos figyelembe venni, így például az akarok szó tagolása V+CV+CV+C („a ka ro k”) és nem VC+VC+VC („ak ar ok”). A bigramok kialakítása

akkor is a magyar szótagolási szabályokat figyelembe véve történik, ha egy szón belül két mássalhangzó vagy két magánhangzó van egymás mellett, pl. „ki s fi ú”: CV+C+CV+V. A szótaghatárok figyelembe vételét az indokolja, hogy az iskolába kerüléskor a fonológiai fejlettség általában eléri a szavak szótagokra bontásának

között (a bigramok a szótagokon belüli szublexikális egységként jelennek meg).

A második szakaszban tehát a feladat a betűpárok felismerése, összeolvasása, a bigramok ortográfias reprezentációjának elmélyítése (bigram

A ké t szá r ny ne m mo z du l t . Me g á l l t .
 Ki fe szü l t , mi n t e gy e r ny ő .
 És mé gi s re pü l te k . Lá gya n si k lo t ta k .
 – É r ze d e z t ? – ké r de z te a le p ke .
 – I ge n . – fe le l t a ki s fi ú .
 – A sze l l ő . Az vi sz .
 – A sze l l ő ?

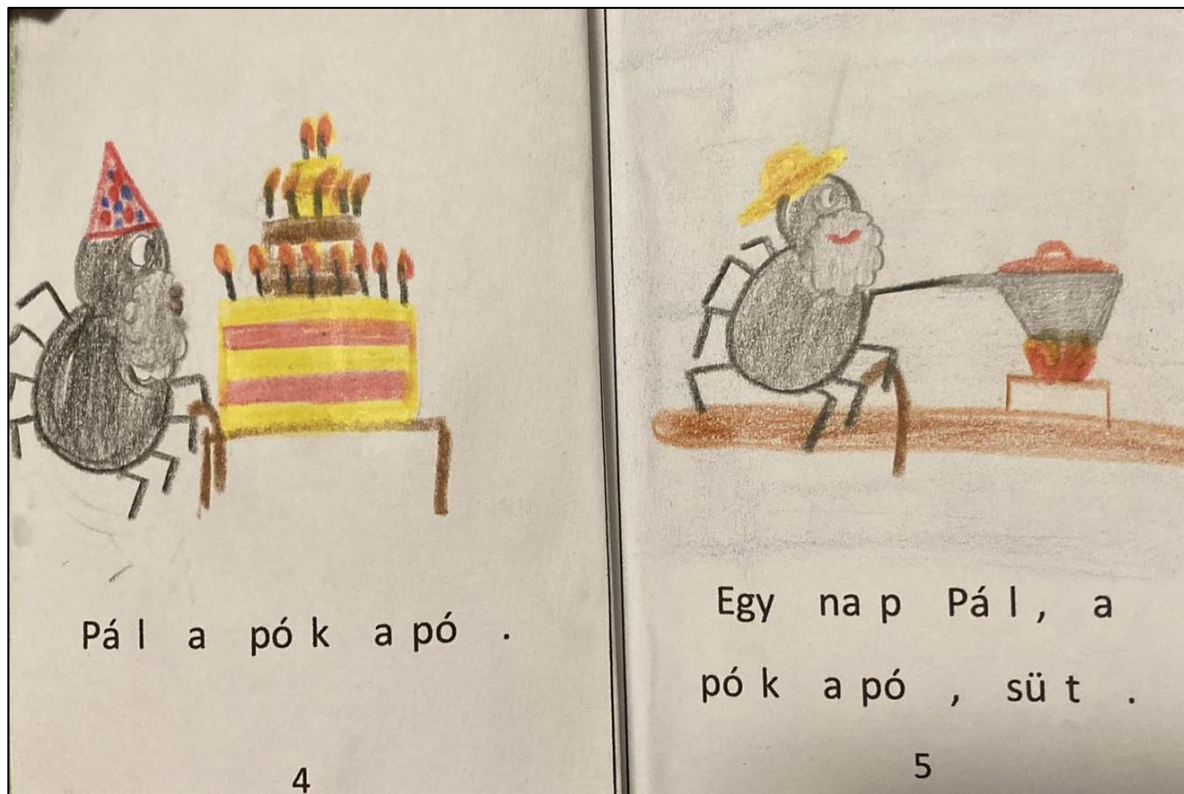
2. ábra. Szöveg az első szakaszhoz

Bo l do g és bü sz ke ma gá ra . Mi ko r új ra
 cse n d le t t Szí ri usz fe lá l l t , a ma cs ka
 és a ma dá r kö ve t te .
 No , i de je az ő r e lé ál l ni . Ér de ke l ,
 ho gy mi t a ka r ké r de z ni – mo n d ta
 Szí ri usz .
 En ge m má r a ti to k iz ga t – tó dí t
 Do dó a ma dá r .

3. ábra. A második szakasz CV és VC bigramok szerinti tördelés

szintjét⁸, így nem keletkezik konfliktus a bigramok ortográfiai egységként való elsajátítása és a beszélt nyelv már ismert természetes tagolása

detektorok kialakítása), továbbá az ortográfias és fonológiai reprezentáció társításának megtanulása (ami szintén tekinthető páros asszociációs



4. ábra. Összeolvadás facilitálása a második szakaszban

tanulásnak). Mivel itt a hangoztató olvasás egysége a betű és a betűpár, a szöveg tetszőleges magyar szöveg lehet, a szavak hosszára nincs korlátozás. A szöveg olvasása melletti további érv a statisztikai tanulás, melynek segítségével fejleszhető egy, a folyamatos olvasást a későbbiekben támogató készség, az olvasott nyelv ortográfiai regularitásaira irányuló implicit tanulás. A szöveg hangos olvasása során a cél a betűpárok felismerése, összeolvadása és az egyes betűk olvasásának elmélyítése, ezen a szinten tehát még mindig nem elvárás az értelmező olvasás. Mindazonáltal a nagyobb szublexikális egységek megjelenésével és a betűk olvasásának gyakorlásával előfordulhat, hogy a gyerek képes a kiolvasott szublexikális egységeket olyan sokáig a munkamemóriájában tartani, hogy azok értelmes szavakká olvadnak össze. A tanulás során a bigramok párhuzamos feldolgozásának megjelenésével ennek valószínűsége fokozatosan nő. Ezt a folyamatot segítheti olyan szöveg olvasása, melyben két-három betűs szavak alkotnak egy-egy rövid történetet. Amennyiben megjelenik az értelmezés igénye, érdemes a történetet képpel is illusztrálni (4. ábra), hogy az olvasó megtapasztalhassa az írott szöveg

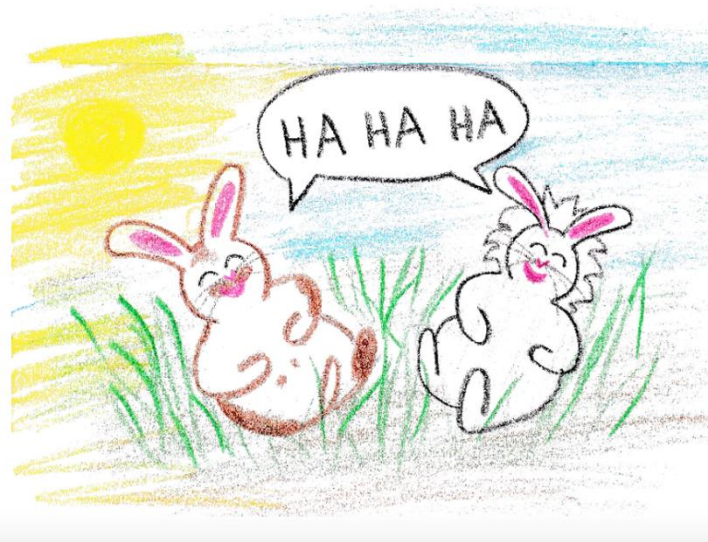
jelentésének életre kelését (ezzel kapcsolatosan ld. a harmadik szakaszt).

A harmadik szakaszban a következő szublexikális egység, a morfémák ortográfiai tréningje következik. Itt cél a morfémák párhuzamos olvasásának elsajátítása. Tekintettel arra, hogy a morfémák már önálló jelentéssel bírnak, itt mindenképpen megjelenik az olvasott szöveg képi illusztrálásának igénye (5. ábra). Ismeretes, hogy az írott szöveg értelmezése során a gyerek folyamatosan jeleket keres a mellékelt kép és az olvasást segítő személy megfigyelésével.⁵⁰ Ezen a szinten már nem szigorúan az egy-két betűs egységek összeolvadása a cél, ezért fontos odafigyelni az írott szövegben szereplő morfémák hosszára (kezdetben 3-4, majd 4-5 betűs morfémák). Tekintettel arra, hogy a morfémákat alkotó betűk párhuzamos feldolgozásának elérése a cél, itt a morfémákon belül egységesen 3 pontos betűközt alkalmazunk. A morfémák között 7 pont a távolság, a szavak közt dupla szóköz jelzi a határt. Mivel a morfémák összeolvadásánál megjelenik az értelmezés iránti elvárás, a szavak tagolása a morfémák és nem a szótagok határait követi. A szavak tömorféma + toldalékmorféma (+ további toldalékmorféma, stb.) szerint tagolódnak.

A szövegalkotás során fontos szempont, hogy a toldalékmorfémák hossza se haladja meg a tömorfémák hosszát (eleinte 3-4 betű, majd 4-5 betű). Amennyiben a hangos olvasás során az olvasónál elmélyül a párhuzamos feldolgozás, akkor hosszabb szavakat tartalmazó szövegek felé

kontrollált vizsgálatok elméleti megalapozása. Mindazonáltal a készségszintű olvasással kapcsolatos eredmények tükrében teret kaphatnak az alapkutatási eredmények translációjával kidolgozott módszerek. Az ortográfias fókusz hatékonysága különösen

Hát most mi lesz? Egy macska
nyuszi labda görög a fűben.
Azután hopp, már két nyuszi
lóg egymás nyakán. Hiszen
Aromó| ismét nyuszi lett.
Amikor már megáll a furcsa
páros, mind a kettő nevetni
kezd.



5. ábra. Összeolvadás facilitálása a második szakaszban

lehet fordulni. Tekintettel arra, hogy a folyamatos, készségszintű olvasás háttérben álló morfológiai szintű ortográfias lexikon kialakulása akár 18 éves korig eltarthat⁴², megfontolandó az olvasás morfémaszintű tanulási szakaszának kitolása.

A fent ismertetett módszer neurobiológiai alapokon nyugszik. Azt, hogy a magyar nyelv olvasásának elsajátításában milyen jelentősége lehet, jövőbeli kontrollált vizsgálatok eredményei dönthetik el. A jelen tanulmány célja ezen

érdekes lehet a rendellenes nyelvi fejlődést mutató gyerekek olvasástanulásában, hiszen ez a módszer nem a fonológia irányából, hanem az ortográfia felől közelíti meg a tanulást. Ismert, hogy specifikus nyelvi zavar esetén például korlátozott a fonológiai tudatosság kialakulása. Kimutatták továbbá, hogy dyslexiás gyerekek esetén az írott szöveg ortográfias sajátosságainak optimalizálásával jobb eredmények érhetők el a folyamatos olvasás terén.⁵¹ Egy korábbi metaanalízis eredményei szintén alátámasztják az

ortográfias feldolgozás sajátosságaira épülő intervenciók hatékonyságát a dyslexiával küzdők nyelvi segítése terén.⁵² A fentiek értelmében a hierarchikus ortográfias módszer fejlesztése előtt számos feladat áll. Ilyen feladat például az alkalmazott szöveg tipográfiájának pontosítása (különböző korcsoportok, olvasási szintű csoportok vizsgálatán keresztül), illetve keresztmetszeti összehasonlító vizsgálatok jól olvasó és gyengén olvasó gyerekek körében, valamint intervenciók vizsgálatok speciális indikációs körben.

Következtetések

Összegezve, olvasástanulás során a tapasztalat indukálta plaszticitás lehetővé teszi az olvasás háttérében álló neurális reprezentációk kialakulását, melyek a betűk, bigramok és morfémák szintjén is megjelennek.^{20,23,53} A hierarchikus ortográfias olvasástanítási módszer alapja, hogy a ventrális vizuális feldolgozólánc szerveződési szintjeit követve segíti elő az írott szöveg párhuzamos feldolgozásának kialakulását. A szavak szublexikális tagolását a nyelvi szöveg ortografikus regularitásaiba ágyazottan, egymásra építve valósítja meg, így támogatva az tanulókat az értő olvasóvá válás útján.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm a pilot olvasási anyagok illusztrálását Gesztelyi Kornélia Ízisznek és az olvasási anyagok tesztelését Gesztelyi Levente Szíriusznek. Köszönöm továbbá Pappné Lepp Anettnek a technikai segítséget.

IRODALOM

- Hulme C, Goetz K, Gooch D, Adams J, Snowling MJ: Paired-associate learning, phoneme awareness, and learning to read in *Journal of experimental child psychology* 2007; 96(2): 150-166.
- Ziegler JC, Perry C, Zorzi M: (2014). Modelling reading development through phonological decoding and self-teaching: Implications for dyslexia in *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2014; 369(1634): 20120397.
- Adelman JS, Marquis SJ, Sabatos-DeVito MG: Letters in words are read simultaneously, not in left-to-right sequence in *Psychological science* 2011;21(12):1799-1801.
- Dehaene S, Cohen L: The unique role of the visual word form area in reading in *Trends in cognitive sciences* 2011; 15(6): 254-262.
- Abadzi, H. Turning a molehill into a mountain? How reading curricula are failing the poor worldwide in *Prospects* 2016; 46: 319-334.
- Pegado F, Comerlato E et al: Timing the impact of literacy on visual processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2014; 111(49): E5233-E5242.
- Rastle K, Davis MH, New B: The broth in my brother's brothel: Morpho-orthographic segmentation in visual word recognition in *Psychonomic bulletin & review* 2004; 11: 1090-1098.
- Csépe V: Az olvasás rendszere, fejlődése és modelljei in *Pszicholingvisztika, Akadémia Kiadó* 2014; 339-370. ISBN 978 963 05 9499 8.
- Cohen L, Henry C et al.: The pathophysiology of letter-by-letter reading in *Neuropsychologia* 2004; 42(13): 1768-1780.
- McCandliss BD, Cohen L, Dehaene S: The visual word form area: expertise for reading in the fusiform gyrus in *Trends in cognitive sciences* 2003; 7(7): 293-299.
- Dehaene-Lambertz G, Monzalvo K, Dehaene S: The emergence of the visual word form: Longitudinal evolution of category-specific ventral visual areas during reading acquisition in *PLoS Biology* 2018; 16(3): e2004103.
- Dębska A, Wójcik M, Chyl K, Dzięgiel-Fivet G, Jednoróg K: Beyond the Visual Word Form Area—a cognitive characterization of the left ventral occipitotemporal cortex in *Frontiers in Human Neuroscience* 2023; 17.

13. Fehér K: *A nyelv grammatikája: a nyelvtudomány és a kognitív pszichológia határán*. Debrecen: Dupress; 2018. (Bevezetés a társas-kognitív nyelvészetbe 1.).
14. Cohen L, Dehaene S, McCormick S, Durant S, Zanker JM: *Brain mechanisms of recovery from pure alexia: A single case study with multiple longitudinal scans in Neuropsychologia* 2016; 91: 36-49.
15. Pflugshaupt T, Gutbrod K et al: *About the role of visual field defects in pure alexia in Brain* 2009; 132(7): 1907-1917.
16. Dehaene S, Pegado F et al: *How learning to read changes the cortical networks for vision and language in Science* 2010; 330(6009): 1359-1364.
17. Saygin ZM, Osher DE, et al: *Connectivity precedes function in the development of the visual word form area in Nature neuroscience* 2016; 19(9): 1250-1255.
18. Yeatman JD, White AL: *Reading: the confluence of vision and language in Annual Review of Vision Science* 2021; 7: 487-517.
19. Rolls ET: *Functions of the primate temporal lobe cortical visual areas in invariant visual object and face recognition in Neuron* 2000; 27(2): 205-218.
20. Dehaene S, Cohen L, Sigman M, Vinckier F: *The neural code for written words: a proposal in Trends in cognitive sciences* 2005; 9(7): 335-341.
21. Nazir TA. *Traces of Print Along the Visual Pathway In: Kennedy A, Radach R, Heller D, Pynte J editors. Reading as a Perceptual Process*. North Holland: Woodhead Publishing Limited; 2000. doi, 10, b978-008043642.
22. Perea M, Romero-Ortells I, Labusch M, Fernández-López M, Marcet A: *Examining Letter Detector Tolerance through Offset Letter Halves: Evidence from Lexical Decision in Journal of Cognition* 2023; 6(1).
23. Vinckier F, Dehaene S, Jobert A, Dubus JP, Sigman M, Cohen L: *Hierarchical coding of letter strings in the ventral stream: dissecting the inner organization of the visual word-form system in Neuron* 2007; 55(1): 143-156.
24. Grainger J, Ziegler JC: *A dual-route approach to orthographic processing in Frontiers in psychology* 2011; 2: 54.
25. Carrillo MS, Alegria J: *The development of children's sensitivity to bigram frequencies when spelling in Spanish, a transparent writing system in Reading and Writing* 2014; 27: 571-590.
26. Vinckier F, Qiao E, Pallier C, Dehaene S, Cohen L: *The impact of letter spacing on reading: A test of the bigram coding hypothesis in Journal of Vision* 2011; 11(6): 8-8.
27. Agrawal A, Nag S, Hari KV, Arun SP: *Letter processing in upright bigrams predicts reading fluency variations in children in Journal of Experimental Psychology* 2022 General.
28. Kahan TA, Slowiaczek LM, Scott N, Pfohl BT: *Word frequency does not moderate the degree to which people can selectively attend to parts of visually presented words in Quarterly Journal of Experimental Psychology* 2021; 74(3): 573-581.
29. Chetail F: *Reconsidering the role of orthographic redundancy in visual word recognition in Frontiers in Psychology* 2015; 6: 645.
30. Chetail F, Mathey S: *InfoSyll: A syllabary providing statistical information on phonological and orthographic syllables in Journal of psycholinguistic research* 2010; 39: 485-504.
31. Van Kesteren R, Dijkstra T, De Smedt K: *Markedness effects in Norwegian-English bilinguals: Task-dependent use of language-specific letters and bigrams in Quarterly Journal of Experimental Psychology* 2012; 65(11): 2129-2154.
32. Lelonkiewicz JR, Ullman MT, Crepaldi D: *Knowledge of Statistics or Statistical Learning? Readers Prioritize the Statistics of their Native Language Over the Learning of Local Regularities in Journal of cognition* 2022; 5(1).
33. Grainger J, Dufau S, Montant M, Ziegler JC, Fagot J: *Orthographic processing in baboons (Papio papio) in Science* 2012; 336(6078): 245-248.
34. Ziegler JC, Perry C, Zorzi M: (2014). *Modelling reading development through phonological decoding and self-teaching: Implications for dyslexia in Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2014; 369(1634): 20120397.
35. Hannagan T, Ziegler JC, Dufau S, Fagot J, Grainger J: *Deep learning of orthographic representations in baboons in PLoS One* 2014; 9(1): e84843.
36. Rajalingham R, Kar K, Sanghavi S, Dehaene S, DiCarlo JJ: *The inferior temporal cortex is a potential cortical precursor of orthographic*

- processing in untrained monkeys in *Nature communications* 2020; 11(1): 3886.
37. Hannagan T, Agrawal A, Cohen L, Dehaene S: Emergence of a compositional neural code for written words: Recycling of a convolutional neural network for reading in *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2021; 118(46): e2104779118.
 38. Taylor JSH, Davis MH, Rastle K: Comparing and validating methods of reading instruction using behavioural and neural findings in an artificial orthography in *Journal of Experimental Psychology: General* 2017;146(6), 826.
 39. Glezer LS, Jiang X, Riesenhuber M: Evidence for highly selective neuronal tuning to whole words in the "visual word form area" in *Neuron* 2009; 62(2): 199-204.
 40. Burani C, Marcolini S, Stella G: How early does morpholexical reading develop in readers of a shallow orthography? in *Brain and language* 2002; 81(1-3): 568-586.
 41. Amenta S, Crepaldi D: Morphological processing as we know it: An analytical review of morphological effects in visual word identification in *Frontiers in psychology* 2012;3:232.
 42. Rastle K: The place of morphology in learning to read in English in *Cortex* 2019; 116: 45-54.
 43. Taft M, Forster KI: Lexical storage and retrieval of prefixed words in *Journal of verbal learning and verbal behavior* 1975; 14(6): 638-647.
 44. Lavric A, Elchlepp H, Rastle K: Tracking hierarchical processing in morphological decomposition with brain potentials in *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 2012; 38(4): 811.
 45. Weiss B, Knakker B, Vidnyánszky Z: Visual processing during natural reading in *Scientific Reports* 2016; 6(1), 26902.
 46. Rastle K, Davis MH: Morphological decomposition based on the analysis of orthography in *Language and cognitive processes* 2008; 23(7-8): 942-971.
 47. Nation K: Nurturing a lexical legacy: Reading experience is critical for the development of word reading skill. *npj in Science of Learning* 2017;2(1): 3.
 48. Yoliando FT: A comparative study of dyslexia style guides in improving readability for people with dyslexia. In *International Conference of Innovation in Media and Visual Design IMDES Antantis Press* 2020. pp. 32-37.
 49. Diemand-Yauman C, Oppenheimer DM, Vaughan EB: Fortune favors the (): Effects of disfluency on educational outcomes in *Cognition* 2011; 118(1): 111-115.
 50. Hillesund T, Schilhab T, Mangen A: Text materialities, affordances, and the embodied turn in the study of reading in *Frontiers in Psychology* 2022; 13: 827058.
 51. Zorzi M, Barbiero C et al: (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia in *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2012; 109(28): 11455-11459.
 52. Galuschka K, Görgen R, Kalmar J, Haberstroh S, Schmalz X, Schulte-Körne G: Effectiveness of spelling treatment approaches for learners with dyslexia – A meta-analysis and systematic review in *Educational Psychologist* 2020; 55: 1-20.
 53. Binder JR, Medler DA, Westbury CF, Liebenthal E, Buchanan L: Tuning of the human left fusiform gyrus to sublexical orthographic structure in *Neuroimage* 2005;33(2):739-748.
 54. Cohen L, Martinaud O et al: Visual word recognition in the left and right hemispheres: anatomical and functional correlates of peripheral alexias in *Cerebral cortex* 2003; 13(12): 1313-1333.
 55. Dehaene S, Cohen L: Cultural recycling of cortical maps in *Neuron* 2007; 56(2): 384-398.
 56. Hulme C, Goetz K, Gooch D, Adams J, Snowling MJ: Paired-associate learning, phoneme awareness, and learning to read in *Journal of experimental child psychology* 2007; 96(2): 150-166.
 57. Ziegler JC, Hannagan T, Dufau S, Montant M, Fagot J, Grainger J: Transposed-letter effects reveal orthographic processing in baboons in *Psychological science* 2013; 24(8): 1609-1611.