



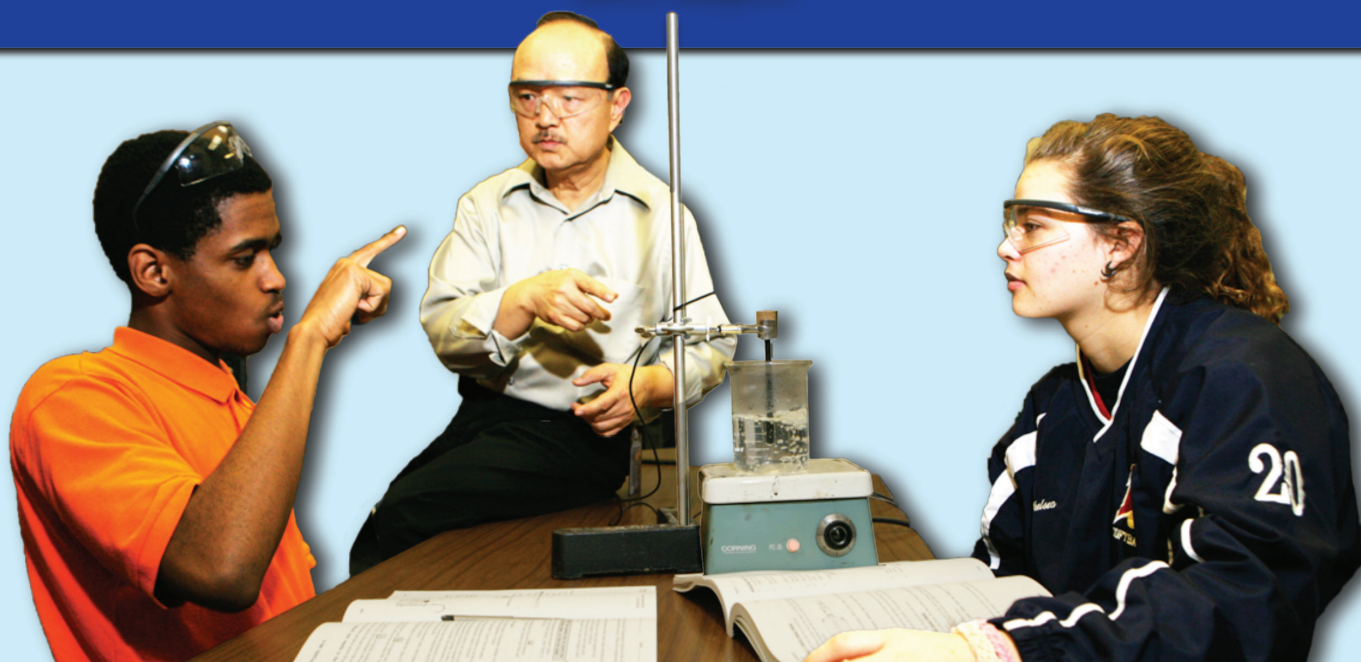
NSF supported Science of Learning Center on Visual Language and Visual Learning, SBE-0541953.

VISUAL LANGUAGE & VISUAL LEARNING KUTATÁSI KÖZLEMÉNY



A VIZUÁLIS FIGYELEM ÉS SIKETSÉG

2011. MÁJUS



Photos courtesy of Model Secondary School for the Deaf

LEARNING FROM
RESEARCH

#3

A vizuális figyelemmel és a siketiséggel kapcsolatos legfontosabb kutatási eredmények

- A siketség okoz változásokat a vizuális figyelem terén, de nem befolyásolja a látás valamennyi aspektusát.
- A siketség erősíti a perifériás vizuális figyelmet.
- A perifériás vizuális figyelem változásai az agyban is megfigyelhetők.
- A vizuális figyelem változásának az olvasásra és az ideális osztálytermi környezetre nézve is vannak következményei.

A szelektív vizuális figyelem és a siketség

A szülők és tanárok körében is gyakori tapasztalat, hogy a siket gyermekek figyelme inergazdag környezetben könnyebben elterelődik és nehezebben tudnak összpontosítani. Ez a megfigyelés tulajdonképpen a szelektív vizuális figyelemmel kapcsolatos problémákat fogalmazza meg. A szelektív figyelemmel azt a képességet jelöljük, amely segítségével oda tudunk figyelni azokra a dolgokra, melyek a jelenlegi céljaink szempontjából fontosak, a lényegteleneket pedig figyelmen kívül tudjuk hagyni. Az iskolában a szelektív figyelem azt jelenti, hogy a diák képes összpontosítani a tanárra vagy a tolmácsra, és figyelmen kívül hagyja a madarat, mely az ablak előtt repül el vagy azt a másik diákot, aki elhalad a nyitott osztály előtt.

Probléma vagy csak másfajta látás?

A szakirodalomban néhány látszólag egymásnak ellentmondó megállapítás található a siketségnek a látásra gyakorolt hatásáról, de a különbség oka leginkább abban rejlik, hogy az egyes kutatások egymástól különböző siketeket vizsgáltak, és nem egyszer a szelektív vizuális figyelmet is különböző módon mérték. A siket populáció tagjai igen különbözőek abból a szempontból, hogy milyen kommunikációs módot részesítenek előnyben (jelnyelv, hangzó nyelv stb.), mikor sajátították el az anyanyelvüket, mi a szüleik hallásállapota, mi a hallássérülésük oka (genetikus eredetű, gyulladás stb.), vagy használnak-e cochleáris implantátumot (ha igen, milyen korban történt az implantáció, mennyi az implantátummal eltöltött évek száma). A legtöbb kutatás, amely a siket gyermekeknek a szelektív figyelemmel kapcsolatos problémáiról számol be, olyan siket gyerekekre koncentrált, akik hangzó nyelven tanultak, és azt vizsgálta, hogy ezeknek a gyerekeknek a szelektív vizuális figyelem hogyan változott a cochleáris implantációt követően, a hallási input visszatérésével.^{1,2,3} Ahelyett azonban, hogy a siketek figyelmének sajátosságait problémaként fogná fel, sok kutató máshogy közelíti meg a kérdést: nem problémának, hanem egyszerűen adottságnak tekintik, annak hogy a siketek másképpen dolgozzák fel a vizuális információkat.

Egyre több adat van, amely azt mutatja, hogy a siketek jobb vizuális figyelemmel rendelkeznek a hallóknál; ezek az adatok arra utalnak, hogy a vizuális rendszer kompenzálja a hallásalapú érzékelés hiányát.⁴

A kutatások, amelyek az átlagosnál jobb szelektív vizuális figyelemről számolnak be, olyan siket felnőtteket vizsgáltak, akik siket családba születtek és akik a jelnyelvet anyanyelvükként sajátították el. Érdekes ezen a populáción vizsgálni a siketség hatásait, mivel azok a siket gyermekek, akiknek korán hozzáférésük volt egy teljes nyelvhez, születésüktől kezdve a tipikus kognitív és nyelvi fejlődésen mennek keresztül és ugyanazokat a fejlődési mérföldköveket érik el, mint halló kortársaik. Ezeknél a személyeknél a VL² kutatói, Matthew Dye, Peter Hauser, Daphne Bavelier és mások a perifériás látás átlagnál jobb működését figyelték meg.⁵ Ez az eredmény arra utal, hogy a vizualitás úgy kompenzálja a hallásalapú bemenetet, hogy javul a perifériás látási területek figyelemmel követése.⁴ Noha a siketek vizuális figyelmének működése mutat különbségeket a hallókhöz képest, fontos megjegyezni, hogy a látás nem minden aspektusában különbözik. A csak érzékelésbeli képességek – mint a szürke árnyalatainak megkülönböztetése,⁶ a gyors villanások egymástól való elkülönítése,⁷ az alapvető vizuális mozgásfeldolgozás^{8,9} – hasonlóan működnek a siketeknél és a hallóknál.⁴ Ezek az eredmények cáfolják tehát azt a széles körben elterjedt hiedelmet, hogy a hallássérülés megváltoztatja a többi érzékszerv működését. A látás nem változik, csak a vizuális figyelem.

A vizuális figyelem változásai térben és tartósságban

A szelektív vizuális figyelemnek több összetevője is van,¹⁰ például kiemelten figyelhetünk bizonyos helyekre a látóterünkben (térbeli figyelem) vagy összpontosíthatjuk a figyelmünket egy bizonyos időszakoszon át (a figyelem tartóssága). A VL² kutatók által végzett kutatások közül sok foglalkozik azzal, hogy ezek a képességek hogyan alakulnak a siketek fejlődése során.

A legtöbb olyan tanulmány, mely a vizuális figyelem gyengeségéről számol be siket gyerekeknél, a figyelmet vizsgálta, mégpedig olyan gyermekeknél, akik CI-t viselnek és angolul is tanulnak. A VL² kutatói – Dye, Hauser és Bavelier – azonban a térbeli vizuális figyelem és a tartósság alakulását is vizsgálták, mégpedig siket anyanyelvi jelek fejlődésének különböző szakaszaiban.

A vizuális figyelem tartósságának mérése azért fontos, hogy megtudjuk, mennyire képes az egyén figyelemmel kísérni környezetét és ébernek maradni bizonyos idő eltelte után is. A tesztfeladatok olyan készségeket mérnek, melyek a mindennapokban is lényegesek, mint például az autóvezetés vagy egy zsúfolt helyen való eligazodás. Fejlődésük korai szakaszában (mintegy 10 éves korig) az anyanyelvi jelek gyermekek kevésbé képesek arra, hogy a halló kortársaikéhoz hasonló módon észleljenek és azonosítsanak bizonyos céltárgyakat, ha folyamatosan jelennek meg előttük újabbnál újabb ingerek.⁵ Ugyanakkor ez a különbség a hallók és siketek között felnőttkorban (18–40 éves kor között) már nem figyelhető meg. Egy másik, szintén a vizuális figyelem tartósságát mérő vizsgálatban a résztvevőket arra kérték, hogy találják meg a pillanatokat, amikor két tárgy nagyon gyors egymásutánban jelenik meg egy sorozaton belül; ennél a vizsgálatnál nem volt különbség az azonos korú hallók és siketek között. Ezek a kutatások kiemelik a vizuális figyelem terén megfigyelhető változások jellegzetességeit: a nehézségek csak a korai gyermekkorban jellemzők, és csak akkor jelennek meg, ha előre meghatározott tárgyak beazonosításáról van szó gyors vizuális információáradat közepette.

A térbeli vizuális figyelem kutatása más eredményt mutat. Jellemző, hogy a siketekenél kifejtettebb a térbeli vizuális figyelem, más szóval a figyelem kiterjed a látómező periferiájára is, de ez viszonylag lassan alakul ki. Az általános iskolás siket gyerekek (7–10 éves kor között), ha arra kérték őket, hogy a képernyő középpontjára fókuszáljanak és amilyen gyorsan csak lehet, reagáljanak a középponthoz közeli vagy a periferián lévő célpontokra, még hasonlóan teljesítettek, mint halló kortársaik.¹¹ 11–13

éves kor között már megfigyelhető a figyelem kiterjedése a periféria felé, de igazán jelentőssé csak 14–17 éves kor között válik.¹¹ Ekkor a siketek már egyértelműen sikeresebben érzékelik a látómező periferiáján történő mozgásokat, de a mozdulatlan elemeket is.^{12,13} Ennek megfelelően jobban ki vannak téve annak is, hogy a látótér periferiáján történő dolgok eltereljék a figyelmüket.^{14,15} Bár a figyelem elkalandozása általában figyelemproblémáknak a jele, a siketekenél ez a perifériára irányuló gazdagabb feldolgozási erőforrásokból fakad.

A siketek figyelme nem feltétlenül terelhető el könnyebben, mint a hallóké, viszont a periferián történő dolgok is elterelhetik, hiszen ők figyelemmel követik ezeket is; a hallók figyelmét a látómező középpontjában lévő dolgok terelik el inkább.¹⁴ A siketek jobb periferiás látása még intuitív funkciót is szolgálhat: a környezethez való alkalmazkodás részeként kiterjesztik a látásukat a vizuális periferiára is, és ezzel a periferiás hangjelzések hiányát kompenzálják – a hallók számára ilyesmi például egy közeledő autó vagy nyíló ajtó hangja.¹⁶

Ha egy vizsgálatban anyanyelvi jelek siketek alkotják a vizsgált csoportot, mindig fontos különbséget tenni a jelnyelvhasználatból eredő és a siketiségből fakadó jelenségek között. A siket és halló anyanyelvi jeleket a figyelem szempontjából összehasonlítva megállapítható volt, hogy a fejlettebb periferiás figyelem a siketiséggel függ össze, nem pedig a jelnyelvhasználattal; az anyanyelvi jelek hallók nem mutatnak a látómező periferiájára kiterjedő erősebb figyelmet, míg a jelelni nem tudó siket egyének igen.^{11,14, 17,18}

A kisgyermekkorban lehetséges vizuális figyelemzavarok okait nehezebb meghatározni. Az elképzelhető okok között említhető a természetes nyelvhez való hozzáférés hiánya kisgyermekkorban; ez egy olyan helyzet, amelynek összetett kognitív következményei vannak, de ennek igazolásához anyanyelvi jelek siket gyermekeket kellene összehasonlítani olyan siket gyerekekkel, akik később tanulták meg a nyelvet. A legvalószínűbb magyarázat talán a látás átstrukturálódásában rejlik, ami a fejlődés korai időszakában következik be. Ekkor a

látómező középpontjára koncentrálódó (centrális) figyelem „feláldozásra kerül” a fokozott perifériás figyelem érdekében, de a későbbi fejlődés során a középpontra figyelés is javulni kezd és eléri a tipikus fejlődés során jellemző szintet, miközben a jobb perifériás látás is megmarad. A VL² kutatói jelenleg ez utóbbi hipotézist vizsgálják úgy, hogy időben és térben is tesztelik a szelektív vizuális figyelmet 6 és 13 év közötti jelelő siket gyermekeknél és halló kortársaiknál.

Modalitások közti plaszticitás és az agyműködés: hogyan alakítja át a siketség és a jelnyelvhasználat az agyműködést?

A modalitások közti plaszticitás egy olyan idegi átszerveződésre utal, mely valamely érzék hiánya miatt megy végbe. A siketségéből következő átstrukturálódás érintheti a „hiányt szenvedő” agyi területeket (pl. a hallásért felelős területet), de más területeket is (pl. a látásért felelős agyi területeket). Mivel a siketekre jellemző a perifériás látás jobb működése, a kutatók megvizsgálták, hogy ez a különbség hogyan valósul meg az agyban.

A neurológiai adatok azt mutatják, hogy ez a különbség valóban megfigyelhető az agyban a siketek és a hallók perifériás figyelmének működésekor, de csak a szándékos figyelem esetében. Például mikor arra kérték a vizsgálat résztvevőit, hogy figyeljenek a periférián történő mozgásra, a siket résztvevőknél fokozott neuronválaszok jelentek meg¹⁹ és a mozgást feldolgozó agyi területeik aktívabbak voltak, mint a hallóknál,¹⁸ ugyanakkor a nem célzottan figyelt mozgás esetében a siketek és a hallók ugyanolyan neurális működést mutattak.²⁰

Számos lehetséges magyarázat van arra, hogy az agyműködés hogyan strukturálódik így át. Az első feltevés szerint azokon a korai vizuális területeken történnek változások, ahol az agy a szem által érzékelt vizuális információkat feldolgozza (és amelyeket nem feltétlenül befolyásol a figyelem működé-

se). A szakirodalom azonban nem támasztja alá ezt az elméletet,²¹ mivel a siketek és hallók között nem figyelhető meg sem méretbeli, sem aktivitásbeli különbségek ezeken a területeken. Az a tény, hogy a siketek és hallók között önmagában az észlelés folyamatában nincsenek különbségek, szintén erre utal. A második elmélet szerint az agynak az a területe, ahol a különböző modalitások által szerzett információ beépül, nagyobb mértékben kap vizuális inputot. Ezt némileg alátámasztják azok az adatok, melyek változást mutatnak a siketek agyában lévő multimodális területeken,¹⁸ de további kutatásokra van szükség ebben a kérdésben. A harmadik elmélet az, hogy a „hiányt szenvedő” agyi területek strukturálódnak át arra, hogy jobban fel tudják dolgozni a vizuális információt. Tehát – e szerint az elméleti szerint – a hallásért felelős területek fokozott aktivitása felelős a vizuális, taktilis és jelnyelv-alapú agyi feldolgozásért.^{22,23} A vizuálisan észlelt mozgó ingerek azokat a jobb agyféltekén lévő területeket aktiválják a siketeknél, amelyek a hallóknál a halláson keresztül észlelt mozgás feldolgozásáért felelősek.^{23,24} E szerint az el-

mélet szerint tehát az az agyterület, amely az egyik modalitásban általában egy bizonyos funkcióért felel (pl. a környezetben a hallás útján észlelt mozgás feldolgozásáért) ugyanezért a funkcióért lesz felelős, de egy másik modalitásban (pl. a vizuálisan észlelt mozgás feldolgozásáért). Ez az átszerveződés az adott érzék elvesztése után történik. Ezt a hipotézist az állatokkal foglalkozó szakirodalom is alátámasztja.²⁵

Miért fontos ez a szülők és pedagógusok számára?

A fenti információ sokféle üzenetet rejt azok számára, akik napi rendszerességgel állnak kapcsolatban siketekkel.

Az ideális tanulási környezet

Jelen kutatás alapján feltehető, hogy a siket gyerekek figyelemmegosztási képességei eltérnek a halló-



kétől, és lassú fejlődési folyamaton mennek keresztül. Épp ezért egy olyan osztálytermi elrendezés, mely egy adott korosztály számára megfelelő, nem biztos, hogy ideális egy másik számára is. Problémákat okozhat, ha a környezet vagy egy bizonyos feladat elvárásai (pl. a tanárra vagy tolmácsra való odafigyelés) összeütközésbe kerülnek azzal a figyelemmegosztási móddal, amelyben a siket gyermek az éppen aktuális fejlődési szakaszának megfelelően van. Például a fejlődés későbbi szakaszában (11 éves kortól kezdve) a gyermekek több figyelmet irányítanak a látótér periferiájára, ha onnan váratlan és ismeretlen eredetű ingerek érkehetnek. Ennél a korosztálynál negatívan hat egy olyan iskolai környezet, melyben a figyelmet elterelő jelenségek ritkák ugyan, de kiszámíthatatlanok, mivel a gyerekek állandóan erős figyelemmel követik a perifériát. Az ilyen életszakaszban lévő siket gyerekek számára hatékonyabb lehet egy olyan tanulási közeg, ahol a környezeti hatások kiszámíthatóak és következetesek. Emellett az alacsony osztálylétszám, valamint a padok vagy székek félkörös elrendezése is pozitív hatással járhat.¹⁶

A megváltozott vizuális figyelem hatásai az olvasáskészségre nézve

A számos ok között, melyek miatt az angol nyelven történő olvasás nehézségeket és kihívást jelent a siket gyermekek számára, meg kell említeni a megváltozott vizuális figyelmet is.²⁶ A hallókon végzett kutatások azt mutatják, hogy az olvasás, az írott szavak azonosítása a látómező középpontját veszi igénybe. Ha egy siket gyermek – ahogy az neki természetes - jobban odafigyel a periférián látható dolgokra is, akkor nagyobb eséllyel keverheti össze a betűket és a szavakat, több időre lehet szüksége a megértéshez, és lassabban olvashat. A hosszabb idő más kognitív folyamatok rovására is mehet, mint pl. memória, mellyel egy bonyolult mondat elemét megjegyezzük. A „szakaszolt olvasási technika”, melynél a szavakat kisebb csoportokban mutatják, segíthet a periférián látható figyelemelterelő információk csökkentésében. Noha további kutatásokra van még szükség e téren, már most hasznos lehet gondolni arra, hogy a siket gyermekek eltérő vi-

zuális figyelmi működése az olvasással kapcsolatos nehézségeket is növelheti.

Megválaszolatlan kérdések és további kutatások

- A siket jelek tipikus figyelmi fejlődéséről szerzett új ismeretek fényében hogyan kellene a siket populáció pszichológiai vizsgálatait végezni és/vagy átalakítani a jövőben?
- Hogyan tudják a siketekkel foglalkozó tanárok, pedagógusok figyelembe venni a siketekre jellemző figyelembeli erősségeket, amikor tanítási stratégiákat vagy tantervet dolgoznak ki?
- Mivel ez a kutatási közlemény az anyanyelvi jelelő siketekre koncentrál, fontos lenne kutatásokat végezni arra nézve, hogy a figyelem működésének átalakulását mutató eredmények mennyire érvényesek a siket közösség másik 95%-ára, vagyis azokra a siketekre, akik halló családban nőttek fel és akiknek, bár a siket közösség jelentős részét alkotják, csecsemő- és gyerekkorukban általában nem volt kapcsolatuk folyékonyan jelelő személyekkel.

A kutatás gyakorlatba ültetése

A VL² központ azért teszi közzé a kutatások eredményeit, hogy ezekből mind a pedagógusok, mind a szülők profitálhassanak. A cél az oktatóközösség tájékoztatása a kutatási eredményekről, az ismeretek összefoglalása és ajánlások megfogalmazása, melyeket a pedagógusok és szülők egyaránt hasznosíthatnak siket és nagyothalló gyermekeik sok kihívást tartalmazó nevelése és oktatása során.

Bibliográfia

1. Yucel, E. & Derim, D. (2008). The effect of implantation age on visual attention skills. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 72(6), 869–877. doi:10.1016/j.ijporl.2008.02.017
2. Quittner, A.L., Smith, L.B., Osberger, M.J., Mitchell, T.V., & Katz, D.B. (1994). The impact of audition on the development of visual attention. *Psychological Science*, 5(6), 347–353. doi: 10.1111/j. 1467-9280.1994.tb00284.x
3. Horn, D.L., Davis, R.A.O., Pisoni, D.B., & Miyamoto, R.T. (2005). Development of visual attention skills in prelingually deaf children who use cochlear implants. *Ear & Hearing*, 26(4), 389–408.

4. Bavelier, D., Dye, M.W.G. & Hauser, P.C. (2006). Do deaf individuals see better? *Trends in Cognitive Science*, 10(11), 512–518. doi:10.1016/j.tics.2006.09.006
5. Dye, M.W.G. & Bavelier, D. (2010). Attentional enhancements and deficits in deaf populations: An integrative view. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 28, 181–192. doi:10.3233/RNN-2010-0501
6. Finney, E.M. & Dobkins, K.R. (2001). Visual contrast sensitivity in deaf versus hearing populations: Exploring the perceptual consequences of auditory deprivation and experience with a visual language. *Cognitive Brain Research*, 11(1), 171–183.
7. Poizner, H. & Tallal, P. (1987). Temporal processing in deaf signers. *Brain and Language*, 30(1), 52–62. doi: 10.1016/0093-934X(87)90027-7
8. Brozinsky, C.J. & Bavelier, D. (2004). Motion velocity thresholds in deaf signers: Changes in lateralization but not in overall sensitivity. *Cognitive Brain Research*, 21, 1–10.
9. Bosworth, R.G. & Dobkins, K.R. (2002). The effects of spatial attention on motion processing in deaf signers, hearing signers, and hearing nonsigners. *Brain and Cognition*, 49(1), 152–169.
10. Dye, M.W.G. and Bavelier, D. (2010). Differential development of visual attention skills in school-age children. *Vision Research*, 50(4), 452–459. doi: 10.1016/j.visres.2009.10.010
11. Dye, M.W.G., Hauser, P.C., & Bavelier, D. (2009). Is visual selective attention in deaf individuals enhanced or deficient? The case for the Useful Field of View. *PLoS ONE*, 4(5), e5640. doi:10.1371/journal.pone.0005640
12. Loke, W.H. & Song, S. (1991). Central and peripheral visual processing in hearing and non-hearing individuals. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 29(5), 437–440.
13. Stevens, C. & Neville, H. (2006). Neuroplasticity as a double-edged sword: Deaf enhancements and dyslexic deficits in motion processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(5), 701–714.
14. Proksch, J. & Bavelier, D. (2002). Changes in the spatial distribution of visual attention after early deafness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 1–5.
15. Sladen, D.P., Tharpe, A.M., Ashmead, D.H. & Grantham, D.W., & Chun, M.M. (2005). Visual attention in deaf and normal hearing adults: Effects of stimulus compatibility. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48(6), 1–9.
16. Dye, M.W.G., Hauser, P.C. & Bavelier, D. (2008). Visual attention in deaf children and adults: Implications for learning environments. In M. Marschark & P.C. Hauser (Eds.), *Deaf Cognition: Foundations and Outcomes* (pp. 250–263). New York: Oxford University Press.
17. Neville, H.J. and Lawson, D.S. (1987). Attention to central and peripheral visual space in a movement decision task. III. Separate effects of auditory deprivation and acquisition of a visual language. *Brain Research*, 405, 284–294.
18. Bavelier, D., Brozinsky, C., Tomann, A., Mitchell, T., Neville, H., & Guoying, L. (2001). Impact of early deafness and early exposure to sign language on the cerebral organization for motion processing. *Journal of Neuroscience*, 21(22), 8931–8942.
19. Neville, H.J. & Lawson, D. (1987). Attention to central and peripheral visual space in a movement detection task: An event related potential and behavioral study. II. Congenitally Deaf Adults. *Brain Research*, 405, 268–283. doi: 10.1016/0006-8993(87)909296-4
20. Bavelier, D., Tomann, A., Hutton, C., Mitchell, T., Corina, D., Liu, G. & Neville, H. (2000). Visual attention to periphery is enhanced in congenitally deaf individuals. *Journal of Neuroscience*, 20(17), 1–6.
21. Fine, I., Finney, E.M., Boynton, G.M., & Dobkins, K.R. (2005). Comparing the effects of auditory deprivation and sign language within the auditory and visual cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10), 1621–1637.
22. Neville, H., Bavelier, D., Corina, D., Rauschecker, J., Karni, A., Lalwani, A., Braun, A., Clark, V., Jezzard, P. & Turner, R. (1998). Cerebral organization for language in deaf and hearing subjects: Biological constraints and effects of experience. *Proceedings of the National Academy of Science*, 95, 922–929.
23. Finney, E.M., Fine, I., & Dobkins, K.R. (2001). Visual stimuli activate auditory cortex in the deaf. *Nature Neuroscience*, 4(12), 1171–1173.
24. Baumgart, F., Gaschler-Markefski, B., Woldorff, M.G., Heinze, H.J., & Scheich, H. (1999). A movementsensitive area in auditory cortex. *Nature*, 400, 724–726.
25. Lomber, S.G., Meredith, M.A., & Kral, A. (2010). Cross-modal plasticity in specific auditory cortices underlies visual compensations in the deaf. *Nature Neuroscience*, 13, 1421–1427. doi:10.1038/nn.2653
26. Dye, M.W.G., Hauser, P.C. & Bavelier, D. (2008). Visual skills and cross-modal plasticity in deaf readers: Possible implications for acquiring meaning from print. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1145, 71–82. doi: 10.1196/annals.1416.013

A kutatási közlemények letölthetők: vl2.gallaudet.edu.

A közlemény idézéséhez: Visual Language and Visual Learning Science of Learning Center. (2011, May). *Visual Attention and Deafness* (Research Brief No. 3). Washington, DC: Elizabeth Hirshorn.

Készítették:

Szerző: Elizabeth Hirshorn, Ph.D. Candidate
Szerkesztő: Kristen Harmon, Ph.D.
Műszaki szerkesztő: Melissa Malzkuhn, M.A.
Tanácsadó: Diane Clark, Ph.D.