



UDK: 81'33:616.8-009:616.28-008.13

Sabura XUDAYAROVA,
Toshkent davlat o‘zbek tili va adabiyoti universiteti tayanch doktoranti,
E-mail:saburaxudayarova_95@gmail.com

ToshDO‘TAU dotsenti I.Azimova tadrizi asosida

KO‘ZI OJIZLARDA TIL O‘ZLASHTIRILISHINING NEYROLINGVISTIK MEKANIZMLARI

Annotsiya

Mazkur maqolada ko‘zi ojiz shaxslarda til o‘zlashtirilishining neyrolingvistik mexanizmlari zamonaviy neyrotasvirlash tadqiqotlari va neyrokompnyuter modellar asosida tahlil qilinadi. Maqola neyrorabilitatsiya va defektologiya sohalari uchun nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: neyroplastiklik, kross-modal plastiklik, ensa qobig‘i, verbal ishchi xotira, Hebbian learning, embodied semantics.

NEUROLINGUISTIC MECHANISMS OF LANGUAGE ACQUISITION IN THE BLIND

Annotation

This article analyzes the neurolinguistic mechanisms of language acquisition in blind individuals based on contemporary neuroimaging studies and brain-constrained computational models. The study provides important theoretical and practical implications for neurorehabilitation and special education.

Keywords: neuroplasticity, cross-modal plasticity, occipital cortex, verbal working memory, Hebbian learning, embodied semantics.

НЕЙРОЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УСВОЕНИЯ ЯЗЫКА У СЛЕПЫХ

Аннотация

В данной статье анализируются нейролингвистические механизмы усвоения языка у слепых людей на основе современных нейровизуализационных исследований и нейровычислительных моделей. Статья имеет теоретическое и практическое значение для областей нейрореабилитации и дефектологии.

Ключевые слова: нейропластичность, кросс-модальная пластичность, затылочная кора, вербальная рабочая память, хеббовское обучение, воплощенная семантика.

Kirish. Zamonaviy neyrolingvistikaning ustuvor yo‘nalishlaridan biri – sensor deprivatsiya sharoitida tilning miyada qayta tashkil etilish mexanizmlarini aniqlashdir. Klassik modelga ko‘ra, til jarayonlari asosan chap yarim sharning perisilvian hududlari – Broka va Vernike zonalari bilan cheklangan deb hisoblangan. Biroq, so‘nggi yillardagi neyrotasvirlash (fMRI, MEG, TMS) tadqiqotlari ko‘zi ojiz shaxslarda ensa bo‘lagining lingvistik jarayonlarga faol integratsiyalashuvini ko‘rsatmoqda. Ko‘rishning yo‘qligi miya tuzilmasida funksional qayta modellashtirilish (functional reorganization) jarayonini yuzaga keltiradi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Marina Bedny: Sintaksis va Ensa Qobig‘i Eksperimenti. Maqsad: Ensa qobig‘i haqiqatan ham tilning grammatik tuzilishiga javob beradimi yoki shunchaki so‘zlarni eshitishgami? *ushbu tajriba Ishtirokchilari bolalar emas balki, 12 nafar tug‘ma ko‘zi ojiz va 12 nafar katta yoshdagi ko‘ruvchishahslar bo‘lib .Ularga naushnik orqali 4 xil turdagi stimullar eshittirilgan: * Murakkab jummlalar: (masalan, passiv nisbatdagi gaplar); * Oddiy jummlalar: (ega va kesimdan iborat sodda gaplar); * Ma‘nosiz so‘zlar tizmasi: (grammatik bog‘lanmagan so‘zlar); * Teskari o‘qilgan nutq: (shunchaki akustik shovqin); * O‘lchov usuli: fMRT skaneri miya faolligini har 2 soniyada suratga olgan. Tahlil natijasida Ko‘zi ojizlarda ensa qobig‘i aynan "Murakkab jummlalar" eshitilganda eng yuqori faollikni ko‘rsatgan. Shovqin eshitilganda esa faollik bo‘lmagan. Bu ensa qobig‘ining "aqli" til protsessoriga aylanganini isbotladi.

Amir Amedi: Verbal Xotira va Braille Eksperimenti. Maqsad: Ko‘zi ojizlarning kuchli xotirasi miyaning qaysi qismi bilan bog‘liqligini aniqlashga qaratilgan bo‘lib Ishtirokchilarga bir qancha so‘zlar ro‘yxati berilgan va ularni 20 daqiqadan keyin qayta takrorlash so‘ralgan. (Braille Reading): Ishtirokchilar skaner ichida yotgan holda barmoqlari bilan Braille matmlarini o‘qishgan. * Metodologik o‘ziga xoslik: Tadqiqotchi xotira testidagi natijalarni (nechta so‘z eslab qolingani) miya skaneridagi faollik darajasi bilan korrelyatsiya qilgan; * natijada Xotirasi eng kuchli bo‘lgan ko‘zi ojizlarda ensa qobig‘i boshqalarga qaraganda 30-40 % faolroq ishlagani aniqlangan. Bu ensa qobig‘i "qo‘shimcha xotira ombori" (backup storage) vazifasini o‘tayotganini ko‘rsatdi. Pascual-Leone: "Blindfold" (Ko‘zni bog‘lash) Eksperimenti Maqsad: Neyroplastiklik qanchalik tez sodir bo‘lishini o‘lchash. Sog‘lom ko‘ruvchi ko‘ngillilarning ko‘zi 5 kun davomida to‘liq bog‘lab qo‘yilgan. * Intensiv mashg‘ulot: Shu 5 kun ichida ularga kuniga 4-6 soatdan intensiv ravishda Braille alifbosi va audial til mashqlari o‘rgatilgan. Har kuni miyaning ensa qobig‘iga TMS (magnit impulsi) yuborilib, uning sezgirligi tekshirilgan. Natija: Atigi 5 kundan keyin ko‘ruvchi insonlarning ensa qobig‘i barmoq uchidagi sezgilarga va audial tovushlarga javob bera boshlagan. Ko‘zlar ochilganda esa, 24 soat ichida bu faollik yo‘qolgan. Demak: Plastiklik – bu miyaning doimiy tayyor turgan zaxira imkoniyatidir.

1-jadval.

Marina Bedny (2011) – Ensa qobig'i va sintaksis

Maqsad	Ensa qobig'ining grammatik jarayonlardagi ishtirokini aniqlash
Metod	fMRT, blok dizayn
Ishtirokchilar	12 tug'ma ko'zi ojiz, 12 ko'ruvchi
Natija	Murakkab gaplarda ensa qobig'i yuqori faollik ko'rsatgan
Xulosa	Vizual zona lingvistik protsessorga aylangan

2-jadval.

Amir Amedi – Braille va verbal xotira

Maqsad	Verbal xotiraning neyrobiologik asosini aniqlash
Metod	fMRT + xotira testi
Jarayon	Braille o'qish paytida miya faolligi o'lchangan
Natija	Ensa qobig'i 30-40 % faolroq ishlagan
Xulosa	Vizual zona qo'shimcha xotira ombori sifatida ishlaydi

3-jadval.

Pascual-Leone – Blindfold eksperimenti

Maqsad	Neyroplastiklik tezligini aniqlash
Metod	5 kunlik ko'zni bog'lash + TMS
Mashg'ulot	Braille va audial mashqlar
Natija	5 kundan keyin ensa qobig'i taktil signalga javob bergan
Xulosa	Plastiklik doimiy neyron zaxira mexanizmi

Tadqiqot metodologiyasi. Neuroplasticity in Visual Impairment: A Systematic Review (Ko'rish nuqsonlarida neyroplastiklik: tizimli sharh). Ramiler Silva, Tiago Farias, Victor Marinho, Silmar Teixeira va boshqalar. *Neurology International*, 10(1), 7326. doi:10.4081/ni.2018.7326. Mualliflar ko'rish qobiliyatining yo'qolishi Markaziy Asab Tizimida (MAT) qanday strukturaviy va funksional o'zgarishlarga sabab bo'lishini tizimli tahlil qilganlar. Yillar mobaynida dunyo bo'yyilab ko'rish bo'yicha imkoniyati cheklangan shahslarning soni ortib borayotganini hisobga olsak, miyaning bunday holatlardagi adaptiv imkoniyatlarini o'rganish tibbiy rehabilitatsiya uchun o'ta muhimdir.

Tahlil va natijalar. Tadqiqot PUBMED ma'lumotlar bazasidagi ilmiy maqolalarning tizimli sharhiga (systematic review) asoslangan. Mualliflar, ko'rish nuqsonlari va neyroplastiklik o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganuvchi barcha mavjud dalillarni umumlashtirgan. * Neyroplastiklikning ikki tomonlama nazariyasi: Maqolada ko'rish yo'qolganda miya ikki mexanizm orqali moslashishi ta'kidlanadi: * Kross-modal plastiklik (Cross-plasticity): Tug'ma ko'rlarda vizual sohalarning (okspital qobiq) eshitish va teginish signallarini qayta ishlashga to'liq o'tishi; * Multimodal plastiklik (Multimodal plasticity): ko'rishda orttirilgan nuxsoni bo'lganshahslarda ko'rish funktsiyasi tomonidan bloklab qo'yilgan mavjud neyron yo'llarining faollashishi; * Sinaptik pruning (saralash) jarayonining o'zgarishi: Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, erta ko'rish nuqsoni bo'lgan shaxslarda oksipital qobiqdagi samarasiz sinapslarning yo'qolish jarayoni sekinlashadi. Buning natijasida ushbu sohalar boshqa sezgi organlaridan kelayotgan ma'lumotlarni qabul qilishga ixtisoslashadi; * Kompensator effekt: Ko'rishning yo'qligi eshitish, hid bilish va taktil (teginish) sezgilarining funksional jihatdan kuchayishiga olib keladi. Bu jarayon shunchaki sezgilarning o'tkirlashishi emas, balki miya po'stlog'ining yuqori darajadagi qayta tashkil etilishidir.

Maqola xulosasiga ko'ra, miyaning oksipital sohasi faqat ko'rish bilan cheklanmagan. Vizual mahrumlik sharoitida miya neyroplastiklik hisobiga yangi yo'llarni ochadi. Bu esa ko'zi ojizlar uchun yaratiladigan yordamchi texnologiyalar (masalan, Brayl displeylari yoki sensor o'rinbosarlar) miyaning aynan qaysi sohasiga ta'sir ko'rsatishi kerakligini tushunishga yordam beradi.

The impact of early and late blindness on language and verbal working memory: A brain-constrained neural model

"tug'ma" va orttirilgan ko'rlikning til va og'zaki ishchi xotiraga ta'siri: miya bilan cheklangan neyron model). Tadqiqot asosan Rosario Tomasello va mashhur neyrologist Friedemann Pulvermüller (Berlin Erkin Universiteti, "Miya va til" laboratoriyasi rahbari) tomonidan olib borilgan. Pulvermüller "Embodied Semantics" (Mujassamlashgan semantika) nazariyasining dunyodagi eng yetakchi olimlaridan biri hisoblanadi. Mualliflar ko'rish qobiliyati cheklangan shaxslarda miyaning ko'ruv qobig'i (visual cortex) til va xotira jarayonlariga qayta moslashishini (repositioning) tahlil qiladilar. Asosiy ilmiy muammo — nega aynan tug'ma ko'zi ojizlarda og'zaki xotira ko'zi ochiqdagi qaraganda sezilarli darajada kuchli bo'lishining neyrobiologik mexanizmini ochib berishdir. Tadqiqotda "Brain-constrained neural network" (Miya tuzilishi bilan cheklangan neyron tarmoq) modelidan foydalanilgan. Bu shunchaki sun'iy intellekt emas, balki: * Inson miyasining frontotemporal-occipital (peshona-chakka-ens) qismlari biologik tuzilishiga moslashtirilgan. * Hebbian learning (Xebb o'rganish tamoyili) asosida ishlaydi. * Modelda vizual kirish signallari olib tashlanib, "blind" (ko'zi ojiz) va "sighted" (ko'zi ochiq) miya holatlari simulyatsiya qilingan. * Neyron zanjirlarining ekspansiyasi: Ko'rish impulslari bo'lmaganda, til bilan bog'liq neyron zanjirlari vizual zonalarni ham egallaydi. Bu jarayon tug'ma ko'rlikda maksimal darajada kechadi. * Orttirilgan ko'rlikdagi cheklovlar: Tadqiqot shuni isbotladiki, agar miya muqaddam vizual tajribaga ega bo'lgan bo'lsa, u yerda shakllangan neyron bog'lanishlar til zanjirlarining u yerga kirib borishiga to'sqinlik qiladi. Ya'ni, "eski xotiralar" yangi neyroplastiklikni cheklaydi. * Ishchi xotira mexanizmi (Reverberation): Maqolaning eng muhim xulosasi — ko'zi ojiz modelda neyron faolligi uzoqroq vaqt davomida saqlanib qolishi (reverberatsiya). Bu og'zaki ma'lumotni (so'zlarni) xotirada uzoqroq ushlab turishning bevosita sababidir. Ushbu tadqiqot miya plastikligi faqat "yo'qotishning o'rmini to'ldirish" emas, balki miya resurslaridan samarali foydalanishning funksional optimizatsiyasi ekanini ko'rsatadi. Tug'ma ko'zi ojizlikda til markazlarining vizual maydon hisobiga kengayishi — kognitiv ustunlikka (kuchli xotiraga) olib keluvchi biologik moslashuvdir. (Scientific Reports, 2019) ushbu maqola yuqorida keltirilgan 2024-yilgi tadqiqotning poydevori hisoblanadi. neyroplastiklikning mexanizmini (ya'ni bu jarayon qanday qilib hujayra darajasida sodir bo'lishini) yoritadi.

Tadqiqotda miyaning uchta yirik sohasi — Peshona (Frontal), Chakka (Temporal) va Ensa (Occipital) qismlarining

anatomik va neyrofiziologik tuzilishini aks ettiruvchi model qurilgan. Bu modelga: * So'zlarni o'zlashtirish simulyatsiyasi kiritilgan. * Ko'zi ochiqlar modelida vizual stimullar berilgan, ko'zi ojizlar modelida esa vizual kirish signallari olib tashlangan. Tadqiqot natijalarini o'rgangan holda shuni aytishmumkinki Ko'rish qobiliyati bo'lmaganda, miyaning orqa qismiga tashqaridan keladigan "shovqin" (uncorrelated sensory input) to'xtaydi. Bu esa til bilan bog'liq neyron zanjirlarining o'sha bo'sh hududlarga "o'sib kirishi" (growth into) uchun qulay sharoit yaratadi. * Xebb korrelyatsion o'rganishi: Neyronlar o'rtasidagi aloqalar "birga qo'zg'alish" natijasida mustahkamlanadi. Til jarayonlari davomida til markazlari va ko'ruv qobig'i o'rtasidagi zaif bog'lanishlar vizual qarshilik bo'lmaganligi sababli kuchayib boradi. * Ishchi xotira (Working Memory) korrelyati: Model ko'zi ojizlarda so'zlarni tanish paytida neyronlarning uzoqroq muddatli impulsli faolligini (long-lasting spiking activity) ko'rsatdi. Bu hodisa blind (ko'zi ojiz) insonlarda og'zaki ishchi xotiraning nima uchun kuchliroqligini neyrobiologik darajada tushuntiradi. * 2019-yilgi maqolada: Mualliflar mexanizmi (Xebb tamoyili va neyron zanjirlarning o'sishi) nazariy va kompyuter modeli darajasida isbotlab berganlar. * 2024-yilgi maqolada: Ular bu tushunchani kengaytirib, Erta va Kech ko'rlik o'rtasidagi farqni va "miya zaxirasi" (neural matter) qanchalik cheklovchi omil ekanligini chuqurroq o'rganganlar. "Tomasello va boshqalar (2019) ta'kidlaganidek, ko'zi ojizlarda kognitiv ustunlik (verbal xotira) miyadagi neyron zanjirlarining reverberatsiya (aks-sado) muddatining uzayishi bilan bog'liq bo'lib, bu jarayon Xebb o'rganish qonuniyatlariga bo'ysunadi". Klassik neyrolingvistikada (Broka va Vernike modellari) til markazlari chap yarim sharning chakka va peshona qismlari bilan cheklangan deb hisoblanadi. Biroq ko'zi ojizlarda til o'zlashtirilishi "Kross-modal retsessiya" hodisasini yuzaga keltiradi. Ko'ruv impulsleri yo'qligi sababli, esa qismidagi (occipital) "bo'sh" neyron maydonlari lingvistik signallarni qabul qila boshlaydi.

Olib borilgan tadqiqotlardan chiqarilgan ilmiy xulosalar hamda olingan amaliy natijalarning muhim jihatlari shundaki: 1. Neyrolingvistik natija: Til endi faqat eshitish va nutq markazlarida emas, balki miyaning vizual markazlarida ham "kodlanadi". Bu til zanjirlarining (language circuits) fizik jihatdan kengayishiga olib keladi. 2. Semantik "Mujassamlashtirish" (Embodied Semantics) muammosi

Ko'zi ochiq bolalar so'z o'rganayotganda, so'zni uning vizual obrazi bilan bog'laydi (masalan, "olma" so'zini ko'rganda vizual neyronlar qo'zg'aladi). Ko'zi ojizlarda esa bu jarayon boshqacha kechadi: * Taktil va Auditor dominantlik: Ko'zi ojizlarda so'zning semantikasi (ma'nosi) asosan ushlar (taktil) va eshitish (auditor) tajribasiga tayanadi. * Abstrakt tushunchalar: Vizual tajriba bo'lmagan holda "rang" yoki "yulduz" kabi so'zlarni o'zlashtirishda miya ko'proq assotsiativ neyron tarmoqlarini ishga soladi. Bu esa ularda tilning semantik tizimi ko'proq "abstrakt-lingvistik" xarakterga ega bo'lishini ta'minlaydi. 3. Hebbian tamoyili: "Birga qo'zg'alish – birga bog'lanish". "Neyronal reverberatsiya" (aks-sado) muddatidir. * Ko'zi ojizlar modelida neyron zanjiri (circuit) kengroq maydonni egallagan uchun, signal zanjir ichida uzoqroq aylanib yuradi. * Neyrolingvistik xulosa: Bu jarayon ko'zi

ojizlarga murakkab sintaktik tuzilmalarni (masalan, ko'p darajali ergashgan qo'shma gaplarni) xotirada ushlab turish va tahlil qilishda ustunlik beradi. Ular matnni vizual tarzda "ko'rmasalar" ham, uning strukturaviy modelini miyada uzoqroq saqlay oladilar.

Tadqiqotning dolzarbligi quyidagi ilmiy omillar bilan belgilanadi: 1. Funksional tizimlarning qayta modellashtirilishi: An'anaviy neyrolingvistik qarashlarga ko'ra, til markazlari asosan perisilvian (chakka va peshona) sohalari bilan chegaralangan. Biroq, so'nggi neyrotasvirlash (fMRI, MEG) va neyrokompüter modellashtirish natijalari ko'zi ojizlarda esa bo'lagining (occipital lobe) lingvistik jarayonlarga retsessiv integratsiyalashuvini ko'rsatmoqda. Ushbu jarayonning neyrolingvistik tahlili tilning miyadagi dinamik tabiatini tushinishda muhim ahamiyat kasb etadi. 2. Semantik mujassamlashtirish (Embodied Semantics) masalasi: Ko'zi ojizlarda til o'zlashtirilishining o'ziga xosligi shundaki, ularda tushunchalar tizimi (mental leksikon) vizual obrazlarsiz, asosan taktil va auditor stimullar asosida shakllanadi. Bu holat Xebb o'rganish tamoyili (Hebbian learning) asosida miyada yanada kengroq va mustahkam neyronal assambleyalar hosil bo'lishiga olib keladi. Mazkur jarayonni o'rganish til va tafakkur bog'liqligining yangi qirralarini ochib beradi. 3. Verbal kognitsiya va ishchi xotira samaradorligi: Ko'zi ojizlarda verbal ishchi xotira (working memory) hajmining yuqoriligi neyrolingvistik jihatdan neyronal reverberatsiya muddati bilan izohlanadi. Lingvistik signallarning kengaygan neyron zanjirlarida uzoqroq saqlanishi sintaktik murakkabliklarni qayta ishlashda kognitiv ustunlik beradi. Ushbu mexanizmi tadqiq etish nafaqat nazariy tilshunoslik, balki amaliy defektologiya va neyrorabilitatsiya uchun ham fundamental asos bo'lib xizmat qiladi. 4-jadval.

Neurology International (2018) – Tizimli sharh

Tadqiqot turi	Systematic review (PUBMED)
Nazariya	Kross-modal va multimodal plastiklik
Topilma	Oksipital qobiq boshqa sezgilarga moslashadi
Ahamiyati	Neyrorabilitatsiya uchun ilmiy asos

5-jadval.

Scientific Reports (2019) – Brain-constrained model

Mualliflar	Rosario Tomasello, Friedemann Pulvermüller
Metod	Brain-constrained neural network
Nazariy asos	Hebbian learning
Mexanizm	Neyron reverberatsiya muddati uzayishi
Xulosa	Tug'ma ko'rlikda verbal ishchi xotira kuchliroq

Xulosa va takliflar. Zamonaviy neyrolingvistikaning eng dolzarb muammolaridan biri - inson nutq faoliyatining neyrobiologik asoslarini, xususan, sensor deprivatsiya (sezgi a'zolari cheklanganligi) sharoitida tilning miyada tashkil etilish mexanizmlarini tadqiq etishdir. Ko'zi ojiz shaxslarda til o'zlashtirilishi jarayoni shunchaki muloqot vositasi shakllanishi emas, balki miyaning kross-modal neyroplastikligi natijasida yuzaga keladigan murakkab funksional qayta qurilish hodisasidir.

Xulosa qilib aytganda, ko'zi ojizlarda til o'zlashtirilishining neyrolingvistik tahlili inson miyasining kognitiv zaxiralarini aniqlash hamda tilning biologik va ijtimoiy tabiatini yagona tizim sifatida o'rganish imkonini beradi. Bu esa o'z navbatida, o'zbek neyrolingvistikasini jahon ilm-fani talablari darajasida rivojlantirish uchun xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Bedny, M., Pascual-Leone, A., et al. (2011). Language processing in the occipital cortex of congenitally blind adults.
2. Amedi, A., et al. (2003–2010). Visual cortex activation during Braille reading and verbal memory tasks.
3. Pascual-Leone, A., et al. (2005). Rapid cortical reorganization following short-term visual deprivation.
4. Silva, R., Farias, T., Marinho, V., Teixeira, S., et al. (2018). Neuroplasticity in visual impairment: A systematic review. *Neurology International*, 10(1), 7326.
5. Tomasello, R., Pulvermüller, F., et al. (2019). Brain-constrained neural model of language and working memory. *Scientific Reports*.