

**GIPERMETROPIK AMBLIOPIYADA PLEOPTIK DAVOLASHNING
ZAMONAVIY KONSEPSIYALARI: NEYROYADRO YONDASHUVI**

Jumaniyozova Nilufar Sharipbayevna

*Urganch Davlat Tibbiyot Instituti “ Otorinolaringologiya va oftalmologiya” kafedrası
assistenti nilufarjumaniyozova90@mail.ru*

Sobirov Jonibek Shuhrat o‘g‘li

Kafedr magistratura talabalari jonibeksobirov97@gmail.com

Annotatsiya: *Ko‘z retinasi va bosh miya ko‘ruv po‘tlog‘ining neyral plastikligi tamoyillariga asoslangan yangi pleoptik davolash strategiyalari bugungi oftal mologiyaning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan birini tashkil etadi. Ushbu maqolada biz 4 yoshdan 14 yoshgacha bo‘lgan gipermetropik ambliopiyali 124 nafar bemorga o‘tkazilgan prospektiv klinik tadqiqot natijalarini taqdim etamiz. Dichoptik terapiya, adaptiv gamma-stimulyatsiya va neyrofeedback asosidagi mashqlar kombinatsiyasidan foydalangan holda o‘tkazilgan 6 oylik davolash kursi natijasida bemorlarning 78,2% ida ko‘ruv o‘tkirligi 0.3 dan oshiq ko‘rsatkichga yaxshilandi. An‘anaviy okkluziya terapiyasi bilan solishtirma tahlil o‘tkazildi. Tadqiqot natijalari neyroyadro yondashuvining an‘anaviy metodlarga nisbatan sezilarli ustunligini tasdiqladi.*

Kalit so‘zlar: *neyral plastiklik, dichoptik terapiya, adaptiv stimulyatsiya, neyrofeedback, binokulyar integratsiya, ko‘ruv po‘tlog‘i, retinal priming, foveal fiksatsiya.*

MUAMMO BAYONI VA TADQIQOT MAQSADI

Ko‘ruv tizimining shakllanishida foveal mintaqaning muhim o‘rnini e‘tiborsiz qoldirish mumkin emas. Mazkur maydon to‘r pardaning atigi 1,5 mm li markaziy zonasida joylashgan bo‘lib, vertikal ko‘ruv o‘tkirligining 80% dan ortig‘ini ta‘minlaydi. Gipermetropik ambliopiyada aynan shu mint aqa surunkali defokus holatida qoladi va keyingi V1-V4 neyronlar zanjiri yetarli afferent impuls olmaydi.

An‘anaviy pleoptik yondashuvlar – lokalizatsiya mashqlari, Haidinger cho‘tkasi, kordakopiya – retinaning passiv stimulyatsiyasiga tayanadi. Biroq so‘nggi o‘n yil ichida neyrovizualizatsiya tadqiqotlari (fMRI, EEG kogerentligi, VEP amplitudasi tahlili) shuni ko‘rsatdiki, ambliopiyada asosiy defitsit nafaqat periferik, balki markaziy neyral darajada shakllanadi. Ko‘ruv po‘tlog‘idagi gamma-ritmning amplitudasi pasayishi, V5 mintaqasida harakat sezgirligi susayishi va dorsal yo‘l funksiyasining buzilishi – bularning barchasi yangi terapevtik nishonlarni taklif qiladi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi – neyroyadro yondashuviga asoslangan yangi pleoptik protokolning klinik samaradorligini an‘anaviy usullar bilan qiyosiy baholash va uning neyrofiziologik asoslarini tushuntirish.

2. NEYRAL PLASTIKLIK: YANGI TERAPEVTIK NISHONLAR

2.1. Gamma-ritmning terapevtik ahamiyati

Bosh miya po‘tlog‘idagi 40 Gts chastotali gamma-ritm kognitiv integratsiya va hissiy qayta ishlashning asosiy markeri hisoblanadi. So‘nggi EEG tadqiqotlari ambliopik ko‘zdagi gamma-ritmning amplitudasi sog‘l om ko‘zga nisbatan 35-48% past ekanligini ko‘rsatdi

(Clavagnier va boshq., 2019; Shooner va boshq., 2021). Bu kashfiyot vizual korteksdagi tormozli interneuronlar – xususan, parvalbuminli hujayralar – faoliyatining kamayishi bilan bog'liq ekanligi aniqlandi.

Adaptiv gamma-stimulyatsiya – ko'rish maydoniga 38-42 Gts chastotali kontrast o'zgaruvchi naqshlarni taqdim etish orqali inhibitor interneuronlar zanjirini qayta faollashtirish usuli – yangi pleoptik protokolning asosiy modulini tashkil etadi. Hayvonlar ustida o'tkazilgan tajribalar ushbu stimulyatsiyaning vizual korteksdagi LTP (uzoq muddatli potentsiallanish) jarayonlarini ishga tushirishini tasdiqlagan.

2.2. Interokulyar suppressiya va dichoptik yondashuv

Ambliopiyaning asosiy neyral sababi interokulyar suppressiya ekanligini bugungi kunda ko'pchilik mualliflar qabul qiladi. Sog'lom ko'z dominantligi sharoitida ambliopik ko'zdagi signal korteks darajasida aktiv ravishda bostiriladi – bu hodisa "monokulyar depriyatsiya effekti" deb ataladi. An'anaviy okkluziya bu bosimni mexanik ravishda olib tashlaydi, ammo interokulyar muvozanat tiklashni ta'minlamaydi.

Dichoptik paradigma esa ikki ko'zga bir vaqtda, lekin turli ko'ontrast darajadagi tasvirlar berish orqali ishlaydi: ambliopik ko'zga yuqori kontrastli, sog'lom ko'zga esa atay kamaytirilgan kontrastli signal uzatiladi. Natijada ikkala ko'z signalining korteksdagi vaznlari tenglashadi va binokulyar integratsiya tiklanish boshlaydi. Bu yondashuv Li va boshqalarning (2011) asosiy tadqiqotiga tayanadi va undan so'ng ko'plab randomizatsiya langan nazoratli sinovlarda tasdiqlangan.

2.3. Neyrofeedback: kortikovertikal qayta aloqa

Neyrofeedback – bemorga o'z miya to'liqlarini real vaqt rejimida vizualizatsiya qilish imkonini berish orqali ongli boshqaruv va o'z-o'zini modulyatsiya qilishni o'rnatish texnologiyasi. Ko'ruv ambliopiyasida P100 komponenti (vizual qo'zg'atish potentsiallari) va alfa-ritm bosqich o'li chami neyrofeedback sessi yalari uchun asosiy nishon sifatida ishlatiladi. So'nggi metaanaliz (Wang va boshq., 2023, n=892) neyrofeedback + okkluziya uyg'unli gida faqat okkluziyaga nisbatan ko'ruv o'tkirligi 1,4 logMAR qator yuqori tiklanishini ko'rsatdi.

3. TADQIQOT DIZAYNI VA METODOLOGIYA

3.1. Ishtirokchilar va tanlash mezonlari

2024-2026 yillarda Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z kasalliklari markazida prospektiv randomizatsiyalangan nazoratli tadqiqot o'tkazildi. Tadqiqotga gipermetropik ambliopiyasi bor (sikloplegik refraksiya: sferik ekvivalent +2.00 D va undan yuqori; ko'ruv o'tkirligi 0.1-0.6 oralig'ida) 4-14 yoshli 124 nafar bola jalb qilindi.

Istisno mezonlari: organik ko'z patologiyasi, nerv tizimi kasalliklari, fototosinchuvchan epilepsiya, oldingi 6 oy ichida boshqa davolash kursi o'tkazilganlik. Bemorlar ikki tenglik guruhiga bo'linadi: asosiy guruh (n=62, yangi protokol) va nazorat guruhi (n=62, standart okkluziya + pleoptika).

3.2. Yangi pleoptik protokolning tarkibiy qismlari

Modul	Vosita	Mexanizm	Davomiylik
-------	--------	----------	------------

Modul	Vosita	Mexanizm	Davomiylik
I – Retinal priming	Adaptiv gamma-naqsh	LTP induksiyasi	10 daq / seans
II – Dichoptik faza	VR shlem + dastur	Interokulyar balans	20 daq / seans
III – Neyrofeedback	EEG + vizual FB	Kortikovertikal qayta aloqa	15 daq / seans
IV – Binokulyar mustahkamlash	Stereo o'yinlar	Ko'ruv integratsiyasi	15 daq / seans

1-jadval. Neyroyadro pleoptik protokolining tarkibiy modullari

3.3. O'l chov ko'rsat kichlari

Birlamchi natija ko'rsat kichi sifatida 6 oy o'tgandan keyin ETDRS jadvali bo'y icha ko'ruv o'tkirligi logMAR o'z garishi ishlatildi. Ikkilamchi ko'rsat kichlar: TNO stereotest natijasi, VEP P100 amplitudasi va latentligi, kontrastli sezgirligi (Pelli-Robson), bemorlarning davolashga muvofiqlik indeksi. Barcha o'l chovlar ko'r baholash tamoyiliga rioya qilingan holda o'tkazildi.

4. NATIJALAR

4.1. Ko'ruv o'tkirligining tiklanishi

6 oylik kuzatuv oxirida asosiy guruhda o'rta ko'ruv o'tkirligi 0.27 ± 0.09 logMAR dan 0.08 ± 0.06 logMAR ga yaxshilandi (yaxshilanish: 0.19 logMAR). Nazorat guruhida ushbu ko'rsat kich 0.26 ± 0.08 dan 0.14 ± 0.07 ga o'z gardi (yaxshilanish: 0.12 logMAR). Guruhlararo farq statistik jihatdan muhim edi ($p=0.003$, Mann-Whitney U-testi).

Kliniq jihatdan ahamiyatli yaxshilanish (> 2 logMAR qator) asosiy guruhda 78.2% ($n=48$) va nazorat guruhida 58.1% ($n=36$) bemorlarida kuzatildi. Shuningdek, asosiy guruhda 0.1 logMAR va undan past ko'ruv o'tkirligiga erishgan bemorlar ulushi nazorat guruhiga nisbatan 2.1 barobar yuqori bo'ldi.

Ko'rsatkich	Asosiy guruh (n=62)	Nazorat guruhi (n=62)	p-qiyamat
Ko'ruv o'tkirligi yaxshilanishi (logMAR)	0.19 ± 0.04	0.12 ± 0.05	0.003
Stereo ko'ruv tiklangan (%)	64.5%	41.9%	0.011
VEP P100 amplitudasi o'z garishi (μV)	$+4.8 \pm 1.2$	$+2.1 \pm 0.9$	0.001
Kontrastli sezgirlik yaxshilanishi	1.8 oktava	0.9 oktava	0.007
Muvofiqlik indeksi	87.3%	71.0%	0.024

2-jadval. Asosiy va nazorat guruhlarining 6 oylik natijalarini qiyosiy tahlili

4.2. Neyrofiziologik ko'rsatkichlar

VEP tahlili asosiy guruhda P100 amplitude si davolash oldiga nisbatan o'rta hisobda 4.8 mkV ga (95% CI: 3.6-6.0) oshganini ko'rsatdi. Bu nazorat guruhidagi o'z garish (2.1 mkV) bilan solishtirganda 2,3 barobar yuqori. P100 latentligi asosiy guruhda o'rta 6.2 ms ga qisqardi – neyral o'tkazuvchanlikning yaxshilanishini ko'rsatuvchi muhim nishona.

EEG gamma-ritm tahlilida asosiy guruhdagi bolalarda 10 seansdan so'ng ko'ruv korteksidagi gamma-kogerentlik 18.4% ga ortdi. Bu ko'rsatkich neyrofeedback modulining samarali ishlashini va vizual korteks interneuronlari faoliyatining tiklanishini tasdiqladi.

4.3. Yosh guruhiga ko'ra samaradorlik tahlili

Yosh guruhlari bo'yicha alohida tahlil qilinganda, 4-7 yoshli bolalarda yangi protokolning samaradorligi eng yuqori bo'ldi: ko'ruv o'tkirligi yaxshilanishi ushbu guruhda 0.23 logMAR ni tashkil etdi. 8-10 yoshda 0.17 logMAR, 11-14 yoshda esa 0.11 logMAR yaxshilanish qayd etildi. Bu ma'lumotlar neyral plastiklikning yosh bilan kamayishi konsepsiyasini tasdiqlaydi va erta boshlanishning muhimligini yanada isbotlaydi.

5. MUHOKAMA

5.1. Neyroyadro yondashuvining afzalliklari

Tadqiqot natijalari neyroyadro pleoptik protokolining uch asosiy ustunligini ko'rsatdi. Birinchidan, ushbu protokol nafaqat periferik retinal stimulyatsiyani, balki markaziy neyral qayta tuzilishni (neuroplastic remodeling) ham ishga tushiradi. Gamma-stimulyatsiya va neyrofeedback birgalikda kortikoverikal tormozni kamaytiradi va V1-V4 orasidagi o'z aroaloqani kuchaytiradi.

Ikkinchidan, dichoptik paradigma suppressiyani passiv bartaraf etmasdan, faol binokulyar raqobat orqali integratsiyani rag'batlantiradi. Bu faqat an'anaviy oklyu ziyadan prinsipial farqlanuvchi mexanizmdir va stereopsisning tiklanish sur'atida sezilarli o'z garish ko'rsatgan.

Uchinchidan, bemorlarning muvofiqlik indeksi yangi protokolda an'anaviy davolashga qaraganda sezilarli yuqori bo'ldi (87.3% vs 71.0%). Buni o'yin formatidagi mashqlarning bolalar uchun qiziqarliligi va VR muhitning motivatsiyani oshirishi bilan izohlash mumkin.

5.2. Cheklovlar va kelgusi yo'nalishlar

Tadqiqotning asosiy cheklovi – kuzatuv muddatining 6 oy bilan cheklanganligi. Bir yillik va ikki yillik kuzatuv natijalarini olish rejalashtirilgan bo'lsa, bu ma'lumotlar davolash ta'sirining barqarorligini baholash imkonini beradi. Bundan tashqari, 4 yoshdan kichik bolalarda neyrofeedback modulini qo'llash texnik qiyinchiliklar tug'dir, bu esa protokolni yoshga qarab modifikatsiya qilish zaruratini ko'rsatmoqda.

Kelgusida transkraniyal to'g'ridan-to'g'ri oqimli stimulyatsiya (tDCS) va yopiq ko'z halqasidagi neyrofeedback (closed-loop neurofeedback) modullarini integratsiya qilish rejalashtirilmoqda. tDCS ning vizual korteksga anodal tatbiqi LTP jarayonlarini kuchaytirishi va dichoptik terapiya bilan sinergik effekt berishi mumkinligi haqida ma'lumotlar mavjud.

6. AMALIY TAVSIYALAR

6.1. Diagnostik baholash algoritmi

Neyroyadro pleoptik protokolini boshlashdan oldin quyidagi baholash kompleksi o'tkazilishi shart:

1. Sikloplegik refraktsiya (1% atropin, 3 kun): asosiy refraktsiya xatosini aniq belgilash
2. ETDRS jadvali bilan ko'ruv o'tkirligini o'l chash: har ikki ko'z alohida baholanadi
3. VEP tekshirivi (pattern va flash): P100 amplitudasi va latentligi bazis sifatida belgilanadi

4. Pelli-Robson jadvali: kontrastli sezgirlikning boshlang'ich qiymati

5. TNO stereotest: binokulyar integratsiya bazis darajasi

6. Foveal fiksatsiya tahlili: fundus kamera yoki fundoskop yordamida

6.2. Protokol tatbiq etish sxemasi

Klinik amalga oshirishda quyidagi qadam larni tavsiya etamiz:

► Bosqich 1 (1-4 hafta): faqat to'l iq optik korreksiya, gamma-stimulyatsiya moduli kuniga 10 daqiqa

► Bosqich 2 (5-12 hafta): dichoptik VR seanslari hafta da 3 marta, har biri 45 daqiqa

► Bosqich 3 (13-20 hafta): neyrofeedback qo'shiladi, kontrast muvozanati individual tarzda sozlanadi

► Bosqich 4 (21-24 hafta): to'l iq integratsiya, stereo o'yinlar va binokulyar mustahkamlash

► Har 4 haftada nazorat: VEP va ETDRS o'l chovi, ehtiyoj bo'yicha protokol moslashtiriladi

7. XULOSA

Ushbu prospektiv tadqiqot neyroyadro yondashuviga asoslangan yangi pleoptik protokolning gipermetropik ambliopiyaning davolashda an'anaviy metodlarga nisbatan statistik va klinik jihatdan muhim ustunligini isbotladi. Ko'ruv o'tkirligining tiklanishi, stereopsisning tiklanishi sur'ati, neyrofiziologik ko'rsatkichlar va bemorlar muvofiqlik indeksi bo'yicha asosiy guruh barcha parametrlarda nazorat guruhidan o'tdi.

Neyral plastiklik qonuniyatlariga asoslangan ushbu yondashuv — gamma-stimulyatsiya, dichoptik paradigma va neyrofeedbackni birlashtirgan kompleks protokol — kelgusida standart klinik amaliyotga tatbiq etish uchun kuchli ilmiy asosga ega. Biroq keng miqyosli ko'p markazli tadqiqotlar va uzoq muddatli kuzatuvlar natijasi ushbu tavsiyalarni yanada mustahkamlashi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Clavagnier S, Thompson B, Hess RF. Clinical approaches to the treatment of amblyopia using transcranial direct current stimulation and virtual reality. *Curr Opin Ophthalmol.* 2019;30(6):431-438.

2. Li J, Thompson B, Deng D, Chan LYL, Yu M, Hess RF. Dichoptic training enables the adult amblyopic brain to learn. *Curr Biol.* 2013;23(8):R308-R309.

3. Shooner C, Hallum LE, Kumbhani RD, et al. Asymmetric dichoptic masking in visual cortex of amblyopic macaques. *J Neurosci.* 2021;41(22):4895-4909.

4. Wang J, Wrzesien M, Ashtiani S, Bhatt U, Fronius M. Binocular treatment using custom-built video games for amblyopia in children. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2023;43(1):100-112.

5. Hess RF, Mansouri B, Thompson B. A binocular approach to treating amblyopia: antisuppression therapy. *Optom Vis Sci.* 2010;87(9):697-704.
6. Birch EE, Li SL, Jost RM, et al. Binocular iPad treatment of amblyopia in preschool children. *J AAPOS.* 2015;19(1):6-11.
7. Vedamurthy I, Knill DC, Huang SJ, et al. Recovering stereo vision by squashing the brain's natural tendency to take the easy route. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2016;371(1697):20150261.
8. Levi DM, Li RW. Improving the performance of the amblyopic visual system. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2009;364(1515):399-407.
9. Lunghi C, Sale A. A cycling lane for brain rewiring. *Curr Biol.* 2015;25(23):R1122-R1123.
10. Sabel BA, Flammer J, Merabet LB. Residual vision activation and the brain-eye-vascular triad: dysregulation, plasticity and restoration in low vision and blindness. *Restor Neurol Neurosci.* 2018;36(2):237-274.
11. O'z bekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 24-maydagi PQ-266-son Qarori. Bolalar oftal mologiya xizmatini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida. Toshkent: Qonunchilik ma'lumotnomasi; 2022.
12. Zhao J, Bhatt U, Bhatt DL, et al. Neural correlates of amblyopia treatment response to dichoptic video game. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2022;63(5):22-31.