

# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

*Əlyazması hüququnda*

## **GÖRMƏ ANALİZATORUNUN PLASTİKLİYİNİN NEYROMODULYASIYASININ ENDOGEN MEXANİZMLƏRİ**

İxtisas: 2411.01-İnsan və heyvan fiziologiyası

Elm sahəsi: Biologiya

İddiaçı : **Fidan İlqar qızı Qəniyeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün  
təqdim edilmiş dissertasiyanın

### **AVTOREFERATI**

**BAKI – 2022**

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun "Neyrofiziologiya" və "İntegrativ fəaliyyətin molekulyar əsasları" laboratoriyalarında yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbər:

AMEA-nın müxbir üzvü, Əməkdar elm xadimi, biologiya elmləri doktoru, professor

**Arif Məmməd oğlu Məmmədov**

Rəsmi opponentlər:

biologiya elmləri doktoru, professor  
**Ədalət Nurulla oğlu Fərəcov**

biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
**Arzu Yelmar oğlu Baxşaliev**

biologiya üzrə fəlsəfə doktoru  
**Natəvan Yadulla qızı Kərəmova**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının AMEA-nın akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD1.08 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:

biologiya elmləri doktoru, professor  
**Ulduz Fayzi qızı Həşimova**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:

biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
**Yeganə Qqtay qızı Bayramova**

Elmi seminarın sədri:

fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor  
**Əhməd Məhəmməd oğlu Hacıyev**

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

*Mövzunun aktuallığı.* Məlumdur ki, müasir neyrofiziologiyanın aktual problemlərindən biri sinir proseslərinin plastikliyidir, daha dəqiq desək, sinir sisteminin optimal struktur-funksional yenidən qurulması yolu ilə adaptasiya olunması qabiliyyətidir<sup>1,2,3</sup>. Beynin monoaminergik (MA-ergik) təbiətli neyromodulyator sistemi plastikliyin tənzimlənməsinin endogen mexanizmlərinin vacib komponentlərindən biri kimi qəbul edilmişdir. Müasir dövrə qədər ədəbiyyatda neyronların plastikliyinin və neyronlararası əlaqələrin tənzimlənməsində MA-ergik neyrotransmissiyanın iştirakının hüceyrə və sistem mexanizmlərinin xüsusiyyətlərinə aid çoxlu sayda eksperimental materiallar toplanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, sinir proseslərinin plastik təchizat mexanizmlərində MA-ergik neyronların iştirakı onların iono və metabotropik təsirləri ilə şərtlənir.

Müzakirə olunan problem çərçivəsində MA-ergik neyronların diffuz edərək paylanmış terminallar şəbəkəsi yaratmaq yolu ilə baş beynin bütün strukturlarını sinirləndirməsi faktı da xüsusi maraq doğurur. Paylanmış terminal şəbəkənin mövcudluğu bu neyronların sinir proseslərinin geniş spektrində iştirakına dəlalət edir, daha dəqiq desək, onlar öz təbiətlərinə görə çox funksiyalıdır.

Bundan başqa, bu fakt şübhəsiz ki, beyinin müxtəlif strukturlarının müştərək fəaliyyətinin tənzimlənməsi mexanizmlərində onların vacib rol oynadığını göstərir. Aydın olur ki, sinir proseslərinin fəza təşkili fenomeni əsasında MA-ergik neyrotransmissiyanın təşkilinin morfoloji xüsusiyyətləri onların

---

<sup>1</sup> Романчук, Н.П., Пятин, В.Ф., Волобуев. А.Н. Нейропластичность: Современные методы управления // – Москва, Здоровье и образование в XXI веке, , – 2016. №9, – с.92-94.

<sup>2</sup> Харченко, Е.П., Тельнова, М.Н. Пластичность мозга: ограничения и возможности //– Москва, Ж. невро. и психиатрии, – 2017.т. 1, №2, – с.8-13.

<sup>3</sup> Живолупов, С.А. Самарцев, И.Н. Нейропластичность: патофизиологические аспекты и возможности терапевтической модуляции // – Москва: Ж.невро. и психиатрии,– 2009.т.109, №4, – с. 78-85.

plastiklik mexanizmlərində rolunun tədqiq olunmasının zəruriliyini nümayiş etdirir<sup>4</sup>. Bəzi səbəblərə görə bu sahənin eksperimental tədqiqi üçün sensor sistem, o cümlədən beynin görmə sistemi daha münasib modeldir. Belə ki, son illərdə görmə sistemində plastikliyinin tədqiqi geniş vüsət alaraq neyrofiziologiya, neyropatologiya və psixofiziologiya baxımından yalnız nəzəri maraq deyil, eyni zamanda görmə funksiyalarının optimallaşması üsullarının məqsədyönlü axtarışına kömək etdiyinə görə mühüm tətbiqi əhəmiyyət kəsb etməsidir<sup>5</sup> Müasir tədqiqat metodlarının təkmilləşməsi sayəsində əldə edilən uğurlara baxmayaraq, bu problemin bəzi aspektləri hələdə eksperimental axtarışların aparılmasını tələb edir. Digər tərəfdən, eksperimental tədqiqatların nəticələri bir daha sübut edir ki, görmə analizatoru sisteminin müxtəlif səviyyələrində baş verən dinamik dəyişikliklər yalnız onun hüceyrə təşkilinin morfofunksional xüsusiyyətləri ilə deyil, eyni zamanda beynin müxtəlif qeyri-spesifik tənzimləyici mərkəzlərinin fəallaşması ilə əlaqədardır<sup>6</sup>. MA-ergik sistemlə görmə analizatorunun nəinki mərkəzi, həm də periferik strukturları arasında ikitərəfli sıx əlaqələr müəyyən edilmişdir. Məhz buna görə də görmə analizatorunun funksional tənzimlənməsində neyromodulyator mərkəzlərin iştirakının mexanizm və qanunauyğunluqlarının tədqiqi son illər müasir neyrofiziologiyanın və neyropatologiyanın əsas problemlərindən birinə çevrilmişdir. Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq, təqdim olunan dissertasiya işi görmə analizatorunun eksperimental patologiyası şəraitində

---

<sup>4</sup> Freitas, R.L. Serotonergic neurotransmission in the dorsal raphe nucleus recruits in situ 5-HT(2A/2C) receptors to modulate the postictal antinociception //– New York, Exp. Neurol., –2008. vol.213, №2, –p. 410-418.

<sup>5</sup> Yokogawa, T, Hannan, M.C., Burgess, H.A. The dorsal raphe modulates sensory responsiveness during arousal in zebrafish//– Washington, J.Neuroscience,–2012. vol.32, №43.–p. 15205-15215.

<sup>6</sup> Miryusifova, Ch.M. Role of serotonin and noradrenalin in mechanisms of hypothalamic regulation of experimental dystrophy of the retina /Ch. M. Miryusifova, S.I. Mohammadova, A .A. Azizov [et al.]// SAJEB: –Hamelmallo: – 2015.vol.5, №4, –p. 137-142.

yanmış disfunksiyanın korreksiyasında MA-ergik neyromodulyator sisteminin görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarının plastik xüsusiyyətlərində iştirakının neyrofizioloji mexanizmlərinin müqayisəli tədqiqinə həsr olunmuşdur.

***Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri.*** Təqdim olunan dissertasiya işinin əsas məqsədi torlu qişanın eksperimental distrofiyası (ED) şəraitində yaranmış disfunksiyanın korreksiyasında MA-ergik neyromodulyator sistemin serotoninerjik (5-HT-ergik) və noradrenergik (NA-ergik) komponentlərinin görmə analizatorunun plastiklik xüsusiyyətlərində iştirakının neyrofizioloji mexanizmlərinin tədqiq olunmasıdır. Bu məqsədə nail olmaq üçün görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarında elektroenseofaloqramın (EEQ) spektral-koherent analizi metodlarından istifadə olunmuşdur.

Bu məqsədin həyata keçirilməsi üçün aşağıdakı tədqiqat işləri icra edilmişdir:

1. Görmə analizator sisteminin mərkəzi strukturlarında və neyromodulyator mərkəzlərində (nucleus raphe-nR, locus coeruleus- LC) normada və sensor stimulyasiya zamanı EEQ-nin fəza təşkilinin xüsusiyyətlərinin spektral və koherent analizi.

2. Torlu qişanın eksperimental patologiyası şəraitində görmə analizatorunda baş verən strukturlararası əlaqələrin yenidən təşkilinin dinamik xüsusiyyətlərinin tədqiqi.

3. Eksperimental patologiya şəraitində neyromodulyator mərkəzlərin (nR, LC) elektrik stimulyasiyasının görmə analizatorunun plastik xüsusiyyətlərinə təsirinin müqayisəli analizi.

4. Alınan nəticələrə və MA-ergik neyronların sinaptik əlaqələri, ultrastruktur təşkili haqqında olan mövcud məlumatlara əsaslanaraq beynin görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarının plastikliyinin endogen mexanizmlərinin tənzimlənməsində MA-ergik təbiətli neyromodulyator sistemlərin rolu haqqında təsəvvürlərin formalaşdırılması.

***Tədqiqatın elmi yeniliyi.*** Dissertasiya işində beynin müxtəlif neyromodulyator sistemləri ilə modulyasiya olunan sinir proseslərinin elektrik fəaliyyətinin fəza təşkili anlayışına yeni yanaşma həyata keçirilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində ilk

dəfə olaraq göstərilmişdir ki, görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarının elektrik fəaliyyətinin koherent əlaqələri və spektral tərkibi kimi göstəricilərin normallaşması funksional pozulmaların inkişafı zamanı kompensator proseslərinin inkişaf xüsusiyyətlərinin analizi üçün yetərli meyar ola bilər. Torlu qişanın ED modelində EEG-nin spektral-koherent analizi metodu ilə beynin görmə sisteminin mərkəzi strukturlarının plastikliyinin tənzimlənməsində 5-HT- və NA-ergik neyromodulyator sistemlərinin diferensial rolu müəyyən olunmuşdur.

***Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.*** Tədqiqat işində istifadə olunan beynin elektrik fəaliyyətinin analizinə yanaşma funksional pozulmaların inkişafı zamanı EEG-nin fəza xüsusiyyətlərini aşkar etməyə imkan verir. Bu xüsusiyyət itirilmiş funksiyaların kompensasiyası üçün beynin plastik imkanlarının inkişafının dinamikasının tənzimlənməsində MA-ergik neyromodulyator mərkəzlərinin istifadəsi zamanı xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Aparılmış tədqiqatdan alınmış dəlillər əsasında MSS-nin görmə analizatorunun periferik və mərkəzi strukturlarının funksional plastikliyinin tənzimlənməsində MA-ergik neyromodulyator sistemlərinin müxtəlif komponentlərinin iştirakının neyrofizioloji aspektləri dəqiqləşdirilir və gələcəkdə oftalmologiya sahəsində endogen neyromodulyasiya prinsiplərinin tətbiqi imkanlarını əhəmiyyətli dərəcədə artırır.

#### **Müdafiəyə çıxarılan müddəalar:**

1. İntakt dovşanların görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarının EEG dalğalarının fəza təşkili həmin analizator üçün səciyyəvi olan sabit sinxronlaşma nümunələrini formalaşdırır. Analizatorun periferiyasında patologiyanın formalaşması mərkəzi strukturlar arasında koherent əlaqələrin yenidən qurulmasına və onların fəza təşkilinin pozulmasına səbəb olur.

2. MA-ergik təbiətli neyromodulyator mərkəzlərin aktivləşməsi və bu fəallıq nəticəsində meydana gələn müxtəlif tərkibli elektrik prosesləri nR-in təsiri ilə delta tezlikləri sahəsində, LC-nin təsiri altında isə teta və alfa tezlikləri sahəsində EEG potensiallarının koherent (Coh.) əlaqələrinin səviyyəsinin dəyişməsi ilə korrelyasiya olunur. Bu zaman beynin neyromodulyator

mərkəzlərinin elektrik stimullaşmasının təsirindən sonrakı mərhələdə həmin mərkəzlərin səciyyəvi təsirləri meydana çıxır.

3. LC-dən fərqli olaraq nR-in stimulyasiyası görmə sisteminin disfunksiyası şəraitində görmə analizatorunun strukturlarının EEG dalğalarının sinxronlaşmasına modulyasiyaedici kompleks təsir göstərərək Coh. əlaqələrin paylanması ümumi mənzərəsini fon aktivliyi göstəricilərinə yaxınlaşdırır. Bu zaman müşahidə olunan elektrotretinoqramın (ERQ) yekun amplitudunun artması beynin 5-HT-ergik sistemlərinin təsiri altında endogen kompensator proseslərinin fəallaşmasını birmənalı şəkildə nümayiş etdirir.

### **Aprobasiya və tətbiq.**

Dissertasiya işinin mühim nəticələri, elmi yeniliyi və əsas müddəaları “XIV International Conference on Biology and Medical Sciences” (Vienna, 2017), “II International Science Conference General question of world science” (Amsterdam, 2017) konfransında, “Научные изыскания современности: проблемы и решения” (Иваново, 2018) I Beynəlxalq elmi-praktiki konfransda, “Z.Əliyevanın 95 illiyinə həsr olunmuş elmi konfransda” (Bakı, 2018), “Актуальные тренды и перспективы развития науки, техники, технологий” (Белгород, 2019) konfransında, “Advances in Science and Technology” (Москва, 2019) XVIII Beynəlxalq konfransda, ATU-nun İnsan anatomiyası və tibbi terminologiya kafedrasının yaradılmasının 100 illiyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi-praktiki konfransında (Bakı, 2019), “Təbabətin aktual problemləri 2021” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktiki konqresdə (Bakı, 2021) müzakirə edilmişdir.

**Yerinə yetirilən təşkilatın adı.** AMEA-nın akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun “Neyrofiziologiya” və “İntegrativ fəaliyyətin molekulyar əsasları” laboratoriyaları.

### **Dissertasiya materiallarının nəşri.**

Dissertasiya işinin materiallarına dair 7 məqalə (6-sı xaricdə) və 9 tezis (5-i xaricdə) nəşr olunmuşdur.

### **Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.**

Dissertasiya işi 200000 işarədən ibarətdir, 21 qrafiklə, 2 şəkillə illüstrasiya olunmuşdur. Dissertasiya giriş (9500 işarə), ədəbiyyat icmalı (70000 işarə), tədqiqat materialları və metodları

(12000 işarə), şəxsi tədqiqatların nəticələri və onların müzakirəsi (106000 işarə), nəticələr (2500 işarə), 172 adda (52-si rus, 120-si ingilis dillərində olmaqla) ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

## **TƏDQIQATLARIN MATERIAL VƏ METODLARI**

Tədqiqat işi bütün təcrübə mərhələlərində standart vivari şəraitində saxlanılmış 38 cinsi cəhətdən yetkin erkək ada dovşanlar üzərində aparılmışdır. Bütün elektrofizioloji tədqiqatlar təcrübə (2010/63/EU) heyvanları ilə Avropa Konvensiyasının ümumi qəbul edilmiş beynəlxalq prinsiplərinə uyğun olaraq humanist rəftar edilməklə aparılmışdır. Makroelektrodların skalpinqi və implantasiyası əməliyyatı nembutal anesteziya (35 mq/kg) və lokal anesteziya (0,5% novokain məhlulu) altında aparılıb. Beynin qabıq (17-ci sahə) və qabıqaltı strukturlarına (BDC, DYQ, şırım nüvələri - nR, mavi ləkə -LC) nixrom elektrodlar yerləşdirilmişdir.

Torlu qişada ED yaratmaq məqsədi ilə 2,0%-li monoyodsirkə turşusundan (MYST) istifadə edilmişdir. Kontrol və eksperimental heyvanların tədqiq olunan beyin strukturlarında monoaminlərin miqdarı fluorimetrik üsuldən istifadə edilərək təyin edilmişdir. Alınan nəticələrin statistik analizi Styudentin t-kriteriyası əsasında aparılmışdır.

Tədqiq olunan strukturların EEQ potensialının işlənməsi və təhlili üçün spektral-koherent analiz metodu, törədilmiş poensialı (TP) təhlil etmək üçün **BRAINSYS** sisteminə görə proqramla yanaşı sinxron toplama metodundan istifadə edilmişdir. Coh. əmsalları standart EEQ diapazonları ilə hesablanmışdır. **ANOVA** proqram paketindən istifadə edilərək EEQ göstəricilərinin qrupdaxili və qruplararası müqayisələrinin etibarlılığı müəyyən edilmişdir.



## TƏDQIQATLARIN NƏTİCƏLƏRİ VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

İlk növbədə beynin görmə analizator və neyromodulyasiya mərkəzləri strukturlarının EEG spektral tərkibinin xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, görmə analizatoru strukturlarının normal EEG-nin (EEQ fonu) xarakterik xüsusiyyətlərindən biri də spektral tərkibindəki fərqlə müəyyən edilən ləng potensialların konfigurasiyasının dəyişməsidir. Tədqiq olunan strukturlarda EEG yazılarının ilk baxışda birbirinə çox oxşar olmasına baxmayaraq, korrelyativ-spektral analizin nəticələrindən görüldüyü kimi, onların spektral tərkibində nəzərə çarpan fərqlər vardır. Bu fərqlər əsasən EEG dalğalarının intensivliyində və dalğa tezliyi dominantlığı spektrinin amplitudunda müşahidə edilir. Hər şeydən əvvəl qeyd etmək lazımdır ki, cüzi fərqlərə malik olan analizator strukturlarının ümumi potensiallarının spektral xüsusiyyətlərinin maksimal səviyyəsi əsasən EEG-nin delta və teta tezlikləri diapozonunda cəmləşir. Fərqlər əsasən tədqiq etdiyimiz EEG amplitudasının zirvə spektral səviyyəsində nəzərə çarpır. Görmə qabığı (GQ) spektri amplitudasının maksimal intensivliyi 2-3 Hs və 5-6 Hs tezliklərdə paylanması ilə xarakterizə olunduğu və bir qayda olaraq, EEG-nin delta ritminin üstünlük təşkil etdiyi aşkara çıxarıldı. Analoji mənzərə qabıqaltı strukturlarda müşahidə olunur ki, bu da dördtəpəli cismin yuxarı qabarlarının (DYQ) potensialları üçün maksimal sıxlıq 3-4 Hs və 7-8 Hs tezliklərdə, bayır dizəbənzər cisim (BDC) üçün isə 4-5 Hs və 9-10 Hs tezliklərdə yerləşməsi ilə xarakterizə olunur. Görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarından fərqli olaraq, neyromodulyator mərkəzlərin potensiallarının maksimal spektral əlamətlərinin paylanması fərqli mənzərə müşahidə edilir. Bu strukturların EEG spektrlərinin bimodal mənzərəsinin mövcud olmasına baxmayaraq, LC və nR neyromodulyator mərkəzlərinin EEG potensiallarının kompüterdə işlənmiş statistik hesablamalarının nəticələrindən aşkar olundu ki, 5 HT-ergik mərkəzdə maksimum spektral səviyyə 4-5 Hs, ikinci zirvədə 8-9 Hs olduğu

halda, NA-ergik mərkəzi üçün spektrlərin maksimal səviyyəsi 2-3 və 6-7 Hs tezliklərində paylanmışdır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, nR üçün EEQ spektrlərinin maksimum dəyərləri delta diapazonunda olduğu halda, LC-də EEQ-nin müvafiq potensiallarının generasiyası üçün teta ritmləri daha çox xarakterikdir.

Beləliklə, görmə analizatorunun və neyromodulyator mərkəzlərinin tədqiq olunan strukturlarının EEQ spektral xüsusiyyətlərinin müqayisəli təhlilinin nəticələri fon EEQ-nin delta və teta diapazonlarına uyğun olan ümumi potensiallarının spektral tərkibinin maksimal paylama səviyyəsinin bipolyar xarakterli olduğunu nümayiş etdirir. Neyromodulyator mərkəzləri spektrogramlarında biopotensialların maksimal səviyyələrinin paylanması çox istiqamətli xarakterdə olmasını LC neyronlarına daha çox xas olan yüksək tezlikli fəaliyyətdən fərqli olaraq, nR neyronlarının məhz 4-5 Hs diapazonunda ritmik fəaliyyət yaratma xüsusiyyətilə ilə izah edilə bilər.

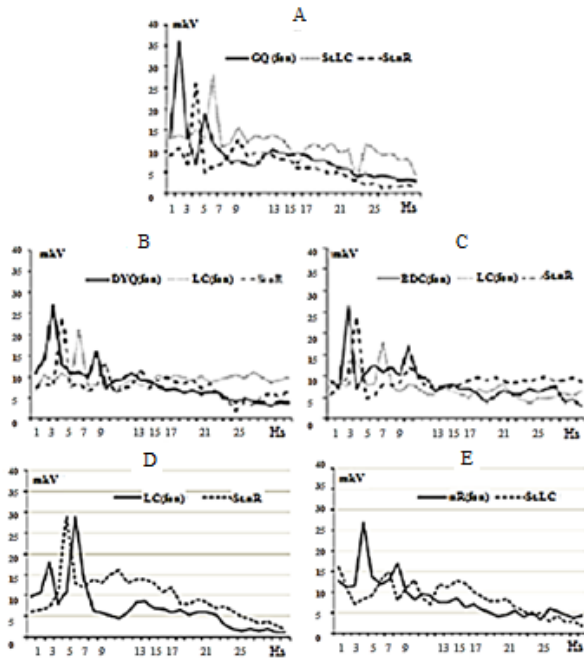
Mövcud tədqiqat dairəsində neyromodulyasiya mərkəzlərinin elektrik stimulyasiyasının görmə analizatoru strukturlarının EEQ spektrlərinə təsirinin müqayisəli təhlili xüsusi maraq doğurur. Eyni zamanda MA-ergik neyronların ultrastruktur təşkili və sinaptologiyasının xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla, əsas diqqət nR və LC neyronlarının stimullaşdırılmasının təsiri zamanı EEQ analizinə yönəldilmişdir.

Aparılan eksperimental tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, neyromodulyator mərkəzlərinin elektrik stimulyasiyası həm EEQ-nin özünü, həm də stimulyasiyanın təsirindən sonrakı mərhələdə onun statistik xarakterini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirir. Bundan əlavə, məlum oldu ki, aşkara çıxardığımız elektrik stimullaşmasının nR və LC-ə təsiri tamamilə fərqli xarakter daşıyır. Belə ki, NA-ergik neyrotransmissiyanın aktivləşməsi zamanı həm baş beyin qabığının görmə nahiyəsində, həm də qabıqaltı strukturlarda potensialların bəzi tezliklərinin tərkibinin nizamlanması baş verir.

LC-nin təsiri ilə qabıq və qabıqaltı strukturlarının EEQ teta tezliklərinin maksimum paylanmasının bimodal spektrləri unimodal xarakter aldığı aşkar edildi (şəkil 1). LC neyronlarının

aktivləşməsi zamanı görmə qabığında 6-7 Hs səviyyəli spektral güc amplitudlarının paylanması müşahidə olunur. LC-nin stimulyasiyasının təsirindən sonrakı mərhələdə spektral amplitudun yenidən paylanmasının maksimal səviyyəsinə qismən oxşar dəyişiklik DYQ və BDC potensiallarında da müşahidə olunur.

Beləliklə, NA-ergik neyronlara elektrik stimulyasiyasının təsirindən sonra həm baş beynin ilkin görmə qabığı səviyyəsində, həm də görmə analizatorunun qabıqaltı strukturlarında yaranan EEQ potensialları tezliyində müəyyən nizamlanma baş verir.



**Şəkil.1.** nR və LC neyromodulyasiya mərkəzlərinin elektrik stimulyasiyasının görmə analizatorun strukturlarında EEQ-nın spektral xüsusiyyətlərinə təsirinin müqayisəli təhlili. A-- GQ, B - DYQ, C - BDC, D - LC, E - nR.

Yuxarıda qeyd edilənlərin əksinə olaraq, nR-in stimulyasiyası zamanı EEQ potenciallarının tezlik tərkibi daha dərin yenidənqurmaya məruz qaldığı üçün 4-5 Hs səviyyəsində olan ilkin ritmik fəaliyyət bir neçə yüksək tezlikli komponentlərə bölünərək EEQ-nin həm teta, həm də alfa diapazonlarını əhatə edir. Burada xüsusi maraq doğuran məqam odur ki, nR səviyyəsində NA-ergik stimullaşmanın təsirindən alınan effektlər görmə analizatorunun strukturları səviyyəsində icra edilən təsirlərin heç birinə nəinki bənzəmir, hətta onların əksinə olaraq desinxronlaşma fenomeninə oxşayır.

Müvafiq vəziyyətdə, fon aktivliyi mərhələsində yaranan beynin 5-HT-ergik neyromodulyator sistemlərinin mərkəzi nüvələrindən birində EEQ generasiyasının ritmik xarakteri tamamilə pozulur. Belə bir vəziyyətin hansı səbəbdən yarandığını nR ilə LC arasında olan qarşılıqlı funksional təsir ilə izah etmək olar. Belə ki, məlum ədəbiyyat məlumatlarına əsasən guman etmək olar ki, LC stimulyasiyasının təsirindən sonra nR neyronlarının sinxron fəaliyyəti pozulduğu üçün LC neyronları nR neyronlarına tormozlayıcı təsir göstərir

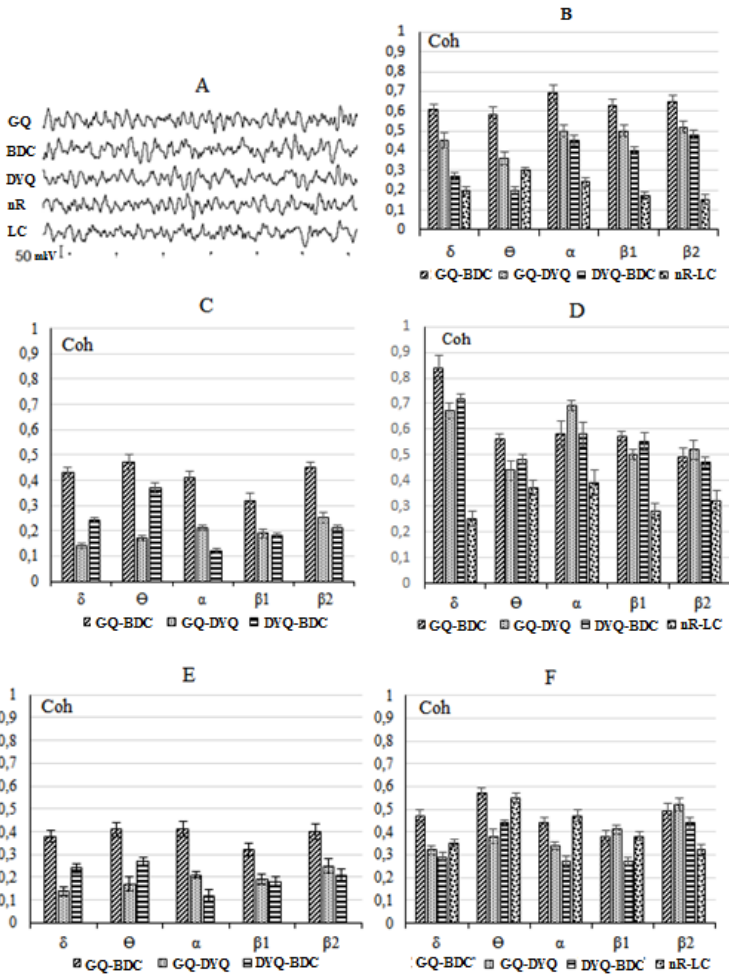
EEQ dominant tezliyinin paylanması fərqli mənzərəsi, beynin 5-HT-ergik sisteminin elektrik stimulyasiyasının təsirindən sonra EEQ spektrlərində müşahidə olunur. Müvafiq vəziyyətdə GQ və DYQ-yə nR-in elektrik stimullaşdırılmasının təsiri zamanı spektrlərin polimodallığı pozulur, spektrlərin maksimal səviyyəsi daha yüksək EEQ tezliklərinə doğru yerini dəyişərək 4-5 Hs-lə 9-10 Hs arasında yerləşir. BDC-nin potensial spektrlərində bir qədər fərqli mənzərə müşahidə olunur. Bu vəziyyətdə bimodal spektr mənzərəsi 4-5 Hs bölgəsində spektrlər amplitudunun yüksək zirvəsi monomodal mənzərəyə transformasiya olunur. Neyromediator mərkəzlərin hər birinin stimulyasiyası zamanı onun digər mərkəzə göstərdiyi təsir effektləri çox maraqlıdır. Belə ki, tədqiqat prosesində müəyyənləşdirdiyimiz MA - ergik mərkəzlərdəki effekt fərqləri, ilk növbədə EEQ amplitud spektrləri zirvələri tezliyinin dominantlığı ilə əlaqədardır. Şırım nüvəsinin stimulyasiyasının mavi ləkə potenciallarının sinxronizasını intensivləşdirməsi və LC stimulyasiyasının nR-də desinxronlaşma yaratması xüsusi qeyd

olunmalıdır. 5-HT-ergik sistemin stimullaşdırılması zamanı LC potensialının sinxronizasiyasını daha yüksək tezlik bölgəsinə dəyişdirməsi faktı xüsusi maraq doğurur. Bunun əksinə olaraq, LC stimulyasiyasının təsiri altındakı nR potensialının tezlik tərkibi daha kəskin yenidən qurulmaya məruz qalır, nəticədə 4-5 Hz bölgəsindəki başlanğıc ritmik fəaliyyət bir neçə yüksək tezlikli komponentlərə ayrılaraq həm teta, həm də alfa EEG diapazonlarını əhatə edir (şəkil 1. E və F).

Təbiidir ki, EEG-nin spektral xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq, yalnız tədqiq olunmuş beyin strukturları daxilində potensial sinxronizasiyanın dərəcəsini təhlil etmək olar. Görmə analizatoru potensiallarının məkan sinxronizasiyası mexanizmlərində neyromodulyasiya mərkəzlərinin iştirakının xüsusiyyətlərini təhlil etmək üçün sonrakı təcrübələr EEG potensialının Coh. əlaqələrinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Fon fəaliyyəti mərhələsində EEG alfa diapazonunda GQ və BDC potensialları arasında ən yüksək Coh. əmsallarının müşahidə edildiyi, GQ və DYQ arasındakı əlaqənin bir qədər zəif olduğu aşkar edilmişdir. Bu vəziyyətdə fon fəaliyyəti mərhələsində neyromodulyasiya mərkəzlərinin potensialları arasındakı Coh. dəyərləri 0,3-dən çox artmadığı üçün minimum hədd səviyyəsində qalır (şəkil 2. B).

Sonrakı tədqiqatlar göstərdi ki, 5-HT-ergik sistemin yüksələn komponentinin elektrik stimullaşdırılması inkişaf etmiş və faza xarakteri daşıyan strukturlararası əlaqələri əhəmiyyətli dərəcədə yenidən təşkil edir. Təqdim olunan histoqramlardan görüldüyü kimi, nR stimullaşdırılması zamanı reaksiyanın ilkin mərhələsi tədqiq olunan strukturlar arasında Coh. əmsallarının dəyərlərində əhəmiyyətli dərəcədə xarakterizə olunan azalma birbaşa müşahidə edilir (şəkil 2.C).

Tədqiq olunan bütün ötürücü elektrod cütləri üçün səciyyəvi olan nR stimullaşdırılmasına bənzər cavab reaksiyası tədqiq olunan strukturlar arasında potensial sinxronluğun azaldığını göstərir.



**Şəkil 2.** nR və LC-nin elektrik stimullaşdırmasının görmə analizatorunun strukturları arasındakı Coh. əmsallarının orta dəyərlərinin paylanmasına təsirinin müqayisəli təhlili. A - fon, B –nR-nin stimullaşdırılması zamanı, C – nR-ə elektrik stimulyasiyasının təsirindən sonrakı mərhələ, E – LC-nin stimullaşdırılması zamanı və F – LC-nin təsirindən sonrakı mərhələ.

Reaksiyanın ikinci fazası nR stimulyasiyasının sonrakı təsiri zamanı müşahidə olunur ki, bu da əks-diametrik xarakter daşıyır. Bu mərhələ tədqiq olunan strukturlar arasında önəmli əlaqələr səviyyəsində müşahidə edilən artım ilə xarakterizə olunur. Eyni zamanda ən yüksək Coh. dəyərləri alfa diapazonundan aşağı tezliklərin diapazonuna doğru dəyişərək EEQ-nin delta sahəsində lokallaşır (şəkil 2.C). Qeyd etmək lazımdır ki, bu vəziyyətdə həm qabıq-qabıqaltı strukturlar arasında, həm də görmə analizatorunun qabıqaltı strukturları arasında koherentlik əmsallarının orta qiymətlərində artım müşahidə olunur. Birbaşa stimullaşma zamanı və onun təsirindən sonrakı mərhələ koherentliyin orta qiymətlərini müqayisə etsək yalnız Coh. əmsallarının paylanması şəklinin bərpa olunmasının aydın ifadə olunmuş effektlərini deyil, eyni zamanda EEQ-nin delta diapazonunda Coh qiymətlərinin əhəmiyyətli dərəcədə (0,8-ə qədər) artmasını müşahidə etmək mümkündür. Guman etmək olar ki, nR-in stimulyasiyasının məhz sonrakı təsirləri EEQ fəza sinxronizasiyası tənzimində beynin görmə sisteminin 5 HT-ergik neyronların iştirakı ilə əlaqədardır. nR-dən fərqli olaraq, LC-nin elektrik stimullaşdırılması nəzərdən keçirilmiş bütün cütlər üçün vahid yönümlü olan görmə sistemdəki məkan potensialı sinxronizasiyasını tamamilə yenidən təşkil edir. Bu vəziyyətdə müşahidə olunan dəyişikliklərin fərqli əlaməti, Coh. əmsalları dəyərlərinin azalmasıdır (Şəkil 2.E, F).

Beləliklə, görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarında EEQ potensiallarının spektral və koherent analizi metodları ilə aparılmış tədqiqatdan alınmış göstəricilərin təhlilindən sonra toplanmış elmi dəlilləri ümumiləşdirilərək aşağıdakı nəticələr müəyyən edilmişdir:

1. nR və LC neyromodulyator mərkəzlərinin oyadılması stimullaşmanın təsirindən sonrakı mərhələdə görmə analizatoru strukturlarının EEQ potensiallarının spektral xüsusiyyətlərinin kompleks olaraq yenidən qurulmasına səbəb olur. Bu zaman, NA-ergik sistem üçün əsasən alfa tezliklər diapazonunda yüksək tezlikli EEQ-nin qeydə alınması səciyyəvi olduğu halda, nR-in təsiri altında beynin görmə strukturunun EEQ spektrlərində delta diapozonu tezlikləri dominantlıq təşkil edir.

2. nR və LC neyronları hətta sensor oyanma olmadığı şəraitdə belə, beynin görmə sistemi strukturlarının oyanıqlılığının ümumi səviyyəsinə mürəkkəb tənzimləyici təsir göstərir və onların aralarındakı koherent əlaqələri səviyyəsində öz əksini tapır.

Güman etmək olar ki, neyromodulyasiya mərkəzlərinin elektrik stimullaşdırılmasının təsirindən sonra müşahidə olunan EEQ potensiallarının məkan təşkilindəki dəyişikliklər biogen monoaminlər (BMA) sintez edən LC və nR neyronlarının ultrastruktur təşkili və sinaptik əlaqələrinin xüsusiyyətlərinin nəticəsi ola bilər<sup>7,8</sup>. Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, EEQ potensiallarının fəza sinxronlaşmasının neyrofizoloji mexanizmlərində MA-ergik neyromodulyator sisteminin müxtəlif komponentlərinin iştirakının təbiətini daha yaxşı başa düşmək üçün bu problemi beynin yalnız fon fəaliyyəti səviyyəsində öyrənmək kifayət deyil. Buna görə də, mövcud problemin sonrakı tədqiqində, sensor stimullaşmaya cavab olaraq görmə analizatoru strukturlarında əmələ gələn iz proseslərinin yaranma və formalaşma xüsusiyyətlərini öyrənməklə yanaşı, MA-ergik neyromodulyator sisteminin bu proseslərdə rolunun müqayisəli təhlilini apardıq.

Əvvəlcə biz sensor stimullaşmanın EEQ potensiallarının spektral xüsusiyyətlərinə təsirini nəzərdən keçirdik. Analizatorun tədqiq olunan strukturlarının EEQ spektral xüsusiyyətlərinə ritmik FS təsirinin ən səciyyəvi effektlərini göstərmişik. Bu zaman bütün təhlil edilmiş strukturlarda sensor stimulyasiya ritminin mənimsənilməsinin məlum effekti müşahidə olunur.

Belə ki, GQ-nin fon fəaliyyəti üçün 3-5 Hs və 4-6 Hs tezliklərdə spektral amplitud xarakteri dominantlığı səciyyəvi olduğu halda, FS-in təsirindən sonrakı mərhələdə spektrin maksimal səviyyəsi sensor stimullaşma tezliyi diapazonuna tərəf yerini dəyişir və həmin diapazonda qalır.

---

<sup>7</sup> Aston-Jones, G., Waterhouse, B. Locus coeruleus: from global projection system to adaptive regulation of behavior // – Amsterdam, Brain Research,– 2016.vol.1645, –p.75-78.

<sup>8</sup> Sinakevitch, I.T. Biogenic amines and neuromodulation of animal behavior/ I. T. Sinakevitch, H W.Gabriella, P. Hans-Joachim H S.Brian [et al.]// Front SystNeurosci:–2018. –p.1-3.



Analoji mənzərə, DYQ-da müşahidə edilir. Yəni sensor stimullaşmanın təsiri ilə 3-9 və 7-8 Hs tezliklərdə spektral gücün paylanması ilkin bimodal nümunəsi 4-5 Hs diapazonunda maksimal spektral gücə malik olan unimodal nümunəyə transformasiya olunur. Bundan fərqli olaraq, mövcud eksperimental vəziyyətdə BDC-də 4-5 və 9-10 Hs tezliklərdə ritmik sensor stimulyasiyanın təsiri ilə EEG spektral gücünün paylanması bimodal şəklinin formalaşması daha çox xarakterikdir.

Eyni zamanda beynin nR və LC neyromodulyator mərkəzlərinin EEG potensiallarının spektral tərkibinə ritmik fotostimullaşmanın təsirinin effektlərini tədqiqi edərək müşahidə edilən mənzərəyə əsasən məlum olmuşdur ki, LC və nR EEG potensiallarının maksimum amplitud spektrinin formalaşması torlu qişanın fotostimulyasiyası tezliyinə müvafiq olaraq baş verir.

Aparılan təcrübələrin nəticələri öyrənilən strukturların görmə informasiyalarının işlənilməsinə fəal cəlb olunmasını birmənalı şəkildə göstərir ki, bunun nəticəsində də sensor stimullaşmanın tezliyinə müvafiq olaraq özünəməxsus bir rezonans effekti (ritmin mənimsənilməsi) meydana gəlir.

EEG-nin spektral xüsusiyyətlərinin yenidən qurulmasının analoqu olan bir mənzərə beynin neyromodulyator mərkəzlərinin potensiallarında da müşahidə edilir. Yuxarıda göstərilənlərə əsasən guman etmək olar ki, EEG-nin spektral xüsusiyyətlərindəki dəyişikliklər öyrənilən strukturlar arasındakı koherent əlaqələr səviyyəsində də öz əksini tapa bilər. Aşağıda sadalanan eksperimental faktlar da bu fərziyyəni birmənalı şəkildə təsdiqləyir. Belə ki, ritmik sensor stimullaşmanın təsirindən sonra analizatorun bütün tədqiq olunan strukturlarının potensialları arasında Coh-un orta əmsalları əhəmiyyətli dərəcədə artır. Maraqlıdır ki, Coh-un orta əmsallarının artması məhz EEG-nin teta diapazonu üçün daha çox səciyyəvidir.

Bu zaman görmə analizatorunun qabıqaltı strukturları (DYQ – BDC) arasındakı əlaqə daha çox güclənir. Neyromodulyator mərkəzləri arasında koherent əlaqələrdə müəyyən dəyişikliklərin olması faktı da böyük maraq doğurur. Bu EEG cütliyündə müştərək fəaliyyətin maksimal tezliyi EEG-nin delta diapazonunda yerləşir

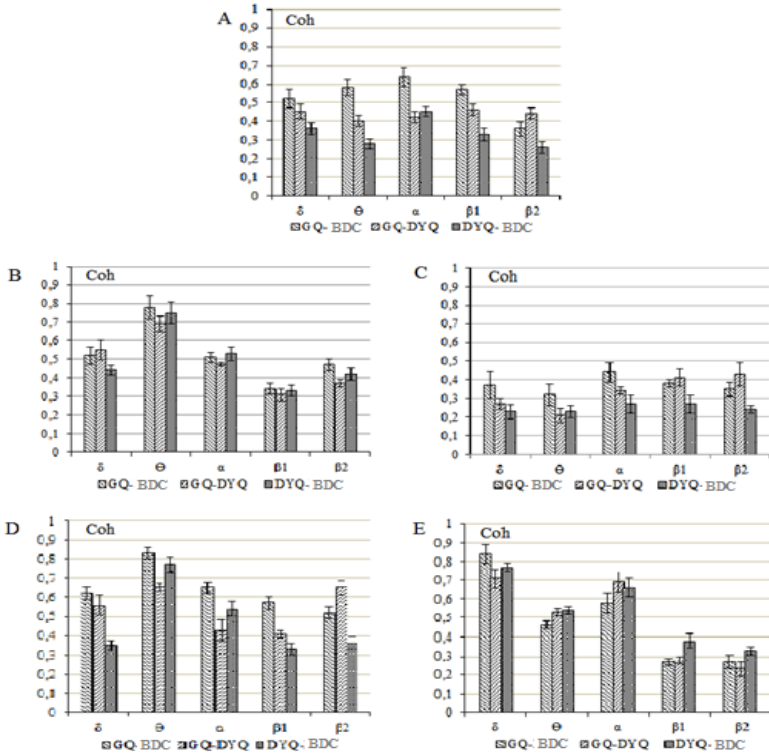
və ötürücü elektrodların bu cütlük üçün yalnız orta Coh. əmsallarının artması səciyyəvi deyil.

Neyromodulyator mərkəzlərinin spektral xarakterinin maksimal tezlikləri teta diapazonunda yerləşir ki, bu da sensor stimulyasiya tezliyinə müvafiqdir. Delta tezliklərinin spektral xarakterinin əhəmiyyətsiz dərəcədə nəzərə çarpmasına baxmayaraq, koherent əlaqələrin daha yüksək səviyyələri məhz bu tezlik diapazonunda aşkar edilmişdir.

Bu tədqiqat çərçivəsində MA-ergik təbiətli neyromodulyator mərkəzlərinin beynin görmə sistemindəki iz proseslərinə təsirinin təhlili xüsusi maraq doğurur. Bundan əvvəl müəyyən etmişdik ki, gözün torlu qişasına ritmik sensor stimulyasiyasının təsiri fonunda LC və nR-in effektlərində fundamental fərqlər vardır. LC-dən fərqli olaraq, nR-in elektrik stimullaşdırılması zamanı görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarının EEG potensiallarının fəza sinxronlaşmasının və tədqiq olunan beyin strukturları arasındakı Coh. əmsallarının artırması müşahidə edilmişdir.

Bu baxımdan, neyromodulyasiya mərkəzlərinin iz proseslərinin əmələ gəlməsi şəraitində beynin görmə sistemindəki potensialların koherent əlaqələrinə təsiri istiqamətində təbii bir sual yaranır. Müəyyən edildi ki, FS-in fonunda 5-HT-ergik neurotransmissiyanın aktivləşdirilməsi koherent əlaqələrin paylanması qanunauyğunluğunu dəyişdirir. Nəticədə maksimal səviyyə EEG-nin delta tezlik bölgəsinə keçir və eyni zamanda yüksək tezlikli EEG diapazonunun əlaqələri əhəmiyyətli dərəcədə zəifləyir. LC neyronlarının elektrik stimullaşdırılmasının effektində fərqli xüsusiyyət müşahidə edilir. Eksperimentin nəticələri göstərir ki, FS fonunda NA-ergik neurotransmissiyanın artması, fon fəaliyyəti mərhələsində inkişaf etmiş orta əmsalın Coh. dəyərlərinin paylanma qanununun pozulmasına səbəb olur.

Beləliklə, yalnız FS-in təsiri zamanı teta tezlik bölgəsindəki əlaqələr dominantlıq təşkil etdikləri halda, LC aktivləşdikdə potensialların məkan sinxronizasiyası pozulur, nəticədə tədqiq olunan EEG potensiallarının Coh. səviyyəsi bütün diapazonda minimum səviyyəyə çatır (şəkil 3).



**Şəkil 3.** Torlu qişanın ritmik sensor stimullaşdırılması fonunda görmə sistemi mərkəzi strukturları arasındakı koherent əlaqələrin paylanmasına LC və nR-in təsirinin müqayisəli təhlili. A - fon aktivliyi, B - ritmik sensor stimullaşdırma effekti, C - LC-nin fotostimulyasiya effektlərinə təsiri, D və E - FS fonunda nR-in effektləri.

Beləliklə, bu seriyada aparılmış eksperimental tədqiqatların nəticələri iz proseslərinin formalaşması zamanı adekvat sensor stimullaşdırmaya cavab olaraq birmənalı şəkildə görmə analizatoru strukturlarının EEG potensialının məkan sinxronizasiyasının güclənməsini sübut etdi. Bu əlaməti ilk növbədə sensor siqnal ritminin mənimsənilməsi fenomenini nümayiş etdirən EEG spektral

analizinin nəticələri göstərdi. Görmə sisteminin sensor stimula qarşı cavab olaraq EEG potensialları sinxronizasiyası generalizasiyasının qüvvətlənməsini koherent analizin nəticələri də sübut edir. Göstəriləndiyi kimi, bu vəziyyətdə analizatorun bütün mərkəzi strukturları arasında EEG-nin yalnız teta diapazonunda əlaqəli fəaliyyətin qüvvətlənməsi qeydə alınır.

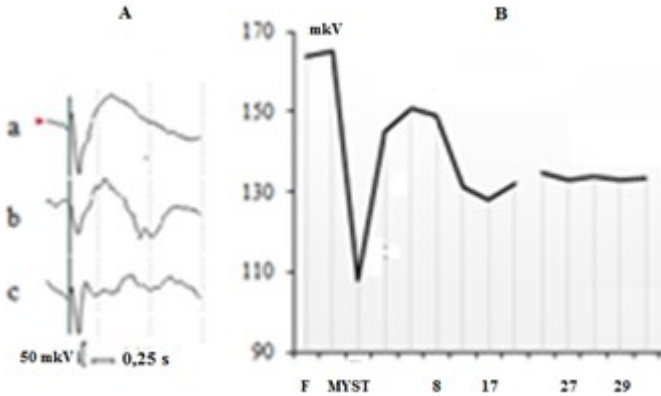
Qeyd etmək lazımdır ki, bu eksperimental vəziyyətdə də beynin neyromodulyasiya mərkəzlərinin spektroqramlarında analogi sinxronizasiya mənzərəsi müşahidə olunur. Göstərilənlərlə yanaşı, bu sistemin müxtəlif komponentlərinin EEG sinxronizasiyasının yuxarıda göstərilən xüsusiyyətlərinə təsiri birmənalı deyil. LC-nin təsirlərindən fərqli olaraq, aşkar edildi ki, 5-HT-ergik sisteminin effekti vizual sistemdə həssas stimullaşdırma tezliyində deyil, EEG-nin delta tezliyi bölgəsində kifayət qədər aydın koherent əlaqələrin formalaşmasına səbəb oldu. Maraqlıdır ki, analogi vəziyyətdə LC-nin stimullaşdırılması əks-effekt yaradır. Bu vəziyyətdə torlu qişanın ritmik sensor stimullaşdırılmasının təsiri altında inkişaf etmiş potensialların məkan sinxronizasiyasının qeyri-mütəşəkkilliyi müşahidə edilir.

Görmə sistemi səviyyəsində plastik imkanların tənzimlənməsində neyromodulyasiya mərkəzlərinin müxtəlif komponentlərinin qeyd olunan xüsusiyyətləri, iştirakı, eləcə də beynin görmə sistemində müxtəlif növ disfunksiyaların inkişafında kompensasiya proseslərini aktivləşdirmək məqsədilə ondan istifadə olunmasının mümkünlüyü sualını tam əsaslandırır. Yuxarıda göstərilənlərə əsasən aşağıda təqdim olunan eksperimental tədqiqatların nəticələri, MA-ergik neyromodulyasiya mərkəzlərinin görmə sistemindəki kompensasiya proseslərinin tənzimlənməsində iştirakının müqayisəli təhlilinə həsr edilmişdir.

Beynin görmə sistemindəki disfunksiyanın eksperimental modeli kimi torlu qişanın eksperimental distrofiyası modelindən istifadə etdik.

Öldə edilən məlumatlar, MYST-nin tətbiqinə cavab olaraq ERQ potensiallarının amplitud parametrlərində dəyişiklik dinamikasının uzunmüddətli və faza xarakterli olduğunu göstərir. Bu prosesin xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, dərmanın inyeksiyasına

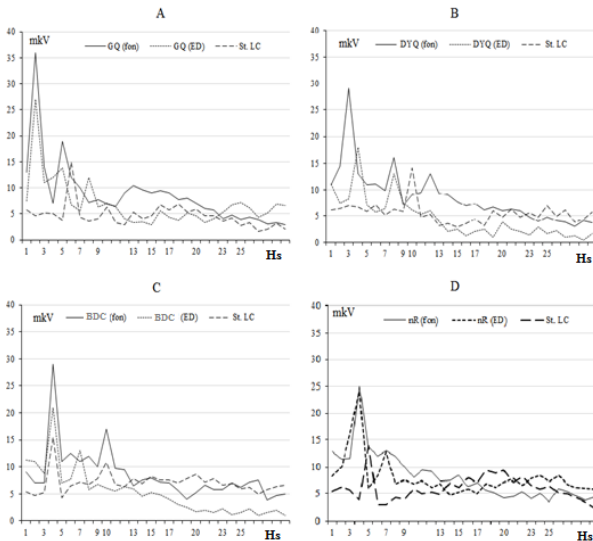
qarşı reaksiyanın ilkin mərhələsi MYST-nin tətbiqindən dərhal sonra başlayır və ERQ amplitudunda əhəmiyyətli dərəcədə azalma ilə xarakterizə olunur (şəkil 4).



**Şəkil 4.** Torlu qışada ED-nin inkişafı zamanı ritmik fotostimullaşmanın təsiri ilə ümumi ERQ amplitudunun dəyişməsi. A - ERQ potensialları, B – MYST-nin təsiri ilə ümumi ERQ amplitudundakı dəyişikliklərin dinamikası: c – MYST-də reaksiyanın ilkin fazası, b - bərpa fazası, a - ERQ amplitudunun stabiləmə mərhələsi.

Sonrakı tədqiqatlar beyinin görmə sistemi strukturlarının plastikliyinin tənzimlənməsində neyromodulyasiya mərkəzlərinin rolunun analizinə həsr edilmişdir. Bu zaman əsas diqqət analizatorun tədqiq olunan strukturlarında EEQ potensialının spektral-koherent xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə verilmişdir. Tədqiqatın nəticələr göstərdi ki, ED formalaşması zamanı yalnız torlu qışa reaksiyalarının amplitud parametrləri deyil, eyni zamanda tədqiq olunan strukturların EEQ potensialının spektral xüsusiyyətləri də dəyişikliyə məruz qalır. EEQ-nin spektral xarakterinin təhlili göstərdi ki, görmə qabığında analizator səviyyəsində baş verən disfunksiya nəticəsində EEQ spektrinin delta tezlik sahəsindəki əsas zirvənin amplitudu və teta diapazonunda ikinci maksimal səviyyə azalır. Bu fonda LC neyronlarının

stimullaşdırılmasının təsiri ilə 6.0 Hs tezliyində az nəzərə çarpan maksimal səviyyə ilə unimodal xarakter qazanmış beyin qabığının potensial spektrləri əhəmiyyətli dəyişikliklərə məruz qalır. Analoji dəyişikliklər görmə analizatorunun qabıqaltı strukturlarının spektrlərində də müşahidə olunur. Xüsusilə ED təsiri altında BDC səviyyəsində spektral xarakterin əsas zirvəsinin amplitudunda azalma və ikinci əhəmiyyətli zirvənin aşağı tezlikli bölgəyə doğru yerini dəyişməsi müşahidə olunur. Oxşar dəyişikliklər DYQ-nin spektqramlarında da qeyd alınır. Eyni vaxtda LC-nin ED fonunda stimullaşdırılmasının təsiri ilə nR potensiallarının ritmik fəaliyyətinin inkişafına səbəb olduğunu qeyd etmək zəruridir (şəkil 5).



**Şəkil: 5. Torlu qişanın distrofiyası fonunda görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarında EEQ-nin spektral xüsusiyyətlərinə LC-nin elektrik stimulyasiyasının təsir effektləri.**

LC ilə müqayisədə 5-HT-ergik sistemin elektrik stimulyasiyası effektlərinin kökündən fərqli olduğu müəyyən edildi. Mövcud eksperimental şəraitdə tədqiq olunan strukturlarda EEQ spektrlərində potensial generasiyasının qüvvətlənməsi əsasən delta EEQ diapazonunda müşahidə edilirdi. Bu əlamətlər, xüsusilə beynin görmə

qabığının potensialları səviyyəsində özünü göstərdi. Bu vəziyyətdə LC-nin ritmik aktivliyinin 3-4 Hs səviyyəsində generasiya olunmasına baxmayaraq, onun potensiallarında müəyyən qədər zəif effekt nəzərə çarpırdı.

Patologiyanın inkişafı zamanı neyromodulyasiya mərkəzlərinin effektləri analizatorun mərkəzi strukturlarında EEQ-nin spektral tərkibinə birmənalı təsir göstərməməsi aydın olur. Bu zaman LC stimulyasiyasının təsiri altında tədqiq olunan strukturlarda EEQ tənzimlənməsinin xüsusiyyətlərindən fərqli olaraq, 5-HT-ergik neyrotransmissiyasının aktivləşməsi EEQ potensialının eyni spektral xarakterinin formalaşmasına səbəb olur. Sonuncunun xüsusiyyəti eyni delta tezlik diapazonda EEQ ritmik proseslərinin güclənməsidir ki, bu da tədqiq olunan strukturların əlaqəli fəaliyyətinin artımını nümayiş etdirir. Bu fərziyyəni yoxlamaq məqsədilə sonrakı eksperimental tədqiqatlar patoloji şəraitdə neyromodulyator beyin mərkəzlərinin təsiri altında görmə analizatoru strukturlarının EEQ potensialının məkan sinxronizasiyasının analizinə həsr olunmuşdur.

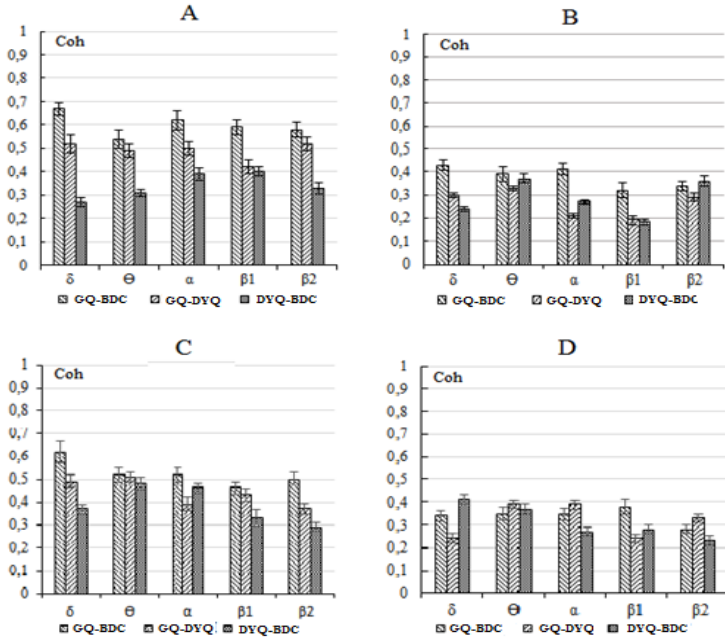
Patoloji şərait daxilində EEQ potensiallarının Coh. dəyərlərinin paylanmasının təhlili nəticəsində bütün strukturlar arasında əlaqəli fəaliyyət səviyyəsində əhəmiyyətli dəyişikliklər aşkara çıxarıldı (şəkil 6.B).

Müvafiq fonda nR neyronlarının stimullaşdırılmasının həm qabıq-qabıqaltı, həm də analizatorun qabıqaltı strukturları arasında orta Coh. dəyərlərinin artmasına səbəb olduğu aşkara çıxarıldı. Bu zaman delta diapazonda GQ-BDC cütlüyündə Coh. əlaqələrinin nisbətən yüksək dəyərləri müşahidə olunur ki, bu da analizatorun fon aktivliyi üçün xarakterik əlamətdir.

Diqqəti cəlb edən amillərdən biri də nR-in təsiri ilə koherent əlaqələrin qüvvətlənməsinin tədqiq olunan bütün cütlüklər üçün xarakterik olmasıdır.

Bundan fəqli olaraq, LC-nin stimullaşdırılmasından sonra Coh. əmsallarının yenidən paylanmasında əsas dəyişikliklər müşahidə edilməmişdir (şəkil 6. C,D). Aydınır ki, EEQ potensialının statistik parametrlərinin bərpası kompensasiya proseslərinin funksional səviyyədə aktivləşməsinin dolayı yolla sübutu ola bilər. Olduqca mürəkkəb olan bu məsələyə aydınlıq gətirmək məqsədilə

patologiyanın inkişafı fonunda ERQ-in amplitud parametrlərindəki dəyişikliklərin dinamikasını təhlil etmək üçün xüsusi eksperimental tədqiqat apardıq.

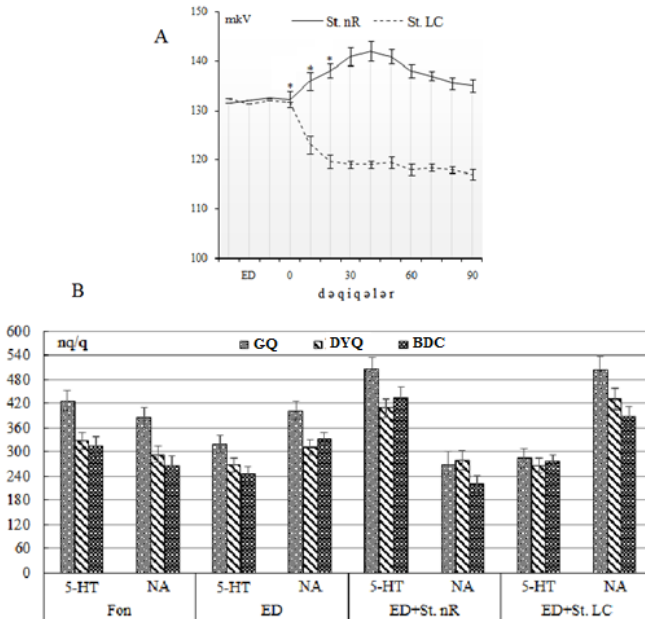


**Şəkil: 6. ED fonunda nR və LC-yə elektrik stimulyasiyasının təsiri altında görmə analizatorun strukturları arasında orta Coh. dəyərlərinin yenidən paylanması. A - fon aktivliyi mərhələsində Coh. əmsallarının paylanması, B – torlu qişanın distrofiyası şəraitində, C - patoloji fonda nR-nin elektrik stimulyasiyasının effektləri, D - patologiyanın fonunda LC-nin elektrik stimulyasiyasının effektləri.**

Tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, nR və ya LC stimulyasiyasının təsirindən sonra ERQ potensiallarının ümumi amplitudu orta hesabla 13-15% dəyişir ki, bu da neyromodulyasiya mərkəzləri effektlərinin qarşılıqlı xarakterini nümayiş etdirir. Bu zaman 5-HT-ergik neurotransmissiyanın aktivləşdirilməsi ERQ amplitudasını əhəmiyyətli dərəcədə artırır və nəticədə analizator strukturları potensiallarının



məkan sinxronizasiyası səviyyəsində müəyyən qədər bərpa müşahidə edilir. nR-in effektlərindən fərqli olaraq, NA-ergik neurotransmissiyanın aktivləşdirilməsi əks-effektlərə səbəb olur. MA-ergik nR və LC nüvələrinin elektrik stimullaşdırılmasının təsiri zamanı stimullaşdırmadan sonrakı effektləri daha çox qabarıq formada özünü büruzə verməsi kumulyativ effekti nümayiş etdirir ki, bunun da müəyyən müddət davam etməsi daha çox diqqəti cəlb edir (şəkil 7. A).



**Şəkil 7. ERQ amplitudunun dinamikası (A), 5-HT və NA (B) miqdarının müxtəlif eksperimental şəraitdə beyinin görmə sisteminin mərkəzi strukturlarında paylanması ( $p \leq 0.01$ ).**

Güman etmək olar ki, görmə analizatoru strukturlarının EEG potensiallarının statistik parametrlərindəki müşahidə olunan dəyişikliklərə səbəb ilk növbədə neyromodulyasiya mərkəzlərinin elektrik stimullaşdırılmasının təsiri ilə tədqiq olunan strukturlarda biogen monoaminlərin miqdarının artmasıdır. Bu fərziyyəni eksperimental yolla təsdiq etmək məqsədilə nəzərdən keçirdiyimiz

xüsusi eksperimental şəraitdə tədqiq olunan strukturlarda 5-HT və NA-nın miqdarını təyin etmək üçün xüsusi tədqiqat apardıq.

Tədqiqat prosesində patologiyanın inkişafı zamanı analizatorun mərkəzi strukturlarında 5-HT-nin və NA-nın miqdarında kiçik dəyişikliklər olduğu aşkar edildi. Bu dəyişikliklərin xüsusiyyətlərindən biri ondan ibarətdir ki, NA-nın miqdarının əhəmiyyətsiz dərəcədə artması ilə eyni vaxtda 5-HT-nin miqdarı azalır. Lakin ED fonunda neyromodulyasiya mərkəzlərinin elektrik stimullaşdırılmasının təsirindən sonra biogen monoaminlərin miqdarında daha kəskin dəyişikliklər aşkar edilmişdir. nR stimulyasiyasının təsirlərindən sonra, tədqiq olunan analizatorun bütün strukturlarında 5-HT-nin miqdarında əhəmiyyətli artım müşahidə olunur (şəkil 7B). Eyni zamanda bu strukturlarda NA miqdarı əhəmiyyətsiz dərəcədə azalır. Göstərilənə oxşar mənzərə LC neyronlarının stimullaşdırılması zamanı müşahidə olunur. Bu vəziyyətdə NA-nın miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə artdığı halda 5-HT-də azalma meyli nəzərə çarpır. Beləliklə, görmə analizatoru strukturlarında EEQ potensialının statistik parametrlərində müşahidə olunan dəyişikliklər ilk növbədə neyromodulyasiya mərkəzlərinin elektrik stimullaşdırılmasının təsiri ilə tədqiq olunan strukturlarda biogen monoaminlərin miqdarının artmasının nəticəsidir. NA-dan fərqli olaraq, 5-HT-ergik sistemin ED şəraitində görmə analizatoru mərkəzi strukturlarının EEQ potensialının sinxronizasiyasına aydın şəkildə kompleks modulyasiyaedici təsir göstərir və strukturlar arasındakı koherent əlaqələr mənzərəsinin birmənalı şəkildə fon aktivliyi göstəricilərinə yaxınlaşması beyinin görmə sistemindəki endogen kompensasiya proseslərinin aktivləşdiyini nümayiş etdirir.

## NƏTİCƏLƏR

1. Dovşanlar üzərində aparılan xroniki eksperiment şəraitində beynin görmə analizatoru strukturlarında EEQ potensiallarının fəza təşkili tədqiq olunan tezliklərin ( $\delta$ ,  $\Theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_1$  və  $\beta_2$ ) bütün diapazonunda koherent əlaqələr səviyyəsinin sabitliyi göstərilmişdir. Bu zaman EEQ-nin alfa diapazonunda ilkin GQ ilə BDC arasında maksimal koherentlik səviyyəsi müşahidə olunur, minimal əlaqə səviyyələri isə analizatorun qabıqaltı strukturları arasındakı EEQ-nin teta tezlikləri üçün daha səciyyəvidir [1,2,3,10].
2. Spektral-koherent analizin nəticələri göstərmişdir ki, torlu qişada ED əmələ gəlməsi görmə analizatorunun mərkəzi strukturlarında EEQ-nin fəza sinxronlaşmasının yenidən qurulması ilə müşayiət olunur. Bu zaman potensialların koherentlik səviyyələri zamandan asılı olaraq yüksək sabitlik nümayiş etdirir [12].
3. Müəyyən olunmuşdur ki, görmə analizatorunun periferik hissəsində disfunksiya görmə sisteminin strukturlarında BMA tərkibinin yenidən paylanması ilə müşayiət olunur və çox istiqamətli xüsusiyyətə malik olur. Bu zaman tədqiq olunan bütün strukturlarda 5-HT miqdarında azalma, eyni zamanda BDC və DYQ-də NA miqdarında artım müşahidə olunur. Daha çox dəyişiklik baş beynin ilkin GQ-də qeydə alınır [14].
4. Aparılan tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, MYST-nin təsiri altında torlu qişada ED-nin əmələ gəlməsi neyromodulyasiya mərkəzləri ilə (nR, LC) görmə analizatorunun mərkəzi strukturları arasında EEQ potensiallarının koherent əlaqələri səviyyəsinin yenidən qurulması ilə müşayiət olunur [12].
5. Müəyyən olunmuşdur ki, nR-in birbaşa stimullaşdırılması zamanı müşahidə olunan reaksiyanın ilkin mərhələsi Coh. səviyyəsində azalma ilə xarakterizə olunur. Reaksiyanın ikinci mərhələsi stimullaşmanın təsirindən sonrakı mərhələdə müşahidə olunur, həm görmə qabığı ilə qabıqaltı strukturlar arasında, həm də görmə analizatorunun qabıqaltı strukturları arasında bütün EEQ tezlikləri diapazonunda Coh. qiymətlərinin əhəmiyyətli dərəcədə artımı ilə səciyyələnir ki, bu da birmənalı olaraq beynin görmə sistemində kompensator proseslərinin aktivləşməsini göstərir [4,5,6,7,8,13, 14,15, 16,17].

## DISSERTASIYANIN MATERIALLARINA AİD ÇAP OLUNMUŞ ELMİ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI:

1. Ганиева, Ф.И., Мамедов, А.М. Анализ когерентных связей ЭЭГ ядер шва и структур зрительной системы мозга // - Москва, Естественные и технические науки, - 2017, №6,- с. 19-22.
2. Mamedov, A.M., Ganiyeva, F.I. Distribution levels of coherence relations of EEG nucleus rapher and locus coeruleus with the structures of visual system of brain // South Asian Journal of Experimental Biology, -2017, vol. 7, (1),- p. 9-12.
3. Mamedov, A.M., Ganiyeva, F.I. The distribution of coherence relations of the rapher nucleus and structures the visual system of quiet wakefulness in rabbits // XIV International Conference on Biology and Medical Sciences, - Австрия, 2017, - с.60-68.
4. Мамедов, А.М., Ганиева, Ф.И. Когерентные связи МА-эргических ядер мозга с центральными структурами зрительного анализатора // II Intern. Sci. Conf. «General question of world science», -Amsterdam, 2017, - с. 15-17.
5. Мамедов, А.М. Особенности участия ядер шва в регуляции когерентных связей ээг в зрительной системе мозга /А.М. Мамедов, Ф.И. Ганиева, А.Г. Агаева [и др] // Ж. Наука и образование сегодня, - Москва: 2018, №3 (26), - с.13-16.
6. Ганиева, Ф.И. Влияние стимуляции locus coeruleus на когерентные связи структур зрительной системы мозга // Z.Əliyevanın 95 illiyinə həsr olunmuş elmi konfransın materialları. - Bakı, 2018, - s.22-24.
7. Ганиева, Ф.И. Сравнительный анализ влияния нейромодуляторных центров на когерентные связи ээг в зрительной системе мозга //- Москва,Естественные и технические науки,-2018, № 5, - с.25-29.
8. Ганиева, Ф.И. Агаева, А.Г. Влияние электрической стимуляции ядер шва на когерентные связи ээг в

- зрительной системе мозга // I Межд. Научно-практическая конференция Научные изыскания современности: проблемы и решения, - Иваново (Россия):-2018, - с.11-13.
9. Ганиева, Ф.И. Гасанова, Г.А. Велиева, Г.Д. Влияние биогенных моноаминов на синхронизацию потенциалов ЭЭГ в зрительной системе мозга // Мат. конф. Актуальные тренды и перспективы развития науки, техники, технологий. – Белгород:-2019, -с. 26-28.
  10. Ганиева, Ф.И. Влияние МА-эргических ядер мозга на когерентные связи ЭЭГ в зрительной системе на фоне патологии сетчатки // -Москва, «Совр. проблемы науки и образования», -2019, №2, (<https://science-education.ru/article/view?id=28779>).
  11. Ганиева, Ф.И. Компенсаторные процессы в зрительной системе в условиях патологии сетчатки под влиянием ядер шва //XVIII Межд. Конф. Advances in Science and Technology, - Москва:-2019, -с 25-27.
  12. Qəniyeva, F.İ. Beynin görmə sistemindəki kompensator proseslərin MA-ergik tənzimlənməsi // -Bakı, Nəzəri, klinik və eksperimental morfolojiya jurnalı, -2019, cild1, №2,- s. 55-61.
  13. Ganiyeva, F.İ. Agayeva, A. N., Eyvazova, Sh. R. Participation of seam nuclei in regulation of coherent eeg relations under conditions of experimental retinal dystrophy // International Conference on Applied Biosciences. Karachi, - Pakistan:-2019, - p. 35.
  14. Ганиева,Ф.И., Гасанова, Г.А., Юсифова, С.Г., Агаева, А.Г. Влияния электрической стимуляции ядер шва на компенсаторные процессы в зрительной системе мозга // ATU-nun İnsan anatomiyası və tibbi terminalojiya kafedrasının yaradılmasının 100-illiyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları toplusu, - Bakı:-2019, -s. 113- 114.
  15. Qəniyeva, F.İ. Nucleus raphe və locus coeruleusun elektrik stimullaşdırılmasının görmə analizatorunun coherent

əmsallarının dəyişilməsinə təsiri // Əməkdar elm xadimi, prof. T.Ə.Əliyevin anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş “Təbabətin aktual problemləri 2021” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktik konqresin materialları. -Bakı:-2021, - s. 313.

16. Qəniyeva, F.İ. Sinir proseslərinin formalaşmasının neyrofizioloji əsasları // Psixologiyanın aktual problemləri: yeni perspektivlər, yeni mülahizələr və yeni düşüncələr beynəlxalq konfransı. – Bakı:-2021, -s. 260-262.

## İXTİSARLAR

5-HT	-serotonin
BDC	-bayır dizə bənzər cisim
BMA	-biogen monoaminlər
Coh	-koherentlik
DYQ	-dördtəpəli cismin yuxarı qabarıları
ED	-eksperimental distrofiya
EEQ	-elektroensefaloqramma
ERQ	-elektroretinoqramma
FS	-fotostimulyasiya
GQ	-görmə qabığı
LC	-locus coeruleus [mavi ləkə]
MA-ergik	-monoaminergik
MSS	-mərkəzi sinir sistemi
MYST	-monoyod sirkə turşusu
NA-	-noradrenalin
nR	-nucleus rapha [tikiş nüvələri]
TP	-törədilmiş potensial

Dissertasiyanın müdafiəsi « 26 » oktyabr 2022-ci il tarixində saat 11<sup>00</sup>-da AMEA-nın akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən FD1.08 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1100, Bakı şəhəri, Şərifzadə küçəsi, 78.

Dissertasiya ilə AMEA-nın akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun rəsmi internet saytında ([www.physiology.az](http://www.physiology.az)) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat « 23 » sentyabr, 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb:19.09.2022

Kağızın formatı: A5

Həcm: 38427

Tiraj: 100