

PRENATAL HİPOKSIYA EDİLMİŞ DOVŞAN BALALARINDA SOSIAL TƏCRİDOLUNMA FONUNDA GÖRMƏ VƏ SENSOMOTOR BEYİN QABIĞININ ELEKTROFİZIOLOJİ TƏDQIQI

Orxan XUDİYEV¹ , Afiq QAZİYEV¹ , Xəybər MƏMMƏDOV¹ 

¹Dövlət Sərhəd Xidməti Akademiyası, Bakı, Azərbaycan

*Yazılan müəllif: xudiyevorxan@mail.ru

NƏŞR TARİXİ:

Qəbul edilmə tarixi:
06.06.2026

Nəşr edilmə tarixi:
25.06.2026

AÇAR SÖZLƏR:

ontogenez, prenatal
hipoksiya, dovşan
balaları, görmə və
sensomotor qabıq,
elektroensefaloqramma

XÜLASƏ

Tədqiqatlar prenatal ontogenezdə xroniki hipoksiyanın təsirinə məruz qalmış Şinşilla cinsli dovşan balalarında baş beyin görmə və hissi-hərəkəti qabığının bioelektrik fəallığının formalaşma dinamikasının araşdırılmasına həsr edilmişdir. Məqsəd embriogenetik inkişafı fiziki-kimyəvi faktorların təsiri fonunda keçirmiş orqanizmlərdə qismən yetkin fərdi inkişaf mərhələsində baş beyin bioelektrik fəallığının funksional yetişkinlik parametrlərinin tədqiqi olmuşdur. Metodik yanaşmada analogi tədqiqatlarda qəbul edilmiş hipoksik-hipoksiya modelindən (barokamerada 95% N₂ + 5% O₂ qaz qarışığı ilə tənəffüs) istifadə edilmişdir (Xvatova, 1978). Təcrübələr 45 günlük dovşan balalarının üç qrupu üzrə (kontrol, postnatal sosial təcridolunma və prenatal hipoksiya ilə sosial təcridolunmanın birgə təsiri qrupu) aparılmış, EEQ “Neyron-Spektr-5” kompüterləşdirilmiş elektroensefaloqrafda qeydə alınmış və statistik analiz edilmişdir. Nəticələr göstərmişdir ki, kontrol heyvanlarla müqayisədə prenatal hipoksiyaya məruz qalmış və fərdi inkişaf zamanı özünəbənzərlərindən sosial təcrid olunmuş dovşan balalarında EEQ-nın struktur elementlərində dəyişikliklər aşkarlanır. Belə ki, sonuncularda EEQ-nın spektr tərkibində dayanıqlı yüksək amplitudalı aşağı tezlikli delta və teta ritmləri üstünlük təşkil edir, alfa ritmlərin amplitudası azalır və yarımkürələrarası asimetriya daha qabarıq formada təzahür edir ki, bu da ekstremal inkişaf şəraitinin beyindəxili əlaqələrin dinamikasına mənfi təsiri ilə səciyyələnir.

GİRİŞ

Müasir dövrün global yaşam dəyişiklikləri fonunda canlıların orqanizmin bütün struktur – molekulyar, hüceyrəvi, orqan və orqanlar sistemi səviyyələrində dozümlük, inkişaf və özünü bərpa kriterilərinin araşdırılması prioritet istiqamət kimi qiymətləndirilir. Bununla əlaqədar, bioloji və tibbi tədqiqatçılar daha çox orqanizmin inkişafının ayrı-ayrı mərhələlərində struktur və funksional formalaşma dinamikasına diqqət yetirirlər (Gaziyev & Jafarova, 2020; Mammadov et al., 2022). Neonatoloqların dəlillərinə əsasən son illər müxtəlif yaşlı uşaqlarda nevroloji pozuntuların 44%-i bətdaxili inkişafın dinamikasında baş verən kənarəxımlarla əlaqədardır. Bu problemin tədqiqi hazırkı pandemiya şəraiti ilə bağlı xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Beləki, son ilkin tədqiqatlara əsasən kovid yoluxması keçirmiş uşaq və yeniyetmələrdə dayanıqlı fizioloji disfunksiyaların təzahürü müşahidə edilməkdədir. Belə tədqiqatların gələcəkdə geniş aparılacağını nəzərə alsaq icrasını nəzərdə tutduğumuz ilkin axtarışların müəyyən əhəmiyyətli ola bilərlər.

AR ETN akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun “Mühit amilləri və analizatorların formalaşması” laboratoriyada aparılan uzunmüddətli elmi axtarışların nəticələri sübut edir ki, orqanizmin inkişafının kritik mərhələlərində xarici və daxili mühit amillərinin davamlı təsiri fizioloji proseslərdə kənarəxımlarla nəticələnir və bir çox halda geri dönməyən fəsadlarla səciyyələnirlər. Tədqiqatlarda müəyyən edilmişdir ki, antenatal (bətdaxili) inkişafın gedişatına fiziki-kimyəvi amillərin təsiri, yeni nəslin fizioloji funksiyalarının formalaşma dinamikasında oxşar istiqamətli, dayanıqlı disfunksiyalarla səciyyələnir (Jiang et al., 1996; Giussani et al., 2007; Gaziyev, 2022; Mahmudova et al., 2018). Müəyyən edilmişdir ki, prenatal ontogenezi hipoksiya–oksigen aclığı, hipokineziya–hərəkət məhdudluğu və elektromaqnit dalğaları ilə şüalanmanın təsiri fonunda inkişaf etmiş orqanizmlərdə baş beyin qabığının ümumi bioelektrik fəallığı zəifləyir, onların davranış reaksiyalarında çatışmazlıqlar və vegetativ sinir sisteminin simpatik şöbəsinin hiperfunksiyası müşahidə edilir. Göstərilmişdir ki, antenatal inkişafın kritik dövrləri müxtəlif mənşəli ekstremal

amillərin xroniki təsirinə qarşı seçici reaksiyalarla xarakterizə olunurlar. Bətdaxili inkişafın kritik dövrlərində əlverişsiz mühit amillərinin təsir nəticələri yeni nəslin qan sistemində qoruyucu – laxtalanma funksiyasının zəifləməsinə səbəb olur (Gaziyev & Jafarova, 2020). Bu amillərin cəmiyyətin müasir yaşam şəraitinin ayrılmaz atributları olduğunu nəzərə alsaq, onların davamlı təsiri nəticəsində ana-döl münasibətləri sistemində yaranmış pozuntuların dölün və ya ana orqanizmində ciddi fəsadlarla müşaiət ediləcəyi ehtimalı yüksəkdir. Embriional beyinin fiziki-kimyəvi faktorlarla zədələnməsi doğulduqdan sonra epilepsiyanın və beyin paralizlərinin inkişafına, psixi və neyrodegenerativ xəstəliklər riskinə, davranış reaksiyaların pozulmasına və nəhayət orqanizmin məhvinə də səbəb ola bilər.

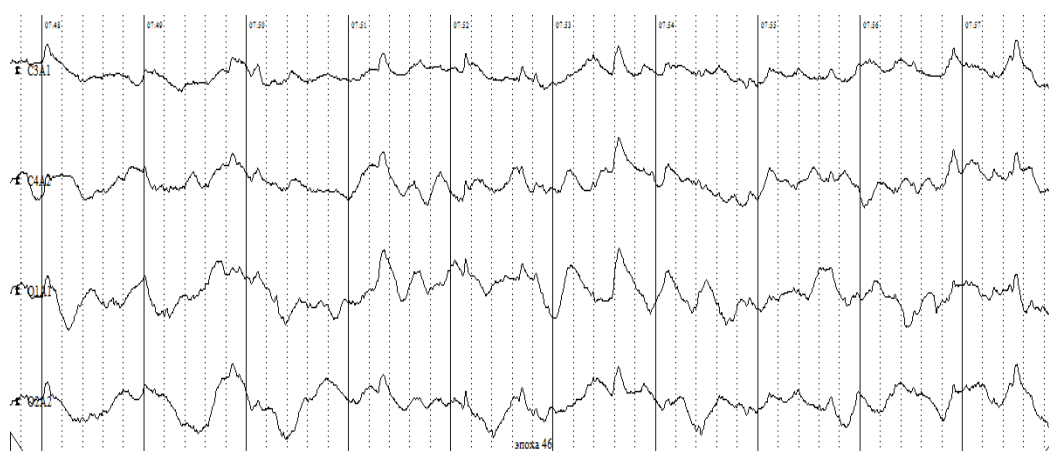
TƏDQİQATLARIN METODİKASI

Tədqiqat işi dovşanlarda boğazlığın bütün dövrlərini əhatə edən hipoksiya faktorunun yeni doğulmuş müxtəlif yaşlı balalarda sosial təcrid olunma fonunda baş beyin bioelektrik fəallığının dinamikasının araşdırılmasına həsr edilmişdir. Embriogenezi hipoksiyaya (95% N₂ + 5% O₂ qaz qarışığı ilə tənəffüs) məruz qalmış heyvanlardan doğulan balaları 30-cu gündən sosial izolyasiya şəraitində saxlayıb 45-ci gün onlarda baş beyin görmə və hissi hərəkəti nəyihələrindən EEQ qeyd edilmiş və statistik analiz olunmuşdur. Təcrübələrin bütün embriogenezi dövründə heyvana 5%-li oksigen qazı və 95%-li azot qazı ilə tənəffüs etdirilməsi olmuşdur. Təcrübələrdə 5 ana dovşandan alınmış 15 baladan istifadə edilmişdir. Təcrübələr 3 qrup üzrə aparılmışdır: 1-ci kontrol qrupu - 45 günlük 5 bala, 2-ci kontrol sosial izolyasiya 45 günlük 5 bala və bütün prenatal inkişaf dövrünü hipoksiya şəraitində keçirmiş və 30 gündən sonra anadan və həmyaşıdlarından təcrid olunmuş 45 günlük 5 dovşan balası.

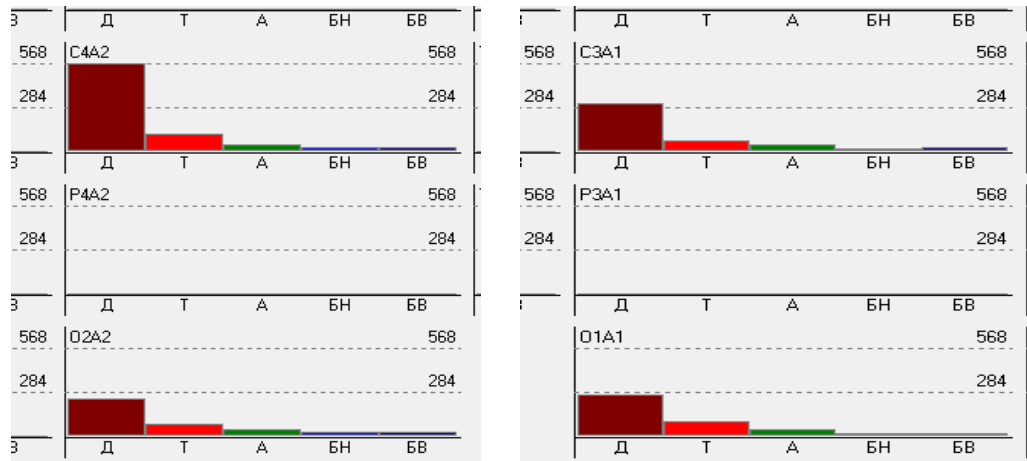
TƏDQİQATLARIN NƏTİCƏLƏRİ VƏ MÜZAKİRƏSİ

I seriya təcrübə kontrol qrupu üzrə postnatal inkişafın 45 günlüyündə aparılmışdır. 45 günlük dovşan balalarının EEQ-nin nativ yazısının xarakterik nümunəsi şəkil 1-də göstərilmişdir. EEQ-nin statistik analizi (qeyd edilməlidir ki, statistik analiz kompüterləşdirilmiş ensefaloqrafiya proqramında olan Neyro-Stat ilə aparılmışdır) göstərir ki, hər iki yarımkürədə aşağı tezlikli (0.5-1.5 Hz) yüksək amplituda dalğaları üstünlük təşkil edir. Baş beyin yarımkürələrinin sağ və sol nahiyyələrdən qeyd edilən EEQ-da alfa ritmlər 61-66 mV amplituda arasında rast olunur (şəkil 2).

EEQ spektr tərkibi əsasən 6.3-8.8 Hz tezlikli dalğalardan (əsasən delta və teta ritm) təşkil edilmiş və bu tezlikdə yarımkürələr arası assimetriya təqribən 20%-ə qədər təşkil edir. Spektral analiz diaqrammalarından göründüyü kimi həm görmə həm də hissi hərəkəti qabıq EEQ-da həm aşağı tezlikli həm də yüksək tezlikli beta dalğalara da rast olunur.

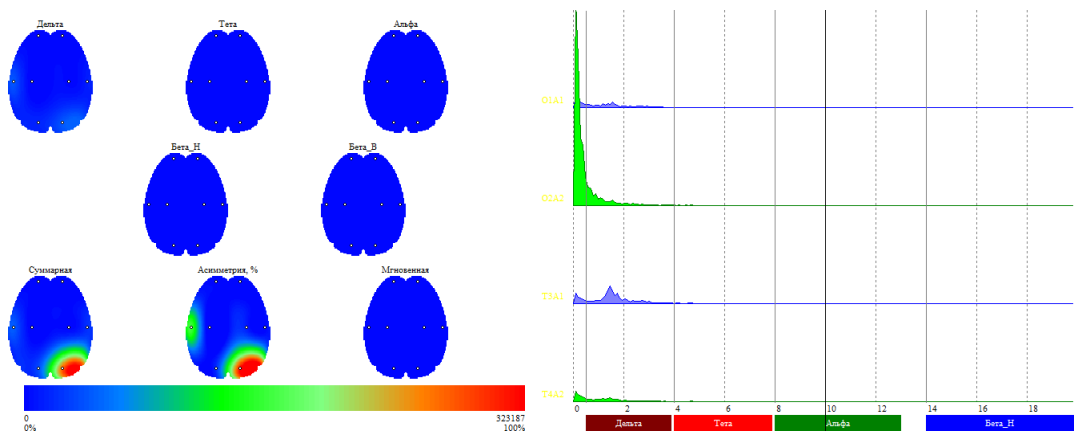


Şəkil 1. Prenatal ontogenezi normal keçirmiş 45 günlük dovşan balalarının baş beyin sensomotor və görmə qabıq zonasından nativ EEQ nümunəsi



Şəkil 2. 45 günlük dovşan balalarının baş beyin sensomotor və görmə qabıq zonasının EEG-nin amplituda histqramması

Analiz edilən EEG parametrləri şəkil 2-də verilmişdir. Göründüyü kimi sensomotor beyin qabığının bioelektrik aktivliyi daha yüksəkdir. Alınan nəticələrə əsasən belə fikir demək olar ki, normada sensomotor beyin qabığının funksional formalaşma dinamikası görmə qabığıla müqayisədə daha intensivdir.



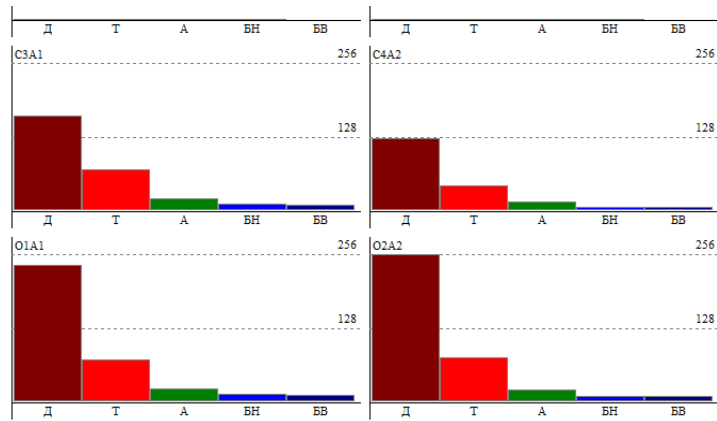
Şəkil 3. 45 günlük kontrol balaların baş beyin sensomotor və görmə qabıq zonasından qeyd olunmuş EEG-nin kartoqramması və spektr tərkib grafiki

Təcrübələrin 2-ci qrupunu inkişafın bir aylığında analarından və öz həmyaşıdlarından təcrid edilmiş balalarda hər iki beyin qabığı nahiyyəsinin bioelektrik fəallığı analiz edilmişdir (şəkil 5, şəkil 6). Bəlli olduğu kimi dovşanların laktasiya (süd vermə) dövrü 45 gündür və 30-cu gündən artıq onlar qarışıq qidalana bilirlər.

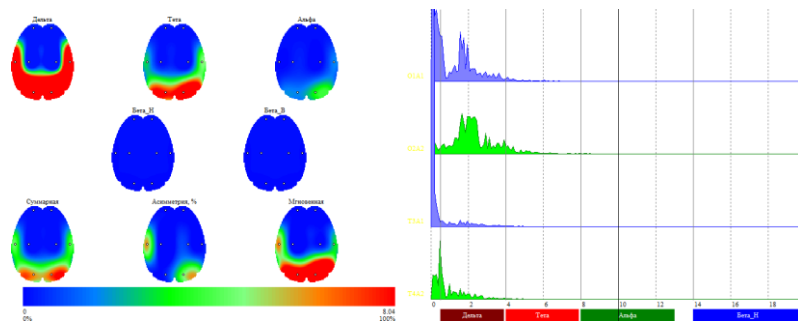
Aşkar edilmişdir ki, tədqiq olunan hər iki yarımkürə elektrik fəallığının spektrində teta diapazonlu ritm digər spektrlərdən yüksəkdir. Lakin EEG-nin bu parametri görmə qabığında daha çox təzahür edir və görmə qabığının sosial təcrid edilmiş heyvanlarda inkişafın daha ləng getdiyinə dəlalət edir. EEG spektrində eyni zamanda digər tezlikli (yüksək tezlikli, aşağı amplitudalı Hissi sensor və görmə qabığında bütün 4 nöqtəsində zəif alfa ritmlər qeyd edilir. Sağda 104 mkV-a yaxın, solda 165 mkV-a yaxın alfa dalğalar üstünlük təşkil edir.

Bu fikri görmə beyin qabığının EEG spektrində aşağı amplitudalı yüksək tezlikli alfa ritmin təmsil olunmasında yarımkürələrarası asimetriyanın zəif ifadəsi də təsdiq edir (şəkil 3).

III seriya təcrübələr bütün embriogenezin hipoksiya edilmiş analardan alınmış 45 günlük balaların bioelektrik aktivliklərinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Bu qrup balaların baş beyin sensomotor qabıq EEG-da hər iki yarımkürədə aşağı amplitudalı alfa ritmlər də müşahidə edilir. Dominant olan tezlik spektri delta və teta ritmləridir. Bu spektrin yarımkürələrarası asimetrik dərəcəsi daha gözcərpandır (şəkil 3).

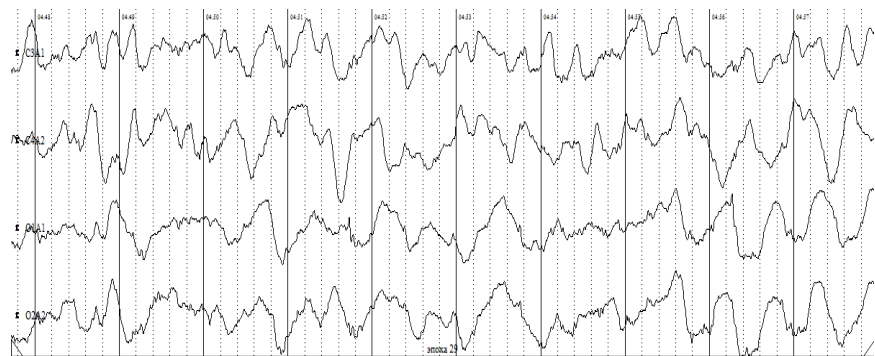


Şəkil 4. Doğulduqdan 30 gün sonra anadan və həmyaşıdlarından izolə edildilmiş 45 günlük kontrol balaların baş beyin sensomotor və görmə qabıq zonasından EEQ-nin orta amplituda histqramması



Şəkil 5. Doğulduqdan 30 gün sonra anadan və həmyaşıdlarından izolə edildilmiş 45 günlük kontrol balaların baş beyin sensomotor və görmə qabıq zonasından EEQ-nin kartoqramması və spektr tərkibi

Göründüyü kimi bütün qeydetmələrdə həm delta, həm də teta diapazonlu dalğaların təmsil olunma səviyyəsi yüksəkdir. Bu zaman delta dalğaların amplitudası 500 mkV, teta dalğaların isə 150-200 mkV-a yaxın olduğu müəyyən edilmişdir (şəkil 4).



Şəkil 6. Bətdaxili ontogenezdə hipoksiyaya məruz qalmış və inkişafın 30-cu günündən anadan və həmyaşıdlarından izolə olunmuş 45 günlük dovşan balalarının baş beyin sensomotor və görmə qabıq zonasından nativ EEQ yazısı

Beləliklə, bu aspektdə mövcud olan ədəbiyyat materialları və bizim tədqiqatlar göstərir ki, heyvanlarda bətdaxili inkişaf zamanı hipoksiya amilinin yeni nəslin fərdi inkişaf prosesində onların sinir sisteminin funksional göstəricilərinə təsiri danılmazdır (Jiang et al., 1996; Bahram et al., 2014; Jafarova et al., 2024). Burada diqqəti cəlb edən fakt odur ki, ümumiyyətlə hipoksiya bir fiziki-kimyəvi faktor kimi ontogenetik inkişafın gedişatında “ana-döl” münasibətlərinin normal gedişatını pozmaqla bütövlükdə orqanizmin bütün fizioloji sistemlərinə neqativ təsir edir. Bəlli olduğu kimi

orqanizmin energetik təminatı üçün qəbul edilən oksigenin böyük hissəsi sinir sistemi tərəfindən mənimsəlinir. Bu baxımdan hipoksiyanın öncədən birbaşa sinir sisteminin, xüsusən onun mərkəzi şübələrinin fəaliyyətinə təsiri daha qabarıq şəkildə özünü biruzə verir.

NƏTİCƏLƏR

Aparılmış elektrofizioloji tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, prenatal ontogenezdə xroniki hipoksiyanın təsiri və postnatal inkişaf dövründə sosial təcridolunma faktoru 45 günlük dovşan balalarının baş beyin görmə və hissi-hərəkəti qabığının bioelektrik fəallığının formalaşma dinamikasında istiqamətli dəyişikliklərlə müşayiət olunur. Normal prenatal şəraitdə inkişaf etmiş kontrol heyvanlarda hər iki yarımkürədə alfa ritmlərin (61–66 mkV) müntəzəm təzahürü, 6.3–8.8 Hz tezlik diapazonunda dominant aktivlik və yarımkürələrarası təxminən 20% asimmetriya qeydə alınır. Bu zaman hissi-hərəkəti qabığının bioelektrik aktivliyi görmə qabığıla müqayisədə daha yüksəkdir ki, bu da onun funksional formalaşma dinamikasının daha intensiv getdiyini göstərir. Yalnız postnatal sosial təcridolunma faktoruna məruz qalmış balalarda EEG spektrində teta diapazonlu ritmlərin üstünlüyü, xüsusilə görmə qabığı zonasında, qeydə alınır.

Beləliklə, prenatal hipoksiya və postnatal sosial təcridolunma faktorlarının kombinə edilmiş təsiri “ana-döl” münasibətləri sistemində pozuntular yaratmaqla beyində xili əlaqələrin və neyronlararası inteqrasiya proseslərinin dinamikasına mənfi təsir göstərir, baş beyin qabığının funksional yetişkənliyini ləngidir və yüksək sinir fəaliyyətinin sonrakı formalaşmasında dayanıqlı disfunksiyalar üçün morfo-funksional zəmin yaradır. Əldə edilən nəticələr antenatal inkişafın kritik dövrlərində ekstremal mühit amillərinin təsirinin profilaktikasının vacibliyini bir daha təsdiq edir və neonatologiya, pediatriya, neyrofiziologiya sahələrində sonrakı tədqiqatlar üçün eksperimental əsas kimi istifadə oluna bilər.

ƏDƏBİYYATLAR

- Bahram, A., & Aliyev, A., & Gaziye, A. (2015). Investigation and Effect of Hypoxia and Interception of Olfactory Nerv Reseptor on Glucous, PT, T and TT of Non-Pregnant Rabbits Blood Plasma. Biological Forum – An International Journal. 7(1), 879-881. ISSN No. 2249-3239
- Gaziye, A.G. (2022, May). The Role Of Pre-And Postnatal Factors In Forming The Functions of a Developing Organism. Международный исследовательский центр «Endless Light in Science» IV Международная научнопрактическая конференция "SCIENCE & TECHNOLOGIES". Алматы, Казахстан.
- Giussani, D.A., & Salinas, C.E., & Villena, M., & Blanco, C.E. (2007). The role of oxygen in prenatal growth: in the chick embryo. The Journal of Physiology, 585(3), 911-917. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.141572>
- Jafarova, A.M. & Mammadov, A.M. & Gaziye, A.G. & Eyvazova, Sh.R. (2024, March). Functional relationships of the cerebral cortex with subcortical structures in emotional stressful conditions. BIO Web of Conferences 100, Almaty, Kazakhstan. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410001022>
- Jiang, B.H., & Semenza, G.L., & Bauer, C., & Marti, H.H. (1996). Hypoxia-inducible factor 1 levels vary exponentially over a physiologically relevant range of O₂ tension. American Journal of Physiology-Cell Physiology, 271(4 Pt1), 1172-1180. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.1996.271.4.C1172>
- Mahmudova, N.Sh., & Gaziye, A.G., & Mammadova, G.Sh. (2018, June). Influence of prenatal hypokinesia on the cerebral function in rat pups. “Gazi-EgeBINGS” International Neuroscience Graduate Summer Workshop and Practical Training. Ankara.
- Məmmədov, X.B. & Məmmədova, G.Ş. & Şahmalıyeva, S.F. (2022, May) Prenatal ontogenezdə hipoksiya edilmiş heyvanlarda fiziki yükün görmə və hissi-hərəkəti beyin qabığının elektrik fəallığına təsiri. Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri. Gəncə, Azərbaycan.

Газиев, А.Г., & Джафарова, Г.Г. (2020). Влияние перинатальной гипоксии на форменные элементы крови у кроликов в разных возрастных группах постнатального онтогенеза. Colloquium journal / Biological sciences, 8(32), 4-6.

SUMMARY

ELECTROPHYSIOLOGICAL STUDY OF THE VISUAL AND SENSORIMOTOR CEREBRAL CORTEX IN RABBIT PUPS EXPOSED TO PRENATAL HYPOXIA UNDER CONDITIONS OF SOCIAL ISOLATION

Orkhan Khudiyev¹, Afig Gaziye¹, Khaibar Mammadov¹
State Border Service Academy, Baku, Azerbaijan¹

The research is devoted to the study of the dynamics of the formation of the bioelectric activity of the visual and sensorimotor cortex of the brain in Chinchilla rabbits exposed to chronic hypoxia in prenatal ontogenesis. The aim was to study the functional maturity parameters of the bioelectric activity of the brain in partially mature individual development stages in organisms that underwent embryogenetic development against the background of the influence of physicochemical factors. The methodological approach used was the hypoxic-hypoxia model (95% N₂ + 5% O₂) adopted in similar studies (Khvatova, 1978). The experiments were conducted on three groups of 45-day-old rabbit pups (control, postnatal social isolation, and the combined effect of prenatal hypoxia with social isolation). EEG was recorded on a computerized electroencephalograph "Neuron Spectr-5" and statistically analyzed. The results showed that, compared with control animals, marked changes in the structural elements of the EEG were detected in rabbit pups exposed to prenatal hypoxia and socially isolated from their peers during individual development. Thus, in the latter, stable high-amplitude low-frequency delta and theta rhythms prevail in the spectral composition of the EEG, the amplitude of alpha rhythms decreases, and interhemispheric asymmetry is more pronounced, which characterizes the negative impact of extreme developmental conditions on the dynamics of intracerebral connections.

Keywords: ontogenesis, prenatal hypoxia, rabbit pups, visual and sensorimotor cortex, electroencephalogram

РЕЗЮМЕ

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРИТЕЛЬНОЙ И СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА У КРОЛЬЧАТ ПОДВЕРГШИХСЯ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ГИПОКСИИ НА ФОНЕ СОЦИАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Орхан Худиев¹, Афиq Газиев¹, Хайбар Мамедов¹
Академия Государственной пограничной службы, Баку, Азербайджан¹

Исследования посвящены изучению динамики формирования биоэлектрической активности зрительной и сенсомоторной коры головного мозга у крольчат породы шиншилла, подвергшихся воздействию хронической гипоксии в пренатальном онтогенезе. Целью являлось исследование параметров функциональной зрелости биоэлектрической активности головного мозга у организмов на стадии частично зрелого индивидуального развития, эмбриогенетическое развитие которых протекало на фоне воздействия физико-химических факторов. В методическом подходе использована гипоксически-гипоксическая модель, принятая в аналогичных исследованиях (дыхание газовой смесью 95% N₂ + 5% O₂ в барокамере) (Хватова, 1978). Эксперименты проводились на трёх группах 45-дневных крольчат (интактный контроль, постнатальная социальная изоляция, а также группа сочетанного воздействия пренатальной гипоксии и социальной изоляции), ЭЭГ регистрировалась на компьютеризированном электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-5» и

подвергалась статистическому анализу. Результаты показали, что по сравнению с контрольными животными у крольчат, подвергшихся пренатальной гипоксии и социально изолированных от себе подобных в процессе индивидуального развития, выявляются изменения в структурных элементах ЭЭГ. Так, у последних в спектральном составе ЭЭГ преобладают устойчивые высокоамплитудные низкочастотные дельта- и тета-ритмы, амплитуда альфа-ритмов снижается, а межполушарная асимметрия проявляется более выражено, что характеризуется отрицательным влиянием экстремальных условий развития на динамику внутримозговых связей.

Ключевые слова: онтогенез, пренатальная гипоксия, крольчата, зрительная и сенсомоторная кора, электроэнцефалограмма