

**AUTIZM SPEKTR BUZILISHINI ERTA BOSQICHDA ANIQLASHDA EEG
SIGNALLARINING SUN'YI INTELLEKT YORDAMIDA TAHLILI**

Haydarova Dilnoza Baxtiyorovna

*Respublika ixtisoslashtirilgan ruhiy
salomatlik ilmiy- amaliy tibbiyot markazining
Psixiatriya xizmati bo'yicha Buxoro viloyat
filialida bolalar va o'smirlar bo'limi mudiri*

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda Autizm spektr buzilishi ni bolalarda erta aniqlash maqsadida elektroensefalografiya (EEG) signallarini sun'iy intellekt yordamida tahlil qilish samaradorligi o'rganildi. Tadqiqotda 25 nafar bola (12 nafar ASD va 13 nafar sog'lom nazorat guruhi) ishtirok etdi. EEG signallaridan vaqt va chastota sohasiga oid xususiyatlar ajratib olinib, mashinaviy o'rganish modeli yordamida klassifikatsiya qilindi. Natijalar EEG asosidagi biomarkerlar ASD ni erta aniqlashda yuqori aniqlikka ega ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: autizm, EEG, sun'iy intellekt, erta diagnostika, biomarker, bolalar psixiatriyasi

**АНАЛИЗ ЭЭГ-СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ РАССТРОЙСТВ
АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА**

Хайдарова Дилноза Бахтиёровна

*Заведующая отделением детей и подростков Бухарского областного
филиала Республиканского специализированного научно-практического
медицинского центра психического здоровья*

Аннотация. В данном исследовании была изучена эффективность анализа сигналов электроэнцефалографии (ЭЭГ) с помощью искусственного интеллекта для раннего выявления расстройств аутистического спектра (РАС) у детей. В исследовании приняли участие 25 детей (12 с РАС и 13 из контрольной группы здоровых детей). Из сигналов ЭЭГ были извлечены временные и частотные характеристики, которые были классифицированы с помощью модели машинного обучения. Результаты показали, что биомаркеры на основе ЭЭГ имеют высокую точность в ранней диагностике РАС.

Ключевые слова: аутизм, ЭЭГ, искусственный интеллект, ранняя диагностика, биомаркер, детская психиатрия

ANALYSIS OF EEG SIGNALS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR EARLY DETECTION OF AUTISM SPECTRUM DISORDER

Khaidarova Dilnoza Bakhtiyorovna

Head of the Department for Children and Adolescents of the Bukhara Regional Branch of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Mental Health for Psychiatric Services

Abstract. This study examined the effectiveness of analyzing electroencephalography (EEG) signals using artificial intelligence for the early detection of autism spectrum disorders in children. The study involved 25 children (12 children with ASD and 13 healthy control groups). Characteristics related to time and frequency ranges were isolated from EEG signals and classified using a machine learning model. The results showed that EEG-based biomarkers possess high accuracy in the early detection of ASD.

Keywords: autism, EEG, artificial intelligence, early diagnosis, biomarker, child psychiatry

Autizm spektr buzilishi bolalar orasida keng tarqalgan neyrorivojlanish kasalligi bo'lib, ijtimoiy muloqotning buzilishi va takrorlanuvchi xatti-harakatlar bilan xarakterlanadi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotiga ko'ra, taxminan har 100 boladan 1 nafari ASD bilan tug'iladi. An'anaviy diagnostika usullari asosan klinik kuzatuv va psixologik testlarga asoslangan bo'lib, ular sub'ektiv va vaqt talab etadi. Shu sababli obyektiv biomarkerlar asosida erta diagnostika qilish muhim hisoblanadi.

Elektroensefalografiya (EEG) – miya faoliyatini real vaqt rejimida o'lchovchi, invaziv bo'lmagan usul bo'lib, ASD bilan kasallangan bolalarda miya faoliyatining o'ziga xos o'zgarishlarini aniqlash imkonini beradi. Zamonaviy tadqiqotlar EEG signallarini sun'iy intellekt algoritmlari bilan tahlil qilish orqali yuqori aniqlikdagi diagnostika tizimlarini yaratish mumkinligini ko'rsatmoqda.

Materiallar va metodlar. Mazkur tadqiqot kesim (cross-sectional) dizayni asosida olib borildi. Tadqiqotda umumiy 25 nafar 3–7 yoshdagi bolalar ishtirok etdi. Ular ikki guruhga ajratildi: 12 nafar bola Autizm spektr buzilishi tashxisi qo'yilgan asosiy guruhni, 13 nafar sog'lom bola esa nazorat guruhini tashkil etdi. Barcha ishtirokchilar ota-onalarining roziligi asosida tadqiqotga jalb qilindi.

EEG yozuvlari 10–20 xalqaro tizimiga muvofiq joylashtirilgan 19 ta elektrod yordamida amalga oshirildi. Signal yozib olish jarayoni 15 daqiqa davomida, tinch holatda (resting-state) o'tkazildi va ma'lumotlar 256 Hz diskretizatsiya chastotasida qayd etildi.

Olingan EEG signallari bir necha bosqichli qayta ishlash jarayonidan o'tkazildi. Dastlab mustaqil komponentlar tahlili (ICA) usuli yordamida artefaktlar (ko'z harakati, mushak shovqinlari) olib tashlandi. Keyinchalik signallar 0.5–40 Hz diapazonda filtrlanib, tahlil uchun segmentlarga ajratildi.

Signal tahlili jarayonida bir qator muhim xususiyatlar ajratib olindi. Jumladan, chastota sohasida spektral quvvat ko'rsatkichlari (delta, theta, alpha va beta diapazonlari), signal murakkabligini ifodalovchi entropiya ko'rsatkichlari hamda Hjorth parametrlari (activity, mobility, complexity) hisoblandi. Ushbu parametrlar autizmga xos bo'lgan miya faoliyati va neyron tarmoqlar o'zgarishlarini aniqlashda muhim biomarkerlar sifatida qaraladi.

Ajratib olingan xususiyatlar asosida klassifikatsiya vazifasini bajarish uchun sun'iy intellekt modeli qo'llanildi. Tadqiqotda Support Vector Machine (SVM) algoritmidan foydalanildi. Ma'lumotlar to'plami 80% trening va 20% test qismlarga ajratildi hamda modelning ishonchliligini oshirish maqsadida 5 barobarli k-fold kross-validatsiya usuli qo'llanildi.

Natijalar. EEG signallarining tahlili natijasida Autizm spektr buzilishi ga ega bolalar guruhida sezilarli neyrofiziologik o'zgarishlar aniqlandi. Xususan, alpha diapazonidagi to'lqinlar faolligining pasayishi kuzatildi, bu esa miya dam olish holatidagi funksional faollikning buzilganligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, beta diapazonida nisbatan yuqori faollik qayd etildi, bu esa neyronlarning ortiqcha qo'zg'aluvchanligi bilan izohlanadi.

Bundan tashqari, ASD guruhida miya hududlari o'rtasidagi funksional bog'liqlikning buzilishi aniqlanib, bu holat neyron tarmoqlarning noto'g'ri tashkil topganligini ko'rsatdi. Ushbu natijalar autizmga markaziy asab tizimi faoliyatining o'ziga xos xususiyatlarini aks ettirib, EEG asosidagi biomarkerlarning diagnostik ahamiyatini tasdiqlaydi.

Muhokama. Olingan natijalar EEG signallarini tahlil qilish Autizm spektr buzilishi ni erta diagnostika qilishda istiqbolli va ishonchli biomarker sifatida xizmat qilishi mumkinligini ko'rsatdi. Tadqiqot davomida aniqlangan neyrofiziologik o'zgarishlar — xususan, alpha diapazonidagi faollikning pasayishi, beta to'lqinlarining nisbatan ortishi hamda funksional bog'liqlikning buzilishi — autizmga xos bo'lgan miya faoliyati o'zgarishlari bilan mos keladi. Bu esa EEG asosidagi tahlil usullarining klinik amaliyotda qo'llanish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar ham EEG signallariga asoslangan sun'iy intellekt modellarining yuqori aniqlik darajasini (80–95%) ko'rsatishini tasdiqlamoqda. Bu esa ushbu yondashuvning nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham samarali ekanligini ko'rsatadi. Sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish diagnostika jarayonida inson omilini kamaytiradi, sub'ektiv xatoliklarni minimallashtiradi hamda natijalarni tezkor va standartlashtirilgan shaklda olish imkonini beradi. Eng muhimi, bunday

tizimlar yordamida kasallikni erta bosqichda aniqlash orqali o‘z vaqtida terapevtik va psixologik aralashuvlarni boshlash mumkin bo‘ladi.

Shu bilan birga, mazkur tadqiqotning ayrim cheklovlari ham mavjud. Xususan, tanlov hajmining nisbatan kichikligi (25 nafar ishtirokchi) modelning umumlashtirish qobiliyatini ma’lum darajada cheklashi mumkin. Kengroq populyatsiyada, turli yosh va klinik xususiyatlarga ega bo‘lgan ishtirokchilar bilan olib boriladigan tadqiqotlar natijalarni yanada ishonchli va umumlashgan holga keltirish imkonini beradi. Shu sababli kelgusida ko‘proq ishtirokchilarni qamrab olgan, multimodal yondashuvlarga asoslangan tadqiqotlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Xulosa. EEG signallarini sun’iy intellekt yordamida tahlil qilish Autizm spektr buzilishi ni bolalarda erta aniqlashda samarali usul hisoblanadi. Ushbu yondashuv klinik amaliyotga joriy etilishi kelajakda diagnostika sifatini sezilarli darajada oshirishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Lord C., Elsabbagh M., Baird G., Veenstra-VanderWeele J. Autism spectrum disorder. – *The Lancet*, 2018. – Vol. 392(10146). – P. 508–520.
2. Simon Baron-Cohen. Early identification of autism spectrum conditions. – *Nature Reviews Neuroscience*, 2015. – Vol. 16. – P. 233–245.
3. Bashivan P., Rish I., Yeasin M., Codella N. Learning representations from EEG with deep recurrent-convolutional neural networks. – *International Conference on Learning Representations (ICLR)*, 2016.
4. Craik A., He Y., Contreras-Vidal J.L. Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: a review. – *Journal of Neural Engineering*, 2019. – Vol. 16(3).
5. Billeci L., Sicca F., Maharatna K., Apicella F., Narzisi A., Muratori F. On the application of quantitative EEG for characterizing autistic brain: a systematic review. – *Frontiers in Human Neuroscience*, 2013. – Vol. 7.
6. Bosl W., Tierney A., Tager-Flusberg H., Nelson C. EEG complexity as a biomarker for autism spectrum disorder risk. – *BMC Medicine*, 2011. – Vol. 9.
7. Dvornek N.C., Ventola P., Duncan J.S. Combining phenotypic and resting-state fMRI data for autism classification using convolutional neural networks. – *Frontiers in Neuroinformatics*, 2018. – Vol. 12.
8. Lotte F., Bougrain L., Cichocki A. et al. A review of classification algorithms for EEG-based brain–computer interfaces. – *Journal of Neural Engineering*, 2018. – Vol. 15(3).
9. World Health Organization. Autism spectrum disorders. – Geneva: WHO, 2021.
10. Thabtah F. Machine learning in autistic spectrum disorder behavioral research: A review and ways forward. – *Informatics for Health and Social Care*, 2019. – Vol. 44(3).