

ELEKTROMAGNIT MAYDONLARNING INSON ORGANIZMIGA TA'SIRI

*Xodjayeva Diyora Zuxriddinovna¹,
 Abduvaxabova Dilfuza Bahtiyor qizi²,
 Dilmurodova Gulasal Dekhqonovna³,
 Sayimova Durdona Anvar qizi⁴*

*Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti, Toshkent, O'zbekiston
 Informatika va biofizika kafedrasi katta o'qituvchisi¹*

1-son stomatologiya, I bosqich talabasi²

1-son stomatologiya, I bosqich talabasi³

1-son stomatologiya, I bosqich talabasi⁴

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektromagnit maydonlarning inson organizmiga ko'rsatadigan biologik va biofizik ta'sirlari har tomonlama tahlil qilinadi. Elektromagnit to'lqinlarning chastotasi, intensivligi va ta'sir davomiyligiga qarab fiziologik jarayonlarda yuzaga keladigan o'zgarishlar, xususan hujayra membranasini potensialining modifikatsiyasi, ion kanallarining faoliyatidagi o'zgarishlar hamda termik va no-termik mexanizmlar asosida kechuvchi funksional javoblar ko'rib chiqiladi. Shuningdek, yuqori chastotali elektromagnit nurlanishning to'qima qizishi, past chastotali maydonlarning esa markaziy va periferik nerv tizimi faoliyatiga ta'sir etuvchi bioelektrik jarayonlarni o'zgartirish xususiyatlari yoritiladi. Tadqiqot natijalari elektromagnit maydonlarning xavfsizlik chegaralarini belgilash, sog'liqni saqlash me'yorlarini shakllantirish va atrof-muhit omillarini baholashda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Elektromagnit maydonlar, biologik ta'sir, biofizik jarayonlar, ion kanallari, hujayra membranasini, termik effekt, notermik effekt, nerv tizimi, funksional o'zgarishlar, chastota diapazoni.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Аннотация. В статье рассматривается комплексное влияние электромагнитных полей на организм человека с учётом их частоты, интенсивности и продолжительности воздействия. Анализируются биофизические механизмы взаимодействия электромагнитных волн с клеточными структурами, включая изменения трансмембранного потенциала, модуляцию ионных каналов и активацию термических и нетермических эффектов. Особое внимание уделено воздействию высокочастотного излучения, приводящего к локальному нагреванию тканей, а также низкочастотных полей,

способных изменять нервно-мышечную проводимость и электрическую активность клеток. Представленные данные имеют важное значение для разработки нормативов электромагнитной безопасности, оценки потенциальных рисков и формирования научно обоснованных подходов к защите здоровья населения.

Ключевые слова: электромагнитные поля, биофизические механизмы, клеточные структуры, ионные каналы, трансмембранный потенциал, термические и нетермические эффекты, нервная система, физиологические реакции.

ELECTROMAGNETIC FIELDS AND THEIR EFFECTS ON THE HUMAN BODY

Article. This article examines the complex effects of electromagnetic fields on the human body, taking into account their frequency, intensity, and duration of exposure. The biophysical mechanisms underlying the interaction between electromagnetic waves and cellular structures are analyzed, including modifications of transmembrane potential, modulation of ion channels, and activation of thermal and non-thermal effects. Special focus is placed on high-frequency radiation that induces localized tissue heating, as well as low-frequency fields capable of altering neuromuscular conductivity and cellular electrical activity. The presented findings are essential for establishing electromagnetic safety guidelines, assessing potential health risks, and developing scientifically grounded strategies for population protection.

Keywords: electromagnetic fields, biophysical mechanisms, cellular structures, ion channels, transmembrane potential, thermal effects, non-thermal effects, nervous system, physiological responses.

Kirish

Elektromagnit maydonlar (EMM) inson organizmining fiziologik va biofizik jarayonlariga ko'p qirrali ta'sir ko'rsatishi bilan ajralib turadi [4]. Tabiiy va antropogen manbalarining ko'payishi zamonaviy jamiyatda elektromagnit yuklamaning ortishiga olib kelib, uning biologik oqibatlarini chuqur o'rganish zaruriyatini kuchaytirdi [1]. Turli diapazonlardagi elektromagnit tebranishlarning tirik to'qimalarga ta'siri murakkab bo'lib, ularning qay darajada xavf tug'dirishi ilmiy muhokamalardan o'rin olmoqda [6].

Hujayra darajasida elektromagnit maydonlarning ta'siri membrana potentsialining o'zgarishi, ion kanallari faoliyatining modulyatsiyasi va signal uzatish yo'llarining faollashuvi orqali namoyon bo'lishi mumkinligi qayd etilgan [2]. Bu jarayonlar past intensivlikdagi maydonlar ham biologik tizimlarda funksional

javoblarni hosil qilishi mumkinligini ko'rsatadi [5]. Elektromagnit signallarning hujayraviy sezuvchanlik bilan o'zaro ta'siri biopotensiallar va elektrofiziologik jarayonlar barqarorligiga ta'sir qilishi ehtimoli bilan ham qiziqish uyg'otadi [3].

Yuqori chastotali elektromagnit maydonlarning ta'siri ko'proq issiqlik effektlari bilan bog'liq bo'lib, to'qimalardagi dielektrik yo'qotishlar natijasida energiya yutilishi ortadi [6]. Ushbu jarayon hujayra ichki muhitining fizik-kimyoviy holatini o'zgartirishi, metabolik reaksiyalar tezligini oshirishi yoki aksincha, ularni susaytirishi mumkinligi bilan ahamiyatlidir [1]. Termik ta'sirning darajasi maydon intensivligi, to'liq uzunligi va ekspozitsiya muddatiga bevosita bog'liq ekani ko'plab tadqiqotlarda tasdiqlangan [4].

Past chastotali maydonlar esa asosan noissiklik, ya'ni issiqlik hosil qilmaydigan mexanizmlar orqali fiziologik jarayonlarga ta'sir ko'rsatadi [5]. Bunday maydonlarning organizmning neyrovegetativ regulyatsiyasi, yurak-qon tomir tizimi va endokrin muvozanatiga bo'lgan ta'siri haqidagi ilmiy ma'lumotlar yetarlicha kengdir [3]. Shu bilan birga, past chastotali signallarning hujayra ichki almashinuviga ta'siri bo'yicha izlanishlar davom etmoqda va ularning natijalari biotibbiyot sohasida qo'llanma sifatida muhim ahamiyat kasb etmoqda [2].

Zamonaviy ilm-fan elektromagnit maydonlarning terapevtik qo'llanilishi va potentsial xavf omillarini aniqlash borasida keng ko'lamli tadqiqotlar olib bormoqda [4]. Elektromagnit terapiya, fizioprotseduralar va tibbiy diagnostika tizimlarida EMMning boshqarilgan ta'siridan samarali foydalanilmoqda [6]. Shu bilan birga, yuqori quvvatli yoki uzoq muddatli ekspozitsiyaning ehtimoliy salbiy ta'sirlarini baholash ham sanitariya normalarini ishlab chiqishda muhim o'rin tutadi [1].

Materiallar va metodlar

Tadqiqotda inson organizmiga elektromagnit maydonlarning ta'sirini baholash uchun laboratoriya va instrumental diagnostika usullaridan foydalanildi. Tahlillarni o'tkazishda past va yuqori chastotali elektromagnit maydon generatorlari, to'liq intensivligi va chastotasini aniq boshqarish imkoniyatiga ega bo'lgan apparatlar qo'llandi. Ekspozitsiya sharoitlari tajriba davomida barqaror saqlanib, har bir parametralohida nazorat qilindi.

Biologik namunalar sifatida periferik qon hujayralari, to'qima madaniyati va fiziologik ko'rsatkichlar bo'yicha ma'lumotlar yig'ildi. Hujayra darajasidagi o'zgarishlarni baholash uchun membrana potentsialining o'zgarishi, ion almashinuvi va oksidlanish-qaytarilish jarayonlari maxsus elektrofiziologik qurilmalar yordamida o'lchandi. Shuningdek, hujayra metabolizmi va morfologik o'zgarishlarni kuzatish maqsadida mikroskopik va fotometrik tahlillar o'tkazildi.

Organizm darajasidagi fiziologik javoblarni baholash uchun yurak urish chastotasi, qon bosimi, nafas ritmi, terining elektr o'tkazuvchanligi va vegetativ nerv tizimi ko'rsatkichlari qayd etildi. Ushbu parametrlar elektromagnit ta'sir oldi va

keyingi davrlarda solishtirma tahlil qilinishi uchun bir xil sharoitda o'Ichandi. Olingan fiziologik ma'lumotlar raqamli qaydshunoslik tizimida saqlanib, statistik ishlov berishga tayyorlandi.

Tadqiqot jarayonida nazorat guruhi ham shakllantirilib, ular elektromagnit ta'sirga uchramagan holda asosiy guruh ko'rsatkichlari bilan taqqoslash imkonini yaratdi. Nazorat va tajriba guruhlarini o'rtasidagi farqlarni aniqlash uchun umumiy statistik tahlil, dispersiya tahlili va parametrik testlardan foydalanildi. Har bir o'lovchov bir necha marotaba takrorlanib, natijalarning ishonchliligi ta'minlandi.

Metodologik yondashuv tadqiqotning aniqligi va reproduksiyasini ta'minlash maqsadida barcha texnik jihatlarining standartlashtirilishiga qaratildi. O'lovchov jarayonlarida tashqi elektromagnit shovqinlar minimallashtirilib, laboratoriya muhiti stabil harorat va namlikda ushlab turildi. Olingan natijalar keyingi bosqichda elektromagnit maydonlarning biologik va biofizik oqibatlarini chuqur tahlil qilish uchun asos bo'lib xizmat qildi.

Natijalar va ularning muhokamasi

Tadqiqot natijalari elektromagnit maydonlarning hujayra va to'qima darajasidagi biologik ta'sirini aniq tasvirlab berdi. Hujayra membranasidagi potentsial o'zgarishlari, ion kanallarining faoliyatidagi modulyatsiya va signal uzatish jarayonlarining faollashuvi elektromagnit ekspozitsiya davomida sezilarli darajada kuzatildi. Past intensivlikdagi maydonlar ham hujayra ichidagi elektrofiziologik jarayonlarni o'zgartirib, metabolik faoliyatni modulyatsiya qila olishini ko'rsatdi.

To'qima darajasida yuqori chastotali maydonlar energiya yutilishi natijasida termik ta'sirlarni keltirib chiqardi. Bu jarayon mikrotsirkulyatsiya va biokimyoviy reaksiyalarning tezligi va samaradorligiga ta'sir ko'rsatdi. Shu bilan birga, past chastotali maydonlar no-termik ta'sirlar orqali asab va endokrin tizim faoliyatini sezilarli darajada modulyatsiya qildi, shu jumladan vegetativ regulyatsiya va yurak-qon tomir tizimi ko'rsatkichlarini o'zgartirdi.

Fiziologik parametrlar tahlili natijasida yurak urish tezligi, qon bosimi va nafas ritmida elektromagnit maydonlarga moslashuv mexanizmlari aniqlanishi kuzatildi. Bu moslashuv javoblari doimiy va vaqtincha bo'lib, turli chastotali va intensivlikdagi ta'sirlar bilan bog'liq edi. Tadqiqot natijalari organizmning elektromagnit yuklamaga sezgirlikni va tizimli regulyator mexanizmlarni ishga tushirish qobiliyatini tasdiqladi.

Nazorat guruhi bilan solishtirilganda, ekspozitsiyaga uchragan guruhning hujayra, to'qima va fiziologik ko'rsatkichlarida sezilarli farqlar aniqlanib, ular elektromagnit maydonlarning biologik va biofizik ta'sirining mavjudligini ko'rsatdi. Bu farqlar past va yuqori chastotali maydonlarning turli mexanizmlari orqali harakatlanishi bilan izohlanadi.

Shuningdek, olingan natijalar elektromagnit maydonlarning terapevtik va potentsial xavfli ta'sirlarini birlashtirish imkonini berdi. Ma'lumotlar yuqori

intensivlikdagi va uzoq muddatli ekspozitsiya xavfini baholash, shuningdek past intensivlikdagi maydonlarni sog'lomlashtiruvchi yoki profilaktik vosita sifatida qo'llash uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkinligini ko'rsatdi. Natijalar elektromagnit maydonlar bilan ishlashda xavfsizlik standartlarini ishlab chiqish va sog'liqni saqlash choralarini takomillashtirish uchun muhim ahamiyatga ega.

Xulosalar

Tadqiqot natijalari elektromagnit maydonlarning inson organizmiga ko'rsatadigan biologik va biofizik ta'sirlarini tizimli ko'rsatdi. Hujayra darajasida membrana potentsialining o'zgarishi va ion kanallarining modulyatsiyasi elektromagnit signallarga sezuvchanlikni aniqladi, to'qima darajasida esa yuqori chastotali maydonlarning termik ta'siri va past chastotali maydonlarning no-termik ta'siri kuzatildi. Fiziologik ko'rsatkichlar — yurak urish tezligi, qon bosimi va nafas ritmi — elektromagnit maydonlarga moslashuv mexanizmlarining mavjudligini tasdiqladi. Tadqiqot shuningdek elektromagnit maydonlarning terapevtik va xavfli ta'sirlarini baholash, xavfsizlik me'yorlarini ishlab chiqish hamda profilaktik tavsiyalar tayyorlash uchun ilmiy asos yaratdi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Repacholi M., et al. Electromagnetic Fields and Health: Current Scientific Evidence. – <https://www.who.int/publications/i/item/9789241591593>
2. Blank M., Goodman R. Electromagnetic Fields: Biological Interactions and Mechanisms. – <https://www.springer.com/gp/book/9780387922623>
3. Pall M.L. Electromagnetic Fields Act Through Voltage-Gated Calcium Channels to Produce Beneficial or Adverse Effects. – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21171110/>
4. WHO. Exposure to Extremely Low Frequency Fields. – <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields>
5. Juutilainen J., et al. Biological Effects of Electromagnetic Fields: A Review. – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3988087/>
6. Vijayalaxmi, Obe G. Radiation and Health: Electromagnetic Fields. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319916304237>