



MAVZU: YUQORI CHASTOTALI ELEKTROMAGNIT NURLANISHNING INSON ORGANIZMIGA TA'SIRI

Erkinova Zulfizar Ulug'bek qizi

Toshkent davlat tibbiyot universiteti 1-kurs talabasi

Ilmiy rahbar: Sattorov Yorqin Karimovich

*Toshkent davlat tibbiyot universiteti biotibbiyot muhandisligi, informatika
va biofizika kafedrasi o'qituvchisi*

ANNOTATSIYA: Ushbu maqolada yuqori chastotali elektromagnit nurlanishning inson organizmiga ta'siri keng yoritilgan. Elektromagnit spektrning ionlovchi va ionlovchi bo'lmagan turlari orasidagi farqlar, ularning biologik ta'siri va salomatlikka ehtimoliy xavflari ilmiy nuqtayi nazardan tahlil qilingan. Tadqiqotlarda yuqori chastotali nurlanishning DNK mutatsiyalariga, oksidlovchi stress jarayonlariga va hujayra apoptosiga sabab bo'lishi mumkinligi ta'kidlangan. Shuningdek, elektromagnit maydonlarning markaziy asab tizimi, immunitet, uyqu me'yorlari va ruhiy salomatlikka ta'siri o'rganilgan. Mobil aloqa texnologiyalari, radiologik tekshiruvlar va radioterapiyaning organizmga uzoq muddatli ta'siri bo'yicha turli ilmiy yondashuvlar ko'rib chiqilgan. Ishda elektromagnit nurlanishning zararli ta'siridan himoyalaniish yo'llari va profilaktik chora-tadbirlar bo'yicha xulosalar berilgan.

Kalit so'zlar : Elektromagnit nurlanish, yuqori chastotali to'lqinlar, ionlovchi nurlanish, ionlovchi bo'lmagan nurlanish, elektromagnit spektr, radioto'lqinlar, mikroto'lqin nurlanish, infraqizil nurlanish, ultrabinafsha nurlar, rentgen nurlari, gamma nurlari, elektromagnit maydon, elektromagnit energiya, to'lqin uzunligi, foton energiyasi, DNK mutatsiyasi, genetik shikastlanish, radiatsiya kasalligi, erkin radikallar, oksidlovchi stress, hujayra apoptosi,



melanin, fotokariqish, ko‘z shikastlanishi, radiatsion dermatit, markaziy asab tizimi, melatonin sintezi, uyqu buzilishi, kortizol sekretsiyasi, qon-miya to‘sig‘i, kognitiv funksiyalar, diqqat buzilishi, xotira zaiflashishi, depressiya, stress, immunitet zaiflashishi, saraton xavfi, ionizatsiya, molekulyar buzilishlar, mutagen ta’sir, DNK reparatsiyasi, radioproteksiya, Wi-Fi nurlanishi, 5G texnologiyasi, mobil telefon nurlanishi, mikroto‘lqin pechi, sun’iy yo‘ldosh nurlanishi, radiologik tekshiruv, radioterapiya, elektromagnit ekologiya.

Elektromagnit nurlanish – bu fazoda elektr va magnit maydonlarning perpendikulyar ravishda tarqaluvchi sinusoidal to‘lqinlari ko‘rinishida harakatlanadigan energiya shaklidir. Elektromagnit maydonning hosil bo‘lishi va tarqalishi Maksuell tenglamalari orqali tavsiflanadi, bunda har qanday o‘zgaruvchan elektr maydoni unga perpendikulyar ravishda magnit maydonni induksiyalashini ta’minlaydi va aksincha. Ushbu jarayon natijasida hosil bo‘luvchi elektromagnit to‘lqin vakuumda yorug‘lik tezligida ($c \approx 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$) harakatlanadi.

Elektromagnit nurlanish to‘lqin-zarra dualizmi tamoyiliga asoslangan bo‘lib, u Kvant mexanikasi nuqtayi nazaridan diskret energiya kvantlari – fotonlar ko‘rinishida tarqaladi. Fotonning energiyasi Plank tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$E = h \nu$$

bu yerda:

- E – foton energiyasi,
- h – Plank doimiysi
- ν – nurlanish chastotasi.



Shu bilan birga, elektromagnit to‘lqinlar fazoda harakatlanish jarayonida dispersiya, interferensiya va diffraksiya kabi optik hodisalarga duch kelishi mumkin.

Elektromagnit spektr va uning turlari

Elektromagnit nurlanishlar chastota va to‘lqin uzunligiga qarab ionlovchi va ionlovchi bo‘lmagan kategoriyalarga bo‘linadi.

1. Ionlovchi bo‘lmagan nurlanishlar (chastota past, to‘lqin uzunligi katta, energiya yetarlicha emas):

- Radioto‘lqinlar (30 Hz – 300 GHz): uzoq masofali axborot uzatish tizimlarida qo‘llaniladi (radioaloqa, televideniye, mobil aloqa).

- Mikroto‘lqinlar (300 MHz – 300 GHz): molekulalarning dipol momentini aylantirish orqali issiqlik hosil qilish xususiyatiga ega, shuning uchun termal ishlov berish tizimlarida qo‘llaniladi.

- Infraqizil (IR) nurlanish (300 GHz – 400 THz): haroratli jismlar tomonidan chiqariladigan issiqlik nurlanishi bo‘lib, biologik va texnologik monitoring tizimlarida ishlatiladi.

- Ko‘rinadigan yorug‘lik (400 THz – 790 THz): inson ko‘zi qabul qila oladigan yagona spektral diapazon bo‘lib, undagi har bir chastota turli ranglarda aks etadi.

2. Ionlovchi nurlanishlar (chastota yuqori, to‘lqin uzunligi kichik, energiya katta):

- Ultrabinafsha (UV) nurlanish (790 THz – 30 PHz): biologik tizimlarga mutagen ta’sir ko‘rsatishi mumkin, DNK molekulalarining pirimidin dimerlari hosil qilishiga sabab bo‘ladi.



- Rentgen nurlanishi (30 PHz – 30 EHz): yuqori energiyali fotonlar to‘qimalar orqali o‘tish xususiyatiga ega bo‘lib, diagnostik tasvirlash tizimlarida qo‘llaniladi.

- Gamma-nurlanish (> 30 EHz): yadro reaksiyalari natijasida hosil bo‘ladigan nurlanish bo‘lib, hujayra DNKsiga jiddiy ionlovchi zarar yetkazishi mumkin.

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanishning xususiyatlari

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanishlar (ultrabinafsha, rentgen va gamma-nurlanishlar) ionlovchi nurlanishlar qatoriga kirib, modda bilan o‘zaro ta’sir qilganda elektronlarni atom yoki molekulalardan ajratib chiqarish qobiliyatiga ega. Bu esa ionizatsiya jarayonlarini keltirib chiqaradi, natijada hujayralarda genetik mutatsiyalar, oksidlovchi stress va apoptoz (dasturlangan hujayra o‘limi) kuzatilishi mumkin.

Yuqori chastotali elektromagnit to‘lqinlarning xususiyatlari

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanishlar (ultrabinafsha, rentgen va gamma-nurlari) o‘zining ionlovchi xususiyatlari bilan tavsiflanadi. Bunday to‘lqinlarning asosiy xususiyatlari quyidagilar:

1. Ionizatsiya qobiliyati Yuqori chastotali nurlanishlar modda bilan o‘zaro ta’sirlashganda atom va molekulalardan elektronlarni ajratib chiqarish xususiyatiga ega. Bu jarayon ionizatsiya deb nomlanadi va biologik hujayralarga jiddiy zarar yetkazishi mumkin.

2. To‘g‘ri chiziqli tarqalish

Ushbu to‘lqinlar vakuumda va gaz muhitida deyarli to‘g‘ri chiziqli yo‘nalishda harakatlanadi. Rentgen va gamma-nurlari zich muhitlardan o‘tish qobiliyatiga ega bo‘lib, ularni tibbiyotda diagnostika maqsadida qo‘llashga imkon beradi.



3. Moddalar bilan o‘zaro ta’sir mexanizmi

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanishlar modda bilan turli yo‘llar bilan o‘zaro ta’sirlashishi mumkin:

- Fotoeffekt: Nurlanish atomi ichidagi elektronni chiqarib yuboradi.
- Kompton sochilishi: Nurlanish elektron bilan to‘qnashganda energiya va yo‘nalishini o‘zgartiradi.
- Juftlik hosil qilish: Juda yuqori energiyali fotonlar elektron-pozitron juftliklarini hosil qilishi mumkin.

4. Qisqa to‘lqin uzunligi va yuqori energiya

- Ultrabinafsha nurlanishning to‘lqin uzunligi 100 nm – 400 nm, rentgen nurlanishiniki 0.01 nm – 10 nm, gamma-nurlariniki esa < 0.01 nm atrofida bo‘ladi.
- Bunday qisqa to‘lqin uzunligi fotonlarning yuqori energiyasini ta’minlaydi, bu esa ularning biologik to‘qimalar bilan o‘zaro ta’sirini kuchaytiradi.

5. Tirbandlik va ekranga nisbatan sezgirlik

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanishlar zich muhitlardan o‘tishda susayadi. Masalan:

- Ultrabinafsha nurlari odam terisi tomonidan yutiladi.
- Rentgen nurlari yumshoq to‘qimalardan o‘tib, suyak va zich tuzilmalarda to‘xtaydi.
- Gamma-nurlanish qo‘rg‘oshin yoki zich materiallardan ham qisman o‘ta oladi.

6. Biologik ta’sir kuchliligi

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanishlar hujayralarning DNK strukturasini shikastlashi, mutatsiyaga olib kelishi va hujayralarning apoptotik mexanizmlarini ishga tushirishi mumkin. Ularning uzoq muddatli ta’siri onkologik kasalliklar rivojlanishiga olib kelishi mumkin.



Ushbu xususiyatlar yuqori chastotali elektromagnit nurlanishlarning inson organizmiga qanday ta'sir qilishini tushunish uchun muhim ahamiyatga ega. Keyingi bo'limlarda bu ta'sirlar chuqurroq ko'rib chiqiladi.

1. Tabiiy elektromagnit nurlanish manbalari

Tabiiy elektromagnit nurlanishlar Yer atmosferasi va kosmik ob'ektlar tomonidan chiqariladi. Bunday nurlanishlarning aksariyati odam organizmiga sezilarli darajada ta'sir qilmaydi, biroq ba'zilar ionlovchi xususiyatga ega bo'lib, biologik to'qimalarga zarar yetkazishi mumkin.

a) Quyosh nurlanishi

Quyosh – Yerdagi eng kuchli tabiiy elektromagnit nurlanish manbai bo'lib, uning spektri infraqizil (IR), ko'rinadigan yorug'lik va ultrabinafsha (UV) nurlanishlardan iborat. Quyosh nurlanishining asosiy turlari:

- Infraqizil (IR) nurlanish – issiqlik energiyasini ta'minlaydi.
- Ko'rinadigan yorug'lik – odam ko'zi sezadigan elektromagnit nurlanish diapazonidir.

- Ultrabinafsha (UV) nurlanish – yuqori energiyali bo'lib, uzoq muddatli ta'siri teri hujayralarining DNK tuzilishini shikastlashi mumkin.

b) Kosmik nurlanishlar

Kosmosdan keluvchi elektromagnit nurlanishlar quyidagi tarkibiy qismlarga ega:

- Yuqori energiyali gamma-nurlanish – ionlovchi xususiyatga ega bo'lib, tirik organizmlar uchun xavf tug'dirishi mumkin.

- Kosmik nurlanishlar – asosan quyosh chaqnashlari va yulduzlar yadroviy reaksiyalari natijasida hosil bo'luvchi ionlar, protonlar va elektronlardan iborat. Bunday nurlanishlar Yer atmosferasi tomonidan qisman yutiladi.

c) Yerdagi tabiiy elektromagnit nurlanishlar

Yerning o'zidan ham elektromagnit nurlanish chiqishi mumkin:



- Atmosfera chaqmoqlari – ultrabinafsha va radioto‘lqinlar diapazonida nurlanish hosil qiladi.

- Yer magnit maydoni – past chastotali elektromagnit nurlanishlarning tabiiy manbalaridan biri hisoblanadi.

2. Sun’iy elektromagnit nurlanish manbalari

Texnologik rivojlanish bilan birga inson atrofidagi sun’iy elektromagnit nurlanish manbalari sezilarli darajada ortdi. Ushbu manbalar chastota diapazoniga qarab ionlovchi va ionlovchi bo‘lmagan elektromagnit nurlanishlarga bo‘linadi.

a) Past chastotali sun’iy elektromagnit nurlanishlar

Bu turdagi nurlanishlar elektr energiyasi bilan bog‘liq bo‘lib, quyidagi manbalardan tarqaladi:

- Elektr uzatish liniyalari (50-60 Hz) – past chastotali elektromagnit maydonlar hosil qiladi.

- Maishiy elektr asboblari – mikroto‘lqinli pechlar, televizorlar, elektr pechlar past chastotali elektromagnit to‘lqinlar chiqaradi.

b) O‘rta chastotali elektromagnit nurlanish manbalari

Bu toifaga quyidagilar kiradi:

- Radio va televideniye uzatkichlari (MHz-GHz diapazon) – FM, AM radio to‘lqinlari va televizion signallar.

- Wi-Fi va mobil aloqa tarmoqlari (2.4 GHz – 5 GHz) – zamonaviy internet va telekommunikatsiya tizimlarining asosiy nurlanish manbai.

c) Yuqori chastotali elektromagnit nurlanish manbalari

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanishlar ionlovchi xususiyatga ega bo‘lib, inson organizmiga kuchli biologik ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Ushbu turdagi nurlanishlarning sun’iy manbalari:

- Ultrabinafsha lampalar – bakteriyalarni o‘ldirish va sterilizatsiya uchun ishlatiladi.

- Rentgen apparatlari – tibbiyotda diagnostik tasvir olish uchun qo‘llaniladi.



- Radioterapiya qurilmalari – saraton kasalliklarini davolashda gamma-nurlanishlardan foydalaniladi.
- Yadro qurollari va reaktorlar – kuchli ionlovchi gamma-nurlanish hosil qiluvchi manbalar hisoblanadi.

Elektromagnit nurlanishning inson organizmiga fiziologik va biologik ta'siri

Elektromagnit nurlanishlar inson organizmiga turli xil yo'llar bilan ta'sir qiladi. Bu ta'sir nurlanishning chastotasi, energiyasi, ekspozitsiya (ta'sir qilish) davomiyligi va organizmning individual xususiyatlariga bog'liq. Elektromagnit spektrining yuqori chastotali qismi (ultrabinafsha, rentgen va gamma-nurlar) ionlovchi xususiyatga ega bo'lib, tirik hujayralarga jiddiy biologik zarar yetkazishi mumkin. Past chastotali elektromagnit nurlanishlar (radio, mikroto'lqin, infraqizil va ko'rinadigan yorug'lik) esa asosan termal va funksional o'zgarishlarga sabab bo'ladi.

—

1. Ionlovchi elektromagnit nurlanishning biologik ta'siri

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanishlar (UV, rentgen va gamma-nurlar) organizmdagi atom va molekulalarni ionlashtirish qobiliyatiga ega. Bu jarayon hujayralarning DNK tuzilishini buzishi va genetik mutatsiyalar keltirib chiqarishi mumkin.

a) DNK va hujayralarga ta'siri



- DNK mutatsiyalari: Ionlovchi nurlanishlar DNK zanjirlarini uzib, pirimidin dimerlari, erkin radikallar, oksidlovchi stress kabi zararli jarayonlarni qo'zg'atadi.

- Apoptoz (dasturlangan hujayra o'limi): Agar DNK zararlanga va tuzatilmasa, hujayra apoptoz jarayoniga kiradi.

- Onkologik kasalliklar: DNK shikastlanishi noto'g'ri tuzatilsa, hujayra o'sish va bo'linish mexanizmlari buzilib, saraton rivojlanishiga olib kelishi mumkin. Rentgen va gamma-nurlanishlar uzoq muddatli ekspozitsiyada leykemiya, teri saratoni, o'pka va qalqonsimon bez saratonini keltirib chiqarishi mumkin.

b) To'qimalarga va organlarga ta'siri

- Teriga ta'siri: UV nurlanish uzoq vaqt ta'sir qilganda fotoqarish (fotogerontogenez), melanoma, hujayra giperplaziyasi kabilarga sabab bo'ladi.

- Ko'zga ta'siri: Yuqori chastotali elektromagnit nurlanish uzoq muddatda katarakta, retina degeneratsiyasi va ko'rish qobiliyatining pasayishiga olib kelishi mumkin.

- Immun tizimiga ta'siri: Ionlovchi nurlanishlar immun hujayralarini zaiflashtirib, organizmning infeksiyalarga chidamliligini pasaytiradi.

- Nerv tizimiga ta'siri: Yuqori dozali elektromagnit nurlanish nerv hujayralarining ion kanallariga ta'sir ko'rsatib, neyrodegenerativ kasalliklar, Altsgeymer, Parkinson kasalliklarini rivojlantirishi mumkin.

—

2. Ionlovchi bo'lmagan elektromagnit nurlanishning biologik ta'siri



Past chastotali elektromagnit nurlanishlar ionizatsiya hosil qilmaydi, ammo uzoq muddatli ta'sirda organizmda termal va neyrofiziologik o'zgarishlarga sabab bo'lishi mumkin.

a) Mikroto'qinli nurlanish va mobil aloqa nurlari

- Termal effekt: Mikroto'qinli nurlanish suv molekulalarining dipol aylanishi orqali issiqlik hosil qiladi. Bu jarayon hujayralar isishi, to'qimalarning zararlanishi, gormonal disbalans kabilarga olib kelishi mumkin.

- Uyali aloqa to'qinlarining ta'siri: 4G va 5G chastotalari yuqori quvvatda ishlaganda miyaning elektromagnit sezgirliги oshishi, uyqusizlik, bosh og'rig'i, stress va diqqat yetishmovchiligi kuzatilishi mumkin.

b) Radioto'qinlar va infraqizil nurlanish

- Radioto'qinlar – past chastotali elektromagnit maydonlar bo'lib, odatda sezilarli biologik zarar yetkazmaydi.

- Infraqizil nurlanish – uzoq muddatli infraqizil nurlanish issiqlik stressi, teri hujayralarining degeneratsiyasi va ko'zning shikastlanishiga olib kelishi mumkin.

Elektromagnit nurlanishning markaziy asab tizimi va ruhiy salomatlikka ta'siri

Elektromagnit nurlanish, ayniqsa, yuqori chastotali ionlovchi turlari (UV, rentgen, gamma-nurlar) va uzoq muddatli ionlovchi bo'lmagan turlari (radio, mikroto'qin, 5G chastotalari) markaziy asab tizimi (MAT) faoliyatiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Neyrofiziologik jarayonlarga ta'siri bilan birga, elektromagnit nurlanish inson ruhiy holatiga ham ta'sir qilib, stress, uyqusizlik va kognitiv buzilishlarga sabab bo'lishi mumkin.



1. Elektromagnit nurlanishning markaziy asab tizimiga biologik ta'siri

Markaziy asab tizimi organizmning eng sezgir tizimlaridan biri bo'lib, elektromagnit nurlanishga nisbatan o'ta ta'sirchan hisoblanadi. Elektromagnit maydonlar neyronlarning bioelektrik va biokimyoviy jarayonlarini o'zgartirib, neurotransmitterlar almashinuviga, miyadagi qon aylanishiga va hujayralararo ion oqimlariga ta'sir ko'rsatishi mumkin.

a) Neyronlarga va miya faoliyatiga ta'siri

- Ion kanallarining disfunktsiyasi – elektromagnit maydonlar Ca^{2+} , Na^{+} va K^{+} ion kanallarining o'tkazuvchanligini o'zgartirib, hujayra membranalarining elektrohimik muvozanatini buzishi mumkin.

- Erkin radikallar hosil bo'lishi – ionlovchi elektromagnit nurlanish reaktiv kislorod turlari (ROS) hosil qilib, neyron membranalarining peroksid oksidlanishini kuchaytiradi va hujayra o'limiga olib kelishi mumkin.

- Miyelin qavatining zaiflashishi – uzoq muddatli elektromagnit ta'sir neyronlarni izolyatsiya qiluvchi miyelin qavatini degeneratsiyaga uchratishi mumkin, bu esa neurodegenerativ kasalliklar (Altsgeymer, Parkinson) xavfini oshiradi.

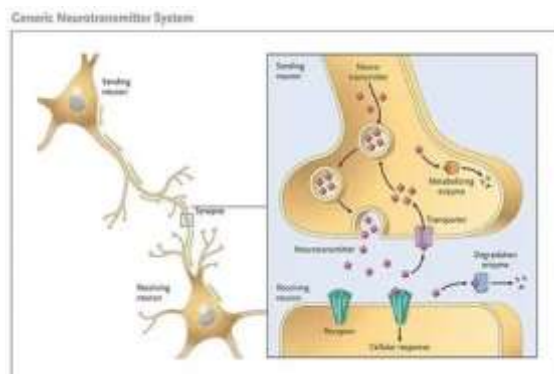
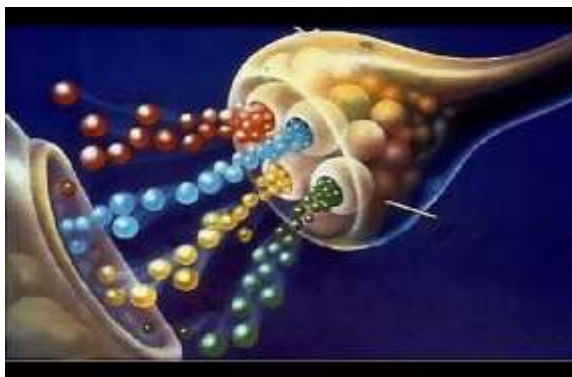
b) Neurotransmitterlar balansining buzilishi

- Dopamin va serotonin darajasining pasayishi – elektromagnit nurlanishning uzoq muddatli ta'siri natijasida miyada dopamin va serotonin ishlab chiqarilishi kamayib, depressiya va motivatsiya yetishmovchiligi yuzaga kelishi mumkin.

- GABA va glutamat balansining buzilishi – elektromagnit nurlanish ta'sirida GABA (ingibitor neurotransmitter) va glutamat (ekscitator neurotransmitter) o'zaro muvozanatini yo'qotishi mumkin. Bu esa epileptik



xurujlar, haddan tashqari qo‘zg‘aluvchanlik va uyqusizlik bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.



2. Elektromagnit nurlanishning ruhiy salomatlikka ta'siri

Elektromagnit maydonlarning uzoq muddatli ta'siri insonning ruhiy holatiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Tadqiqotlar elektromagnit nurlanish stress gormonlari sekretsiyasini oshirishi, uyqu me'yorining buzilishi va diqqat yetishmovchiligi sindromi (ADHD) kabi kasalliklarning rivojlanishiga hissa qo'shishi mumkinligini ko'rsatgan.

a) Elektromagnit nurlanish va stress

- Kortizol gormonining ortishi – elektromagnit nurlanish organizmning HHA (gipotalamo-gipofiz-adrenal) o'qi faoliyatini kuchaytirib, kortizol gormonining haddan tashqari ishlab chiqarilishiga sabab bo'lishi mumkin. Bu esa doimiy stress, asabiylashish va immunitet zaiflashishiga olib keladi.

- Vegetativ asab tizimining disbalansi – elektromagnit nurlanish simpatik nerv tizimini ortiqcha faollashtirib, yurak urishining tezlashishi, arterial bosimning oshishi va doimiy charchoq hissi kabi holatlarga olib kelishi mumkin.

b) Uyqu buzilishlari va biologik ritm o'zgarishlari

- Melatonin ishlab chiqarilishining kamayishi – elektromagnit nurlanish epifiz bezining melatonin sintezini bostirib, uyqu sifatining yomonlashishiga sabab bo'lishi mumkin.



- Circadian ritmlarning buzilishi – elektromagnit maydonlarning uzoq muddatli ta'siri biyologik soatni izdan chiqarib, organizmning kunlik sikllarini buzishi mumkin. Bu esa uyqusizlik, diqqatning pasayishi va depressiyaga olib kelishi mumkin.

c) Kognitiv faoliyat va xotiraning pasayishi

- Ishchi xotira va diqqatning pasayishi – elektromagnit nurlanish frontal korteksdagi neyron aloqalariga ta'sir ko'rsatib, diqqat va xotira jarayonlariga salbiy ta'sir qilishi mumkin.

- Demensiya va Altsgeymer kasalligi xavfi – uzoq muddatli elektromagnit nurlanish beta-amiloid va tau proteinlarining to'planishiga sabab bo'lib, Altsgeymer kasalligi xavfini oshirishi mumkin.

XULOSA

Yuqori chastotali elektromagnit nurlanish inson organizmiga murakkab va ko'p qirrali ta'sir ko'rsatadi. Ionlovchi nurlanish (rentgen va gamma nurlari) hujayralarning genetik apparatini shikastlab, mutatsiyalar va onkologik kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Ionlovchi bo'lmagan nurlanish esa hujayralarda oksidlovchi stress, metabolik buzilishlar va markaziy asab tizimi faoliyatining o'zgarishiga sabab bo'lishi ehtimoli mavjud.

Bugungi kunda elektromagnit nurlanish texnologik taraqqiyotning ajralmas qismiga aylangan. Mobil aloqa, Wi-Fi, 5G tarmoqlari va tibbiy diagnostika kabi texnologiyalar hayotni osonlashtirayotgan bo'lsa-da, ularning uzoq muddatli ta'siri bo'yicha ilmiy bahslar davom etmoqda. Inson salomatligini saqlash uchun elektromagnit maydonlarning me'yoriy darajasini belgilash, profilaktik choralarni ko'rish va xavfsizlik talablariga rioya qilish muhim ahamiyat kasb etadi.



Kelajakda ushbu masala bo'yicha chuqurroq tadqiqotlar o'tkazilishi, elektromagnit nurlanishning xavfsiz doiralari aniq belgilanishi va uni kamaytirish bo'yicha ilg'or texnologik yechimlar ishlab chiqilishi kutilmoqda

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. To'xtayev A. Gistologiya. – T.: Ibn Sino nashriyoti, 2021.
2. Bahodirov A., Ahmedov H. Inson anatomiyasi. – T.: TMA nashriyoti, 2020.
3. WHO (World Health Organization). Electromagnetic Fields and Public Health. – Geneva: WHO Press, 2022.
4. ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields. – Health Physics, 2020.
5. Hall E.J., Giaccia A.J. Radiobiology for the Radiologist. – Philadelphia: Wolters Kluwer, 2018.
6. Repacholi M.H., Greenebaum B. Interaction of Electromagnetic Fields with Biological Systems. – Bioelectromagnetics, 2019.
7. National Research Council. Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. – Washington, D.C.: National Academies Press, 2021.
8. Marcus P.S., Smith J.T. High-Frequency Electromagnetic Radiation and Its Effects on Human Cells. – Journal of Biophysics, 2020.
9. Belyaev I. Non-Thermal Effects of Electromagnetic Fields on DNA Integrity. – Electromagnetic Biology and Medicine, 2019.
10. O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni Saqlash Vazirligi. Elektromagnit nurlanish sanitariya me'yorlari. – T.: SSV nashriyoti, 2021.

a