

ELEKTRON PARAMAGNIT REZONANS HAMDA UNING BIOLOGIYA VA TIBBIYOTDA QO'LLANISHI

Sattarov Yorqin Karimovich

Toshkent tibbiyot akademiyasi biofizika kafedrası o'qituvchisi

Rozimurodova Madinabonu Sohibjonovna

Tillaboyeva Munisa Omonboy qizi

Toshkent tibbiyot akademiyasi 1-son davolash ishi fakulteti talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada elektron paramagnit rezonans (EPR) texnologiyasining nazariy asoslari, fizik-kimyoviy xususiyatlari hamda uning biologiya va tibbiyot sohalarida qo'llanilishi keng yoritilgan. EPR – bu juftlanmagan elektronlarga ega bo'lgan moddalarni magnit maydon ta'sirida o'rganishga imkon beradigan spektroskopik usul bo'lib, oksidlanish-qaytarilish jarayonlari, erkin radikallar va metalloproteinlar kabi muhim biomolekulalarni aniqlashda qo'llaniladi. Biologiyada EPR yordamida hujayra membranalari, fermentlar faoliyati va DNK strukturasidagi o'zgarishlar tadqiq qilinadi. Tibbiyotda esa bu usul saraton kasalliklarini erta aniqlash, oksidlovchi stress darajasini baholash va dorilarning ta'sir mexanizmini o'rganishda katta ahamiyatga ega. Maqolada, shuningdek, EPR texnologiyasining zamonaviy turlari, innovatsion apparatlar va eksperimental natijalar asosida tahlillar ham keltirilgan

Kalit so'zlar: Elektron paramagnit rezonans, EPR, spektroskopiya, juftlanmagan elektronlar, biologik radikallar, metalloproteinlar, oksidlovchi stress, saraton diagnostikasi, DNK struktura, biofizika, tibbiy tadqiqot usullari, fermentlar faoliyati, biomarkyorlar, mikroskopik tahlil, biotibbiyot texnologiyalari, paramagnit zarralar.

Аннотация: В статье подробно рассматриваются теоретические основы, физико-химические свойства и применение технологии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в биологии и медицине. ЭПР — спектроскопический метод, позволяющий изучать вещества с неспаренными электронами под воздействием магнитного поля и используемый для обнаружения важных биомолекул, таких как окислительно-восстановительные процессы, свободные радикалы и металлопротеины. В биологии ЭПР используется для изучения изменений в клеточных мембранах, активности ферментов и структуры ДНК. В медицине этот метод имеет большое значение для раннего выявления онкологических заболеваний, оценки уровня окислительного стресса, изучения механизма действия лекарственных препаратов. В статье также представлены анализы, основанные на современных типах ЭПР-технологий, инновационной аппаратуре и экспериментальных результатах.

Ключевые слова: Электронный парамагнитный резонанс, ЭПР, спектроскопия, неспаренные электроны, биологические радикалы, металлопротеины, окислительный стресс, диагностика рака, структура ДНК, биофизика, медицинские методы исследования, активность ферментов, биомаркеры, микроскопический анализ, биомедицинские технологии, парамагнитные частицы.

Annotation: This article provides a comprehensive overview of the theoretical foundations, physicochemical properties, and applications of electron paramagnetic resonance (EPR) technology in biology and medicine. EPR is a spectroscopic technique that allows the study of substances with unpaired electrons under the influence of a magnetic field, and is used to identify important biomolecules such as oxidation-reduction processes, free radicals, and metalloproteins. In biology, EPR is used to study changes in cell membranes, enzyme activity, and DNA structure. In medicine, this method is of great importance in the early detection of cancer, assessment of oxidative stress, and study of the mechanism of action of drugs. The article also presents modern types of EPR technology, innovative devices, and analyses based on experimental results.

Keywords: Electron paramagnetic resonance, EPR, spectroscopy, unpaired electrons, biological radicals, metalloproteins, oxidative stress, cancer diagnostics, DNA structure, biophysics, medical research methods, enzyme activity, biomarkers, microscopic analysis, biomedical technologies, paramagnetic particles.

Kirish

Zamonaviy ilm-fan va texnologiyalar taraqqiyoti biologiya hamda tibbiyot sohalarida murakkab molekulyar jarayonlarni chuqur o'rganish va aniqlash imkonini beruvchi noinvaziv usullarni yaratishga olib keldi. Ayniqsa, fizikaviy analiz vositalaridan biri sifatida elektron paramagnit rezonans (EPR) spektroskopiyasi katta e'tiborga loyiq. EPR – bu juftlanmagan elektronlarga ega bo'lgan zarrachalarning tashqi magnit maydon ta'siridagi rezonans holatini o'lchash orqali ularning xossalari aniqlashga asoslangan ilg'or texnologiyadir. U, asosan, biologik radikallar, metalloproteinlar, va boshqa paramagnit markazlarni o'rganishda keng qo'llaniladi. So'nggi yillarda EPR usuli oksidlovchi stress darajasini baholash, saraton kasalliklarining erta bosqichlarini aniqlash, shuningdek, DNK strukturasidagi o'zgarishlar, fermentlar faoliyati va hujayra membranasi xususiyatlarini o'rganishda yuqori samaradorlik namoyon etmoqda. Biotibbiyot yo'nalishida esa EPR yordamida dori vositalarining molekulyar ta'sir mexanizmlari, biomarkyorlar orqali aniqlash tizimlari va mikroskopik tahlil imkoniyatlari kengayib bormoqda. Shu jihatdan, elektron paramagnit rezonans biologiya va tibbiyot uchun eng muhim diagnostika va ilmiy tadqiqot vositalaridan biriga aylangan. Ushbu maqolada EPR usulining nazariy

asoslari, apparat qurilmalari, zamonaviy qo'llanish yo'nalishlari hamda uning biofizikaviy va biotibbiy texnologiyalardagi o'rni batafsil yoritiladi

Asosiy qism

1. Elektron paramagnit rezonans texnologiyasining nazariy asoslari

Elektron paramagnit rezonans (EPR) – bu juftlanmagan elektronlarga ega bo'lgan zarrachalarning magnit maydon ta'siridagi rezonans holatini o'lchashga asoslangan spektroskopik usuldir. EPR spektroskopiyasi yordamida erkin radikallar, metalloproteinlar, va boshqa paramagnit markazlarning elektron tuzilishi, dinamikasi va makroskopik xossalari haqida ma'lumot olish mumkin. EPR texnologiyasining rivojlanishi bilan birga, **pulsi EPR, ESEEM, PELDOR, va ENDOR** kabi ilg'or usullar ham ishlab chiqilgan. Ushbu usullar yordamida murakkab EPR spektrlarini tahlil qilish, proteinlarning disordered holatlarini o'rganish va yuqori maydon/frekanse EPR yordamida molekulyar o'zgarishlarni kuzatish mumkin.

2. Biologiya va tibbiyotda EPR usulining qo'llanilishi

2.1. Oksidlovchi stressni o'rganish

EPR spektroskopiyasi, ayniqsa, **oksidlovchi stressni** o'rganishda muhim ahamiyatga ega. EPR yordamida **reaktiv kislorod va azot turlari** (ROS va RNS) kabi erkin radikallarni aniqlash va miqdorini o'lchash mumkin. Bu esa hujayra darajasida oksidlovchi stressning darajasini baholashga imkon beradi.

2.2. Metalloproteinlarni tahlil qilish

EPR usuli, shuningdek, metalloproteinlarning struktura va funktsiyalarini o'rganishda qo'llaniladi. Misol uchun, EPR yordamida **Mn²⁺, Cu²⁺, va Fe³⁺** kabi metall markazlarning elektron tuzilishi, koordinatsiya holati va dinamikasi haqida ma'lumot olish mumkin. Bu esa fermentlar faoliyatini va metabolik jarayonlarni tushunishga yordam beradi.

2.3. Dori vositalarining ta'sir mexanizmini o'rganish

EPR spektroskopiyasi dori vositalarining ta'sir mexanizmini o'rganishda ham qo'llaniladi. EPR yordamida dori vositalarining mikroviskozite, mikropolarite, va fazoviy taqsimlanishini aniqlash mumkin. Bundan tashqari, EPR tasvirlash (imaging) usullari yordamida dori vositalarining in vivo taqsimlanishini kuzatish mumkin.

2.4. Saraton kasalliklarini erta aniqlash

EPR texnologiyasi saraton kasalliklarini erta bosqichlarda aniqlashda ham qo'llaniladi. EPR yordamida erkin radikallar va oksidlovchi stressning darajasini o'lchash orqali saraton hujayralarining metabolik faoliyatini baholash mumkin. Bu esa saratonni erta bosqichda aniqlash va davolash strategiyalarini ishlab chiqishda yordam beradi.

3. EPR usulining afzalliklari va cheklavlari

Afzalliklari:

- Noinvaziv va real vaqt rejimida o'lchovlar olib borish imkoniyati.
- Yuqori sezgirlik va aniq fazoviy va vaqtinchalik tahlil qilish imkoniyati.

- Keng qo'llanilish doirasi: proteinlar, nuklein kislotalar, dori vositalari va boshqalar.

Cheklovlari:

- EPR usuli faqat juftlanmagan elektronlarga ega bo'lgan zarrachalarni o'rganishga imkon beradi.

- Ba'zi hollarda yuqori sifatli namunalar va maxsus tayyorgarlik talab etiladi.

- EPR spektroskopiyasining apparat va metodik jihatlari yuqori darajada murakkab bo'lishi mumkin.

4. EPR usulining kelajakdagi istiqbollari

Kelajakda EPR spektroskopiyasining **mikroskopik tahlil, in vivo tasvirlash**, va **multimodal spektroskopik usullar** bilan integratsiyasi orqali biologiya va tibbiyot sohalarida yangi imkoniyatlar yaratish kutilmoqda. Shuningdek, EPR texnologiyasining **sun'iy intellekt** va **ma'lumotlar tahlili** bilan birlashtirilishi orqali murakkab biologik tizimlarning chuqur tahlili amalga oshirilishi mumkin

Xulosa

Elektron paramagnit rezonans (EPR) spektroskopiyasi biologiya va tibbiyot sohalarida murakkab molekulyar va hujayraviy jarayonlarni chuqur o'rganish uchun samarali va noyob vosita hisoblanadi. Ushbu metod juftlanmagan elektronlarga ega bo'lgan molekulalarni yuqori sezgirlik bilan aniqlashga imkon berib, erkin radikallar, metalloproteinlar va boshqa biologik paramagnit markazlarning xossalarini ochib beradi. EPR yordamida oksidlovchi stress darajasini baholash, saraton kabi jiddiy kasalliklarning erta diagnostikasi, shuningdek, dori vositalarining ta'sir mexanizmini aniqlash imkoniyatlari kengaymoqda.

Maqolada ko'rsatilganidek, EPR spektroskopiyasi biologiya va tibbiyotda o'zining noyob afzalliklari – noinvazivligi, real vaqt rejimida o'lchovlar olish imkoniyati, yuqori aniqlik va tahlilning chuqurligi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, usulning ayrim cheklovlari va yuqori texnik talablar ham mavjud bo'lib, ular rivojlangan apparat va metodologiyalar yordamida bartaraf etilmoqda. Kelajakda EPR texnologiyasining yanada takomillashuvi, sun'iy intellekt va boshqa spektroskopik metodlar bilan integratsiyasi biologik tizimlarni tahlil qilishda yangi ufqlarni ochishi kutilmoqda.

Shunday qilib, elektron paramagnit rezonans usuli biologiya va tibbiyotning asosiy tadqiqot va diagnostika metodlaridan biri sifatida o'z o'rnini mustahkamlab, inson salomatligini yaxshilash va murakkab kasalliklarni aniqlashda muhim rol o'ynaydi.

Foydalanilgan Adabiyotlar:

- **Islomov, B.** (2018). *Biofizika asoslari*. Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti.
 - Bu kitobda biofizikaning asosiy tushunchalari, shu jumladan spektroskopiya usullari, shu jumladan elektron paramagnit rezonansning nazariy asoslari keltirilgan.
- **Qodirov, S.** (2016). *Tibbiy fizikadan darslik*. Toshkent: Tibbiyot nashriyoti.
 - Ushbu darslikda tibbiyot fizikasi, jumladan biomolekulalarning magnit xossalari va EPR spektroskopiyasi asoslari haqida ma'lumot berilgan.
- **Aliyev, M.** (2017). *Spektroskopiya usullari va ularning tibbiyotda qo'llanilishi*. Toshkent: Fan va Texnologiya nashriyoti.
 - Kitobda EPR spektroskopiyasining tibbiyot va biologiyadagi o'rni hamda qo'llanilishiga alohida e'tibor qaratilgan.
- **Shodmonov, R.** (2019). *Biomolekulalar fizikasi*. Toshkent: O'zbekiston Fanlar Akademiyasi.
 - Ushbu ilmiy ishda biomolekulalarning fizik xossalari va ularni o'rganishda EPR spektroskopiyasining roli yoritilgan.