

TIRIK ORGANIZMDA ELEKTR TOKI

Turdiqulova Shoxista Utkirbek qizi

Termiz iqtisodiyot servis Universiteti (TISU)

Davolash ishi yo'nalishi talabasi

Email: turdiqulovashoxista1@gmail.com

p.f.f.d, PhD, dotsent. **Buzrukov To'lg'in Omonovich**

Email: tolqinbuzrukov5@gmail.com

Annotatsiya. Tirik organizmda elektr toki masalasi zamonaviy fiziologiya, biofizika va klinik tibbiyotning markaziy yo'nalishlaridan biridir. Organizmda kuzatiladigan elektr hodisalar tashqi manbadan berilgan oddiy tok emas, balki **ionlar gradienti, membrana potentsiali, harakat potentsiali va to'qimalar o'tkazuvchanligi** asosida shakllanuvchi murakkab bioelektrik tizimdir. Hujayra membranasi ikki tomonida ionlar notekis taqsimlanishi, ayniqsa natriy, kaliy, kalsiy va xlor ionlari balansining boshqarilishi hujayra funksiyasining elektr asosini yaratadi. Nerv tizimi, yurak, skelet mushaklari va bezlar faoliyatida elektr signal uzatilishi asosiy boshqaruv mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Shu bois **EKG, EEG, EMG** kabi usullar klinik amaliyotda keng qo'llanadi. So'nggi yillarda bioelektrik hodisalarning davolashdagi imkoniyatlari ham kengaydi. **Kardiostimulyatorlar, vagus nervi stimulyatsiyasi, spinal kord stimulyatsiyasi** va yara bitishini tezlashtiruvchi elektr stimulyatsiya texnologiyalari bunga misoldir. Maqolada tirik organizmda elektr toki tushunchasining mazmuni, tarkibiy unsurlari, shakllanish omillari, amaliy qo'llanishi, mavjud muammolari va rivojlantirish istiqbollari izchil tahlil qilinadi. Material OAKda qo'llanadigan ilmiy maqola tuzilishiga mos ravishda tayyorlandi, chunki O'zbekiston Oliy attestatsiya komissiyasi doktorlik tadqiqotlarining asosiy natijalarini tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda e'lon qilish tizimini me'yoriy jihatdan belgilagan.

Kalit so'zlar. bioelektrik hodisa, membrana potentsiali, harakat potentsiali, ion kanallari, Na^+/K^+ -ATFaza, nerv impulsi, yurak o'tkazuvchi tizimi, EKG, EEG, EMG, elektrostimulyatsiya, bioelektrik tibbiyot.

KIRISH.

Tirik organizmni mexanik yoki faqat kimyoviy tizim sifatida tushuntirish yetarli emas. Har bir hujayra, to'qima va organ ma'lum darajada **elektr faol tizimdir**. Hujayra ichki va tashqi muhitidagi ionlar konsentratsiyasi farqi elektr potentsiallar farqini

yuzaga keltiradi. Bu farq tinch holatda ham mavjud bo'lib, u hujayraning funksional tayyorgarligini saqlaydi. Hujayra qo'zg'alganda esa ushbu potensial tez o'zgaradi va **harakat potentsiali** hosil bo'ladi. Shunday qilib, organizmdagi elektr toki alohida simlar orqali o'tuvchi texnik tok emas, balki tirik membranalar va o'tkazuvchi to'qimalar bo'ylab tarqaluvchi **bioelektrik impuls**lar oqimidir. Hayvon hujayralarida tinch holatdagi membrana potentsiali odatda taxminan **-20 mV dan -200 mV gacha** bo'lishi mumkin, bu ko'rsatkich hujayra turiga qarab farqlanadi. Na⁺/K⁺-nasosi har bir ATP hisobiga **3 ta Na⁺ ionini tashqariga** va **2 ta K⁺ ionini ichkariga** ko'chirishi orqali ushbu elektr muvozanatni saqlashda bevosita ishtirok etadi.

Nerv hujayrasi darajasida elektr signalning mazmuni ayniqsa yaqqol ko'rinadi. Neuron membranasi taxminan **-60 mV** atrofida tinch potensialdan depolyarizatsiya vaqtida **+40 mV** ga yaqinlashishi mumkin. Skelet mushagida esa tinch membrana potentsiali sog'lom sharoitda o'rtacha **-88 mV** atrofida qayd etilgan. Miyelinsiz tolalarda impuls o'tish tezligi taxminan **0,5-10 m/s**, miyelinli tolalarda esa **150 m/s gacha** yetishi mumkin. Bu raqamlar bioelektrik jarayonning abstrakt nazariya emas, balki o'lchanadigan, klinik baholanadigan va texnologik boshqariladigan reallik ekanini ko'rsatadi. Aynan shu sabab tirik organizmda elektr toki haqidagi bilim diagnostika, reabilitatsiya, neyrotexnologiya va bioinjiningning fundamental asosiga aylangan.

Adabiyotlar tahlili.

Bioelektrik hodisalar bo'yicha klassik ilmiy qarashlar hujayra membranasiidagi **ion selektivligi**, **Nernst tenglamasi**, **Goldman-Hodgkin-Katz modeli** va **kanalopatiyalar** haqidagi nazariyalar bilan shakllangan. Zamonaviy manbalarda hujayra elektr holati faqat qo'zg'alish mexanizmi emas, balki proliferatsiya, differentsiallanish va regeneratsiyani boshqaruvchi belgi sifatida ham talqin qilinmoqda. Ayrim sharhlarda **membrana potentsiali** hujayraning funksional statusini tavsiflovchi marker, ayrim tadqiqotlarda esa to'qima morfogenezi boshqaruvchi signal sifatida ko'rsatilgan. Yurak fiziologiyasiga bag'ishlangan manbalarda sinoatrial tugun yurakning tabiiy ritm boshqaruvchisi ekani, undagi hujayralar odatdagi atrial va ventrikulyar hujayralardan farqli ravishda barqaror tinch fazaga ega emasligi qayd etiladi. Shu xususiyat yurakdagi elektr faollikning avtonom manbaini tushuntiradi.

Klinik adabiyotlarda bioelektrik jarayonlarning amaliy baholash usullari eng ko'p **EKG**, **EEG** va **EMG** misolida yoritiladi. EKG bo'yicha zamonaviy klinik qo'llanmalarda **QRS kompleksi** odatda **120 ms dan qisqa**, ko'pincha **60-100 ms** oralig'ida bo'lishi normal deb baholanadi. P to'lqini va PR oralig'i yurak bo'lmachalari hamda atrioventrikulyar o'tkazuvchanlik haqida ma'lumot beradi. EEG adabiyotlarida

esa asosiy ritmlar **delta 0,5–4 Hz, theta 4–8 Hz, alpha 8–13 Hz, beta 13–30 Hz** diapazonlarda tasniflanadi. EEG epilepsiyani tasdiqlash va sindromlarni tasniflashda muhim bo‘lib qolmoqda. JSST ma‘lumotiga ko‘ra, dunyoda taxminan **50 million** odam epilepsiya bilan yashaydi, ularning qariyb **80 foizi** past va o‘rta daromadli mamlakatlarda istiqomat qiladi. Bu raqamlar bioelektrik diagnostikaning nafaqat ilmiy, balki global sog‘liqni saqlash nuqtayi nazaridan ham dolzarb ekanini ko‘rsatadi.

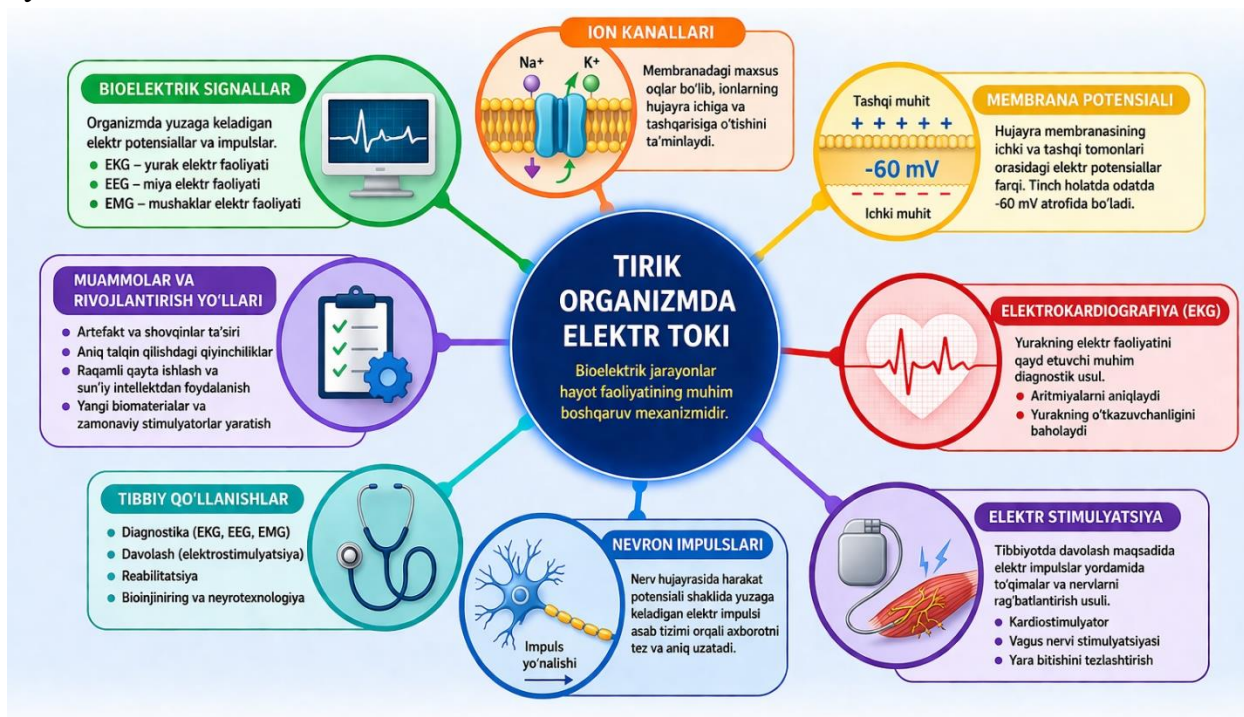
O‘zbek tadqiqotchilari va mahalliy o‘quv-ilmiy manbalarda ham bioelektrik signal masalasi tobora faol yoritilmoqda. Gadaev va hammualliflar tayyorlagan **“Amaliy elektrokardiografiya”** qo‘llanmasida EKG 150 yildan ortiq tarixga ega bo‘lishiga qaramay, kardiologiyada hanuz yetakchi o‘rinda ekani, buning sababi uning qulayligi, arzonligi va yurak faoliyati haqida muhim ma‘lumot berish imkoniyatida ekanligi ko‘rsatilgan. Toshkent tibbiyot akademiyasi tomonidan tayyorlangan **“Biologik va tibbiy tizimlarni boshqarish”** qo‘llanmasida esa biopotensiallar generatsiyasi tibbiy biofizika va muhandislik tayyorgarligining muhim komponenti sifatida talqin etiladi. Djumanov va Rahimova EKG biosignallarini qayd etish hamda raqamli qayta ishlashning diagnostik qiymatini urg‘ulagan bo‘lsa, Azimov va Ahmadaliyev EEG hamda EKG signal ma‘lumotlarini raqamli splaynlar yordamida qayta ishlashning tahliliy imkoniyatlarini yoritgan. Bu tendensiya O‘zbekistonda bioelektrik signalshunoslik faqat nazariy emas, balki amaliy-injenerlik yo‘nalishida ham rivojlanayotganini ko‘rsatadi.

Tahlil va natijalar.

Tirik organizmda elektr toki paydo bo‘lishining birlamchi manbai **membrana asimmetriyasidir**. Hujayra ichida va tashqarisida ionlarning turlicha taqsimlanishi elektr zaryadlar farqini yuzaga keltiradi. Membrana kaliyga nisbatan ko‘proq o‘tkazuvchan bo‘lgani sababli ko‘p hujayralarda tinch potensial asosan kaliy gradienti bilan belgilanadi. Shu bilan birga natriy-kaliy nasosi, kalsiy oqimlari va xlorning passiv taqsimlanishi umumiy bioelektrik muvozanatga ta’sir qiladi. Bu mexanizm buzilganda hujayra qo‘zg‘aluvchanligi, sekretor faolligi va metabolik holati ham izdan chiqadi. **Giperkalemiya, ishemiyaga uchragan to‘qima, kislorod tanqisligi, ATP yetishmovchiligi yoki ion kanali mutatsiyalari** elektr hodisalarning patologik yo‘nalishga o‘tishiga sabab bo‘ladi. Demak, organizmdagi elektr toki mustaqil hodisa emas, u metabolizm, perfuziya va membrana tuzilishi bilan uzviy bog‘langan integrallashgan ko‘rsatkichdir.

Nerv tizimida elektr signal informatsiya uzatishning eng tezkor shakli hisoblanadi. Sensor retseptor, afferent tolalar, markaziy neyron tarmoqlar va efferent yo‘llar o‘rtasidagi aloqaning hammasi elektr impulslar orqali ro‘y beradi. Miyelin

qobig'i mavjudligi signalni faqat Ranvye tugunlari darajasida yangilashga imkon beradi va o'tkazuvchanlikni keskin tezlashtiradi. Shu mexanizm buzilganda neurologik simptomlar paydo bo'ladi. Masalan, demiyelinizatsiya jarayonlarida impuls o'tish tezligi pasayadi. Klinik amaliyotda **nerv o'tkazuvchanlik testi** va **EMG** periferik nerv, nerv ildizi, chigal, nerv-mushak tutashuvi va mushak kasalliklarini ob'ektiv baholashga xizmat qiladi. MedlinePlus va NINDS materiallari EMG hamda nerv o'tkazuvchanlik sinovlari mushak va ularni boshqaruvchi nervlar qanchalik samarali ishlayotganini baholashini ko'rsatadi. Shunday ekan, bioelektrik signalni qayd etish neurologik tashxisni taxmin darajasidan o'lchanadigan funksional mezonga aylantiradi.



Yurak elektr faoliyati tirik organizmda elektr tokini eng ravshan klinik namoyon etuvchi tizimdir. **Sinoatrial tugun** avtomatik impuls hosil qiladi, u bo'lmachalar, atrioventrikulyar tugun, Gis tutami va Purkinye tolalari orqali qorinchalarga tarqaladi. Bu jarayon buzilganda aritmiyalar yuzaga keladi. Elektrokardiogramma aynan shu elektr hodisalarni sirtqi elektrodlarda qayd etadi. QRS kompleksining cho'zilishi, P to'liq morfologiyasining o'zgarishi, o'tkazuvchanlik blokadalar yoki repolyarizatsiya buzilishlari ko'pincha hayot uchun xavfli holatlarni erta aniqlashga yordam beradi. O'zbek mualliflari EKGning keng amaliy qo'llanishi, arzonligi va hamma tibbiyot muassasalarida mavjudligi sabab uning kardiologiyada yetakchi o'rinda qolayotganini asosli ravishda ta'kidlaydi. Shu nuqtayi nazardan, tirik organizmda elektr toki haqidagi nazariy bilim EKG yozishni bilish bilan tugamaydi.

Asosiy masala elektr hodisaning qaysi nuqtada normal fiziologiyadan patologik bioelektrik naqshga aylanganini anglashdir.

Miya bioelektrik faolligi ham katta diagnostik qiymatga ega. EEG bosh miya po'stlog'ining sinxron yoki desinxron elektr faoliyatini noinvaziv usulda qayd etadi. **Alpha, beta, theta, delta** va yuqori chastotali komponentlar funksional holat, uyqu bosqichlari, epileptiform faollik va ayrim kognitiv jarayonlarni baholashda ishlatiladi. Epilepsiyada EEGning ahamiyati ayniqsa yuqori, chunki kasallikning mohiyati miya hujayralaridagi ortiqcha yoki sinxron bo'lmagan elektr razryadlar bilan bog'liq. JSST ma'lumotiga ko'ra, epilepsiya faol shaklda har 1000 kishiga **4–10** holat oralig'ida uchraydi, dunyo bo'yicha esa yiliga taxminan **5 million** yangi tashxis qo'yiladi. Demak, miya bioelektrik faolligini to'g'ri talqin qilish nafaqat nevrologiya, balki jamoat salomatligi uchun ham katta ahamiyatga ega. Azimov va Ahmadaliyevning EEG va EKG signallarini raqamli qayta ishlashga oid ishlari ushbu yo'nalishda mahalliy ilmiy salohiyat mavjudligini ko'rsatadi.

Bioelektrik jarayonlarning amaliy qo'llanishi diagnostika bilan cheklanmaydi. So'nggi yillarda **bioelektrik tibbiyot** alohida yo'nalishga aylandi. FDA ma'lumotlariga ko'ra, **vagus nervi stimulyatsiyasi** tizimi dori vositalariga qaram bo'lmagan qisman tutqanoqlar chastotasini kamaytirish uchun **4 yosh va undan katta** bemorlarda qo'llanadi; shu tizim davolashga chidamli depressiyada ham ma'lum ko'rsatmalar bilan tasdiqlangan. **Spinal kord stimulyatsiyasi** esa surunkali, boshqarilishi qiyin bo'lgan tana va qo'l-oyoqlardagi og'riqlarda yordamchi usul sifatida tasdiqlangan. Yara bitishida endogen elektr maydonlar **40–200 mV/mm** oralig'ida bo'lishi mumkinligi, elektr stimulyatsiya esa hujayra migratsiyasi va regeneratsiyani faollashtirishi haqida ma'lumotlar mavjud. Bu dalillar organizmdagi elektr toki hayot faoliyatining oddiy belgisi emas, balki terapevtik boshqaruv ob'ekti ham ekanini ko'rsatadi.

Muhokama.

Tirik organizmda elektr toki mavzusining asosiy ilmiy muammosi shundaki, ko'plab amaliy usullar signalni qayd etadi, ammo signal manbasini har doim ham to'liq ochib bera olmaydi. EKGdagi o'zgarish elektr hodisani ko'rsatadi, lekin uning sababini klinik va laborator kontekst bilan bog'lamasdan turib yakuniy xulosa chiqarib bo'lmaydi. EEGda artefakt, mushak faolligi, ko'z harakati yoki noto'g'ri elektrod joylashuvi signalni buzishi mumkin. EMGda ham elektr faoliyatni qayd etish usuli, elektrod turi va tekshiruv protokoli tashxis aniqligiga bevosita ta'sir qiladi. Implantatsion stimulyatorlar sohasida esa xavfsizlik, moslashuvchan dasturlash, boshqa qurilmalar bilan interferensiya va individual javob farqlari muhim muammo

bo'lib qolmoqda. VNS tizimi hujjatlarida aynan yurak o'tkazuvchi tizimiga doir ehtiyot choralar, boshqa implantlar bilan o'zaro ta'sir va infeksiya xavfi alohida ko'rsatilgan.

Rivojlantirishning asosiy yo'li bioelektrik hodisalarni uch darajada birlashtirishdan iborat. Birinchi daraja **fundamental fiziologiya** bo'lib, unda membrana oqimlari, kanallar kinetikasi va to'qima o'tkazuvchanligi chuqur o'rganiladi. Ikkinchi daraja **raqamli qayta ishlash** bo'lib, signalni filtrlash, artefaktlarni ajratish, avtomatik segmentatsiya va sun'iy intellektga tayangan interpretatsiyani o'z ichiga oladi. Uchinchi daraja **klirik integratsiya** bo'lib, bunda biosignal bemorning simptomlari, laborator ko'rsatkichlari va tasviriy diagnostikasi bilan bog'lanadi. Mahalliy adabiyotlarda EKG va EEG signallarini raqamli qayta ishlashga oid ishlarning paydo bo'layotgani aynan shu integratsion yo'lga ehtiyoj kuchayganini ko'rsatadi. Endigi vazifa tayyor uskunadan foydalanuvchi mutaxassisni emas, signalning fizik mohiyatini tushunadigan, ma'lumotni qayta ishlay oladigan va klinik qaror bilan bog'lay oladigan **interdissiplinar kadrni** tayyorlashdir.



Xulosa.

Tirik organizmda elektr toki hayot jarayonlarining tashqi qo'shimcha belgisi emas, balki ularning ichki boshqaruv mexanizmidir. **Membrana potentsiali, harakat potentsiali, ion kanallari va o'tkazuvchi to'qimalar** birgalikda organizmning nerv,

mushak, yurak va markaziy asab tizimi faoliyatini ta'minlaydi. Shu bioelektrik asos tufayli klinik tibbiyotda EKG, EEG va EMG singari usullar yuqori diagnostik qiymatga ega bo'lib qolmoqda. Bioelektrik signalni terapiyada qo'llash esa kardiostimulyatsiya, vagus nervi stimulyatsiyasi, spinal kord stimulyatsiyasi va regenerativ elektrostimulyatsiya yo'nalishlari orqali yangi bosqichga chiqdi. Muammo shundaki, signalni ko'rish va uni to'g'ri talqin qilish bir xil narsa emas. Shuning uchun ushbu sohada muvaffaqiyat biofizika, fiziologiya, tibbiyot va raqamli texnologiyalarni yagona tizimga birlashtira olgan ilmiy yondashuvga bog'liq. O'zbekistonda bioelektrik signalshunoslikka oid o'quv va ilmiy ishlarning ko'payishi bu yo'nalishning kelgusi rivoji uchun zarur intellektual poydevor shakllanayotganini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bazarbayev M.I. va boshq. Biofizika: darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018.
2. Bazarbayev M.I., Mullajonov I., Saidnazarova I.Sh., Abdujabborova U.M., Sobirjonov A.Z. Tibbiy elektronika: darslik. – Toshkent: TTA nashriyot va muxarririyat bo'limi, 2019.
3. Bazarbayev M.I., Radjabova G.G'., Bekmurodova G.A., Fayziyeva N.A., Norbutaeva M.Q. Umumiy va tibbiy radiobiologiya: o'quv qo'llanma. – Toshkent, 2019.
4. Bazarbayev M.I., Ermetov E.Ya., Abduraxmonov S.A., Abdurazzoqov J.T., Esanov Sh.Sh., Mahkamov F.V. Biologik va tibbiy tizimlarni boshqarish fanidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari. I-qism: o'quv qo'llanma. – Toshkent, 2025. – 155 b.
5. Gadaev A.G., Rozikov A.A., Raximova M.E. Amaliy elektrokardiografiya. – Toshkent: Turon zamin ziyo, 2016.
6. Gadaev A.G. Ichki kasalliklar: darslik. – Toshkent: Turon Zamin Ziyo, 2021.
7. Gadaev A.G., Karimov M.Sh. Ichki kasalliklar propedevtikasi. – Toshkent, 2018.
8. Kurbanov R.D. Klinik kardiologiya. – Toshkent, 2010.
9. Kurbanov R.D., Abdullaev T.A. Dilatatsionnaya kardiomiopatiya. – Toshkent, 2013.
10. Azimov B.R., Ahmadaliyev B.B.o'. EEG va EKG signal ma'lumotlarini interpolatsion splaynlar yordamida raqamli qayta ishlash // ilmiy maqola. – Toshkent, 2025.

11. Kurbonova Z.Ch., Yuldasheva N.B., Zokirova N.B. Fastokin pestisidini oshqozonga ta'sirini o'rganish // Biofizika va biokimyo muammolari. – Toshkent, 2021. – B. 26–27.
12. Kurbonova Z.Ch., Zokirova N.B., Ostanaqulov Sh.F. Fastokin pestisidini jigarga ta'sirini o'rganish // Biofizika va biokimyo muammolari. – Toshkent, 2021. – B. 19–20.
13. Babajanov A.S., Kurbonova Z.Ch., Xodjaniyazova D.M., Tursunov F.O'., Tilovbekova Sh.D. Qandli diabet va COVID-19 bilan kasallangan bemorlarda glikemiya va glyukozuriya tahlili // Biofizika va biokimyo muammolari. – 2021. – № 1.