O‘ZGARMAS VA IMPULSLI ELEKTR TOKINING BIOLOGIK TO‘QIMALARGA TA’SIRINING BIOFIZIK ASOSLARI

Komilova Dilovar Turug‘unboyevna
Andijon davlat tibbiyot instituti
E-mail: komilovadil72@gmail.com

Annotatsiya

Maqolada o‘zgarmas va impulsli elektr tokining biologik to‘qimalarga ta’siri ion o‘tkazuvchanligi hamda membrananing elektr javobi orqali tushuntiriladi. Tavsifiy nazariy sharh galvanizatsiya, dori elektroforezi va elektr stimulyatsiyasining mexanizmlarini qiyoslaydi. Tok zichligining elektrod kontaktiga bog‘liqligi shartli hisoblash bilan yoritiladi. Tahlil dori tashilishi, elektrod chegarasidagi kimyoviy reaksiyalar va membrana qo‘zg‘alishini alohida baholash zarurligini ko‘rsatadi. Klinik samaradorlik bo‘yicha yangi tajriba natijalari keltirilmaydi.

Kalit so‘zlar. *Ion o‘tkazuvchanligi, membrana qutblanishi, galvanizatsiya, dori elektroforezi, elektromigratsiya, elektroosmos, impulsli stimulyatsiya, tok zichligi.*

Kirish. O‘zgarmas va impulsli tok qo‘llanadigan tibbiy usullarda elektr ta’sirning maqsadi bir xil emas. Galvanizatsiyada ionlar qayta taqsimlanishi va elektrod chegarasidagi jarayonlar, dori elektroforezida modda tashilishi, stimulyatsiyada esa nerv yoki mushakning elektr javobi muhim. Ushbu farqlarni tushunish apparat nomidan biologik ta’sirga to‘g‘ridan to‘g‘ri xulosa chiqarishning oldini oladi. Maqolaning maqsadi ushbu uch yo‘nalishni ionlar harakati, membrana xususiyatlari va signal parametrlari asosida qiyoslash hamda tok kuchi bilan birga kontakt yuzasi va vaqt omillarini hisobga olish zaruratini asoslashdir.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Gabriel va hammualliflarning tadqiqoti to‘qimalarning elektr xususiyatlari chastotaga bog‘liqligini tushuntirishga asos bo‘ladi [1]. Marro va hammualliflar dori tashilishida elektromigratsiya va elektroosmos hissalarini o‘rganadi [2]. OpenStax darsligidagi tok va reaktiv qarshilik tushunchalari membrananing soddalashtirilgan elektr modelini izohlash uchun xizmat qiladi [4].

Klinik dalillar tashxis doirasida talqin etiladi. NICE NG193 qo‘llanmasining 1.2.6 bandi 16 yosh va undan katta kishilarda surunkali birlamchi og‘riqni boshqarish uchun TENSni taklif etmaslikni tavsiya etadi [3]. Bu xulosa barcha og‘riq turlari yoki elektr stimulyatsiyasining barcha shakllariga umumlashtirilmaydi.

Tadqiqot metodologiyasi. Ish ionlar tashilishi va membrana javobiga oid manbalarning qiyosiy talqiniga asoslangan tavsifiy nazariy sharhdir. Tahlil mezonlari zaryad tashuvchisi, membrana javobi, elektrod kontakti va modda tashilish mexanizmidan iborat. Sistematik adabiyot qidiruvi, bemorlarda kuzatuv yoki apparat o‘lchovlari o‘tkazilgan deb da’vo qilinmaydi. Hisoblashdagi qiymatlar tushuntiruvchi faraz bo‘lib, klinik dozalash tavsiyasi emas.

Tahlil va natijalar. Elektr toki zaryadlangan zarrachalarning yo‘naltirilgan harakatidir. Metall o‘tkazgichlarda zaryad tashuvchilar asosan elektronlar bo‘lsa, biologik suyuqliklarda elektr o‘tkazuvchanlik ko‘p jihatdan natriy, kaliy, xlor va boshqa ionlar harakatiga bog‘liq. Ion — elektron yo‘qotish yoki qabul qilish natijasida elektr zaryadiga ega atom yoki molekuladir. Doimiy elektr maydonida musbat ionlar katodga, ya’ni manfiy elektrodga, manfiy ionlar esa musbat elektrod — anodga yo‘naladi. Tok kuchi vaqt birligida o‘tadigan zaryad miqdorini ifodalaydi: $I = \Delta q/\Delta t$. I amperda (A), zaryad Δq kulonda (C), vaqt Δt sekundda (s) o‘lchanadi; 1 A = 1 C/s [4]. O‘zgarmas tokning kuchi va yo‘nalishi vaqt bo‘yicha o‘zgarmaydi. O‘zgaruvchan tok yo‘nalishini davriy almashtiradi. Impulsli tok esa qisqa ta’sirlar va tanaffuslardan iborat bo‘lib, bir yo‘nalishli yoki ikki fazali bo‘lishi mumkin. Shuning uchun “impulsli” va “o‘zgaruvchan” tushunchalari to‘liq sinonim bo‘lmaydi.

Chastota bir sekunddagi takrorlanishlar sonidir: 1 Hz — sekundiga bitta davr, 1 kHz — 1000 Hz. Tokning biologik ta’sirini chastotaning o‘zi belgilamaydi; amplituda, impuls davomiyligi, fazalar shakli va tanaffuslar ham muhim. O‘zgarmas tokni “0 Hz chastotali davriy tok” deb ta’riflash maqsadga muvofiq emas, chunki unda takrorlanuvchi tebranish mavjud emas. Hujayra membranasi ionlarning erkin o‘tishini cheklaydi va ikki tomonida zaryad to‘planishiga imkon beradi. Shu xususiyatiga ko‘ra u elektr sig‘imga ega tuzilmaga o‘xshaydi. Sig‘im — kuchlanish o‘zgarishiga nisbatan qancha zaryad to‘planishini tavsiflovchi kattalik. To‘qimaning elektr javobi ion o‘tkazuvchi yo‘llar va membranalarning sig‘im xususiyatlari birikmasidan shakllanadi. Impedans o‘zgaruvchan tokka umumiy qarshilikni bildiradi va omda (Ω) ifodalanadi. U chastotaga bog‘liq [1].

$$X = 1 / (2\pi fC).$$

Bu soddalashtirilgan modelda X — ideal sig‘imning reaktiv qarshiligi (Ω), f — chastota (Hz), C — elektr sig‘im (F), $\pi \approx 3{,}14$. Formula sinusoidal signal uchun sig‘im qarshiligi chastota ortishi bilan kamayishini ko‘rsatadi [4]. Real membrana va terining impedansi murakkabroq: namlik, shox qavat qalinligi, elektrod kontakti va to‘qima tarkibi ham ta’sir qiladi. Shu bois teri qarshiligi uchun barcha bemorlarga mos yagona sonni belgilash to‘g‘ri emas.

Galvanizatsiyada to‘qimaga uzluksiz bir yo‘nalishli tok ta’sir etadi. Ionlarning qayta taqsimlanishi membrana yonida zaryad to‘planishini va tashqi maydonning bir qismini kompensatsiyalovchi qutblanishni yuzaga keltirishi mumkin. Tokni ulash, uzish yoki keskin o‘zgartirish qo‘zg‘aluvchan nerv va muskul membranasida tez elektr javob hosil

qilishi mumkin; barqaror doimiy tok esa uzluksiz takroriy qo‘zg‘alish bilan teng emas. Membrana kuchlanishining qo‘zg‘alish chegarasiga yetishi harakat potensiali, ya’ni hujayra bo‘ylab tarqaladigan qisqa elektr signalini yuzaga keltiradi.

Elektrod va teri chegarasida elektrodlardagi reaksiyalar, ionlar konsentratsiyasi hamda kislotalilikning o‘zgarishi ham muhim. Elektroliz — tok o‘tishiga bog‘liq elektrokimyoviy reaksiyalar majmuasi; u faqat osh tuzining parchalanishi bilan cheklanmaydi. Elektrod materiali va eritma tarkibi reaksiyalarni belgilaydi. Mos kontakt qatlami tokning taqsimlanishiga yordam beradi, biroq nomuvofiq kontakt yoki ortiqcha ta’sir natijasidagi kimyoviy shikastlanishni avtomatik bartaraf etmaydi.

$$j = I / A.$$

j — kontakt yuzasi bo‘yicha o‘rtacha tok zichligi,

I — tok kuchi, A — samarali kontakt yuzasi.

Masalan, shartli I = 2 mA va A = 20 cm^2 bo‘lsa, j = 0,10 mA/cm^2. Tok o‘zgarmagan holda kontakt yuzasi 5 cm^2 gacha kamayganda j = 0,40 mA/cm^2 bo‘ladi. Demak, samarali kontaktning to‘rt marta kamayishi o‘rtacha tok zichligini to‘rt marta oshiradi. Amalda chekka qismlarda tok notekis to‘planishi mumkin. Ushbu misol muolaja dozasi yoki tavsiya etilgan ish rejimi emas.

Dori elektroforezi elektr maydoni yordamida moddaning teri yoki boshqa biologik to‘siq orqali tashilishini kuchaytiradi. Ionlashgan dori eritmada tok ta’siridan oldin ham mavjud bo‘lishi mumkin; uning zaryad holati kimyoviy tuzilish va eritma pHiga, ya’ni kislotalilik darajasiga bog‘liq. Elektromigratsiyada elektr maydon zaryadlangan moddani siljitadi, elektroosmosda esa erituvchi oqimi uni birga tashiydi [2]. Tashilish miqdorini moddaning o‘lchami, zaryadi, konsentratsiyasi va teri holati ham belgilaydi. Dori butunlay ionlarga ajralishi, istalgan chuqurlikka yetishi yoki hamisha tezroq klinik ta’sir berishi haqida umumiy xulosa chiqarib bo‘lmaydi.

Impulsli elektr stimulyatsiyasida membrananing vaqt bo‘yicha javobi ustun ahamiyatga ega. Impulsning kuchi yetarli bo‘lsa-da, davomiyligi juda qisqa bo‘lsa, membrana qo‘zg‘alish chegarasiga yetmasligi mumkin. Nerv tolalarining faollashuvi bilan mushak qisqarishini yuzaga keltirish bir xil tushuncha emas: ta’sir nishoni va signal parametrlari farqlanadi. TENS asosan og‘riq sezgisiga aloqador nerv yo‘llarini, nerv-mushak elektr stimulyatsiyasi esa mushak qisqarishini boshqarish vazifasini ko‘zlaydi. Bunday fiziologik imkoniyatning mavjudligi har bir tashxis uchun klinik foyda kafolati bo‘lmaydi [3].

Xulosa. O‘zgarmas va impulsli tokning ta’siri ionlar harakati bilan boshlansa-da, biologik natija signal shakli va ta’sir nishoniga bog‘liq. Galvanizatsiyada qutblanish va elektrod chegarasidagi reaksiyalar, elektroforezda modda tashilishi, stimulyatsiyada membrananing qo‘zg‘alish javobi alohida ahamiyatga ega.

Tok kuchi kontakt yuzasisiz, impuls parametrlari esa ta’sir davomiyligisiz to‘liq talqin etilmaydi. Keltirilgan nazariy tahlil mexanizmlarni farqlaydi; u muayyan tashxis uchun samaradorlik yoki universal muolaja rejimini belgilamaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Gabriel S., Lau R. W., Gabriel C. The dielectric properties of biological tissues: II. Measurements in the frequency range 10 Hz to 20 GHz. Physics in Medicine and Biology. 1996;41(11):2251–2269. https://doi.org/10.1088/0031-9155/41/11/002

2. Marro D., Kalia Y. N., Delgado-Charro M. B., Guy R. H. Contributions of electromigration and electroosmosis to iontophoretic drug delivery. Pharmaceutical Research. 2001;18(12):1701–1708. https://doi.org/10.1023/A:1013318412527

3. National Institute for Health and Care Excellence. Chronic pain (primary and secondary) in over 16s: assessment of all chronic pain and management of chronic primary pain. NICE guideline NG193. 2021. Recommendation 1.2.6. https://www.nice.org.uk/guidance/ng193/chapter/recommendations

4. OpenStax. College Physics 2e. Sections 20.1 Current and 23.11 Reactance, Inductive and Capacitive. https://openstax.org/books/college-physics-2e/pages/20-1-current ; https://openstax.org/books/college-physics-2e/pages/23-11-reactance-inductive-and-capacitive.

5. D.T.Komilova., The importance of using interactive methods in teaching biophysics in higher medical education institutions. “Science and innovation” international scientific journal, 2025., 114-117 betlar

6. D.T.Komilova., Strengthening topic mastery and assessing students’ knowledge in biophysics classes through the game-based kahoot platform. “Science and innovation” international scientific journal. 2025., 46-49 betlar

7. Komilova D. T. Biophysics as an interdisciplinary science // Экономика и социум. — 2021. — № 11-1 (90). — P. 279–282.

8. Komilova D. T. Specific aspects of modular educational technology // Экономика и социум. — 2022. — № 11-2 (102). — P. 126–129.

9. Komilova D. T. Tibbiy ta’lim muassasalarida fanlarni o‘qitish jarayonida yangi texnologiyasidan foydalanish // Экономика и социум. — 2022. — № 12-1 (103). — B. 158–160.

10. Komilova D. T. Organization and conduct of laboratory work in physics integrated in virtual forms // Экономика и социум. — 2023. — № 10-1 (113). — P. 120–122.

11. Komilova D. T. Integrating STEAM educational technology in biophysics // Экономика и социум. — 2023. — № 12-2 (115). — P. 234–236.