

ISSN 2181-337X

EURASIAN JOURNAL OF OTORHINOLARYNGOLOGY - HEAD AND NECK SURGERY

Volume 5 • Issue 3

2026



ejohns.scinnovations.uz



QAYTMAS ELEKTROPORATSIYA: NOTERMİK TO'QIMA ABLYATSIYASINING BIOFIZİK ASOSLARI VA TANGLAY MURTKLARI GIPERTROFIYASINI DAVOLASHDA QO'LLASH ISTIQBOLLARI (ADABIYOTLAR SHARHI)

Azizqulov T.M.¹, Ergashev U.M.¹

¹ Respublika ixtisoslashtirilgan otorinolaringologiya va bosh-bo'yin kasalliklari ilmiy-amaliy tibbiyot markazi

Annotatsiya. Sharhda qaytmas elektroporatsiyaning biofizik mexanizmlari, to'qima tuzilmalariga tanlab ta'sir ko'rsatish xususiyatlari, termik usullardan farqi hamda tibbiyotning turli sohalarida qo'llanilish tajribasi bo'yicha 1982–2026 yillarda e'lon qilingan ilmiy manbalar tahlil qilingan. Qisqa yuqori kuchlanishli elektr impulslari hujayra membranasida qaytmas nanog'ovaklar hosil qilib, hujayra gomeostazining buzilishi va o'limiga olib kelishi, bunda hujayradan tashqari matriks, qon tomirlar va nerv tolalarining nisbatan saqlanib qolishi ko'rsatilgan. Onkologiya, kardiologiya va bosh-bo'yin sohasidagi klinik tajriba hamda 2026 yilda kattalar va bolalarda tanglay murtaklarini qaytmas elektroporatsiya yordamida ablyatsiya qilishga bag'ishlangan dastlabki klinik tadqiqotlar natijalari yoritilgan. Usulning bolalarda tanglay murtaklari gipertrofiyasini davolashdagi o'rnini aniqlash uchun an'anaviy va koagulyatsion tonsillotomiya bilan qiyosiy, morfologik asoslangan va uzoq muddatli tadqiqotlar zarurligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: qaytmas elektroporatsiya, notermik ablyatsiya, elektr impulslar, hujayra membranasini, tanglay murtaklari gipertrofiyasi, tonsillotomiya, bolalar.

Иқтибослик учун:

Azizqulov T.M., Ergashev U.M. Qaytmas elektroporatsiya: notermik to'qima ablyatsiyasining biofizik asoslari va tanglay murtaklari gipertrofiyasini davolashda qo'llash istiqbollari (adabiyotlar sharhi). *Евразийский журнал оториноларингологии - хирургии головы и шеи*. 2026;5(3): 223-229. <https://doi.org/10.57231/j.ejohns.2026.5.3.033>

IRREVERSIBLE ELECTROPORATION: BIOPHYSICAL BASIS OF NON-THERMAL TISSUE ABLATION AND ITS PROSPECTS IN THE TREATMENT OF PALATINE TONSIL HYPERTROPHY (LITERATURE REVIEW).

Azizqulov T.M.¹, Ergashev U.M.¹

¹ Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Otorhinolaryngology and Head and Neck Diseases

Abstract. This review analyses literature published between 1982 and 2026 on the biophysical mechanisms of irreversible electroporation, its selective effect on tissue structures, its differences from thermal techniques and its clinical use across medical specialties. Short high-voltage electric pulses create irreversible nanopores in the cell membrane, leading to loss of homeostasis and cell death, while the extracellular matrix, blood vessels and nerve fibres are relatively preserved. Clinical experience in oncology, cardiology and head and neck surgery is summarised, together with the first clinical studies, published in 2026, of irreversible electroporation for tonsillar ablation in adults and children. Comparative, morphologically grounded studies with long-term follow-up against conventional and electrocautery tonsillotomy are required to define the role of the method in paediatric tonsil hypertrophy.

Key words: irreversible electroporation, non-thermal ablation, electric pulses, cell membrane, palatine tonsil hypertrophy, tonsillotomy, children.

For citation:

Azizqulov T.M., Ergashev U.M. Irreversible electroporation: biophysical basis of non-thermal tissue ablation and its prospects in the treatment of palatine tonsil hypertrophy (literature review). *Eurasian Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2026;5(3): 223-229. <https://doi.org/10.57231/j.ejohns.2026.5.3.033>

KIRISH

Bolalarda tanglay murtaklari gipertrofiyasini jarrohlik yo'li bilan davolash amaliyotida qo'llaniladigan usullarning aksariyati to'qimani mexanik kesish yoki uni yuqori harorat ta'sirida yemirishga asoslangan. Mexanik usullar intraoperatsion qon yo'qotish bilan, termik

usullar (mono- va bipolyar koagulyatsiya, lazer, radiochastotali ta'sir) esa atrof to'qimalarning issiqlikdan shikastlanishi, kuchli og'riq, qalin fibrinoz karash hosil bo'lishi va kechki qon ketish xavfining ortishi bilan bog'liq [1, 2]. Shu sababli to'qimani haroratni oshirmasdan, tanlab yemiruvchi texnologiyalarga ehtiyoj ortib bormoqda.

So'nggi yigirma yil ichida tibbiyotga kirib kelgan bunday texnologiyalardan biri qaytmas elektroporatsiyadir (ingl. irreversible electroporation, IRE). Usul dastlab gepatologiya va onkologiyada qattiq o'smalarni, so'ngra kardiologiyada miokard to'qimasini ablyatsiya qilish uchun qo'llanila boshlandi, 2026 yilda esa tanglay murtaklari gipertrofiyasini davolashda qo'llanilishi bo'yicha birinchi klinik ma'lumotlar e'lon qilindi.

Ushbu sharhning maqsadi – qaytmas elektroporatsiyaning biofizik asoslari, to'qimaga ta'sir xususiyatlari va klinik qo'llanilish tajribasini tahlil qilish hamda uning bolalarda tanglay murtaklari gipertrofiyasini davolashdagi istiqbollarini baholashdan iborat.

TADQIQOT MATERIAL VA USULLARI

Manbalar PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Google Scholar va ClinicalTrials.gov ma'lumotlar bazalarida «irreversible electroporation», «non-thermal ablation», «pulsed field ablation», «electroporation tonsil», «electrochemotherapy head and neck» kalit so'zlari bo'yicha qidirildi. Fundamental biofizik ishlar, eksperimental hayvon modellari, tizimli sharhlar va klinik tadqiqotlar tahlilga kiritildi. Jami 32 ta manba tanlab olindi.

TADQIQOT NATIJALARI

Elektroporatsiya hodisasi: tarixiy ma'lumotlar

Hujayra membranasi tashqi elektr maydoni ta'sirida o'tkazuvchanligi ortishi hodisasi XX asrning ikkinchi yarmida batafsil o'rganila boshlandi. 1982 yilda E. Neumann va hammualliflari yuqori kuchlanishli elektr impulslari yordamida hujayraga begona DNK kiritish mumkinligini ko'rsatib, «elektroporatsiya» atamasini ilmiy muomalaga kiritishgan [3]. Keyingi yillarda qaytar elektroporatsiya hujayraga dori moddalarini kiritish uchun qo'llanila boshlandi: elektrokimyoterapiya usulida membrananing vaqtincha o'tkazuvchanligi bleomitsin va sisplatinning hujayra ichidagi konsentratsiyasini ko'p marta oshiradi [4].

Membranani qaytmas shikastlovchi elektroporatsiya uzoq vaqt davomida qaytar elektroporatsiyaning nojo'ya ta'siri sifatida qaralgan. R.V. Davalos, L.M. Mir va B. Rubinsky 2005 yilda birinchi bo'lib qaytmas elektroporatsiyani to'qimani ablyatsiya qilishning mustaqil, notermik usuli sifatida taklif etishgan va matematik modellash tirish

yordamida elektr maydoni ta'sirida haroratning sezilarli oshmasdan katta to'qima hajmini yemirish mumkinligini asoslashgan [5]. Shundan so'ng usul tez sur'atlar bilan eksperimental va klinik tadqiqotlarga joriy etildi [6].

Qaytmas elektroporatsiyaning biofizik mexanizmi

Hujayra membranasi lipid ikki qavatidan iborat bo'lib, elektr jihatdan kondensator xossasiga ega. Tashqi elektr maydoni ta'sirida membranada qo'shimcha transmembran potensial hosil bo'ladi; u ma'lum chegara qiymatdan (taxminan 0,2–1 V) oshganda lipid molekullari qayta joylashib, suv bilan to'lgan nanometr o'lchamdagi gidrofil g'ovaklar paydo bo'ladi [7, 8]. Agar ta'sir kuchi va davomiyligi nisbatan kichik bo'lsa, impulslar to'xtagach g'ovaklar yopiladi va hujayra hayotchanligini saqlaydi (qaytar elektroporatsiya). Elektr maydoni kuchlanganligi, impulslar soni va davomiyligi oshirilganda esa g'ovaklar barqarorlashadi, ion gomeostazi buziladi, hujayra ichiga kalsiy ionlari ko'p miqdorda kiradi, ATF zaxiralari tugaydi va hujayra apoptoz hamda nekroz mexanizmlari orqali nobud bo'ladi [8, 9].

Qaytar va qaytmas elektroporatsiya chegaralari to'qima turi, hujayralar o'lchami va shakli, elektrodlar geometriyasi va impuls parametrlariga bog'liq. Eksperimental tadqiqotlarda jigar to'qimasi uchun qaytar elektroporatsiya chegarasi taxminan 360 V/sm, qaytmas elektroporatsiya chegarasi esa taxminan 640 V/sm atrofida aniqlangan [10, 11]. Klinik amaliyotda odatda davomiyligi 70–100 mikrosekund bo'lgan 70–100 ta impuls qo'llaniladi, ablyatsiya zonasi esa sonli modellashtirish yordamida rejalashtiriladi [11, 12].

Usulning muhim xususiyati – ablyatsiya zonasi elektr maydonining taqsimlanishi bilan belgilanadi va zonaning chegarasi aniq bo'ladi. E.W. Lee va hammualliflar hayvonlar jigarida qaytmas elektroporatsiyadan so'ng ablyatsiya zonasida hujayralarning to'liq nobud bo'lgani va shikastlangan hamda sog'lom to'qima o'rtasidagi chegaraning bir necha hujayra qatlami kengligida bo'lganini ko'rsatishgan [13].

Notermik ta'sir va termik usullardan farqi

Qaytmas elektroporatsiyaning asosiy afzalligi uning notermik tabiatidir. Elektr toki o'tishi to'qimada Joule issiqligi hosil qiladi, biroq impulslar qisqa va ular orasidagi intervallar yetarli bo'lganda to'qima harorati oqsillarning denaturatsiyasi chegarasidan (taxminan 50 °C) past darajada saqlanadi [14].

Shu bilan birga, impulsar soni, kuchlanish va elektrodlar orasidagi masofa noto'g'ri tanlanganda, ayniqsa elektrodlar yaqinida, termik shikastlanish yuzaga kelishi mumkin; shu sababli parametrlarni optimallashtirish va haroratni modellashtirish usul xavfsizligining muhim sharti hisoblanadi [12, 14].

Termik usullarda (koagulyatsiya, radiochastotali ablyatsiya, lazer) hujayralar bilan birga oqsil tuzilmalari, kollagen karkas, qon tomir devori va nerv tolalari ham koagulyatsion nekrozga uchraydi. Qaytmas elektroporatsiyada esa hujayra membranasi zararlanadi, hujayradan tashqari matriks va kollagen asosga ega tuzilmalar esa nisbatan saqlanib qoladi. E. Maor va hammualliflar kalamushlarning uyqu arteriyasida qaytmas elektroporatsiyadan so'ng tomir devoridagi silliq mushak hujayralari nobud bo'lishiga qaramay, tomirning karkas tuzilishi va o'tkazuvchanligi saqlanganini ko'rsatishgan [15]. W. Li va hammualliflar quymich nervida qaytmas

elektroporatsiyadan keyin nerv to'qimasining tuzilishi saqlanib, uning funksiyasi vaqt o'tishi bilan tiklanganini aniqlashgan [16]. M. Phillips va hammualliflar esa qaytmas elektroporatsiya hujayradan tashqari matriksni saqlagan holda to'qimani hujayrasizlantirish imkonini berishini tasdiqlashgan [17].

Klinik tadqiqotlarda ham ablyatsiya zonasi yaqinidagi tomirlarning o'tkazuvchanligi saqlanib qolishi qayd etilgan [18]. Bu xususiyat ayniqsa qon bilan mo'l ta'minlangan a'zolarida – xususan, tanglay murtaklarida – qon ketish xavfini kamaytirish nuqtayi nazaridan katta ahamiyatga ega. Bundan tashqari, termik nekroz va kuyish qatlami hosil bo'lmagani sababli shikastlangan to'qima makrofaglar tomonidan tez so'riladi va regeneratsiya hujayradan tashqari matriks karkasi asosida kechadi [9, 13].

Qaytmas elektroporatsiya va termik usullarning to'qimagata'sirxususiyatlari 1-jadvalda taqqoslangan.

1-jadval.

Termik usullar va qaytmas elektroporatsiyaning to'qimaga ta'siri (adabiyot ma'lumotlari asosida [9, 13–17, 19])

Ko'rsatkich	Termik usullar (koagulyatsiya, lazer, radiochastotali)	Qaytmas elektroporatsiya
Ta'sir mexanizmi	Oqsil denaturatsiyasi, koagulyatsion nekroz	Membranada qaytmas nanog'ovaklar, hujayra o'limi
To'qima harorati	60–100 °C va undan yuqori	Odatda < 50 °C (to'g'ri parametrlarda)
Hujayradan tashqari matriks	Yemiriladi	Nisbatan saqlanadi
Qon tomirlar	Koagulyatsiya va devor nekrozi	Karkas va o'tkazuvchanlik saqlanadi
Nerv tolalari	Qaytmas shikastlanadi	Tuzilish saqlanadi, funktsiya tiklanadi
«Issiqlik oqib ketishi» effekti	Yirik tomirlar yonida ablyatsiya to'liq bo'lmaydi	Ta'sir qilmaydi
Ablyatsiya chegarasi	Noaniq, o'tish zonasi keng	Aniq, bir necha hujayra qatlami
Shikastlangan to'qima	Kuyish qatlami, fibrinoz karash	Kuyish qatlamisiz, tez so'riladi

Usulning texnik rivojlanishi

Klassik qaytmas elektroporatsiyada bir qutbli to'g'ri burchakli impulsar qo'llaniladi, ular skelet mushaklarining kuchli qisqarishiga sabab bo'ladi. Shu sababli usul umumiy anesteziya va mushak relaksantlari bilan, yurak ritmi buzilishi xavfini kamaytirish uchun esa elektrokardiogramma bilan sinxronlashtirilgan holda bajariladi [20]. C.B. Arena va hammualliflar tomonidan taklif etilgan yuqori chastotali qaytmas elektroporatsiya (H-FIRE) usulida bir necha mikrosekund davom etuvchi ikki qutbli impulsar seriyasi qo'llaniladi, bu esa mushak qisqarishini sezilarli kamaytirgan holda notermik ablyatsiyani saqlab qolish imkonini beradi [21].

Qaytmas elektroporatsiyaning asosiy cheklovlari va rivojlanish yo'nalishlari bir qator sharhlarda batafsil tahlil qilingan: elektrodni aniq joylashtirish zarurati, ablyatsiya zonasini real vaqtda nazorat qilish imkoniyatining cheklanganligi, metall implantlar va elektrostimulyatorlar yaqinida qo'llash xavfi shular jumlasidandir [19, 22]. Bu omillar otorinolaringologik amaliyotga mo'ljallangan asboblarni ishlab chiqishda ham hisobga olinadi.

Klinik qo'llanilish tajribasi

Odamlarda qaytmas elektroporatsiya xavfsizligini birinchi bo'lib K.R. Thomson va hammualliflar jigar, buyrak va o'pka o'smalari bo'lgan bemorlarda o'rganishgan: usul umuman xavfsiz bo'lgan,

ammo impulsarlarni elektrokardiogramma bilan sinxronlashtirish zarurligi ko'rsatilgan [20]. H.J. Scheffer va hammualliflarning tizimli sharhida qaytmas elektroporatsiyaning jigar, oshqozon osti bezi, buyrak, o'pka va prostata o'smalarini davolashda qo'llanilishi bo'yicha ma'lumotlar umumlashtirilib, jiddiy asoratlar chastotasi past ekani qayd etilgan [23]. R.C. Martin va hammualliflar mahalliy tarqalgan oshqozon osti bezi adenokarsinomasi bo'lgan 200 nafar bemorda usulning xavfsizligi va samaradorligini ko'rsatishgan; bu holatda yirik tomirlar va o't yo'llari yaqinida ablyatsiya qilish imkoniyati alohida ahamiyatga ega bo'lgan [24].

Kardiologiyada qaytmas elektroporatsiya «impulslil maydon ablyatsiyasi» (pulsed field ablation) nomi bilan bo'lmachalar fibrillatsiyasini davolashda o'pka venalarini izolyatsiya qilish uchun qo'llanilmoqda. V.Y. Reddy va hammualliflar usul miokard to'qimasiga tanlab ta'sir qilib, qizilo'ngach va frenik nervni shikastlamagan holda o'pka venalarining barqaror izolyatsiyasini ta'minlashini ko'rsatishgan [25]. Bu natijalar elektroporatsiyaning to'qimalarga tanlab ta'sir qilish tamoyilining klinik amaliyotdagi isboti hisoblanadi.

Bosh va bo'yin sohasida elektroporatsiyaga asoslangan texnologiyalar asosan elektrokimyoterapiya shaklida o'rganilgan. C.C. Plaschke va hammualliflarning tizimli sharhida og'iz bo'shlig'i va halqum shilliq qavati o'smalarida elektrokimyoterapiya qo'llanilganda yuqori obyektiv javob va qoniqarli xavfsizlik ko'rsatkichlari qayd etilgan [26]. Bu ma'lumotlar orofarinks shilliq qavati va limfoid to'qimasi elektroporatsiya ta'siriga yaxshi bardosh berishini ko'rsatadi.

Tanglay murtaklari gipertrofiyasida qaytmas elektroporatsiya

Tanglay murtaklari qaytmas elektroporatsiya uchun anatomik va funksional jihatdan qulay obyekt hisoblanadi. Birinchidan, murtak parenximi asosan limfoid hujayralardan iborat bo'lib, ular elektroporatsiyaga sezgir; ikkinchidan, murtak kapsulasi va uning ostidagi tomir-nerv tuzilmalari kollagen karkasga ega bo'lib, notermik ta'sirda nisbatan saqlanib qoladi; uchinchidan, murtak og'iz bo'shlig'i orqali bevosita ko'rinadi va elektrodlarni aniq joylashtirish mumkin. Shu bilan birga, bolalarda klinik qo'llanmalar operatsiyadan keyingi og'riqni nazorat qilish va qon ketish chastotasini kamaytirishni ustuvor vazifa sifatida belgilaydi [27], murtakning

immun funksiyasini saqlash esa qo'shimcha nazariy afzallik hisoblanadi [28].

2026 yilda C. Sarafoleanu va hammualliflar kattalarda tanglay murtaklarini qaytmas elektroporatsiya yordamida ablyatsiya qilish bo'yicha birinchi prospektiv klinik tadqiqot natijalarini e'lon qilishgan (NCT06187194). Tadqiqotda maxsus bipolyar qo'l asbobiga ega tizim qo'llanilgan; protsedura 14 nafar bemorda umumiy anesteziya ostida, 9 nafar bemorda esa sedatsiya va mahalliy anesteziya ostida bajarilgan. Protседura davomiyligi o'rtacha $7,98 \pm 2,62$ daqiqani tashkil etgan, intraoperatsion va operatsiyadan keyingi qon ketish kuzatilmagan. Og'riq vizual analog shkala bo'yicha o'rtacha $4,5 \pm 1,7$ kunda 2 balldan pastga tushgan. Uch oydan so'ng murtaklar hajmi Brodskiy shkalasi bo'yicha o'rtacha 52,5 % ga kamaygan, xurrak bo'yicha vizual analog shkala ko'rsatkichi 72 % ga, TAHSI so'rovnomasi ko'rsatkichi esa 93 % ga yaxshilangan [29].

Xuddi shu yili U. Khasanov va hammualliflar adenotonzillar gipertrofiyasi va yuqori nafas yo'llari obstruksiyasi bo'lgan 3–13 yoshli 31 nafar bolada qaytmas elektroporatsiyani qo'llash natijalarini e'lon qilishgan. Protседuralar umumiy anesteziya ostida tanglay murtaklari va adenoidlarda bajarilgan; birorta ham bemorda intraoperatsion yoki operatsiyadan keyingi qon ketish qayd etilmagan, barcha bolalar operatsiya kuniyoq uyga javob berilgan. Birinchi kundagi og'riq ko'rsatkichi $3,5 \pm 1,5$ ballni tashkil etib, 7-kunga kelib barcha bemorlarda to'liq barham topgan. Uch oyda OSA-18 ko'rsatkichi $66,4 \pm 14,9$ dan $24,6 \pm 9,9$ ballgacha ($p < 0,0001$), Brodskiy shkalasi bo'yicha murtaklar darajasi esa $3,26 \pm 0,63$ dan $0,92 \pm 0,61$ gacha kamaygan ($p < 0,001$) [30]. Bolalarda adenotonzillar gipertrofiyada qaytmas elektroporatsiya tizimining xavfsizligi va samaradorligini o'rganuvchi yana bir klinik tadqiqot ro'yxatga olingan (NCT06960239).

Qaytmas elektroporatsiyaning tanglay murtaklari gipertrofiyasidagi dastlabki klinik natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

Hal etilmagan masalalar va tadqiqot istiqbollari

Dastlabki natijalar istiqbolli bo'lsa-da, ular bir qator muhim cheklovlarga ega. Birinchidan, ikkala tadqiqot ham nazorat guruhisiz, bir guruhli dizaynda o'tkazilgan, shu sababli qaytmaselektroporatsiyaning an'anaviy va koagulyatsion tonzillotomiyadan ustunligi haqida xulosa chiqarish uchun asos yetarli

Tanglay murtaklarida qaytmas elektroporatsiya qo'llanilgan dastlabki klinik tadqiqotlar

Ko'rsatkich	Sarafoleanu C. va boshq., 2026 [29]	Khasanov U. va boshq., 2026 [30]
Tadqiqot dizayni	Prospektiv, bir guruhli	Prospektiv, ikki markazli, bir guruhli
Bemorlar	23 nafar kattalar	31 nafar bola (3–13 yosh)
Anesteziya	Umumiy (n = 14) yoki mahalliy + sedatsiya (n = 9)	Umumiy
Qon ketish	Kuzatilmagan	Kuzatilmagan
Og'riq	4,5 ± 1,7 kunda VAS < 2	1-kun 3,5 ± 1,5; 7-kunda to'liq barham topgan
Murtak hajmining kamayishi (3 oy)	Brodskiy bo'yicha 52,5 %	Brodskiy 3,26 ± 0,92 daraja
Hayot sifati	TAHSI 93 % ga yaxshilangan	OSA-18: 66,4 ± 24,6 ball
Kuzatuv muddati	3 oy	3 oy

emas. Ikkinchidan, kuzatuv muddati uch oy bilan chegaralangan; tonzillotomiyadan keyin murtak to'qimasining qayta o'sishi esa ko'pincha keyingi oylar va yillarda namoyon bo'ladi [31]. Uchinchidan, murtak to'qimasida ablyatsiya zonasining chuqurligi, qon tomir va hujayradan tashqari matriksning saqlanishi bo'yicha morfologik ma'lumotlar mavjud emas. To'rtinchidan, tadqiqotlar ishlab chiqaruvchi kompaniya ko'magida o'tkazilgan bo'lib, mustaqil tadqiqotlar bilan tasdiqlanishi lozim.

Shu munosabat bilan bolalarda tanglay murtaklari gipertrofiyasini davolashda qaytmas elektroporatsiyani an'anaviy (sovuq asbobli) va koagulator yordamidagi tonzillotomiya bilan bir xil protokol asosida taqqoslovchi prospektiv qiyosiy tadqiqotlar dolzarb hisoblanadi. Bunday tadqiqotlarda intraoperatsion qon yo'qotishni gravimetrik usulda o'lchash, og'riqni yoshga mos shkalalar bilan dinamikada baholash, yara yuzasining epitelizatsiya muddatlarini kuzatish, olib tashlangan to'qimaning gistologik tekshiruvini orqali termik koagulyatsiya zonasi va tomirlarning saqlanishini baholash, yallig'lanish markerlarini aniqlash hamda OSA-18 so'rovnomasi yordamida hayot sifatini 12 oygacha kuzatish maqsadga muvofiq [27, 30, 32]. Olingan ma'lumotlar asosida bemorning yoshi, gipertrofiya darajasi va klinik xususiyatlarini hisobga oluvchi jarrohlik usulini tanlash algoritmini ishlab chiqish mumkin bo'ladi.

XULOSA

1. Qaytmas elektroporatsiya – qisqa yuqori kuchlanishli elektr impulsleri hujayra membranasida qaytmas nanog'ovaklar hosil qilishiga asoslangan

notermik ablyatsiya usuli bo'lib, ablyatsiya zonasining aniq chegaralanishi bilan tavsiflanadi.

2. Usulning termik texnologiyalardan asosiy farqi hujayradan tashqari matriks, qon tomirlar va nerv tolalarining nisbatan saqlanib qolishidir; bu xususiyat tanglay murtaklari kabi qon bilan mo'l ta'minlangan a'zolarda qon ketish va og'riqni kamaytirish uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

3. Onkologiya va kardiologiyadagi klinik tajriba usulning xavfsizligini, 2026 yilda kattalar va bolalarda o'tkazilgan dastlabki tadqiqotlar esa tanglay murtaklarini qon ketishsiz va kam og'riq bilan ablyatsiya qilish mumkinligini ko'rsatgan.

4. Qaytmas elektroporatsiyaning bolalar amaliyotidagi o'rnini aniqlash uchun an'anaviy va koagulyatsion tonzillotomiya bilan nazorat ostidagi qiyosiy, morfologik asoslangan va uzoq muddatli kuzatuvni o'z ichiga olgan tadqiqotlar zarur.

МАНФААТЛАР ТЎҚНАШУВИ

Муаллифлар ушбу тадқиқот иши, унинг мавзуси, предмети ва мазмуни рақобатдош манфаатларга таъсир қилмаслигини маълум қилади.

МОЛИЯЛАШТИРИШ МАНБАЛАРИ

Муаллифлар тадқиқот олиб бориш давомида молиялаштириш мавжуд бўлмаганлигини маълум қиладилар.

МАЪЛУМОТЛАР ВА МАТЕРИАЛЛАРНИНГ ОЧИҚЛИГИ

Ушбу тадқиқот давомида олинган ёки таҳлил қилинган барча маълумотлар ушбу нашр этилган мақолага киритилган.

МУАЛЛИФЛАРНИНГ ТАДҚИҚОТДАГИ ХИССАЛАРИ

Барча муаллифлар тадқиқотни тайёрлаш ва унинг натижаларини шарҳлаш, шунингдек, нашрга тайёрлашга ҳисса қўшган. Барча муаллифлар қўлёзманинг якуний версиясини ўқиб чиқишган ва тасдиқлашган.

ЭТИК ЖИХАТДАН МАЪҚУЛЛАШ ВА ИШТИРОК ЭТИШ УЧУН РОЗИЛИК

Ҳайвонларни парвариш қилиш ва улардан фойдаланиш бўйича барча халқаро, миллий ва/ёки институционал кўрсатмаларга риоя қилинган.

НАШР ҚИЛИШГА РОЗИЛИК

Қўлланилмайди.

НАШРИЁТНИНГ ЭСЛАТМАСИ

«Евразийский журнал оториноларингологии - хирургии головы и шеи» журнали чоп этилган хариталар ва институционал мансублик кўрсаткичлари бўйича юрисдикция даъволарига нисбатан нейтрал бўлиб қолади.

Мақола келиб тушган сана: 17.09.2026 й.
Нашрга қабул қилинган сана: 24.09.2026 й.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

АДАБИЁТЛАР / REFERENCES

1. Lowe D, van der Meulen J; National Prospective Tonsillectomy Audit. Tonsillectomy technique as a risk factor for postoperative haemorrhage. Lancet. 2004;364(9435):697–702.
2. Windfuhr JP, Savva K, Dahm JD, Werner JA. Tonsillectomy: facts and fiction. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2015;272(4):949–969.
3. Neumann E, Schaefer-Ridder M, Wang Y, Hofschneider PH. Gene transfer into mouse lymphoma cells by electroporation in high electric fields. EMBO J. 1982;1(7):841–845.
4. Mir LM, Orlowski S. Mechanisms of electrochemotherapy. Adv Drug Deliv Rev. 1999;35(1):107–118.
5. Davalos RV, Mir LM, Rubinsky B. Tissue ablation with irreversible electroporation. Ann Biomed Eng. 2005;33(2):223–231.
6. Rubinsky B, Onik G, Mikus P. Irreversible electroporation: a new ablation modality – clinical implications. Technol Cancer Res Treat. 2007;6(1):37–48.
7. Weaver JC. Electroporation of cells and tissues. IEEE Trans Plasma Sci. 2000;28(1):24–33.
8. Kotnik T, Rems L, Tarek M, Miklavčič D. Membrane electroporation and electroporation: mechanisms and models. Annu Rev Biophys. 2019;48:63–91.
9. Yarmush ML, Golberg A, Serša G, Kotnik T, Miklavčič D. Electroporation-based technologies for medicine: principles, applications, and challenges. Annu Rev Biomed Eng. 2014;16:295–320.
10. Edd JF, Horowitz L, Davalos RV, Mir LM, Rubinsky B. In vivo results of a new focal tissue ablation technique: irreversible electroporation. IEEE Trans Biomed Eng. 2006;53(7):1409–1415.
11. Miklavčič D, Semrov D, Mekid H, Mir LM. A validated model of in vivo electric field distribution in tissues for electrochemotherapy and for DNA electrotransfer for

SOURCES OF FUNDING

The authors state that there is no external funding for the study.

AVAILABILITY OF DATA AND MATERIALS

All data generated or analysed during this study are included in this published article.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

All authors contributed to the design and interpretation of the study and to further drafts. All authors read and approved the final manuscript.

ETHICS APPROVAL AND CONSENT TO PARTICIPATE

All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed.

CONSENT FOR PUBLICATION

Not applicable.

PUBLISHER'S NOTE

Journal of «Eurasian Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery» remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Article received on 17.09.2026

Accepted for publication on 24.09.2026

- gene therapy. *Biochim Biophys Acta*. 2000;1523(1):73–83.
12. Garcia PA, Davalos RV, Miklavčič D. A numerical investigation of the electric and thermal cell kill distributions in electroporation-based therapies in tissue. *PLoS One*. 2014;9(8):e103083.
 13. Lee EW, Chen C, Prieto VE, Dry SM, Loh CT, Kee ST. Advanced hepatic ablation technique for creating complete cell death: irreversible electroporation. *Radiology*. 2010;255(2):426–433.
 14. Davalos RV, Rubinsky B. Temperature considerations during irreversible electroporation. *Int J Heat Mass Transf*. 2008;51(23–24):5617–5622.
 15. Maor E, Ivorra A, Leor J, Rubinsky B. The effect of irreversible electroporation on blood vessels. *Technol Cancer Res Treat*. 2007;6(4):307–312.
 16. Li W, Fan Q, Ji Z, Qiu X, Li Z. The effects of irreversible electroporation (IRE) on nerves. *PLoS One*. 2011;6(4):e18831.
 17. Phillips M, Maor E, Rubinsky B. Nonthermal irreversible electroporation for tissue decellularization. *J Biomech Eng*. 2010;132(9):091003.
 18. Narayanan G, Bhatia S, Echenique A, Suthar R, Barberly K, Yrizarry J. Vessel patency post irreversible electroporation. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2014;37(6):1523–1529.
 19. Jiang C, Davalos RV, Bischof JC. A review of basic to clinical studies of irreversible electroporation therapy. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2015;62(1):4–20.
 20. Thomson KR, Cheung W, Ellis SJ, et al. Investigation of the safety of irreversible electroporation in humans. *J Vasc Interv Radiol*. 2011;22(5):611–621.
 21. Arena CB, Sano MB, Rossmeisl JH Jr, et al. High-frequency irreversible electroporation (H-FIRE) for non-thermal ablation without muscle contraction. *Biomed Eng Online*. 2011;10:102.
 22. Golberg A, Yarmush ML. Nonthermal irreversible electroporation: fundamentals, applications, and challenges. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2013;60(3):707–714.
 23. Scheffer HJ, Nielsen K, de Jong MC, et al. Irreversible electroporation for nonthermal tumor ablation in the clinical setting: a systematic review of safety and efficacy. *J Vasc Interv Radiol*. 2014;25(7):997–1011.
 24. Martin RC 2nd, Kwon D, Chalikonda S, et al. Treatment of 200 locally advanced (stage III) pancreatic adenocarcinoma patients with irreversible electroporation: safety and efficacy. *Ann Surg*. 2015;262(3):486–494.
 25. Reddy VY, Neuzil P, Koruth JS, et al. Pulsed field ablation for pulmonary vein isolation in atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(3):315–326.
 26. Plaschke CC, Gehl J, Johannesen HH, et al. Electrochemotherapy of mucosal head and neck tumors: a systematic review. *Acta Oncol*. 2016;55(11):1266–1272.
 27. Mitchell RB, Archer SM, Ishman SL, et al. Clinical practice guideline: tonsillectomy in children (update). *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;160(1 Suppl):S1–S42.
 28. Brandtzaeg P. Immunology of tonsils and adenoids: everything the ENT surgeon needs to know. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2003;67(Suppl 1):S69–S76.
 29. Sarafoleanu C, Tanase I, Pascu MA, Passali D, DeRowe A. Irreversible electroporation for tonsillar ablation in adults. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2026. doi:10.1002/ohn.70276
 30. Khasanov U, Sobirjonovich Z, Coman A, Buruiană AM, Passali D, Passali FM, DeRowe A. Irreversible electroporation for the treatment of pediatric adenotonsillar hypertrophy. *J Clin Med*. 2026;15(13):5189. doi:10.3390/jcm15135189
 31. Odhagen E, Sunnergren O, Hemlin C, Hessén Söderman AC, Ericsson E, Stalfors J. Risk of reoperation after tonsillotomy versus tonsillectomy: a population-based cohort study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016;273(10):3263–3268.
 32. Franco RA Jr, Rosenfeld RM, Rao M. Quality of life for children with obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2000;123(1 Pt 1):9–16.

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Azizqulov T.M., Ergashev U.M.

Qaytmas elektroporatsiya: notermik to'qima ablyatsiyasining biofizik asoslari va tanglay murtaklari gipertrofiyasini davolashda qo'llash istiqbollari (adabiyotlar sharhi).

Azizqulov T.M., Ergashev U.M.

Irreversible electroporation: biophysical basis of non-thermal tissue ablation and its prospects in the treatment of palatine tonsil hypertrophy (literature review).

..... 223-229

Ergashev U.M., Sulaymonov J.O', Amonov M.X.

Buxoro viloyatida bolalarda otomikozning klinik-epidemiologik va audiologik xususiyatlari.

Ergashev U.M., Sulaymonov J.O', Amonov M.X.

Clinical, Epidemiological, and Audiological Characteristics of Otomycosis in Children in the Bukhara Region.

..... 230-235

Ergashev U.M., Istamova E.B., Hamroyev.Y.S.

Otomikoz: etiologik spektr, tarqalganlik, qandli diabet bilan birgalikda kechishi va davolashning zamonaviy strategiyalari (adabiyotlar sharhi).

Ergashev U.M., Istamova E.B., Hamroyev.Y.S.

Otomycosis: Etiological Spectrum, Prevalence, Association with Diabetes Mellitus, and Current Treatment Strategies (Literature Review).

..... 236-241