

**MAHALLIY ANESTETIKLAR: TA'SIR MEXANIZMI, FARMAKOLOGIK
XUSUSIYATLARI VA ZAMONAVIY TIBBIYOTDAGI QO'LLANILISHI****Kibriyeva Maxfirat Abduraxmonovna**kibriyeva1@gmail.com**Abdulazizova Parvina Mashrabjon qizi**abdulazizovdiyorbek91@gmail.com**Annotatsiya**

Mahalliy anestetiklar zamonaviy tibbiyot amaliyotida og'riqni vaqtincha bartaraf etish, invaziv muolajalarni bemor uchun qulay va xavfsiz o'tkazish, kichik jarrohlik amaliyotlari hamda regional anesteziya usullarini bajarishda keng qo'llaniladigan muhim dori vositalari hisoblanadi. Ular bemorning hushini saqlagan holda ma'lum anatomik sohada og'riq sezgisini yo'qotadi. Shu jihati bilan mahalliy anestetiklar umumiy anestetiklardan tubdan farq qiladi.

Mahalliy anestetiklarning asosiy ta'sir mexanizmi nerv tolalaridagi kuchlanishga bog'liq natriy kanallarini bloklash orqali impuls o'tkazilishini to'xtatishdan iborat. Natijada og'riq signallari periferik nervlardan markaziy nerv tizimiga yetib bormaydi. Lidokain, bupivakain, ropivakain, artikain, mepivakain va prilokain kabi preparatlar stomatologiya, jarrohlik, travmatologiya, dermatologiya, akusherlik-ginekologiya, urologiya, oftalmologiya va shoshilinch tibbiyotda keng qo'llaniladi.

Ushbu maqolada mahalliy anestetiklarning klassifikatsiyasi, ta'sir mexanizmi, farmakodinamik va farmakokinetik xususiyatlari, klinik qo'llanilish yo'nalishlari, nojo'ya ta'sirlari, sistem toksiklik xavfi va zamonaviy tibbiyotdagi istiqbollari yoritildi. Shuningdek, ultratovush nazorati ostidagi regional anesteziya, uzoq ta'sir qiluvchi dori shakllari, adyuvantlar va multimodal og'riqsizlantirishdagi o'rni tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: mahalliy anestetiklar, lidokain, bupivakain, ropivakain, natriy kanallari, regional anesteziya, infiltratsion anesteziya, LAST, og'riqsizlantirish, farmakologiya.

Kirish

Og'riq organizmning himoya reaksiyasi bo'lib, to'qima shikastlanishi, yallig'lanish, jarohat yoki kasallik haqida signal beradi. Ammo tibbiy muolajalar vaqtida og'riq bemorda qo'rquv, stress, arterial bosim oshishi, taxikardiya, nafas olish buzilishi va umumiy holat yomonlashishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli og'riqni samarali nazorat qilish zamonaviy tibbiyotning muhim vazifalaridan biridir.

Mahalliy anestetiklar og'riqni nazorat qilishda eng ko'p ishlatiladigan dori guruhlaridan hisoblanadi. Ular jarrohlik kesmasi, tikuv qo'yish, tish davolash,

biopsiya, yiringli o'choqlarni ochish, travmatik jarohatlarni ishlov berish, endoskopik tekshiruvlar, nerv blokadalar, spinal va epidural anesteziyada qo'llaniladi. Bu preparatlar bemorning ongini saqlab qoladi, nafas olish markazini susaytirmaydi va ko'plab holatlarda umumiy narkozga ehtiyojni kamaytiradi.

Mahalliy anestetiklarning klinik ahamiyati faqat og'riqni bartaraf etish bilan cheklanmaydi. Ular operatsiyadan keyingi og'riqni kamaytiradi, opioid analgetiklarga ehtiyojni pasaytiradi, bemorning erta harakatlanishini tezlashtiradi va ayrim holatlarda kasalxonada yotish muddatini qisqartiradi. Ayniqsa, regional anesteziyaning rivojlanishi mahalliy anestetiklarning zamonaviy tibbiyotdagi ahamiyatini yanada oshirdi.

Hozirgi davrda mahalliy anestetiklardan foydalanishda faqat preparat tanlash emas, balki uning dozasi, yuborish joyi, bemorning yoshi, tana vazni, jigar va yurak-qon tomir tizimi holati, homiladorlik, birga qabul qilinayotgan dorilar va individual xavf omillari ham hisobga olinadi. Noto'g'ri qo'llanganda mahalliy anestetiklar markaziy nerv tizimi va yurak-qon tomir tizimi tomonidan og'ir toksik reaksiyalar chaqirishi mumkin. Shu sababli ushbu dori vositalarini chuqur farmakologik bilim asosida qo'llash zarur.

Maqolaning maqsadi

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi mahalliy anestetiklarning zamonaviy tibbiyotdagi o'rnini, ularning ta'sir mexanizmi, farmakologik xususiyatlari, klinik qo'llanilish yo'nalishlari va xavfsizlik masalalarini ilmiy jihatdan tahlil qilishdan iborat.

Maqolaning vazifalari quyidagilardan iborat:

- mahalliy anestetiklarning asosiy guruhlarini izohlash;
- ularning nerv impulsiga ta'sir mexanizmini tushuntirish;
- farmakokinetik va farmakodinamik xususiyatlarini yoritish;
- klinik qo'llanilish sohalarini ko'rsatish;
- nojo'ya ta'sirlar va toksiklik xavfini tahlil qilish;
- zamonaviy regional anesteziya va yangi dori shakllari istiqbollarini baholash.

Materiallar va metodlar

Maqola tavsifiy-tahliliy adabiyotlar sharhi shaklida tayyorlandi. Mavzu bo'yicha farmakologiya, anesteziologiya, klinik tibbiyot va regional anesteziyaga oid ilmiy manbalar tahlil qilindi. Asosiy e'tibor mahalliy anestetiklarning ta'sir mexanizmi, kimyoviy klassifikatsiyasi, klinik qo'llanilishi, toksikologik xavfsizligi va zamonaviy qo'llash usullariga qaratildi.

Tahlilda mahalliy anestetiklarning amaliyotda eng ko'p ishlatiladigan vakillari — lidokain, bupivakain, ropivakain, artikain, mepivakain, prilokain, prokain va tetrakain

farmakologik jihatdan solishtirildi. Maqolada klinik qarashlar nazariy farmakologiya bilan bog'langan holda bayon qilindi.

Mahalliy anestetiklarning klassifikatsiyasi

Mahalliy anestetiklar kimyoviy tuzilishiga ko'ra ikki asosiy guruhga bo'linadi: efir tipidagi anestetiklar va amid tipidagi anestetiklar.

Efir tipidagi mahalliy anestetiklarga prokain, xlorprokain, benzokain va tetrakain kiradi. Bu preparatlar asosan plazmadagi xolinesteraza fermentlari orqali parchalanadi. Ularning ayrim metabolitlari allergik reaksiyalar chaqirishi mumkin. Shu sababli efir guruhidagi preparatlar hozirgi amaliyotda amid guruhiga nisbatan kamroq qo'llaniladi. Benzokain ko'proq yuzaki anesteziyada, tetrakain esa ayrim oftalmologik va spinal anesteziya holatlarida ishlatiladi.

Amid tipidagi mahalliy anestetiklarga lidokain, bupivakain, ropivakain, mepivakain, prilokain va artikain kiradi. Ular asosan jigarda metabolizmga uchraydi. Klinik amaliyotda eng ko'p ishlatiladigan preparatlar aynan amid guruhiga mansub. Lidokain tez ta'sir boshlashi va nisbatan xavfsizligi bilan ajralib turadi. Bupivakain uzoq ta'sir qiladi, lekin kardiotsiklik xavfi yuqoriroq. Ropivakain uzoq ta'sir qiluvchi, yurak-qon tomir tizimiga nisbatan xavfsizroq hisoblanadigan preparatlardan biridir. Artikain stomatologiyada keng qo'llaniladi.

Ta'sir davomiyligiga ko'ra mahalliy anestetiklar qisqa, o'rtacha va uzoq ta'sir qiluvchi guruhlarga ajratiladi. Qisqa ta'sir qiluvchi preparatlarga prokain, o'rtacha ta'sir qiluvchilarga lidokain va mepivakain, uzoq ta'sir qiluvchilarga bupivakain, ropivakain va tetrakain kiradi.

Ta'sir mexanizmi

Mahalliy anestetiklarning asosiy farmakologik ta'siri nerv hujayralari membranasidagi kuchlanishga bog'liq natriy kanallarini bloklash bilan bog'liq. Normal holatda nerv impulsi hosil bo'lishi uchun natriy ionlari hujayra ichiga kiradi. Bu jarayon membrana depolyarizatsiyasini yuzaga keltiradi va impuls nerv tolasi bo'ylab tarqaladi.

Mahalliy anestetik molekulalari nerv membranasidan o'tib, natriy kanalining ichki qismiga bog'lanadi. Natijada natriy ionlarining hujayra ichiga kirishi to'xtaydi. Depolyarizatsiya yuz bermaydi, harakat potentsiali hosil bo'lmaydi va og'riq impulsi markaziy nerv tizimiga yetib bormaydi.

Mahalliy anestetiklar barcha nerv tolalariga bir xil ta'sir qilmaydi. Odatda ingichka, mielinsiz va og'riqni o'tkazuvchi nerv tolalari birinchi bo'lib bloklanadi. Shu sababli dastlab og'riq sezgisi yo'qoladi, keyin harorat sezgisi, taktil sezgi va nihoyat motor funksiya susayadi. Klinik jihatdan bu juda muhim, chunki ayrim blokadalarda og'riqni yo'qotib, harakat funksiyasini qisman saqlab qolish maqsad qilinadi.

Yallig'langan to'qimalarda mahalliy anestetiklar ta'siri pasayishi mumkin. Buning sababi shundaki, yallig'lanish o'chog'ida pH kislotali tomonga siljiydi. Kislotali muhitda anestetikning ionlanmagan shakli kamayadi va preparat nerv membranasidan sekinroq o'tadi. Shu sababli yiringli yoki kuchli yallig'langan sohalarda mahalliy anesteziya yetarlicha samara bermasligi mumkin.

Farmakodinamik xususiyatlari

Mahalliy anestetiklarning kuchi, ta'sir boshlanish vaqti va davomiyligi bir nechta omillarga bog'liq. Ularning eng muhimlari pKa, lipidda eruvchanlik, oqsillar bilan bog'lanish darajasi va qon tomirlarga ta'siridir.

pKa preparatning ta'sir boshlanish tezligini belgilaydi. Preparatning pKa qiymati fiziologik pH ga qanchalik yaqin bo'lsa, uning nerv membranasidan o'tadigan ionlanmagan shakli shunchalik ko'p bo'ladi. Shu sababli lidokain nisbatan tez ta'sir boshlaydi. Bupivakain esa kuchli va uzoq ta'sir qilsa-da, ta'sir boshlanishi lidokainga qaraganda sekinroq bo'lishi mumkin.

Lipidda eruvchanlik preparatning kuchini belgilaydi. Lipidda yaxshi eriydigan preparatlar nerv membranasidan oson o'tadi va kuchliroq anestetik ta'sir ko'rsatadi. Bupivakain va ropivakain lidokainga nisbatan kuchliroq va uzoqroq ta'sirga ega.

Oqsillar bilan bog'lanish ta'sir davomiyligini belgilaydi. Preparat oqsillar bilan ko'proq bog'lansa, nerv to'qimasida uzoqroq saqlanadi va ta'siri uzoq davom etadi. Bupivakainning uzoq ta'siri aynan shu xususiyat bilan bog'liq.

Qon tomirlarni kengaytirish xususiyati ham muhim. Ko'pchilik mahalliy anestetiklar mahalliy vazodilatatsiya chaqiradi. Bu preparatning qon oqimiga tezroq so'rilishiga va ta'sir davomiyligining qisqarishiga olib keladi. Shu sababli ayrim hollarda anestetiklarga adrenalin qo'shiladi. Adrenalin qon tomirlarni toraytiradi, preparatning sistem so'rilishini kamaytiradi, ta'sirni uzaytiradi va qon ketishini kamaytiradi.

Farmakokinetik xususiyatlari

Mahalliy anestetiklarning organizmdagi harakati ularning yuborish yo'li, to'qima qon bilan ta'minlanishi, doza, preparat turi va bemorning umumiy holatiga bog'liq. Preparat qon tomirlarga boy sohalarga yuborilganda tezroq so'riladi. Masalan, interkostal blokadalarda sistem so'rilish yuqori bo'lishi mumkin. Teri osti infiltratsiyasida esa so'rilish nisbatan sekinroq kechadi.

Amid guruhidagi anestetiklar jigarda metabolizmga uchraydi. Shu sababli jigar yetishmovchiligi bo'lgan bemorlarda ularning parchalanishi sekinlashadi va toksiklik xavfi ortadi. Keksalar, homiladorlar, yurak yetishmovchiligi bo'lgan bemorlar va og'ir umumiy holatdagi shaxslarda dozani ehtiyotkorlik bilan tanlash zarur.

Efir guruhidagi anestetiklar asosan plazma xolinesterazalari orqali parchalanadi. Ularning ta'siri odatda qisqaroq bo'ladi. Biroq ayrim bemorlarda ferment yetishmovchiligi yoki metabolizm buzilishi tufayli toksik ta'sir xavfi ortishi mumkin. Preparatning sistem so'rilishi oshsa, u markaziy nerv tizimi va yurak-qon tomir tizimiga ta'sir qila boshlaydi. Shu sababli mahalliy anestetiklar yuborilganda maksimal dozani hisoblash, aspiratsion sinama o'tkazish va preparatni sekin yuborish muhim hisoblanadi.

Klinik qo'llanilishi

Mahalliy anestetiklar klinik amaliyotda turli usullarda qo'llaniladi. Eng oddiy usullardan biri yuzaki anesteziyadir. Bu usulda preparat teri yoki shilliq qavat yuzasiga surtiladi yoki purkaladi. Yuzaki anesteziya stomatologiya, oftalmologiya, otorinolaringologiya, endoskopiya va kichik diagnostik muolajalarda ishlatiladi.

Infiltratsion anesteziyada anestetik dori to'g'ridan-to'g'ri operatsiya qilinadigan soha to'qimalariga yuboriladi. Bu usul kichik jarrohlik kesmalari, absessni ochish, tikuv qo'yish, teri o'smalarini olib tashlash, biopsiya va travmatik jarohatlarni ishlov berishda keng qo'llaniladi.

O'tkazuvchi anesteziyada preparat ma'lum nerv tanasi yoki nerv chigali atrofiga yuboriladi. Natijada shu nerv innervatsiya qiladigan sohada og'riq sezgisi yo'qoladi. Bu usul stomatologiyada pastki jag' nerv blokadasi, travmatologiyada qo'l-oyoq blokadalari, jarrohlikda periferik nerv blokadalari uchun qo'llaniladi.

Regional anesteziyaning muhim turlaridan biri spinal anesteziyadir. Bunda anestetik subaraxnoidal bo'shliqqa yuboriladi. Spinal anesteziya pastki qorin, chanoq, oyoqlar va ayrim akusherlik amaliyotlarida qo'llaniladi. Ta'siri tez boshlanadi va kuchli sensor-motor blok hosil qiladi.

Epidural anesteziyada preparat epidural bo'shliqqa yuboriladi. Bu usul tug'ruq og'rig'ini kamaytirish, qorin bo'shlig'i, chanoq va oyoq operatsiyalari, operatsiyadan keyingi og'riqni nazorat qilishda muhim ahamiyatga ega. Epidural kateter orqali dori takroran yoki uzluksiz yuborilishi mumkin.

Stomatologiyada mahalliy anestetiklar alohida ahamiyatga ega. Tish davolash, tish sug'urish, pulpa muolajalari, periodontal jarrohlik va implantatsiya jarayonlarida lidokain, artikain va mepivakain kabi preparatlar qo'llaniladi. Artikain to'qimalarga yaxshi o'tishi sababli stomatologik amaliyotda keng tarqalgan.

Dermatologiya va kosmetologiyada mahalliy anestetiklar lazer muolajalari, biopsiya, kriodestruksiya, kichik o'smalarni olib tashlash, tikuv qo'yish va in'eksion muolajalarda ishlatiladi. Travmatologiyada esa sinishlar, chiqishlar, jarohatlar va manipulyatsiyalar vaqtida og'riqni kamaytiradi.

Zamonaviy tibbiyotdagi o'rni

So'nggi yillarda mahalliy anestetiklar multimodal analgeziyaning muhim qismi sifatida qaralmoqda. Multimodal analgeziya turli ta'sir mexanizmiga ega og'riqsizlantiruvchi usullarni birlashtirishga asoslanadi. Mahalliy anestetiklar paratsetamol, nosteroid yallig'lanishga qarshi dorilar, regional blokadalar va boshqa analgetik yondashuvlar bilan qo'llanganda opioid dorilarga ehtiyojni kamaytirishi mumkin.

Regional anesteziyada ultratovush nazorati katta yutuq hisoblanadi. Ultratovush yordamida nervlar, qon tomirlar va atrof to'qimalar aniq ko'riladi. Bu anestetikni kerakli joyga aniq yuborish, dorining dozasi va hajmini kamaytirish, asoratlarni xavfini pasaytirish imkonini beradi. Ayniqsa, periferik nerv blokadalarida ultratovush nazorati xavfsizlik va samaradorlikni oshiradi.

Mahalliy anestetiklarga adyuvantlar qo'shish ham zamonaviy yo'nalishlardan biridir. Deksmetazon, deksmedetomidin, klonidin va ayrim boshqa moddalar nerv blokadasi davomiyligini uzaytirish uchun o'rganilmoqda. Bunday yondashuv operatsiyadan keyingi og'riqni uzoqroq nazorat qilishga yordam beradi.

Yana bir istiqbolli yo'nalish — uzoq ta'sir qiluvchi dori yetkazish tizimlari. Liposomal preparatlar, polimer tashuvchilar, gidrogel tizimlar va nanoformulalar mahalliy anestetik ta'sirni uzaytirish va toksiklikni kamaytirish uchun ishlab chiqilmoqda. Bunday tizimlar kelajakda operatsiyadan keyingi og'riqni samaraliroq boshqarish imkonini berishi mumkin.

Nojo'ya ta'sirlari va xavfsizlik

Mahalliy anestetiklar to'g'ri qo'llanganda odatda xavfsiz hisoblanadi. Ammo noto'g'ri dozalash, tomir ichiga tasodifiy yuborish, qon bilan yaxshi ta'minlangan sohaga ko'p miqdorda yuborish yoki bemorning metabolik xususiyatlarini hisobga olmaslik og'ir asoratlarga olib kelishi mumkin.

Mahalliy nojo'ya ta'sirlarga in'eksiya joyida og'riq, shish, gematoma, infeksiya, nerv shikastlanishi va to'qima irritatsiyasi kiradi. Allergik reaksiyalar efir guruhidagi preparatlarda ko'proq uchrashi mumkin. Amid guruhidagi preparatlarga haqiqiy allergiya kamroq kuzatiladi.

Eng xavfli asoratlardan biri mahalliy anestetiklarning sistem toksikligi — LAST hisoblanadi. Bu holatda preparatning qondagi miqdori toksik darajaga yetadi. Dastlab markaziy nerv tizimi belgilari paydo bo'lishi mumkin: og'iz atrofi uvishishi, metall ta'm sezish, bosh aylanishi, quloqda shovqin, bezovtalik, nutq buzilishi, mushak tortishishi va tirishishlar. Keyinchalik hush buzilishi va nafas olish susayishi kuzatilishi mumkin.

Yurak-qon tomir tizimi tomonidan gipotenziya, bradikardiya, aritmiya, yurak o'tkazuvchanligi buzilishi va og'ir holatda yurak to'xtashi rivojlanishi mumkin.

Bupivakain kardiotsiklik xavfi yuqoriroq bo'lgan preparatlardan biri hisoblanadi. Shu sababli uni katta dozada yoki yuqori xavfli bemorlarda ehtiyotkorlik bilan qo'llash kerak.

LAST profilaktikasi uchun preparatning maksimal dozasini hisoblash, aspiratsion sinama o'tkazish, dorini fraksion tarzda sekin yuborish, bemorni kuzatish va reanimatsion vositalarni tayyor holatda saqlash zarur. Og'ir toksiklik holatida lipid emulsiyasi terapiyasi muhim davolash usullaridan biri hisoblanadi.

Muhokama

Mahalliy anestetiklar zamonaviy tibbiyotda faqat texnik yordamchi vosita emas, balki bemor xavfsizligi, og'riq nazorati va perioperatsion davolash sifatini belgilovchi muhim farmakologik guruhdir. Ularning to'g'ri qo'llanilishi kichik muolajalarni ambulator sharoitda o'tkazish, umumiy narkozdan qochish va bemorning tez tiklanishiga yordam beradi.

Shu bilan birga, mahalliy anestetiklarni qo'llash shifokordan aniq anatomik bilim, farmakologik tayyorgarlik va klinik ehtiyotkorlikni talab qiladi. Bir xil preparat turli bemorlarda turlicha ta'sir qilishi mumkin. Masalan, jigar yetishmovchiligi, yurak kasalligi, homiladorlik, keksalik va bolalik yoshida anestetiklarning farmakokinetikasi o'zgaradi.

Yallig'langan to'qimada anestetik ta'sirning sustlashishi amaliyotda ko'p uchraydigan holatdir. Bu holatda shifokor preparat turini, dozasini, yuborish joyini va qo'shimcha og'riqsizlantirish usullarini qayta ko'rib chiqishi kerak. Ayniqsa, yiringli jarrohlikda og'riq nazorati murakkabroq bo'lishi mumkin.

Mahalliy anestetiklardan foydalanishda xavfsizlik madaniyati muhim. Har bir muolajada "eng kam samarali doza" tamoyili qo'llanilishi kerak. Dori miqdorini oshirish har doim ham yaxshi anesteziya degani emas. Aksincha, ortiqcha doza toksiklik xavfini oshiradi.

Zamonaviy tibbiyotda mahalliy anestetiklarning istiqboli regional anesteziya, ultratovush navigatsiyasi, individual dozalash, uzoq ta'sir qiluvchi formulalar va multimodal analgeziya bilan bog'liq. Kelajakda mahalliy anestetiklar nafaqat jarrohlik og'riqsizlantirishda, balki surunkali og'riq, nevropatik og'riq va rehabilitatsiya jarayonlarida ham kengroq qo'llanilishi mumkin.

Xulosa

Mahalliy anestetiklar og'riqni vaqtincha bartaraf etish va invaziv tibbiy muolajalarni xavfsiz o'tkazishda muhim dori vositalaridir. Ularning asosiy ta'sir mexanizmi nerv tolalaridagi kuchlanishga bog'liq natriy kanallarini bloklash, natriy ionlari kirishini to'xtatish va og'riq impulsi o'tishini susaytirishdan iborat.

Mahalliy anestetiklar kimyoviy tuzilishiga ko'ra efir va amid guruhlariga bo'linadi. Klinik amaliyotda lidokain, bupivakain, ropivakain, artikain va mepivakain keng qo'llaniladi. Har bir preparatning ta'sir boshlanish vaqti, davomiyligi, kuchi va toksiklik xavfi farq qiladi. Shu sababli preparat tanlash klinik vaziyatga mos bo'lishi kerak.

Ushbu dori vositalari stomatologiya, jarrohlik, travmatologiya, dermatologiya, akusherlik-ginekologiya, urologiya, oftalmologiya va regional anesteziyada katta ahamiyatga ega. Ultratovush nazoratidagi nerv blokadalari, adyuvantlar va uzoq ta'sir qiluvchi dori shakllari ularning klinik imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda.

Mahalliy anestetiklar xavfsiz bo'lishi uchun doza, yuborish texnikasi, bemorning umumiy holati va toksiklik belgilariga e'tibor berish zarur. LAST kabi og'ir asoratlar kam uchrasa-da, hayot uchun xavfli bo'lishi mumkin. Shuning uchun mahalliy anestetiklardan foydalanishda ilmiy asoslangan, individual va ehtiyotkor yondashuv talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Garmon E.H., et al. Topical, Local, and Regional Anesthesia and Anesthetics. StatPearls, NCBI Bookshelf. 2025.
2. Song K., et al. Local Anesthetic Toxicity. StatPearls, NCBI Bookshelf. 2025.
3. Becker D.E., Reed K.L. Local Anesthetics: Review of Pharmacological Considerations. Anesthesia Progress.
4. Akhtar N., et al. Local Anesthetic Drugs Used in Dentistry. StatPearls, NCBI Bookshelf. 2025.
5. Lin C.H., et al. Local anesthetic systemic toxicity: a comprehensive review. 2025.
6. Schwenk E.S., et al. The state of local anaesthetic systemic toxicity in 2025.
7. Folino T.B., et al. Regional Anesthetic Blocks. StatPearls, NCBI Bookshelf.
8. World Health Organization. WHO Model Lists of Essential Medicines. 2025.
9. Singhal A., et al. Role of Adjuvants in Enhancing the Efficacy and Duration of Regional Anesthesia. 2024.
10. Guo B., et al. Recent advances in local anesthetic drug delivery systems. 2026.