

## НА ДОПОМОГУ ЛІКАРЮ, ЩО ПРАКТИКУЄ. ЛЕКЦІЇ

УДК 616-009.614:616.833-008.313:617.58

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-598720223-4110-118>

### Сучасні можливості регіонарної анестезії верхньої кінцівки

**А. О. Хмизов, М. І. Волошин**

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

*Today, regional anesthesia is widely used during surgical interventions in orthopedic surgery. Blockades of individual nerves and plexuses are used. Objective. To introduce readers: surgeons, orthopedists-traumatologists with the possibilities of regional anesthesia like an adequate method of analgesia during upper limb interventions. Methods. Relevant literature from PubMed, Scopus, Google Scholar databases and own experience of regional anesthesia were analyzed. The results. The work describes the effect of regional anesthesia on the nervous, respiratory, cardiovascular and coagulation systems. Information about blocks of peripheral nerves of the upper extremities: interscalene, supraclavicular, subclavian, axillary. Their advantages and disadvantages were analyzed. Interscalene block is not recommended for patients with severe lung disease due to the risk of respiratory failure. Complications of this analgesia include: phrenic nerve block (up to 100 %), sympathetic chain block and Horner's syndrome. Also, possible accidental injection into the vertebral artery. Indications for the supraclavicular block are operations on the hand, forearm, elbow and shoulder. Complications — phrenic nerve block (17–50 %), recurrent laryngeal blockade (22 %), pneumothorax (0.6–6.1 %). When planning anesthesia, the accompanying pathology of the patient and his general condition should be taken into account. Particular care is required when the patient is taking anticoagulants. Risk of bleeding and thrombosis should be carefully assessed. Special attention should be paid to the toxicity of local anesthetics and ways to eliminate it. Conclusions. Regional anesthesia can be used in the pre-, intra- and postoperative periods. Sometimes it's the only method that permit surgical intervention. It is necessary to understand all the advantages and limitations to ensure high quality of patient care. Key words. Regional anesthesia, peripheral nerves block, complications of regional anesthesia.*

*Під час проведення оперативних утручань в ортопедичній хірургії сьогодні широко застосовують регіонарну анестезію. Використовують як блокади окремих нервів, так і сплетень. Мета. Ознайомити коло читачів-хірургів, ортопедів-травматологів із можливостями регіонарної анестезії для адекватного вибору методу знеболювання в разі хірургічних утручань на верхній кінцівці. Методи. Проаналізовано релевантну літературу з баз PubMed, Scopus, Google Scholar та власний досвід використання регіонарної анестезії. Результати. У роботі охарактеризовано вплив регіонарної анестезії на нервову, дихальну, серцево-судинну та систему згортання крові. Наведено інформацію про блоки периферичних нервів верхніх кінцівок: міждрабинчастого, надключичного, підключичного, пахвового. Проаналізовано їхні переваги та недоліки. Виконання міждрабинчастого регіонарного блока не рекомендовано пацієнтам із тяжкими захворюваннями легень через ризик розвитку дихальної недостатності. Також до ускладнень цієї аналгезії належать: блок діафрагмального нерва (до 100 %), симпатичного вегетативного ланцюжка та синдром Горнера; можлива ненавмисна ін'єкція в хребетну артерію. Показання до надключичного виду анестезії — операції на кисті, передпліччі, зоні ліктьового суглоба та плеча. Його ускладнення — блок діафрагмального нерва (17–50 %), рецидивна блокада гортанного (22 %), пневмоторакс (0,6–6,1 %). Під час планування анестезії слід урахувувати супутню патологію хворого, його загальний стан. Особливої уваги вимагають ситуації, коли пацієнт приймає антикоагулянтні засоби. У цих випадках ретельно зважують ризики виникнення тромбозу та кровотечі. Зауважено на такому ускладненні регіонарної анестезії, як системна інтоксикація місцевими анестетиками та шляхах її подолання. Висновки. Регіонарна анестезія може бути застосована в до-, інтра- та післяопераційному періодах, інколи є єдиним методом, що дозволяє провести хірургічне втручання. Розуміння її можливостей і обмежень — важлива складова якісної допомоги пацієнтам.*

**Ключові слова.** Регіонарна анестезія, блокада периферичних нервів, ускладнення регіонарної анестезії

## Вступ

Завдяки новим матеріалам, технологіям і методикам хірургічна ортопедія стала однією зі спеціальностей, які найбільш бурхливо розвиваються. Якщо у 2017 р. у світі було виконано 22,3 млн ортопедичних утручань, у поточному році очікується 28,3 млн, тобто щорічний кількісний приріст становить 4,9 % [1]. Ефект місцевої анестезії вперше описаний Василем Костянтиновичем фон Анреп під час його стажування у Вюрцбурзі (1879). Він першим у світі експериментально обґрунтував місцеву анестезійну дію кокаїну, дозування та методику його застосування. Результати цих досліджень фон Анрепа опубліковано в німецькому журналі *Archiv fur Physiologie* (1879). У 1884 р. він конкретизував рекомендації до застосування кокаїну в разі запальних захворювань на підставі власного п'ятирічного клінічного досвіду в статті «Кокаїн як місцевий анестезійний засіб» (за [2]).

Останніми роками регіонарна анестезія стала найпоширенішим методом знеболювання під час багатьох ортопедичних утручань. Суть її полягає у введенні розчину місцевого анестетика для переривання передавання сигналу нервовими волокнами. У такий спосіб забезпечується сенсорний і моторний компоненти блока. Незважаючи на те, що блокади виконує анестезіолог, хірургові, який бажає покращити якість лікування, необхідно розуміти клінічні їхні ефекти.

*Мета роботи:* ознайомити коло читачів хірургів, ортопедів-травматологів із можливостями регіонарної анестезії для адекватного вибору методу знеболювання в разі хірургічних утручань на верхній кінцівці.

## Матеріал і методи

Проаналізовано релевантну літературу з баз PubMed, Scopus, Google Scholar та власний досвід використання регіонарної анестезії.

## Результати та їх обговорення

Блокаду периферичних нервів також називають провідниковою анестезією (ПА). Місцевий анестетик, введений у ділянці нерва чи сплетення, приводить до сенсорної та моторної блокади відповідних областей тіла. ПА може бути використана для знеболювання і під час хірургічного втручання, і в післяопераційному періоді. Найчастіше ПА виконують шляхом одноразового введення анестетика, застосування катетерів для продовженої аналгезії суттєво менш поширене. Це пов'язано з високою частотою міграції катетера

внаслідок неможливості надійно фіксувати його кінчик периневрально.

На сьогодні стандартом стало застосування щонайменше одного методу атравматичного пошуку нервів: ультразвукова (УЗ) навігація або електростимуляція. Поєднання цих методів значно підвищує якість ПА.

У разі втручань на верхній кінцівці найчастіше виконують міждрабинчасту, надключичну, підключичну або пахвову блокади.

*Підготовка пацієнта до регіонарної анестезії*

Рішення щодо проведення регіонарної анестезії приймається спільно анестезіологом, хірургом і пацієнтом. Під час планування анестезії слід звернути увагу на чинники ризику, пов'язані з нервовою, легеневою, серцево-судинною патологією та врахувати параметри системи згортання. Деякі особливості можуть значно ускладнювати виконання анестезії. Наприклад, ожиріння асоційоване з підвищеним ризиком невдалих паравертебральних блоків [3]. Місцевий або системний інфекційний процес може перешкоджати виконанню регіонарної анестезії. У пацієнтів, яким планують виконувати ПА поверхневих периферичних нервів на фоні прийому антикоагулянтів або антитромбоцитарних препаратів, необхідно оцінити васкуляризацію та ризик здавлювання за формування гематоми в прилеглих тканинах.

Розглянемо вплив регіонарної анестезії на системи організму. Перш за все, плануючи таке знеболювання слід з'ясувати стан *нервової системи* та можливість попередніх ушкоджень нервових структур у зоні втручання.

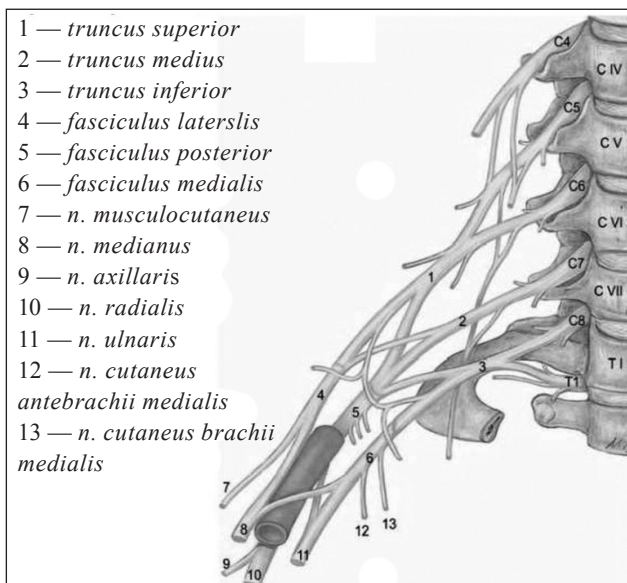
*Дихальна система.* Регіонарна анестезія дає змогу виключити ризики, пов'язані зі супутньою респіраторною патологією. Проте за потреби седативні ці ризики повністю зберігаються. Також виконання міждрабинчастого або надключичного блокування може призвести до розвитку анестезії діафрагмального нерва, що в пацієнтів з астмою або хронічною обструктивною хворобою легень небезпечно, тому їм слід за можливістю застосовувати блокаду з пахвового доступу [4], використовувати УЗ-навігацію та вводити мінімальний об'єм анестетика.

Щодо *серцево-судинної системи*, то завдяки використанню регіонарної анестезії можна досягти зниження частоти кардіальних післяопераційних ускладнень, пов'язаних із відповідною наявною коморбідною патологією [5]. Але дуже важливо приділити увагу вибору місцевого анестетика та використати найменш кардіотоксичний препарат.

**Система коагуляції.** Відомості про порушення коагуляції крові, а також прийом пацієнтом антикоагулянтних або антитромбоцитарних препаратів зумовлюють підвищений ризик геморагічних ускладнень після регіонарної анестезії та передбачають ретельне збирання анамнезу, у тому числі про використувану медикаментозну терапію. Незважаючи на найбільші ризики за умов використання нейроаксіальної анестезії, необхідне послідовне дотримання періопераційних рекомендацій щодо виконання регіонарної анестезії за антикоагулянтної терапії [6].

#### Блокади верхньої кінцівки

Успіх виконання ПА верхньої кінцівки залежить від розуміння анатомії плечового сплетення (рисунок). Із нього відбувається м'язова та шкірна іннервація верхньої кінцівки. Плечове сплетення складається з вентральних нервових корінців (гілок) 5 спинномозкових нервів ( $C_V$ – $Th_I$ ), що дають початок стовбурам, відділам, канатикам і кінцевим гілкам. Нервові коріння зливаються, утворюючи верхній, середній і нижній стовбури. Вони поділяються, утворюючи 6 відділів, які зливаються в 3 гілки: латеральні, задні та медіальні канатики. Нерви, які іннервують більшу частину верхньої кінцівки, є кінцевими гілками трьох канатиків. Шкірна частина плеча та передпліччя доповнюється нервами, які не входять до складу плечового сплетення [7]. Верхня частина плеча отримує сенсорну іннервацію від поверхневого шийного сплетення ( $C_{III}$ – $C_{IV}$ ) через надключичний нерв. 70 % сенсорної іннервації плеча походять від верхнього стовбура через надлопатковий нерв,



**Рисунок.** Анатомія плечового сплетення (адаптовано за [9])

причому більший внесок належить нервовим корінням  $C_V$  і  $C_{VI}$  [8]. Пахвова западина іннервується корінцем  $Th_{II}$ .

Плечове сплетення блокується на чотирьох різних рівнях: корінців-стовбурів — міждрабинчастий блок, стовбурів-відділів — надключичний, зв'язок — підключичний, кінцевих відгалужень — пахвовий. Зведену інформацію про блоки периферичних нервів верхніх кінцівок наведено в табл. 1.

**Міждрабинчастий блок** виконується лише на рівні стовбурів плечового сплетення біля їхнього початку. Анестезія поширюється від  $C_V$  до  $C_{VIII}$ , зачіпаючи надключичні гілки шийного сплетення  $C_{III}$  і  $C_{IV}$ , які іннервують шкіру над акроміоном і ключицею. Зона анестезії — плече, проксимальний відділ плечової кістки, дистальний відділ ключиці. Без спеціального доступу до нижнього стовбура плечового сплетення, на рівні  $C_{VIII}$ – $Th_I$ , анестезія не поширюється на рівень ліктьового суглоба та дистальніше [8].

Доступ до плечового сплетення в разі міждрабинчастого блока виконують між переднім і середнім драбинчастими м'язами, латеральніше за сонну артерію та внутрішню яремну вену, безпосередньо над ключицею.

У цієї блокади є певні особливості та ускладнення: з частотою, близькою до 100 % виникає блок діафрагмального нерва [10, 11], трохи рідше — симпатичного вегетативного ланцюжка та синдром Горнера. Також можлива ненавмисна ін'єкція в хребетну артерію [12]. Із рідкісних ускладнень слід зазначити пневмоторакс, епідуральне або інтратекальне введення анестетика, що може призвести до тотальної спинальної анестезії, ушкодження спинного мозку та спинного лопаткового або довгого грудного нерва. Через блокаду діафрагмального нерва виконання цього регіонарного блока не рекомендовано пацієнтам із тяжкими захворюваннями легень через ризик розвитку дихальної недостатності. Через це застосування двостороннього міждрабинчастого блока неприпустимо.

**Надключичний блок** впливає на плечове сплетення вище ключиці на рівні стовбурів і відділів, включаючи сегменти  $C_V$ – $C_{VII}$  від більш поверхневих і латеральних гілок, які іннервують плече, латеральну частину руки і передпліччя, а також глибші та медіальні гілки  $C_{VIII}$  і  $Th_I$ . Для отримання якісної анестезії верхньої кінцівки анестетик слід вводити в обидві ділянки [8]. Доступ виконують між переднім і середнім драбинчастими м'язами на рівні першого ребра, де підключична артерія проходить ззаду від середини ключиці.

Таблиця 1

## Блоки периферичних нервів верхньої кінцівки

Блок	Клінічне застосування	Блокований нерв	Анатомічний орієнтир	Перевага	Недолік	Ускладнення
Міждрабинчастий	Операції на плечовій кистці, її проксимальному та дистальному відділі ключиці	Плечове сплетення C <sub>v</sub> –C <sub>vii</sub> . Шийне сплетення. Надключичний нерв (C <sub>iii</sub> та C <sub>iv</sub> )	Анестетик вводять між переднім і середнім драбинчастими м'язами латерально до сонної артерії та внутрішньої яремної вени	Легкий для виконання. Зручний для пацієнта	Гемідіафрагмальний параліч, що призводить до порушення дихання в пацієнтів із тяжкою ХОХЛ. Недостатній для операцій на ліктях, передпліччя або кистях	Параліч діафрагмального нерва (100 %). Синдром Горнера. Охриплість голосу
Надключичний	Операції на ліктьовому суглобі передпліччя та кисті. Розширення в міждрабинчастий простір може охоплювати плече	C <sub>v</sub> –T <sub>i</sub>	Анестетик вводять вище ключиці між переднім і середнім драбинчастими м'язами на рівні першого ребра, де над ним перетинається підключична артерія	Швидкий початок. Легше виконувати. Зручно для пацієнта	Вища частота пневмотораксу	Пневмоторакс. Параліч діафрагмального нерва. Охриплість голосу
Підключичний	Операції на ліктьовому суглобі, передпліччя та кисті	C <sub>v</sub> –T <sub>i</sub>	Анестетик вводять навколо пахової артерії нижче ключиці, медіальніше за дзьобоподібний відросток	Гарний вибір для розміщення катетера	Глибокий блок для виконання. Більший дискомфорт під час виконання	Пневмоторакс (досить рідко)
Паховий	Операції на ліктьовому суглобі передпліччя та кисті без накладання джгута на плече	Серединний нерв, ліктьовий нерв, променеви нерв та м'язово-шкірний нерв	Анестетик вводять навколо пахової артерії в медіальній частині проксимального відділу руки	Простота виконання. Низька частота ускладнень	Рідко впливає на шкірно-м'язовий нерв. Вимагає відведення руки	Утворення гематоми. Внутрішньосудинна ін'єкція

Примітка. ХОХЛ — хронічна обструктивна хвороба легень

У разі правильного виконання розвивається інтенсивна та тривала анестезія верхньої кінцівки, починаючи з плеча, що визначається близьким розташуванням усіх стовбурів і відділів плечового сплетення в цьому місці. Показання до цього виду анестезії — операції на кисті, передпліччі, зоні ліктьового суглоба та плеча.

За виконання надключичного введення частота блока діафрагмального нерва дещо нижча, ніж за надключичної, і трапляється в 17–50 %, а рецидивна блокада гортанного нерва, що призводить до осиплості голосу, — у 22 % [13]. До ускладнень надключичної блокади відносять пневмоторакс (0,6–6,1 %), оскільки верхівка плеври знаходиться в безпосередній близькості від зони маніпуляцій, але за умов використання УЗ-навігації це небажане явище стає вкрай рідкісним, аж до 0 % [14].

Підключичний блок виконують на рівні зв'язок перед розгалуженням пахових і м'язово-шкірних

нервів. У верхній кінцівці анестезуються ті самі ділянки, що й за надключичного блока: дистальний відділ плеча, лікоть, передпліччя та кисть.

Доступ до нервів, які розташовані поблизу пахової артерії, краще проводити з УЗ-навігацією, оточуючи анестетиком артерію та всі три пучки плечового сплетення у вигляді літери U. Пневмоторакс — рідкісне ускладнення навіть за відсутності навігації (0,7 %) [15].

Паховий блок виконують на рівні гілок плечового сплетення: серединного, ліктьового, променевого та шкірно-м'язового нервів. Анестезія поширюється дистальніше за нижню третину плеча, на лікоть передпліччя та кисть. Назва цього блока визначається доступом і слід пам'ятати, що паховий нерв за паховому блока не втягується. Для виконання цього блока в пацієнта, який лежить на спині, руку відводять у плечовому суглобі на 90° без ротації. Серединний, ліктьовий



і променевої нерви оточують пахвову артерію і містяться між двоголовим і дзьобовидно-плечовим м'язами, розташованими спереду, та сухожиллям великого круглого та найширшого м'язів спини, розташованими медіально та ззаду. Шкірно-м'язовий нерв проходить між фасціальними листками дзьобовидно-плечового та двоголового м'язів.

Пахвовий блок може ускладнитися утворенням гематоми та внутрішньосудинним введенням анестетика через його безпосередню близькість до пахвової артерії та вени. Відведення руки за певних травм верхньої кінцівки може бути утрудненим і в такому випадку слід використовувати інший доступ до нервів.

#### *Ускладнення регіонарної анестезії*

Системна токсичність місцевих анестетиків (СТМА) — це потенційно небезпечно для життя ускладнення, яке може виникнути внаслідок ненавмисної внутрішньосудинної ін'єкції місцевого анестетика або повільного всмоктування неадекватно високої дози перинеурально введеного місцевого анестетика. Американське товариство регіонарної анестезії (ASRA) регулярно оновлює рекомендації щодо ведення пацієнтів зі СТМА, остання публікація видана у 2021 р. [16].

Клінічна картина та швидкість розвитку СТМА надзвичайно варіабельні. Симптоматика при цьому може виникнути відразу ж, проте повний розвиток відбувається протягом 30 хв або більше. Наростання симптомів є безперервним — від нейротоксичності за низьких концентрацій у крові до кардіотоксичності за високих.

Ранні клінічні ознаки нейротоксичності мають суб'єктивний характер і включають запаморочення, сонливість, оніміння навколо рота та шум у вухах. Якщо контакт із пацієнтом неможливий або утруднений, хворий під седацією або під загальною анестезією, ці початкові ознаки майже напевно будуть пропущені. Наступним симптомом із підвищенням концентрації анестетика в плазмі будуть посмикування м'язів і тремор, а потім розвиваються генералізовані тоніко-клонічні судоми. Нарешті, виникає генералізоване пригнічення ЦНС, що призводить до зниження рівня свідомості та коми [17].

Кардіотоксичний ефект розвивається у два етапи. Спершу через активацію симпатичної нервової системи виникає артеріальна гіпертензія та тахікардія. Слідом з'являється депресія міокарда, що призводить до шлуночкових аритмій, порушення провідності, скоротливої дисфункції та серцево-судинного колапсу. Інгібування потенціал-

залежних натрієвих каналів міокарда місцевими анестетиками значно збільшує інтервал PR та тривалість комплексу QRS, а також призводить до змін зубця T [18].

Лікування СТМА полягає в ранньому внутрішньовенному введенні ліпідної емульсії, що витягує місцевий ліпофільний анестетик із плазми та тканин. Крім того, впливаючи безпосередньо на тканину міокарда, інтраліпід покращує серцевий викид [19]. Вводити інтраліпід слід у вигляді болюса, що залежить від маси тіла, із подальшою інфузією. За нестабільності пацієнта слід повторити болюс і подвоїти швидкість інфузії. Після досягнення стабільної гемодинаміки інфузія інтраліпиду триває щонайменше 15 хв [20]. Судоми потрібно усунути внутрішньовенним введенням бензодіазепінів або малих доз пропофолу. У разі розвитку серцево-судинного колапсу починають внутрішньовенну інфузію адреналіну, а якщо потрібні болюси, вони не повинні перевищувати 1 мкг/кг для виключення фібриляції шлуночків або тахікардії. Прийняте в разі проведення серцево-легенево-церебральної реанімації дозування 1 мг через підвищений ризик аритмогенності призводить до поганих довгострокових результатів. Коротка інформація про клінічну картину та лікування СТМА подана в табл. 2.

Чинниками ризику розвитку СТМА вважають низьку м'язову масу, жіночу стать і супутні кардіальні, печінкові та метаболічні захворювання [21]. Відповідно до рекомендацій ASRA запобігання СТМА можна застосуванням УЗ-навігації, аспірації перед кожним введенням анестетика, використання найнижчої ефективної дози, додавання адреналіну за введення потенційно токсичних доз місцевого анестетика [22]. Ще одним аргументом на користь додавання адреналіну до місцевого анестетика є його здатність збільшувати частоту серцевих скорочувань за умов внутрішньосудинного введення. Прагнення анестезіолога виконати пацієнтові блокаду кількох нервів/сплетень, наприклад, привідного та підколінного, також збільшує ризик розвитку СТМА. Додавання хірургами місцевого анестетика в зоні операційного поля має бути вкрай обережним. Ураховуючи небезпеку СТМА для пацієнтів доцільно проводити регулярний перегляд протоколів надання допомоги за цього стану. Підготовка персоналу в діагностиці та лікуванні СТМА, а також доступність препаратів знижують ризик хворого зіткнутися зі серйозними наслідками цього ускладнення [23].

Таблиця 2

**Клінічна картина та лікування системної інтоксикації місцевими анестетиками**

Системна токсичність місцевих анестетиків (СТМА)
Клінічна картина:
1. Запаморочення, сонливість, шум у вухах, оніміння навколо рота;
2. М'язові посмикування та тремор;
3. Судоми;
4. Пригнічення центральної нервової системи, кома;
5. Гіпертонія, тахікардія;
6. Депресія міокарда, шлуночкові аритмії, затримка провідності
7. Зміни електрокардіограми: подовження PR, QRS; зміни зубця TL;
8. Серцево-судинний колапс
Терапія СТМА:
1. Покликати на допомогу;
2. Забезпечити адекватну вентиляцію, інгаляція 100 % O <sub>2</sub> ;
3. Почати раннє введення ліпідної емульсії: а) вага пацієнта менша ніж 70 кг: болюс 1,5 мл/кг протягом 2–3 хв, інфузія 0,25 мл/кг/хв. Повторити болюс чи подвоїти швидкість інфузії, якщо стан пацієнта залишається нестабільним б) вага пацієнта понад 70 кг: болюс приблизно 100 мл протягом 2–3 хв, інфузія приблизно 250 мл протягом 15–20 хв. Повторити болюс чи подвоїти швидкість інфузії, якщо стан пацієнта залишається нестабільним в) якщо пацієнт стабільний, продовжуйте введення ліпідної емульсії протягом 15 хв та більше після стабілізації гемодинаміки. Максимальна доза ліпідів — 10 мл/кг
4. Судоми: а) підтримка прохідності дихальних шляхів; б) бензодіазепіни; в) за необхідності — низькі дози пропофолу
5. Аритмія чи серцево-судинна нестабільність: а) епінефрін у дозі нижчий, ніж за серцево-легенево-цебральної реанімації, починаючи з 1 мкг/кг або менше; б) уникати місцевих анестетиків, бета-блокаторів, вазопресину, блокаторів кальцієвих каналів; в) оцінити необхідність/можливість штучного кровообігу
6. Ретельний моніторинг. Після стабілізації продовжувати ретельний моніторинг протягом 12 год

Від неадекватної блокади не застрахований досвідчений анестезіолог. Через це цільова зона залишатиметься чутливою, у пацієнта буде біль, збільшуватиметься час операцій, відбуватимуться повторні спроби блокад та/або перехід на загальну анестезію. Зрозуміло, досвід анестезіолога має значення під час виконання анестезії [22]. Наступний за вагомістю аспект застосування ПА з електростимуляцією — сила струму за

пошуку нерва: чим сильніша стимуляція, тим на більшій відстані голки від нерва виникає моторна відповідь, що у свою чергу, веде до ін'єкції анестетика поза судинно-нервового пучка. Правильне розміщення пацієнта перед виконанням блока з використанням валиків має застосовуватись для отримання якісного блока. На якість анестезії впливає маса тіла: зі зростанням індексу маси тіла збільшується і можливість неадекватної анестезії, що пов'язано зі складністю визначення анатомічних орієнтирів. Також у пацієнтів високого анестезіологічного ризику (ASA IV) вища частота неефективної блокади [3].

На жаль, спроби катетеризації периферичних нервових структур часто закінчуються невдачею. Наприклад, катетеризація плечового сплетення може бути неефективною у 25 % випадків, що є найвищим показником серед регіонарних блокад [24], а за підключичного розміщення катетера цей показник помітно нижчий. Є припущення, що чим нижча рухомість анатомічних структур у ділянці розташування катетера, тим стабільніше положення останнього.

Катетер для продовженої анестезії/аналгезії може бути спочатку встановлений некоректно, або може мігрувати згодом [24, 25] чи закупоритися [23]. У разі зміщення катетера існує ризик розвитку СТМА, а в окремих випадках відзначався навіть міонекроз [25]. Причини неефективного блока можуть бути технічними: роз'єднання шприца й інфузійного подовжувача, збій у роботі шприцевого дозатора. Індивідуальні анатомічні особливості ускладнюють пошук нервових структур, а генетичні варіації зумовлюють аномальний метаболізм місцевого анестетика та призводять до неадекватної блокади. Крім того, біль, як багатоконпонентне явище, включає і психологічні чинники, такі як тривогу й очікування болю [26].

Із широким впровадженням у клінічну практику УЗ-навігації якість ПА значно зростає, скорочується час виконання блокади [27, 28].

Обговорення ризику неефективної анестезії відбувається під час підготовки пацієнта до ПА. У процесі цього обговорення необхідно пояснити можливості альтернативних блокад за неефективності планованих, а також варіанти традиційних методів анестезії/аналгезії, якщо повторні блокади будуть неприйнятними.

Ушкодження периферичного нерва вважають рідкісним ускладненням регіонарної анестезії. У перші дні після блокади частота стійких симптомів дисфункції нервів може досягати 8–10 %, більшість пацієнтів відновлюються протягом

кількох днів чи місяців [28, 29]. Необоротним вважають ускладнення, які не компенсувалися за 6 міс. від 0,015 до 0,09 % [30–32]. Частота ускладнень під час перинеуральної катетеризації близька до 0,21 % [33, 34]. Більшість ушкоджень нервів обумовлені інтраневральним введенням анестетика і чим більший тиск виникає, тим важче ушкодження [35, 36]. Обтяжуючим фактором може стати коморбідна патологія, наприклад, цукровий діабет. За виникнення парестезії в пацієнта або великого опору слід припинити ін'єкцію. Використання УЗ-навігації може значно знизити ризик ушкодження нервів, оскільки дозволяє візуалізувати поширення анестетика. Симптоматика ушкодження нерва, зазвичай, сенсорна, але залежно від ураженого нерва та тяжкості травми може містити також і моторні компоненти.

У разі ненавмисної пункції прилеглих судин за умов гіпокоагуляції може сформуватися велика гематома. Зазвичай, її виникнення можна попередити прямим тиском на місце ін'єкції, але в разі утворення масивної гематоми може знадобитися хірургічна декомпресія.

Алергія — відносно рідкісне ускладнення. Анафілаксія трапляється не часто. Алергічні реакції можуть проявитись у вигляді контактного дерматиту або відстроченого (до 72 год) набряку на місці введення.

Інфекційні ускладнення в разі одноразової ін'єкції майже не трапляються, а у випадках перинеуральної катетеризації їхня ймовірність не перевищує 3,2 % [36]. Ризик інфікування підвищується за умов травм, критичних станів, ослабленні імунітету, відсутності антибактеріальної терапії. Зменшити ризик можна видаленням катетера протягом 48–72 год після встановлення.

Інтотоксикація ЦНС місцевим анестетиком (синдром токсичної лівої півкулі) проявляється ішемічною симптоматикою за відсутності оклюзії судин головного мозку. Напівкульний синдром у зареєстрованих випадках виникав на контралатеральній стороні міждрабинчастого блока. Імовірно причиною може бути загибель клітин унаслідок нейротоксичної дії місцевих анестетиків. Відзначалося порушення свідомості, повільнохвилюва активність електроенцефалографії в ураженій півкулі, епілепсія, глобальна афазія, дисфагія, дизартрія, параліч лицьового нерва, геміпарез, ознаки ушкодження пірамідного тракту та складні поведінкові зміни. У найближчому післяопераційному періоді відхилень від норми на комп'ютерній або магнітно-резонансній (МРТ) томограмах не спостерігали. На МРТ після операції з 1-го по

5-й день у пацієнтів визначали гіперінтенсивність сірої речовини кори та базальних гангліїв. Для захисту дихальних шляхів була необхідна штучна вентиляція легень. Перебування в лікарні становило від 9 до 19 днів. У більшості пацієнтів спостерігали поступове поліпшення функціонального результату після тривалого курсу реабілітації, але збереглися залишкові симптоми [37].

## Висновки

Регіонарна анестезія може бути застосована в до-, інтра- та післяопераційному періодах, забезпечує ефективну аналгезію з відносно незначною кількістю побічних ефектів порівняно зі загальною анестезією. У деяких випадках за умов тяжкої супутньої патології регіонарна анестезія може стати єдиною можливістю знеболювати хірургічне втручання. Розуміння хірургічною бригадою можливостей і меж регіонарної анестезії — важлива складова якісної допомоги пацієнтам.

**Конфлікт інтересів.** Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

## Список літератури

1. Orthopedic Surgery — Global Trends & Opportunities. Report. Region: Global. — Life Science Intelligence, 2018. — 49 p.
2. Yentis S. M. Vassily von Anrep, forgotten pioneer of regional anesthesia / S. M. Yentis, K. V. Vlassakov // *Anesthesiology*. — 1999. — Vol. 90 (3). — P. 890–895. — DOI: 10.1097/0000542-199903000-00033.
3. Increased body mass index and ASA physical status IV are risk factors for block failure in ambulatory surgery - an analysis of 9,342 blocks / J. T. Cotter, K. C. Nielsen, U. Guller [et al.] // *Canadian journal of anaesthesia*. — 2004. — Vol. 51 (8). — P. 810–816. — DOI: 10.1007/BF03018454.
4. The risk of falls after total knee arthroplasty with the use of a femoral nerve block versus an adductor canal block: a double-blinded randomized controlled study / N. M. Elkasabany, S. Antosh, M. Ahmed [et al.] // *Anesthesia and analgesia*. — 2016. — Vol. 122 (5). — P. 1696–1703. — DOI: 10.1213/ANE.0000000000001237.
5. Ahdout J. Anesthesia patients with concomitant cardiac and hepatic dysfunction / J. Ahdout, M. Nurok // *Anesthesiology clinics*. — 2016. — Vol. 34(4), 731–745. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2016.06.008>.
6. Regional anesthesia in the patient receiving antithrombotic or thrombolytic therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence-Based Guidelines (Fourth Edition) / T. T. Horlocker, E. Vandermeulen, S. L. Kopp [et al.] // *Regional anesthesia and pain medicine*. — 2018. — Vol. 43 (3). — P. 263–309. — DOI: 10.1097/AAP.0000000000000763.
7. Brachial plexus blocks for upper extremity orthopaedic surgery / B. G. Bruce, A. Green, T. A. Blaine, L. V. Wesner // *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. — 2012. — Vol. 20 (1). — P. 38–47. — DOI: 10.5435/JAAOS-20-01-038.
8. Upper-extremity peripheral nerve blocks in the perioperative pain management of orthopaedic patients: AAOS exhibit selection / U. Srikumaran, B. E. Stein, E. W. Tan [et al.] //



- The Journal of bone and joint surgery. American volume. — 2013. — Vol. 95 (24). — P. e197(1–e197(13). — DOI: 10.2106/JBJS.L.01745.
9. <https://ppt-online.org/166291>
  10. Urmey W. F. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography / W. F. Urmey, K. H. Talts, N. E. Sharrock // *Anesthesia and analgesia*. — 1991. — Vol. 72 (4). — P. 498–503. — DOI: 10.1213/00000539-199104000-00014.
  11. Effect of interscalene brachial plexus block on the pulmonary function of obese patients: a prospective, observational cohort study / M. S. Melton, H. E. Monroe, W. Qi [et al.] // *Anesth Analg* 2017; *Anesthesia and analgesia*. — 2017. — Vol. 125 (1). — P. 313–319. — DOI: 10.1213/ANE.0000000000002180.
  12. Russon K. Upper limb blocks / K. Russon, T. Pickworth, W. Harrop-Griffiths // *Anaesthesia*. — 2010. — Vol. 65 (Suppl 1). — P. 48–56. — DOI: 10.1111/j.1365-2044.2010.06277.x.
  13. Incidence of diaphragmatic paralysis following supraclavicular brachial plexus block and its effect on pulmonary function / P. H. K. Mak, M. G. Irwin, C. G. C. Ooi, B. F. M. Chow // *Anaesthesia*. — 2001. — Vol. 56. — P. 352–356. — DOI: 10.1046/j.1365-2044.2001.01708-2.x.
  14. Ultrasound-guided supraclavicular block: outcome of 510 consecutive cases / A. Perlas, G. Lobo, N. Lo [et al.] // *Regional anesthesia and pain medicine*. — 2009. — Vol. 34 (2). — P. 171–176. — DOI: 10.1097/AAP.0b013e31819a3f81.
  15. Desroches J. The infraclavicular brachial plexus block by the coracoid approach is clinically effective: an observational study of 150 patients / J. Desroches // *Canadian journal of anaesthesia*. — 2003. — Vol. 50 (3). — P. 253–257. — DOI: 10.1007/BF03017794.
  16. Neal J. M. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Local Anesthetic Systemic Toxicity checklist: 2020 version / J. M. Neal, E. J. Neal, G. L. Weinberg // *Regional anesthesia and pain medicine*. — 2021. — Vol. 46 (1). — P. 81–82. — DOI: 10.1136/rapm-2020-101986.
  17. Local anesthetic systemic toxicity: a narrative literature review and clinical update on prevention, diagnosis, and management / M. Gitman, M. R. Fettiplace, G. L. Weinberg [et al.] // *Plastic and reconstructive surgery*. — 2019. — Vol. 144 (3). — P. 783–795. — DOI: 10.1097/PRS.0000000000000598.
  18. Dickerson D. M. Local anesthetic systemic toxicity / D. M. Dickerson, J. L. Apfelbaum // *Aesthetic surgery journal*. — 2014. — Vol. 34 (7). — P. 1111–1119. — DOI: 10.1177/1090820X14543102.
  19. Harvey M. Lipid emulsion in local anesthetic toxicity / M. Harvey, G. Cave // *Current opinion in anaesthesiology*. — 2017. — Vol. 30 (5). — P. 632–638. — DOI: 10.1097/ACO.0000000000000498.
  20. Lower extremity regional anesthesia: essentials of our current understanding / D. Q. Tran, F. V. Salinas, H. T. Benzon, J. M. Neal // *Regional anesthesia and pain medicine*, rapm-2018-000019. — 2019. — Advance online publication. — DOI: 10.1136/rapm-2018-000019.
  21. ASRA checklist improves trainee performance during a simulated episode of local anesthetic systemic toxicity / J. M. Neal, R. L. Hsiung, M. F. Mulroy [et al.] // *Regional anesthesia and pain medicine*. — 2012. — Vol. 7 (1). — P. 8–15. — DOI: 10.1097/AAP.0b013e31823d825a.
  22. Yeniocak T. Retrospective analysis of ultrasound-guided infraclavicular block: effect of experience of anesthesiologists on volume of local anesthetic administered / T. Yeniocak, N. Canbolat // *Pain research & management*. — 2019. — Vol. 2019. — Article ID: 4846956. — DOI: 10.1155/2019/4846956.
  23. Ahsan ZS, Carvalho B, Yao J. Incidence of failure of continuous peripheral nerve catheters for postoperative analgesia in upper extremity surgery / Z. S. Ahsan, B. Carvalho, J. Yao // *The Journal of hand surgery*. — 2014. — Vol. 39 (2). — P. 324–329. — DOI: 10.1016/j.jhbs.2013.11.011.
  24. Salinas F. V. Location, location, location: Continuous peripheral nerve blocks and stimulating catheters / F. V. Salinas // *Regional anesthesia and pain medicine*. — 2003. — Vol. 28 (2). — P. 79–82. — DOI: 10.1053/rapm.2003.50033.
  25. Jenkins C. R. An unusual complication of interscalene brachial plexus catheterization: delayed catheter migration / C. R. Jenkins, M. K. Karmakar // *British journal of anaesthesia*. — 2005. — Vol. 95 (4). — P. 535–537. — DOI: 10.1093/bja/aei217.
  26. Effect of patient-controlled perineural analgesia on rehabilitation and pain after ambulatory orthopedic surgery: a multicenter randomized trial / X. Capdevila, C. Dadure, S. Bringuier [et al.] // *Anesthesiology*. — 2006. — Vol. 105 (3). — P. 566–573. — DOI: 10.1097/00000542-200609000-00022.
  27. Koscielniak-Nielsen ZJ. Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: what are the benefits? *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. — 2008. — Vol. 52 (6). — P. 727–737. — DOI: 10.1111/j.1399-6576.2008.01666.x.
  28. A prospective, randomized, controlled trial comparing ultrasound versus nerve stimulator guidance for interscalene block for ambulatory shoulder surgery for postoperative neurological symptoms / S.S. Liu, V. M. Zayas, M. A. Gordon [et al.] // *Anesthesia and analgesia*. — 2009. — Vol. 109 (1). — P. 265–271. — DOI: 10.1213/ane.0b013e3181a3272c.
  29. Fredrickson M. J. Neurological complication analysis of 1000 ultrasound guided peripheral nerve blocks for elective orthopaedic surgery: a prospective study / M. J. Fredrickson, D. H. Kilfoyle // *Anaesthesia*. — 2009. — Vol. 64 (8). — P. 836–844. — DOI: 10.1111/j.1.
  30. Incidence of local anesthetic systemic toxicity and postoperative neurologic symptoms associated with 12,668 ultrasound-guided nerve blocks: an analysis from a prospective clinical registry / B. D. Sites, A. H. Taenzer, M. D. Herrick [et al.] // *Regional anesthesia and pain medicine*. — 2012. — Vol. 37 (5). — P. 478–482. — DOI: 10.1097/AAP.0b013e31825cb3d6.
  31. Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service / Y. Auroy, D. Benhamou, L. Bagues [et al.] *Anesthesiology*. — 2002. — Vol. 97 (5). — P. 1274–1280. — DOI: 10.1097/00000542-200211000-00034.
  32. Comprehensive Analysis of 13,897 Consecutive Regional Anesthetics at an Ambulatory Surgery Center / R. J. Malchow, R. K. Gupta, Y. Shi [et al.] // *Pain medicine (Malden, Mass.)*. — 2018. — Vol. 19 (2). — P. 368–384. — DOI: 10.1093/pm/pnx045.
  33. Continuous peripheral nerve blocks in hospital wards after orthopedic surgery: a multicenter prospective analysis of the quality of postoperative analgesia and complications in 1,416 patients / X. Capdevila, P. Pirat, S. Bringuier [et al.] // *Anesthesiology*. — 2005. — Vol. 103 (5). — P. 1035–1045. — DOI: 10.1097/00000542-200511000-00018.
  34. The feasibility and complications of the continuous popliteal nerve block: a 1001-case survey / A. Borgeat, S. Blumenthal, M. Lambert [et al.] // *Anesthesia and analgesia*. — 2006. — Vol. 103 (1). — DOI: 10.1213/01.ane.0000221462.87951.8d.
  35. Neurologic and histologic outcome after intraneural injections of lidocaine in canine sciatic nerves / E. Kapur, I. Vuckovic, F. Dilberovic [et al.] // *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. — 2007. — Vol. 51 (1). — P. 101–107. — DOI: 10.1111/j.1399-6576.2006.01169.x.
  36. Capdevila X. Infectious risk of continuous peripheral nerve



blocks / X. Capdevila, S. Bringuier, A. Borgeat // *Anesthesiology*. — 2009. — Vol. 110 (1). — P. 182–188. — DOI: 10.1097/ALN.0b013e318190bd5b.

37. Local anesthetic-induced central nervous system toxicity during

interscalene brachial plexus block: a case series study of three patients / D. Spitzer, K. J. Wenger, V. Neef [et al.] // *Journal of clinical medicine*. — 2021. — Vol. 10 (5). — Article ID : 1013. — DOI: 10.3390/jcm10051013.

Стаття надійшла до редакції 26.10.2022

---

## MODERN POSSIBILITIES OF UPPER EXTREMITY REGIONAL ANESTHESIA

A. O. Khmyzov, M. I. Voloshyn

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

✉ Andrij Khmyzov, MD, PhD: anestdept@ukr.net

✉ Mykyta Voloshyn, MD, PhD: voloshinnikita@gmail.com