

АНЕСТЕЗІОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ТРОМБЕКТОМІЇ: ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ТА ПІДХОДІВ

КОЛОМІЙЧЕНКО С.О.¹, МАМОНОВА М.Ю.¹,
КОНОТОПЧИК С.В.²

¹Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

²ДУ «Науково-практичний Центр ендovasкулярної
нейрорентгенохірургії НАМН України», м. Київ, Україна

***Conflict of Interest Statement (We declare that we have no conflict of interest).**

*Заява про конфлікт інтересів (Ми заявляємо, що у нас немає ніякого конфлікту інтересів).

***No human/animal subjects policy requirements or funding disclosures.**

*Жодний із об'єктів дослідження (людина/тварина) не підпадає під вимоги політики щодо розкриття інформації фінансування.

*Дата подачі рукопису / **Date of submission** – 26.02.2023

*Дата ухвалення / **Date of acceptance** – 14.02.2024

Незважаючи на доведену ефективність механічної тромбектомії (МТ) у лікуванні ішемічного інсульту, в Україні цей метод ще не отримав статусу стандарту. Ключовим чинником для успішного впровадження МТ є створення відповідних умов у медичній системі, забезпечення доступності та належної кваліфікації медичного персоналу. Розвиток мультидисциплінарного підходу до лікування інсульту та врахування останніх досягнень у цій сфері сприятиме забезпеченню найвищого рівня медичної допомоги для пацієнтів із цією серйозною патологією. Незамінною та критично важливою є роль анестезіолога під час МТ. Тому метою роботи було оцінити роль лікаря-анестезіолога в періопераційний період лікування пацієнтів з ішемічним інсультом методом МТ, зосереджуючи основну увагу на світових тенденціях і сучасних підходах до анестезіологічного забезпечення цієї процедури. Проаналізовано дані літератури щодо проблеми вибору найефективнішого методу анестезії під час МТ. Проведено огляд моніторингу гемодинамічних показників та ключових аспектів інтраопераційної та післяопераційної корекції артеріального тиску. Проаналізовано вплив рівня кисню в крові на неврологічні прогнози та смертність пацієнтів з ішемічним інсультом після МТ. Розглянуто перспективи розвитку нових підходів у лікуванні зазначеної патології, зокрема використання нейропротекторних засобів і терапевтичної регіональної гіпотермії в поєднанні з методами анестезії для поліпшення результатів лікування пацієнтів.

Ретельний аналіз літературних джерел дав змогу зробити висновок, що глибокі знання, уважність і професіоналізм анестезіолога допомагають мінімізувати ризики та забезпечують оптимальну ефективність МТ, сприяючи швидкому відновленню пацієнта. Від доопераційного обстеження до післяопераційного догляду внесок анестезіолога є ключовим на кожному етапі, створюючи оптимальні умови для успішного

втручання та мінімізації ризику ускладнень. Розуміння важливості ролі анестезіолога та його активна участь у МТ можуть поліпшити ефективність цієї методики та результати лікування інсульту.

Ключові слова: анестезіолог; анестезіологічне забезпечення; ішемічний інсульт; механічна тромбектомія.

Перелік скорочень

АНА/ACC	Американська асоціація серця/Американська колегія кардіологів
APC	Молекула активованого білка С
ESO/ESMINT	Європейська організація інсульту/Європейське товариство малоінвазивної неврологічної терапії
NBP	Бутилфталід
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
PaCO ₂	Показник парціального тиску вуглекислого газу в артеріальній крові
SpO ₂	Насиченість крові киснем
SNIS	Товариство нейроінтервенційної хірургії
АТ	Артеріальний тиск
АФК	Активні форми кисню й азоту
ГЕБ	Гематоенцефалічний бар'єр
ЗА	Загальна анестезія
ІПМК	Ішемічне порушення мозкового кровообігу
МА	Місцева анестезія
МТ	Механічна тромбектомія
САТ	Середній артеріальний тиск
СЗС	Седація зі збереженням свідомості
ТАП	Тканинний активатор плазміногену
ТРГ	Терапевтична регіональна гіпотермія

Вступ

Нині інсульт є другою за частотою причиною смерті в Європі та четвертою причиною передчасної смерті [1]. Згідно зі статистичними даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, кожна четверта людина переживає щонайменше один епізод інсульту впродовж свого життя [2]. Співвідношення ішемічних інсультів до геморагічних в Україні становить від 4:1 до 3:1, тоді як у розвинених країнах – від 7:1 до 4:1 [3]. Інсульт призводить до інва-

лідизації різного ступеня тяжкості близько половини хворих [4], 26 % пацієнтів з інвалідністю залежать від інших осіб у повсякденному житті, 20 % – потребують постійного стороннього догляду. Таким чином, інсульт – це складний виклик для національної системи охорони здоров'я, що зумовлено важливістю поліпшення якості життя пацієнтів, а також зменшення соціальних та економічних наслідків цього захворювання.

Лікування ішемічного порушення мозкового кровообігу (ІПМК) має бути проведене невідкладно. Як і у випадку інфаркту міокарда, усунення стенозу церебральних артерій під час гострої фази хвороби може істотно поліпшити стан пацієнтів та прогноз щодо їх одужання [5, 6]. Хоча початкове ураження при ІПМК зазвичай незворотне, воно є лише

КОЛОМІЙЧЕНКО Сергій Олегович
Лікар анестезіолог-реаніматолог
Аспірант кафедри анестезіології та інтенсивної терапії НМУ імені О.О. Богомольця
Адреса: Україна, 01601, м. Київ, бульвар Тараса Шевченка, 13
Тел. роб.: +38 (099) 044-00-68
E-mail: Kolomiychenko2007@ukr.net
ORCID ID: 0009-0003-3688-1110

невеликою частиною остаточного пошкодження. Якщо ішемія тканини своєчасно та ефективно не компенсована належним чином, це може збільшити ризик поширення дефіциту кровопостачання на більші ділянки мозку з наступним некрозом тканин [7]. У разі виникнення вторинного пошкодження є ризик тяжких наслідків для пацієнта. Тому основна мета лікування інсульту – запобігання вторинному пошкодженню та ефективний контроль ішемії тканин за допомогою різних діагностичних методик [8].

Сучасними підходами до профілактики травматичних наслідків інсульту є використання фармакологічних і хірургічних методів втручання [9]. Один із передових методів малоінвазивного лікування при ішемічному інсульті – механічна тромбектомія (МТ), також відома як ендovasкулярна реперфузія. Основні переваги цього методу – висока точність щодо виявлення тромбу, швидке відновлення кровообігу та зменшення ризику ускладнень. Ефективність методу доведена в численних дослідженнях лікування ішемічних інсультів тромботичного або емболічного походження. Установлено його перевагу над медикаментозними методами тромболізу. Останнє велике клінічне дослідження (23 375 хворих із ІПМК) виявило значне зниження показників смертності та ризику помірної та тяжкої інвалідності в пацієнтів, яким проведено ендovasкулярну тромбектомію, порівняно з контрольною групою [10]. Крім того, узагальнені висновки інших досліджень свідчать про те, що застосування МТ під час інсульту зменшує ймовірність повторного захворювання [11].

Упровадження МТ у медичну практику відкрило нові можливості в терапії та змінило стратегію лікування ІПМК. До 2015 р. основним методом була швидка реканалізація оклюзованої артерії за допомогою внутрішньовенного тромболізу. Нині проведення МТ, як ізольовано, так і в поєднанні з внутрішньовенним тромболізом, є стандартом лікування ІПМК у розвинених країнах Європейського Союзу, США, Японії, Австралії [12]. Хоча цей метод входить до уніфікованого протоколу надання медичної допомоги

при ішемічному інсульті в Україні, у ньому відсутній детальний опис методики, порядок дій медичного персоналу, критерії відбору пацієнтів для проведення цієї процедури, а також рекомендовані рівні функціональних характеристик пацієнта в періопераційний період [13]. Крім того, процедура МТ доступна лише у високоспеціалізованих центрах, які мають необхідні ресурси та кваліфікованих фахівців, оскільки лише такі умови дають змогу забезпечити високий стандарт безпечності для проведення цих втручань [14].

Із доступних нам літературних джерел виявлено, що більшість українських клінічних центрів і лікарень, які спеціалізуються на проведенні МТ, використовують сучасні американські та європейські протоколи лікування інсультів, зокрема рекомендації Американської асоціації серця/Американської колегії кардіологів (AHA/ACC), Європейської організації інсульту/Європейського товариства малоінвазивної неврологічної терапії (ESO/ESMINT) і Товариства нейроінтервенційної хірургії (SNIS). Крім того, вітчизняні фахівці використовують власний досвід та експертну оцінку в цій галузі [15–17].

Механічну тромбектомію має проводити мультидисциплінарна група з високим рівнем знань у галузі невроваскулярних патологій з участю кваліфікованого лікаря, а також анестезіолога, бажано з досвідом роботи в інтервенційній нейрорадіології [18].

Метою статті є визначення ролі лікаря-анестезіолога в періопераційний період лікування пацієнтів з ІПМК методом МТ. Проаналізовано світові тенденції та сучасні підходи до анестезіологічного забезпечення МТ. Основну увагу приділено вибору найефективнішого методу анестезії під час МТ. Проведено огляд моніторингу гемодинамічних показників та ключових аспектів інтраопераційної та післяопераційної корекції артеріального тиску (АТ). Проаналізовано літературні дані щодо впливу рівня кисню в крові на неврологічні прогнози та смертність пацієнтів з ІПМК після МТ. Обговорено перспективи розвитку нових підходів до лікування ішемічного інсульту, зокрема використання нейропротекторних засобів

і терапевтичної регіональної гіпотермії в поєднанні з методами анестезіології для поліпшення результатів лікування пацієнтів.

Роль лікаря-анестезіолога в поліпшенні результатів механічної тромбектомії

Анестезіолог відіграє ключову роль у забезпеченні успішного проведення МТ. Його професійність та увага необхідні на кожному етапі процедури, починаючи з доопераційного обстеження і закінчуючи післяопераційним доглядом.

Доопераційна підготовка передбачає оцінку загального стану пацієнта, його анамнезу і наявних хронічних захворювань. Анестезіолог має врахувати всі можливі чинники ризику, такі як серцево-судинні захворювання, артеріальна гіпертензія та гіперглікемія, розробити індивідуальний план анестезії для зменшення виникнення можливих ускладнень під час процедури, зокрема внаслідок алергічних реакцій на анестетики. Питання щодо вибору методу анестезії залишається актуальним. Експерти дотримуються думки, що перевагу під час МТ слід віддавати МА під контролем анестезіологічної бригади для поліпшення неврологічного прогнозу через 3 міс, за винятком ситуацій, що потребують інтубації [39]. Однозначно слід використовувати інтубацію та проведення загальної анестезії (ЗА):

- 1) при порушенні кровообігу в задній частині мікроциркуляції;
- 2) при складній плановій радіологічній нейронавігації;
- 3) при ≥ 15 балів за шкалою оцінки ступеня тяжкості ішемічного інсульту (National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS));
- 4) при зниженні розумової активності;
- 5) при виникненні дихальної недостатності;
- 6) при психомоторному збудженні хворого;
- 7) при блюванні та загрозі регургітації.

Під час процедури МТ анестезіолог відповідає за усунення больових відчуттів пацієнта та підтримання стабільних фізіологічних показників. Він контролює

глибину анестезії, забезпечує оптимальну вентиляцію легень і стабілізує гемодинаміку пацієнта. Основним чинником для зменшення ймовірності виникнення ускладнень під час процедури МТ є досвід усієї мультидисциплінарної команди. Тромбектомію рекомендують виконувати у відділеннях з адекватним або великим обсягом операцій і регулярним оцінюванням та аудитом результатів [19]. У 10 % випадків процедура супроводжується внутрішньочерепним крововиливом [20, 21], що спричинено пошкодженням артерії пристроєм для тромбектомії або мікрокатетером. До ускладнень під час маніпуляції належать розшарування або спазм будь-яких судин від місця проколу до внутрішньочерепних судин. У таких випадках немає єдиної думки щодо лікування, можливе використання антикоагулянтів або подвійної антитромбоцитарної терапії. Іноді може знадобитися балонна ангіопластика або стентування. Вазоспазм зазвичай виникає внаслідок подразнення ендотелію судини і часто зникає, якщо тимчасово видалити катетер. У цій ситуації блокатори кальцієвих каналів (наприклад, німодипін) слід застосовувати з обережністю через ризик розвитку артеріальної гіпотензії. У місці доступу в пах може виникнути травма з пошкодженням прилеглих структур, гематома або інфікування. У такому випадку для зупинки кровотечі безпечно та ефективно можна використовувати пристрої для закриття артерій [22]. Украй рідко можуть виникати заочеревинні кровотечі, псевдоаневризми або ішемія кінцівок. До побічних явищ належать реакції на контрастні речовини, зокрема анафілаксія, та анестезіологічні ускладнення, такі як пригнічення дихання, обструкція дихальних шляхів, аспірація, гемодинамічна нестабільність і рухи пацієнта [18]. У 5 % пацієнтів після тромболізує може спостерігатися оролінгвальний ангіоневротичний набряк, що рідко призводить до порушення прохідності дихальних шляхів, але може ускладнити інтубацію трахеї [23].

У деяких випадках внутрішньочерепний крововилив може виникнути спонтанно, зазвичай через геморагічну трансформацію ділянки інфаркту. У випадку

інтрапроцедурної кровотечі гепарин, якщо його вводили, слід замінити на протамін [24]. Існує мало доказів щодо корекції АТ у цій ситуації, тому анестезіолог має уважно спостерігати за пацієнтом і вживати заходів для забезпечення його стабільності та безпеки, керуючись власним досвідом з урахуванням ситуації.

Після завершення МТ анестезіолог продовжує здійснювати моніторинг стану пацієнта в післяопераційний період. Він контролює АТ, частоту серцевих скорочень і рівень кисню в крові, щоб своєчасно виявити будь-які ускладнення та вжити необхідних заходів. Деякі з ускладнень є небезпечними для життя, інші можуть мати серйозні наслідки для пацієнтів. Ускладнення можуть збільшити тривалість перебування в лікарні, відтермінувати початок проведення реабілітації, призвести до інвалідності або функціональних порушень, що потребують різного рівня догляду [25]. Важливо знати про потенційні ускладнення та бути готовими до них. Крім того, анестезіолог забезпечує відповідне знеболювання та лікування болю в післяопераційний період, що сприяє швидкому відновленню пацієнта і зменшенню дискомфорту.

Отже, ретельне планування та супровід анестезіолога відіграють важливу роль у поліпшенні результатів МТ і зменшенні ускладнень після процедури. Зусилля анестезіолога спрямовані на максимальне збереження функцій мозку та швидке відновлення пацієнта після інсульту. Забезпечення стабільності функцій організму під час МТ є важливою передумовою для успішного відновлення пацієнта. Контроль за анестезією, фізіологічними параметрами й реагування на будь-які ускладнення відіграють ключову роль у мінімізації ризиків та підвищенні ефективності процедури. Відповідна реакція на можливі проблеми, яка ґрунтується на досвіді й професійності анестезіолога, дає змогу запобігти подальшому ускладненню та сприяє швидкому відновленню пацієнта після операції.

Вибір анестезії як спосіб поліпшення результату механічної тромбектомії

Численними дослідженнями підтверджено, що вибір оптимального методу

анестезії для проведення МТ значною мірою впливає на клінічні результати лікування.

В останнє десятиліття фахівці намагалися з'ясувати переваги ЗА та контрольованої анестезії, зокрема седації зі збереженням свідомості (СЗС) під час МТ. Прийнято вважати, що застосування СЗС є більш простим та ефективним у використанні порівняно зі ЗА, не утруднює оперативне проведення МТ, дозволяючи швидше отримати доступ до заблокованих судин мозку, тоді як ЗА з ендотрахеальною інтубацією забезпечує захист верхніх дихальних шляхів та запобігає гіпоксії та аспірації, але це може спричинити коливання середнього артеріального тиску (САТ) під час проведення процедури, що, відповідно, впливає на перфузію ішемічної напівтіні [26]. Загальна анестезія може знизити ризик інтрапроцедурних ускладнень, таких як розшарування або перфорація судини, що можуть виникнути через рухи пацієнта внаслідок болю або при виникненні збудження чи дискомфорту під час виконання тромбектомії [27]. Крім того, деякі анестетики можуть мати додатковий нейропротекторний ефект [28]. З іншого боку, ЗА може спричинити затримку переходу «від голки до реканалізації» та вплинути на тривалість процедури МТ, імовірно, збільшуючи ризик виникнення паренхіматозних гематом у пацієнтів [29]. У рандомізованому дослідженні з участю 1174 пацієнтів з ІПМК встановлено, що ЗА асоціюється зі збільшенням смертності на 6,4 % і тривалості перебування хворих у стаціонарному відділенні на 8,4 дня порівняно із СЗС [30]. Автори пояснюють це нейротоксичністю певних анестетиків, відсутністю постійного неврологічного обстеження під час загальної анестезії, періопераційною гіпотензією на етапі індукції, а також вказують на відсутність інформації про наявність нейроанестезіології в закладах, де проводили когортне дослідження.

На користь СЗС свідчать результати багатьох досліджень із залученням як великої, так і малої когорти пацієнтів з ІПМК. Так, високу ймовірність досягнення функціональної незалежності через 90 днів, зменшення оцінки за NIHSS протягом

24 год і часу до реперфузії зафіксували в дослідженні з участю пацієнтів, які отримували СЗС під час МТ у розширеному часовому вікні (6–16 год) порівняно із ЗА [31].

У ранньому нерандомізованому американському дослідженні із залученням 281 хворого показано, що використання ЗА більшою мірою (відношення шансів (ВШ) – 3,3, 95 % довірчий інтервал (ДІ) – 1,6–7,1; $p=0,01$) було пов'язано зі смертю порівняно зі СЗС [32]. Подібні, але точніші результати отримано в іншому ретроспективному дослідженні із залученням 980 пацієнтів, яким виконали МТ з приводу оклюзії однієї із судин переднього півкола артеріального кола головного мозку, в якому гірші неврологічні результати (ВШ – 2,33, 95 % ДІ – 1,63–3,44; $p<0,0001$) та вищі показники смерті (ВШ – 1,68; 95 % ДІ – 1,23–2,30; $p<0,0001$) були асоційовані із ЗА через 90 днів після проведення МТ [33]. Щодо тромбектомії задньої частини кровообігу, то в дослідженні [34] з участю 215 пацієнтів з ішемічними інсультами внаслідок оклюзії вертебробазиллярного судинного басейну встановлено, що при ретельному відборі пацієнтів використання СЗС є так само безпечним і ефективним, як і ЗА. Тип анестезіологічного підходу не спричинив значущих змін за модифікованою шкалою Ренкіна, хоча автори уточнюють, що в дослідженнях не змогли порівняти результати за наявності тяжкої ішемії стовбура мозку. Крім того, ретроспективний нерандомізований дизайн дослідження міг спричинити невиявлені упередження, які могли вплинути на результати, тому необхідне підтвердження даних за допомогою рандомізованого клінічного дослідження.

У літературі є також контраверсійні дані щодо ефективності СЗС та ЗА у пацієнтів з ІПМК, яким проведено МТ. Так, не виявлено статистично значущих відмінностей за неврологічними показниками та смертністю між групами пацієнтів, яким застосували СЗС та ЗА через 24 год у дослідженні SIESTA (Sedation vs Intubation for Endovascular Stroke Treatment) та через 3 міс після процедури МТ у дослідженні ANSTROKE (Anesthesia

During Stroke) [35, 36]. У недавньому випробуванні, проведеному за підтримки Французького товариства анестезіологів, встановлено відсутність істотних розбіжностей за функціональними результатами через 3 міс після лікування між групами СЗС та ЗА, хоча зафіксовано більше випадків технічної невдачі ендovasкулярної терапії в групі СЗС, тоді як реканалізація була кращою в групі ЗА. Більше епізодів гіпертензії та гіпотензії відзначено в групі ЗА, але кумулятивна тривалість гіпотензії була подібною в обох групах [37].

Таким чином, питання щодо найкращого методу анестезії під час ендovasкулярної терапії залишається невирішеним і актуальним. Загалом дослідження підтверджують, що СЗС та ЗА мають переваги й недоліки. Вибір оптимального методу анестезії слід проводити з урахуванням індивідуальних чинників ризику пацієнта, а також технічних аспектів процедури [38, 39].

Ключові аспекти та підходи до анестезіологічного забезпечення під час механічної тромбектомії

Моніторинг гемодинамічних показників

Який би тип анестезії не був обраний, увагу слід приділяти підтриманню фізіологічних функцій пацієнта. Важливими параметрами для забезпечення належної церебральної перфузії під час МТ є АТ і колатеральний кровотік. Гіпотензія перед реперфузією може порушити колатеральний кровотік та призвести до постійної ішемії мозку в ділянці напівтіні. Пацієнти зі слабким колатеральним кровотоком мають тенденцію до формування більшого об'єму ішемічного ядра, вищого периферичного судинного опору та зниженої здатності вимивати емболі, тому вони потребують активнішої гіпертензивної терапії для забезпечення перфузії в ішемізованій тканині [40]. Після реканалізації часто спостерігається раптове збільшення церебрального кровотока через втрату авторегуляції в пошкодженій тканині та вивільнення вазоділюючих речовин, що може призвести до синдрому гіперперфузії, вторинних клітинних пошкоджень і крововиливу в мозок [41].

Інтраопераційна корекція артеріального тиску

Інформація про контроль АТ у пацієнтів з ІПМК під час та після МТ є обмеженою, але дослідження вказують на важливість цього чинника для прогнозування результатів. Так, дані Міжнародного дослідження інсульту вказують на U-подібний зв'язок між АТ і ризиком смертності та інвалідності в пацієнтів з ІПМК [42]: у пацієнтів зі систолічним АТ 140–179 мм рт. ст. спостерігалася найменша ймовірність смерті або інвалідності зі значними обмеженнями через 6 міс після МТ. При цьому найнижчий рівень цих показників зафіксовано при систолічному АТ близько 150 мм рт. ст., а його збільшення або зменшення на кожні 10 мм рт. ст. спричиняло підвищення ризику смерті на 3,6 та 17,9 % відповідно. Пацієнти зі систолічним АТ >200 мм рт. ст. та <120 мм рт. ст. мали найгірші неврологічні результати та вищу частоту коронарних подій. Можливими причинами АТ <120 мм рт. ст. є гіповолемія, зниження серцевого викиду внаслідок серцевої недостатності, ішемія міокарда, аритмії, розшарування аорти, сепсис, гіпотермія.

Дані ретроспективного аналізу зведених результатів семи рандомізованих досліджень указують на важливість підтримки САТ під час проведення МТ на рівні <140 мм рт. ст.. Вищі значення САТ є незалежним прогностичним чинником поганого прогнозу [43].

Оновлені рекомендації АНА за 2019 р. щодо гострого інсульту наголошують на необхідності збереження АТ протягом 24 год після проведення терапії з використанням тканинного активатора плазміногену (ТАП) або при МТ на рівні <180/105 мм рт. ст., що означає максимально допустимий САТ на рівні 130 мм рт. ст. [44]. Пацієнти, яким проводять МТ без використання ТАП, можуть мати вищі значення АТ, особливо перед реперфузією. Рекомендації SNIS із 2014 р. щодо анестезіологічного лікування пацієнтів, яким проводять МТ, передбачають підтримку систолічного АТ на рівні >140 і <180 мм рт. ст., а діастолічного АТ – на рівні <105 мм рт. ст., що узгоджується з настановою АНА [45].

Післяопераційна корекція артеріального тиску

Деякі наукові дослідження вказують на важливі аспекти управління АТ у пацієнтів з ІПМК після МТ. В ангіографічних дослідженнях звертають увагу, що реканалізація судини супроводжується синхронним зниженням АТ. Артеріальна гіпертензія може відображувати постійну закупорку судини та тяжчий інсульт. Забезпечення адекватної рівноваги АТ, зокрема систолічного АТ <140 мм рт. ст. і САТ >70 мм рт. ст. після процедури дає змогу забезпечити належну перфузію мозку, мінімізуючи ризик розвитку геморагічних ускладнень і травми, пов'язаної з реперфузією [46]. Дослідження також показують, що підвищений систолічний АТ і різкі зміни на третій день після МТ можуть бути зумовлені погіршенням функціонального стану пацієнтів [47]. При цьому не виявлено користі від інтенсивного зниження систолічного АТ до 100–129 мм рт. ст. (порівняно зі стандартними 130–185 мм рт. ст.) через 24–36 год після успішної процедури МТ [48]. Крім того, великі коливання АТ у перші 24 год після ендovasкулярної тромбектомії пов'язують зі значними функціональними порушеннями, ризиком смертності та інвалідності через 90 днів після процедури [49–51]. Ці дані свідчать про необхідність проведення додаткових досліджень для з'ясування ролі САТ як прогностичного чинника після успішної МТ, і таких чинників, як вихідний АТ, час проведення та ступінь ревазуляризації, стан колатералей, оцінений ризик реперфузійного ушкодження.

Через відсутність наукових доказів неможливо рекомендувати певні препарати для зниження чи підвищення АТ при лікуванні інсульту. У своїй практиці лікарі часто віддають перевагу метарамінолу. Крім того, можуть бути необхідні болюсні дози ефедрину та лабеталолу для забезпечення оптимального контролю тиску.

Важливо підтримувати рівень парціального тиску вуглекислого газу в крові (PaCO₂) у межах 4,5–5,0 кПа для забезпечення належного газообміну. Гіперглікемія є поширеним явищем у пацієнтів з інсультом. Її наявність прогнозує

негативний результат. Гіпертермія може завдати шкоди ураженому мозку, але немає наукових доказів користі від застосування охолодження під час МТ. Важливо забезпечити нормоглікемію (з рівнем глюкози в крові 7,8–10,0 ммоль/л або 140–180 мг/дл) та нормотермію в усіх пацієнтів, які отримують лікування.

Оксигенація та післяопераційна вентиляція

Незважаючи на те, що експерти рекомендують підтримувати рівень насиченості крові киснем (SpO_2) у пацієнтів на рівні $\geq 95\%$ під час і після МТ, не має достовірних даних щодо впливу SpO_2 на неврологічні прогнози пацієнтів з ІПМК після процедури МТ. Більшість досліджень використання додаткового кисню в пацієнтів з ішемічним інсультом не показали переваг цього підходу для прогнозування стану пацієнтів через 3 міс [52–54]. Не проведено дослідження з участю лише пацієнтів, у яких застосовували МТ, і не наведено дані про швидкість реканалізації в цій групі пацієнтів.

Знайдено лише одне дослідження, в якому вивчали ефект нормобаричної оксигенотерапії під час тромбектомії. Продемонстровано позитивний вплив застосування високого потоку кисню на неврологічні прогнози пацієнтів [55]. Це дослідження проведене в пацієнтів з ішемічним інсультом переднього відділу кровообігу, яким виконано МТ без ЗА. Учасникам експерименту після реканалізації проводили оксигенацію зі швидкістю 15 л/хв крізь маску Вентурі протягом 6 год, тоді як контрольна група отримувала кисневу терапію з низьким потоком O_2 зі швидкістю 3 л/хв крізь назальну канюлю також протягом 6 год. Установлено позитивний вплив високопотокової кисневої терапії на неврологічний прогноз через 3 міс, а також зменшення смертності.

Упродовж першої доби після інсульту застосування додаткового кисню зі 100% концентрацією може збільшити ризик смертності. Пацієнти з ішемічним інсультом можуть досягти кращих результатів через 7 міс, отримуючи кімнатне повітря [56, 57]. Недавні дослідження виявили U-подібний зв'язок між смертністю та

рівнем SpO_2 у період після ендovasкулярної тромбектомії, що вказує на можливість впливу високих значень SpO_2 на підвищення смертності в пацієнтів з ішемічним інсультом, особливо в результаті застосування ЗА [58].

Механізм негативного впливу гіпероксії остаточно не встановлено, але він може бути пов'язаний із підвищенням рівня активних форм кисню, що потенційно призводить до системної, коронарної та церебральної вазоконстрикції. Гіпероксія також значно знижує експресію легеневого ангіотензинперетворювального ферменту-2 і активність ферменту, що спричинює підсилення запалення легень та пошкодження легеневої тканини [59].

Виклики та перспективи анестезіологічного забезпечення при проведенні механічної тромбектомії в пацієнтів з ішемічним порушенням мозкового кровообігу

Останні доклінічні дослідження свідчать, що реканалізація сама по собі не може повністю зупинити розвиток ішемії, що, ймовірно, пов'язане з ішемічно-реперфузійним ураженням та утворенням запальних мікротромбів [60]. Під час МТ збільшується утворення активних форм кисню і азоту (АФК), які додатково пошкоджують ішемічну тканину, яка за своєю природою сприйнятлива до оксидативного стресу [61]. Для запобігання цьому протягом останніх 25 років науковці намагалися розробити різноманітні нейропротекторні засоби. Однак успіх доклінічних досліджень був незначним, що насамперед пов'язано з труднощами відтворення гетерогенності інсульту та супутніх захворювань, а також з використанням популяції, що старіє [62, 63]. Раніше дослідження були спрямовані переважно на порятунок нейронів і сповільнення ексайтотоксичності [64]. Однак завдяки глибшому розумінню ішемічно-реперфузійного пошкодження в недавніх доклінічних дослідженнях, спрямованих на запобігання оксидативному стресу, отримано деякі позитивні результати [65–67]. Як у випадку реканалізації, так і у випадку нейропротекції, недостатньо застосовувати лише одну методику. Тому

лікування інсульту в перспективі потребуватиме адаптованого підходу до комбінованої терапії МТ і нейропротекторів. Зокрема результати клінічних досліджень указують на поліпшення функціонального відновлення та зменшення ризику розвитку ускладнень у пацієнтів з ішемічним інсультом унаслідок застосування сечової кислоти [68]. Ця сполука має нейропротекторні властивості за рахунок антиоксидантної дії, що полягає в нейтралізації АФК, і впливу на регуляцію епідермального фактора росту епітелію судин VEGF [69, 70]. Також незабаром планується проведення III фази клінічного дослідження RHAPSODY II для вивчення безпечності та ефективності сполуки ЗКЗА-АРС [71], створеної на основі молекули активованого білка С (АРС) для зменшення його антикоагулянтних властивостей та ризику виникнення ускладнень у зв'язку з цим. Сам АРС має цитопротекторні й антикоагулянтні властивості, сприяє активації рецептора PAR-1, зменшуючи запалення та апоптоз, стабілізує гематоенцефалічний бар'єр (ГЕБ), сприяє утворенню нових нейронів і судин під час відновлення мозкового кровообігу [72].

Іматиніб, відомий як засіб хіміотерапії, має нейропротективні властивості. Механізм його полягає в здатності до інгібування сигнального шляху рецепторів фактора росту тромбоцитів- α на периваскулярних астроцитах, що впливає на проникність ГЕБ. Експериментальні дослідження показали зменшення розміру ішемічної ділянки мозку та ризику геморагічного перитонеального й церебрального захворювання [73]. Схожі результати отримані в досліді на мишачих моделях інсульту з використанням блокатора кальцієвих каналів верапамілу. Він здатний поліпшувати стан нейронів і зменшувати рівень астрогліозу [74].

Бутилфталід (NBP), речовина природного походження, яку отримують шляхом екстракції з насіння китайської селери (*Apium graveolens*), виявляє здатність зменшувати ураження мозку при ішемічному інсульті. Механізмами його дії є поліпшення мікроциркуляції, захист ГЕБ, зменшення дисфункції мітохондрій і запобігання запаленню та набряку мозку.

У клінічному випробуванні BAST 1216 пацієнтів, які отримували NBP, продемонстрували значно кращі функціональні результати через 90 днів порівняно з групою, що отримувала плацебо [75]. Виявлено лише обмежену кількість серйозних побічних реакцій у групі NBP. Описано також використання отаплімастату (SP-8203) – молекули хіназоліну з цитопротекторними властивостями; антиоксиданту едаравону, який поліпшує наслідки ішемічного інсульту шляхом поглинання вільних радикалів (гідроксила, пероксила та супероксида), а також поліпшує наслідки набряку мозку та інгібування відстроченої смерті нейронів. Також описано застосування ArTOLL – одноланцюгового аптамеру ДНК, який діє як антагоніст toll-подібного рецептора-4 (TLR4), який виділяється у мікроглію та астроцити і бере участь у вродженому імунітеті. Наступний Nelonemdaz, раніше відомий як Neu2000, синтетичний похідний сульфасалазину й ацетилсаліцилової кислоти, він діє як селективний антагоніст підтипу 2B рецептора NMDA. На відміну від субодиниці 2A субодиниця 2B переважно бере участь у передачі сигналів про смерть.

Окрім нейропротекторних агентів розглянемо інший спосіб нейрозахисту – терапевтичну регіональну гіпотермію (TRP), що полягає в охолодженні мозку, одночасно зберігаючи решту тіла при вищій температурі. Вважається, що нейрозахист досягається шляхом зниження рівня основного метаболізму. Терапевтичної регіональної гіпотермії можна досягти за допомогою спеціальних шоломів, інтраназальних спреїв і прямого охолодження через великі артерії, наприклад, сонні артерії. Пілотне дослідження вивчало безпечність і доцільність внутрішньоартеріальної інфузії холодного фізіологічного розчину в поєднанні з МТ [76, 77]. У цьому дослідженні 26 пацієнтам вводили холодний фізіологічний розчин безпосередньо у внутрішню сонну або хребтову артерію як до, так і після МТ. Температура ішемізованої тканини була знижена приблизно на 2 °С, а загальна температура – усього на 0,3 °С. Значних побічних явищ не виявлено. В іншому дослідженні порівнювали керовану гіпотермію з нормотермією в пацієнтів

з оклюзією середньої мозкової артерії. Показано, що середній об'єм інфаркту та неврологічний дефіцит були значно нижчими в групі гіпотермії [78]. Дослідження довели, що метод TRG безпечний і ефективний, але для розробки універсального протоколу необхідно провести більші клінічні випробування TRG.

Висновки

У статті розглянуто роль лікаря-анестезіолога в періопераційний період лікування пацієнтів з ІПМК методом МТ. Детальний аналіз літературних джерел дав підставу для таких висновків:

1. Роль анестезіолога в проведенні МТ ішемічного інсульту надзвичайно важлива. Ефективна співпраця з хірургічною командою може значно поліпшити результати лікування. Анестезіолог забезпечує оптимальні умови для полегшення та прискорення проведення реканалізації судинного русла, контролює глибину анестезії та стабільність гемодинаміки пацієнта, зберігаючи перфузію головного мозку й запобігаючи додатковому ішемічному ушкодженню, що робить процес лікування безпечним. Від доопераційного обстеження до післяопераційного догляду внесок анестезіолога є ключовим на кожному етапі, створюючи оптимальні умови для успішного втручання та мінімізації ризику ускладнень.

2. Питання вибору найкращого методу анестезії під час МТ залишається актуальним і потребує подальших наукових досліджень. Хоча деякі дослідження вказують на більшу користь від СЗС порівняно із ЗА через кращі віддалені клінічні результати, більшість науковців погоджуються, що оптимальна стратегія анестезії залишається предметом дискусій, оскільки кожна стратегія має переваги та недоліки. Порівняно із ЗА седация дає змогу оцінити неврологічний статус під час процедури, але незахищені дихальні шляхи пов'язані з потенційним ризиком аспірації та гіповентиляції. У випадках клінічного погіршен-

ня може знадобитися перехід на ЗА. Крім того, хоча процедура не надто травматична і потребує мінімального знеболювання, екстракція згустка може спричинити певний дискомфорт і рухи пацієнта. Отже, ЗА потенційно може підвищити рівень успішності, запобігаючи рухам пацієнта та поліпшуючи умови візуалізації. Індукція ЗА може призвести до затримки початку процедури, а також до гемодинамічної нестабільності. З урахуванням цього подальші клінічні дослідження, що охоплюють різні аспекти та чинники ризику, будуть корисними для розробки рекомендацій щодо вибору оптимального методу анестезії для випадку МТ.

3. Моніторинг гемодинамічних показників та інтраопераційна корекція АТ є надзвичайно важливими аспектами під час проведення МТ у пацієнтів з ІПМК. Підтримання стабільності САТ протягом перших 24 год після процедури МТ може бути максимально допустимим на рівні 130 мм рт. ст. при використанні ТАП або мати вищі значення у випадку, якщо ТАП не застосовували. Оптимальні значення таких показників, як АТ, насиченість SpO₂ на рівні $\geq 95\%$, PaCO₂ 4,5–5,0 кПа, а також забезпечення нормоглікемії (з рівнем глюкози в крові від 7,8 до 10,0 ммоль/л) та нормотермії відіграють ключову роль у забезпеченні належної церебральної перфузії та мінімізації ризику ускладнень під час і після процедури.

4. Глибоке розуміння цитотоксичної та запальної патофізіології інсульту дає змогу розробити нові підходи до лікування ІПМК, що ґрунтуються на поєднанні МТ із засобами профілактики оксидативного стресу (нейропротекторні агенти, такі як сечова кислота, імагініб, бутилфталід, АРС тощо, і терапевтична регіональна гіпотермія). Розробка комплексного підходу, який об'єднає найкращі практики анестезіології та новітні методи нейропротекції, може допомогти підвищити якість лікування та поліпшити прогноз для пацієнтів з ішемічним інсультом.

References

1. Prendes CF, Rantner B, Hamwi T, et al. Burden of Stroke in Europe: An Analysis of the Global Burden of Disease Study Findings From 2010 to 2019. *Stroke*. 2024;55(2):432-42. DOI: 10.1161/STROKEAHA.122.042022
2. World Stroke Day 2022. World Health Organization. <https://www.who.int/srilanka/news/detail/29-10-2022-world-stroke-day-2022> (дата звернення 19.03.2024)
3. Borovyk O. Gostryj symptomatychnyj epileptychnyj napad v klinici gemoragichnogo insultu: Dys. kand. med. nauk:14.01.15. Uzhgorod; 2021. 154 p. Ukrainian
4. Donkor ES. Stroke in the 21st century: a snapshot of the burden, epidemiology, and quality of life. *Stroke Res. Treat.* 2018;3238165. DOI: 10.1155/2018/3238165
5. Lapergue B, Labreuche J, Blanc R, et al. ASTER Trial Investigators. First-line use of contact aspiration for thrombectomy versus a stent retriever for recanalization in acute cerebral infarction: The randomized ASTER study protocol. *Int J Stroke*. 2018;13(1):87-95. DOI: 10.1177/1747493017711948
6. Wahlgren N, Moreira T, Michel P, et al. Mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: Consensus statement by ESO-Karolinska Stroke Update 2014/2015, supported by ESO, ESMINT, ESNR and EAN. *Int J Stroke*. 2016;11(1):134-47. DOI: 10.1177/1747493015609778.
7. Hackshaw A, Morris JK, Boniface S, et al. Low cigarette consumption and risk of coronary heart disease and stroke: meta-analysis of 141 cohort studies in 55 study reports. *BMJ*. 2018;360:j5855. DOI: 10.1136/bmj.j5855
8. Aghamiri SH, Mansouri B, Mehrpour M, et al. Efficacy of mechanical thrombectomy in stroke patients with large vessel involvement. *Euro J Trans Myology*. 2022;32(2):10456. DOI: 10.4081/ejtm.2022.10456
9. Renieri L, Saia V, Pereira VM, et al. Italian Registry of Endovascular Treatment in Acute Stroke. Mechanical thrombectomy in patients with proximal occlusions and low NIHSS: Results from a large prospective registry. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020;29(10):105091. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis
10. Qureshi AI, Singh B, Huang W, et al. Mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke patients performed within and outside clinical trials in the United States. *Neurosurgery*. 2020;86(1):E2-E8. DOI: 10.1093/neuros/nyz359
11. Kamal N, Majmundar N, Damadora N, et al. Mechanical thrombectomy – is time still brain? The DAWN of a new era. *Br J Neurosurg*. 2018;32(3):245-9. DOI: 10.1080/02688697.2018.1426726
12. Turc G, Bhogal P, Fischer U, et al. European Stroke Organisation (ESO) - European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) Guidelines on Mechanical Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke. *J Neurointervent Surg*. 2023;15:e8. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014568.
13. Ishemichnyj insult (ekstrena, pervynna, vtorynna (specializovana) medychna dopomoga, medychna reabilitacija). Metod. kerivnyctvo ta koordynacija: AV Stepanenko. Derzhavnyj ekspertnyj centr MOZ Ukrainy: Protokol. Status chynnyj. 03.08.2012. 120 p. Rejektivnyj nomer ГС 2012-602. Ukrainian
14. Suchasni pryncypy diagnistyky ta likuvannja hvoryh iz gostrym ishemichnym insultom ta TIA. Metod. kerivnyctvo ta koordynacija: AV Stepanenko. Derzhavnyj ekspertnyj centr MOZ Ukrainy: Nastanova. Status zastarila. 03.08.2012. 139 p. Rejektivnyj nomer KH 2012-602. Ukrainian
15. Spinul O, Kartashov O, Shpak O. Possibility of increasing the «therapeutic window» for revascularization of the carotid arteries in the acute period of ischemic stroke. *Ukr Intervent Neuroradiol Surg*. 2021;35(1):43-9. DOI: 10.26683/2786-4855-2021-1(35)-43-49
16. Kohli V, Koltz MT. Indications for surgical intervention in the treatment of ischemic stroke. In S. Dehkharghani (Ed.). *Stroke*. Exon Publications. Ch.5. (Internet). 2021. DOI: 10.36255/exonpublications.stroke.surgicalintervention
17. Chabanovych N, Mamonova M, Konotopchik S, et al. Analysis of the experience of anesthetic management during endovascular mechanical thrombectomy in ischemic cerebral stroke. *Ukr Intervent Neuroradiol Surg*. 2020;34(4):70-81. DOI: 10.26683/2304-9359-2020-4(34)-70-81
18. Evans MRB, White P, Cowley P, et al. Revolution in acute ischaemic stroke care: a practical guide to mechanical thrombectomy. *Practical Neurol*. 2017;17:252-65. DOI: 10.1136/practneurol-2017-001685.
19. Dinsmore J, Elwishi M, Kailainathan P. Anaesthesia for endovascular thrombectomy. *BJAE*. 2018;18(10):291-9. DOI: 10.1016/j.bjae.2018.07.001
20. Fischer MA, Das J. Cerebellar hematoma. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541076/>
21. Elakkad A, Drocton G, Hui F. Endovascular stroke interventions: procedural complications and management. *Semin Intervent Radiol*. 2020;37:199-200. DOI: 10.1055/s-0040-1709206.
22. Weir A, Kennedy P, Joyce S, et al. Endovascular management of pelvic trauma. *An Translat Med*. 2021;9(14):1196. DOI: 10.21037/atm-20-4591
23. Myslimi F, Caparros F, Dequatre-Ponchelle N, et al. Orolingual angioedema during or after thrombolysis for cerebral ischemia. *Stroke*. 2016;47(7):1825-30. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.013334
24. Hong JM, Kim DS, Kim M. Hemorrhagic transformation after ischemic stroke: mechanisms and management. *Front. Neurol*. 2021;12:703258. DOI: 10.3389/fneur.2021.703258

25. Pilgram-Pastor SM, Piechowiak EI, Dobrocky T, et al. Stroke thrombectomy complication management. *Journal of neurointerventional surgery*. 2021;13(10):912-7. DOI: 10.1136/neurintsurg-2021-017349
26. Wagner B, Lorscheider J, Wiencierz A, et al. Endovascular treatment for acute ischemic stroke with or without general anesthesia: a matched comparison. *Stroke*. 2022;53:1520-9. DOI: 10.1161/STROKEAHA.121.034934
27. Pop R, Severac F, Happi Ngankou E, et al. Local anesthesia versus general anesthesia during endovascular therapy for acute stroke: a propensity score analysis. *J Neurointerv Surg*. 2021;13:207-11. DOI: 10.1136/neurintsurg-2020-015916
28. Bilotta F, Stazi E, Zlotnik A, et al. Neuroprotective effects of intravenous anesthetics: a new critical perspective. *Curr Pharm Des*. 2014;20:5469-75. DOI: 10.2174/1381612820666140325110113
29. John S, Thebo U, Gomes J, et al. Intra-arterial therapy for acute ischemic stroke under general anesthesia versus monitored anesthesia care. *Cerebrovasc Dis*. 2014;38:262-7. DOI: 10.1159/000368216
30. Bekelis K, Missios S, MacKenzie TA, et al. Anesthesia technique and outcomes of mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke. *Stroke*. 2017;48:361-6. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.015343
31. Powers CJ, Dornbos D, Mlynash M, et al. Thrombectomy with conscious sedation compared with general anesthesia: a DEFUSE 3 analysis. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2019;40:1001-5. DOI: 10.3174/ajnr.A6059
32. Abou-Chebl A, Zaidat OO, Castonguay AC, et al. North American SOLITAIRE Stent-Retriever Acute Stroke Registry: choice of anesthesia and outcomes. *Stroke*. 2014;45:1396-401. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.003698
33. Abou-Chebl A, Lin R, Hussain MS, et al. Conscious sedation versus general anesthesia during endovascular therapy for acute anterior circulation stroke: preliminary results from a retrospective, multicenter study. *Stroke*. 2010;41:1175-9. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.574129
34. Jadhav AP, Bouslama M, Aghaebrahim A, et al. Monitored anesthesia care vs intubation for vertebrobasilar stroke endovascular therapy. *JAMA Neurol*. 2017;74:704-9. DOI: 10.1001/jamaneurol.2017.0192
35. Schöenberger S, Uhlmann L, Hacke W, et al. Effect of conscious sedation vs general anesthesia on early neurological improvement among patients with ischemic stroke undergoing endovascular thrombectomy: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2016;316:1986-96. DOI: 10.1001/jama.2016.16623
36. Löwhagen Hendén P, Rentzos A, Karlsson J-E, et al. General anesthesia versus conscious sedation for endovascular treatment of acute ischemic stroke: the AnStroke trial (anesthesia during stroke). *Stroke*. 2017;48:1601-7. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.016554
37. Maurice A, Eugene F, Ronziere T, et al. The French Society of Anesthesiologists research N: general anesthesia versus sedation, both with hemodynamic control, during intraarterial treatment for stroke: the GASS randomized trial. *Anesthesiology*. 2022;136:567-76. DOI: 10.1097/ALN.0000000000004142.
38. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2019;50(12):e344-e418. DOI: 10.1161/STR.0000000000000211
39. Quintard H, Degos V, Mazighi M, et al. Anaesthetic and peri-operative management for thrombectomy procedures in stroke patients. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2023;42(1):101188. DOI: 10.1016/j.accpm.2022.101188
40. Petersen NH, Ortega-Gutierrez S, Wang A, et al. Decreases in blood pressure during thrombectomy are associated with larger infarct volumes and worse functional outcome. *Stroke*. 2019;50:1797-804. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.024286
41. Jafari M, Desai A, Damani R. Blood pressure management after mechanical thrombectomy in stroke patients. *J Neurol Sci*. 2020;418:117140. DOI: 10.1016/j.jns.2020.117140
42. Leonardi-Bee J, Bath PMW, Phillips SJ, et al. Blood pressure and clinical outcomes in the International Stroke Trial. *Stroke*. 2002;33:1315-20. DOI: 10.1161/01.STR.0000014509.11540.66
43. Mazighi M. The quest for optimal blood pressure management after stroke. *Lancet Neurol*. 2023;22(4):285-6. DOI: 10.1016/S1474-4422(23)00074-1
44. Hindman BJ. Anesthetic Management of Emergency Endovascular Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke, Part 1: Patient Characteristics, Determinants of Effectiveness, and Effect of Blood Pressure on Outcome. *Anesth Analges*. 2019;128(4):695-705. DOI: 10.1213/ANE.0000000000004044
45. Talke PO, Sharma D, Heyer EJ, et al. Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care Expert consensus statement: anesthetic management of endovascular treatment for acute ischemic stroke: endorsed by the Society of NeuroInterventional Surgery and the Neurocritical Care Society. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2014;26:95-108. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000042.
46. Jovin TG, Saver JL, Ribo M, et al. Diffusion-weighted imaging or computerized tomography perfusion assessment with clinical mismatch in the triage of wake up and late presenting strokes

- undergoing neurointervention with Trevo (DAWN) trial methods. *Int J Stroke*. 2017;12:641-52. DOI: 10.1177/1747493017710341
47. Valent A, Maier B, Chabanne R, et al. Anaesthesia and haemodynamic management of acute ischaemic stroke patients before, during and after endovascular therapy. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2020;39:859-70. DOI: 10.1016/j.accpm.2020.05.020
 48. Mazighi M, Richard S, Lapergue B, et al. Safety and efficacy of intensive blood pressure lowering after successful endovascular therapy in acute ischaemic stroke (BP-TARGET): a multicentre, open-label, randomised controlled trial. *Lancet Neurol*. 2021;20:265-74. DOI: 10.1016/S1474-4422(20)30483-X
 49. Palaiodimou L, Joundi RA, Katsanos AH, et al. Association between blood pressure variability and outcomes after endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke: An individual patient data meta-analysis. *Eur Stroke J*. 2024;9(1):88-6. DOI: 10.1177/23969873231211157
 50. Katsanos AH, Joundi RA, Palaiodimou L, et al. Blood pressure trajectories and outcomes after endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke. *Hypertension (Dallas, Tex.:1979)*. 2024;81(3):629-35. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.123.221
 51. Maier IL, Tsogkas I, Behme D, et al. High systolic blood pressure after successful endovascular treatment affects early functional outcome in acute ischemic stroke. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*. 2018;45(1-2):18-25. DOI: 10.1159/000484720
 52. Roffe C, Nevatte T, Sim J, et al. Effect of routine low-dose oxygen supplementation on death and disability in adults with acute stroke: the stroke oxygen study randomized clinical trial. *JAMA*. 2017;318:1125-35. DOI: 10.1001/jama.2017.11463
 53. Ding J, Zhou D, Sui M, et al. The effect of normobaric oxygen in patients with acute stroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurol Res*. 2018;40:433-44. DOI: 10.1080/01616412.2018.1454091
 54. Mahmood A, Neilson S, Biswas V, et al. Normobaric oxygen therapy in acute stroke: a systematic review and meta-analysis. *Cerebrovasc Dis. (Basel, Switz.)*. 2022;51:427-37. DOI: 10.1159/000521027
 55. Cheng Z, Geng X, Tong Y, et al. Adjuvant high-flow normobaric oxygen after mechanical thrombectomy for anterior circulation stroke: a randomized clinical trial. *Neurother. J Am Soc Exp Neurother*. 2021;18:1188-97. DOI: 10.1007/s13311-020-00979-3
 56. Chu DK, Kim LH-Y, Young PJ, et al. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (iota): a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2018;391:1693-705. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30479-3
 57. Singhal AB, Benner T, Roccatagliata L, et al. A pilot study of normobaric oxygen therapy in acute ischemic stroke. *Stroke*. 2005;36:797-802. DOI: 10.1161/01.STR.0000158914.66827.2e
 58. Farag E, Liang C, Mascha EJ, et al. Oxygen saturation and postoperative mortality in patients with acute ischemic stroke treated by endovascular thrombectomy. *Anesth Analg*. 2022;134:369-79. DOI: 10.1213/ANE.0000000000005763
 59. Fang Y, Gao F, Liu Z. Angiotensin-converting enzyme 2 attenuates inflammatory response and oxidative stress in hyperoxic lung injury by regulating NF- κ B and Nrf2 pathways. *Q J M*. 2019;112:914-24. DOI: 10.1093/qjmed/hcz206
 60. Sheth SA. Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke. *Continuum*. 2023;29:443-61. DOI: 10.1212/CON.0000000000001243.
 61. Amaro S, Jiménez-Altayó F, Chamorro Á. Uric acid therapy for vasculoprotection in acute ischemic stroke. *Brain Circ*. 2019;5:55-61. DOI: 10.4103/bc.bc_1_19
 62. Lestage P, Lockhart B, Roger A. Exploration de l'ischémie cérébrale in vivo: Application à l'étude des neuroprotecteurs chez l'animal [In vivo exploration of cerebral ischemia: Use of neuroprotective agents in animal studies]. *Thérapie*. 2002;57:554-63. French
 63. Hoyte L, Kaur J, Buchan AM. Lost in translation: Taking neuroprotection from animal models to clinical trials. *Exp Neurol*. 2004;188:200-4. DOI: 10.1016/j.expneurol.2004.05.008
 64. Chamorro Á, Lo EH, Renú A, van Leyen K, Lyden PD. The future of neuroprotection in stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2021;92:129-35. DOI: 10.1136/jnnp-2020-324283
 65. Davis SM, Pennypacker KR. Targeting antioxidant enzyme expression as a therapeutic strategy for ischemic stroke. *Neurochem Int*. 2017;107:23-32. DOI: 10.1016/j.neuint.2016.12.007
 66. Sun MS, Jin H, Sun X, et al. Free radical damage in ischemia-reperfusion injury: an obstacle in acute ischemic stroke after revascularization therapy. *Oxid Med Cell Longev*. 2018;2018:3804979. DOI: 10.1155/2018/3804979.
 67. Choi JH, Pile-Spellman J. Reperfusion changes after stroke and practical approaches for neuroprotection. *Neuroimaging Clin N Am*. 2018;28:663-82. DOI: 10.1016/j.nic.2018.06.008
 68. Chen Z, Chen H, Zhang Y, et al. Lower uric acid level may be associated with hemorrhagic transformation but not functional outcomes in patients with anterior circulation acute ischemic stroke undergoing endovascular thrombectomy. *Metab Brain Dis*. 2020;35:1157-64. DOI: 10.1007/s11011-020-00601-7
 69. Llull L, Laredo C, Renú A, et al. Uric acid therapy improves clinical outcome in women with acute ischemic stroke. *Stroke*. 2015;46:2162-7. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.009960
 70. Vila E, Solé M, Masip N, et al. Uric acid treatment after stroke modulates the Krüppel-like factor 2-VEGF-A axis to protect brain endothelial cell functions: Impact of hypertension. *Biochem. Pharmacol*. 2019;164:115-28. DOI: 10.1016/j.bcp.2019.04.002
 71. Dammavalam V, Lin S, Nessa S, et al. Neuroprotection

- during thrombectomy for acute ischemic stroke: a review of future therapies. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(2):891. DOI: 10.3390/ijms25020891
72. Lyden P, Pryor KE, Coffey CS, et al. Final Results of the RHAPSODY Trial: A Multi-Center, Phase 2 Trial Using a Continual Reassessment Method to Determine the Safety and Tolerability of 3K3A-APC, A Recombinant Variant of Human Activated Protein C, in Combination with Tissue Plasminogen Activator, Mechanical Thrombectomy or both in Moderate to Severe Acute Ischemic Stroke. *Ann Neurol*. 2019;85:125-36. DOI: 10.1002/ana.25383
 73. Wahlgren N, Thorén M, Höjeberg B, et al. Randomized assessment of imatinib in patients with acute ischaemic stroke treated with intravenous thrombolysis. *J Intern Med*. 2017;281:273-83. DOI: 10.1111/joim.12576
 74. Fraser JF, Maniskas M, Trout A, et al. Intra-arterial verapamil post-thrombectomy is feasible, safe, and neuroprotective in stroke. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2017;37:3531-43. DOI: 10.1177/0271678X17705259
 75. Wang A, Jia B, Zhang X, et al. Efficacy and safety of butylphthalide in patients with acute ischemic stroke: a randomized clinical trial. *JAMA Neurol*. 2023;80:851-9. DOI: 10.1001/jamaneurol.2023.1871
 76. Chen J, Liu L, Zhang H, et al. Endovascular hypothermia in acute ischemic stroke: pilot study of selective intra-arterial cold saline infusion. *Stroke*. 2016;47:1933-5. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.012727
 77. Wu C, Zhao W, An H, et al. Safety, feasibility, and potential efficacy of intraarterial selective cooling infusion for stroke patients treated with mechanical thrombectomy. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2018;38:2251-60. DOI: 10.1177/0271678X18790139
 78. Peng X, Wan Y, Liu W, et al. Protective roles of intra-arterial mild hypothermia and arterial thrombolysis in acute cerebral infarction. *Springerplus*. 2016;5:1988. DOI: 10.1186/s40064-016-3654-7.

ANESTHESIOLOGICAL SUPPORT OF MECHANICAL THROMBECTOMY: A REVIEW OF CURRENT TRENDS AND APPROACHES

KOLOMIICHENKO S.O.¹, MAMONOVA M.YU.¹, KONOTOPCHYK S.V.²

¹Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

²SO «Scientific-practical Center of endovascular neuroradiology NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

Despite the proven effectiveness of mechanical thrombectomy (MT) in treating ischemic stroke, this method has not yet gained standard status in Ukraine. The key factor for its successful implementation is creating appropriate conditions within the medical system, ensuring accessibility, and proper qualification of medical personnel. The development of a multidisciplinary approach to stroke treatment and consideration of the latest advancements in this field can contribute to providing the highest level of medical care for patients with this serious condition. An anesthesiologist plays an indispensable and critically important role during MT. Therefore, the objective of study – to assess the role of anesthesiologist in the perioperative period of treating patients with ischemic stroke using MT, focusing primarily on global trends and modern approaches to anesthesia provision for this procedure. Literature data regarding the choice of the most effective anesthesia method during MT were analyzed. A review of hemodynamic monitoring parameters and key aspects of intraoperative and postoperative blood pressure correction, along with the impact of blood oxygen levels on neurological outcomes and mortality in patients with ischemic stroke after MT, was conducted. The study also considered prospects for the development of new approaches in treating this pathology, including the use of neuroprotective agents and therapeutic regional hypothermia in combination with anesthesia methods to improve patient outcomes.

A thorough analysis of literature sources led to the conclusion that the deep knowledge, attention to detail, and professionalism of anesthesiologists help minimize risks and ensure optimal MT effectiveness, facilitating rapid patient recovery. From preoperative assessment to postoperative care, the anesthesiologist makes a significant contribution at every stage, creating optimal conditions for successful intervention and minimizing the risk of complications. Understanding the importance of the anesthesiologist's role and their active participation in MT can enhance the effectiveness of this technique and improve stroke treatment outcomes.

Key words: anesthesiologist; anesthetic support; ischemic stroke; mechanical thrombectomy.