УДК 616.133.33-007.64-089.12
DOI 10.26683/2786-4855-2022-2(40)-55-71

ХІРУРГІЧНА РЕВАСКУЛЯРИЗАЦІЯ (BYPASS SURGERY) У ЛІКУВАННІ СКЛАДНИХ ЦЕРЕБРАЛЬНИХ АНЕВРИЗМ

В.В. МОРОЗ, О.Ю. ГАРМАТІНА, І.І. СКОРОХОДА, Н.А. ШАХІН, Р.Б. ГАНЕМ, У.І. МАЛЯР

ДУ «Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова 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** — 19.06.22
*Дата ухвалення / **Date of acceptance** — 21.06.22

Метою хірургічного лікування будь-якої церебральної аневризми (ЦА) є досягнення її тотального виключення з кровотока. Незважаючи на значний прогрес у розвитку та впровадження в практику мікрохірургічних і новітніх ендоваскулярних технологій, у багатьох випадках лікування складних церебральних аневризм (СЦА) є непростим завданням. Незадовільні результати виключення СЦА зумовлені багатьма несприятливими чинниками: гігантським розміром, фузиформною або доліхоектатичною конфігурацією ЦА, наявністю виразних атеросклеротичних змін, анатомічними особливостями відходження функціонально важливих артерій безпосередньо від ЦА. Такі ЦА є проблемними як для мікрохірургічного ремоделювального кліпування, так і для ендоваскулярного виключення. Впровадження та застосування техніки мікроанастомозу надає додаткові опції та розширює можливості хірургічного лікування СЦА.

***Мета роботи** – проаналізувати можливості та результати хірургічного лікування СЦА із застосуванням техніки хірургічної реваскуляризації (bypass surgery).*

***Матеріали та методи.** Проведено аналіз результатів обстеження та хірургічного лікування 16 пацієнтів із СЦА за період з 2016 р. до 2020 р., які були прооперовані в умовах відділення невідкладної судинної нейрохірургії з рентгено-операційною Інституту нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України. В усіх пацієнтів діагностовані СЦА мали гігантський розмір. Хірургічне втручання передбачало накладання екстра-інтракраніального або інтра-інтракраніального анастомозу, інколи – їх поєднання для забезпечення адекватного кровопостачання басейну СЦА, яку планували деваскуляризувати. У 14 спостереженнях виконали одномоментне накладання анастомозу та виключення СЦА. У 2 випадках першим етапом здійснювали накладання анастомозу без*

виключення СЦА через неможливість досягнення достатньої для деконструктивного виключення СЦА васкуляризації дистального артеріального русла.

Результати. *У загальній вибірці задовільні результати хірургічного лікування (градації 1 та 2 за модифікованою шкалою Ренкіна (мШР)) зафіксовано у 13 (81 %) спостереженнях, незадовільні результати – у 3 (19 %), глибоку інвалідизацію (градація 5 за мШР) – у 1 (6 %), летальний наслідок (градація 6 за мШР) – у 2 (13 %). У групі пацієнтів, яким виконали хірургічну реваскуляризацію та виключили СЦА одномоментно, задовільні результати спостерігали у 13 (92,9 %) випадках. Померли 2 пацієнти з геморагічним типом перебігу СЦА, яким першим етапом виконали хірургічну реваскуляризацію та планували відтерміноване виключення СЦА.*

Висновки. *Впровадження та застосування техніки мікроанастомозу розширює можливості хірургічного лікування СЦА. Реваскуляризаційні хірургічні втручання є високоефективними щодо профілактики ішемічних ускладнень при виключенні СЦА. Рекомендаціями (показаннями) до реваскуляризаційного втручання слід вважати неможливість проведення та високий ризик розвитку ішемічних ускладнень при виконанні кліпування, що ремоделює, або ендоваскулярного виключення СЦА.*

Ключові слова: складна церебральна аневризма; мікроанастомоз; хірургічне лікування; результати лікування.

Перелік скорочень

FD-стент	Потіквідхиляючий стент
АГ	Ангіографія
ВСА	Внутрішня сонна артерія
ГПМК	Гостре порушення мозкового кровообігу
ЕІКА	Екстра-інтракраніальний анастомоз
ЕІКМА	Екстра-інтракраніальний мікроанастомоз
ЗоСА	Зовнішня сонна артерія
ІІКА	Інтра-інтракраніальний анастомоз
МРТ	Магнітно-резонансна томографія
МСКТ-АГ	Мультиспіральна комп’ютерна ангіографія
мШР	Модифікована шкала Ренкіна
ПМА	Передня мозкова артерія
ПоСА	Поверхнева скронева артерія
ПСА	Передня сполучна артерія
САК	Субарахноїдальний крововилив
СМА	Середня мозкова артерія
СЦА	Складна церебральна аневризма
СЦАГ	Селективна церебральна ангіографія
ЦА	Церебральна аневризма

МОРОЗ Володимир Васильович
к. мед. н., лікар-нейрохірург
завідуючий відділом невідкладної судинної нейрохірургії
ДУ «Інститут нейрохірургії імені
акад. А.П. Ромоданова НАМН України»
Адреса: 04050, м. Київ, вул. Платона Майбороди, 32
Тел.: (067) 440-31-09
E-mail: moroz.doc@ukr.net
ORCID ID: 0000-0002-9224-1746

Головною метою виконання реваскуляризаційних операцій за наявності складної церебральної аневризми (СЦА) головного мозку є радикальне (тотальне) виключення СЦА з кровотока за допомогою методики деконструктивного виключення (трепінгу) СЦА в поєднанні з хірургічною реваскуляризацією дистального артеріального русла

басейну артерії, яка несе СЦА або забезпечує дистальний кровотік у відповідному артеріальному басейні.

Прототипом реваскуляризаційних операцій при ЦА слід вважати операцію накладання екстра-інтракраніального мікроанастомозу (ЕІКМА) між поверхневою скроневою артерією та кірковою гілкою середньої мозкової артерії (СМА). У літературних джерелах вона трапляється під назвами «ЕІКМА», «low-flow EC–IC bypass», «STA–MCA bypass» [1]. Основним обмеженням застосування у хірургічному лікуванні ЦА є низька пропускна здатність такого анастомозу (<50 мл/хв), що не дає змоги забезпечити адекватне достатнє колатеральне кровопостачання відповідного артеріального басейну чи судинного русла дистальніше за ЦА [2]. У зв'язку з цим STA–MCA bypass у хірургічному лікуванні ЦА застосовують лише у ситуаціях, які потребують помірної компенсації колатерального кровотока, у разі потреби тимчасового посилення колатерального кровотока дистального артеріального русла або при деконструктивному виключенні ЦА малого калібру (наприклад, M_3-сегмента СМА) [2–4]. Це спонукало до пошуку інших шляхів створення реваскуляризації дистального артеріального русла. Друге покоління операцій, що реваскуляризують, представлене широкопросвітними, тобто високопотоковими (high-flow EC–IC bypass) екстра-інтракраніальними анастомозами (ЕІКА), які з'єднують екстракраніальний відділ артерії, що несе ЦА, з інтракраніальним відділом великого калібру артерії-реципієнта з використанням автоартеріальних або автовенозних графтів, які мають високу пропускну здатність. Артеріальний графт здатний забезпечити об'ємний кровотік 50–150 мл/хв, венозний – об'ємний кровотік 100–250 мл/хв. Застосування таких графтів у поєднанні з природними артеріальними колатералями дає змогу забезпечити метаболічні потреби півкулі головного мозку [5]. Як артерію-донор зазвичай використовували внутрішню сонну артерію (ВСА) в її шийному відділі, зовнішню сонну (ЗоСА), загальну сонну та підключичну артерію. З огляду на високу пропускну здатність зазначених графтів, як артерії-реципієнту віддають перевагу супраклиноїдному відділу ВСА, сегментам M_1 або M_2 СМА, інколи – A_1- сегменту передньої мозкової артерії (ПМА).

Як графт найчастіше використовують променеву артерію та велику підшкірну вену нижньої кінцівки [4–7]. Перевагами застосування променевої артерії порівняно з великою підшкірною веною вважають відповідність її діаметра діаметру M_2-сегмента СМА як артерії-реципієнта [8, 9], а також те, що артеріальний ендотелій адекватно відповідає параметрам артеріального кровотока по ЕІКА [10]. Суттєвими недоліками застосування венозного графта є наявність клапанів, можливих варикозних змін, що спричиняє формування турбулентного кровотока та може призвести до розвитку тромбоформування [7]; властивість венозного графта формувати перегин у ділянці дистального і проксимального анастомозів, що зумовлено більшою товщиною стінки венозного шунта [10, 11]. Використання венозного графта також обмежують технічні труднощі при формуванні інтракраніального анастомозу через невідповідність діаметрів судин, що потребує зшивання [7]. Головною перевагою венозного графта є його достатня довжина, тоді як довжина променевої артерії є обмеженою, та відсутність схильності до спазмування. Головним недоліком застосування графта променевої артерії є її схильність до спазмування як наслідок хірургічної травматизації при її виділенні та забиранні, однак сучасні малотравматичні методики, які передбачають застосування розчинів папаверину, блокаторів кальцієвих каналів, гідравлічну дилатацію, зазвичай дають змогу виділити променеву артерію без розвитку її спазмування [5, 7, 10].

Результати великих серійних досліджень, які стосуються високопотокових ЕІКА, свідчать про високу реваскуляризаційну ефективність та незначну частоту ускладнень при застосуванні цієї методики. Частота інвалідизації та летальність становлять від 2,0 до 6,6 % [5, 12, 13]. Дослідження прохідності графтів виявили добрі результати. Зокрема, задовільну прохідність спостерігали в 93,0–97,4 % випадків у ранній післяопераційний період та у 86,0–91,0 % – у віддалений період спостереження.

Еволюція реваскуляризаційних методик у хірургічному лікуванні аневризм головного мозку сприяла появі третього поколін-

ня анастомозів, а саме інтра-інтракраніальних анастомозів (ІІКА, ІС–ІС bypass). Порівняно з високопотоковими ЕІКА операції такого типу мають додаткові переваги: обмеження ділянки хірургічного втручання інтракраніальним простором, формування близького до природного анатомічного типу реваскуляризації, практично ідеальна відповідність розмірів артерій, які анастомозують, незначна довжина графтів у разі їх використання. Проведення таких операцій потребує особливої підготовки нейрохірурга щодо мікрохірургічної техніки, адже анастомоз доводиться формувати в глибині операційної рани в умовах обмеженої мобільності інтракраніальних артерій та ліміту часу [4–7, 13].

Інтра-інтракраніальні анастомози представлені широким спектром варіантів, які визначаються локалізацією СЦА, їх анатомічними особливостями та варіантом взаємного розташування потенційних донорських і реципієнтних артеріальних сегментів. Виділяють такі варіанти формування ІІКА: анастомоз *in situ* (анастомоз бік у бік), реімплантація, кінець у бік, реанастомозування, анастомоз із застосуванням короткого артеріального графта [5, 7, 13–15].

Високопотокові ЕІКА широко впроваджені в клінічну практику, починаючи з 1980-х років. Нині у багатьох спеціалізованих нейрохірургічних клініках накопичений значний досвід застосування таких хірургічних втручань [5, 12, 13]. В Україні досвід використання високопотокових ЕІКА та ІІКА у хірургії СЦА є незначним і представлений поодинокими спостереженнями в усних доповідях на професійних конференціях. Впровадження та застосування техніки мікроанастомозу надає додаткові опції та розширює можливості хірургічного лікування СЦА [16, 17].

Мета роботи – проаналізувати можливості та результати хірургічного лікування СЦА із застосуванням техніки хірургічної реваскуляризації (bypass surgery).

Матеріали та методи

Проведено аналіз результатів обстеження та хірургічного лікування 16 пацієнтів із СЦА головного мозку за період з 2016 р. до 2020 р., які були прооперовані в умовах відділення невідкладної судинної нейрохірургії з рентгено-операційною Інституту нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України. Чоловіків було 10 (62,5 %), жінок – 6 (37,5 %). Вік пацієнтів – від 18 до 72 років.

У всіх пацієнтів СЦА мали гігантський розмір. У 5 (31,3 %) спостереженнях зафіксували ознаки виразного тромбоформування в порожнині СЦА, у 6 (37,5 %) – геморагічний перебіг захворювання з тенденцією до повторних підкровлювань. У 8 (50 %) пацієнтів СЦА маніфестували псевдотуморозним типом перебігу захворювання. У 1 (6,25 %) пацієнта спостерігали трансформацію псевдотуморозного типу перебігу захворювання в епілептиформний. Ще в 1 (6,25 %) хворого діагностовано ішемічний перебіг захворювання, спричинений розвитком оклюзії СМА за наявності гігантської тромбованої СЦА СМА. Дані щодо локалізації СЦА наведено в табл. 1.

Таблиця 1. *Розподіл за локалізацією складної церебральної аневризми*

Локалізація аневризми	Кількість спостережень	
	Абс.	%
ПМА–ПСА	1	6,25
ВСА	10	62,5
СМА	5	31,25
Усього	16	100,0

Усім пацієнтам у комплексному лікуванні захворювання застосовано методики хірургічної реваскуляризації. У 2 (12,5 %) хворих хірургічну реваскуляризацію поєднали з ендоваскулярними втручаннями, спрямованими на виключення СЦА. Ці втручання мали характер гібридної хірургії.

Застосовано такі методики реваскуляризаційних втручань: накладання ЕІКА за типом ЗоСА–СМА (M_2-сегмент) у поєднанні з деконструктивним виключенням СЦА виконано 10 (64,3 %) пацієнтам, накладання ЕІКА за типом ЗоСА–СМА (M_3-сегмент) – 1 (6,25 %), за наявності гігантської СЦА ПМА–передньої сполучної артерії (ПСА) накладання ІІКА між A_4-сегментами обох

ПМА в поєднанні з ендоваскулярною деконструктивною оклюзією СЦА спіралями – 1 (6,25 %), методику накладання множинних (2) ІІКА між M_4-сегментами СМА у поєднанні з ЕІКА між ЗоСА та M_2-сегментом СМА і деконструктивним виключенням гігантської СЦА СМА за допомогою кліпування – 1 (6,25 %), накладання ЕІКМА між поверхневою скроневою артерією (ПоСА) та кірковою гілкою СМА з наступною спробою ендоваскулярного деконструктивного виключення гігантської СЦА біфуркації ВСА – 1 (6,25 %), накладання ізольованого ЕІКМА між ПоСА та кірковою гілкою СМА при ішемічному перебігу тромбованої СЦА СМА – 1 (6,25 %), накладання ізольованого високопотокового анастомозу між ЗоСА та M_2-сегментом СМА без наступного виключення гігантської СЦА ВСА – 1 (6,25 %).

У 14 (87,5 %) пацієнтів поєднували одномоментне накладання анастомозу (анастомозів) та виключення СЦА із кровотока. У 2 (12,5 %) хворих виконали попереднє накладання анастомозу без виключення СЦА, через недостатність досягнутого кровопостачання дистального артеріального русла виключення СЦА запланували здійснити пізніше.

Клінічний випадок № 1

Пацієнтка віком 44 роки. Перебіг захворювання – псевдотуморозний. Тривалість захворювання – 2 роки. У неврологічному статусі – окорухові порушення та птозування лівої верхньої повіки. За результатами магнітно-резонансної томографії (МРТ) головного мозку виявлено ознаки гігантської СЦА кавернозного відділу лівої ВСА. Діагноз підтверджено результатами селективної церебральної ангіографії (СЦАГ) (рис. 1).

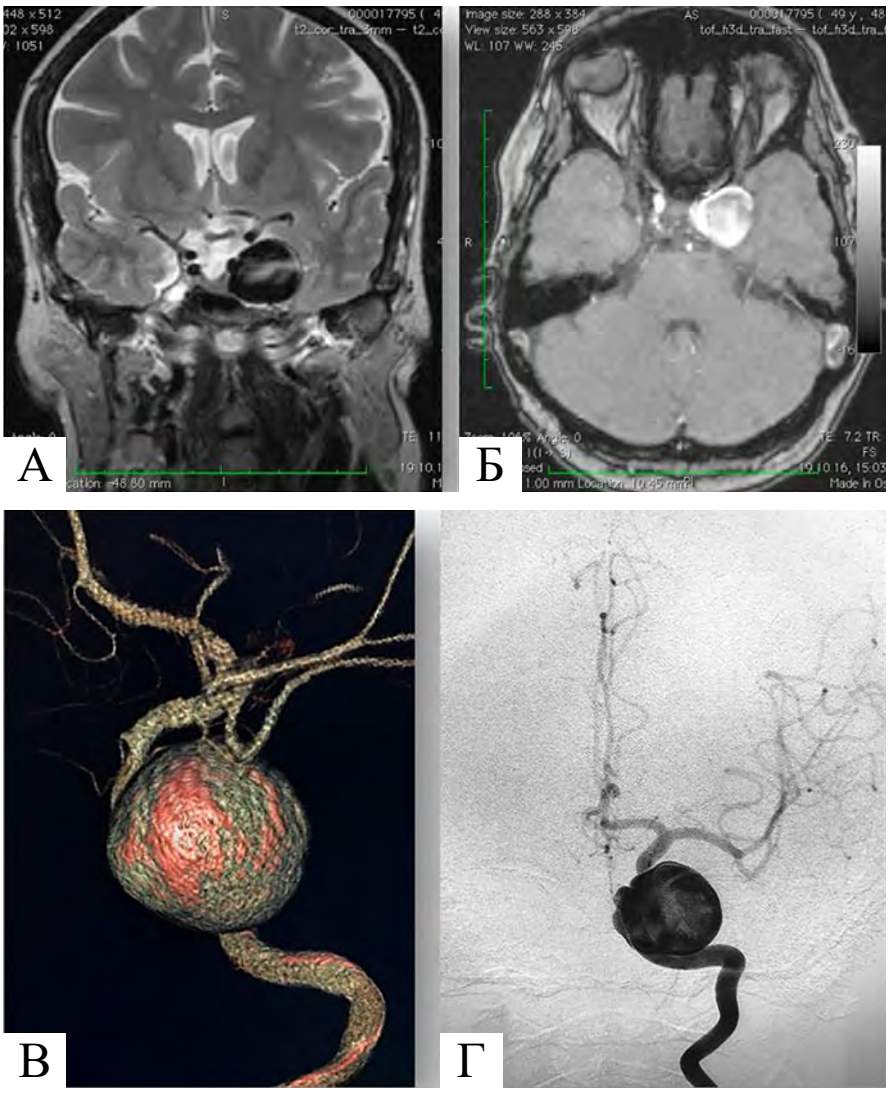


Рис. 1. *МРТ (А, Б) і СЦАГ: діагностовано СЦА кавернозного відділу лівої ВСА; В – 3D-ангіографія; Г – СЦАГ, фронтальна проекція*

З огляду на складну анатомічну форму СЦА кавернозного відділу ВСА, відсутність шийки, фузиформний характер аневризми, стенозування ВСА дистальніше за СЦА, ризики ендоваскулярного лікування шляхом імплантації FD-стенту оцінено як вкрай високі. Планування хірургічного лікування передбачало виконання балонної тест-оклюзії, яка виявилася позитивною (що свідчило про недостатність колатерального кровопостачання басейну лівої ВСА). З урахуванням наявних даних визначено показання до виконання відкритого хірургічного втручання, метою якого було виключення СЦА лівої ВСА з кровотока за допомогою реваскуляризаційної операції накладання високопотокового ЕІКА між ЗоСА та M_2-сегментом лівої СМА з наступним деконструктивним виключенням СЦА кавернозного відділу лівої ВСА разом з лівою ВСА шляхом її перев'язки в ділянці шиї та кліпування лівої ВСА інтракраніально дистальніше за СЦА. Як донор первинно заплановано використати графт променевої артерії, але через розвиток виразного спазмування променевої артерії та значне внаслідок цього зменшення її довжини застосовано графт великої підшкірної вени нижньої кінцівки.

Першим етапом хірургічного втручання виконано забір великої підшкірної вени нижньої кінцівки, потім доступ до судинно-нервового пучка шиї ліворуч з виділенням дистального відділу лівої загальної сонної артерії, її біфуркації, початкового відділу ВСА та ЗоСА.

Транскраніальний етап хірургічного втручання передбачав виконання розширеної птеріональної кістково-пластичної краніотомії ліворуч, дисекцію латеральної щілини мозку з поетапним виділенням сегментів M_4– M_1 лівої СМА, ділянки біфуркації лівої ВСА, супраклиноїдного відділу лівої ВСА на всьому його протязі. Після дисекції, адекватного виділення та візуалізації M_2-сегментів лівої СМА прийнято рішення про створення ЕІКА між донором (великою підшкірною веною нижньої кінцівки) і M_2-сегментом (скроневим стовбуром) лівої СМА. Під час проведення цієї операції досягнуто адекватної хірургічної реваскуляризації басейну лівої СМА шляхом накладання високопотокового ЕІКА між ЗоСА та M_2-сегментом (скроневим стовбуром) лівої СМА (рис. 2). Задовільне

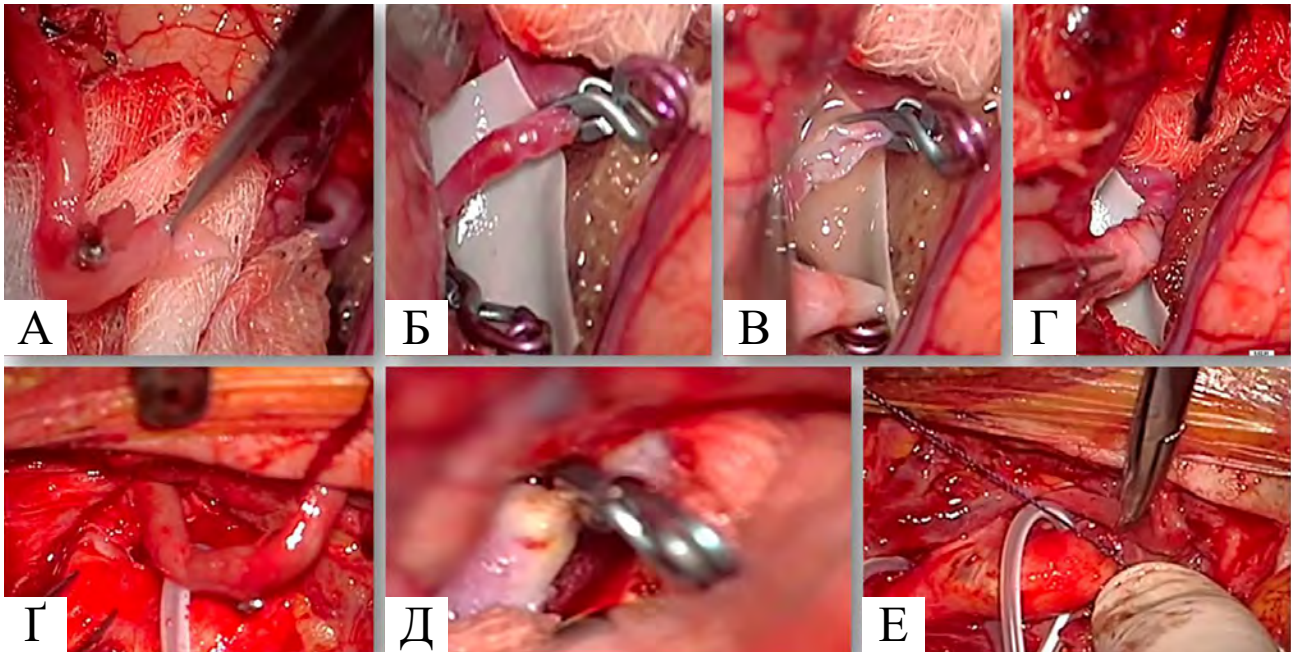


Рис. 2. *Етапи хірургічного втручання: А – графт великої підшкірної вени нижньої кінцівки підведений до реципієнта; Б – на реципієнт (M_2-сегмент СМА) накладено тимчасові кліпси; В – розтин стінки M_2-сегмента СМА; Г – накладено високопотоковий ЕІКА між графтом великої підшкірної вени нижньої кінцівки та M_2-сегментом СМА; Ґ – сформований анастомоз між ЗоСА та проксимальним кінцем графта великої підшкірної вени нижньої кінцівки; Д – кліпування ВСА дистальніше за СЦА; Е – перев'язка ВСА проксимальніше за СЦА в ділянці шиї*

функціонування високопотокового ЕІКА засвідчено візуально та методом контактної ультразвукової допплерографії під час проведення хірургічного втручання.

Шляхом трепінгу виключено СЦА кавернозного відділу лівої ВСА. Виконано кліпування лівої ВСА в її супраклиноїдному відділі дистальніше за СЦА та перев'язку лівої ВСА в ділянці шиї проксимальніше за СЦА кавернозного відділу лівої ВСА (див. рис. 2).

Післяопераційний перебіг без особливостей. Контрольна мультиспіральна комп'ютерна ангіографія (МСКТ-АГ) засвідчила радикальне виключення СЦА кавернозного відділу ВСА з кровотока та адекватне функціонування високопотокового ЕІКА. Катамнез становив 5 років. СЦАГ виконували двічі з інтервалом 12 міс.

Контрольна СЦАГ і МСКТ-АГ (рис. 3) засвідчили адекватне функціонування високопотокового анастомозу, наявність задовільного штучно створеного колатерального кровотока в басейні лівої СМА, відсутність контрастування СЦА ВСА. Відзначено повний регрес неврологічної симптоматики.

Клінічний випадок № 2

Пацієнт віком 53 роки. Тривалість захворювання – 7 років. Перебіг захворювання – псевдотуморозний з трансформацією в епілептиформний. У неврологічному статусі симптоматична епілепсія, сенсомоторні афатичні порушення. У 2009 р. діагностована ЦА сегментів M_1–M_2 лівої СМА, однак пацієнт від хірургічного лікування категорично відмовився. Перебував під спостереженням невролога за місцем проживання. На момент верифікації діагнозу розміри ЦА становили 7,0 × 8,0 мм. У 2016 р. відзначив появу зазначеної неврологічної симптоматики, що стало підставою для виконання контрольної МРТ головного мозку. За її результатами верифіковано значне збільшення розмірів аневризми (рис. 4).

Хворого було госпіталізовано для дообстеження та визначення тактики і варіанта хірургічного лікування. Результати МСКТ головного мозку та МСКТ-АГ свідчили про наявність СЦА сегментів M_1–M_2 лівої СМА (рис. 5).

За результатами СЦАГ виявлено, що СЦА має гігантські розміри та нетромбована. Обидва стовбури M_2 (лобний і скроневий) беруть початок безпосередньо з тіла СЦА. Аневризму неможливо адекватно виключити методами ендоваскулярної емболізації та класичного кліпування і ре-

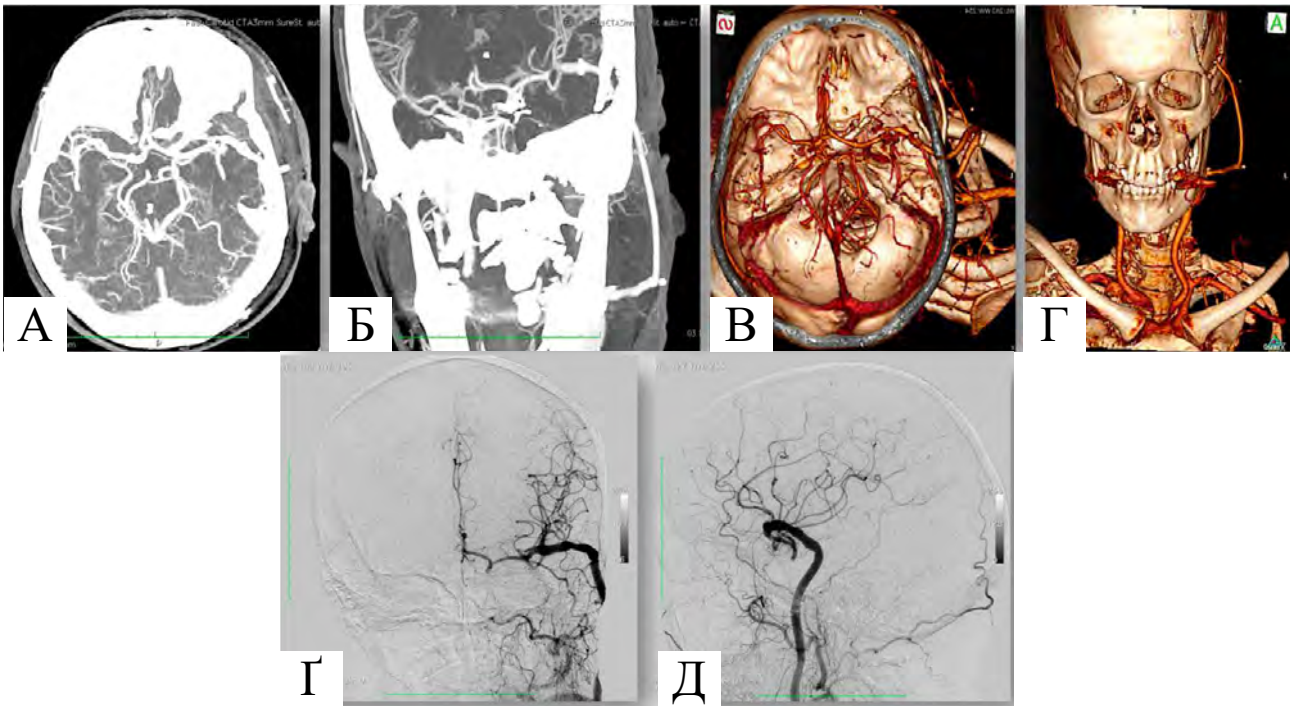


Рис. 3. *Контрольна МСКТ-АГ (А–Г) через 3 міс; СЦАГ (Ґ, Д) через 12 міс після виконання хірургічного втручання*

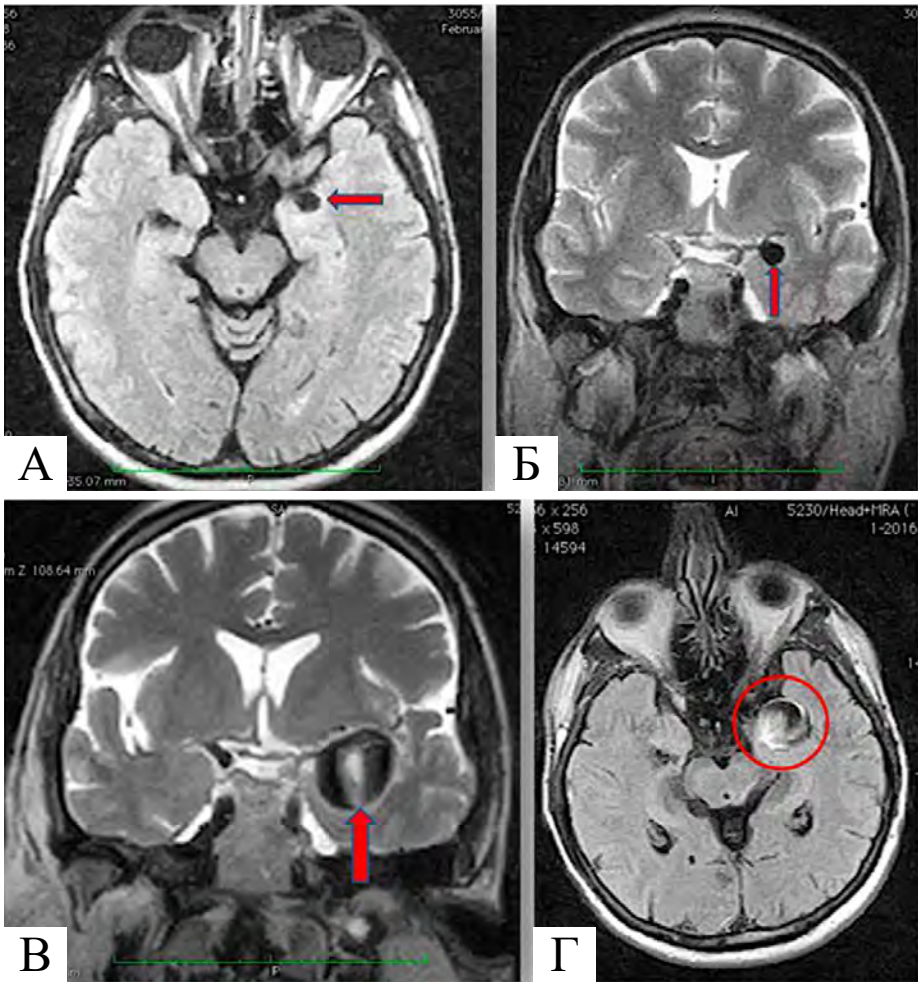


Рис. 4. *МРТ головного мозку в динаміці (2009–2016 рр.):*
А, Б – МРТ головного мозку 2009 р. (ознаки ЦА лівої СМА); В, Г – МРТ головного мозку 2016 р. (значне збільшення розмірів ЦА лівої СМА, її трансформація в СЦА)

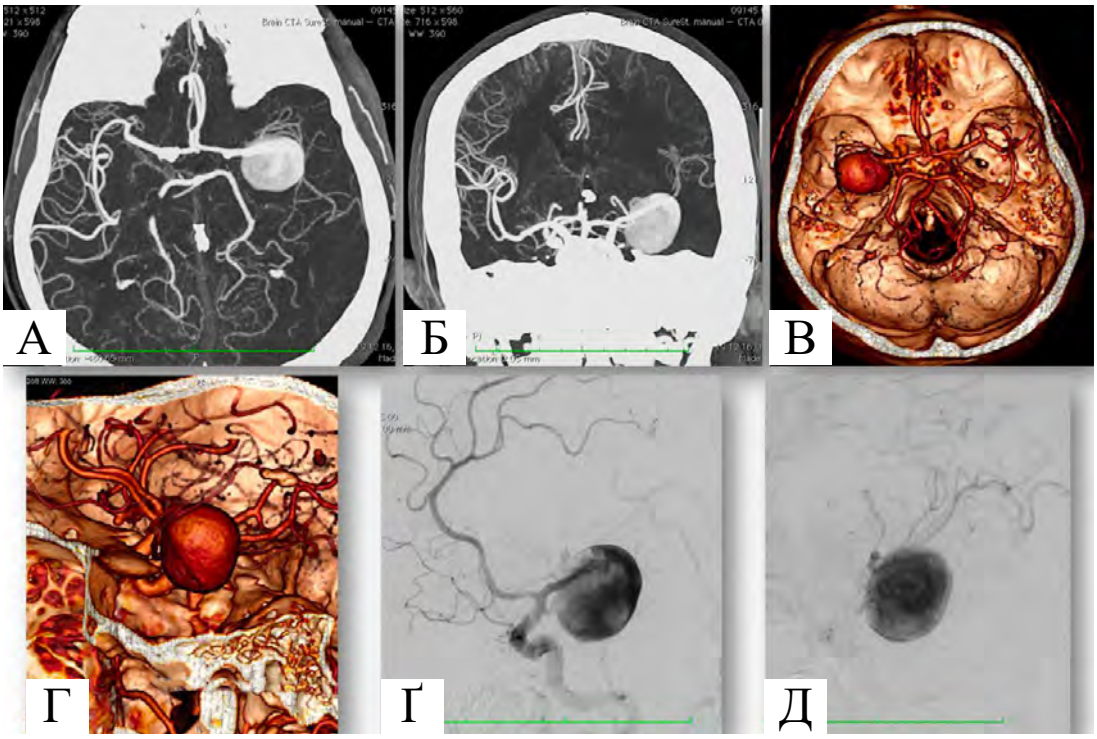


Рис. 5. *МСКТ-АГ (А–Г) та СЦАГ (Ґ, Д)*

моделювання. Установлено показання до відкритого хірургічного лікування СЦА із застосуванням хірургічної реваскуляризації. Хірургічна тактика передбачала накладання множинних (2) ІІКА між M_4-сегментами лівої СМА з наступним накладанням високопотокового ЕІКА між ЗоСА та M_2-сегментом (скроневим стовбуром) СМА в поєднанні з деконструктивним виключенням СЦА шляхом кліпування. Як графт використано праву променеву артерію. Виконано розширену птеріональну кістково-пластичу краніотомію ліворуч, дисекцію латеральної щілини мозку з виділенням сегментів M_1–M_4 лівої СМА та гігантської СЦА СМА (рис. 6).

Наступним етапом виконано формування високопотокового ЕІКА між M_2-сегментом (скроневим стовбуром) лівої СМА та ЗоСА в ділянці шиї з використанням графта променевої артерії (рис. 7).

Це хірургічне втручання мало суттєве ускладнення. Після формування множинних ІІКА та високопотокового ЕІКА відзначено розвиток тромбозу у ділянці високопотокового ЕІКА та скроневому стовбурі лівої СМА. Ділянку високопотокового ЕІКА розшито. Виконано відкриту тромбекстракцію тромботичних мас зі скроневого стовбура СМА та ділянки ЕІКА. Високопотоковий ЕІКА сформовано повторно. Задовільна прохідність високопотокового ЕІКА та множинних ІІКА засвідчена візуально та за допомогою контактної ультразвукової допплерографії. Після цього виконане деконструктивне виключення СЦА лівої СМА шляхом кліпування. За допомогою ультразвуко-

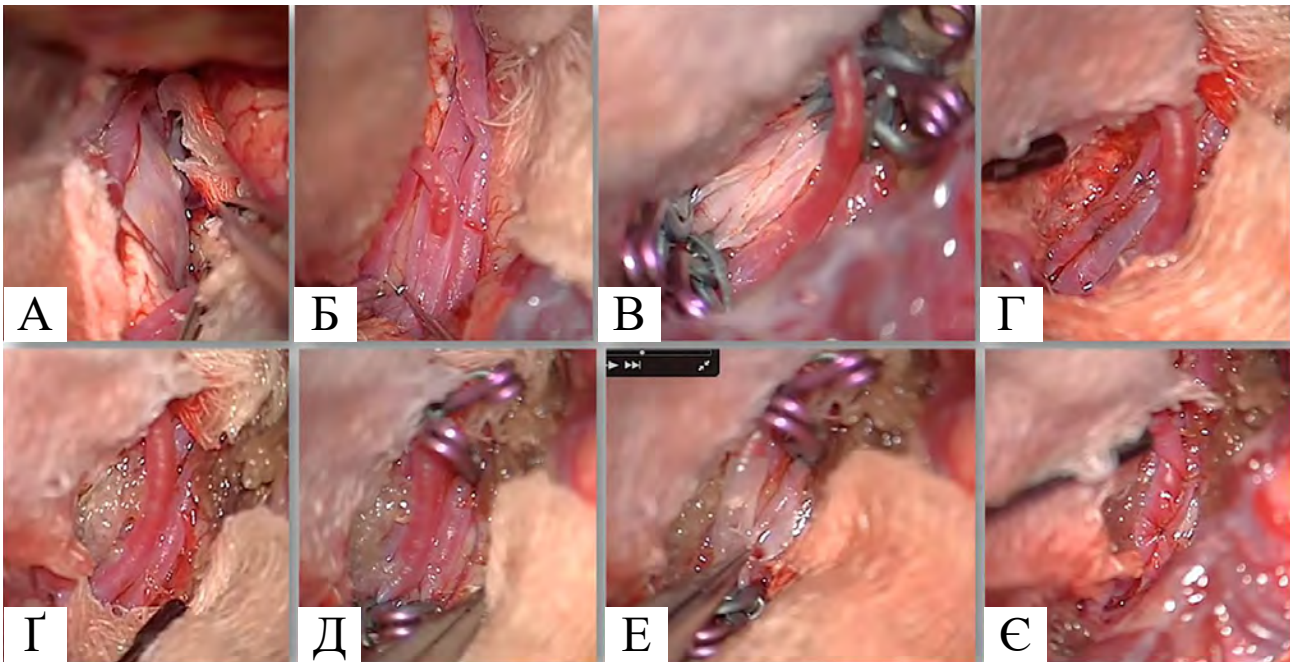


Рис. 6. *Накладання множинних ІІКА між M_4-сегментами СМА: А – вигляд латеральної щілини мозку після виконання арахноїдальної дисекції. Візуалізовані обидва M_2-сегменти лівої СМА, дистальний відділ M_1-сегмента лівої СМА. Ліворуч виділена по перифокальній зоні стінка СЦА СМА; Б – дисекція M_4-сегментів скроневого та лобного стовбурів лівої СМА. Останні виділені, відділені від арахноїдальних зрощень та максимально наближені один до одного; В – на виділені M_4-сегменти лівої СМА накладено тимчасові кліпси. Виконано підготовку для накладання ІІКА за типом бік у бік між M_4-сегментами лівої СМА; Г – вигляд сформованого ІІКА між M_4-сегментами лобного та скроневого стовбурів лівої СМА; Ґ – M_4-сегменти лобного та скроневого стовбурів СМА підготовлені до формування ІІКА; Д – на обидва M_4-сегменти лобного і скроневого стовбурів СМА накладено тимчасові кліпси; Е – формування ІІКА шляхом накладання мікросудинного шва; Є – вигляд сформованого другого ІІКА між M_4-сегментами лобного та скроневого стовбурів лівої СМА*

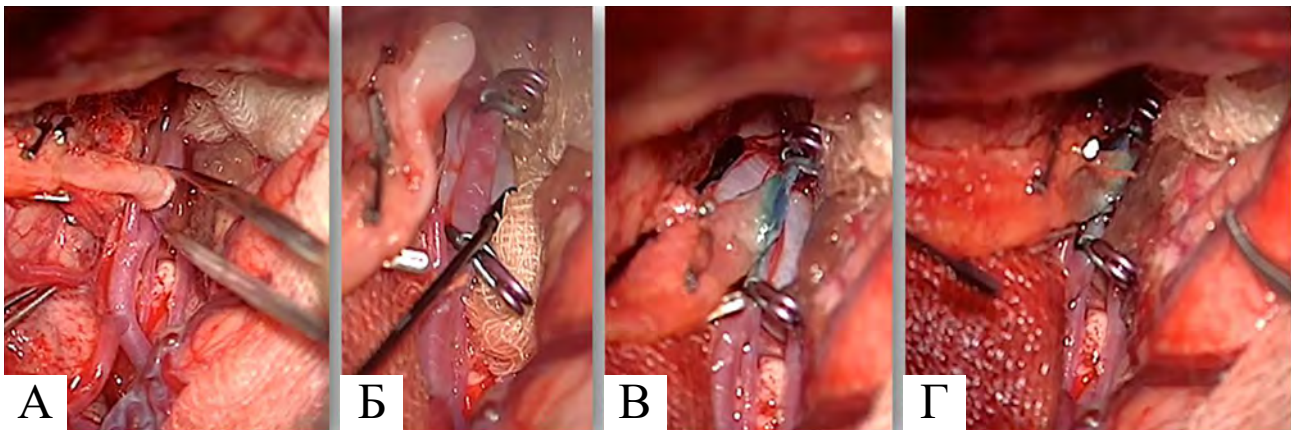


Рис. 7. *Накладання ЕІКА між ЗоСА та M_2-сегментом СМА: А – графт променевої артерії проведено інтракраніально до M_2-сегмента лівої СМА; Б – M_2-сегмент лівої СМА виділений та підготовлений до формування високопотокового ЕІКА. Дистальніше та проксимальніше за ділянку анастомозування накладено тимчасові кліпси; В – формування високопотокового ЕІКА шляхом накладання мікросудинного шва; Г – вигляд сформованого високопотокового ЕІКА між графтом променевої артерії та M_2-сегментом лівої СМА*

вої допплерографії засвідчено задовільну прохідність множинних ІІКА та наявність адекватного кровопостачання басейну лівої СМА. У післяопераційний період зафіксовано незначне посилення афатичних порушень. Після курсу лікування пацієнт у задовільному стані виписаний для продовження лікування під спостереженням невролога.

Контрольну СЦАГ виконано пацієнту через 3 та 12 міс після хірургічного втручання (рис. 8). На ангіограмах відзначено наявність задовільної прохідності обох ІІКА та високопотокового ЕІКА, адекватність кровопостачання басейну лівої СМА і відсутність контрастування СЦА. Загальна тривалість катамнезу – 6 років.

У неврологічному статусі зберігаються окремі елементи афатичних порушень моторного характеру, однак пацієнт повністю соціалізований, повернувся до звичайного ритму життя та навіть займається дайвінгом.

Клінічний випадок № 3

Пацієнтка віком 63 роки. Перебіг захворювання – рецидивний геморагічний. Первинно перенесла гостре порушення мозкового кровообігу (ГПМК) за типом субарахноїдального крововиливу (САК) через розрив гігантської, більшою час-

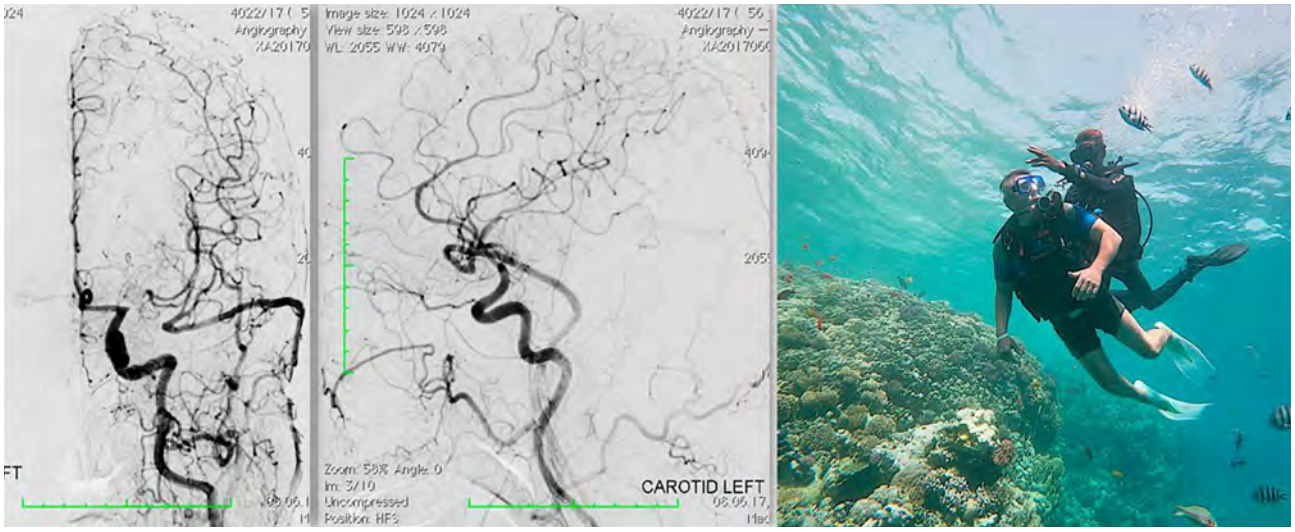


Рис. 8. *СЦАГ через 12 міс та фото пацієнта через 3 роки після хірургічного втручання*

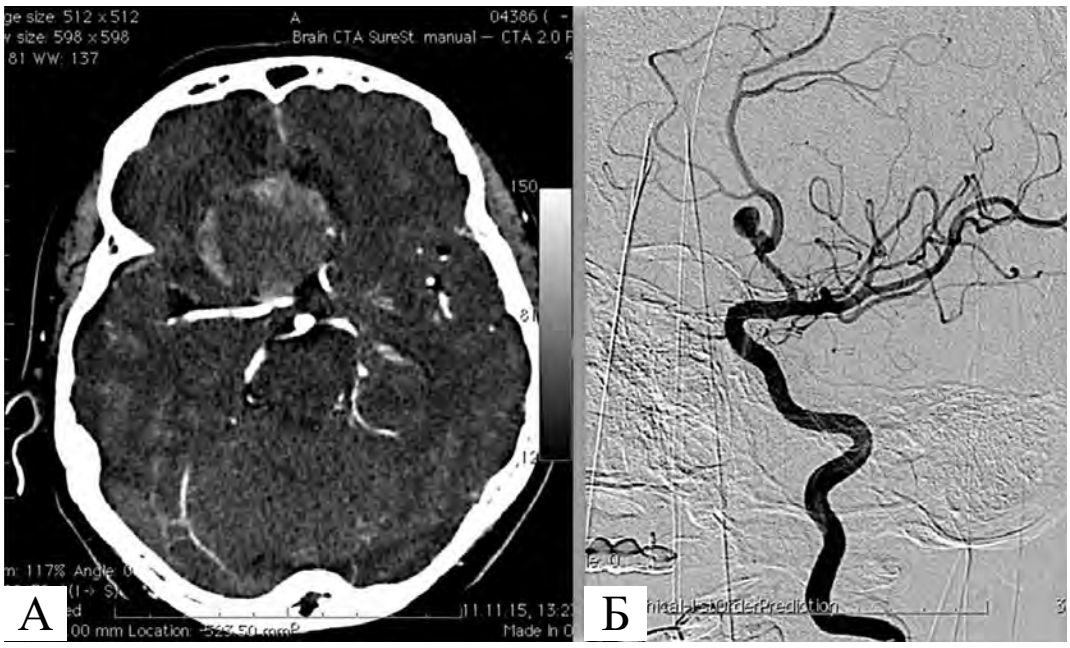


Рис. 9. *МСКТ та СЦАГ: А – МСКТ. Визначається гігантська СЦА ПМА–ПСА, масивний базальний субарахноїдальний крововилив; Б – СЦАГ, визначається пришийкове контрастування СЦА ПМА–ПСА*

тиною, тромбованої СЦА комплексу ПМА–ПСА. Виконана МСКТ головного мозку виявила наявність гігантської СЦА ПМА–ПСА, що розшаровується (рис. 9). За результатами СЦАГ має місце СЦА комплексу ПМА–ПСА з незначною зоною активного кровообігу в пришийковій ділянці (див. рис. 9).

Прийняте рішення про доцільність ендоваскулярної емболізації частини СЦА комплексу ПМА–ПСА, що функціонує, спіралями (рис. 10). Досягнуто тотального виключення СЦА з кровотока.

Після курсу лікування пацієнтка у задовільному стані виписана для продовження лікування під спостереженням невролога за місцем проживання. Контрольну СЦАГ виконано через 2 міс після хірургічного втручання. Підтверджено тотальне виключення СЦА ПМА–ПСА з кровотока (рис. 11).

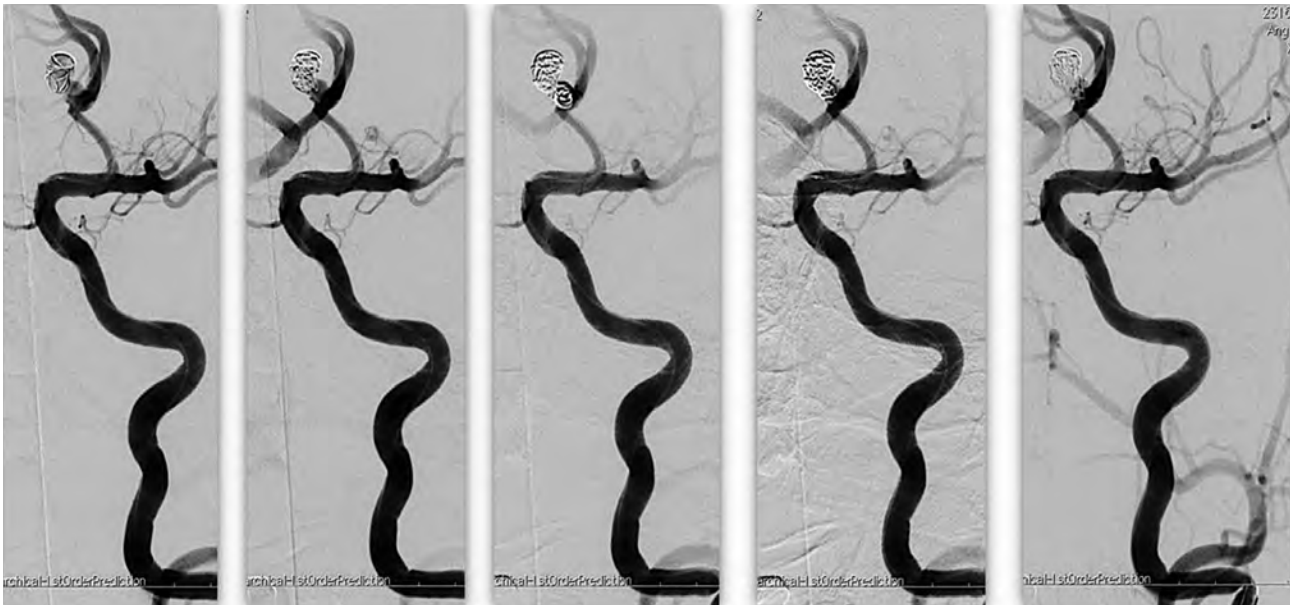


Рис. 10. *Ендоваскулярна емболізація частини СЦА ПМА–ПСА, що функціонує, спіралями*

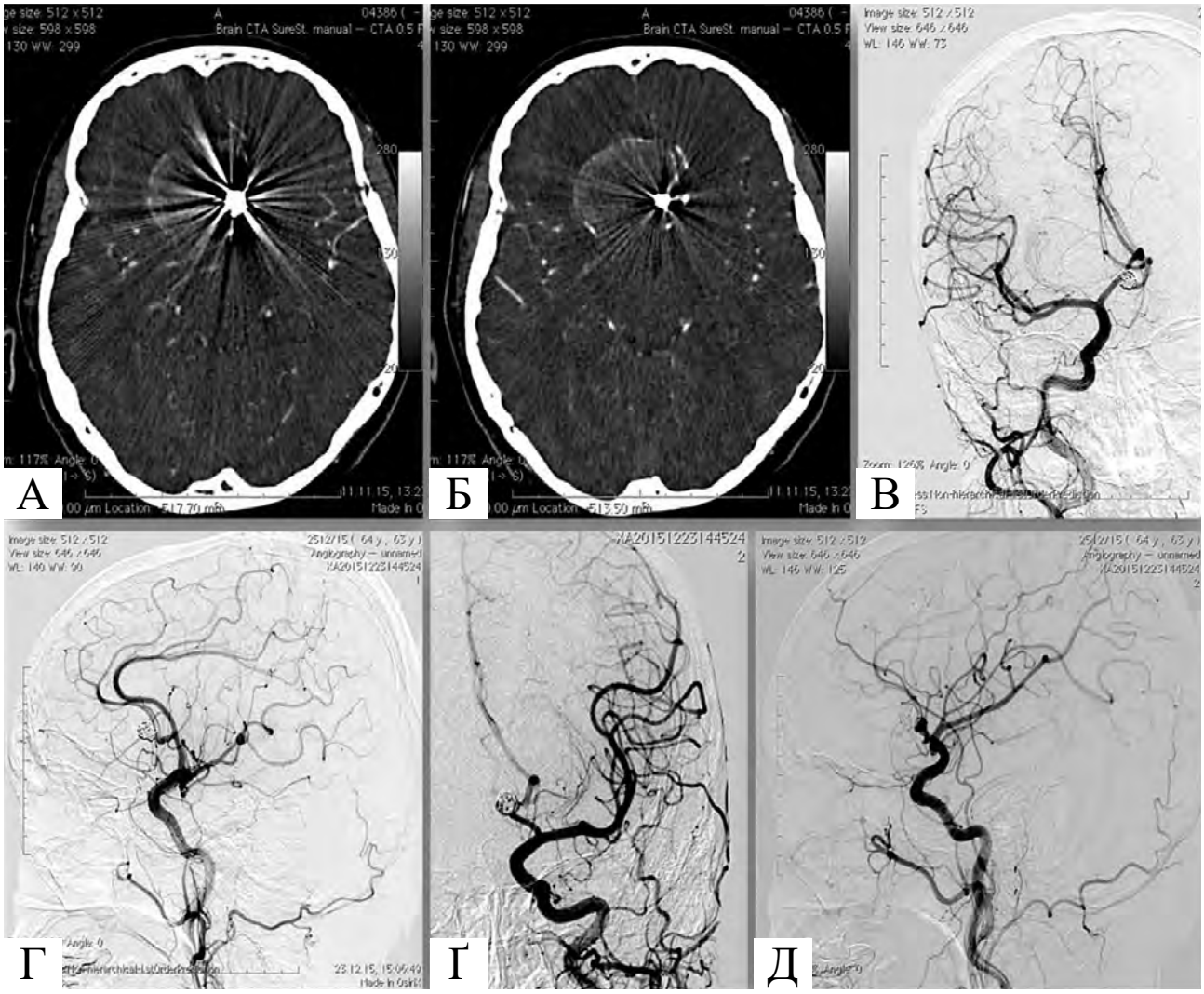


Рис. 11. *МСКТ (А, Б) та СЦАГ (В–Д) через 2 міс після хірургічного втручання: СЦА тотально виключена з кровотока*

Повторне погіршення стану відзначене через 3 міс після первинного САК. Пацієнтка у тяжкому стані госпіталізована у наше відділення. Відзначено пригнічення свідомості до сопору, наявність виразної менінгеальної симптоматики. За результатами МСКТ головного мозку виявлено ознаки ГПМК за типом субарахноїдально-паренхіматозно-вентрикулярного крововиливу (рис. 12). Контрольна СЦАГ (див. рис. 12) вказала на часткову пришийкову реканалізацію попередньо емболізованої СЦА комплексу ПМА–ПСА.

Після курсу інтенсивної терапії досягнуто стабілізації стану пацієнтки. З огляду на високий ризик розвитку повторного ГПМК за геморагічним типом визначено показання до виконання гібридної операції, метою якої було накладання ІІКА між A_4-сегментами обох ПМА з наступним деконструктивним виключенням СЦА комплексу ПМА–ПСА спіралями разом з ПМА, яка несе аневризму.

Перший етап втручання передбачав виконання кістково-пластичної парасагітальної краніотомії, виділення обох ПМА та накладання ІІКА між A_4-сегментами обох ПМА (рис. 13). Час накладання ЕІКА становив близько 60 хв. Адекватне функціонування ІІКА засвідчене даними контактної ультразвукової допплерографії.

Після виконання транскраніального етапу хірургічного втручання, метою якого було створення ІІКА між A_4-сегментами обох ПМА (штучно створена додаткова передня сполучна артерія), пацієнтку транспортовано в рентгено-операційну для проведення другого етапу хірургічного лікування – деконструктивного виключення СЦА комплексу ПМА–ПСА разом із лівою ПМА.

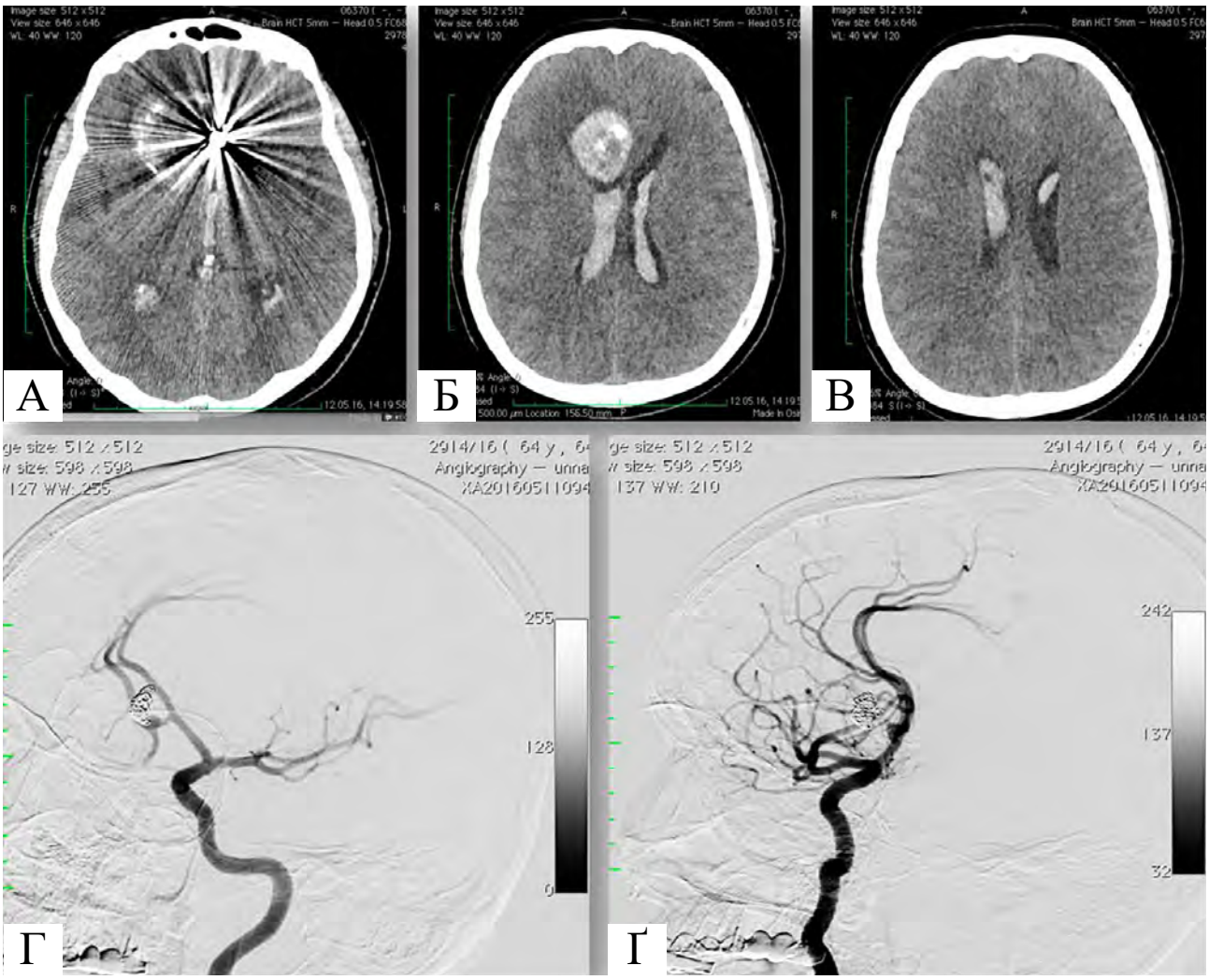


Рис. 12. *МСКТ (А–В) та СЦАГ (Г–Ґ) після повторного ГПМК за геморагічним типом: ознаки реканалізації пришийкової ділянки СЦА*

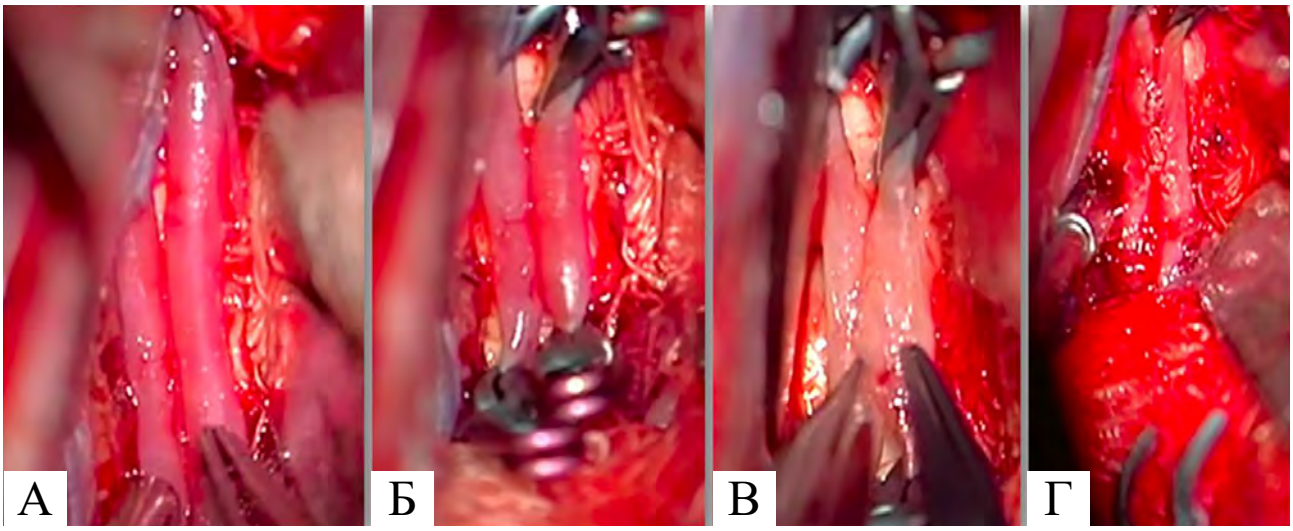


Рис. 13. *Етапи накладання ІІКМА A_4-A_4: А – міжпівкульним доступом виділено A_4-сегменти обох ПМА; Б – накладено тимчасові кліпси на підготовлену для анастомозування ділянку A_4-сегментів обох ПМА; В – A_4-сегменти обох ПМА розсічені повздовжньо та підготовлені до анастомозування за типом бік у бік; Г – ІІКА між A_4-сегментами обох ПМА за типом бік у бік сформовано шляхом накладання мікросудинного шва*



Рис. 14. *Ретро та конградне заповнення лівої ПМА через ІІКА*

Доопераційна СЦАГ виявила наявність адекватного функціонування ІІКА між A_4-сегментами обох ПМА (рис. 14).

Пацієнтці виконано ендоваскулярну операцію деконструктивного виключення СЦА ПМА–ПСА разом з лівою ПМА шляхом емболізації спіралями. На момент закінчення ендоваскулярної операції контрольна СЦАГ демонструвала радикальне виключення СЦА комплексу ПМА – ПСА з кровотока, наявність задовільного колатерального кровопостачання басейну лівої ПМА через ІІКМА між A_4-сегментами обох ПМА (рис. 15).

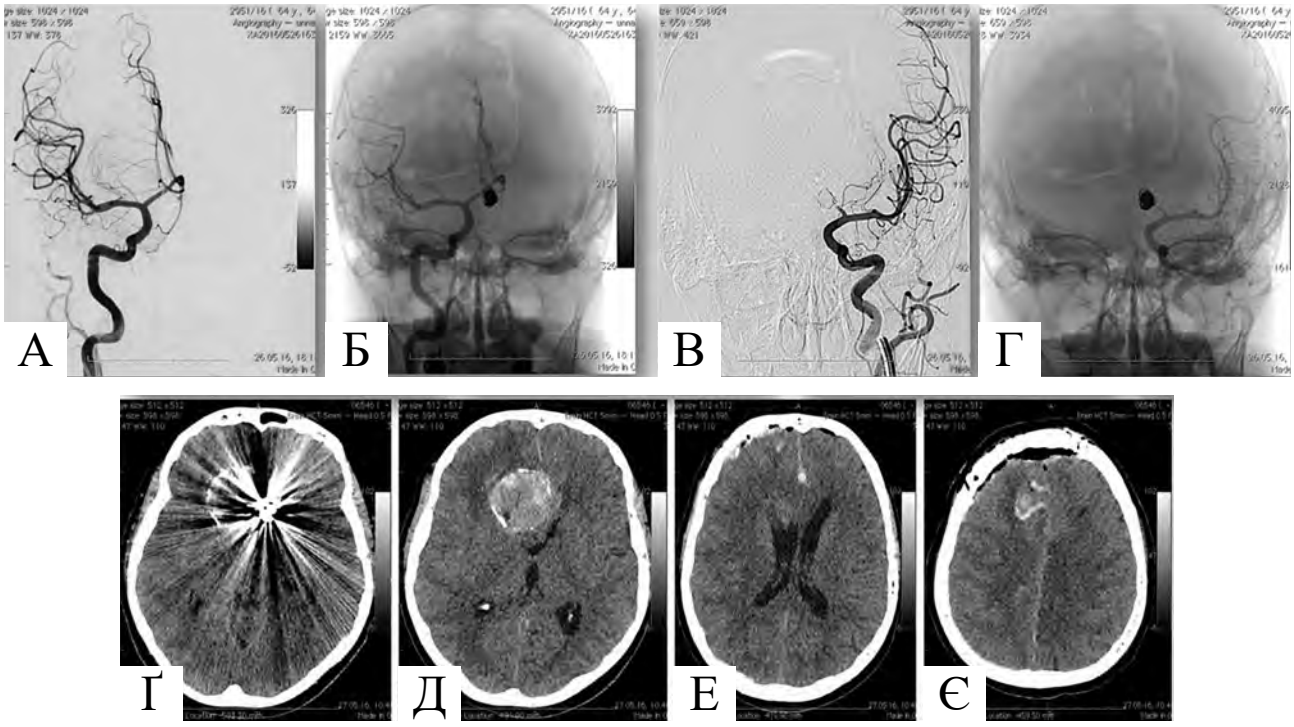


Рис. 15. *Післяопераційні СЦАГ (А–Г) та МСКТ (Ґ–Є)*

У подальшому пацієнтка лікувалася консервативно. Виписана у стані помірної інвалідизації, який відповідає градації 3 за модифікованою шкалою Ренкіна (мШР), згодом відновлена до градації 2 за мШР. Катамнез – 3 роки.

Результати

Задовільні результати хірургічного лікування (градації 1 та 2 за мШР) у загальній групі спостерігали у 13 (81 %) прооперованих пацієнтів. Глибоку інвалідизацію (градація 5 за мШР) як наслідок хірургічного лікування зафіксували в 1 (6 %) пацієнта. Два (13 %) пацієнти померли.

У групі пацієнтів, яким виконали хірургічну реваскуляризацію та виключали СЦА одномоментно, задовільні результати спостерігали у 13 (92,9 %) із 14 (100 %). Померли 2 пацієнти з геморагічним типом перебігу СЦА, яким першим етапом виконали хірургічну реваскуляризацію та планували відтерміноване виключення СЦА.

Обговорення

Описано результати 16 випадків лікування СЦА із застосуванням методу хірургічної реваскуляризації з використанням техніки мікроанастомозу. Отримано як задовільні (у більшості випадків), так і незадовільні результати лікування. Слід ураховувати той факт, що краще виконувати одномоментне накладання анастомозу та виключення СЦА з кровотока, особливо за геморагічного типу перебігу СЦА, але незавжди вдається досягти адекватної реваскуляризації дистального артеріального русла накладанням лише ЕІКА. Можливо, доцільно частіше поєднувати ЕІКА з ІІКА, що дасть змогу створити додатковий колатеральний резерв і проводити виключення СЦА з кровотока одномоментно.

Ми розуміємо, що застосування хірургічної реваскуляризації є технічно непростою методикою, тому не можемо її рекомендувати для рутинного застосування.

З урахуванням стрімкого розвитку методів ендоваскулярного виключення ЦА не вважаємо методику хірургічної реваскуляризації альтернативою ендоваскулярному напряму лікування. Така методика обґрунтована у разі високого ризику або неможливості виконання як ендоваскулярного виключення, так і ремоделювального кліпування ЦА.

Висновки

Впровадження та застосування техніки мікроанастомозу розширює можливості хірургічного лікування СЦА. Реваскуляризаційні хірургічні втручання високоефективні щодо профілактики ішемічних ускладнень при виключенні СЦА. Рекомендаціями (показаннями) до реваскуляризаційного втручання слід вважати неможливість проведення та високі ризики розвитку ішемічних ускладнень при виконанні кліпування, що ремоделює, або ендоваскулярного виключення СЦА.

References

1. Yasargil MG. Anastomosis between superficial temporal artery and a branch of the middle cerebral artery. Microsurgery. Applied to neurosurgery. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 1969. P.105-115. ISBN: 9783134535020
2. Amin-Hanjani S, Charbel FT. Is extracranial-intracranial bypass surgery effective in certain patients? Neurosurg Clin. 2006 Nov;24(4):729-43. DOI: 10.1016/j.ncl.2006.06.010
3. Krayenbühl N, Khan N, Gesnulis E, et al. Emergency extra-intracranial bypass surgery in the treatment of cerebral aneurysms. Acta Neurochir. Suppl. 2008;103:93-101. doi: 10.1007/978-3-211-76589-0_17.
4. Sanai N, Zador Z, Lawton MT. Bypass surgery for complex brain aneurysms: an assessment of intracranial-intracranial bypass. Neurosurgery. 2009;65(4):670-83; discussion 683. doi: 10.1227/01.NEU.0000348557.11968.F1.
5. Sekhar LN, Natarajan SK, Ellenbogen RG, Ghodke B. Cerebral revascularization for ischemia, aneurysms, and cranial base tumors. Neurosurgery. 2008;62(6 Suppl.3):1373-410; discussion 1408-10. doi: 10.1227/01.neu.0000333803.97703.c6.
6. Ramanathan D, Temkin N, Kim LJ, et al. Cerebral bypasses for complex aneurysms and tumors: long-term results and graft management strategies. Neurosurgery. 2012;70(6):1442-57; discussion 1457. doi: 10.1227/NEU.0b013e31824c046f.
7. Surdell DL, Hage ZA, Eddleman CS, et al. Revascularization for complex intracranial aneurysms. Neurosurg Focus. 2008;24(2):E21. doi: 10.3171/FOC.2008.25.2.E21.

8. Sekhar LN, Duff JM, Kalavakonda C, Olding M. Cerebral revascularization using radial artery grafts for treatment of complex intracranial aneurysms: techniques and outcomes for 17 patients. Neurosurgery. 2011;49:646-58; discussion 658-9. doi: 10.1097/00006123-200109000-00023.
9. Liu JK, Kan P, Karwande SV, Couldwell WT. Conduits for cerebrovascular bypass and lessons learned from cardiovascular experience. Neurosurg. Focus. 2003;14(3):E3. PMID: 15709720
10. Sekhar LN, Bucur SD, Bank WO, Wright DC. Venous and arterial bypass grafts for difficult tumors, aneurysms, and occlusive vascular lesions: evolution of surgical treatment and improved graft results. Neurosurgery. 1999;44(6):1207-23; discussion 1223-4. doi: 10.1097/00006123-199906000-00028.
11. Mohit AA, Sekhar LN, Natarajan SK, Britz GW, Ghodke B. High-flow bypass grafts in the management of complex intracranial aneurysms. Neurosurgery. 2007;60(2 Suppl 1):ONS105-22; discussion ONS122-3. doi: 10.1227/01.NEU.0000249243.25429.EE.
12. Abdulrauf S.I. EC-IC bypass for giant ICA aneurysms. In: Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery: Expert Consult. Ed. by S.I. Abdulrauf. 1st ed. Philadelphia: Elsevier; 2011. P. 231-245. ISBN-13 978-1437717853
13. Lawton M, Sanai N. IC-IC bypasses for complex brain aneurysms. In: Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery: Expert Consult. Ed. by S.I. Abdulrauf. 1st ed. Philadelphia: Elsevier; 2011. P. 129-144. ISBN-13 978-1437717853
14. Jho DH, Dunn GP, Ogilvy CS. Bypass surgery for complex MCA aneurysms. In: Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery: Expert Consult. Ed. by S.I. Abdulrauf. 1st ed. Philadelphia: Elsevier; 2011. P. 251-264. ISBN-13 978-1437717853
15. Pandey AS, Thompson BG. Cerebral bypass in the treatment of ACA aneurysms. In: Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery: Expert Consult. Ed. by S.I. Abdulrauf. 1st ed. Philadelphia: Elsevier; 2011. P. 247-250. ISBN-13 978-1437717853
16. Lee CH, Chiu TL, Tsai ST, Kuo WC. Extracranial-intracranial bypass in the treatment of complex or giant internal carotid artery aneurysms. Tzu Chi Medical Journal. 2015;27(3):113-9. https://doi.org/10.1016/j.tcmj.2015.06.004
17. Pancucci G, Potts M, Rodríguez-Hernández A, Andrade H, Guo L, Lawton M. Rescue bypass for revascularization after ischemic complications in the treatment of giant or complex intracranial aneurysms. World Neurosurgery. 2015;83(6):912-20. doi: 10.1016/j.wneu.2015.02.001.

SURGICAL REVASCULARIZATION (BYPASS SURGERY) IN THE TREATMENT OF COMPLICATED CEREBRAL ANEURYSMS

V.V. MOROZ, O.Yu. HARMATINA, I.I. SKOROKHODA, N.A. SHAKHIN, R.B. GHANEM, U.I. MALIAR
The State Institution «Romodanov Neurosurgery Institute NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

The aim of surgical treatment of any cerebral aneurysm is to achieve its total exclusion from the bloodstream. Although the progress in the development and implementation of microsurgical and the latest endovascular technologies, in many cases, the treatment of complex cerebral aneurysms is not an easy task. Unsatisfactory results of the exclusion of complicated cerebral aneurysms are due to many factors, for instance: gigantic size, fusiform or dolichoectatic configuration of the cerebral aneurysm, the presence of atherosclerotic changes, anatomical features of the departure of functionally important arteries directly from the cerebral aneurysm. Such cerebral aneurysms are quite problematic both for microsurgical remodeling clipping and for endovascular exclusion. At the current stage, the introduction and use of the microanastomosis technique provides additional options and expands the possibilities of surgical treatment of complex cerebral aneurysms.

Objective – to analyze the possibilities and results of surgical treatment of complicated cerebral aneurysms using the technique of surgical revascularization (bypass surgery).

Materials and methods. An analysis of the results of the examination and surgical treatment of 16 patients with complicated cerebral aneurysms for the period from 2016 to 2020, who were treated and operated on in the emergency vascular neurosurgery department with the X-ray operating department Romodanov Institute of Neurosurgery of NAMS of Ukraine. All patients diagnosed with complicated cerebral aneurysms had gi-

gantic sizes. All cases of surgical intervention included placement of extra-intracranial microanastomosis or intra-intracranial anastomosis, sometimes a combination of it, to ensure normal blood supply to the vessel of complicated cerebral aneurysm that were planned to be devascularized. In 14 observations, one-time anastomosis and exclusion of complicated cerebral aneurysms were performed. In 2 observations, the first stage was an anastomosis without exclusion of the complicated cerebral aneurysms due to insufficient vascularization of the distal arterial branch for deconstructive exclusion of aneurysm.

Results. Satisfactory results of surgical treatment (grade 1 and 2 of Modified Rankin Scale (MRS)) in the general group of patients were observed in 13 (81 %) patients with complicated cerebral aneurysms. Unsatisfactory results of surgical treatment occurred in 3 (19 %) observations. Profound disability (MRS grade 5) as a result of surgical treatment was recorded in 1 (6 %) patient. Cases that ended fatally occurred in 2 (13 %) observations of the total group of patients. In the group of patients with surgical revascularization and excluded complicated cerebral aneurysms, satisfactory results were observed in 13 (92.9 %) patients. Fatal results of surgical treatment were recorded in 2 patients with a hemorrhagic course of complicated cerebral aneurysms, in which surgical revascularization was performed as first stage and scheduled removal of complicated cerebral aneurysms was planned.

Conclusions. The introduction and use of the microanastomosis technique expands the possibilities of surgical treatment of complicated cerebral aneurysms. Revascularization surgical interventions are highly effective in the prevention of ischemic complications when complicated cerebral aneurysms are excluded. Recommendations (indications) for revascularization should be considered in impossibility and high risks of ischemic complications during remodeling clipping or endovascular exclusion of complicated cerebral aneurysms.

Key words: complicated cerebral aneurysm; microanastomosis; surgical treatment; results of surgical treatment.