

Ukr Neurosurg J. 2024;30(2):36-42
doi: 10.25305/unj.300531

Особливості ангіоспазму та ішемічних ускладнень при розривах артеріальних аневризм головного мозку на тлі оклюзійно-стенотичних уражень артерій головного мозку

В.П. Комарницький, М.Ю. Орлов

Відділення нейрохірургічної патології судин голови та шиї, Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

Надійшла до редакції 22.03.2024
Прийнята до публікації 01.05.2024

Адреса для листування:

Орлов Михайло Юрійович,
Відділення нейрохірургічної патології судин голови та шиї, Інститут нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова, вул. Платона Майбороди, 32, Київ, 04050, Україна, e-mail: doc.orlov13@gmail.com

Мета: визначити вплив оклюзійно-стенотичних уражень артерій головного мозку на ангіоспазм та ішемічні ускладнення у хворих із розривами артеріальних аневризм.

Матеріали і методи. Проведено ретроспективне дослідження історій хвороби 1147 пацієнтів із аневризмами артерій головного мозку з 2006 р. до 2022 р. В основну групу було залучено 63 пацієнти, які відповідали таким критеріям: проведено хірургічне лікування, розрив мішкоподібних аневризм, доведена за допомогою інструментальних методів наявність оклюзійно-стенотичних уражень, у контрольну групу – 63 пацієнти, що відповідали таким критеріям: проведено хірургічне лікування, розрив мішкоподібних аневризм, доведена за допомогою інструментальних методів відсутність оклюзійно-стенотичних уражень. Серед пацієнтів переважали чоловіки (76 (60,32%)). Вік хворих становив від 31 до 77 років, середній вік – (55,90±0,76) року, середній вік чоловіків – (54,30±0,94) року, середній вік жінок – (58,30±1,19) року. За співвідношенням статей і віком групи були порівнянними.

Результати. Виявлено більшу частку пацієнтів із високою швидкістю церебрального кровотоку (>200 см/с, що відповідає швидкості при вазоспазмі церебральних артерій III ст.) в основній групі (32,56%) порівняно з контрольною (24,24%).

Висновки. Установлено переважання чоловіків серед пацієнтів основної групи (60,32%). Середній вік чоловіків із оклюзійно-стенотичними ураженнями був меншим, ніж у жінок (чоловіки – (54,30±0,94) року, жінки – (58,30±1,19) року). Різниця за віком максимально виражена в підгрупі основної групи зі стенозом 50–75% (чоловіки – 48,3 року, жінки – 62,0 роки). Розриви артеріальних аневризм середньої мозкової артерії частіше відбуваються за наявності стенозів (основна група – 25,4%, контрольна група – 12,7%). Неврологічний статус у пацієнтів із геморагічним інсультом унаслідок розриву артеріальної аневризми значно обтяжується оклюзійно-стенотичними ураженнями через виникнення хронічної ішемії мозку. Найтяжчий прогноз для життя та здоров'я – у чоловіків із розривом артеріальної аневризми на тлі стенотичного ураження 50–75% і тяжким вазоспазмом церебральних артерій.

Ключові слова: ангіоспазм; ішемічні ускладнення; розриви артеріальних аневризм; оклюзійно-стенотичні ураження; артерії головного мозку; хірургічне лікування

Артеріальні аневризми головного мозку в більшості випадків є вродженою патологією, яку лікують лише за допомогою хірургічних методик (транскраніальних [1–3], ендovasкулярних [4–13] та їх комбінацій). Поширеність артеріальних аневризм головного мозку становить 1–5% у популяції. Тривалий час артеріальні аневризми головного мозку не мають клінічних виявів і перебігають безсимптомно, але поширеність субарахноїдального крововиливу (САК) унаслідок їх розриву становить 6–10 випадків на 100 тис. населення на рік. Аневризматична хвороба судин головного мозку частіше трапляється в жінок [3, 4, 6, 14–19] молодого та середнього

віку [3, 4, 14–17], але вони менше страждають на атеросклероз завдяки ангіопротекторному ефекту естрогенів. Зазначені етіологічні чинники пояснюють рідкісність поєднання оклюзійно-стенотичного ураження з розривом артеріальної аневризми головного мозку [5, 6, 10, 15, 18, 19]. До чинників ризику розриву артеріальної аневризми головного мозку належать: артеріальна гіпертензія, ендокринні розлади, зниження функціональних спроможностей серцево-судинної системи та всього організму, що прогресує, пов'язане з процесом старіння.

На неврологічний статус хворих після розриву артеріальної аневризми значною мірою впливають

Copyright © 2024 В.П. Комарницький, М.Ю. Орлов



Робота опублікована під ліцензією Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ангіоспазм, спричинений САК [2, 3, 15, 16, 18] та наявність стенотичних уражень [1–22], оскільки вони погіршують церебральну гемодинаміку [3, 7, 20, 21] і призводять до вторинних ішемічних уражень головного мозку [4, 11, 12, 16, 18, 22]. Виразність ішемічних уражень буде більшою при меншому компенсаторно-присотсувальному колатеральному кровопостачанні [13, 20, 22], в якому беруть участь загальні сонні артерії, екстракраніальні та інтракраніальні відділи внутрішньої сонної артерії (ВСА), хребтові, основна (ОА), передні (ПСА) та задні сполучні (ЗСА), передня (ПМА), середня (СМА) та задня мозкові (ЗМА) тазовні сонні артерії. При достатній компенсації кровотоку оклюзійно-стенотичні ураження артерій [3, 5, 13, 20, 22] можуть бути випадковою знахідкою під час проведення ангиографії [4, 18, 20, 22] або мати клінічні вияви у вигляді інфарктів мозку та транзиторних ішемічних атак [8, 14, 18].

Тяжкість неврологічних виявів залежить від масивності та форми геморагічного інсульту, ступеня стенозу [5, 8, 14, 20], виразності ангіоспазму та об'єму вторинних ішемічних уражень. Найтяжчий неврологічний статус при масивному САК із паренхіматозним крововиливом та гемотампонадою шлуночків у поєднанні з критичним стенозом або оклюзією мозкових артерій на тлі ангіоспазму III ступеня.

Вплив ангіоспазму на тлі оклюзійно-стенотичного ураження артерій головного мозку та магістральних артерій шиї на вияви розриву артеріальних аневризм головного мозку мало вивчено. Це спричиняє складності при формуванні адекватного плану лікувальних заходів. Вивчення особливостей зазначеної патології сприятиме патогенетично обґрунтованій оптимізації протоколу лікування цієї категорії хворих та поліпшенню результатів хірургічного лікування, альтернативи якому за цього виду цереброваскулярної патології не існує.

Мета: визначити вплив оклюзійно-стенотичних уражень артерій головного мозку на ангіоспазм та ішемічні ускладнення у хворих із розривами артеріальних аневризм.

Матеріали і методи

Об'єкт дослідження – клінічні особливості виявів гострого порушення мозкового кровообігу за геморагічним та ішемічним типом, спричиненого розривом артеріальної аневризми головного мозку, на тлі ангіоспазму та оклюзійно-стенотичного ураження артерій головного мозку й магістральних артерій шиї.

Для перевірки припущення про наявність причинно-наслідкових зв'язків між оклюзійно-стенотичним ураженням артерій головного мозку та магістральних артерій шиї з клініко-морфологічними особливостями інсульту проведено ретроспективне дослідження в двох паралельних групах.

Учасники дослідження

Проведено ретроспективне дослідження історій хвороби 1147 пацієнтів з аневризмами артерій головного мозку з 2006 р. до 2022 р., із них відібрано 126, які отримали нейрохірургічне лікування при розривах артеріальних аневризм головного мозку. В основну групу було залучено 63 пацієнти, які

відповідали таким критеріям: проведене хірургічне лікування, розрив мішкоподібних аневризм, доведена за допомогою інструментальних методів наявність оклюзійно-стенотичних уражень, у контрольну групу – 63 пацієнти, що відповідали таким критеріям: проведене хірургічне лікування, розрив мішкоподібних аневризм, доведена за допомогою інструментальних методів відсутність оклюзійно-стенотичних уражень.

Від усіх хворих отримано усвідомлену й добровільну письмову згоду на участь у дослідженні та публікацію даних.

Проведення дослідження схвалене комісією з етики та біоетики Інституту нейрохірургії імені акад. А.П. Ромоданова НАМН України (протокол №3 від 16 грудня 2020 р.)

Критерії залучення

Для залучення пацієнтів в основну групу обрано такі критерії: проведене хірургічне лікування, розрив мішкоподібної аневризми, наявність (доведено за допомогою інструментальних методів обстеження) оклюзійно-стенотичних уражень, для залучення в контрольну групу – проведене хірургічне лікування, розрив мішкоподібної аневризми, відсутність (доведено за допомогою інструментальних методів обстеження) оклюзійно-стенотичних уражень.

Характеристики групи

Серед пацієнтів, залучених у дослідження, переважали чоловіки (76 (60,32%)). В основній групі (n=63) було 38 чоловіків та 25 жінок, у контрольній групі (n=63) – також 38 чоловіків і 25 жінок. Вік хворих становив від 31 до 77 років, середній вік – (55,90 ± 0,76) року, середній вік чоловіків – (54,30±0,94) року, середній вік жінок – (58,30±1,19) року. За співвідношенням статей і віком групи були порівнянними.

Дизайн дослідження

Усіх пацієнтів обстежено однаково. Під час госпіталізації визначали неврологічний статус (наявність загально мозкової, менінгіальної та вогнищевої симптоматики: рухових, мовних порушень, психічних розладів, порушення функції тазових органів) та проводили загальне обстеження органів і систем. У проведенні клінічного обстеження пацієнтів обов'язково брали участь нейрохірург, офтальмолог, отоларинголог, терапевт, за потреби – інші спеціалісти. Якщо госпіталізація відбувалася в ранні терміни після крововиливу, то обстеження проводили в ургентному порядку.

Для визначення тяжкості стану хворих при госпіталізації, а також до операції проводили оцінювання за шкалами Hunt–Hess, World Federation of Neurological Surgeons (WFNS), National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), шкалою коми Глазго (ШКГ). Обов'язково застосовували методи нейровізуалізації для об'єктивізації та визначення анатомічної форми, розмірів і локалізації внутрішньочерепного крововиливу. Золотим стандартом для виявлення аневризм і стенозів є ангиографічне обстеження. Основні параметри, які оцінювали при обстеженні судин головного мозку: локалізація аневризми, форма аневризми, розміри аневризми, ширина шийки аневризми щодо купола аневризми та материнської артерії, кількість камер в аневризмі, напрямок купола аневризми, наявність і виразність ангіоспазму [23],

оклюзійно-стенотичних уражень та компенсаторного колатерального кровотоку.

Для виявлення САК, паренхіматозного або внутрішньшлуночкового крововиливу, зміщення серединних структур, ішемічних уражень, набряку головного мозку використовували комп'ютерну томографію (КТ) [14,16]. Мультиспіральна КТ (МСКТ) з ангиографією є універсальним методом, що дає змогу одночасно виявити мішкоподібну аневризму, стенози артерій, САК, паренхіматозний або внутрішньшлуночковий крововилив, зміщення серединних структур, наявність ішемічних уражень і набряк-набухання головного мозку. Для виявлення ішемії максимально чутливою є магнітно-резонансна томографія головного мозку. Вона дуже бажана для дообстеження хворих з оклюзійно-стенотичними ураженнями та супутнім ангіоспазмом.

Інтраопераційно контактну доплерографію використовують для оцінки радикальності кліпування аневризми під час мікрохірургічного транскраніального хірургічного лікування та діагностики оклюзійно-стенотичних уражень артерій поряд з аневризмою. Ультразвукове дослідження (УЗД) судин голови та шиї є необхідною методикою для оцінки функціонального стану церебральної гемодинаміки, визначення наявності та достатності колатерального кровотоку при оклюзійно-стенотичних ураженнях, діагностики та динамічного контролю церебрального вазоспазму. Це неінвазивна методика, яку можна повторювати багаторазово.

Усім пацієнтам проводили стандартні лабораторні дослідження в палатах інтенсивної терапії та під час доопераційної підготовки, особливу увагу приділяли водно-електролітним показникам і системі згортання крові.

Із лікувально-діагностичною метою проводили люмбальну пункцію та взяття зразка ліквору для загального аналізу.

Для об'єктивізації результатів нейровізуалізації (МСКТ, магнітно-резонансна томографія) використовували шкалу Fisher Scale Revisited для САК і шкалу Graeb Modified Scale при прориві крові в шлуночкову систему.

Статистичний аналіз

Отримані дані обробляли за допомогою програмного пакета Statistica (StatSoft). Кількісні дані (вік) наведено у вигляді середнього арифметичного

значення (M) та стандартного відхилення (SD). Використовували непараметричні критерії статистичного аналізу: при порівнянні груп за віком та статтю – Н-тест Краскела–Уолліса, за станом порушення свідомості (шкала ШКГ) і тяжкістю стану хворого із САК (шкали WFNS та Hunt–Hess) – критерій χ^2 Пірсона і критерій Фішера.

При перевірці гіпотез критичним рівнем статистичної значущості (p) вважали $\leq 0,05$.

Результати та обговорення

За даними церебральної ангиографії, МСКТ-ангіографії, УЗД судин голови й шиї та медичної документації, у всіх пацієнтів основної групи підтверджено оклюзійно-стенотичні ураження артерій головного мозку, магістральних артерій шиї або їхнє поєднане ураження.

Основну групу за ступенем виразності оклюзійно-стенотичного ураження розділили на 5 підгруп (**Рис. 1**). Найбільшу кількість пацієнтів зафіксували в 1-й підгрупі (21 пацієнт із легким стенозом (до 50%)) та 5-й підгрупі (19 хворих зі змінами в шийно-пришійній ділянці аневризми).

Дані щодо співвідношення статей і віку в підгрупах основної та контрольної груп наведено в **Табл. 1**. Виявлено, що середній вік за наявності оклюзійно-стенотичного ураження менший у чоловіків (54,3 і 58,3 року відповідно). Різниця за середнім віком максимально виражена в 2-й підгрупі основної групи (стеноз 50–75%): чоловіки – 48,3 року, жінки – 62,0 роки). Це свідчить про атерогенний вплив андрогенів і ангіопротекторний ефект естрогенів.

Дані щодо уражених мозкових артерій наведено на **Рис. 2**. В обох групах переважали аневризми комплексу ПМА-ПСА.

За наявності стенозів частіше відбуваються розриви артеріальних аневризм СМА (основна група – 25,4%, контрольна група – 12,7%).

При розриві артеріальної аневризми головного мозку в більшості випадків клінічні вияви були типовими: гострий початок, без передвісників, із розвитком загальномоозкових і вогнищевих симптомів. Раптово виникали різкий головний біль, блювота (часто багаторазова), менінгеальні знаки та різко виразні вегетативні порушення. Об'єктивізацію та кількісну оцінку неврологічних порушень проводили за шкалами ШКГ, WFNS, Hunt–Hess (**Табл. 2–4**).

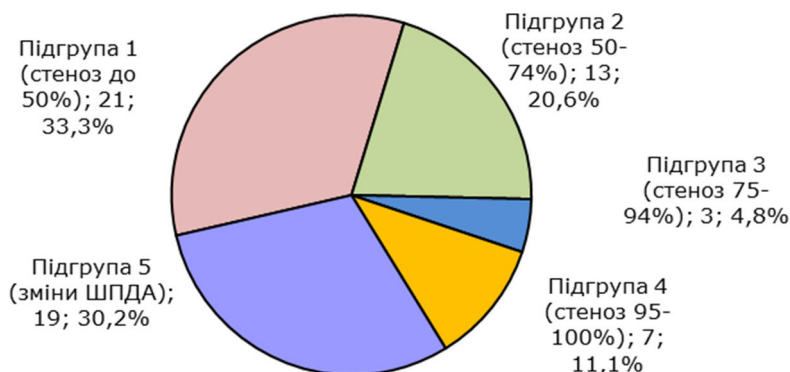


Рис. 1. Розподіл на підгрупи за ступенем виразності оклюзійно-стенотичного ураження: ШПДА - шийно-пришійна ділянка аневризми

Таблиця 1. Розподіл за статтю та віком у підгрупах основної та контрольної груп (M±SD)

Підгрупа	Стать	Середній вік, роки		p*
		Основна група	Контрольна група	
1-ша	Чоловіки	56,40±2,13	54,30±0,94	0,91
	Жінки	56,60±2,96	58,30±1,19	
2-га	Чоловіки	48,30±2,51	54,30±0,94	0,91
	Жінки	62,00±5,06	58,30±1,19	
p=0,32*				
3-тя	Чоловіки	56,00±4,04	54,30±0,94	0,91
	Жінки	-	58,30±1,19	
p=0,32*				
4-та	Чоловіки	58,40±2,58	54,30±0,94	0,91
	Жінки	55,0±1,0	58,30±1,19	
p=0,32*				
5-та	Чоловіки	53,72±3,11	54,30±0,94	0,91
	Жінки	58,25±1,85	58,30±1,19	
p=0,32*				

*За Н-тестом Краскела-Уолліса.

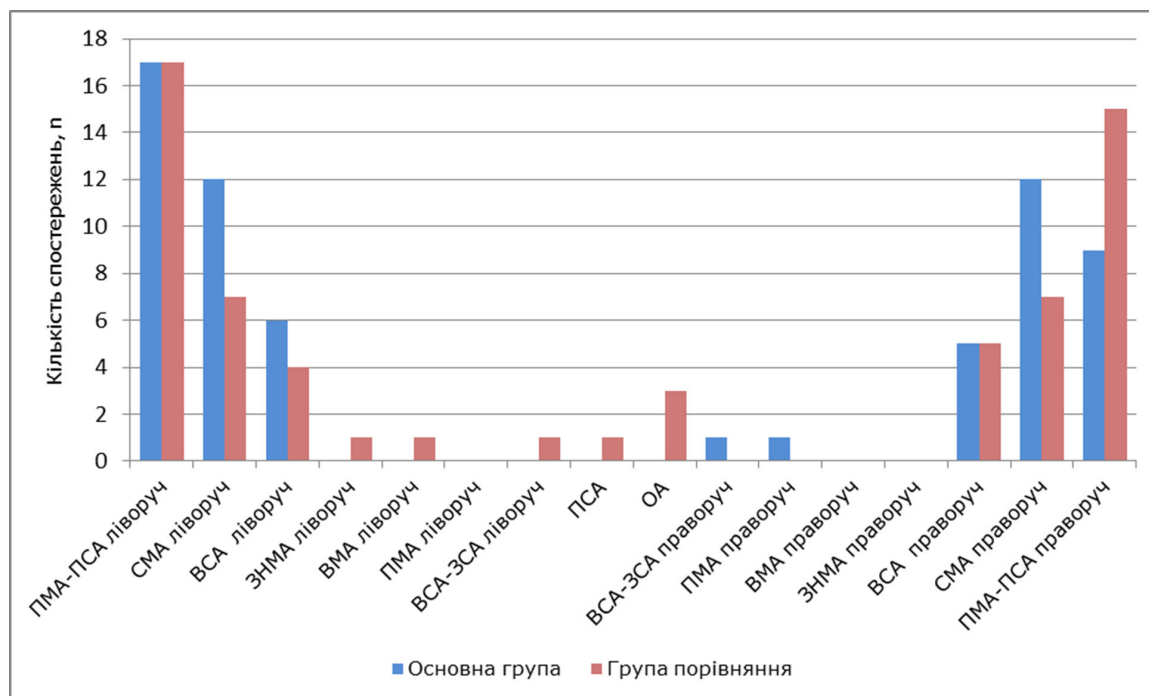


Рис. 2. Розподіл патології за басейнами мозкових артерій: ЗНМА – задня нижня мозочкова артерія; ВМА – верхня мозочкова артерія

Таблиця 2. Рівень свідомості за ШКГ при госпіталізації

Рівень свідомості	Основна група (n=63)		Контрольна група (n=63)		Статистичний метод	p
	Абс.	%	Абс.	%		
Ясна (15 балів)	36	57,1	32	50,8	Критерій χ^2 Пірсона	0,47
Помірне приглушення (13-14 балів)	18	28,6	23	36,5	Критерій Фішера	0,22
Глибоке приглушення (11-12 балів)	7	11,1	7	11,1	-	-
Сопор (9-10 балів)	1	1,6	0	0	-	-
Кома I ст. (7-8 балів)	1	1,6	0	0	-	-
Кома II ст. (5-6 балів)	0	0	1	1,6	-	-

Таблиця 3. Оцінка за шкалою WFNS

Ступінь	Основна група (n=63)		Контрольна група (n=63)		p*
	Абс.	%	Абс.	%	
I	28	44,4	29	46,0	0,061
II	9	14,3	17	27,0	
III	18	28,6	19	30,2	
IV	8	12,7	7	11,1	
V	0	0,0	1	1,6	

*За критерієм Фішера

Таблиця 4. Оцінка за шкалою Hunt-Hess

Ступінь	Основна група (n=63)		Контрольна група (n=63)		p*
	Абс.	%	Абс.	%	
I	15	23,8	20	31,7	0,21
II	27	42,9	24	38,1	
III	18	28,6	17	27	
IV	2	3,2	1	1,6	
V	1	1,6	1	1,6	

*За критерієм Фішера.

При оцінці тяжкості стану пацієнтів за шкалою Hunt-Hess суттєвої різниці між основною та контрольною групами не відзначено, але за шкалою WFNS більше пацієнтів контрольної групи мали II ступінь і помірне приглушення за ШКГ.

Зареєстровано 5 летальних наслідків в основній групі (5 чоловіків) (**Табл. 5**) [15] та 2 – у контрольній групі (обидва чоловіки).

Вогнищеві неврологічні вияви ураження головного мозку в гострий період розриву артеріальної аневризми зумовлені анатомічною локалізацією крововиливу, локальною ішемією, спричиненою цереброваскулярним спазмом унаслідок САК, та обтяжені хронічною ішемією головного мозку внаслідок оклюзійно-стенотичних уражень.

Цереброваскулярний спазм діагностували за допомогою УЗД судин голови та шиї (**Табл. 6**).

Виявлено переважання пацієнтів із високою швидкістю церебрального кровотоку (>200 см/с, що відповідає швидкості при вазоспазмі церебральних артерій III ст.) в основній групі (32, 56%) порівняно з контрольною (24, 24%).

Дані щодо ішемічних уражень, виявлених за допомогою КТ, до та після операції наведено в **Табл. 7**.

Пацієнти основної групи були вразливими до ішемічних ускладнень порівняно із контрольною групою.

Найтяжчий прогноз для життя та здоров'я – при розриві артеріальної аневризми в чоловіків на тлі стенозу 50–75% та з ангіоспазмом III ст. Найкращий прогноз – у молодих жінок без супутнього оклюзійно-стенотичного ураження артерій головного мозку й магістральних артерій шиї та без ангіоспазму.

Установлено, що чоловіки переважали серед пацієнтів основної групи (60,32%). Середній вік чоловіків з оклюзійно-стенотичними ураженнями був меншим, ніж у жінок (чоловіки – (54,30±0,94) року, жінки – (58,30±1,19) року). Різниця за віком максимально виражена в підгрупі основної групи зі стенозом 50–75% (чоловіки –48,3 року, жінки – 62 роки). Виявлено вікові та гендерні особливості, які можуть свідчити про атерогенний вплив андрогенів і ангіопротекторний ефект естрогенів.

При оцінці тяжкості стану пацієнтів за шкалою Hunt–Hess суттєвої різниці між основною та

контрольною групами не відзначено, але за шкалою WFNS більше пацієнтів контрольної групи мали II ступінь і помірне приглушення за ШКГ.

Припущення щодо «різнонаправленого» впливу супутнього оклюзійно-стенотичного ураження на ризик розриву артеріальної аневризми головного мозку залежно від локалізації аневризми [1, 15] ґрунтується на взаємозв'язку градієнта тиску на судинну стінку, напрямку току крові та резистентності артеріальної стінки, що дає змогу трактувати розрив артеріальної аневризми як порушення гемодинамічної рівноваги в ураженому аневризмою артеріальному сегменті [3, 5–10, 14, 20, 21].

Розвиток цереброваскулярного спазму пов'язують із безпосереднім впливом крові на симпатичні сплетення артерій, токсичною дією на артерії продуктів розпаду гемоглобіну, впливом катехоламінів, продуктів розпаду тромбоцитів, лейкотрієнів та ейкозаноїдів. Виявлено більшу частку пацієнтів із високою швидкістю церебрального кровотоку (>200 см/с) в основній групі (32, 56%) порівняно з контрольною (24, 24%). Імовірно, це пов'язано зі зменшенням еластичності судинної стінки (церебральний атеросклероз та гіпертензивна ангіопатія), меншою чутливістю до селективних блокаторів кальцієвих каналів L-типу та більшим порушенням механізмів регуляції мозкового кровотоку (міогенний, гуморальний, нервовий, метаболічний) в умовах геморагічного інсульту в пацієнтів основної групи.

Таблиця 5. Смертність у підгрупах основної групи (n=63)

Підгрупа	Вижило	Померло
1	21	0
2	10	3
3	2	1
4	6	1
5	19	0

Таблиця 6. Виразність цереброваскулярного спазму, %

Група	Відсутність ангіоспазму	Ангіоспазм I ст.	Ангіоспазм II ст.	Ангіоспазм III ст.
Основна (n=63)	11,63	18,60	37,21	32,56
Контрольна (n=63)	18,18	15,15	42,42	24,24

Таблиця 7. Ішемічні ураження в доопераційний та післяопераційний період

Група	Наявність ішемії в доопераційний період	Виникнення ішемії в післяопераційний період	Разом у доопераційний та післяопераційний період
Основна (n=63)	21 (16,7%)	15 (11,9%)	36 (28,6%)
Контрольна (n=63)	13 (10,3%)	10 (7,9%)	23 (18,2%)
Усього	34 (27,0%)	25 (19,8%)	59 (46,8%)

Примітка. Наведено відсоток від 126.

Висновки

Розриви артеріальних аневризм СМА частіше відбуваються за наявності стенозів (в основній групі – 25,4%, у контрольній групі – 12,7%).

Виявлено гендерні відмінності у хворих, які перенесли розрив артеріальної аневризми на тлі оклюзійно-стенотичних уражень, – переважання чоловіків (60, 32%).

Неврологічний статус у пацієнтів із геморагічним інсультом унаслідок розриву артеріальної аневризми значно обтяжується ангіоспазмом та оклюзійно-стенотичними ураженнями через виникнення хронічної ішемії мозку. Найтяжчий прогноз – у чоловіків із розривом артеріальної аневризми на тлі стенотичного ураження 50–75% і тяжкого вазоспазму церебральних артерій.

Розкриття інформації

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Етичні норми

Усі процедури, виконані пацієнтам під час дослідження, відповідають етичним стандартам інституційного та національного комітетів з етики і Гельсінської декларації 1964 року та її пізнішим поправкам або аналогічним етичним стандартам.

Інформована згода

Від кожного пацієнта отримано інформовану згоду.

Фінансування

Дослідження не мало спонсорської підтримки.

Список літератури

- Tallarita T, Sorenson TJ, Rinaldo L, Oderich GS, Bower TC, Meyer FB, Lanzino G. Management of carotid artery stenosis in patients with coexistent unruptured intracranial aneurysms. *J Neurosurg.* 2019 Jan 18;1-4. doi: 10.3171/2018.9.JNS182155
- Porter RW, Lawton MT, Hamilton MG, Spetzler RF. Concurrent aneurysm rupture and thrombosis of high grade internal carotid artery stenosis: report of two cases. *Surg Neurol.* 1997 Jun;47(6):532-9; discussion 539-40. doi: 10.1016/s0090-3019(96)00392-8
- Werner C, Mathkour M, Scullen T, McCormack E, Dumont AS, Amenta PS. Multiple flow-related intracranial aneurysms in the setting of contralateral carotid occlusion: Coincidence or association? *Brain Circ.* 2020 Jun 26;6(2):87-95. doi: 10.4103/bc.bc_1_20
- Hiramatsu R, Ohnishi H, Yagi R, Kuroiwa T, Wanibuchi M, Miyachi S. A Patient with a Large Aneurysm Complicated by Stenosis of the Internal Carotid Artery Distal to the Aneurysm in Whom Treatment Using a Pipeline Flex Was Performed. *J Neuroendovasc Ther.* 2020;14(11):501-507. doi: 10.5797/jnet.cr.2019-0129
- Zhao HY, Fan DS, Han JT. [Management of severe internal carotid stenosis with unruptured intracranial aneurysm]. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2019 Oct 18;51(5):829-834. Chinese. doi: 10.19723/j.issn.1671-167X.2019.05.007
- Cvetic V, Dragas M, Colic M, Vukasinovic I, Radmili O, Ilic N, Koncar I, Bascarevic V, Ristanovic N, Davidovic L. Simultaneous Endovascular Treatment of Tandem Internal Carotid Lesions: Case Report and Review of Literature. *Vasc Endovascular Surg.* 2016 Jul;50(5):359-62. doi: 10.1177/1538574416652246
- Wajima D, Nakagawa I, Wada T, Nakase H. A Trial for an Evaluation of Perianeurysmal Arterial Pressure Change during Carotid Artery Stenting in Patients with Concomitant Severe Extracranial Carotid Artery Stenosis and Ipsilateral Intracranial Aneurysm. *Turk Neurosurg.* 2019;29(5):785-788. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.20418-17.0
- Kaçar E, Nas ÖF, Erdoğan C, Hakyemez B. Single-stage endovascular treatment in patients with severe extracranial large vessel stenosis and concomitant ipsilateral unruptured intracranial aneurysm. *Diagn Interv Radiol.* 2015 Nov-Dec;21(6):476-82. doi: 10.5152/dir.2015.15092
- Ni H, Zhong Z, Zhu J, Jiang H, Hu J, Lin D, Bian L. Single-Stage Endovascular Treatment of Severe Cranial Artery Stenosis Coexisted With Ipsilateral Distal Tandem Intracranial Aneurysm. *Front Neurol.* 2022 May 18;13:865540. doi: 10.3389/fneur.2022.865540
- Campos JK, Lin LM, Beaty NB, Bender MT, Jiang B, Zarrin DA, Coon AL. Tandem cervical carotid stenting for stenosis with flow diversion embolisation for the treatment of intracranial aneurysms. *Stroke Vasc Neurol.* 2018 Dec 17;4(1):43-47. doi: 10.1136/svn-2018-000187
- Cherednychenko Y, Engelhorn T, Miroshnychenko A, Zorin M, Dzyak L, Tsurkalenko O, Cherednychenko N. Endovascular treatment of patient with multiple extracranial large vessel stenosis and coexistent unruptured wide-neck intracranial aneurysm using a WEB device and Szabo-technique. *Radiol Case Rep.* 2020 Oct 5;15(12):2522-2529. doi: 10.1016/j.radcr.2020.09.020
- Karsonovich T, Gordhan A. Endovascular management of symptomatic cerebral aneurysm thromboembolism due to pre-aneurysmal arterial stenosis. *SAGE Open Med Case Rep.* 2017 Sep 4;5:2050313X17730263. doi: 10.1177/2050313X17730263
- Kaya B, Erdi F, Keskin F, Kalkan E, Koç O. Endovascular management of a collateral network aneurysm in a patient with spontaneous internal carotid artery occlusion. *Interv Neuroradiol.* 2015 Apr;21(2):175-7. doi: 10.1177/1591019915582377
- Crichton AB, Rajagopalan S. Co-existing Arterial Pathology: Stenosis and Aneurysm in Carotid Territory: To worry? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2017 Aug;54(2):201. doi: 10.1016/j.ejvs.2017.03.016
- Yee S, Portalatin M, Sridhar M, Perrone J, Adunbarin A, Guerrero M, Danks JM, Zuberi J, Sori AJ. Fatal Subarachnoid Hemorrhage From Ruptured Intracerebral Aneurysm After Carotid Endarterectomy. *J Med Cases.* 2020 Jan;11(1):12-15. doi: 10.14740/jmc3403
- Georgieva VB, Krastev ED, Byulbyuleva SK. Extracranial-Intracranial High-Flow Bypass for Giant Ruptured Paraclinoid Aneurysm with Concomitant Bilateral Internal Carotid Artery Stenotic Dissection. *World Neurosurg.* 2018 Sep;117:265-270. doi: 10.1016/j.wneu.2018.06.101
- Sirko A, Dzyak L, Romanukha D, Pilipenko G, Cherednychenko Y. Surgery for Triple Pathology of Giant Vestibular Schwannoma Associated with Carotid Artery Stenosis and Intracranial Aneurysm: Case Report. *J Neurol Surg Rep.* 2018 Apr;79(2):e65-e69. doi: 10.1055/s-0038-1666806
- Hurford R, Taveira I, Kuker W, Rothwell PM; Oxford Vascular Study Phenotyped Cohort. Prevalence, predictors and prognosis of incidental intracranial aneurysms in patients with suspected TIA and minor stroke: a population-based study and systematic review. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2021 May;92(5):542-548. doi: 10.1136/jnnp-2020-324418
- Borkon MJ, Hoang H, Rockman C, Mussa F, Cayne NS, Riles T, Jafar JJ, Veith FJ, Adelman MA, Maldonado TS. Concomitant unruptured intracranial aneurysms and carotid artery stenosis: an institutional review of patients undergoing carotid revascularization. *Ann Vasc Surg.* 2014 Jan;28(1):102-7. doi: 10.1016/j.avsg.2013.06.013
- Shakur SF, Alaraj A, Mendoza-Elias N, Osama M, Charbel FT. Hemodynamic characteristics associated with cerebral aneurysm formation in patients with carotid occlusion. *J Neurosurg.* 2018 May 4;130(3):917-922. doi: 10.3171/2017.11.JNS171794
- Jou LD, Shaltoni HM, Morsi H, Mawad ME. Hemodynamic relationship between intracranial aneurysm and carotid stenosis: review of clinical cases and numerical analyses. *Neurol Res.* 2010 Dec;32(10):1083-9. doi: 10.1179/016164110X12681290831522
- Tanaka R, Takahashi S, Okano S, Okayama A, Suzuki N, Kure S, Azuma H. Evolution into moyamoya disease in an infant with internal carotid artery aneurysms. *eNeurologicalSci.* 2017 Jan 31;6:80-82. doi: 10.1016/j.ensci.2017.01.002
- Цимейко ОА, Аббасзаде ЕЗ, Мороз ВВ, Скорохода ИИ, Шахин Н. Вазоспазм у больных с разрывом артериальных аневризм переднего полуколыца, осложненных внутримозговыми и внутрижелудочковыми кровоизлияниями. *Український медичний часопис.* 2011 Apr 21;2 (82)-III/IV:98-101. www.umj.com.ua/uk/publikatsia-11390