

ОСОБЛИВОСТІ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ЦЕРЕБРАЛЬНИХ МІКРОАНЕВРИЗМ ЕНДОВАСКУЛЯРНИМ МЕТОДОМ У ГОСТРИЙ ПЕРІОД СУБАРАХНОЇДАЛЬНОГО КРОВОВИЛИВУ

А.М. НЕТЛЮХ

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Мета роботи — розробити алгоритм вибору розміру мікроспіралі для досягнення задовільного тромбогенного ефекту при максимальній безпеці її встановлення.

Матеріали та методи. Проведено аналіз результатів ендovasкулярного лікування у період 2012–2013 рр. у 21 хворого 21 церебральної мікроаневризми в гострий постгеморагічний період з використанням спіралей, які відділяються. Середній розмір аневризми не перевищував 3 мм.

Результати. Встановлено, що співвідношення між кількістю витків спіралі та об'ємом аневризми становило в середньому $(0,98 \pm 0,10)$ витка/мм³ при тотальному виключенні церебральних мікроаневризм і відсутності ускладнень. У разі величини цього співвідношення більше ніж одиниця зростає ризик інтраопераційного розриву мікроаневризми. Так, у 2 випадках, коли мав місце інтраопераційний розрив, величина зазначеного співвідношення дорівнювала 1,54 і 1,19 витка/мм³. На підставі отриманих даних оптимальним обрано співвідношення 1 виток/мм³.

Висновки. Ендovasкулярне виключення церебральних мікроаневризм є безпечнішим при використанні якомога меншої кількості імплантованих спіралей. Оптимальним є використання однієї мікроспіралі. Шляхом виконання нескладних математичних розрахунків, знаючи параметри церебральної мікроаневризми, можна встановити оптимальні розміри спіралі з метою її максимально безпечної та ефективною імплантації.

Ключові слова: церебральна мікроаневризма, субарахноїдальний крововилив, ендovasкулярне втручання.

Згідно із загальноприйнятою класифікацією аневризми діаметром ≤ 3 мм називають міліарними, або мікроаневризмами. Внутрішньочерепні аневризми з діаметром дна 2–3 мм

Нетлюх Андрій Михайлович
кандидат медичних наук
доцент кафедри невропатології і нейрохірургії ФПДО
ЛНМУ ім. Данила Галицького, лікар-рентгенолог
відділу інтервенційної радіології комунальної міської
клінічної лікарні швидкої медичної допомоги м. Львова
Адреса: 79060, м. Львів, вул. Наукова, 9/45
Тел. моб.: (067) 934-63-93
Тел. дом.: (032) 230-67-72
Тел. роб.: (032) 224-91-44
E-mail: romaivanova-mail@rambler.ru

можуть розриватися, і тому є потенційними мішенями для ендovasкулярного лікування [6]. Лікування церебральних мікроаневризм (ЦМ) як ендovasкулярним, так і мікрохірургічним методом є складним [8].

На думку Z. Kulcsár та співавторів (2010), розірвані ЦМ діаметром менше ніж 2 мм не відповідають можливостям ендovasкулярного виключення з використанням спіралей, які відділяються [7]. A. Meilán Martínez та співавторів (2013) відзначають високу частоту розриву ЦМ під час ендovasкулярних процедур [8].

У багатьох центрах досі віддають перевагу нейрохірургічним методам при лікуванні

ЦМ через високу частоту їх розриву під час ендovasкулярних процедур [8]. Проте кліпування мікроаневризм може бути неможливим через невелику величину співвідношення купол–шийка. Інші види втручань, зокрема деструктивні, можуть спричинити серйозні неврологічні ускладнення через оклюзію магистральних артерій або потенційних шляхів колатерального кровотока [2]. З огляду на це, а також урахувавши, що в багатьох випадках клінічний стан пацієнта не дає змоги використати нейрохірургічний підхід, деякі автори пропонують альтернативні ендovasкулярні техніки [3, 4, 6, 7]. Рідкі емболізуючі агенти та стратегії екстраvasкулярного лікування з використанням стентів, можливо, дадуть змогу вирішити проблему лікування цієї складної патології [3, 5, 6].

Згідно з даними Z. Chen та співавторів (2008), ендovasкулярне лікування — це ефективна альтернатива лікування ЦМ [4]. Доступні технології з використанням спіралей не є оптимальними для лікування мікроаневризм. На думку H. Henkes та співавторів (2006), навіть найменші спіралі є інколи занадто великими. Навіть якщо мікроспіраль вдасться ввести в ЦМ, то гемодинамічний ефект та індукований тромбоз часто є недостатніми, щоб виключити аневризму з кровотока в материнській артерії. Доступні технології з використанням спіралей мають суттєві обмеження щодо лікування внутрішньочерепних мікроаневризм [6].

Розбіжність у думках обґрунтовує доцільність проведення дослідження із залученням великої кількості пацієнтів для встановлення ефективності ендovasкулярного лікування ЦМ щодо віддалених результатів [4].

Проте нині часто єдиним доступним методом є виконання емболізації ЦМ саме з використанням спіралей, які відділяються. Особливо це актуально при лікуванні розірваних аневризм, коли використання додаткових імплантів, зокрема стент-асистуючих методик, пов'язане з необхідністю прийому дезагрегантів, що підвищує ризик повторного крововиливу. Підбір спіралі відповідного діаметра і довжини є визначальним для безпечності та ефективності ендovasкулярного втручання.

Мета роботи — розробити алгоритм підбору розміру мікроспіралі для досягнення за-

довільного тромbogenного ефекту при максимальній безпеці її встановлення.

Матеріали та методи

Проведено аналіз результатів ендovasкулярного лікування у 2012–2013 рр. у 21 хворого 21 ЦМ у гострий постгеморагічний період з використанням спіралей, які відділяються. Діагноз субарахноїдального крововиливу підтверджували методом комп'ютерної томографії або магнітно-резонансної томографії, а діагноз ЦМ — методом церебральної ангиографії. Середній розмір аневризм не перевищував 3 мм. Нами обрано середній розмір аневризми як визначальний чинник при виборі розміру спіралі. Цей показник визначали за формулою:

$$P = a \times b \times c / 3, \quad (1)$$

де P — середній розмір аневризми \approx діаметр спіралі;

a, b, c — розміри аневризми в трьох взаємно перпендикулярних проєкціях.

При встановленні спіралі формуються її витки, довжина кожного з яких визначалась нами як довжина кола відомого діаметра (діаметр спіралі) за формулою [1]:

$$S = 2\pi R = \pi d, \quad (2)$$

де S — довжина одного витка спіралі;

R — радіус спіралі;

d — діаметр спіралі;

π — математична константа, яка визначається як відношення довжини кола до його діаметра.

З метою об'єктивізації розміру спіралі проведено математичні обрахунки кількості витків спіралі, які формуються при її поверненні в задану конфігурацію, з використанням формули:

$$B = l / S = l / \pi d, \quad (3)$$

де B — кількість витків спіралі;

S — довжина одного витка спіралі;

l — довжина спіралі;

d — діаметр спіралі;

π — математична константа, яка визначається як відношення довжини кола до його діаметра.

Ураховуючи, що процес виключення ЦМ з кровотока пов'язаний з поступовим виповненням її порожнини спіраллю чи спіралями, об'єм ЦМ обчислювали як об'єм еліпса [1] з використанням формули:

$$V = \pi / 6 \times a \times b \times c, \quad (4)$$

де V — об'єм аневризми;

a, b, c — взаємно перпендикулярні розміри аневризми;

π — математична константа, яка визначається як відношення довжини кола до його діаметра.

Результати

Під час більшості операцій з приводу ЦМ проводили імплантацію однієї мікроспіралі, за винятком трьох втручань, коли було встановлено дві мікроспіралі, тобто середня кількість спіралей, установлених 1 пацієнту, становила 1,14. У 2 (9,5 %) пацієнтів мав місце інтраопераційний розрив аневризми, з них 1 хвора померла на 14-ту добу після операції. Тотального виключення аневризми досягнуто в 15 (71,4 %) випадках, у 6 (28,6 %) хворих — субтотального.

Післяопераційна летальність становила 9,5 %.

Технічні труднощі, пов'язані з установленим спіралі, міграцією її витків за межі аневризми (тимчасовою чи постійною), відзначено у 3 (14,3 %) пацієнтів. Ці явища в наших спостереженнях не спричинили розвиток клінічних ускладнень.

У 1 хворой (рис. 1) при встановленні другої спіралі GDC розміром 2 мм × 4 см у двохкамерну аневризму лівої передньої мозкової/

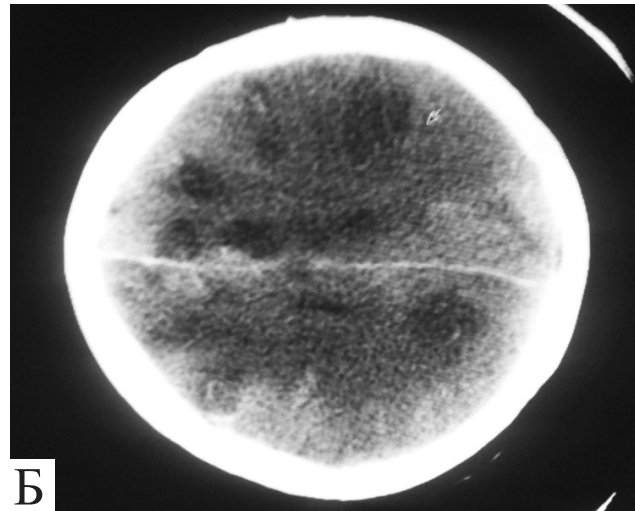
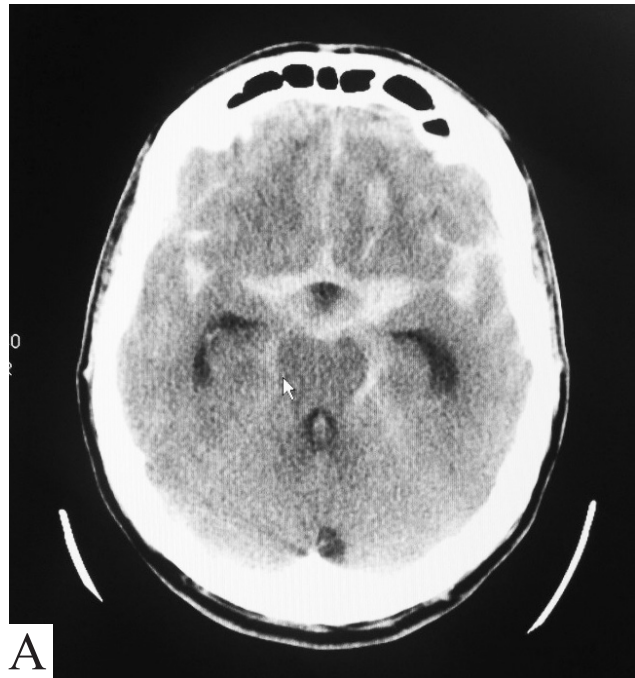


Рис. 1. Хвора К. Інтраопераційна ангіограма. Зміщення витка спіралі в судинне русло

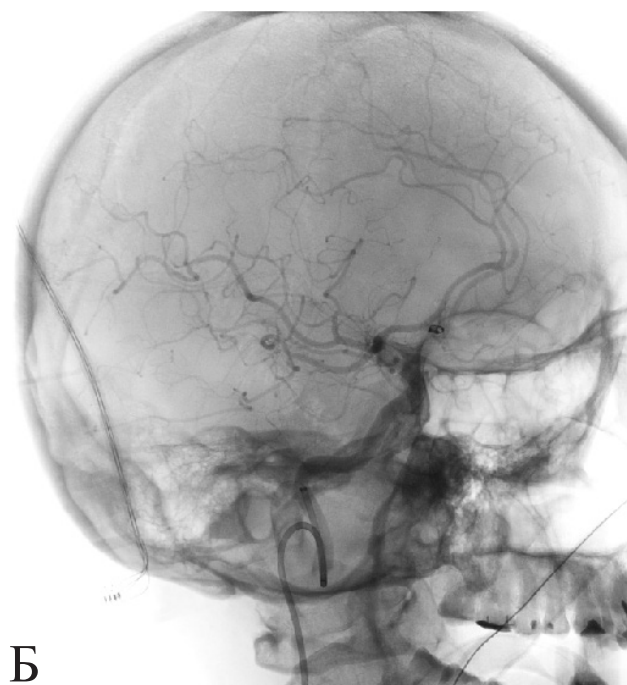
Рис. 2. Комп'ютерна томограма хворой М.: А — при госпіталізації, Fisher 3; Б — на 5-ту добу після операції. На тлі тяжкого дифузного вазоспазму виникли множинні вогнища ішемічного ураження головного мозку

передньої сполучної артерії (ПМА/ПСА) з розмірами камер 2,1 × 1,8 мм та 1,5 × 1,8 мм виникло зміщення спіралі в судинне русло.

У 3 хворих в післяопераційний період виникли вторинні ішемічні ушкодження мозку, які не були безпосередньо пов'язані з інтраопераційними труднощами. Одна з цих хворих померла через ускладнення у вигляді тяжкого дифузного вазоспазму через 8 днів після операції (рис. 2). У цієї хворой під час встановлення спіралі GDC 10 UltraSoft розміром 2 мм × 4 см в аневризму правої ПМА/ПСА виникли проблеми у зв'язку з «напруженням» спіра-



А



Б

Рис. 3. Інтраопераційні ангіограми хворої М.:
 А — «напруження» спіралі та зміщення
 мікрокатетера за межі аневризми;
 Б — завершення операції

лі та зміщенням катетера за межі аневризми (рис. 3, А), проте на момент завершення операції (рис. 3, Б) досягнуто адекватного встановлення спіралі в аневризму при збереженні всіх магістральних артерій головного мозку.

Обговорення

Проблему з встановленням спіралі, яка виникла у хворої М., ми пов'язуємо з тим, що використана спіраль GDC 10 UltraSoft розмі-

ром 2 мм × 4 см виявилася занадто довгою для ЦМ розміром 3,0 × 2,0 × 1,8 мм. При встановленні коротших спіралей та спіралей малого розміру (GDC 2 мм × 2 см, Deltaraq 1,5 мм × 4 см) на момент завершення операції відзначено достатній тромбоз аневризми, незважаючи на нібито «пухке» її виповнення спіраллю. Так, у хворої Х. в аневризмі лівої ПМА/ПСА розміром 1,89 × 1,85 × 1,82 мм (рис. 4, А) введено спіраль GDC 10 UltraSoft розміром 2 мм × 2 см. Дані інтраопераційного контролю наведено на рис. 4, Б.

Під час аналізу результатів лікування встановлено, що величина співвідношення між кількістю витків спіралі та об'ємом аневризми становила в середньому ($0,88 \pm 0,10$) витка/мм³ при всіх операціях з приводу ЦМ і ($0,98 \pm 0,10$) витка/мм³ при тотальному виключенні та відсутності ускладнень. При значенні цього співвідношення більше ніж одиниця, згідно з нашими даними, зростає ризик інтраопераційного розриву мікроаневризми. Так, у 2 випадках, коли мав місце інтраопераційний розрив, величина зазначеного співвідношення становила 1,54 і 1,19 витка/мм³. Тому оптимальним обрано співвідношення 1 виток/мм³.

Для визначення довжини спіралі з метою виключення ЦМ пропонуємо використовувати формулу:

$$l = \pi R \times V, \quad (5)$$

де l — довжина спіралі;

R — середній розмір аневризми (розрахований за формулою 1);

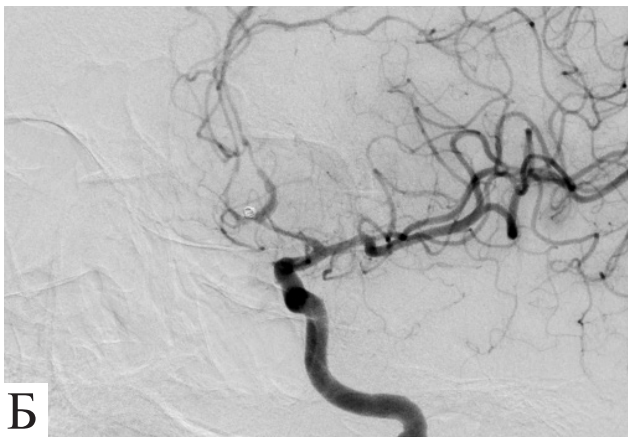
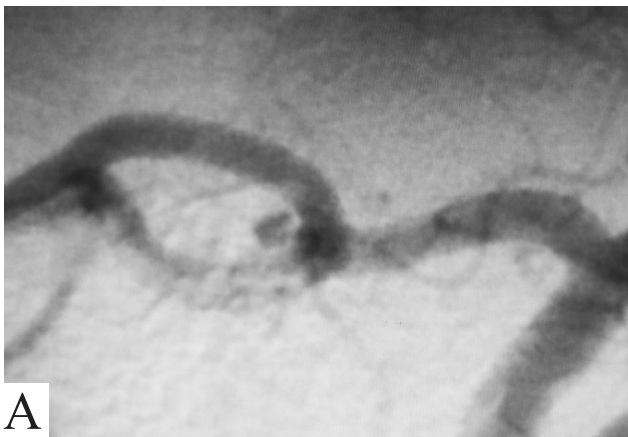


Рис. 4. Мікроаневризма лівої ПМА/ПСА у хворой Х.: А — ангиограма при госпіталізації; Б — 11-та доба після субарахноїдального крововиливу. Тотальне виключення аневризми з кровотока. Розвиток полісегментарного вазоспазму

Список літератури

1. Погорелов О.В. Геометрія: Стереометрія: Підруч. для 10–11 кл. серед. шк. — К.: Школяр, 2004. — 128 с.
2. Andaluz N., Zuccarello M. Blister-like aneurysms of the anterior communicating artery: a retrospective review of diagnosis and treatment in five patients // Neurosurgery. — 2008. — Vol. 62. — P. 807–811.
3. Cekirge H.S., Saatci I., Ozturk M.H. et al. Late angiographic and clinical follow-up results of 100 consecutive aneurysms treated with Onyx reconstruction: largest single-center experience // Neuroradiology. — 2006. — Vol. 48. — P. 113–126.
4. Chen Z., Feng H., Tang W. et al. Endovascular treatment of very small intracranial aneurysms // Surg. Neurol. — 2008. — Vol. 70 (1). — P. 30–35.

В — кількість витків спіралі;
 π — математична константа, яка визначається як відношення довжини кола до його діаметра.

У цій формулі необхідну кількість витків спіралі (В) можна встановити шляхом обчислення об'єму ЦМ за формулою 4 та з урахуванням того, що виповнення аневризми повинно відповідати умові 1 виток/мм³.

Наприклад, при ЦМ розміром $1,89 \times 1,85 \times 1,82$ мм її об'єм становитиме $3,33$ мм³, середній розмір — $1,85$ мм. Отже, спіраль при введенні її в порожнину ЦМ зробить $3,33$ витка. При використанні мікроспіралі її довжина, розрахована за формулою 5, становитиме $3,14 \times 1,85 \times 3,33 = 19,3$ мм, тобто 2 см.

Висновки

1. Ендоваскулярне виключення ЦМ є безпечним та ефективним методом хірургічного лікування при використанні однієї мікроспіралі.

2. Рекомендована нами щільність пакування ЦМ мікроспіраллю становить 1 виток на 1 мм³ її об'єму.

3. Шляхом виконання нескладних математичних розрахунків, знаючи параметри ЦМ, можна встановити оптимальні розміри мікроспіралі.

5. Gil A., Vega P., Murias E., Cuellar H. Balloon-assisted extra saccular coil embolization technique for the treatment of very small cerebral aneurysms // J. Neurosurg. — 2010. — Vol. 112. — P. 585–588.
6. Henkes H., Reinartz J., Preiss H. et al. Endovascular treatment of small intracranial aneurysms: three alternatives to coil occlusion // Minim Invasive Neurosurg. — 2006. — Vol. 49 (2). — P. 65–69.
7. Kulcsár Z., Wetzel S.G., Augsburger L. et al. Effect of flow diversion treatment on very small ruptured aneurysms // Neurosurgery. — 2010. — Vol. 67. — P. 789–793.
8. Meilán Martínez A. et al. Técnicas asistidas para el tratamiento endovascular de aneurismas cerebrales complejos o atípicos // Radiología. — 2013. — Vol. 55. — P. 118–129.

ОСОБЕННОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ МИКРОАНЕВРИЗМ ЭНДОВАСКУЛЯРНЫМ МЕТОДОМ В ОСТРЫЙ ПЕРИОД СУБАРАХНОИДАЛЬНОГО КРОВОИЗЛИЯНИЯ

А.М. НЕТЛЮХ

Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого

Цель работы — разработать алгоритм подбора размера микроспирали для достижения удовлетворительного тромбогенного эффекта при максимальной безопасности ее установки.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов эндоваскулярного лечения в 2012–2013 гг. у 21 больного 21 церебральной микроаневризмы в острый постгеморрагический период с использованием отделяемых спиралей. Средний размер аневризм не превышал 3 мм.

Результаты. Установлено, что величина соотношения между количеством витков спирали и объемом аневризмы составляла в среднем $(0,98 \pm 0,10)$ витка/мм³ при тотальном выключении церебральных микроаневризм и отсутствии осложнений. При значении данного соотношения больше единицы возрастает риск интраоперационного разрыва микроаневризмы. Так, в 2 случаях, когда имел место интраоперационный разрыв, величина упомянутого соотношения равнялась 1,54 и 1,19 витка/мм³. На основании полученных данных оптимальным выбрано соотношение 1 виток/мм³.

Выводы. Эндоваскулярное выключение церебральных микроаневризм является безопасным при использовании как можно меньшего количества имплантированных спиралей. Оптимальным является использование одной микроспирали. Путем выполнения несложных математических расчетов, зная параметры церебральной микроаневризмы, можно установить оптимальный размер микроспирали для ее максимально безопасной и эффективной установки.

Ключевые слова: церебральная микроаневризма, субарахноидальное кровоизлияние, эндоваскулярное вмешательство.

PECULARITIES OF SURGICAL TREATMENT OF CEREBRAL MICROANEURYSMS BY ENDOVASCULAR APPROACH IN THE ACUTE PERIOD OF SUBARACHNOID HEMORRHAGE

A.M. NETLYUKH

Danylo Galytsky Lviv National Medical University

Objective — to develop selection algorithm of microcoil to achieve satisfactory thrombogenic effect and provide the safety of procedure.

Materials and methods. The analysis of endovascular treatment is made in 21 patient with 21 cerebral microaneurysm embolized after acute subarachnoid hemorrhage during 2012–2013 years by use of detachable microcoils. The calculated mean size of aneurysm in every case did not exceed 3 mm.

Results. It is set that ratio between coils number of the microcoil and microaneurysm's volume on average consisted (0.98 ± 0.10) coils/mm³ at the cases of total embolization of cerebral microaneurysms and absence of any complications. Since this ratio have exceeded the one it meant the higher risk of intraoperative microaneurysm rupture. In two cases when intraoperative rupture occurred, this ratio was equal to 1.54 and 1.19 coils/mm³. On the basis of got information, the ratio 1 coil/mm³ is selected as optimal.

Conclusions. Endovascular embolization of cerebral microaneurysms is safe and effective treatment option. By way of simple mathematical calculations, knowing the parameters of cerebral microaneurysm, it is possible to objectively calculate the optimal size of microcoil with the purpose of maximal safety and effectiveness of its implantation.

Key words: intracranial microaneurysm, subarachnoid hemorrhage, endovascular treatment.