

Ukr Neurosurg J. 2022;28(4):19-25
doi: 10.25305/unj.260102

Пухлини бічних та III шлуночків головного мозку. Можливості ендоскопічної трансвентрикулярної хірургії. Перспективи та прогноз

Паламар О.І., Гук А.П., Тесленко Д.С., Оконський Д.І., Усатов О.С.

Відділення ендоскопічної та краніофасіальної нейрохірургії з групою ад'ювантних методів лікування, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

Надійшла до редакції 28.06.2022
Прийнята до публікації 28.10.2022

Адреса для листування
Паламар Орест Ігорович,
Відділення ендоскопічної та краніофасіальної нейрохірургії, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова, вул. Платона Майбороди, 32, Київ, Україна, 04050, e-mail: p_orest@ukr.net

Пухлини бічних та III шлуночків головного мозку в загальній популяції трапляються нечасто. З огляду на можливу інвалідизацію, очікувану тривалість та якість життя пацієнта у післяопераційний період радикальність видалення цих пухлин, особливо інвазивних, є дискусійною.

Мета: визначити можливості ендоскопічної трансвентрикулярної хірургії при пухлинах бічних та III шлуночків головного мозку.

Матеріали і методи. У період з 2015 до 2021 рр. проліковано 61 пацієнта з пухлинами бічних та III шлуночків (первинні – 9, інвазивні – 52). За шкалою Карновського до операції в усіх пацієнтів було ≥ 70 балів. Неврологічний статус до операції: загальномозкова симптоматика спостерігалася в усіх пацієнтів, центральний глибокий геміпарез (до 2 балів) – у 5, когнітивно-мнестичні порушення – у 31, оптико-хіазмальний синдром – у 2. Оклюзійну гідроцефалію діагностовано в усіх пацієнтів. Усім хворим проведено повністю ендоскопічне видалення фронтальним трансскортикальним трансвентрикулярним доступом.

Результати. Тотальне видалення пухлини (в межах здорових тканин) проведено 34 пацієнтам, субтотальне (до 90%) – 17, часткове – 10. Післяопераційний стан за шкалою Карновського в усіх пацієнтів ≥ 70 балів. Геміплегію зареєстровано у 8 (13,1%) пацієнтів (стійкий дефіцит, геміпарез (до 3 балів) – у 2 (1,22%)), геміанопсію – у 4 (6,5%), порушення оперативної пам'яті – у 9 (14,75%), регрес спостерігали через 2–4 тиж після операції. Померло 37 (60,7%) хворих. Решта пацієнтів (39,3%) перебувають під спостереженням. Медіана виживаності становила 33 тиж (95% довірчий інтервал (ДІ) – 28–40 тиж). Післяопераційна виживаність у хворих із гліобластомою становила 15 тиж, медіана виживаності – 9,5 тиж (95% ДІ – 4–15 тиж). Із хворих з анапластичною астроцитомою протягом 38 тиж після операції померло 13 (92,9%), медіана виживаності – 18 тиж (95% ДІ – 14,5–29,0 тиж), 1 (7,1%) пацієнт перебуває під спостереженням. Хворі з анапластичною олігодендрогліомою мали медіану виживаності 34,5 тиж (95% ДІ – 28–40 тиж), 15 (65,2%) хворих померли протягом 40 тиж, 8 (34,8%) перебувають під спостереженням. Різниця між групами за виживаністю була статистично значущою ($p < 0,0001$). Медіана виживаності у жінок – 34,5 тиж (95% ДІ – 29–40 тиж), у чоловіків – 28 тиж (95% ДІ – 18–39 тиж). Під спостереженням перебувають 12 (42,9%) жінок і 12 (36,4%) чоловіків, які прожили понад 60 тиж. Статистично значущої різниці між виживаністю чоловіків і жінок не виявлено ($p = 0,309$).

Висновки. Можливість досягнення оптимального обсягу резекції первинних та інвазивних пухлин III та бічних шлуночків дає змогу рекомендувати фронтальний ендоскопічний трансскортикальний трансвентрикулярний доступ як ефективний метод хірургічного лікування цих пухлин. Радикальна ендоскопічна резекція як перший етап комбінованого лікування хворих зі злоякісними пухлинами III та бічних шлуночків сприяє збільшенню тривалості життя хворих при мінімальному ризику післяопераційних неврологічних ускладнень, яка порівнянна із показниками тривалості життя пацієнтів зі злоякісними пухлинами супратенторіальної локалізації. Для усунення обструктивної гідроцефалії та запобігання блоку ліквородинаміки у разі післяопераційного набряку чи продовженого росту при інвазивних пухлинах бічних та III шлуночків доцільно проводити тривентрикулоцистерностомію.

Ключові слова: бічний шлуночок; III шлуночок; ендоскопічний доступ; трансскортикальний доступ; трансфорамінальний доступ; трансхороїдальний доступ; первинні пухлини; інвазивні пухлини



Вступ

Пухлини бічних та III шлуночків головного мозку в загальній популяції трапляються рідко [1,2]. Радикальність їхнього видалення, особливо інвазивних пухлин, є дискусійною [3–6], з огляду на можливу інвалідизацію [2,3,6–8], очікувану тривалість та якість життя пацієнта у післяопераційний період [1,3,4,9]. Хірургія інвазивних пухлин вентрикулярної системи здебільшого полягає в їхній біопсії [2], що зумовлено їхньою зоною первинного росту з функціонально важливих ділянок головного мозку (таламус, базальні ганглії тощо) [2–6,7,8,10]. Розробка та впровадження ендоскопічних малоінвазивних методик хірургічного лікування пухлин шлуночкової системи головного мозку може зменшити утворення нового післяопераційного неврологічного дефіциту та подовжити тривалість життя хворих.

Мета: визначити можливості ендоскопічної трансвентрикулярної хірургії при пухлинах бічних та III шлуночків головного мозку.

Матеріали і методи

Учасники дослідження

У період з 2015 до 2021 рр. проліковано 61 пацієнта з пухлинами бічних та III шлуночків, 9 з яких були первинними, 52 – інвазивними.

Від усіх хворих отримана усвідомлена та добровільна письмова згода на участь у дослідженні.

Проведення дослідження схвалене Комісією з етики та біоетики Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України (протокол №2 від 14 квітня 2021 р).

Критерії залучення у дослідження:

1) вік пацієнтів – ≥ 18 років;

2) наявність первинних та інвазивних пухлин бічних та III шлуночків.

Характеристики групи

Серед пацієнтів було 33 (54,1%) чоловіки та 28 (45,9%) жінок. Вік пацієнтів становив від 19 до 69 років, середній вік – $(43,14 \pm 13,0)$ років.

Первинні пухлини діагностовано у 2 чоловіків та 7 жінок, інвазивні – відповідно у 31 та 21.

Дизайн дослідження

Для доопераційної та післяопераційної оцінки використовували дані магнітно-резонансної томографії (МРТ) (T1, T1Gd+, T2, FLAIR) і мультиспіральної комп'ютерної томографії (зокрема з контрастуванням) головного мозку.

З метою оцінки загальноклінічного статусу пацієнта застосовували шкалу Карновського (Karnofsky Performance Status Scale). У доопераційний період у всіх хворих було ≥ 70 балів.

Для оцінки неврологічного статусу пацієнтів проводили стандартне неврологічне обстеження. Об'єктивізацію когнітивно-мнестичних функцій здійснювали за допомогою шкали МоСА (Montreal Cognitive Assessment-test).

Неврологічний статус до операції:

- загальномозкова симптоматика спостерігалася в усіх пацієнтів;
- моторні порушення: центральний глибокий геміпарез (до 2 балів) – у 5 пацієнтів, інші – без рухових порушень;
- когнітивно-мнестичні порушення – у 31 пацієнта (від 18 до 24/30 балів за шкалою МоСА);

- оптико-хіазмальний синдром – у 2 пацієнтів.

Оклюзійну гідроцефалію діагностовано в усіх пацієнтів.

Усім пацієнтам проведено повністю ендоскопічне видалення (full-endoscopic removal) фронтальним транскортикальним (правобічний – 95% втручань, лівобічний – 5% втручань) трансвентрикулярним доступом у поєднанні з трансфорамінальним (крізь f. Monro) та переднім трансхороїдальним (дисекція передніх відділів судинного сплетення бічного шлуночка при недостатніх розмірах міжшлуночкового отвору) доступом при пухлинах до III шлуночка (Рис. 1). В 11 випадках при пухлинах III шлуночка додатково виконано тривентрикулоцистерностомію.

Статистичний аналіз

Статистичну обробку даних проводили за допомогою пакета статистичних програм Statistica 10.0 StatSoft Inc. (США). Увесь накопичений матеріал стандартизовано, занесено в базу даних і піддано статистичній обробці з використанням методів описової та непараметричної статистики. Аналіз виживаності проводили за методом Каплан-Майєра. Критерій χ^2 Пірсона застосовували для визначення різниці між виживаністю хворих різних груп. При порівнянні виживаності в різних групах використовували коефіцієнт ризику з 95% довірчим інтервалом (ДІ). Результати вважали статистично значущими за умови, що рівень статистичної значущості (p) $< 0,05$.

Результати та їх обговорення

Радикальність видалення пухлин бічних та III шлуночків головного мозку (61 пацієнт): тотальне видалення пухлини в межах здорових тканин (gross total resection (GTR)) – у 34 пацієнтів, субтотальне (до 90%) видалення пухлини (subtotal resection (STR)) – у 17, часткове видалення (partial removal (PR)) – у 10 (Рис. 2).

Часткове видалення пухлини було пов'язане зі значною кровотечею. В 11 випадках проведено тривентрикулоцистерностомію.

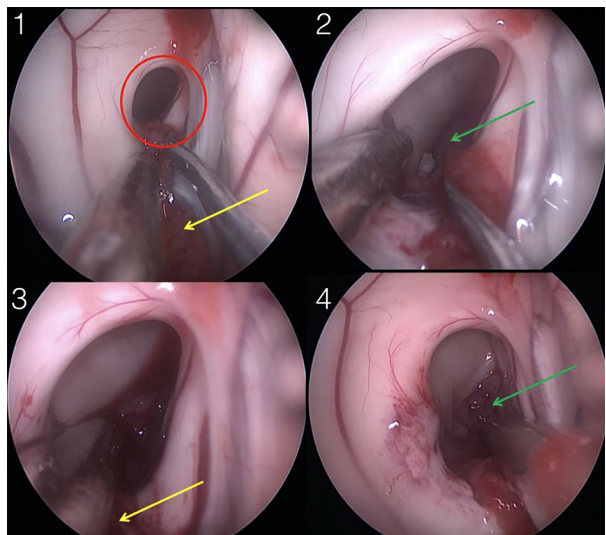


Рис. 1. Поетапне розширення міжшлуночкового отвору шляхом дисекції передніх відділів хороїдального сплетення: червоним колом обведено міжшлуночковий отвір; жовтою стрілкою вказано хороїдальне сплетення; зеленою стрілкою вказана інвазивна пухлина III шлуночка

Стаття містить рисунки, які відображаються в друкованій версії у відтінках сірого, в електронній — у кольорі.

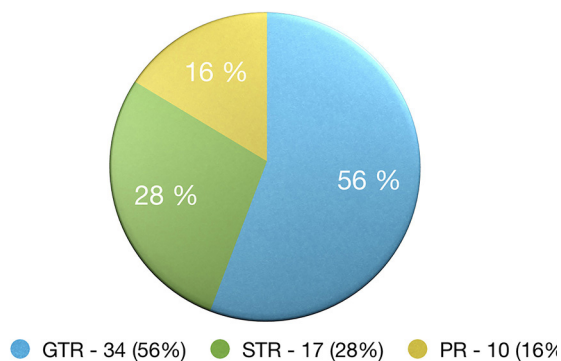


Рис. 2. Радикальність видалення пухлин бічних та III шлуночків головного мозку (61 пацієнт)

Гістологічний розподіл (**Табл. 1 та 2**): анапластична епендімома – 2 випадки (WHO grade 3), центральна нейроцитома – 6 (WHO grade 2), менінгіома – 2 (псамоматозна – 1, змішаної будови, WHO grade 1), зріла тератома – 1 (WHO grade 1), low grade гліоми (WHO grade 2) – поліміксодна астроцитома, фібрилярна астроцитома) – 7, пінеобластома – 1 (WHO grade 4), high grade гліоми (WHO grade 3-4 – анапластична олігодендрогліома (**Рис.3**), анапластична астроцитома (**Рис.4**), анапластична олігоастроцитома (**Рис.5**), гліобластома) – 42. Максимальний розмір пухлини – 6,2 см.

Таблиця 1. Гістологічний розподіл при первинних пухлинах бічних та III шлуночків головного мозку

| Гістологічний діагноз | Абс. | % |
|-------------------------|------|-------|
| Центральна нейроцитома | 6 | 66,6 |
| Анапластична епендімома | 2 | 22,23 |
| Зріла тератома | 1 | 11,17 |

Таблиця 2. Гістологічний розподіл інвазивних пухлин бічних та III шлуночків головного мозку

| Гістологічний діагноз | Абс. | % |
|---------------------------------------|------|------|
| Менінгіома: | 2 | 3,8 |
| -псамоматозна | 1 | |
| -змішаної будови | 1 | |
| Гліоми низького ступеня злоякісності: | 7 | 13,6 |
| -поліміксодна астроцитома | 3 | |
| -фібрилярна астроцитома | 4 | |
| Гліоми високого ступеня злоякісності: | 42 | 80,7 |
| - анапластична олігодендрогліома | 23 | 44,2 |
| - анапластична астроцитома | 14 | 26,9 |
| - гліобластома | 5 | 9,6 |
| Пінеобластома | 1 | 1,9 |

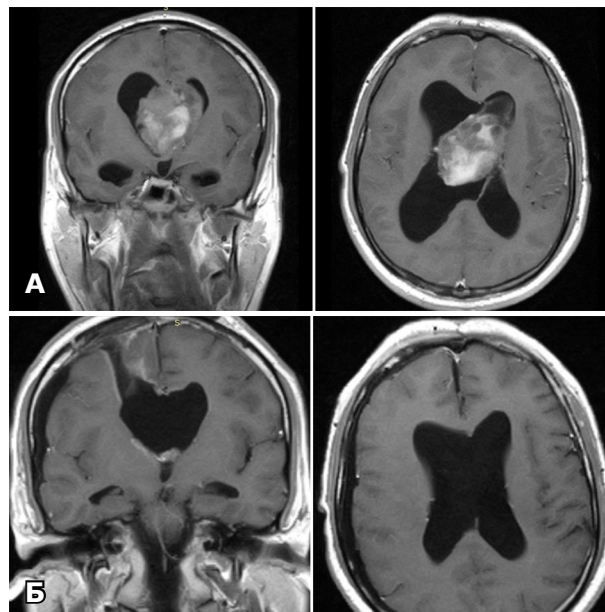


Рис. 3. МРТ головного мозку з внутрішньовенним контрастуванням до операції (А) та через 3 міс після операції (Б). Тотальне видалення пухлини бічних шлуночків з інвазією в III шлуночок крізь f. Monro (ПГЗ – анапластична олігодендрогліома, Gr III)

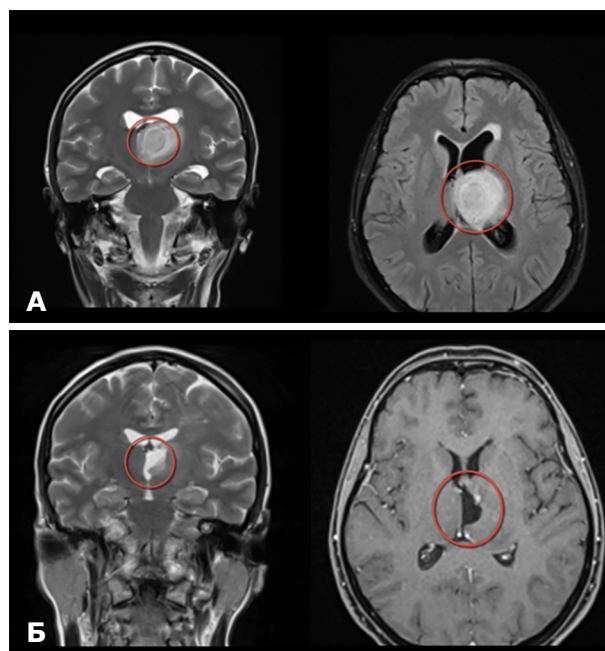


Рис. 4. МРТ головного мозку до операції (А) та через 3 міс після операції (Б). Тотальне видалення пухлини лівого таламуса (ПГЗ – анапластична астроцитома, Gr III). Гідроцефалія у післяопераційний період регресувала

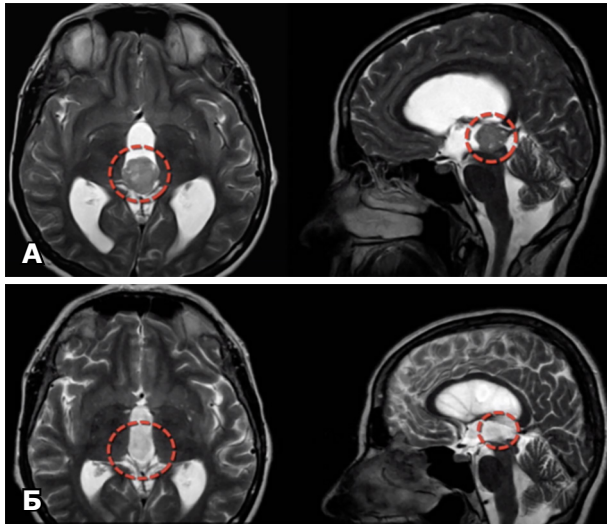


Рис. 5. МРТ головного мозку до операції (А) та через 3 міс після операції (Б). Тотальне видалення інвазивної пухлини у задні відділи III шлуночка (ПГЗ – анапластична олігоастроцитом, Gr III). Гідроцефалія у післяопераційний період регресувала

За шкалою Карновського у післяопераційний період стан у всіх хворих оцінено ≥ 70 балів. Зафіксовано неврологічні ускладнення: геміплегія – у 8 (13,1%) пацієнтів (стійкий дефіцит, поява геміпарезу (м'язова сила до 3 із 5 балів) – у 2 (1,22%), наростання м'язової сили до 4-5 балів протягом 3 тиж після операції), поява геміанопсії – у 4 (6,5%), транзиторний мутизм – у 6 (9,8%), що регресував протягом 1-3 тиж після операції, порушення оперативної пам'яті – у 9 (14,75%), яке регресувало через 2-4 тиж після операції.

Післяопераційна летальність відсутня.

У всіх пацієнтів спостерігали регрес загально-мозкової симптоматики, у 74% – поліпшення когнітивно-мнестичної сфери порівняно з доопераційним рівнем протягом 1-2 тиж після операції.

Усі хворі зі злякисними пухлинами після хірургічного лікування отримували променеву та хіміотерапію (з урахуванням індивідуальної чутливості) відповідно до стандартизованих протоколів.

Померло 37 (60,7%) хворих із 61 прооперованого, решта перебувають під спостереженням. Медіана виживаності становила 33 тиж (95% ДІ – 28-40 тиж) (**Рис. 6**).

Хворих з анапластичною астроцитомою, олігодендрогліомою та гліобластою було 42. За час спостереження померли 33 (78,6%) пацієнти. Післяопераційна виживаність хворих становила 39 тиж, медіана виживаності – 28 тиж (95% ДІ – 21,5-34,5 тиж). Під спостереженням перебувають 9 (21,4%) пацієнтів (**Рис. 7**).

За час спостереження серед хворих хворих з анапластичною астроцитомою, олігодендрогліомою та гліобластою померло 78,6%, тоді як серед пацієнтів з іншими, менш злякисними пухлинами – 21,4% (**Табл. 3**). Післяопераційна виживаність у хворих з гліобластою становила 15 тиж, медіана виживаності – 9,5 тиж (95% ДІ – 4-15 тиж). Серед хворих з анапластичною астроцитомою протягом 38 тиж після операції померло 13 (92,9%), медіана виживаності становила 18 тиж (95% ДІ – 14,5-29 тиж), 1 (7,1%) хворий перебуває під спостереженням.

Медіана виживаності у пацієнтів з анапластичною олігодендрогліомою становила 34,5 тиж (95% ДІ – 28-40 тиж), 15 (65,2%) з них померли протягом 40 тиж, 8 (34,8%) перебувають під спостереженням (**Рис. 8**). Різниця між групами за виживаністю статистично значуща ($p < 0,0001$).

Ризик смерті від гліобластою у 5,4 разу вищий, ніж від анапластичної астроцитоми, та у 13,8 разу вищий, ніж від анапластичної олігодендрогліоми. Найменший ризик смерті від анапластичної олігодендрогліоми (0,07) порівняно зі смертю від гліобластою (**Табл. 4**).

За час спостереження померло 16 (57,1%) жінок та 21 (63,6%) чоловік. Протягом 40 тиж після операції виживаність чоловіків була нижчою, ніж жінок, що значно вплинуло на медіану виживаності: у жінок вона становила 34,5 тиж (95% ДІ – 29-40 тиж), у чоловіків – 28 тиж (95% ДІ – 18-39 тиж). Під спостереженням перебувають 12 (42,9%) жінок і 12 (36,4%) чоловіків, які прожили понад 60 тиж (**Рис. 9**). Статистично значущої різниці між виживаністю чоловіків і жінок не виявлено ($p = 0,309$), але аналіз ризиків смерті виявив, що у чоловіків він вищий – 1,4 (95% ДІ – 0,73-2,66) (**Табл. 5**).

Мікрохірургічне видалення пухлин бічних та III шлуночка була загальноприйнятою методикою лікування пацієнтів з цією патологією. Стрімкий розвиток нейроендоскопії за останні 20 років дав змогу розробити нові малоінвазивні варіанти лікування патології шлуночків, що збільшує можливості для хірургії пухлин бічних та III шлуночків. Основними перевагами нейроендоскопії перед мікрохірургією вважають мінімальну інвазивність та кращу візуалізацію глибоко розташованих шлуночкових структур, хоча традиційна мікрохірургія зберігає перевагу щодо контролю кровотечі [1, 3, 5, 7, 8].

За даними спостережень, первинні пухлини вентрикулярної системи рідше трапляються в загальній популяції та переважно є доброякісними утвореннями. Особливістю цих пухлин, з хірургічного погляду, є можливість їхнього якомога радикальнішого (GTR) видалення порівняно з інвазивними пухлинами [1, 2, 11]. Можливість та ефективність радикального ендоскопічного видалення первинних пухлин III і бічних шлуночків головного мозку підтверджено даними наших спостережень та результатами досліджень інших авторів [1, 2, 4, 5, 6, 10-12]. Таке видалення не асоціюється з великим ризиком післяопераційних ускладнень. У більшості пацієнтів відзначено поліпшення якості та тривалості життя, безрецидивний перебіг і порівняно з «класичною» мікрохірургічною технікою менша тривалість лікування в хірургічному стаціонарі [3, 7].

Проблема тотальної резекції інвазивних пухлин бічних та III шлуночків пов'язана з місцем їх виникнення, оскільки вони переважно виникають з функціонально важливих ділянок головного мозку (таламус, базальні ганглії тощо). Більший обсяг резекції може загрожувати порушенням цілісності цих критичних нейроструктур, що, як наслідок, призведе до післяопераційного неврологічного дефіциту та інвалідизації. З огляду на те, що більшість інвазивних пухлин вентрикулярної системи належать до пухлин високого ступеня анаплазії (III-IV ступінь за класифікацією WHO (2021)), досягнення якомога радикальної резекції (GTR або STR) у поєднанні з променевою і хіміотерапією значно збільшує тривалість життя хворих.

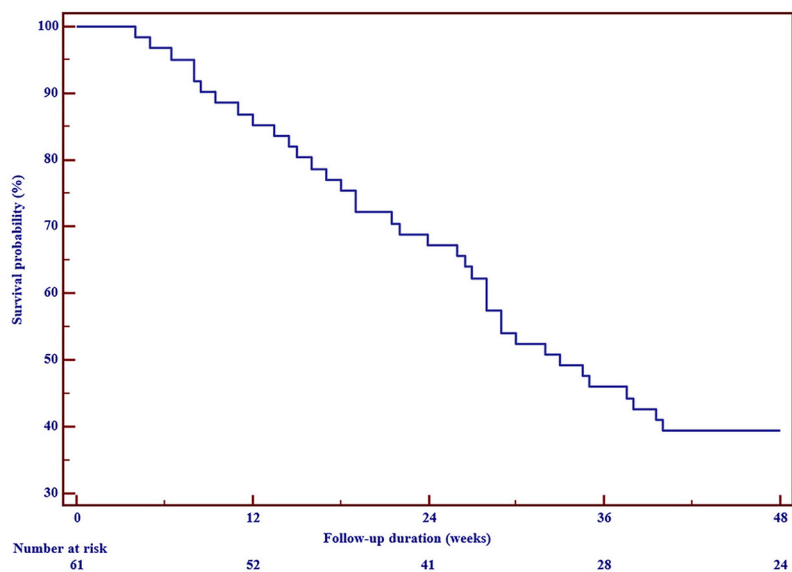


Рис. 6. Загальна виживаність (усі діагнози)

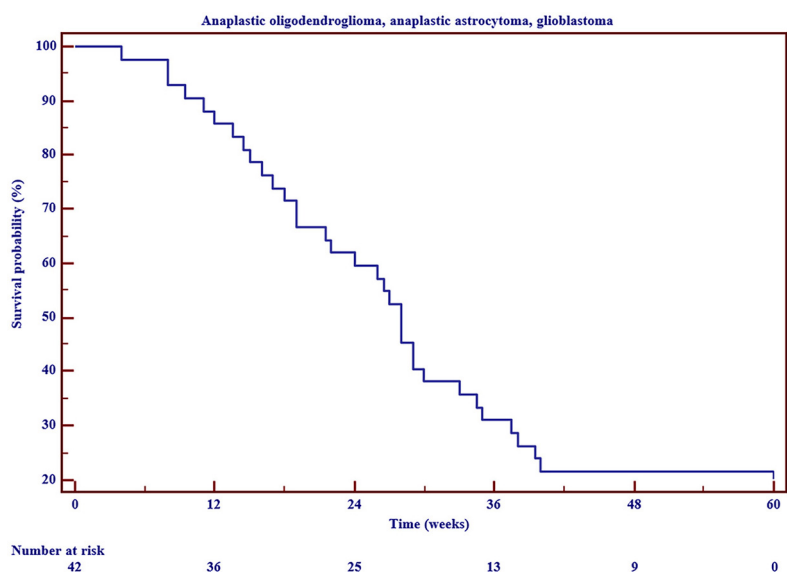


Рис. 7. Загальна виживаність хворих з анапластичною астрацитомою, олігодендрогліомою та гліобластою (n=42)

Таблиця 3. Результат лікування залежно від типу пухлини

| Тип пухлини | Померло | | Під спостереженням | | Усього |
|--------------------------------|---------|--------|--------------------|-------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % | |
| Анапластична астрацитома | 13 | 92,86 | 1 | 7,14 | 14 |
| Анапластична олігодендрогліома | 15 | 65,22 | 8 | 34,78 | 23 |
| Гліобластома | 5 | 100,00 | 0 | 0,00 | 5 |
| Інші пухлини | 4 | 21,05 | 15 | 78,95 | 19 |
| Разом | 37 | 60,66 | 24 | 39,34 | 61 |

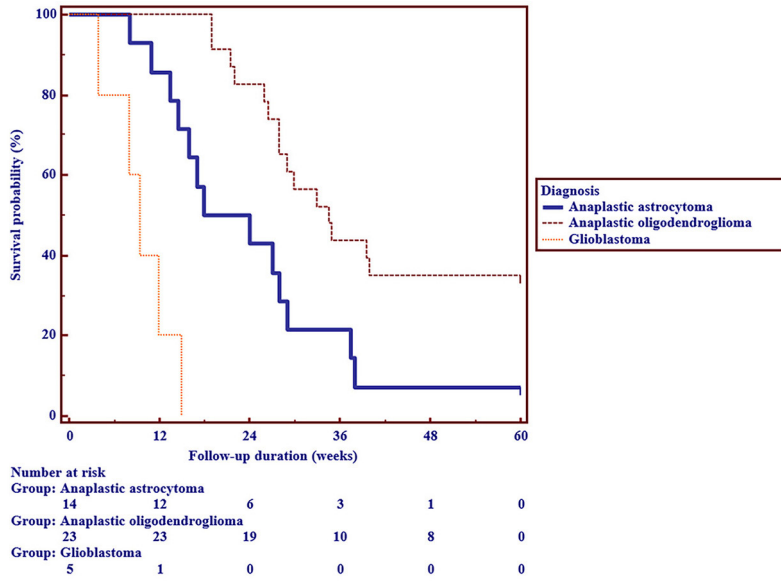


Рис. 8. Вживаність залежно від типу пухлин (n=61)

Таблиця 4. Коефіцієнти ризику смерті залежно від типу пухлин

| | Анапластична астроцитоза | Анапластична олігодендрогліома | Гліобластома |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Анапластична астроцитоза | - | 0,3949 (0,1793-0,8700) | 5,4479 (0,3831-77,4824) |
| Анапластична олігодендрогліома | 2,5323 (1,1494-5,5787) | - | 13,7956 (1,0281-185,1106) |
| Гліобластома | 0,1836 (0,01291-2,6106) | 0,07249 (0,005402-0,9726) | - |

Примітка. У дужках наведено 95% ДІ.

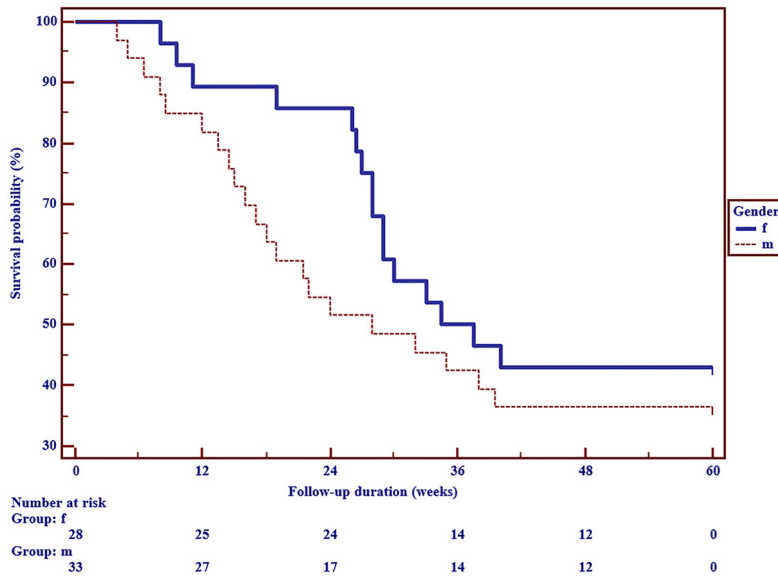


Рис. 9. Вживаність залежно від статі

Таблиця 5. Коефіцієнти ризику смерті залежно від статі з 95% довірчим інтервалом

| | Жіноча стать | Чоловіча стать |
|----------------|------------------------|------------------------|
| Жіноча стать | - | 1,3962 (0,7327-2,6604) |
| Чоловіча стать | 0,7162 (0,3759-1,3648) | - |

Примітка. У дужках наведено 95% ДІ.

Використання повністю ендоскопічної методики дає змогу мінімізувати ризик виникнення післяопераційних ускладнень та створює оптимальний хірургічний коридор.

У нашому відділенні для хірургічної резекції як первинних, так і інвазивних пухлин III та бічних шлуночків використовують ендоскопічний фронтальний транскортикальний трансвентрикулярний доступ, що також застосовується в хірургії вентрикулярної патології у багатьох установах за кордоном [3, 5, 7, 8]. У поєднанні з трансфорамінальним доступом цей підхід дає змогу використовувати природні шляхи, такі як f. Monro, щоб досягти III шлуночка через установлені анатомічні орієнтири, особливо в умовах гідроцефалії, яка зазвичай наявна у пацієнтів з пухлинами III та бічних шлуночків [5].

Досягти загальної тотальної та субтотальної резекції було можливо у 88,85% втручань при первинних пухлинах та у 82,35% – при інвазивних. Інші автори [5] повідомили про схожі результати, досягнувши тотальної і субтотальної резекції у 84% випадків.

При наближенні до пухлин вентрикулярної системи можуть бути використані різні ендоскопічні методи [12].

Успішність ендоскопічного ендоназального підходу до пухлин III шлуночка порівнянн з такою радикальної резекції, але вважається, що він пов'язаний з вищим ризиком інфекційних ускладнень (менінгоенцефаліт) та гормональних порушень (нецукровий діабет тощо) [9, 11].

На думку авторів, використання ендоскопічного фронтального транскортикального трансвентрикулярного доступу у пацієнтів з первинними та інвазивними пухлинами бічних і III шлуночків та обструктивною гідроцефалією може виявитися ефективною альтернативою мікрохірургічній резекції за допомогою операційного мікроскопа і підтверджують клінічну ефективність ендоскопічного фронтального транскортикального трансвентрикулярного доступу [1–12].

Висновки

1. Можливість досягнення оптимального обсягу резекції первинних та інвазивних пухлин III та бічних шлуночків дає змогу рекомендувати фронтальний ендоскопічний транскортикальний трансвентрикулярний (трансфорамінальний/трансхороїдальний) доступ як ефективний метод хірургічного лікування цих пухлин.
2. Радикальна ендоскопічна резекція як перший етап комбінованого лікування хворих зі злоскісними пухлинами III та бічних шлуночків сприяє збільшенню тривалості життя хворих при мінімальному ризику післяопераційних неврологічних ускладнень, яка порівнянна із показниками тривалості життя пацієнтів зі злоскісними пухлинами супратенторіальної локалізації.
3. Для усунення обструктивної гідроцефалії та запобігання блоку ліквородинаміки у разі післяопераційного набряку чи продовженого росту при інвазивних пухлинах бічних та III шлуночків доцільно проводити тривентрикулоцистерностомію.

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 із пацієнтів отримано інформовану згоду.

Фінансування

Дослідження не мало спонсорської підтримки.

Список літератури

1. Ahmed SI, Javed G, Laghari AA, Bareeqa SB, Aziz K, Khan M, Samar SS, Humera RA, Khan AR, Farooqui MO, Shahbaz A. Third Ventricular Tumors: A Comprehensive Literature Review. *Cureus*. 2018 Oct 5;10(10):e3417. doi: 10.7759/cureus.3417
2. Chibbaro S, Di Rocco F, Makiese O, Reiss A, Poczoz P, Mirone G, Servadei F, George B, Crafa P, Polivka M, Romano A. Neuroendoscopic management of posterior third ventricle and pineal region tumors: technique, limitation, and possible complication avoidance. *Neurosurg Rev*. 2012 Jul;35(3):331-38; discussion 338-40. doi: 10.1007/s10143-011-0370-1
3. Iacoangeli M, di Somma LG, Di Rienzo A, Alvaro L, Nasi D, Scerrati M. Combined endoscopic transforaminal-transchoroidal approach for the treatment of third ventricle colloid cysts. *J Neurosurg*. 2014 Jun;120(6):1471-6. doi: 10.3171/2014.1.JNS131102
4. Chibbaro S, Champeaux C, Poczoz P, Cardarelli M, Di Rocco F, Iaccarino C, Servadei F, Tigan L, Chaussemy D, George B, Froelich S, Kehrl P, Romano A. Anterior trans-frontal endoscopic management of colloid cyst: an effective, safe, and elegant way of treatment. Case series and technical note from a multicenter prospective study. *Neurosurg Rev*. 2014 Apr;37(2):235-41; discussion 241. doi: 10.1007/s10143-013-0508-4
5. Ibáñez-Botella G, Domínguez M, Ros B, De Miguel L, Márquez B, Arráez MA. Endoscopic transchoroidal and transforaminal approaches for resection of third ventricular colloid cysts. *Neurosurg Rev*. 2014 Apr;37(2):227-34; discussion 234. doi: 10.1007/s10143-014-0529-7
6. Oppido PA, Fiorindi A, Benvenuti L, Cattani F, Cipri S, Gangemi M, Godano U, Longatti P, Mascari C, Morace E, Tosatto L. Neuroendoscopic biopsy of ventricular tumors: a multicentric experience. *Neurosurg Focus*. 2011 Apr;30(4):E2. doi: 10.3171/2011.1.FOCUS10326
7. Roth J, Constantini S. Combined rigid and flexible endoscopy for tumors in the posterior third ventricle. *J Neurosurg*. 2015 Jun;122(6):1341-6. doi: 10.3171/2014.9.JNS141397
8. Tawk RG, Akinduro OO, Grewal SS, Brasiliense L, Grand W, Grotenhuis A. Endoscopic Transforaminal Transchoroidal Approach to the Third Ventricle for Cystic and Solid Tumors. *World Neurosurg*. 2020 Feb;134:e453-e459. doi: 10.1016/j.wneu.2019.10.099
9. Brusius CV, Bianchin MM, Mira JM, Frigeri T, Kruger M, Grudtner MC, Lenhardt R, Maschke S, Wolfsberger S. Single Burr-Hole Extended Transforaminal Approach for Concurrent Endoscopic Surgery in the Third Ventricle Posterior to the Foramen of Monro and Ventriculostomy: Clinical Series and Planning Steps. *World Neurosurg*. 2021 Jun;150:e1-e11. doi: 10.1016/j.wneu.2021.01.067
10. Youngbeom Se, Yong Hwy Kim, Jung Hee Kim, Doo-Sik Kong, Yun-Sik Dho, Ho Kang, Kyung-Min Kim, Jin Wook Kim, Chul-Kee Park Outcomes of the endoscopic endonasal approach for tumors in the third ventricle or invading the third ventricle *J Clin Neurosci*. 2021 Aug; 90:302-310. doi: 10.1016/j.jocn.2021.06.012
11. Changfu Zhang, Zhengcun Yan, Xiaodong Wang, Yuping Li, Hengzhu Zhang Quantitative analysis of exposure and surgical maneuverability of three purely endoscopic keyhole approaches to the floor of the third ventricle *J Neurosurg Sci*. 2021 Sep 21. doi: 10.23736/S0390-5616.21.05455-2
12. Bolin Liu, Tao Zheng, Wenhai Lv, Yuanzhi Huang, Baofu Li, Baoying Chen, Binrong Wang, Shiming He Endoscopic Endonasal Transsphenoidal Approach for Third Ventriculostomy in the Management of Obstructive Hydrocephalus *J Craniofac Surg*. 2021 Oct 1;32(7):e609-e612. doi: 10.1097/SCS.00000000000007613