

Оригінальна стаття = Original article = Оригінальная статьяDOI: <https://doi.org/10.25305/unj.144255>**Результати хірургічного лікування хворих із метастатичними пухлинами субтенторіальної локалізації***Зозуля Ю.П., Федірко В.О., Гудков В.В., Кубряк Д.В., Лісяний О.М., Оніщенко П.М., Набойченко А.Г., Пушкарьова Т.М., Яковенко М.Ю.*

Відділення субтенторіальної нейроонкології, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

Надійшла до редакції 12.10.2018
Прийнята до публікації 15.11.2018

Адреса для листування:

Кубряк Дмитро Володимирович,
Відділення субтенторіальної нейроонкології, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова, вул. Платона Майбороди, 32, Київ, Україна, 04050, e-mail: kubik1988@ukr.net

Мета: визначити показання до хірургічного втручання та лікувальну тактику при метастатичних новоутвореннях субтенторіальної локалізації.

Матеріали і методи. У дослідженні взяли участь 162 пацієнта з метастатичними пухлинами субтенторіальної локалізації. Критерієм залучення в дослідження був вторинний характер неопластичного ураження структур задньої черепної ямки. Тотальне видалення вздовж перифокальної зони росту пухлини проведено 102 (79,7%) пацієнтам, субтотальне – 9 (7%), часткове – 8 (6,3%). У 5 (3,9%) хворих видалення пухлини поєднували з лікворозшунтувальною операцією. В 4 (3,1%) випадках хірургічна допомога полягала у встановленні лікворозшунтувальної системи.

Результати. Найчастішими джерелами метастазування в задню черепну ямку були легені (у 42 (32,8%) хворих), молочна залоза (у 19 (14,8%)) та меланома (у 15 (11,7%)). До окремої групи віднесено пацієнтів з невідомим первинним вогнищем (32 (25%)). Із 43 хворих з відомим катамнезом солітарні метастази мали 37 (86%), множинні (зокрема суб-супратенторіальні) – 6 (14%). Середня тривалість життя після операції у хворих із солітарними метастазами становила (8,4 ± 1,5) міс, з множинними (зокрема суб-супратенторіальними) – (5,1 ± 0,8) міс. Тривалість життя більше 1 року зафіксована у 13 (30,2%) хворих, з них в 1 (2,3%) з множинними метастазами.

Висновки. Пацієнтам з метастатичними пухлинами субтенторіального простору, тяжкість стану яких зумовлена оклюзійною симптоматикою, навіть у разі <70 бала за шкалою Карновського показано проведення хірургічного втручання. Декомпресія задньої черепної ямки з відновленням ліквороциркуляції дає змогу поліпшити стан хворого та провести комбіноване лікування, а отже, продовжити тривалість життя.

Ключові слова: субтенторіальні метастази; оклюзія; ліквороциркуляція

Український нейрохірургічний журнал. 2018;(4):45-50

Outcomes of surgical treatment of patients with infratentorial metastatic tumors*Yurii P. Zozulya, Volodymyr O. Fedirko, Viktor V. Gudkov, Dmytro V. Kubriak, Oleksandr M. Lisyanyi, Petro M. Onishchenko, Andrii G. Naboichenko, Tetyana M. Pushkaryova, Mariya Yu. Yakovenko*

Subtentorial Neurooncology
Department, Romodanov
Neurosurgery Institute, Kyiv, Ukraine

Received: 12 October 2018
Accepted: 15 November 2018

Address for correspondence:

Dmytro V. Kubriak, Subtentorial
Neurooncology Department,
Romodanov Neurosurgery Institute,
32 Platona Maiborody st., Kyiv,
Ukraine, 04050, e-mail: kubik1988@ukr.net

Objective. To determine the indications for surgical intervention and treatment tactic for metastatic infratentorial tumors.

Materials and methods. The study included 162 patients with metastatic tumors of the infratentorial location treated from 1995 to 2018. One hundred and two patients (79.7%) underwent total removal along the perifocal zone of tumor growth, 9 (7%) – subtotal removal and 8 (6.3%) – partial removal. In 5 (3.9%) patients tumor removal was combined with CSF-shunting; in 4 (3.1%) cases, surgical assistance was limited to the installation of a CSF-shunt system.

Results. The most frequent sources of metastasis to the posterior cranial fossa were lungs – 42 (32.8%) patients, the mammary gland – 19 (14.8%) and melanoma – 15 (11.7%). A separate large group consisted of patients with unknown primary focus (32 patients, 25%).

Out of 43 patients with known catamnesis there were 37 (86%) patients with solitary metastases and 6 (14%) persons with multiple metastases (including supra-infratentorial). The average survival after surgery in patients with solitary metastases was 8.4 ± 1.5 months, with multiple (including sub-

Copyright © 2018 Yurii P. Zozulya, Volodymyr O. Fedirko, Viktor V. Gudkov, Dmytro V. Kubriak, Oleksandr M. Lisyanyi, Petro M. Onishchenko, Andrii G. Naboichenko, Tetyana M. Pushkaryova, Mariya Yu. Yakovenko



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

supratentorial) 5.1 ± 0.8 months. Survival more than 1 year was observed in 13 (30.2%) patients (1 patient (2.3%) with multiple metastases).

Conclusions. Patients with infratentorial metastases as well as with multiple metastatic brain lesions should be considered for surgery even if KPS < 70, especially due to CSF obstruction. Posterior fossa decompression with CSF flow restoration leads to survival prolongation, patients condition improvement and affords for further radiotherapy, chemotherapy or radiosurgery.

Keywords: *infratentorial metastases; occlusion; CSF flow*

Ukrainian Neurosurgical Journal. 2018;(4):45-50

Результаты хирургического лечения больных с метастатическими опухолями субтенториальной локализации

Зозуля Ю.А., Федирко В.О., Гудков В.В., Кубряк Д.В., Лисяный А.Н., Онищенко П.М., Набойченко А.Г., Пушкарева Т.М., Яковенко М.Ю.

Отделение субтенториальной нейроонкологии, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины, Киев, Украина

Поступила в редакцию 12.10.2018
Принята к публикации 15.11.2018

Адрес для переписки:

Кубряк Дмитрий Владимирович,
Отделение субтенториальной нейроонкологии, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова, ул. Платона Майбороды, 32, Киев, Украина, 04050, e-mail: kubik1988@ukr.net

Цель: определить показания к хирургическому вмешательству и лечебную тактику при метастатических новообразованиях субтенториальной локализации.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 162 пациента с метастатическими опухолями субтенториальной локализации. Критерием включения в исследование был вторичный характер неопластического поражения структур задней черепной ямки. Тотальное удаление по перифокальной зоне роста опухоли проведено 102 (79,7%) пациентам, 9 (7%) – субтотальное, 8 (6,3%) – частичное. У 5 (3,9%) больных удаление опухоли сочетали с ликворшунтирующей операцией. В 4 (3,1%) случаях хирургическая помощь заключалась в установке ликворшунтирующей системы.

Результаты. Наиболее частыми источниками метастазирования в заднюю черепную ямку были легкие (у 42 (32,8%) больных), молочная железа (у 19 (14,8%)) и меланома (у 15 (11,7%)). К отдельной группе отнесены пациенты с неизвестным первичным очагом (32 (25%)). Из 43 больных с известным катанезом солитарные метастазы имели 37 (86%), множественные (в том числе суб-супратенториальные) – 6 (14%). Средняя продолжительность жизни после операции у больных с солитарными метастазами составила $(8,4 \pm 1,5)$ мес, с множественными (в том числе суб-супратенториальными) – $(5,1 \pm 0,8)$ мес. Продолжительность жизни больше 1 года зафиксирована у 13 (30,2%) больных, из них у 1 (2,3%) с множественными метастазами.

Выводы. Пациентам с метастатическими опухолями субтенториального пространства, тяжесть состояния которых обусловлена окклюзионной симптоматикой, даже в случае <70 баллов по шкале Карновского показано проведение хирургического вмешательства. Декомпрессия задней черепной ямки с восстановлением ликвороциркуляции позволяет улучшить состояние больного и провести комбинированное лечение, а значит, увеличить продолжительность жизни.

Ключевые слова: *субтенториальные метастазы; окклюзия; ликвороциркуляция*

Украинский нейрохирургический журнал. 2018;(4):45-50

Вступ

Щорічне зростання кількості хворих зі злякисніми новоутвореннями – важлива та актуальна проблема охорони здоров'я у світі [1]. Одним з найбільш грізних та небезпечних виявів прогресування захворювання є метастазування пухлини в головний мозок. Це вважають несприятливим прогностичним чинником, оскільки метастазування асоціюється з втратою контролю над первинним вогнищем та дисемінацією системного онкологічного процесу. Завдяки успіхам загальної онкології щодо контролю первинного вогнища та постійному розширенню діагностичних можливостей, кількість пацієнтів з метастатичними

пухлинами головного мозку невпинно зростає [2]. Напрацьовані протоколи ведення хворих з метастатичними пухлинами центральної нервової системи [3]. Однак має місце обмеженість та неузгодженість клінічних настанов і протоколів щодо лікування пацієнтів з метастатичними пухлинами субтенториальної локалізації (МПСЛ) [4].

На частку метастатичних пухлин у ділянці задньої черепної ямки припадає 15–25% від усіх вторинних пухлин головного мозку [5]. Співвідношення первинних форм раку, які найчастіше метастазують у головний мозок, суттєво не відрізняється для задньої черепної ямки та супратенториального простору, про

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

що свідчать дані літератури: рак легень (25–35%), рак молочної залози (15–20%), меланома (8–12%), рак нирки, матки, яєчників і колоректальний рак (не більше 5% кожний) [6,7]. Клінічна картина метастатичного ураження субтенторіального простору не є специфічною та представлена класичними симптомами гіпертензійно-оклюзійного синдрому – “розпираючий” головний біль, нудота/блювання, стато-координаторні розлади та порушення зору в тяжких випадках [8]. Без необхідного лікування перебіг захворювання у пацієнтів з МПСЛ супроводжується ризиком розвитку гострої оклюзійної гідроцефалії, вклинення мигдаликів мозочку у великий потиличний отвір, стрімкого погіршення стану хворого аж до коми та порушення життєвих функцій. Це зумовлює терміновість лікування зазначеної патології та патогенетично обґрунтовує пріоритетність хірургічного видалення метастатичного вогнища та/або відновлення нормальної циркуляції ліквору [9]. Тактика лікування при множинних метастатичних вогнищах і залученні задньої черепної ями є предметом сучасних досліджень [10], як і лікувальна тактика у пацієнтів з дисемінацією процесу та новоутворенням у задній черепній ямці.

Мета: визначити показання до хірургічного втручання та лікувальну тактику при метастатичних новоутвореннях субтенторіальної локалізації.

Матеріали і методи

У дослідженні взяла участь 162 пацієнта з МПСЛ, проліковані у відділенні субтенторіальної нейроонкології ДУ “Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України” в період з 1995 до 2018 р. Критерієм залучення до дослідження був вторинний характер неопластичного ураження структур задньої черепної ямки.

Проведено аналіз перебігу захворювання та результатів лікування залежно від стану хворого при госпіталізації, повноти доопераційного обстеження, поширення системного онкологічного процесу, топографо-анатомічних особливостей і кількості метастазів у задній черепній ямці та супратенторіальної локалізації. Всім хворим при плануванні операції застосовували нейровізуалізуючі методи дослідження: магнітно-резонансну томографію (МРТ) головного мозку (16 (12,5%) спостережень), МРТ з контрастом (63 (49,2%)), спіральну комп’ютерну томографію (СКТ) головного мозку (24 (18,8%)), або СКТ з контрастом (25 (19,5%)). Комплекс обстеження передбачав проведення ультразвукового дослідження органів черевної порожнини та малого таза, рентгенографії органів грудної клітки та КТ, МСКТ-скрінінгу внутрішніх органів, загальноклінічних і біохімічних аналізів крові, огляд онколога, офтальмолога, отоневролога, терапевта.

Залежно від основного онкологічного захворювання до клінічної групи I віднесено 32 (19,7%) пацієнти, до групи II – 28 (17,3%), до групи III – 64 (39,5%), до групи IV – 38 (з них 4 (2,5%) прооперовані).

Загалом 102 (79,7%) пацієнтам проведено тотальне видалення вздовж перифокальної зони росту пухлини, 9 (7%) – субтотальне, 8 (6,3%) – часткове.

У 5 (3,9%) хворих видалення пухлини поєднували з лікворошунтувальною операцією. В 4 (3,1%) випадках хірургічна допомога полягала у встановленні лікворошунтувальної системи.

Збір катамнезу в групі прооперованих хворих проводили за допомогою телефонного та поштового анкетування, а також за даними контрольних оглядів, зареєстрованих в амбулаторних історіях хвороби. Катамнестичні дані вдалося отримати лише від 43 (33,6%) прооперованих хворих, що пов’язано з недоліками реєстрації хворих в лікувальних закладах за місцем проживання, неявкою хворих на контрольні огляди та небажанням пацієнтів та/або їх родичів проводити анкетування. Збір катамнезу здійснювали за анкетною, яка містила відомості про стан хворого на момент опитування та ад’ювантні методи лікування, застосовані після операції.

Результати та їх обговорення

Із 162 хворих прооперовано 128 (79%), решту не оперували, з них 1 (2,9%) пацієнта госпіталізували у вкрай тяжкому стані, він помер без проведення операції, 5 (14,7%) пацієнтів відмовилися від операції, у 28 (82,4%) виявлено протипоказання до хірургічного втручання: множинні екстракраніальні метастатичні пухлини у 15 (53,6%), первинний центральний рак легень у 2 (7,1%), тяжка супутня патологія (ниркова, печінкова, серцево-легенева недостатність, декомпенсований цукровий діабет) у 11 (39,3%).

Суттєвої різниці за статеву ознакою серед хворих не відзначено: кількість чоловіків та жінок становила відповідно 59 (46%) і 69 (54%). Середній вік – $(52,0 \pm 2,2)$ року. Розподіл пацієнтів за віком виявив, що в нашій вибірці патологія вражала здебільшого осіб непрацездатного віку. Серед пацієнтів переважали особи віком понад 60 років (90 (70%)).

Клінічні вияви розвивались протягом 1 тижня – 3–4 міс. Розподіл за симптомами та скаргами, виявленими при первинному огляді, був таким: головний біль – у 103 (80,5%) хворих, стато-координаторні розлади – у 84 (65,7%), нудота – у 43 (33,6%), блювання – у 28 (21,9%), зниження гостроти зору – в 21 (16,4%).

Звертає увагу велика частка хворих зі зниженням зору, що зумовлено неузгодженістю в діагностиці та лікуванні, пізнім виявленням патології та “занедбаністю” таких пацієнтів на догоспітальному етапі. В окремих випадках прогресуюче зниження зору було спричинене швидким наростанням оклюзії лікворних шляхів. Загалом метастази в задню черепну ямку маніфестують “класичною” мозочковою та гіпертензійно-оклюзійною симптоматикою.

Розподіл хворих за локалізацією первинного вогнища в нашій вибірці в цілому відповідає даним літератури [11] (**Табл. 1**).

Найчастішими джерелами метастазування в задню черепну ямку були легені, молочна залоза та меланома. До окремої групи віднесено пацієнтів з невідомим первинним вогнищем (25%, що вище даних, наведених у літературі (15–20%) [12]). На нашу думку, це пов’язано із соціально-економічними чинниками, відсутністю планової диспансеризації, низьким рівнем культури здоров’я та онконастороженості як у громадян, так і у лікарів первинної ланки,

а також відсутністю структурованої кооперації між різними фахівцями, що не дає змоги хворим в Україні проходити якісне своєчасне обстеження та належним чином контролювати захворювання.

Локалізація вторинних новоутворень у субтенторіальному просторі представлена на **Рис. 1**. Оптимальними для видалення пухлин та створення декомпресії як стовбурових відділів мозку, так і ліквороносних шляхів, були такі оперативні доступи: у 68 (53,1%) спостереженнях – серединний субоципітальний, у 32 (25,1%) – медіо-діагональний, у 24 (18,7%) – парамедіанний.

Ступінь радикальності видалення пухлини прямо пропорційно корелював з її локалізацією та обмежувався анатомічно-функціональною допустимістю (**Табл. 2**).

Установлення лікворошунтувальної системи першим етапом було зумовлене виразним гіпертензійно-гідроцефальним синдромом в 3 випадках, тяжкістю стану хворого та прогнозованою нерадикальністю видалення новоутворення у 2 спостереженнях, а встановлення лише лікворошунтувальної системи в 4 випадках – як тяжкістю стану хворих, так і відсутністю позитивного ефекту від відновлення ліквороциркуляції.

Субтотальне і часткове видалення пухлини проводили хворим з метастатичними пухлинами у функціонально важливих зонах, що давало змогу одночасно здійснити декомпресію структур задньої черепної ямки та не погіршити якість життя хворому в післяопераційний період (**Рис. 2**).

Таблиця 1. Локалізація первинного вогнища пухлини

Локалізація	Кількість спостережень	
	Абс.	%
Легені	42	32,8
Молочна залоза	19	14,8
Меланома	15	11,7
Нирки	8	6,3
Матка та яєчники	6	4,7
Кишківник	6	4,7
Невідома	32	25



Рис. 1. Розподіл хворих за локалізацією метастатичних пухлин в задній черепній ямці та супратенторіально

Таблиця 2. Залежність радикальності видалення пухлини та потреби в лікворошунтувальній операції від зони враження

Локалізація	Радикальність видалення							
	тотальне		субтотальне		часткове		установлення лікворошунтувальної системи	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Півкулі мозочку (n=73)	72	98,6	1	1,4	0	0	0	0
Черв'як та півкулі мозочку (n=24)	23	95,8	1	4,2	0	0	0	0
Черв'як та IV шлуночок (n=12)	2	16,7	5	41,7	4	33,3	1	8,3
Стовбур мозку (n=3)	0	0	0	0	2	66,7	1	33,3
Множинні субсупратенторіальні (n=16)	6	37,5	4	25	4	25	2	12,5

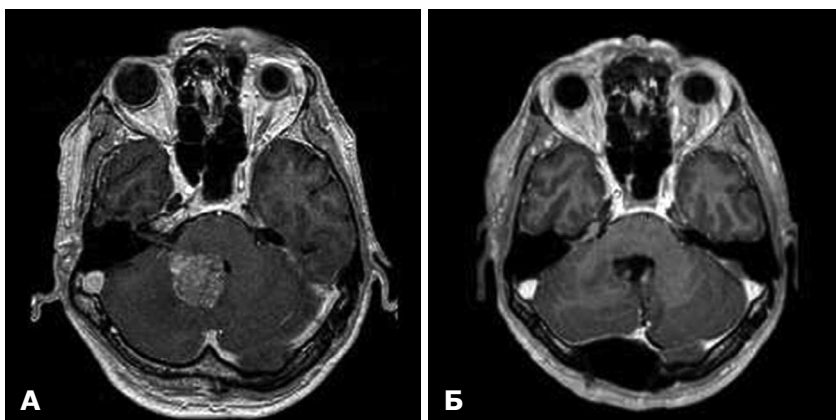


Рис. 2. МРТ головного мозку з контрастним підсиленням пацієнта із солітарним метастазом у проекції IV шлуночка із залученням стовбурових відділів мозку (А), який було субтотально видалено (Б)

Дані щодо стану хворого до та після операції наведено в **Табл. 3**. Наявність одного або декількох екстракраніальних метастазів з контрольованим перебігом захворювання суттєво не впливала на стан хворого після операції.

У хворих з множинними субтенторіальними (**Рис. 3**) та комбінованими суб-супратенторіальними метастатичними пухлинами поліпшення стану після операції відзначено у 50,0 та 31,3% спостережень відповідно.

Ускладнення після хірургічного втручання виявлено у 21 (16,4%) хворого, з них 7 (5,5%) померли в ранній післяопераційний період: у 3 хворих причиною смерті був крововилив у ложе видаленої пухлини та набряк стовбурових відділів головного мозку, у 2 – соматична декомпенсація внаслідок дисемінації системного онкологічного процесу, в 1 – тяжкий перебіг менінгоенцефаліту, ще в 1 – тромбоемболія легеневої артерії.

Із 43 хворих з відомим катамнезом солітарні метастази були у 37 (86%), множинні (зокрема суб-супратенторіальні) – у 6 (14%). Тривалість життя після операції становила відповідно $(8,4 \pm 1,5)$ та $(5,1 \pm 0,8)$ міс. Тривалість життя більше 1 року зафіксована у 13 (30,2%) хворих, з них в 1 (2,3%) з множинними метастазами.

Навіть на невеликій вибірці пацієнтів з відомим катамнезом встановлено, що проведення в післяопераційний період комбінованого лікування збільшує тривалість життя хворих з метастатичними пухлинами задньої черепної ямки (**Табл. 4**).

Термін виживання хворих після нейрохірургічної операції залежав насамперед від ступеня прогресування системного онкологічного захворювання та ефективності контролю над ним. Видалення субтенторіального метастатичного вогнища давало змогу поліпшити стан хворих шляхом усунення лікворної

Таблиця 3. Оцінка стану пацієнтів за шкалою Карновського до та після операції залежно від кількості інтракраніальних метастазів та наявності екстракраніального метастазування

Метастази	Кількість хворих	Оцінка до операції, балів		Оцінка після операції, балів	
		>70	<70	>70	<70
Солітарні	102 (79,7%)	74 (72,5%)	28 (27,5%)	91 (89,2%)	11 (10,8%)
Множинні (задня черепна яма)	10 (7,8%)	4 (40,0%)	6 (60,0%)	5 (50,0%)	5 (50,0%)
Множинні (суб-супратенторіальні)	16 (12,5%)	7 (43,8%)	9 (56,2%)	5 (31,3%)	11 (68,7%)
Екстракраніальні:					
є	81 (63,3%)	54 (66,7%)	27 (33,3%)	61 (75,3%)	20 (24,7%)
немає	47 (36,7%)	31 (66%)	16 (34%)	40 (85,1%)	7 (14,9%)

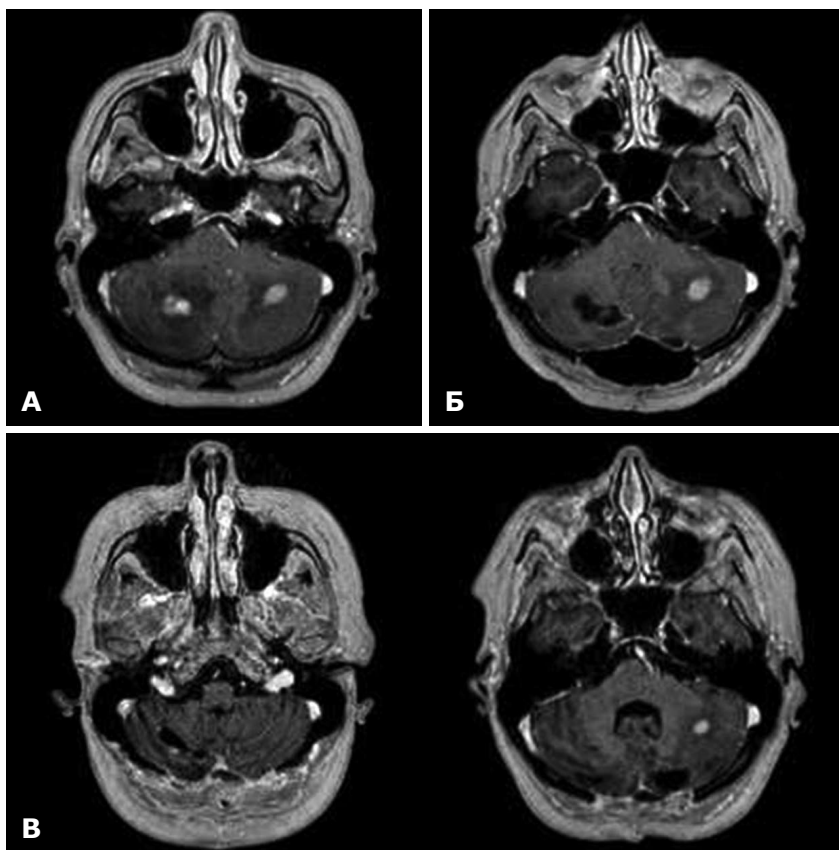


Рис. 3. Хвора з двома метастатичними пухлинами в обох півкулях мозочку (А). МРТ-знімки через 3 тиж: рецидив пухлини в лівій півкулі мозочку (Б). МРТ-знімки через 4 міс після операції (В) Хвора пройшла радіохірургічне лікування (сумарна осередкова доза – 20 Гр) та загальне опромінення головного мозку (сумарна осередкова доза – 30 Гр)

Таблиця 4. Тривалість життя хворих з метастатичними пухлинами задньої черепної ямки залежно від проведеного післяопераційного лікування

Післяопераційне лікування	Кількість хворих	Середня тривалість життя, міс
Хірургічне видалення екстракраніальних метастазів та ад'ювантна терапія	15 (34,8%)	10,7 ± 1,4
Радіотерапія та/або радіохірургія і хіміотерапія	6 (14%)	7,8 ± 0,9
Радіотерапія та/або радіохірургія	4 (9,3%)	6,5 ± 1,1
Хіміотерапія	4 (9,3%)	5,8 ± 1,2
Не отримали лікування	14 (32,6%)	4,2 ± 0,9

оклюзії та компресії життєво важливих структур головного мозку і провести комбіноване лікування.

Висновки

1. Стрімке наростання гіпертензійно-оклюзійної симптоматики та прогресуюче погіршення стану хворого є показаннями до термінового хірургічного лікування метастатичних пухлин задньої черепної ямки, зокрема у разі множинних вторинних вогнищ інтра- чи екстракраніальної локалізації.

2. Хірургічне лікування при вторинних новоутвореннях субтенторіального простору дає змогу провести комплексне лікування та є обґрунтованим як щодо продовження життя пацієнта, так і щодо поліпшення якості життя.

3. Тяжкість стану пацієнтів із вторинними новоутвореннями задньої черепної ямки <70 балів за шкалою Карновського не є протипоказанням для хірургічного лікування цієї категорії пацієнтів, якщо вона зумовлена оклюзійною симптоматикою.

4. Відсутність верифікованого первинного вогнища при прогнозованому вторинному ураженні структур субтенторіального простору не є протипоказанням для хірургічного втручання, але дає змогу отримати гістологічний діагноз для подальшої комбінованої терапії.

5. Протипоказаннями до хірургічного лікування метастатичних пухлин задньої черепної ямки є декомпенсація соматичного стану хворого та неконтрольований перебіг системного онкологічного процесу.

6. Найдовша тривалість життя після операції з приводу вторинного ураження структур задньої черепної ямки відзначена у хворих, які отримували комплексне лікування.

Розкриття інформації

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Етичні норми

Всі процедури, виконані учасникам в ході дослідження, відповідають етичним стандартам інституційного і національного комітетів з етики та Гельсінської декларації 1964 року і її пізнішим поправкам або аналогічним етичним стандартам.

Інформована згода

Інформована згода отримана від кожного з учасників, включених до дослідження.

References

- Davis FG, Dolecek TA, McCarthy BJ, Villano JL. Toward determining the lifetime occurrence of metastatic brain tumors estimated from 2007 United States cancer incidence data. *Neuro Oncol.* 2012 Sep;14(9):1171-7. doi: 10.1093/neuonc/nos152. PubMed PMID: 22898372; PubMed Central PMCID: PMC3424213.
- Sperduto PW, Chao ST, Sneed PK, Luo X, Suh J, Roberge D, Bhatt A, Jensen AW, Brown PD, Shih H, Kirkpatrick J, Scher A, Gaspar LE, Fiveash JB, Chiang V, Knisely J, Sperduto CM, Mehta M. Diagnosis-specific prognostic factors, indexes, and treatment outcomes for patients with newly diagnosed brain metastases: a multi-institutional analysis of 4,259 patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2010 Jul 1;77(3):655-61. doi: 10.1016/j.ijrobp.2009.08.025. PubMed PMID: 19942357.
- Vogelbaum MA, Suh JH. Resectable brain metastases. *J Clin Oncol.* 2006 Mar;24(8):1289-94. doi: 10.1200/JCO.2005.04.6235. PMID: 16525184.
- Patel AJ, Suki D, Hatiboglu MA, Rao VY, Fox BD, Sawaya R. Impact of surgical methodology on the complication rate and functional outcome of patients with a single brain metastasis. *J Neurosurg.* 2015 May;122(5):1132-43. doi: 10.3171/2014.9.JNS13939. PMID: 25794344.
- Pollock BE, Brown PD, Foote RL, Stafford SL, Schomberg PJ. Properly selected patients with multiple brain metastases may benefit from aggressive treatment of their intracranial disease. *J Neurooncol.* 2003 Jan;61(1):73-80. doi: 10.1023/A:1021262218151. PMID: 12587798.
- Wroński M, Arbit E, Burt M, Galicich JH. Survival after surgical treatment of brain metastases from lung cancer: a follow-up study of 231 patients treated between 1976 and 1991. *J Neurosurg.* 1995 Oct;83(4):605-16. doi: 10.3171/jns.1995.83.4.0605. PMID: 7674008.
- Wroński M, Arbit E. Surgical treatment of brain metastases from melanoma: a retrospective study of 91 patients. *J Neurosurg.* 2000 Jul;93(1):9-18. doi: 10.3171/jns.2000.93.1.0009. PMID: 10883899.
- Iwade Y, Namba H, Yamaura A. Significance of surgical resection for the treatment of multiple brain metastases. *Anticancer Res.* 2000 Jan-Feb;20(1B):573-7. PMID: 10769728.
- Muacevic A, Wowra B, Siefert A, Tonn JC, Steiger HJ, Kreth FW. Microsurgery plus whole brain irradiation versus Gamma Knife surgery alone for treatment of single metastases to the brain: a randomized controlled multicentre phase III trial. *J Neurooncol.* 2008 May;87(3):299-307. Epub 2007 Dec 22. doi: 10.1007/s11060-007-9510-4. PMID: 18157648.
- Kanner AA, Suh JH, Siomin VE, Lee SY, Barnett GH, Vogelbaum MA. Posterior fossa metastases: aggressive treatment improves survival. *Stereotact Funct Neurosurg.* 2003;81(1-4):18-23. doi: 10.1159/000075099. PMID: 14742959.
- Nayak L, Lee E, Wen P. Epidemiology of brain metastases. *Curr Oncol Rep.* 2012 Feb;14(1):48-54. doi: 10.1007/s11912-011-0203-y. PMID: 22012633.
- Zhang X, Zhang W, Cao WD, Cheng G, Liu B, Cheng J. A review of current management of brain metastases. *Ann Surg Oncol.* 2012 Mar;19(3):1043-50. doi: 10.1245/s10434-011-2019-2. Epub 2011 Aug 23. Review. PMID: 21861219.